



# Éditorial



**Le changement climatique est une réalité qui n'est plus à prouver.** Les scénarios du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) nous alertent sur les évolutions climatiques à venir et leurs conséquences sur l'Homme, la biodiversité et les activités économiques. Même avec une forte mobilisation de tous les acteurs en faveur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'inertie climatique va se traduire dans les prochaines décennies par des modifications du climat. Les conséquences de ces changements sont d'ores et déjà visibles sur les territoires, que ce soit par exemple la fonte des glaciers ou encore l'évolution du calendrier agricole. L'atténuation du changement climatique doit rester une priorité, mais l'adaptation est désormais inévitable.

La société actuelle doit évoluer pour répondre aux enjeux de demain, qu'ils soient énergétiques, économiques ou humains. Elle doit se doter d'une capacité d'adaptation pour faire face aux évolutions qui peuvent être encore mal connues.

En Rhône-Alpes, conscients de l'importance de ces enjeux, nous nous sommes depuis longtemps engagés dans le développement des énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie. Nous accompagnons les acteurs du territoire dans leurs démarches d'adaptation aux effets du changement climatique. Un premier guide sur le changement climatique "Comment s'adapter en Rhône-Alpes" publié en 2007 et l'appel à projets "Rhônalpins Écocitoyens" lancé depuis 2009, invitent les collectivités à développer des stratégies d'adaptation.

Ce nouveau guide "Climat : réussir le changement" est un outil méthodologique pour accompagner concrètement les élus et les services techniques dans la définition et la mise en place de stratégies d'adaptation au changement climatique.

**Jean-Jack QUEYRANNE,**  
Président de la Région Rhône-Alpes

## ≡ ADAPTATION

Ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques (3<sup>ème</sup> rapport du GIEC 2001).

**+3°C d'ici 2050 et +5°C d'ici 2080<sup>1</sup>  
en été en Rhône-Alpes.**

Le changement climatique est suffisamment avéré pour que l'on agisse : l'heure est à l'action. Plus la lutte contre le réchauffement sera efficace, plus l'adaptation aux effets du changement climatique sera facilitée. Pour répondre au réchauffement climatique global, il faut d'abord atténuer les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) en travaillant sur chaque territoire. Il restera toutefois à s'adapter aux changements engagés.

La France a lancé, en juillet 2011, son Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) : 80 actions déclinées en plus de 230 mesures. En outre, l'article L110 du Code de l'Urbanisme (consolidé le 30 mai 2010) précise que "leur action [des collectivités] en matière d'urbanisme contribue à la lutte contre le changement climatique et à l'adaptation à ce changement".

Le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) est en cours de finalisation en Rhône-Alpes. Ce cadre stratégique apporte des orientations et des recommandations sur les volets atténuation, mais aussi sur l'adaptation aux effets du changement climatique. Le Conseil régional travaille à l'élaboration du Plan Climat de la Région et intégrera dans ses politiques des réponses aux défis relevés par le SRCAE.

Le changement climatique opère comme un révélateur de la complexité des interactions entre systèmes naturels et humains, rendant difficile le travail d'anticipation de ses impacts. Il faut donc orienter sans attendre l'action sur le renforcement de la capacité des organisations et des écosystèmes à s'adapter, et dans la mesure du possible intégrer cette variable dans les visions prospectives territoriales.

Comme le précise le programme de travail international "Évaluation des écosystèmes pour le millénaire", il s'agira, pour les institutions, les écosystèmes et les individus, de mobiliser leur faculté générale à s'adapter aux dommages potentiels, à tirer profit des opportunités ou à faire face aux conséquences.

Le changement climatique est une composante d'un changement global : évolution sociétale, urbanisation accélérée, augmentation de la population, pressions anthropiques sur les ressources. De ce fait, le changement climatique appelle à une adaptation multiforme intégrée aux politiques conduites à l'échelle des territoires.

C'est compliqué mais c'est indispensable.

**Roger LÉRON,**  
Président de Rhônalpénergie-  
Environnement (RAEE)



<sup>1</sup> Estimation des augmentations moyennes probables des températures maximales en été en Rhône-Alpes. Se reporter au volume 2 du guide "CLIMAT : réussir le CHANGEMENT" pour plus de précisions.



« ÉLU SUR UN TERRITOIRE OÙ LES PREMIERS SIGNES DE CHANGEMENT SONT PERCEPTIBLES, JE NE SAIS PAS VRAIMENT COMMENT INTERPRÉTER CES SIGNES. TOUTEFOIS, JE NE VEUX PAS QUE MON TERRITOIRE SUBISSE CE CHANGEMENT. »

« TECHNICIEN D'UNE COLLECTIVITÉ ET CONVAINCU QUE NOUS DEVONS NOUS PRÉPARER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE, J'AIMERAIS MOBILISER LES ACTEURS SUR CETTE QUESTION. »

« ÉLU ENGAGÉ DANS DE NOMBREUSES DÉMARCHES AUX NIVEAUX COMMUNAL ET INTERCOMMUNAL, JE M'INTERROGE SUR LES OUTILS PLU, SCOT, POLITIQUE DE LA VILLE, RECONVERSION ÉCONOMIQUE DE LA VALLÉE, AGENDA 21... LA QUESTION CLIMATIQUE EST POUR MOI ENCORE UN SUJET SUR LEQUEL IL FAUT SE POSITIONNER. »

En adoptant la(les) posture(s) des élus et techniciens des collectivités, le Groupe de Réflexion et d'Action pour l'Adaptation aux effets du Changement Climatique (GRAACC) a décrit les besoins des acteurs pour entrer dans l'action et s'organiser sur les territoires. Les membres du GRAACC (collectivités, administrations, organismes de recherche, observatoires thématiques... de Rhône-Alpes) ont contribué à la rédaction du présent document.

#### **Ce guide en deux volumes vise à :**

- engager les collectivités dans la mise en place de stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique (1<sup>er</sup> volume).
- fournir des clés pour élaborer la stratégie d'adaptation et renforcer la capacité des territoires à s'adapter aux changements en cours ou à venir, qu'ils soient attendus ou encore méconnus, et en particulier aux changements d'ordre climatique (2<sup>ème</sup> volume).

**Ce 1<sup>er</sup> volume s'attache à répondre aux principales questions que se posent les décideurs au moment d'engager leur réflexion sur l'adaptation aux effets du changement climatique au sein de leur collectivité ou sur leur territoire. Il donne à réagir pour agir. Il présente quelques points clés pour imaginer les principales étapes d'élaboration d'une stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique.**

Ce guide fait partie d'une mallette d'outils, qui comprend outre le second volume, la brochure "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes", édité par RAEE en 2007. Des fiches d'explications scientifiques, des interviews, une bibliographie documentée d'outils ressources... sont d'autres outils à construire qui pourront aider le décideur, ses services et tous les acteurs, à préparer le territoire à s'adapter pas à pas au changement climatique dans les meilleures conditions.

# Sommaire

## PARTIE 1

### **Climat : une question planétaire mais aussi locale**

- › Le changement climatique est avéré p.6
- › L'heure est à l'action p.7
  - Contexte historique de l'adaptation aux effets du changement climatique* p.8
- › Une obligation légale pour les collectivités locales p.9
  - Des outils essentiels en Rhône-Alpes* p.10
- › Les indices du changement climatique p.12
  - Les effets directs p.13
    - Les évolutions climatiques en Rhône-Alpes* p.13
  - Les effets indirects p.14
    - Les enjeux de l'adaptation aux effets du changement climatique en Rhône-Alpes* p.16
- › Les répercussions économiques p.17
  - Prévention ou précaution* p.18

## PARTIE 2

### **Adaptation : agir concrètement sur mon territoire**

- › Comment définir une stratégie d'adaptation p.19
  - Stratégies et documents à revoir avec la "lunette Climat"* p.21
  - Entretien avec un élu local* p.21
    - Mener l'analyse de la vulnérabilité climatique du territoire p.22
      - Pré-diagnostic de vulnérabilité, un outil pour amorcer la réflexion* p.24
    - Mobiliser les acteurs et mener un exercice prospectif p.26
- › Comment articuler les premiers travaux sur l'atténuation des émissions de GES avec ceux sur l'adaptation p.28
  - Climat Pratic, un outil pour les collectivités et intercommunalités petites à moyennes* p.28
- › Comment choisir les actions à conduire p.29
  - Actions relevant d'une stratégie d'adaptation* p.31
- › Suivre les actions et les ajuster dans le temps p.32
- › S'informer pour agir en Rhône-Alpes p.33

# Climat

## une question planétaire mais aussi locale

### Le changement climatique est avéré

Oui, les scientifiques sont formels, un changement climatique est en cours. Le 4<sup>ème</sup> rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) mentionne en synthèse : **“Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer”**.

#### EN SAVOIR +

Une conférence de Marie-Antoinette MELIERES sur le site du PNR du Pilat (42)  
[www.parc-naturel-pilat.fr/fr/le-parc-un-projet-partage/a-la-une/409-le-climat-change-et-nous-dans-le-pilat-.html](http://www.parc-naturel-pilat.fr/fr/le-parc-un-projet-partage/a-la-une/409-le-climat-change-et-nous-dans-le-pilat-.html)

Le site du CNRS  
[www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/)

Le Site de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC)  
[www.onerc.org](http://www.onerc.org)



**0,8 ± 0,2 °C**

C'est l'augmentation de la température de surface sur la Terre depuis 1870<sup>2</sup> affichée dans le rapport d'octobre 2010 de l'Académie des Sciences. La température moyenne de surface de l'océan a augmenté de 0.5°C depuis 1970. Le niveau moyen mondial des océans a augmenté de 1.0 à 2.0 mm par an durant le XX<sup>ème</sup> siècle.

La priorité est donc à la lutte contre les émissions de GES, mais le changement climatique est en marche et ne peut s'annuler immédiatement. Même dans une situation optimale de réduction de ces émissions, l'inertie de la “machine” climatique planétaire empêche d'espérer une stabilisation du phénomène de réchauffement planétaire. Même si les modélisations actuelles de l'atmosphère ne permettent pas de reproduire les conditions réelles, elles montrent toutes que des changements vont s'opérer et que les évolutions sociétales vont déterminer l'ampleur du changement climatique futur.



**Facteur 4**

La France s'est engagée en 2003, à diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 par rapport au niveau de 1990 ; objectif réaffirmé en 2007 dans la loi Grenelle 1. Ceci correspond à sa contribution à l'effort mondial pour contenir le réchauffement global à 2°C.



COLLOQUE “CHANGEMENT CLIMATIQUE : IMPACTS ET ADAPTATION”  
DU 11 OCTOBRE 2011

**« On a des certitudes que le réchauffement est inéluctable et ces certitudes sont suffisantes pour l'action. » - Jean Jouzel, climatologue et président de la société météorologique de France lors du colloque “Changement climatique : Impacts et adaptation” du 11 octobre 2011<sup>3</sup>.**

Beaucoup de pays ont commencé à mettre en place des plans nationaux d'adaptation, seuls ou avec l'aide d'organisations internationales. La 8<sup>ème</sup> journée de la Société Météorologique de France a rassemblé, le 4 octobre 2011 à Paris, une centaine d'experts et d'opérationnels afin d'échanger sur les hypothèses retenues et les méthodes employées, leur validité et leur dissémination.



<sup>2</sup> Augmentation, lissée dans le temps, de la température moyenne sur la surface de la Terre.

<sup>3</sup> 2011 - AFP

## • L'heure est à l'action

- Oui, face au changement climatique, il faut identifier les mesures à prendre
- localement dès maintenant, tant pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre que pour s'adapter à ses effets.

S'il convient de réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'intérêt de toute l'humanité, c'est à chaque territoire de prendre les mesures pertinentes et nécessaires pour améliorer ses propres capacités d'adaptation aux effets du changement climatique. Réduire ses émissions est une responsabilité de tous pour tous. **S'adapter est d'abord une responsabilité d'élu local.** Responsable en particulier de l'aménagement, de la sécurité et de la salubrité publique sur son territoire, il se doit de préparer ses administrés et la collectivité aux effets du changement climatique qui s'opère.

### Améliorer ses capacités d'adaptation passe par :

- la prise de conscience des vulnérabilités du territoire face aux effets du changement climatique,
- des mesures d'accompagnement des changements dans les plans d'actions en cours,
- une prise en compte renforcée des enjeux écologiques et la résolution de conflits d'usage des ressources,
- des actions d'organisation de solidarités et de gestion de crises plus efficaces passant par une culture de la gestion des risques mieux partagée.

Si l'échéance du changement climatique n'est évidemment pas celle du mandat électoral, toute politique engagée sera un atout pour le territoire. Certaines actions conduites au titre de l'adaptation sont à gains multiples. Le respect des écosystèmes, les économies d'énergie, le confort, le renforcement des liens sociaux doivent être réfléchis pour prendre en compte l'adaptation mais également pour améliorer le fonctionnement du territoire face à des enjeux existants.

Dans cette logique, il faudra prendre en priorité des mesures qui se justifient à la fois économiquement et écologiquement, quelle que soit l'ampleur effective de la modification du climat, et qui sont à engager dès maintenant. Il peut s'agir de mesures visant les populations vulnérables (ex. : aider à l'amélioration des logements défectueux dont les locataires souffriront plus du phénomène d'îlot de chaleur urbain par exemple), d'éviter des activités de "mal-adaptation" (ex. : canons à neige en station de moyenne montagne), etc.

L'adaptation doit donc se faire consciemment, **de façon proactive**, grâce à une démarche prospective qui permet de se préparer aux futures conditions climatiques. La mise en oeuvre des actions, s'appuyant sur l'initiative et l'implication des acteurs, demandera du temps. Par exemple, l'urbanisme de 2050 se construit dès aujourd'hui. Il est donc urgent d'agir.

## ☰ VULNÉRABILITÉ

Condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux, qui prédispose les éléments, exposés à la manifestation d'un aléa, à subir des préjudices ou des dommages. On parlera ci-après dans cet ouvrage de vulnérabilité climatique.



### EXEMPLE DE MESURE LOURDE ET URGENTE

#### La vidange d'une cavité sous-glaciaire de Tête Rousse (territoire communal de Saint-Gervais, 74).

En août 2010 des travaux de vidange d'une poche d'eau accumulée sous le glacier ont été engagés. Le risque d'inondation devenant réel si elle venait à céder, des travaux d'urgence ont été lancés, ainsi qu'une procédure de sauvegarde.

« Les poches d'eau situées à l'intérieur d'un glacier sont assez rares, et l'origine [de la poche du glacier du Mont-Blanc] reste encore inexpliquée », d'après Christian Vincent, chercheur au CNRS. « Le réchauffement climatique qui a diminué l'épaisseur du manteau neigeux situé sur le glacier » pourrait expliquer le phénomène. « Moins protégé du froid l'hiver, le fond de la cavité se refroidit et ne permet pas à l'eau accumulée de s'évacuer naturellement ».<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Extrait du site [www.glaciers-climat.fr](http://www.glaciers-climat.fr)



## Contexte historique de l'adaptation aux effets du changement climatique

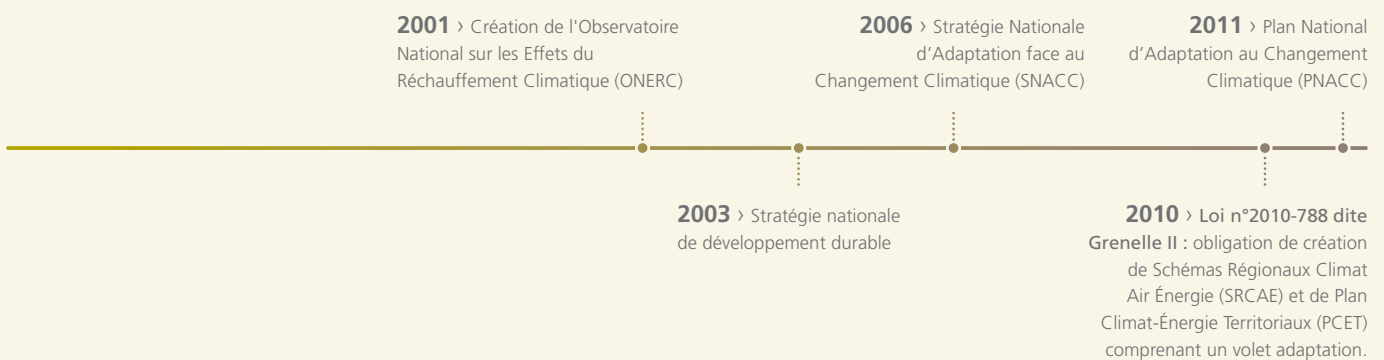
### AU NIVEAU INTERNATIONAL



### AU NIVEAU EUROPÉEN



### AU NIVEAU FRANÇAIS



### EN SAVOIR

Climat, tout savoir sur la politique de la France  
[www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Climat\\_.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Climat_.pdf)



- **Une obligation légale pour les collectivités locales**
- **Oui, l'adaptation au changement climatique est de la responsabilité des collectivités territoriales comme le stipule l'article L110, du Code de l'Urbanisme (consolidé le 30 mai 2010) : « leur action en matière d'urbanisme contribue à la lutte contre le changement climatique et à l'adaptation à ce changement ».**

Il est du devoir des collectivités d'agir aujourd'hui pour éviter des mesures drastiques plus tard. La responsabilité des collectivités d'assurer le bien-être de la population locale ainsi que de veiller au bon fonctionnement du territoire est engagée.

Dans le cadre de la loi Grenelle II<sup>5</sup>, la France a instauré deux outils majeurs : **le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) et le Plan Climat-Énergie Territorial (PCET)** qui s'articulent avec les autres outils de planification. Les Plans de Déplacement Urbains (PDU) devront être compatibles avec le schéma régional. En outre, les PCET, compatibles avec le SRCAE, doivent être pris en compte par les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) et les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU).

Ainsi, la loi Grenelle II et ses décrets d'application engagent la responsabilité des collectivités de plus de 50 000 habitants et leur imposent l'échéance de la mise en place d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre et d'un PCET au 31 décembre 2012. Le PCET comporte un volet atténuation, mais aussi un volet adaptation.

## ••• **Des outils essentiels en Rhône-Alpes**

**Le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE)**, cadre stratégique pour l'action des collectivités, s'imposant aux Plans Climat-Énergie Territoriaux, est co-piloté par l'État et la Région Rhône-Alpes. Il est co-construit via des ateliers, un comité technique et des temps de concertation régionaux et départementaux, selon 3 grandes phases :

- **élaboration** avec la mise en place de groupes de travail spécifiques,
- **concertation territoriale** pour s'assurer de l'appropriation du schéma localement,
- **consultation publique** afin de recueillir l'avis du plus grand nombre.

Les premiers travaux ont permis d'apporter une information nouvelle et précieuse pour les collectivités de Rhône-Alpes (état de la connaissance sur le changement climatique en Rhône-Alpes, études du climat actuel et scénarii prospectifs...), accessible sur Internet.

In fine, le volet adaptation du SRCAE devrait contenir deux types d'orientations transversales et sectorielles. Il s'agirait en effet d'attirer la vigilance des collectivités sur :

- l'intégration de "l'adaptation dans les politiques territoriales",
- la gestion de la ressource en eau,
- l'amélioration et la diffusion de la connaissance des effets du changement climatique pour notre région.

Enfin, de manière sectorielle, il s'agirait de prendre en compte les enjeux de l'adaptation en matière d'agriculture, de sylviculture, de tourisme, d'urbanisme et de bâtiment.

Ce document de stratégie régionale orientera et incitera à la réalisation de plans d'actions d'adaptation cohérents dans les PCET.



**Au vu de l'ampleur du problème qui nous sera posé dans les décennies à venir, il faut intensifier les efforts d'explication et de**

**sensibilisation de l'ensemble de la population, des citoyens aux décideurs, afin que tous participent à la construction d'un monde adapté à la nouvelle donne climatique. »**

**Michel GALLIOT, ONERC.**

### **EN SAVOIR +**

**Plate-forme du SRCAE :** <http://srcae.rhonealpes.fr>

<sup>5</sup>Loi n°2010-780 du 12 juillet 2010 portant sur l'engagement national pour l'environnement dite Grenelle II ou ENE.

## Des outils essentiels en Rhône-Alpes

### Un observatoire régional du changement climatique et de ses effets en projet

Les travaux de concertation territoriale pour le volet "adaptation" du SRCAE ont mis en évidence la nécessité de la création rapide d'un observatoire régional. À l'étude, cette instance pourrait rendre accessible aux territoires l'information et les données nécessaires à l'élaboration de stratégies et de programmes d'action, et favoriser la mutualisation entre territoires et partenaires détenteurs de la connaissance – données, études, acteurs, pratiques,...

### 38 Plans Climat-Énergie Territoriaux (PCET) en Rhône-Alpes

ont été rendus obligatoires par le décret n°2011-829 du 11 juillet 2011 d'ici fin 2012 sur les territoires de plus de 50 000 habitants. Plus d'une trentaine de territoires volontaires rejoignent déjà ces obligés, 50 à 70 autres ont choisi de programmer des actions pour le climat dans un volet spécifique de leur Agenda 21 local. Les autres territoires sont incités à travers les autres politiques de développement et d'aménagement durable du territoire (contrat avec la Région (CDDRA), le Département...) à agir pour le climat.



ET ALORS - Yannick Gourvil et Cécile Leroux



### RHÔNE-ALPES, LA RÉGION MOBILISE LES CITOYENS ET LES COLLECTIVITÉS

**Dans le cadre de sa co-élaboration du SRCAE avec l'Etat, et de l'élaboration de son Plan Climat, la Région a organisé un atelier citoyen, outil de démocratie participative, en 2011.**

L'objectif était d'associer le citoyen dans la démarche d'élaboration de ces outils. 35 citoyens ont donc été tirés au sort (en respectant une certaine diversité en matière de sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle, origine géographique) et se sont rassemblés lors de 3 week-ends pour réfléchir sur la thématique du climat, du changement de comportement et des leviers à mettre en place par les pouvoirs publics pour réduire les émissions de GES. Cet avis citoyen a contribué à alimenter les réflexions relatives au SRCAE et au Plan Climat de la Région.

Par ailleurs, dans le cadre de sa politique en faveur de l'éco-responsabilité, la Région a lancé la quatrième édition de l'**appel à projets "Rhônalpins écocitoyens"** début 2012. Un de ses volets est consacré à l'anticipation et à l'adaptation aux effets du changement climatique.

Il s'agit d'encourager les acteurs intercommunaux à conduire des réflexions sur la prise en compte des impacts du changement climatique sur leur territoire. Plusieurs collectivités de Rhône-Alpes ont déjà bénéficié de cet appel à projet pour conduire leur action, par exemple : Saint-Étienne Métropole, le CDDRA Valdac...

### EN SAVOIR +

Règlement détaillé de l'appel à projets "Rhônalpins écocitoyens" et formulaire de candidature à télécharger sur : [www.rhonealpes.fr/TPL\\_CODE/TPL\\_AIDE/PAR\\_TPL\\_IDENTIFIANT/301/PAG\\_TITLE/Appel+a+projets+Rhonealpins+ecocitoyens+2012/ID\\_AIDESDOMAINEMDL/ID\\_AIDESPROFILMDL/RETURN/1/18-les-aides-de-la-region-rhone-alpes.htm](http://www.rhonealpes.fr/TPL_CODE/TPL_AIDE/PAR_TPL_IDENTIFIANT/301/PAG_TITLE/Appel+a+projets+Rhonealpins+ecocitoyens+2012/ID_AIDESDOMAINEMDL/ID_AIDESPROFILMDL/RETURN/1/18-les-aides-de-la-region-rhone-alpes.htm)

**Alain Chabrolle, Vice-président de la Région Rhône-alpes, en charge de l'Environnement et de la Santé**

La Région soutient depuis plusieurs années les travaux du GRAACC. Elle lance chaque année l'appel à projets "Rhônalpins écoci-toyens". Elle finance aussi des projets de recherche sur les impacts du changement climatique (Climfourrel, climchalp...).

### **Pensez-vous qu'elle puisse aller plus loin sur le sujet ?**

L'adaptation est un sujet relativement récent par rapport à l'atténuation, déjà bien admise par l'ensemble des acteurs du territoire. En matière d'adaptation, la Région a donc un véritable rôle à jouer auprès des acteurs du territoire afin de les inciter à se saisir du sujet.

C'est dans cette perspective que la Région soutient la mise en place d'un observatoire régional des effets du changement climatique.

Enfin, au titre de son propre plan climat régional, l'adaptation est une thématique qui sera traitée en tant que telle, en particulier au regard de ses impacts principaux sur la biodiversité, la santé, l'agriculture, etc.

### **Quel doit être selon vous l'objet du travail d'un observatoire régional des effets du changement climatique ?**

L'observatoire régional des effets du changement climatique doit, en premier lieu, rendre les données facilement accessibles aux territoires. Au-delà, cet observatoire

devrait permettre la mise en place de véritables stratégies d'adaptation sur les territoires en capitalisant les expériences déjà menées et en accompagnant les acteurs locaux.

### **Comment les collectivités pourront-elles interpeller la Région dans l'élaboration de leur stratégie ?**

Le principal apport de la Région en matière d'adaptation sera de permettre, via l'outil observatoire, la mise à disposition de données pertinentes et facilement accessibles. Le partage d'expériences continuera aussi d'être encouragé. Enfin, la Région s'efforcera également d'intégrer les enjeux de l'adaptation dans ses propres politiques, lorsque cela est le plus justifié.

### **D'après vous les stratégies des collectivités devront elles faire l'objet de plans d'actions spécifiques ?**

La mise en place de stratégies d'adaptation passe nécessairement par une approche transversale, intégrant en particulier le long terme. C'est aujourd'hui que nous dessinons les territoires de demain, et les changements climatiques attendus doivent être intégrés dès maintenant dans les projets s'inscrivant dans le long terme. C'est notamment le cas des actions relatives à l'aménagement du territoire, à l'urbanisme, à la construction d'infrastructures, etc.

Au-delà, des actions concrètes peuvent et doivent être développées, pour répondre à des situations plus particulières et ponctuelles.



## ● Les indices du changement climatique

- D'ici 2100, le monde aura connu des changements qu'il est difficile d'imaginer, aussi difficile qu'il était d'imaginer à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle les changements
- survenus dans les 100 années qui nous en séparent. Le changement climatique se traduit par des effets directs et indirects déjà perceptibles.



**+5°C à la surface du globe**

C'est ce qu'il a fallu pour passer du dernier maximum glaciaire à la période actuelle en environ 20 000 ans.

Si rien n'est fait, c'est le réchauffement supplémentaire que subira la planète en moins de 100 ans, selon les scénarios pessimistes du GIEC. On passerait alors d'une période chaude interglaciaire à encore plus chaude et nous connaîtrions des températures que la planète n'a pas connues depuis des millions d'années.

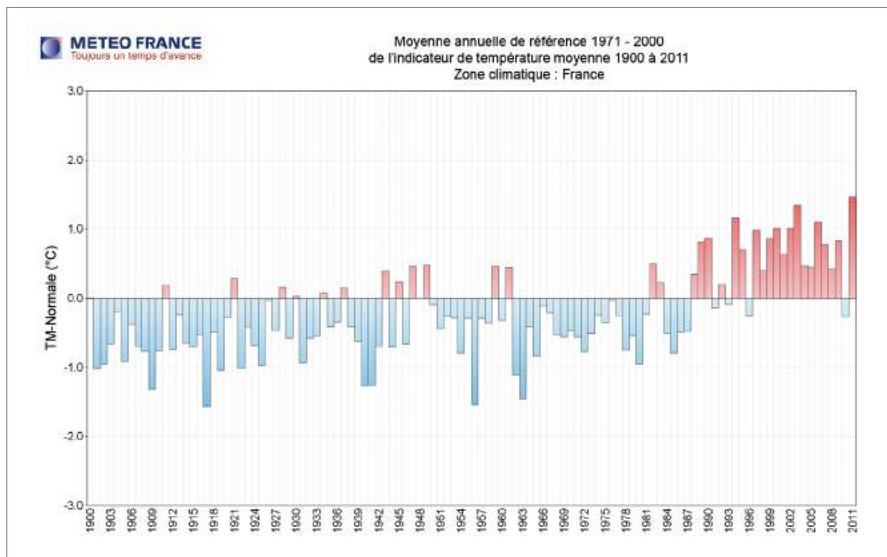


**+2°C à la surface du globe**

Est "considéré comme une limite supérieure au-delà de laquelle on s'attend à ce que les risques de dommages aux écosystèmes et les réponses non linéaires augmentent rapidement"<sup>6</sup>.

### C'est...

- l'estimation minimale la plus probable du réchauffement global qui nous est annoncé quelque soit le scénario d'émissions du GIEC,
- une augmentation encore plus marquée en Rhône-Alpes, car le réchauffement sera plus fort sur les continents et à nos latitudes,
- des conditions de confort qui changent en particulier en ville, des possibilités de vendanger plus précocement, certaines activités de loisirs et de tourisme sur une période plus longue...



### INFOS ↗

Les variations annuelles météorologiques ne doivent pas être interprétées hâtivement. C'est l'observation de longues séries de données homogénéisées qui permet de dégager la tendance. Ainsi, alors que la tendance est au réchauffement, l'année 2010 a été particulièrement fraîche en France métropolitaine (la plus froide de ces deux dernières décennies à égalité avec 1996) et l'année 2011 se révèle être l'année la plus chaude que l'Hexagone ait connue depuis 1900.

<sup>6</sup> Rapport de 1990 de l'Advisory Group on Greenhouse Gases.

## :: Les effets directs

Réchauffement des températures, modification des régimes de précipitations... et autres modifications des paramètres climatiques ou physico-chimiques des milieux.

### INFOS

Changements climatiques modélisés en Rhône-Alpes au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle d'après l'étude Météo France de 2010 - Synthèse de la régionalisation des résultats du modèle climatique Arpège-climat sur les 3 scénarios d'émission de gaz à effet de serre proposés par le GIEC (A1B, A2 et B1).

## :: Les évolutions climatiques en Rhône-Alpes

Dans le cadre de la préparation du SRCAE, 2 études sur le climat de la région ont été confiées à Météo-France Centre-Est (division Développement-Études-Climatologie). La première étude était basée sur l'observation de séries homogénéisées de données climatiques et d'éléments de bibliographie (2010). La seconde (2011) a permis d'exploiter des simulations climatiques aux horizons 2030, 2050 et 2080 pour 3 scénarios du GIEC et certains indicateurs climatiques. Elle a mis en avant un certain nombre de conclusions retranscrites de façon plus précise dans le second volume de ce guide. Le schéma suivant permet de donner les grandes tendances régionales, sachant que les données modélisées sont datées et sou-

mises aux incertitudes inhérentes aux différents outils de la chaîne de production des simulations climatiques :

**Une augmentation très forte des températures moyennes annuelles** de 1°C à 2°C d'ici 2030, 1,5°C à 2,5°C d'ici 2050, 2°C à 5°C d'ici 2080 selon les scénarios.

**Des situations caniculaires persistantes** et en augmentation dans les secteurs Nord et Sud de la Région (vallée du Rhône, plaine de l'Ain).

**Tendance à la baisse du cumul annuel de précipitations** qui cache néanmoins des disparités saisonnières.

**Diminution de la couverture neigeuse** en durée (de l'ordre de plusieurs semaines pour des altitudes proches de 1500 m), en extension spatiale et en épaisseur.

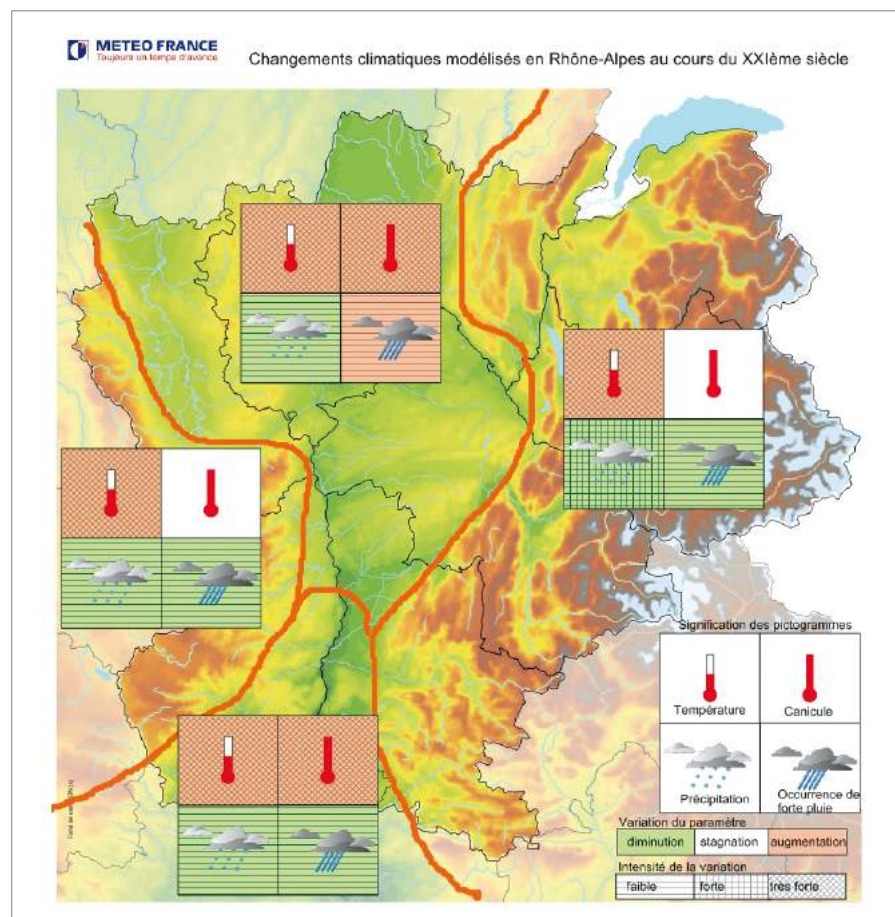
**La plupart des glaciers seraient très fortement réduits**, pour des réchauffements de l'ordre de +3°C au milieu du siècle à venir. Il ne resterait alors qu'une seule zone de glaciers significatifs dans le massif du Mont-Blanc.

**Une occurrence des fortes pluies en augmentation** dans le quart Nord de la région. D'autre part, si, en moyenne sur l'automne, les précipitations du Sud-Est de la France diminuent, l'augmentation de la variabilité du climat méditerranéen conduit à une augmentation des cumuls maximaux, ce qui pourrait se traduire par des crues-éclair plus fortes qu'aujourd'hui.

**Risques d'incendie globalement doublés à l'horizon 2090.**

**Une diminution de la rigueur hivernale.**

**Pas de changement côté vent.**







« **Malgré la complexité des impacts sur un territoire,** il s'avère que l'adaptation de tous les secteurs sera grande-

ment facilitée si l'on s'attaque de suite aux problèmes de la ressource en eau : promouvoir la connaissance et le suivi, faciliter les économies et le partage par une gestion concertée. »

**Christophe CHAIX,**  
Mission Développement Prospective 73

## EN SAVOIR +

Voir le second volume de ce guide.

Site de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée  
Corse : [www.eaurmc.fr](http://www.eaurmc.fr)

## EN SAVOIR +

Voir le second volume de ce guide.

Les îlots de chaleur urbains - L'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines, IAU île-de-France, 2010 : [www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude\\_761/les\\_ilots\\_de\\_chaleur\\_urbains\\_Adaptation\\_de\\_la\\_ville\\_aux\\_chaleurs\\_urbaines.pdf](http://www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude_761/les_ilots_de_chaleur_urbains_Adaptation_de_la_ville_aux_chaleurs_urbaines.pdf)

.....  
<sup>7</sup> En France, les services météorologiques préviennent qu'il existe un risque de canicule lorsque pendant au moins trois jours, les températures minimales, en particulier la nuit, sont au-dessus de 20°C et les températures maximales sont supérieures à 33°C.

## :: Les effets indirects

**Ou impacts résultant de la réaction des écosystèmes et des sociétés à ces modifications environnementales de premier ordre (hausse de la productivité végétale, compétition sur la ressource en eau, perte d'habitats et d'espèces, ...)**

### Question à l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse

#### Quels impacts sur la ressource en eau en Rhône-Alpes ?

Le changement climatique va modifier le cycle hydrologique : la fonte progressive des glaciers, des précipitations plus irrégulières, des surfaces enneigées à la baisse, des sécheresses estivales, en sont autant de manifestations.

Par ailleurs, l'augmentation de la température de l'eau dans les rivières aura des effets sur la vie piscicole et créera un déséquilibre des milieux aquatiques et des écosystèmes. L'augmentation de la température de l'air et donc son assèchement va aussi accroître les besoins en eau des plantes. Tout cela nécessitera une adaptation de l'ensemble des usages de l'eau (eau potable, irrigation, tourisme, prélèvements industriels).

La ressource en eau devient de plus en plus précieuse, et son utilisation doit être adaptée. L'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse élabore un plan d'adaptation du bassin au changement climatique pour fin 2012, qui servira de base aux acteurs locaux pour la définition d'actions prospectives. Il sera question d'économiser 20 % de la ressource, comme demandé dans le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC), en mettant en place toutes les économies d'eau et les rationalisations possibles (modernisation des périmètres agricoles, amélioration des rendements des réseaux de distribution de l'eau potable, réduction des consommations d'eaux de loisirs), de rechercher des ressources de substitution (création de retenue d'eau, réutilisation des eaux de pluie ou des rejets d'eaux usées...), et d'en tirer des enseignements au niveau de l'aménagement du territoire (expansion de l'urbanisation notamment) lorsque la disponibilité de la ressource sera insuffisante pour satisfaire les usages essentiels.

L'Agence de l'eau RM&C a prévu d'établir une synthèse des connaissances scientifiques sur les incidences du changement climatique pour l'été 2012, et d'élaborer par la suite des cartes de vulnérabilité des territoires.

### Question à l'Agence d'urbanisme de la région grenobloise

#### Quels impacts sur le confort en ville ?

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) ne tire pas sa source dans les canicules, qui correspondent à des épisodes de vagues de chaleur importantes. Par contre ce phénomène d'ICU amplifie les difficultés liées aux canicules<sup>7</sup>. L'ICU se caractérise par l'observation de fortes différences entre les températures mesurées en site urbain et les températures des campagnes environnantes, par une baisse de l'amplitude thermique entre le jour et la nuit et par une chute plus lente des températures le soir. Les modélisations climatiques réalisées par Météo France sur les impacts des changements climatiques annoncent que, d'ici 2050 en France, les épisodes de canicules interviendront en moyenne une année sur deux, rendant les politiques de lutte contre les phénomènes d'ICU d'autant plus primordiales.

## Comment aborder l'aménagement urbain dans ce contexte de changement climatique ?

L'aménagement du territoire est un levier prépondérant de l'adaptation de nos sociétés aux évolutions climatiques à venir, au même titre que l'organisation de nos sociétés ou les évolutions technologiques. Les réflexions du CERTU sur l'aménagement des territoires urbains abordent les enjeux majeurs de l'adaptation des villes au changement climatique. Notamment, le centre contribue activement aux évolutions des politiques nationales pour **la prise en compte des risques naturels**. À ce titre, les évolutions climatiques en cours font partie intégrante de sa réflexion pour la révision des guides de prévention des risques d'inondation.

Également, le CERTU participe aux réflexions du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC), notamment sur **les champs des infrastructures de transport et de la mobilité**. Il contribue à l'évolution des réglementations techniques concernant les infrastructures de transport.

Enfin, la participation du CERTU aux réflexions du "Plan nature en ville" rejoint la volonté d'adapter la ville pour atténuer **les effets d'îlots de chaleur urbains**. La réflexion en cours sur la conception et la promotion des "jardins de pluie", la proposition d'une stratégie et d'éléments de méthode pour intégrer le végétal dans l'ensemble des projets urbains sont autant de travaux en cours au service des collectivités locales et des professionnels de l'aménagement qui permettent d'agir concrètement dans une logique d'adaptation.



### Quelques indicateurs d'effets indirects sur

- **La santé et la sécurité publique** : nombre de coups de chaleur ou hyperthermies et déshydratations, nombre de décès par des maladies cardiovasculaires et maladies de l'appareil respiratoire liés aux niveaux d'ozone troposphérique, nombre d'interventions "incendies" et "inondations", de jours d'alerte canicule, de jours de pollution à l'ozone...
- **L'environnement bâti** : écarts de températures entre le jour et la nuit, nombre d'interventions sur les infrastructures routières, quantité d'eau utilisée pour l'arrosage de la végétation en ville, taux d'équipement et/ou ventes de climatiseurs et brasseurs d'air.
- **Les écosystèmes** : indice de productivité forestières, nombre d'arbres attaqués par des insectes (puceron lanigère du peuplier, typographe, chenille processionnaire du pin...) sur un secteur, débit des cours d'eau et des sources, présence de nouvelles espèces végétales en altitude ou en latitude
- **Le développement économique** : nombre de jours de restriction d'arrosage, couverture neigeuse en station, date des vendanges, de la floraison des fruitiers, de fructification,... date et nombre de fauches dans l'année...

### EN SAVOIR +

**Aménager avec le végétal, CERTU, 2011** : [www.certu-catalogue.fr/amenager-avec-le-vegetal.html](http://www.certu-catalogue.fr/amenager-avec-le-vegetal.html)

**Composer avec la nature en ville CERTU, 2009** : [www.certu-catalogue.fr/composer-avec-la-nature-en-ville.html](http://www.certu-catalogue.fr/composer-avec-la-nature-en-ville.html)

**Décryptage Grenelle - Taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines CERTU, 2010** : [www.certu-catalogue.fr/decryptage-grenelle-biodiversite.html](http://www.certu-catalogue.fr/decryptage-grenelle-biodiversite.html)

### EN SAVOIR +

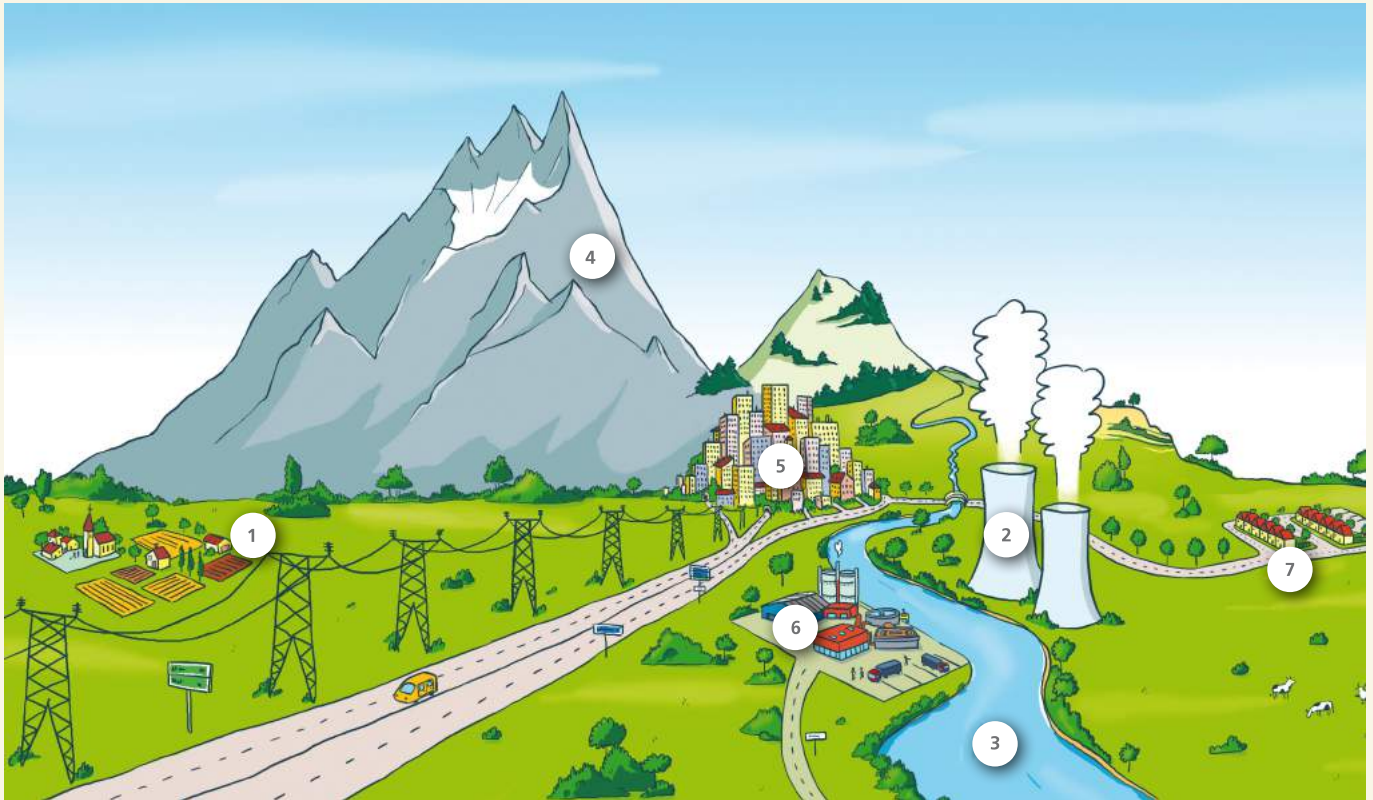
**La stratégie nationale d'adaptation au changement climatique, ONERC, 2007** : [www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ecologie/pdf/Strategie\\_Nationale\\_2.17\\_Mo-2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ecologie/pdf/Strategie_Nationale_2.17_Mo-2.pdf)





## Les enjeux de l'adaptation aux effets du changement climatique en Rhône-Alpes

Les travaux préparatoires du SRCAE, ont fait ressortir des sensibilités différentes des territoires de Rhône-Alpes en fonction de leurs caractéristiques géographiques et socio-économiques.



### ❶ La gouvernance des territoires :

**Les territoires offrent des capacités de réaction différente** au regard : des modes d'occupation du territoire et des activités présentes, des dispositifs d'accompagnement économique et social, des capacités de suivi des évolutions et de mise à disposition de ressources en vue d'une aide à la décision, des stratégies locales (PCET et démarches de développement durable). L'intégration en amont de cette question est à privilégier.

### ❷ La production et le transport d'énergie :

Les unités de production hydroélectriques, thermiques et nucléaires et les réseaux sont sensibles à des étiages sévères et aux fortes variations de consommation. L'adaptation doit se faire autant sur les modes de production que sur les usages dans un objectif de convergence avec les stratégies d'atténuation.

### ❸ La ressource en eau :

Ses usages multiples l'expose à des tensions croissantes.

### ❹ Les espaces de montagne :

L'espace alpin est vulnérable pour sa biodiversité, ses forêts, son économie agricole et touristique. La moyenne montagne du Sud est particulièrement sensible pour sa ressource en eau, les feux de forêts... La gestion et la préservation de ces espaces devra s'accompagner d'une adaptation de l'économie locale.

### ❺ La qualité de vie dans les grandes agglomérations, le tissu urbain, et l'entretien des grandes infrastructures :

Les milieux urbanisés exacerbent les fortes chaleurs qui ont un impact sur le niveau de confort et la santé des habitants : qualité de l'air, événements extrêmes tels que les canicules, les îlots de chaleur urbain, qualité de l'eau et approvisionnement en eau potable, vecteurs de mala-

dies... Les infrastructures de transport, de bureau, de logement... inadaptées augmenteront les risques de pollution et les risques technologiques.

### ❻ La pérennité des activités économiques (industrie, agriculture, tourisme... ) :

De nombreuses productions agricoles sont fortement sensibles aux périodes de sécheresses, aux épisodes de gel précoces et plus généralement à la plus forte variabilité du climat. Les industries et le tourisme pourront être touchés par la rareté de la ressource en eau et l'évolution des risques naturels.

### ❼ Des populations inégalement exposées :

Les populations fragilisées par leur état de santé et/ou leurs conditions économiques et sociales seront les plus exposées. Le changement climatique renforcera les inégalités.

## • Les répercussions économiques

- Il est difficile et délicat de parler de coûts, lorsqu'il s'agit de la valeur intrinsèque des milieux naturels ou de la satisfaction des besoins essentiels de l'être humain.

Les services rendus par la biodiversité ou une vie humaine n'ont pas de prix, même si certains leur indexent un montant financier pour assurer la réparation de préjudices par exemple. Pourtant, c'est bien sur l'activité et la santé humaine et des milieux que les effets du changement climatique global se feront sentir. Il s'agit donc d'imaginer le rapport coûts/bénéfices pour le territoire et d'accompagner les acteurs dans le nécessaire changement d'économie et de mode de vie. Par exemple, pour évaluer la perte financière pour une mauvaise récolte, on peut multiplier les prix du marché par le volume perdu.

La non anticipation de la diminution de la réserve en eau pourra provoquer un phénomène de crise en cas de grande sécheresse.

La plupart des études menées sur les coûts de l'adaptation (Agence Européenne de l'Environnement, Rapport Stern, publications de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique... ) montrent que les impacts financiers supposés du changement climatique seront plus importants en l'absence de mesure d'adaptation.

La mise en place de réseaux de solidarité entre voisins facilite la surveillance des personnes fragiles en période de canicule.

**Il existe de nombreuses actions peu coûteuses. Les stratégies, dites "sans regret" auront des effets bénéfiques non seulement dans le contexte du climat futur, mais aussi dès à présent dans le contexte du climat actuel.**

**Les coûts estimés de réponse à des situations de crise** doivent prendre en compte le coût des conséquences du changement climatique en elles-mêmes et les coûts de traitement de ces impacts. De même, **en cas d'adoption de mesures inadéquates**, la collectivité aura à supporter un double investissement, le premier lors de la mise en place des mesures, le second lors de leur correction.



ET ALORS - Yannick Gourvil et Cécile Leroux

## EN SAVOIR +

Évaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France – Résumé pour décideurs – ONERC – 2009 : [www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Resume\\_pour\\_decideurs.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Resume_pour_decideurs.pdf)



### LES POLITIQUES ET MESURES PRISES PAR LE PASSÉ ONT ÉTÉ UTILES EN LEUR TEMPS

Adopter des mesures d'adaptation aux effets du changement climatique peut amener à repenser des aménagements réalisés antérieurement. Cela ne remet pas en cause la bonne foi des initiateurs de ces aménagements.

Ces actions et ces investissements passés ont été réfléchis et adoptés dans un contexte différent, avec la connaissance et la conscience de l'époque. Ils peuvent parfois même constituer une opportunité positive pour l'adaptation au changement climatique.

## 🔗 Prévention ou précaution

Les pouvoirs publics ont cette mission difficile de devoir prendre des décisions en situation souvent nouvelle, quand la connaissance pour trancher n'est pas encore assez fine, quand le calendrier des décisions à prendre ne peut respecter le calendrier de l'expertise scientifique, quand la responsabilité d'élus, garants de la santé et de la sécurité publique à l'échelle du territoire est engagée.

C'est bien dans cette situation d'incertitude que le changement climatique en cours nous plonge. Le réchauffement futur global est une certitude mais l'ampleur du changement n'est pas connue précisément et les connaissances disponibles ne permettent pas toujours de caractériser les impacts, en particulier au niveau local.

Le journal officiel de la République française n°0087 du 12 avril 2009 définit les principes de prévention et de précaution.

Il distingue le principe de précaution de celui de prévention qui s'applique exclusivement aux risques avérés.

Dans le cas du changement climatique en cours, le lien est donc ténu entre les régimes de prévention et de précaution. Toutefois la loi dite Barnier de 1995<sup>8</sup> en instituant le principe de précaution, rappelle que **l'incertitude ne constitue pas une raison valable de remettre à plus tard l'adoption de décisions de nature à éviter un éventuel dommage.**

Dans l'esprit de ces deux principes, les pouvoirs publics doivent :

- **mobiliser rapidement les savoirs et les informations** pour établir aussi clairement que possible les limites des connaissances existantes, afin d'en faire le meilleur usage ;
- **désigner un pilote qui organisera le processus d'élaboration de la décision.**

### EN SAVOIR +

La décision publique face à l'incertitude, clarifier les règles, améliorer les outils, Comité de la prévention et de la précaution (MEEDDM), mars 2010 : [www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis-CPP\\_Decision\\_et\\_incertitude.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis-CPP_Decision_et_incertitude.pdf)



**L'échelon territorial est particulièrement adéquat** pour la préparation à la survenue des changements climatiques car les impacts le concerne au premier chef (les phénomènes en cause relèvent souvent de spécificités territoriales, voire locales).

Il est le mieux à même d'évaluer sa vulnérabilité ainsi que les actions à entreprendre pour la réduire (mobilisation de l'outil PCET notamment). »

**Evelyne BERNARD**, Chef du pôle Grenelle, DREAL Rhône-Alpes/SDDGP

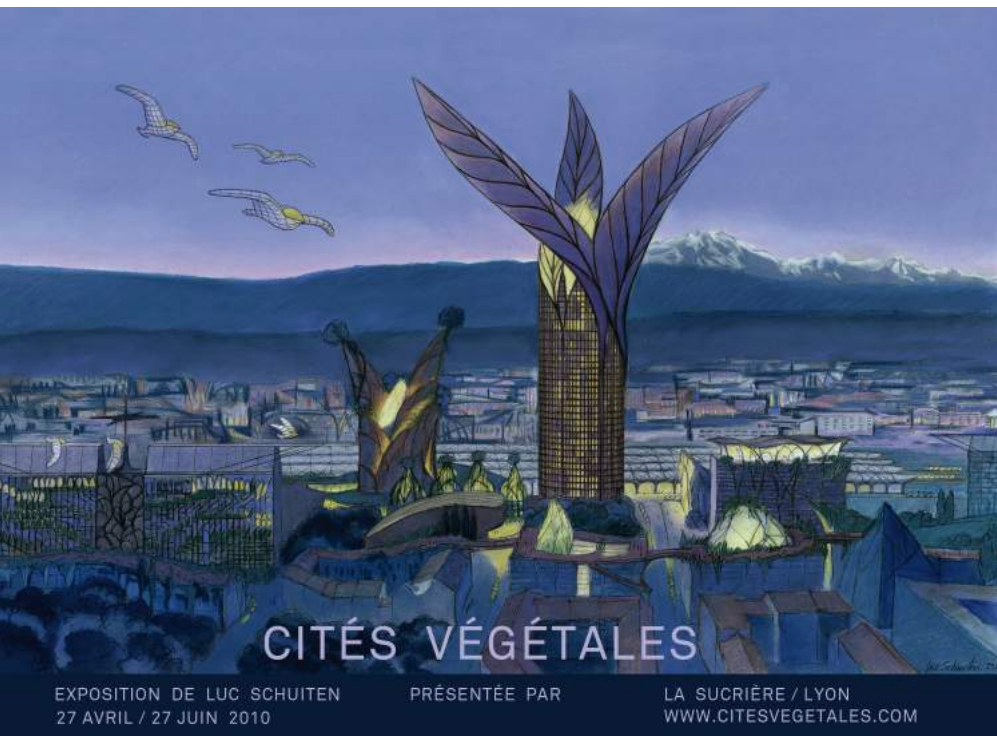
<sup>8</sup> Loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, Art. L110-1 du code de l'environnement - 1° Le principe de précaution, selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable.

# Adaptation

## agir concrètement sur mon territoire

### ● Comment définir une stratégie d'adaptation

- L'adaptation s'inscrit dans une démarche de développement durable.
- Elle concerne tous les niveaux décisionnels (individuel, local, régional, national, international) et exige une approche globale et intégrée car les enjeux touchent plusieurs secteurs et vont souvent au-delà des limites administratives.



L'adaptation répond, à de nombreux autres enjeux de développement durable auxquels les territoires doivent faire face :

- la préservation de la biodiversité, des milieux et des ressources,
- la cohésion sociale et la solidarité entre les territoires et les générations,
- l'épanouissement de tous les êtres humains,
- une dynamique de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.

Elle partage aussi les principes des stratégies de développement durable déjà engagées (participation des acteurs, pilotage, transversalité, évaluation partagée, amélioration continue).

**L'évolution climatique est une variable à intégrer aux analyses prospectives** au même titre que les évolutions

socio-économiques ou démographiques... Une "nouvelle lunette" avec laquelle on regardera le territoire pour anticiper et accompagner les évolutions sociétales.

**L'adaptation est une stratégie qui devrait s'intégrer dans les politiques sectorielles.** Le climat joue un rôle important sur les milieux et les modes de vie naturels et humains, ainsi que sur la viabilité des activités économiques, en particulier l'agriculture, le tourisme et l'exploitation forestière. Le climat influence aussi les façons de bâtir et d'aménager le territoire. Planifier en tenant compte des changements climatiques favorise l'ajustement progressif des modes de développement aux répercussions attendues tout en limitant les perturbations des milieux de vie et des activités socioéconomiques.

**Cependant pour assumer la mobilisation et la vigilance, on doit aussi rassembler dans un plan d'adaptation les principales mesures** pour anticiper et réduire la vulnérabilité du territoire.

### INFOS ↗

L'architecte Luc Schuiten imagine la ville de demain : ses projets montrent une ville où l'invention et la relation avec la nature occupent une place majeure. Son travail a été exposé sous le titre "cités végétales" à La Sucrière / Lyon, en 2010.



Ainsi, le gouvernement envisage d'intégrer davantage d'éléments relatifs au changement climatique dans le choix des financements publics. Il s'agirait, selon le rapport de la phase de concertation du Plan national d'adaptation, d'une forme d'éco-conditionnalité, notamment lors de la définition des obligations des délégataires de services publics et lors d'investissements publics conséquents. Cette voie peut également être envisagée par les collectivités dans leurs domaines de compétences.



1<sup>er</sup> Plan national d'adaptation au changement climatique - juillet 2011

+

## LE PLAN NATIONAL D'ADAPTATION DE LA FRANCE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (2011-2015)

**En juillet 2011, la France a présenté son 1<sup>er</sup> plan d'adaptation au changement climatique.**

Le plan français d'adaptation au changement climatique est le premier plan de cette ampleur dans l'Union européenne. Aux 171 millions d'euros directement dédiés aux nouvelles mesures s'ajoutent 391 M€ au titre des investissements d'avenir qui participeront de près ou de loin à l'adaptation, notamment dans les domaines de la biodiversité, de la santé, ou de l'agriculture. Par ailleurs, plusieurs mesures déjà financées dans le cadre du plan sécheresse et du plan submersion rapide (500 M€ sur 2011-2016) participent également de son financement.

**80 actions et 230 mesures sont programmées pour la période 2011-2015.**

La grande majorité des actions ont été engagées en 2011 ou le seront en 2012. Elles visent notamment à :

- › Économiser et optimiser l'utilisation de l'eau : programmes de détection et réduction des fuites dans les réseaux et d'aide à la récupération des eaux de pluie ou des eaux usées.
- › Développer les savoirs sur les maladies émergentes et renforcer les dispositifs de surveillance : des études seront lancées en 2011 pour renforcer la surveillance des pollens mais aussi des insectes vecteurs et des micro-organismes qui pourraient profiter du réchauffement climatique. Un groupe de veille santé-climat sera également créé au sein du Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP).
- › Adapter la politique d'aménagement du territoire : renforcer l'observation des côtes françaises, intégrer le risque de submersion dans les plans littoraux ou encore revoir les normes techniques pour la construction des routes.
- › Diversifier les espèces et prévenir les incendies de forêts : choix de nouvelles générations d'arbres à travers la diversification des ressources génétiques, identification des espèces résistantes et aide financière aux exploitants forestiers pour engager cette mutation.

Le plan fera l'objet d'un suivi annuel dans le cadre d'un Comité d'évaluation associant les 5 collèges du Grenelle de l'Environnement, d'une évaluation à mi-parcours fin 2013 et d'une évaluation finale fin 2015, afin de préparer la suite.

### EN SAVOIR +

**Plan national d'adaptation de la France aux effets du changement climatique :**

[www.developpement-durable.gouv.fr/Le-Plan-national-d-adaptation,22978.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-Plan-national-d-adaptation,22978.html)

## 🔗 **Stratégies et documents à revoir avec la “lunette Climat”**

Aujourd’hui, l’adaptation fait partie des obligations des Plans Climat-Énergie Territoriaux qui devront être prises en compte par les documents sectoriels, mais il y a aussi un volet Climat dans les Agendas 21 locaux.

Il est donc important de faciliter la prise en compte de cette variable dans tous les documents de planification et toutes les démarches prospectives :

- Documents d’urbanisme : SCoT, PLU, cartes communales et règlement national d’urbanisme
- Plans locaux de sauvegarde, plans de prévention des risques d’inondation...
- Schémas de gestion des eaux, contrats de rivières...

- Schémas de développement économique
- Schémas directeurs dans le domaine des transports : PDU (Plan de Déplacements Urbains), PDA (Plan de Déplacements des Administrations), PDES (Plan de Déplacements des Établissements Scolaires)...
- Normes environnementales (couplant atténuation/adaptation) pour le secteur du bâtiment...
- Plan départemental sanitaire et social

Aussi on préconisera d’insérer dans les études préalables à l’établissement de ces programmes, plans ou projets, **un Profil Énergie-Climat comprenant un analyse de la vulnérabilité du territoire.**

## 🔗 **Entretien avec Dominique CROZET,**

**Vice-président en charge du développement durable et des contrats de rivières de Saint-Etienne Métropole, maire de Doizieux, commune du Parc naturel régional du Pilat, dans la Loire.**

### **Comment envisagez-vous le rendu de ce travail sur le territoire ?**

Il n’est pas du tout évident “d’attraper” cette question, même si aujourd’hui les gens sont plus réceptifs. Si on est trop alarmiste, la démarche peut être rejetée. On doit faire de la vulgarisation sur des constats – sur les 20 dernières années les températures maximales augmentent - et chercher des solutions simples.

Sur l’habitat, nos partenaires tels les bailleurs sociaux, les urbanistes... sont déjà sensibilisés et travaillent déjà sur les questions d’économie d’énergie dans les bâtiments et de confort thermique. Il sera plus difficile d’intervenir sur le parc privé et dans d’autres secteurs, en particulier le tertiaire.

Dans les domaines agricole et forestier, c’est plus délicat. On travaille sur des temps longs, et il y a donc une prise de risque. D’autre part, les solutions d’adaptation imaginées ne sont peut-être pas celles qu’on attendrait. En prévision d’un manque d’eau, il est important de stocker

pour le maraichage, mais doit-on stocker pour faire du maïs ?

### **Quelle suite opérationnelle souhaitez-vous donner à cette étude ?**

Pour le moment les communes de Saint-Étienne Métropole s’emparent du PCET et signent des chartes visant l’objectif des 3 fois 20, sans parler beaucoup d’adaptation. Nous avons déjà des actions portées par Saint-Étienne Métropole, répondant à cet enjeu, mais elles ne sont pas valorisées à ce titre. Le travail sur les trames vertes et bleues et sur les rivières ... /... Nous avons monté un système d’alerte aux crues avec Météo France.

La question de l’adaptation doit interroger de manière transversale l’ensemble des politiques publiques, comme la voirie, l’urbanisme et l’aménagement du territoire...

→ **Testez l’avancement de votre propre réflexion et de votre niveau de sensibilisation à la question du changement climatique** avec “Changement climatique : êtes-vous prêt ?”, RAEE 2007. En téléchargement sur [www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)



Saint-Étienne Métropole en partenariat avec Météo France, l’Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, Epures,

et ALEC 42, a engagé en avril 2010 une première étude exploratoire sur la question du climat et de ses impacts à l’horizon 2050. Les champs d’études étaient ceux de l’adaptation de l’habitat et de la végétation.

Quel est l’impact du changement climatique sur le parc de logements ? Comment adapter les habitations à la chaleur ?

Quels seront les conséquences sur les écosystèmes et agro-systèmes ? Quelles préconisations pour l’adaptation du territoire à ces modifications ?

Une plaquette de synthèse et de vulgarisation des résultats a été éditée et doit être présentée aux élus et à la population de Saint-Étienne Métropole courant 2012. Elle est disponible auprès des services. »

## ☺☺ Mener l'analyse de la vulnérabilité climatique du territoire

*Qu'elle fasse l'objet d'une démarche spécifique ou qu'elle soit intégrée aux politiques publiques existantes, la question de l'adaptation aux effets du changement climatique demande d'enrichir l'état de la connaissance du territoire et en particulier de sa vulnérabilité.*

### → SITUER LE TERRITOIRE PAR RAPPORT AUX ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES

Par la consultation de certains indicateurs nationaux (cf. "en savoir plus") ou de certaines études régionales, en particulier du SRCAE, on peut présumer de l'appartenance ou non du territoire à un secteur géographique sensible ou non au changement climatique. Par exemple, un territoire où la ressource en eau est déjà une contrainte, devra se poser la question des tensions supplémentaires provoquées par le changement climatique. De même, des territoires de moyenne montagne dont la principale ressource économique est liée aux sports de neige et de glace ou des territoires urbains qui déjà ont expérimenté les effets de canicules auront intérêt à ne pas négliger cette question.

On cherchera à détecter les manifestations précoces des effets du changement climatique :

- **L'étude des indicateurs climatiques** apporte l'information de base.
- **L'observation d'autres phénomènes sous l'influence de ces facteurs** pourra rendre plus concrets les effets du changement et donner de l'importance à cette question. La date de démarrage des vendanges, le nombre de coups de chaleur ou encore l'apparition de nouvelles espèces végétales seront autant d'indicateurs qui pourraient témoigner des premiers effets induits du changement climatique.

### EN SAVOIR ☺

Liste d'indicateurs considérés à l'échelle nationale comme indices du changement climatique ou désignés comme faisant état de l'impact du changement climatique sur l'atmosphère, les océans, la biodiversité, les activités humaines... : <http://onerc.org>



PHENOCLIM , OBSERVATOIRE CITOYEN DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA VÉGÉTATION EN MONTAGNE



Centre de Recherches  
sur les Ecosystèmes d'Altitude

**Le programme Phénoclim a été lancé en 2004 par le CREA**, Centre de Recherche sur les Écosystèmes d'Altitude (association ayant pour vocation d'améliorer les connaissances sur les écosystèmes d'altitude et de diffuser largement ces savoirs au grand public).

[www.creamontblanc.org](http://www.creamontblanc.org)

Le programme a pour objectifs **d'identifier les impacts du changement climatique sur la phénologie alpine** (c'est-à-dire l'étude des variations, en fonction du climat, des phénomènes périodiques de la vie végétale). Les observations sont effectuées par des personnes volontaires spécialistes ou non (espaces protégés, associations, écoles, particuliers...) et transmises au CREA via Internet. Le participant choisit **trois espèces de plantes** parmi la liste des végétaux suivis par le CREA, puis trois individus de cette espèce. Il délimite sa zone d'étude en la décrivant (altitude, pente du terrain, exposition, type de milieu, environnement immédiat des plantes et circonférences des troncs pour les arbres...).

**Des observations phénologiques** sont effectuées à deux périodes de l'année (automne et printemps) :

- À l'automne, les participants prêtent attention au changement de couleur et à la chute des feuilles.
- En hiver, ils observent les paramètres climatiques : température et enneigement.
- Au printemps, les périodes de débourrement, feuillaison et floraison.



### → METTRE EN ÉVIDENCE 2 OU 3 GRANDS ENJEUX

Il revient à chaque territoire, en fonction de ses spécificités et de l'analyse de sa vulnérabilité de décider des enjeux qui seront traités en premier lieu. Il est également recommandé, dans la mesure du possible d'étudier les effets de seuil pouvant aggraver la situation sur un territoire. C'est à dire, déterminer les limites au-delà ou en-deçà desquelles des modifications de température, par exemple, ou de nombre de jours de gels... auront des effets significatifs.

Ce travail d'analyse de vulnérabilité climatique pourra être conduit dans le cadre d'une étude spécifique confiée à un prestataire, ou dans le cadre d'une concertation avec des experts et des acteurs socio-économiques du territoire. Les prestations pourront alors être réservées à l'étude de points particulièrement sensibles du territoire : sur les réserves en eau des aquifères et des sols... En décelant les "atouts", les "faiblesses" du territoire face à la question climatique mais aussi les facettes du changement qui peuvent constituer des "opportunités" ou des "menaces" pour l'avenir du territoire, on précisera la sensibilité du territoire et les premiers enjeux. Une réflexion sur la notion de "risque acceptable" peut permettre de cerner plus facilement quels sont les enjeux prioritaires selon le niveau d'acceptabilité sociale des risques identifiés.

### EN SAVOIR +

#### Exemples de cahier des charges type :

- Voir le second volume de ce guide
- Quels choix, pour s'adapter au changement climatique ? Étude de cadrage, ONERC, 2009.

#### Éléments de méthodologie pour l'étude de vulnérabilité territoriale fournis par l'ADEME :

[www.pcet-ademe.fr/content/methode-pour-un-diagnostic-de-vulnerabilite-du-territoire](http://www.pcet-ademe.fr/content/methode-pour-un-diagnostic-de-vulnerabilite-du-territoire)



DECLIC ÉTUDE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU DANS LE DÉPARTEMENT DE LA DRÔME.

**Ce programme de recherche-action** - Drôme, Eau, Climat et Impacts liés aux Changements climatiques (DECLIC) - qui associe les Laboratoires d'études des Transferts en Hydrologie et Environnement (Grenoble), PACTE-Territoires (Grenoble) et ESPACE (Nice), et, le Conseil général de la Drôme - vise à **étudier les impacts du changement climatique sur la gestion des ressources en eau, présentes et futures, ainsi que les répercussions de ce phénomène sur les activités touristiques et agricoles**, dans le but de préconiser des mesures d'adaptation adéquates pour ce territoire.

**Un diagnostic climatique** a mis en évidence les variations du climat connues par le département de la Drôme ces cinquante dernières années, les contrastes et particularités locaux, et des indicateurs bio-géo-climatiques.

**Un travail d'enquête** en cours doit permettre de passer d'un constat de la variabilité climatique... à la perception du changement climatique : liens avec les activités de montagne (stations de montagne), avec le tourisme dans la Drôme...

En complément, diverses bases de données thématiques et des informations apportées par la collectivité seront traitées pour nourrir **le volet socio-économique de l'analyse**.



## ❖ **Pré-diagnostic de vulnérabilité, un outil pour amorcer la réflexion**

### EN SAVOIR ➕

Pré-diagnostic de vulnérabilité, contacter la Délégation régionale de l'ADEME

"Adaptation au changement climatique, 12 fiches pour agir dans les collectivités";  
Fiche 1 "Connaître la vulnérabilité de son territoire vis-à-vis du changement climatique",  
ADEME 2012 : [www.ademe.fr/languedoc-roussillon](http://www.ademe.fr/languedoc-roussillon)

Cet outil, développé par l'ADEME et testé auprès de 6 territoires en France dont la Communauté de Communes du Pays de Romans, permet aux collectivités de structurer la réflexion sur la vulnérabilité de leur territoire, d'effectuer une analyse de premier niveau de ses possibles vulnérabilités dans tous les domaines et de les hiérarchiser. La démarche, adossée à un tableur, procède en 4 étapes : analyse de l'exposition passée aux aléas climatiques, évaluation de l'exposition future, étude de la sensibilité du territoire à ces futurs aléas dans une vingtaine de domaines (ex. : agriculture, santé, sécurité civile), et, enfin, classement des différents domaines par degré de vulnérabilité.

Disposant d'éléments concrets en interne, la collectivité pourra sur cette base questionner les acteurs concernés par sa politique d'adaptation au changement climatique. Dans le cadre d'une concertation spécifique, elle intégrera leur retour d'expérience et leur vision des évolutions futures. Elle précisera ainsi son plan d'actions, et si nécessaire, elle écrira un cahier des charges plus fin pour l'étude complète de la vulnérabilité de son territoire ou de certains milieux ou activités.



### INFOS ➕

Retrait du glacier des Bossons (Haute-Savoie) entre 1984, 1998 et 2006. Photos de R. Vivian, L. Moreau et S. Couterrand.

## → RECOUPER CETTE APPROCHE DE LA VULNÉRABILITÉ PAR LE RETOUR D'EXPÉRIENCE DES ACTEURS DU TERRITOIRE

Il s'agit de déceler des situations similaires à celles attendues, déjà vécues et ayant permis au territoire d'expérimenter une première organisation pour faire face à ce changement, aussi brutal qu'il ait pu être. L'analyse des récits d'acteurs ayant vécu ces situations et des actions et dispositifs adoptés en réponse permettra d'envisager les premières mesures d'adaptation selon différents scénarios.



### LIVRE BLANC DU CLIMAT EN SAVOIE

**En 2007, un groupe de travail constitué de spécialistes du climat, de l'environnement et des activités socio-économiques, tous impliqués dans la vie locale, s'est penché pendant un an sur la question du changement climatique en Savoie.**

Si la problématique de la réduction des gaz à effet de serre était initialement centrale, il est rapidement apparu tout aussi important d'appréhender l'évolution du climat en Savoie et de bien caractériser les impacts avérés et potentiels, particulièrement dans ce milieu très sensible de la montagne. Après un long travail d'analyse de données, de travail prospectif et de synthèse, il fut important de diffuser le plus largement possible les connaissances acquises. Le Livre blanc du climat en Savoie est un état des lieux le plus complet possible sur le changement climatique à l'échelle d'un territoire, et pose les bases d'une approche qui doit se poursuivre avec les acteurs locaux et les décideurs territoriaux sur l'engagement de démarches opérationnelles (PCET ou démarches intégrées aux SCoT entre autres), ainsi que l'approfondissement des connaissances et l'élargissement de l'observation à l'échelle du massif alpin.

#### **Le livre blanc présente :**

- la traduction dans les Alpes et en Savoie du changement climatique (températures, précipitations, enneigement...),
- les émissions de GES et les stratégies de réduction,
- les impacts du changement climatique sur l'environnement (ressource en eau, biodiversité...), les activités socio-économiques (tourisme, agriculture...), et les mesures d'adaptation envisageables.

#### **EN SAVOIR +**

**Mission Développement Prospective**  
christophe.chaix@mdp73.net

**Le livre blanc du climat en Savoie :**  
[www.mdp73.fr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=47&Itemid=37](http://www.mdp73.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=37)



**POUR ENGAGER LE RÉCEPTEUR D'INFORMATION DANS UN CHANGEMENT, IL NE DOIT PAS SEULEMENT ÊTRE "SENSIBILISÉ" MAIS ÊTRE "DEMANDEUR"**

**L'information est le premier niveau d'engagement du processus participatif.** Elle interpelle, prédispose à la réflexion et à l'action, en faisant écho ou non aux propres repères des récepteurs. Nécessaire, mais pas suffisante, elle doit être la plus fiable et personnalisée possible, c'est-à-dire proche des réalités locales. Plus le récepteur est demandeur et plus il est actif dans sa recherche d'information, mieux il saura s'en saisir.

## EN SAVOIR

**La concertation, cœur du développement durable, RAEE, 2006 :**  
[www.ddrhonealpesraee.org/differents\\_niveaux\\_de\\_participation.php?high=concerta](http://www.ddrhonealpesraee.org/differents_niveaux_de_participation.php?high=concerta)

**Urbanisme rural, co-construire le projet de territoire durable, RAEE, 2011 :**  
[http://www.ddrhonealpesraee.org/amenagement\\_patrimoine\\_et\\_urbanisme.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/amenagement_patrimoine_et_urbanisme.php)

**Guides à télécharger sur** [www.raee.org](http://www.raee.org)  
ou [www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)

**"La concertation en environnement", ADEME - 2011 :** [www2.ademe.fr/servlet/getDoc?sort=-1&cid=96&m=3&id=79085&ref=&nocache=yes&p1=111](http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?sort=-1&cid=96&m=3&id=79085&ref=&nocache=yes&p1=111)

## :: Mobiliser les acteurs et mener un exercice prospectif

*Les démarches de développement durable, en plaçant la concertation au cœur de leurs éléments déterminants, ont rappelé combien il est essentiel d'associer les acteurs locaux pour renforcer l'efficacité et la pertinence des plans d'actions.*

La collectivité à l'initiative de la préparation d'un plan d'adaptation, devra mobiliser l'ensemble des acteurs (citoyens, entreprises, associations, services de la collectivité...) de son territoire :

- Les services à la population pour la question sanitaire et de sécurité publique : SDIS, représentants de l'Agence Régionale de la Santé...
- Les services techniques et les métiers de l'urbanisme et du bâtiment et des travaux publics pour la question de l'environnement bâti et des espaces publics
- Les gestionnaires d'espaces naturels pour la question des écosystèmes et de la biodiversité
- Les structures municipales ou intercommunales et les entrepreneurs pour la question du développement économique et l'emploi
- Les métiers de la connaissance (scientifiques, sociologues, économistes, spécialistes des organisations...) afin d'appréhender les évolutions sur le territoire, la perception, les représentations et les craintes de la population pour proposer de nouvelles organisations sociales, accompagner le débat, aider à la réflexion, construire des discours pédagogiques...
- Les associations (pour l'environnement, la famille...) indispensables pour la mobilisation de la population

Invités en amont, les acteurs locaux seront les meilleurs alliés pour partager l'analyse de la vulnérabilité et construire la stratégie. Alertés très tôt, ils pourront renforcer leur capacité d'agir et faire part de leur expérience d'organisation lors d'un événement extrême, ou de leur connaissance de certains phénomènes liés au changement climatique. Des associations d'Education à l'environnement pour un développement durable peuvent intervenir pour une information ou une formation auprès des élus, auprès des agents de la collectivité, ou en conférence publique.

**Les forums et groupes de travail constitués** dans le cadre des PCET, quand ils sont existants, sont des lieux privilégiés de la réflexion sur l'adaptation. L'ensemble des outils de planification de l'aménagement et du développement du territoire doit reprendre les réflexions sur l'adaptation. **Même si les représentants socio-professionnels interpellés pour les travaux sur l'atténuation des émissions de GES et sur l'adaptation peuvent légèrement différer**, tous les moments de concertation sont à saisir, en particulier dans les démarches prospectives et de planification. On peut aussi constituer un forum spécifique si on le souhaite et notamment pour y associer les acteurs territoriaux.

Les débats sur les PLU, les SCoT, les schémas économiques, les schémas directeurs dans le domaine des transports, pour l'établissement d'un contrat de développement ou un contrat de Pays... pourront intégrer cette question. Ainsi, les Conseils locaux de développement, les Forums 21 des démarches d'Agenda 21 local pourront s'emparer du sujet.



## ÉLABORATION DU VOLET ADAPTATION DU PLAN CLIMAT ENERGIE TERRITORIAL DANS LE NORD ISÈRE

**Les trois intercommunalités, Communautés de Communes des Vallons de la Tour et des Collines du Nord Dauphiné et la Communauté d'Agglomération Portes de l'Isère, ont souhaité travailler ensemble en élaborant un PCET.**

Lauréates de l'appel à projets "Contrat d'objectif Énergie-Climat 2010" de l'ADEME, elles ont engagé mi-2011 un diagnostic territorial en 3 parties : un Bilan Carbone Territoire, une étude de vulnérabilité aux effets du changement climatique et une analyse prospective.

Une approche participative a permis de travailler avec les parties prenantes sur le retour d'expériences et des recommandations sur les deux volets : celui de l'atténuation des émissions de GES et de l'adaptation aux effets du changement climatique. Concernant ce second volet "adaptation", **l'objectif était d'identifier des actions dédiées et pertinentes pour le territoire.**

Pour cela, la méthode retenue consiste en un partage de la vision d'experts, d'acteurs locaux et d'habitants sur la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique. Les travaux se sont alors principalement appuyés sur l'identification d'aléas à travers les données climatiques fournies par le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE), de milieux et d'activités présents sur le territoire. Une matrice de vulnérabilité a alors été établie en fonction de trois paramètres : exposition au changement climatique, sensibilité du milieu ou de l'activité et capacité d'adaptation.

### Principales étapes

- ⊙ **Avril 2011** - Analyse bibliographique
- ⊙ **24 juin 2011** - Atelier d'experts sur le partage de premiers éléments d'état des lieux
  - Entretiens individuels avec certains acteurs locaux et experts
- ⊙ **4 juillet 2011** - Forum "Perception du changement climatique" - table ronde
- ⊙ **8 novembre 2011** - Atelier d'experts élargi "analyse de la vulnérabilité"
- ⊙ **7 décembre 2011** - Forum de recommandations
- ⊙ **24 janvier 2012** - Atelier de travail sur la définition des actions en atelier

### EN SAVOIR ⊕

Blog <http://webclimat.com>



#### « Donner à voir un changement désirable ! »

Il faut du courage et de l'intelligence collective pour envisager toutes les facettes d'un changement global. De quelle façon une anticipation du changement climatique pourrait-elle impulser de nouvelles dynamiques positives entre les acteurs de votre territoire, sur les plans économiques, techniques, environnementaux et humains ? »

**Lara MANG-JOUBERT**, Conseil & Formation Pour un changement vivant au cœur du développement durable

## ☰ RÉSILIENCE

Capacité d'un système social ou écologique à absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements. (4<sup>ème</sup> rapport du GIEC, 2007).



### EXEMPLE DE MESURE À DOUBLE EFFET

#### L'isolation thermique des bâtiments.

Couplée à la mise en place de dispositifs ou de pratiques de limitation des apports solaires en été (brise-soleil, persiennes, végétation à feuilles caduques...), et à l'inertie thermique des matériaux, une isolation par l'extérieur permet d'atteindre un meilleur confort d'été comme d'hiver. Une bonne isolation permettra de conserver la fraîcheur à l'intérieur en été, la pénétration de chaleur étant moindre, et à l'inverse d'éviter la déperdition de température en hiver. Cela permet d'effectuer des économies d'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre dues à la climatisation notamment.

## EN SAVOIR ⊕

[www.climat-pratic.fr](http://www.climat-pratic.fr)

## • Comment articuler les premiers travaux sur l'atténuation des émissions de GES avec ceux sur l'adaptation

• Les stratégies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'adaptation gagnent à être menées en parallèle pour davantage de cohérence et d'efficacité.

La progression du changement en cours et les efforts d'adaptation à produire devraient être limités par les efforts constants de réduction des émissions de GES, même si les mesures d'atténuation ne permettront pas de stopper le réchauffement global. D'autre part, l'épuisement des ressources fossiles oblige également à une adaptation de nos sociétés.

Il ne faut pas oublier que nous devons induire de nouvelles façons de faire et envisager différemment les projets. Il est aussi nécessaire de travailler sur l'existant (bâti existant, systèmes de production devenus inadaptés, dispositifs de gouvernance et solidarité...) pour renforcer les capacités d'adaptation du territoire. Les mesures d'adaptation devront permettre de le rendre moins vulnérable et d'accroître sa résilience.

On restera vigilant toutefois à ne pas mettre en place pour l'adaptation au changement climatique des mesures contraires aux objectifs de réduction des émissions de GES. L'exemple le plus couramment cité étant celui des climatiseurs qui en permettant le confort en période de canicule, augmentent les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre.

## ••• Climat Pratic, un outil pour les collectivités et intercommunalités petites à moyennes

Cet outil gratuit de l'ADEME, réalisé avec l'appui du Réseau Action Climat France, d'Etd (Centre de ressources du développement durable), et du CLER (Comité de Liaison Énergies Renouvelables), permettra aux petites et moyennes collectivités de construire de façon autonome et efficace leur propre Plan Climat-Énergie Territorial.

Pour 13 domaines d'action sectoriels, l'outil propose des actions pour démarrer et consolider le plan d'actions, faire

décoller la collectivité, et la rendre exemplaire. Dans le même esprit, deux volets "stratégie" et "formation, sensibilisation communication" permettent d'organiser le processus de construction et de mise en œuvre du plan d'actions. Des fiches explicatives précisent les enjeux, des références nationales, des outils plus spécifiques...

Principalement centré sur l'atténuation cet outil aborde aussi l'adaptation en particulier sur le volet Risques, mais aussi Tourisme...

## ⋮ Comment choisir les actions à conduire

### → REPÉRER LES ACTIONS D'ADAPTATION PRÉEXISTANTES MAIS NON RECONNUES EN TANT QUE TELLES

Il peut s'agir :

- d'utilisation de procédés de construction innovants car permettant un meilleur confort thermique,
- de politiques de végétalisation (utilisation d'essences résistantes à un climat plus rude)
- de modification des pratiques de gestion de l'eau,
- de politiques mises en place dans les parcs naturels,
- de stratégies de déplacements tels que les PDU,
- de l'adoption de comportements appropriés, etc.

Les mesures prises, pour faire face à des événements météorologiques particuliers ou à des catastrophes naturelles déjà vécues, permettent de repérer les premières dispositions à prévoir dans un plan d'adaptation : plan canicule, végétalisation des espaces urbains, renforcement des dispositifs incendies...

### → AFFINER CERTAINES RECOMMANDATIONS ISSUES DE L'ANALYSE DE VULNÉRABILITÉ ET DE LA CONCERTATION AVEC LES ACTEURS

Certaines actions s'imposeront au territoire comme évidentes, d'autres demanderont des analyses scientifiques et techniques plus fines ou une attention particulière à l'organisation de la gouvernance locale.

### → ENGAGER UNE RÉFLEXION SUR LES QUESTIONS DE SOLIDARITÉ

Le thème de l'adaptation au changement climatique nécessite de s'intéresser aux principes de solidarité qu'il faudra mettre en œuvre à différents niveaux :

- sur le plan international, en lien avec la question des "réfugiés climatiques" ;
- sur le plan social avec des problématiques comme celle de la précarité énergétique ;
- au niveau territorial avec notamment les interactions entre ville et campagne mais aussi entre tourisme et protection de la nature, avec l'organisation en réseau des acteurs associatifs et autres socio-professionnels ;
- et en termes financiers avec notamment l'interpellation des assurances en cas de catastrophe naturelle.

Les principaux acteurs à accompagner sont aussi ceux d'une démarche de développement durable, c'est-à-dire les plus vulnérables d'entre eux (populations fragilisées, ou acteurs économiques...). Par des mécanismes de soutien et d'accompagnement en matière de reconversion économique, de santé publique et de social, on facilitera l'adaptation de ces publics cibles.



LES ACTIONS POURRONT RELEVER DE MULTIPLES DOMAINES, À L'INSTAR DU PLAN NATIONAL D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Santé, ressource en eau, biodiversité, risques naturels, agriculture, forêt, pêche et aquaculture, énergie et industrie, infrastructure et systèmes de transport, urbanisme et cadre bâti, tourisme, information, éducation-formation, recherche, financement et assurance, aspects particuliers à la montagne, gouvernance...



Guide "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes", RAEE, juin 2007

## EN SAVOIR +

"Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes ?", RAEE, 2007 : [www.ddrhonealpesraee.org/adaptation\\_aux\\_effets\\_du\\_changement\\_climatique.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/adaptation_aux_effets_du_changement_climatique.php)

"Adaptation au changement climatique, 12 fiches pour agir dans les collectivités", ADEME 2012 : [www.ademe.fr/languedoc-roussillon](http://www.ademe.fr/languedoc-roussillon)



### → DÉFINIR DES CRITÈRES DE PRIORITÉ PARMIS LES ACTIONS À MENER

Les mesures d'adaptation aux effets du changement climatique rejoignent celles d'un développement territorial qui fait appel à des pratiques "gagnant-gagnant" :

- **respect du fonctionnement des écosystèmes**  
(ex. : rétablissement de zones d'expansion des crues, renforcement des corridors écologiques...)
- **développement de nouvelles économies locales**  
(ex. : choix de cultures moins consommatrices d'eau, production décentralisée d'électricité...)

L'existence de nombreuses incertitudes sur l'ampleur des changements doit appeler à mettre en œuvre en premier lieu certains types de mesures dites :

- **"sans-regret"**, bénéfiques même en l'absence de changement climatique comme la promotion des économies d'eau dans tous les secteurs,
- **"réversibles"** comme l'obligation aux délégataires de services publics de produire une analyse de vulnérabilité,
- **augmentant les "marges de sécurité"** comme la révision de la cartographie des zones potentiellement sensibles aux incendies de forêt afin d'étendre la zone de vigilance,
- **à temps long de mise en place** comme la protection des sols forestiers,
- **ajustables et révisables périodiquement** par les différents acteurs en fonction de l'évolution des connaissances comme pour le renforcement des exigences en matière de confort d'été dans les bâtiments.

**L'adaptation doit être un processus dynamique et révisable.**

## ZOOM

**Yannick Gourvil et Cécile Leroux, regroupés sous le nom ET ALORS, développent depuis 2005 – en complément d'une activité de maîtrise d'œuvre – une démarche originale de recherche.**

Leurs travaux s'articulent autour de trois approches : la "prospective villes et territoires", des interventions urbaines "in situ" et la participation à des concours. La démarche prospective de ET ALORS explore les potentiels d'adaptation de la ville au réchauffement climatique au travers des projets suivants : Rennes + 6°C, Dunkerque + 6°C, Avignon + 6°C, New-Orleans + 1 m et Paris +2°C. Ces travaux de recherches sont visibles dans la rubrique "prospective" du site internet : [www.etalors.eu](http://www.etalors.eu)

**ET ALORS, Yannick Gourvil et Cécile Leroux, Architecte DPLG**

14, rue de Rocroy - 75010 Paris - 0685692994

37, rue de Coulmiers - 44000 Nantes - 0666764592

[contact@etalors.eu](mailto:contact@etalors.eu)



## Actions relevant d'une stratégie d'adaptation

	RENFORCER LA PRÉVENTION ET LA PROTECTION	LIMITER L'ÉMERGENCE DE NOUVELLES INÉGALITÉS SOCIALES ET TERRITORIALES	DÉVELOPPER LA RECHERCHE ET AMÉLIORER LA CONNAISSANCE (observation du climat, milieux, technologies, stratégies d'adaptation)
<b>Actions informatives et d'acquisition de connaissances</b>	Sensibilisation auprès des élus et des habitants.	Actions de sensibilisation.	Observation du changement avec les publics scolaires.  Partenariat de recherche pour l'analyse de l'évolution de la ressource en eau locale, de la qualité des fourrages...
<b>Actions réglementaires et d'aménagement</b>	Prise en compte de l'adaptation au changement climatique lors de la construction de nouveaux équipements publics.  Imposer dans le PLU un coefficient minimum de végétalisation pour chaque nouveau projet d'aménagement (favorisant le confort thermique d'été dans un contexte d'évolution du climat...)  Imposer l'utilisation de matériaux disposant d'un albédo fort (réfléchissant la lumière ce qui permet d'emmagasiner moins de chaleur)...		Adopter des technologies ou techniques plus performantes. (ex. : rehausse de tabliers de ponts...) en restant vigilant sur les répercussions qui pourraient être inverses à l'intention de départ (ex. : digues, irrigation, climatisation... peuvent être des mesures de "mal-adaptation").
<b>Actions organisationnelles</b>	Accompagnement des entreprises à la réalisation de plans d'adaptation.	Organisation des secours et de la solidarité (ex. : cellules de crises, fonds).  Élaboration d'un plan de reconversion des stations de sports d'hiver situées en moyenne montagne.	Développement de réseaux de voisinage pour le repérage et la surveillance de personnes particulièrement vulnérables aux effets du changement climatique.
<b>Actions incitatives</b>	Incitation des communes par les SCoT, CDDRA... à prendre en compte le changement climatique dans les documents d'urbanisme, de prévention des risques...  En ville, il peut être fait l'usage du Coefficient d'Emprise au Sol (CES) pour favoriser la végétalisation des parcelles.	Aides dans le cadre d'actions de rénovation du bâti en conformité avec les objectifs d'adaptation au changement climatique.  Intégration de l'adaptation au changement climatique dans la liste des critères d'éligibilité d'aides publiques à l'investissement...	

## EN SAVOIR +

Évaluation participative des projets territoriaux de développement durable et des agendas 21 locaux, Rhônalpénergie-Environnement, 2010 : [www.ddrhonealpesraee.org/evaluation.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/evaluation.php)

Référentiel national pour l'évaluation des projets territoriaux de développement durable et des agendas 21 locaux : [www.developpement-durable.gouv.fr/Le-referentiel-national-pour-l.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-referentiel-national-pour-l.html)

- **Suivre les actions et les ajuster dans le temps**
- **Au même titre que toute politique publique le programme d'actions pour l'adaptation aux effets du changement climatique devra faire l'objet d'un suivi mais aussi de façon régulière d'une évaluation.**

La mise en œuvre des mesures reposera sur le dispositif de pilotage de la démarche spécifique d'adaptation ou de toute autre démarche territoriale de développement durable qui aura servi de support à la réflexion (PCET, Agenda 21 local, projet de territoire...). Les actions seront portées par la collectivité elle-même, mais aussi par les acteurs mobilisés dans le cadre de la concertation qu'elle aura à cœur d'accompagner. Le suivi à travers la mise en place d'observatoires locaux des politiques territoriales, ou par le renouvellement régulier d'analyse et de bilan (tous les 5 ans par exemple) permettra d'apporter des données objectives pour l'évaluation et la révision du plan d'actions.

**Un comité d'évaluation** du Plan d'adaptation peut être créé, mais il peut s'agir aussi du comité d'évaluation créé à l'occasion de la démarche de PCET ou d'Agenda 21 local.



## L'OBSERVATION, LE SUIVI ET L'ÉVALUATION DU PLAN CLIMAT DE LA MÉTRO (38)

Le PCET de la Métro, n'est pas cité ici pour son volet "Adaptation", mais pour son organisation en termes d'observation, de suivi et d'évaluation. Un fonctionnement multipartenarial tel que mis en place pour le volet "Atténuation" pourra être favorable au développement du volet "Adaptation" du PCET. Ce dernier est désormais appelé Plan Air Climat car, depuis 2012, des objectifs de "qualité de l'air" ont été intégrés au Plan climat de la Métro.

La collectivité pilote les travaux et s'entoure du soutien technique et scientifique de différents partenaires :

- La Métro est accompagné par l'Agence Locale de l'Énergie et du Climat (ALEC) pour assurer la coordination du Plan Climat. L'ALEC fournit un appui technique aux signataires et assure le suivi des actions par la mise à jour des fiches de suivi.
- L'Observatoire du Plan Air Climat, résultat d'une collaboration entre ALEC, et l'Association pour le Contrôle et la Préservation de l'Air en Région Rhône-Alpes (Air Rhône-Alpes), permet de suivre les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre sur le territoire et pour les communes les consommations d'énergie sur le patrimoine, l'éclairage public, les flottes de véhicules, les déplacements...
- Un partenariat étroit avec la communauté scientifique s'exprime notamment par la mise en place d'un conseil scientifique du Plan Air Climat, par le soutien financier à des travaux de thèse, par la participation d'experts scientifiques aux démarches d'évaluation du Plan Air Climat et par l'implication de la Métro à plusieurs projets de recherche.

## EN SAVOIR +

Fiche d'initiative "implication des acteurs dans le PCET de l'agglomération grenobloise", RAEE, 2008 téléchargeable sur [www.ddrhonealpesraee.org/fiches\\_dinitiatives\\_rhonalpines.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/fiches_dinitiatives_rhonalpines.php)

## ● S'informer pour agir en Rhône-Alpes

- L'information sur la question climatique est fournie et dispersée. Il est donc nécessaire de cerner quelle information on cherche et pourquoi faire.
- Outre les informations apportées par les travaux d'observatoires nationaux (ONERC...) ou du SRCAE, on peut conseiller :

### ✓ LES CENTRES DE RESSOURCES

Les structures associatives Rhônalénergie-Environnement (RAEE), Mission Développement Prospective (MDP) en Savoie, CIPRA-France, Points Info Énergie de Rhône-Alpes (IERA), Réseau Action Climat (RAC-France)... peuvent fournir une information générale pour élaborer une stratégie propre à son territoire, certaines données et références relatives au sujet.

### ✓ LES RÉSEAUX RÉGIONAUX

**Le GRAACC, Groupe de Réflexion et d'Actions sur l'Adaptation au Changement Climatique**, a été lancé en 2007 par Rhônalpénergie-Environnement à l'occasion de la publication du premier guide en région "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes". [www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)

À destination des élus, agents de collectivités locales, associations, administrations, organismes publics, établissements de recherche, ce groupe a pour objectif de sensibiliser les acteurs rhônalpins à cette problématique, d'échanger les bonnes pratiques en matière d'actions concrètes d'adaptation et de produire des outils. Il est :

- lieu d'échange et de connaissance : des acteurs, des actions engagées sur le territoire, des outils existants
- lieu de mutualisation et de travail commun pour informer, sensibiliser les différents publics, pour mettre en place des outils ou actions communes au niveau régional.

**Le RREC, Réseau Régional Énergie Climat de Rhône-Alpes**, organisé et animé par l'ADEME Rhône-Alpes, en partenariat avec le Conseil régional et la DREAL a pour objectif d'être une force d'entraînement au niveau régional d'un grand nombre de collectivités et de permettre l'échange, le relais d'informations autour de démarches ambitieuses et globales qui contribueront à prendre en compte les enjeux du changement climatique au sein des territoires. Ce réseau se réunit deux fois par an et regroupe plus d'une soixantaine de collectivités, avec des chargés de mission Plan Climat, des élus, des associations (agences d'urbanisme)... C'est donc une occasion de faire se rencontrer les acteurs engagés sur le territoire, partager et mutualiser des retours d'expérience.

**La CIPRA, Commission Internationale pour la Protection des Alpes** : ses représentations nationales et régionales s'engagent en faveur d'un développement durable de l'espace alpin. Elles organisent des manifestations transalpines et ont déjà associé un grand nombre de communes alpines dans des résolutions pour lutter contre et s'adapter au changement climatique. [www.cipra.org/fr](http://www.cipra.org/fr)

### EN SAVOIR +

Le site de l'Observatoire des PCET de l'ADEME : [www.pcet-ademe.fr](http://www.pcet-ademe.fr)

Site du développement durable en Rhône-Alpes [www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)

> page "Adaptation" [www.ddrhonealpesraee.org/adaptation\\_aux\\_effets\\_du\\_changement\\_climatique.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/adaptation_aux_effets_du_changement_climatique.php)

> page "GRAACC" [www.ddrhonealpesraee.org/Groupe\\_de\\_reflexion\\_et\\_d\\_action\\_sur\\_l\\_adaptation\\_au\\_changement\\_climatique\\_GRAACC.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/Groupe_de_reflexion_et_d_action_sur_l_adaptation_au_changement_climatique_GRAACC.php)

La Web Bibliothèque Climat du RAC France - une compilation des rapports, études et articles de références sur la science climatique parus depuis la sortie du 4ème rapport du GIEC en 2007 : [www.rac-f.org/-Web-Bibliotheque-Climat.html](http://www.rac-f.org/-Web-Bibliotheque-Climat.html)

### EN SAVOIR +

Page réseaux du site de l'ADEME en Rhône-Alpes : <http://rhone-alpes.ademe.fr/partenariats-reseaux/reseaux/plans-climat-energie-territoriaux>

## ✓ LES SERVICES ET ASSOCIATIONS DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PRÉVENTION DES RISQUES

### ***Des organisations locales d'observation météorologique***

Qu'elles soient constituées de professionnels ou de bénévoles, ces organisations peuvent apporter les premiers éléments d'information sur le climat local et sa variabilité. Elles peuvent souvent permettre une compréhension des conséquences locales des phénomènes planétaires et d'appréhender la complexité des évolutions climatiques. Le choix des modèles, scénarios et méthodes ainsi que celui des paramètres et indicateurs climatiques utilisés demandent souvent explications et justifications.

### ***Le PARN , Pôle Alpin Risques naturels***

C'est un réseau de centres de recherche, d'organismes techniques et d'associations-rhônealpins actifs dans la recherche sur les risques naturels. Il administre sur Internet la plate-forme d'information Alpes-Climat-Risques qui met à disposition un état des connaissances sur les impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes ([www.risknat.org/thematiques-recherche/changement-climatique-et-risques-naturels.html](http://www.risknat.org/thematiques-recherche/changement-climatique-et-risques-naturels.html)). Il coordonne par ailleurs l'opération "sites pilotes de gestion intégrée des risques naturels" du comité de massif des Alpes (CIMA-POIA) dans laquelle il appuie différents territoires, en général intercommunaux de Rhône-Alpes et de PACA. <http://risknat.org>

## ✓ LES RÉSEAUX D'ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le GRAINE Rhône-Alpes, le REEMA... regroupent des associations qui peuvent intervenir auprès de la collectivité en direction des citoyens.

***Le REEMA, Réseau d'Éducation à l'Environnement Montagnard Alpin*** réunit les acteurs du massif alpin qui souhaitent développer et promouvoir l'éducation à la montagne dans une perspective de développement durable. Il favorise les échanges les rencontres, le montage de projets collectifs et individuels, les partenariats, optimise le travail des structures du réseau et œuvre pour généraliser l'approche éducative dans les politiques d'aménagement du territoire alpin.

Son pôle "Sensibiliser au changement climatique dans les Alpes", lancé en 2010, regroupe une trentaine d'acteurs (associations, collectivités, bureaux d'étude, etc.) travaillant sur des thématiques variées liées au changement climatique (biodiversité, habitat, énergie, tourisme, risques naturels, etc.). Le REEMA peut vous mettre en contact avec les structures répondant à vos demandes. [www.reema.fr](http://www.reema.fr)

## ✓ D'AUTRES ORGANISATIONS SCIENTIFIQUES OU D'AMATEURS

Certaines associations présentes sur le territoire et le web peuvent apporter une connaissance. Par exemple l'association InfoClimat, gère, le réseau StatC des stations amateurs en ligne sur le site [www.infoclimat.fr](http://www.infoclimat.fr) ; le centre de recherche sur les écosystèmes d'altitude CREA [www.creamontblanc.org](http://www.creamontblanc.org)...

On saura aussi bien sûr mobiliser ***les acteurs locaux qui ont leur propre connaissance*** et qui auront un fort impact sur la mobilisation de leur concitoyens.

### **EN SAVOIR ⊕**

Les acteurs de l'adaptation aux effets du changement climatique, ADEME Rhône-Alpes, mars 2010.

# Remerciements

## **Document issu des travaux du GRAACC, Groupe de Réflexion et d'Action au Changement Climatique en Rhône-Alpes.**

Ce groupe échange sur les bonnes pratiques en matière d'actions concrètes d'adaptation et produit des outils en direction des territoires. Il a été créé en 2007 suite à la publication d'un premier guide "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes" et est animé par RAEE, avec le soutien de la Région Rhône-Alpes.

### **Rédaction :**

Laurence MONNET, Rhônalpénergie-Environnement  
avec Carole BILLON (2010) et Guillaume GUIN (2011)

### **Sont remerciées les personnes qui ont contribué à la structuration, l'enrichissement et à la relecture du document :**

Nathalie BERGAUD, Rhônalpénergie-Environnement  
Evelyne BERNARD, DREAL Rhône-Alpes  
Suzanne BRAKEL, ALEC 42  
Christophe CHAIX, MDP  
Muriel CLAVEL-PINOIT, Conseil régional Rhône-Alpes  
Cécile COISPLET, Conseil régional Rhône-Alpes  
Sylvain COITE, Conseil régional Rhône-Alpes  
Anthony CREMONT, ADEME  
Benjamin EINHORN, Pôle Alpin des Risques Naturels  
Murielle EXBRAYAT, Agence de l'eau RMC  
Xavier FAVROLT, Conseil Général de l'Isère  
Michel GALLIOT, ONERC  
Francois GIANNOCCARO, Institut des Risques Majeurs de Grenoble  
Lara JOUBERT, Association Nature Humaine  
Sylvain KOCH-MATHIAN, HESPUL  
Sophie MARTINONI, Météo-France  
Christophe MENEZO, Université de Savoie  
Nathalie MOYON, CIPRA-France  
Yannick PAPAIX, ADEME  
Isabelle POCHELON, Conseil général de la Drôme  
Laurence ROCHER, Institut d'Urbanisme - Université Lyon 2  
Vincent ROGER, COPLER  
Benoît RONEZ, CERTU  
Jean-Marc VENGEON, Pôle Alpin des Risques Naturels  
Marie-Charlotte VIAL, Rhônalpénergie-Environnement  
Pierrick YALAMAS, Rhônalpénergie-Environnement

**Les informations contenues dans cet ouvrage peuvent être réutilisées sous réserve de la mention aux références, aux auteurs et aux partenaires.**

**Cette brochure est téléchargeable sur les sites de Rhônalpénergie-Environnement**

[www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)  
[www.raee.org](http://www.raee.org)

**et en vente au CERTU**  
[www.certu-catalogue.fr](http://www.certu-catalogue.fr)

## RHÔNALPÉNERGIE-ENVIRONNEMENT

10, rue des Archers - 69002 Lyon  
T. 04 78 37 29 14 - [raee@raee.org](mailto:raee@raee.org)

+ [www.raee.org](http://www.raee.org)



Avec le soutien de :

Rhône-Alpes <sup>Région</sup>

Autres partenaires





---

# Climat

---

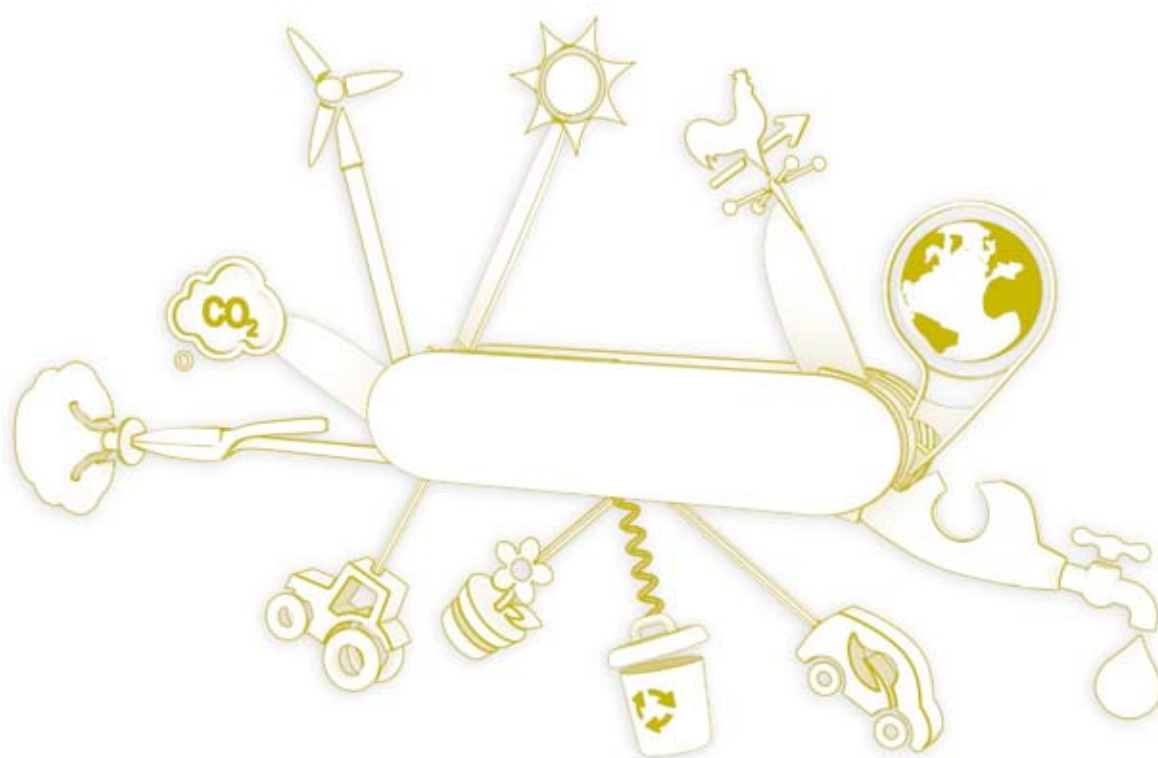
RÉUSSIR LE CHANGEMENT

---

**Mettre en œuvre un projet territorial intégrant l'adaptation**

---

**VOLUME 2**



# Préface



Guide "Climat : réussir le changement"  
Volume 1 – Engager son territoire dans une démarche d'adaptation, RAEE, mai 2012 :  
[www.ddrhonealpesraee.org/adaptation\\_aux\\_effets\\_du\\_changement\\_climatique.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/adaptation_aux_effets_du_changement_climatique.php)



Guide "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes", RAEE, juin 2007  
[www.ddrhonealpesraee.org/adaptation\\_aux\\_effets\\_du\\_changement\\_climatique.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/adaptation_aux_effets_du_changement_climatique.php)



Les membres du Groupe de réflexion et d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique (GRAACC), animé par RAEE, ont réfléchi à la structuration de ce guide en 2 volumes et à son enrichissement en adoptant la(les) posture(s) des élus et des techniciens des collectivités. Un premier volume de ce guide a été publié en mai 2012. Plutôt à destination des élus, il peut être largement diffusé à ceux qui souhaitent engager la réflexion.

Ce second volume, plus complet, s'adresse plutôt aux personnes en charge de la mise en œuvre d'une démarche visant à l'adaptation du territoire aux effets du changement climatique. Il approfondit les principaux points abordés par le premier volume en les enrichissant. La lecture de ces deux documents peut se faire séparément.

Le présent ouvrage fournit des clés pour comprendre la question climatique et organiser les étapes d'une démarche participative, visant à inciter les acteurs du territoire à contribuer à l'action.

Il est organisé en 3 parties comprenant elles-mêmes des sous parties. Des fiches techniques, pour une meilleure compréhension des messages généraux et l'accès à des données plus précises en Rhône-Alpes, sont rassemblées en fin de chaque sous-partie. Les graphiques, schémas et autres informations pourront être réutilisés pour la préparation de diaporamas ou autres supports de réunions, conférences...

Ces volumes 1 et 2 du guide "Climat : réussir le changement" font partie d'une mallette d'outils, qui comprend également la brochure "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes", éditée par RAEE en 2007. Des fiches d'explications scientifiques, des interviews, une bibliographie documentée d'outils ressources... sont d'autres outils qui pourront aider le décideur, ses services et tous les acteurs, à préparer le territoire à s'adapter pas à pas au changement climatique dans les meilleures conditions.

« ÉLU SUR UN TERRITOIRE OÙ LES PREMIERS SIGNES DE CHANGEMENT SONT PERCEPTIBLES, JE NE SAIS PAS VRAIMENT COMMENT INTERPRÉTER CES SIGNES. TOUTEFOIS, JE NE VEUX PAS QUE MON TERRITOIRE SUBISSE CE CHANGEMENT. »

« TECHNICIEN D'UNE COLLECTIVITÉ ET CONVAINCU QUE NOUS DEVONS NOUS PRÉPARER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE, J'AIMERAIS MOBILISER LES ACTEURS SUR CETTE QUESTION. »

« ÉLU ENGAGÉ DANS DE NOMBREUSES DÉMARCHES AUX NIVEAUX COMMUNAL ET INTERCOMMUNAL, JE M'INTERROGE SUR LES OUTILS PLU, SCoT, POLITIQUE DE LA VILLE, RECONVERSION ÉCONOMIQUE DE LA VALLÉE, AGENDA 21... LA QUESTION CLIMATIQUE EST POUR MOI ENCORE UN SUJET SUR LEQUEL IL FAUT SE POSITIONNER. »

# Introduction

Selon le 4<sup>ème</sup> rapport du GIEC<sup>1</sup> (2007), la température du globe devrait augmenter de 1 à 6,4°C par rapport à 1980-1999 d'ici la fin du siècle.

La communauté climatique française confirme cette conclusion dans son communiqué de février 2012 sur les nouvelles simulations pour le prochain rapport du GIEC. Ce réchauffement appelle à une mobilisation internationale, européenne mais aussi nationale et territoriale, sur deux plans :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre pour contenir le réchauffement (politique d'atténuation des émissions) ;
- percevoir les variations climatiques possibles pour mieux prévenir leurs conséquences sur les milieux naturels, les activités et la santé humaine (politique d'adaptation aux effets du changement climatique).

Deuxième région de France par sa population (6,1 millions d'habitants en 2008) et sa superficie (43 698 km<sup>2</sup>), Rhône-Alpes se distingue principalement par la grande variété de ses espaces naturels, résultante de facteurs géographiques et climatiques combinés.

Une région forte économiquement et remarquable par la géographie et la sensibilité de l'environnement naturel. La croissance démographique probable, selon l'Insee, de l'ensemble des territoires rhônalpins (+22,5 % entre 2007 et 2040, selon un scénario central de projection démographique<sup>2</sup>) viendra renforcer la fragilité des équilibres écologiques, par une pression accrue sur les ressources naturelles.

Dans ce contexte, le changement climatique apparaît comme une nouvelle variable à prendre en considération dans les visions prospectives territoriales - source de contraintes supplémentaires mais aussi d'opportunités à saisir.

Même s'il est difficile d'anticiper tous les effets, la mise en place d'une stratégie locale et progressive d'adaptation facilite l'intégration de cette nouvelle donnée climatique. Sans traiter des politiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, ce second volume méthodologique démontre la complémentarité et l'intime imbrication des deux types de politiques. Il attire l'attention sur la recherche de solutions compatibles avec les deux volets (atténuation et adaptation). Venant approfondir le premier volume, il privilégie une approche étape par étape et fait référence à une bibliographie technique pour aller plus loin sur les méthodologies ou outils abordés. Des encarts apportent déjà des éléments de précision scientifique, juridique et méthodologique.



**+3°C d'ici 2050 et +5°C d'ici 2080<sup>3</sup> en été en Rhône-Alpes**

<sup>1</sup> GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat

<sup>2</sup> La Lettre de l'INSEE Rhône-Alpes n°144 – mai 2011

<sup>3</sup> Estimation des augmentations probables des températures maximales en été en Rhône-Alpes. Se reporter à la partie 2 Fiche 11 de ce volume pour plus de précisions

# Sommaire

## PARTIE 1

<b>La question climatique : savoir en parler</b>	p.7
› La réalité du changement climatique	p.8
<b>FICHE 1</b> › Des éléments de définition	p.10
<b>FICHE 2</b> › Comprendre les scénarios du GIEC	p.11
› Les principaux effets du changement climatique	p.13
- Les effets directs	p.13
- Les effets indirects	p.15
<b>FICHE 3</b> › Comprendre les chaînes d'effets du changement climatique	p.16
<b>FICHE 4</b> › Quelques indices d'effets directs	p.17
<b>FICHE 5</b> › Quelques indices d'effets indirects	p.19
› Obligations et responsabilités des collectivités locales	p.20
<b>FICHE 6</b> › Connaître la nature des relations réglementaires entre les démarches et les documents sur les territoires	p.21
<b>FICHE 7</b> › Pouvoir faire référence aux textes réglementaires	p.22
<b>FICHE 8</b> › La décision publique à l'épreuve de l'incertitude scientifique sur l'ampleur du changement climatique	p.23
<b>FICHE 9</b> › Contexte historique de la question climatique	p.25
› Les répercussions économiques	p.28

## PARTIE 2

<b>Le changement climatique en Rhône-Alpes</b>	p.31
› L'adaptation dans le projet de Schéma Régional Climat Air Énergie	p.32
- L'élaboration du projet	p.32
- Les enjeux de l'adaptation	p.33
<b>FICHE 10</b> › Des documents "sources" pour le Grand Sud-Est : les études MEDCIE	p.40
<b>FICHE 11</b> › Les évolutions climatiques en Rhône-Alpes	p.41
<b>FICHE 12</b> › Les opportunités et les menaces en Rhône-Alpes	p.44
<b>FICHE 13</b> › Les grandes orientations du volet "adaptation" du projet de SRCAE de Rhône-Alpes	p.47
<b>FICHE 14</b> › Priorité à la préservation de la ressource en eau pour faire face aux effets du changement climatique	p.49
<b>FICHE 15</b> › Comprendre les effets combinés de l'artificialisation des sols et du changement climatique	p.51
› Le rôle des collectivités dans l'élaboration de leur PCET et démarches de développement durable	p.53
- Les initiatives de la Région	p.53
- Les Plans Climat-Énergie Territoriaux	p.54
- Les réseaux régionaux traitant du climat	p.57

## PARTIE 3

<b>L'adaptation de mon territoire : méthodologie pour l'action</b>	p.59
› Étape 1 : s'informer et s'organiser	p.60
- Les sources d'information	p.60
- Le pilotage de la démarche	p.60
- Échéancier et budget	p.62
<b>FICHE 16</b> › Cerner quelle information on cherche et pour quoi faire	p.63
› Étape 2 : préparer la mobilisation des acteurs	p.65
- Les acteurs en interne et en externe	p.65
- Organiser le débat	p.67
<b>FICHE 17</b> › Faire appel aux acteurs de l'éducation au changement climatique	p.70
<b>FICHE 18</b> › Savoir interpeller les acteurs économiques	p.73
<b>FICHE 19</b> › Prendre en compte le facteur humain dans la mise en place d'un plan d'adaptation	p.74
› Étape 3 : préparer le diagnostic de vulnérabilité du territoire	p.76
- Apprécier la capacité à agir du territoire	p.76
- Étudier le climat actuel et les indices du changement climatique	p.77
- Mener l'analyse de la vulnérabilité climatique du territoire	p.79
- Compléter la connaissance de la vulnérabilité par une analyse prospective	p.83
<b>FICHE 20</b> › Accéder aux données et à leur interprétation pour mener l'analyse de vulnérabilité	p.87
<b>FICHE 21</b> › Rédiger un cahier des charges de prestation	p.89
<b>FICHE 22</b> › Savoir repérer les indices locaux du changement climatique	p.92
<b>FICHE 23</b> › Savoir identifier les enjeux prioritaires face au changement climatique	p.94
› Étape 4 : définir la stratégie d'adaptation	p.95
- Identifier les priorités et dresser le plan d'adaptation	p.95
- Identifier des mesures pour le territoire	p.96
- Intégrer la réflexion aux autres démarches engagées, en particulier aux travaux sur l'atténuation des émissions de GES	p.98
<b>FICHE 24</b> › Actions relevant d'une stratégie d'adaptation	p.99
<b>FICHE 25</b> › Penser à traiter de l'adaptation dans les démarches thématiques	p.100
› Étape 5 : mettre en œuvre, suivre et évaluer mon action	p.101
› Glossaire	p.103
› Remerciements	p.107



## INFOS

L'architecte **Luc SCHUITEN** traduit dans "Les hypothèses pour 2100" son attachement à la quatrième dimension, celle du temps, et son souci d'imaginer et de représenter les étapes par lesquelles nous pourrions passer afin d'aller vers une société écologique. Considérant que le processus et les modalités du changement sont aussi importants que l'objectif à atteindre, il incite à préparer ce passage vers une autre organisation, vers des sociétés autonomes et libérées de la dépendance énergétique. Il voit la poussée démographique et le changement climatique comme deux facteurs qui se conjuguent et qui pousseront nos sociétés à engager un changement profond.

"Les hypothèses pour 2100" Cités végétales, Luc SCHUITEN, mars 2010.



# La question climatique : savoir en parler

**Changement climatique, réchauffement climatique, événements météorologiques extrêmes, catastrophes naturelles... à quoi s'attendre et quelle est la part de responsabilité du climat dans ces changements ?**

**Des effets du changement climatique sont évidents**, comme la hausse des températures en Rhône-Alpes qui aura pour impact, par exemple, de renforcer le phénomène d'îlot de chaleur en ville.

**Par contre tous les changements observés ne sont pas directement liés au changement climatique.** Par exemple, les inondations sont la conséquence, pour partie, de changements d'affectation des sols et pour partie de pluies intenses, non forcément liées au phénomène global de changement climatique.

Il s'agit donc d'apprécier les causes réelles des changements observés et leur relation avec le changement climatique pour adopter des mesures dites "sans regret" intégrant la question climatique, mais aussi d'autres enjeux de développement durable.

En effet, le changement climatique est à considérer comme une des composantes de l'évolution d'un territoire, au même titre que les évolutions sociétales, l'urbanisation accélérée, l'augmentation de la population et les pressions anthropiques croissantes sur les ressources. Il appelle à une adaptation intégrée aux différents plans et programmes d'actions conduits à l'échelle des différents territoires de projet.

Cette partie apporte des éléments de compréhension du phénomène de changement climatique au niveau planétaire et de ses répercussions sur les milieux naturels, les activités et aussi sur les politiques depuis le niveau international jusqu'au niveau local français.

## EN SAVOIR +

**Une conférence de Marie-Antoinette MELIERES sur le site du PNR du Pilat (42)**

[www.parc-naturel-pilat.fr/fr/le-parc-un-projet-partage/a-la-une/409-le-climat-change-et-nous-dans-le-pilat-.html](http://www.parc-naturel-pilat.fr/fr/le-parc-un-projet-partage/a-la-une/409-le-climat-change-et-nous-dans-le-pilat-.html)

**Le site du CNRS**

[www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/)



## Le changement climatique en cours est sans commune mesure avec les évolutions du climat connues par l'humanité jusqu'alors :

- **Son origine anthropique est démontrée.** Les facteurs naturels de déstabilisation de l'équilibre radiatif de la Terre à l'origine des changements climatiques sont principalement les paramètres orbitaux (excentricité de l'orbite de la terre, obliquité de l'axe des pôles, précession des équinoxes). Mais à partir de la révolution industrielle (1750), les émissions de GES d'origine anthropique ont commencé à devenir suffisamment importantes pour avoir une influence sur le climat, qui est aujourd'hui supérieure aux facteurs naturels.
- **La vitesse du réchauffement évolue plus rapidement que les variations climatiques passées :** le changement climatique actuel concentrera sur quelques centaines d'années les changements qui se déroulaient sur des milliers d'années. Notons que déjà l'augmentation observée des températures marquée depuis 1860 évolue deux fois plus rapidement depuis 1980 qu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle ;
- **L'ampleur du réchauffement global est la plus importante de l'histoire de l'homme.**



**+5°C à la surface du globe**

C'est ce qu'il a fallu pour passer du dernier maximum glaciaire à la période actuelle en environ 20 000 ans. Si rien n'est fait, c'est le réchauffement supplémentaire que subira la planète en moins de 100 ans, selon les scénarios pessimistes du GIEC. On passerait alors dans notre période interglaciaire chaude à une période encore plus chaude.

## DES ÉLÉMENTS DE DÉFINITION

### QU'EST-CE QUE L'ADAPTATION ?

C'est l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques (3<sup>ème</sup> rapport du GIEC 2001).

### QU'EST-CE QUE LA RÉSILIENCE ?

C'est la capacité d'un système social ou écologique à absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements (4<sup>ème</sup> rapport du GIEC, 2007).

### QU'EST-CE QUE LA VULNÉRABILITÉ ?

C'est la condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux, qui prédispose les éléments, exposés à la manifestation d'un aléa, à subir des préjudices ou des dommages. On parlera ci-après dans cet ouvrage de vulnérabilité climatique.

**La vulnérabilité climatique est influencée par l'interaction de 3 paramètres** auxquels le périmètre d'étude est soumis :

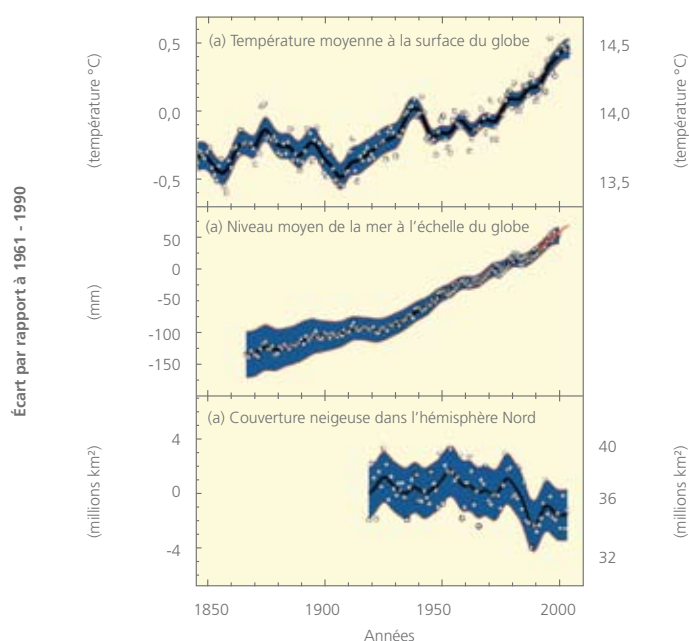
- **l'exposition aux aléas**, c'est-à-dire les événements climatiques (le type, l'ampleur et le rythme des variations du climat et des événements climatiques auxquels les communautés et les écosystèmes sont exposés),
- **la sensibilité**, c'est-à-dire la proportion dans laquelle un élément exposé, une collectivité ou une organisation est susceptible d'être affecté (positivement ou négativement) par la manifestation d'un aléa (événement climatique),
- **la capacité d'adaptation**, c'est-à-dire la capacité des communautés et des écosystèmes à s'ajuster pour faire face aux changements climatiques afin de minimiser les effets négatifs et de tirer profit des avantages.

On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer.

### INFOS ➔

Variations observées a) de la température moyenne à la surface du globe, b) du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe, selon les données recueillies par les marégraphes (en bleu) et les satellites (en rouge), et c) de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord en mars-avril. Tous les écarts sont calculés par rapport aux moyennes pour la période 1961-1990. Les courbes lissées représentent les moyennes décennales, et les cercles correspondent aux valeurs annuelles. Les zones ombrées représentent les intervalles d'incertitude qui ont été estimés à partir d'une analyse poussée des incertitudes connues (a et b) et à partir des séries chronologiques (c).

**FIGURE 1 - Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord**



D'après Figure Rid.1 - Bilan 2007 des changements climatiques : rapport de synthèse, GIEC.

## COMPRENDRE LES SCÉNARIOS DU GIEC

Le **Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)**, en anglais Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), est ouvert à tous les pays membres de l'ONU et a pour mission d'évaluer les informations d'ordre scientifique, technique et socio-économique afin de comprendre les risques liés au changement climatique d'origine humaine, cerner plus précisément les conséquences possibles de ce changement et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation.

Le **GIEC propose dans son rapport spécial publié en 2000, quatre ensembles de scénarios socio-économiques d'émission de GES, dit SRES, et appelés "familles" (A1, A2, B1 et B2)**. Au total 40 scénarios décrivent des mondes futurs, tous également valides, sans probabilités de concrétisation attribuées.

Ces scénarios d'émissions à long terme élaborés en 1990 et 1992 ont été largement utilisés pour analyser les changements climatiques possibles, leurs impacts et les solutions pour les atténuer.

Les scénarios socio-économiques, dits SRES - Special Report on Emissions Scenarios (Rapport Spécial sur les Scénarios d'Émissions) - développés en 2000 par le GIEC, sont définis à partir de différentes évolutions possibles des principaux paramètres de l'économie mondiale.

Parmi ces futurs possibles, les scénarios A2 et B1 décrivent des évolutions très contrastées, et ont servi de scénarios références pour modéliser les évolutions du changement climatique. Dans le scénario A2, le recours à l'énergie n'est limité par aucune contrainte forte, et les émissions de GES sont très importantes. Dans le scénario B1, certaines mesures partielles de réduction des GES et des aérosols sont prises en compte, en réponse à des préoccupations environnementales d'ordre local ou régional, telles que les problèmes de qualité de l'air.

Cependant, on notera que le scénario retenu aujourd'hui comme étant le plus probable par les scientifiques est le scénario A1B, qui correspond à un scénario intermédiaire entre ces scénarios A2 et B1.

### EN SAVOIR +

Le site du GIEC :

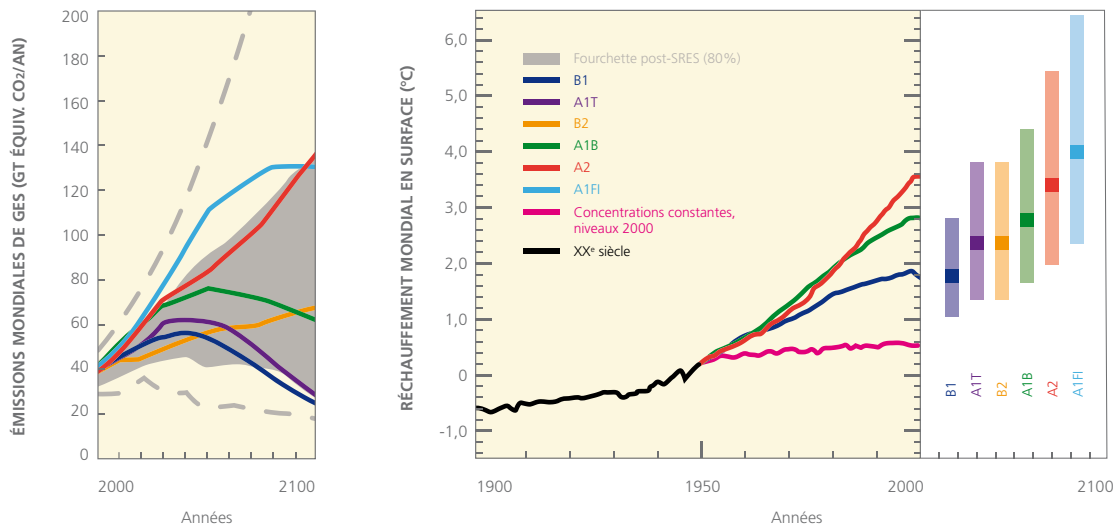
[www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_french.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml)

Portail Drias<sup>les futurs du climat</sup> : [www.drias-climat.fr](http://www.drias-climat.fr)

Rapport spécial du GIEC – Scénarios d'émissions, 2000 : [www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-fr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-fr.pdf)

	OBJECTIFS PLUS ÉCONOMIQUES	OBJECTIFS PLUS ENVIRONNEMENTAUX ET POUR L'ÉQUITÉ SOCIALE
Convergence entre régions (monde homogène)	<p><b>A1</b> Population mondiale maximum au milieu du siècle puis diminuant. Croissance économique très rapide. Nouvelles technologies plus efficaces introduites rapidement.</p> <p><b>3 groupes :</b> (A1FI) - Forte intensité de combustibles fossiles (A1T) - Sources d'énergie autres que fossiles (A1B) - Équilibre entre les sources</p>	<p><b>B1 – dit optimiste</b> Population mondiale maximum au milieu du siècle puis diminuant. Changements rapides vers une viabilité économique, sociale et environnementale. Sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.</p>
Convergence lente des régions (monde hétérogène)	<p><b>A2 – dit pessimiste</b> Croissance continue de la population mondiale. Développement économique lent. Autosuffisance et préservation des identités locales.</p>	<p><b>B2</b> Population mondiale croît à un rythme plus faible que dans A2. Niveaux intermédiaires de développement économique et évolution technologique moins rapide que A1 et B1. Solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale.</p>

**FIGURE 2 - Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000-2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures en surface**



D'après Figure Rid.5 - Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse, GIEC.

### INFOS +

**À gauche :** émissions mondiales de GES (en Gt équivalent CO<sub>2</sub>) en l'absence de politiques climatiques additionnelles : six scénarios illustratifs de référence (SRES, lignes colorées) et intervalle au 80<sup>e</sup> percentile des scénarios publiés depuis le SRES (post-SRES, partie ombrée). Les lignes en pointillés délimitent la plage complète des scénarios post-SRES. Les GES sont le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub>, le N<sub>2</sub>O et les gaz fluorés.

**À droite :** les courbes en trait plein correspondent aux moyennes mondiales multimodèles du réchauffement en surface pour les scénarios A2, A1B et B1, en prolongement des simulations relatives au XX<sup>e</sup> siècle. Ces projections intègrent les émissions de GES et d'aérosols de courte durée de vie. La courbe en rose ne correspond pas à un scénario mais aux simulations effectuées à l'aide de modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan (MCGAO) en maintenant les concentrations atmosphériques aux niveaux de 2000. Les barres sur la droite précisent la valeur la plus probable (zone foncée) et la fourchette probable correspondant aux six scénarios de référence du SRES pour la période 2090-2099. Tous les écarts de température sont calculés par rapport à 1980-1999.

### Nouveaux scénarios et nouvelles méthodes pour le 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC.

Pour tenir compte des évolutions socio-économiques et de la connaissance du système climatique depuis 2000, le GIEC appuiera la rédaction de son 5<sup>ème</sup> rapport en 2013 sur des nouveaux scénarios fournis par la communauté scientifique et une nouvelle méthode de travail. Les scientifiques ont défini a priori quatre scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, les RCP (Radiative Concentration Pathways) qui prennent en compte l'évolution de la connaissance sur les forces motrices des émissions et des méthodologies. Ces forces motrices sont par exemple la croissance démographique, le développement socio-économique et l'évolution technologique mais aussi l'intensité du

carbone dans l'approvisionnement énergétique, le fossé entre les revenus des pays développés et des pays en développement, et les émissions de soufre.

À partir de ces scénarios de référence, les équipes travaillent simultanément et en parallèle : les climatologues produisent des projections climatiques utilisant les RCP comme entrée, tandis que les socio-économistes élaborent des scénarios socio-économiques débouchant sur des scénarios d'émissions, à comparer aux RCP.

### EN SAVOIR +

Les nouveaux scénarios utilisés par le GIEC : quelques clés pour comprendre, GICC, 2012 : [www.gip-ecofor.org/doc/drupal/gicc/Synthese\\_Scenarios\\_V2.pdf](http://www.gip-ecofor.org/doc/drupal/gicc/Synthese_Scenarios_V2.pdf)



## • Les principaux effets du changement climatique

- L'augmentation de température à la surface du globe est la principale manifestation du changement climatique.

L'évolution de la température n'est cependant pas uniforme aux différents points de la planète :

- **Les continents se réchauffent plus que les océans.** L'inertie thermique des océans est plus importante que celle des continents. Les océans étant plus étendus dans l'hémisphère sud, le réchauffement y est plus limité
- **La partie septentrionale subit le réchauffement le plus fort.** Cette amplification arctique est liée au fait que la neige et la glace, si elles fondent quelque peu, provoquent une diminution de la réflexion du rayonnement solaire, donc une absorption accrue de ce rayonnement, un réchauffement et ainsi une rétroaction positive.

**Alors que la tendance globale est au réchauffement, certaines années peuvent être particulièrement fraîches localement.** C'est le cas de l'année 2010 en France métropolitaine (la plus froide de ces deux dernières décennies à égalité avec 1996). Pour autant, l'année 2011 se révèle être l'année la plus chaude que l'Hexagone ait connue depuis 1900. Les variations annuelles météorologiques ne doivent donc pas être interprétées hâtivement. C'est l'observation de série de données homogénéisées qui permet de dégager la tendance.

D'ici 2100, le monde aura connu des changements qu'il est difficile d'imaginer – aussi difficile qu'imaginer à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle les changements survenus dans les 100 années qui nous en séparent.

Le changement climatique se traduit par des effets directs et indirects déjà perceptibles.

## •• Les effets directs

*Augmentation des températures, modifications des régimes de précipitations... et autres modifications des paramètres climatiques ou physico-chimiques des milieux.*

### Les principaux effets directs à l'échelle nationale

**L'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC),** créé en 2001, a trois missions principales :

- collecter et diffuser les informations sur les risques liés au réchauffement climatique,
- formuler des recommandations sur les mesures d'adaptation à envisager pour limiter les impacts du changement climatique,
- être le point focal du GIEC en France.

**Il fournit une liste de quelques indicateurs de l'évolution dans le temps du changement climatique** pouvant rendre compte des raisons de cette évolution :

- le nombre de journées de températures dites estivales,
- le nombre de jours de gel,
- le nombre annuel de jours de pluies diluviennes dans le Sud-Est méditerranéen de la France,
- la température de l'air dans les départements français d'Amérique,
- la température moyenne en métropole.

### EN SAVOIR +

**Le site de l'ONERC :** [www.developpement-durable.gouv.fr/Impacts-et-adaptation-ONERC-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Impacts-et-adaptation-ONERC-.html)

**Le rapport final IMFREX :**  
[http://imfrex.mediasfrance.org/web/documents/downloads/rapport\\_final\\_imfrex.pdf](http://imfrex.mediasfrance.org/web/documents/downloads/rapport_final_imfrex.pdf)

Les travaux de recherche menés par Météo-France permettent de préciser les évolutions climatiques à l'échelle du territoire français : l'augmentation des températures en France au cours du XX<sup>e</sup> siècle est de l'ordre de 1°C. Ils renseignent aussi sur les tendances attendues au XXI<sup>e</sup> siècle :

- **un réchauffement en toutes saisons**, plus marqué l'été que l'hiver,
- **des précipitations en diminution sur les régions méditerranéennes.**

Le projet IMFREX (Impact des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent, de température et de précipitations) a permis d'évaluer les conséquences du changement climatique en matière d'aléas climatiques extrêmes.

Les conclusions sont :

- une augmentation de la fréquence, de la durée, et de l'intensité des **vagues de chaleur estivales. Les vagues de froid disparaissent** pratiquement du paysage à la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle.
- une augmentation **des fortes précipitations hivernales** dans une grande moitié nord du pays. Les crues lentes d'hiver et de printemps seraient en augmentation.
- une augmentation des **sécheresses estivales et automnales**, surtout dans le Sud.
- une faible augmentation des fréquences de vent fort sur la moitié Nord.



**Sophie MARTINONI-LAPIERRE**, ingénieur Météo-France Direction Centre-Est

### **Quelles sont les précautions à prendre pour l'utilisation des simulations climatiques ?**

**Lorsque l'on travaille sur des données prospectives, il est important de garder en tête les hypothèses qui sous-tendent la production de ces données.** Il est également important d'estimer au mieux l'incertitude qui leur est associée. En matière de climat, il est donc toujours recommandé de confronter, pour un même territoire, les résultats issus :

- de différents modèles de climat (par exemple pour les modèles français : ceux du Centre National de Recherches Météorologiques et de l'Institut Pierre Simon Laplace,
- et de différents scénarios d'émissions (scénarios d'émissions supports des travaux du GIEC de 2007 : A1B, A2...).

**C'est la prise en compte de ces différentes approches qui permet d'encadrer correctement le possible devenir du climat.** Il convient donc de traduire les impacts du changement climatique en termes d'intervalles, avec autant d'hypothèses "optimistes", "pessimistes" ou "médianes" que le permettent les différentes simulations ; et de ne pas baser la réflexion sur une référence quantitative unique.

Il est très lourd de refaire des simulations pour une zone donnée du territoire et cela doit être réservé à des cas ciblés (ex : îlot de chaleur urbain dans les grosses agglomérations). On pourrait alors être tenté d'extrapoler pour un secteur géographique particulier une information fournie par des simulations climatiques, et, transcrite sous forme de carte à l'échelle de la France, voire de la Région. Mais, il faut toujours s'interroger sur la pertinence de la donnée simulée pour une utilisation locale. En effet, certaines simulations seront suffisamment pertinentes pour être utilisées directement à l'échelle locale, d'autres pas.

**Le portail DRIAS<sup>les futurs du climat</sup> donne accès aux projections climatiques régionalisées et constitue une source d'information adaptée pour l'analyse des impacts locaux du changement climatique.**

## :: Les effets indirects

*Ils résultent de la réaction des écosystèmes et des sociétés aux effets directs du réchauffement climatique. Ainsi la hausse des températures, la diminution du nombre de jour de gel... auront des répercussions sur la productivité végétale, la compétition pour la ressource en eau, la perte d'habitats et d'espèces...*

### Les principaux effets indirects à l'échelle nationale

Dès 2006, la stratégie nationale d'adaptation au changement climatique mettait en avant :

- **Des opportunités positives** : dont il faut pouvoir tirer profit, comme l'augmentation de la productivité agricole et forestière pour certaines espèces, le renouveau de l'attractivité de certains secteurs touristiques (montagne en été...), la diminution des besoins de chauffage en hiver...
- **La question centrale de la ressource en eau et des conflits d'usage** : tant en quantité qu'en qualité, l'état de la ressource en eau aura des répercussions sur l'urbanisation, l'industrialisation, le développement agricole, touristique... Les enjeux de l'accès à l'eau potable et de la préservation des milieux et, en particulier, de la reconquête des milieux aquatiques, en seront renforcés.
- **La question de la sécurité publique** : les conditions météorologiques nouvelles combinées à l'évolution de l'aménagement du territoire accentueront les situations de risques naturels (incendie en particulier, stabilité des infrastructures et des versants, retrait-gonflement d'argile...)
- **Les aspects sanitaires** : des événements de forte chaleur, de fortes précipitations, des conditions propices à des pics de pollution, au développement de plantes allergisantes augmenteront les situations d'urgence. La connaissance de ces phénomènes doit orienter les choix d'aménagement du territoire et l'organisation des solidarités.

### EN SAVOIR +

#### Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique :

[www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ecologie/pdf/Strategie\\_Nationale\\_2.17\\_Mo-2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ecologie/pdf/Strategie_Nationale_2.17_Mo-2.pdf)

### +2°C à la surface du globe

Est "considérée comme une limite supérieure au-delà de laquelle on s'attend à ce que les

risques de dommages aux écosystèmes et les réponses non linéaires augmentent rapidement"<sup>7</sup>. C'est :

- **l'estimation minimale** la plus probable du réchauffement qui nous est annoncée quelque soit le scénario d'émissions du GIEC,
- **une augmentation encore plus marquée** en Rhône-Alpes, car le réchauffement sera plus fort sur les continents et à nos latitudes,
- **des conditions de confort** qui changent en ville en particulier, des possibilités de vendanger plus précocement, certaines activités de loisirs et de tourisme possibles sur une période plus longue...

En modifiant des facteurs écologiques tels que les paramètres climatiques (température, pluviosité, hygrométrie, enneigement...) ou encore la teneur en gaz dissous ou la salinité des eaux, la réserve en eau d'un sol... les processus engagés dans le changement climatique influent sur les conditions de développement des espèces, communautés ou écosystèmes qui ont leurs propres limites de tolérance vis-à-vis de ces facteurs. Les relations entre et au sein des espèces mais aussi avec les activités humaines sont alors impactées et déstabilisées en second lieu.

### EN SAVOIR +

#### Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts Rapport de la mission interministérielle :

[http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapport1796\\_changements\\_climatiques\\_et\\_feux\\_de\\_foret.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapport1796_changements_climatiques_et_feux_de_foret.pdf)

### 33% de la surface forestière métropolitaine sensible aux feux de forêt

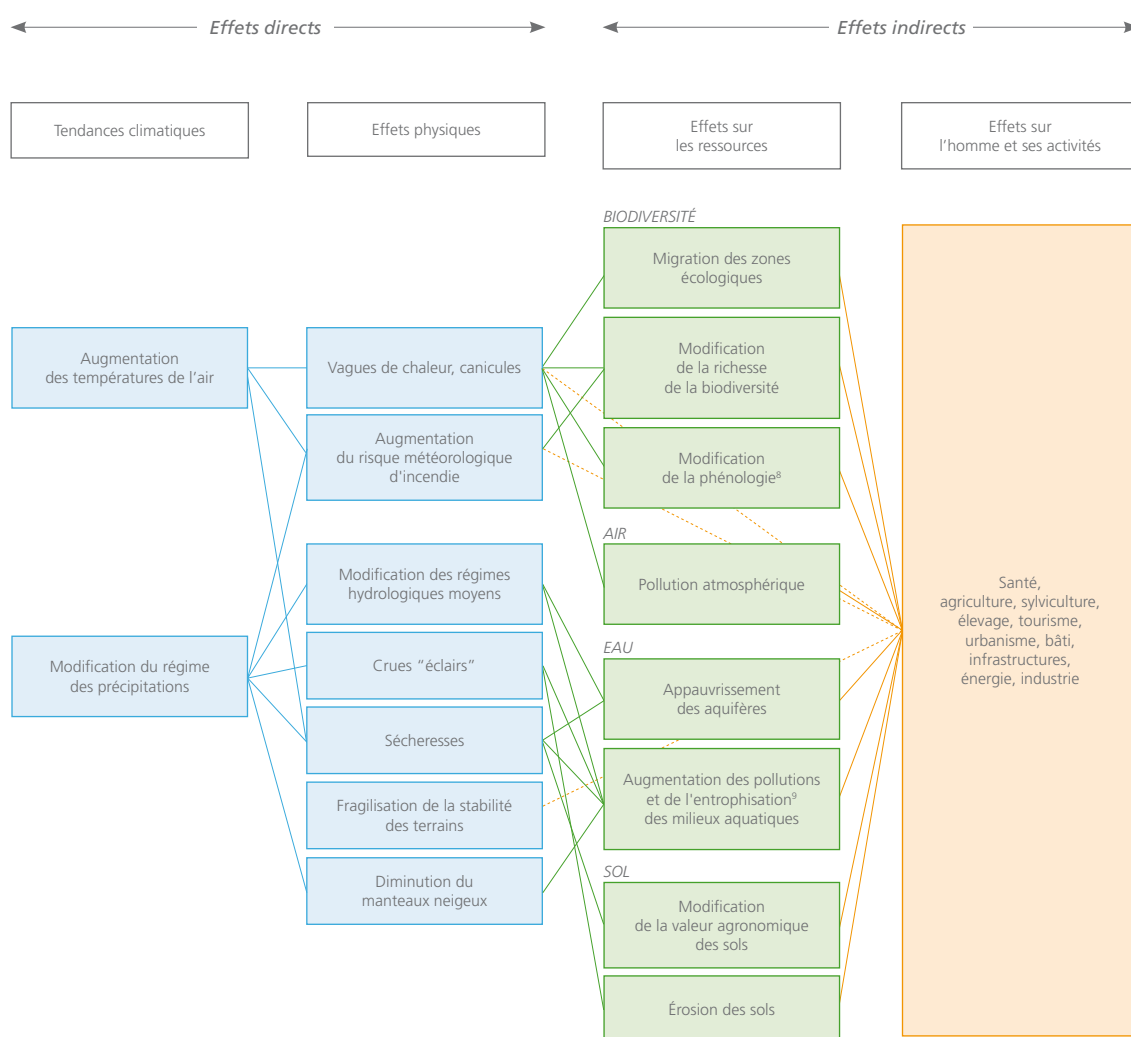
Cette proportion, calculée à ce jour, passerait à 40 % en 2040, en lien avec le réchauffement du climat. La zone sensible s'étendrait vers le nord et en altitude.

<sup>7</sup> Rapport de 1990 de l'Advisory Group on Greenhouse Gases

## COMPRENDRE LES CHAÎNES D'EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les effets directs sont en rapport avec le climat, les effets indirects en rapport avec les milieux et les sociétés. Tous sont liés par des relations de causalité.

**FIGURE 3 - Chaînes des effets du Le changement climatique en Rhône-Alpes**



### EN SAVOIR +

La figure 3 est inspirée du Schéma d'Alexandre MAGNAN, *La Méditerranée au futur, Des impacts du changement climatique aux enjeux d'adaptation*, IDDRI, Mai 2009 :

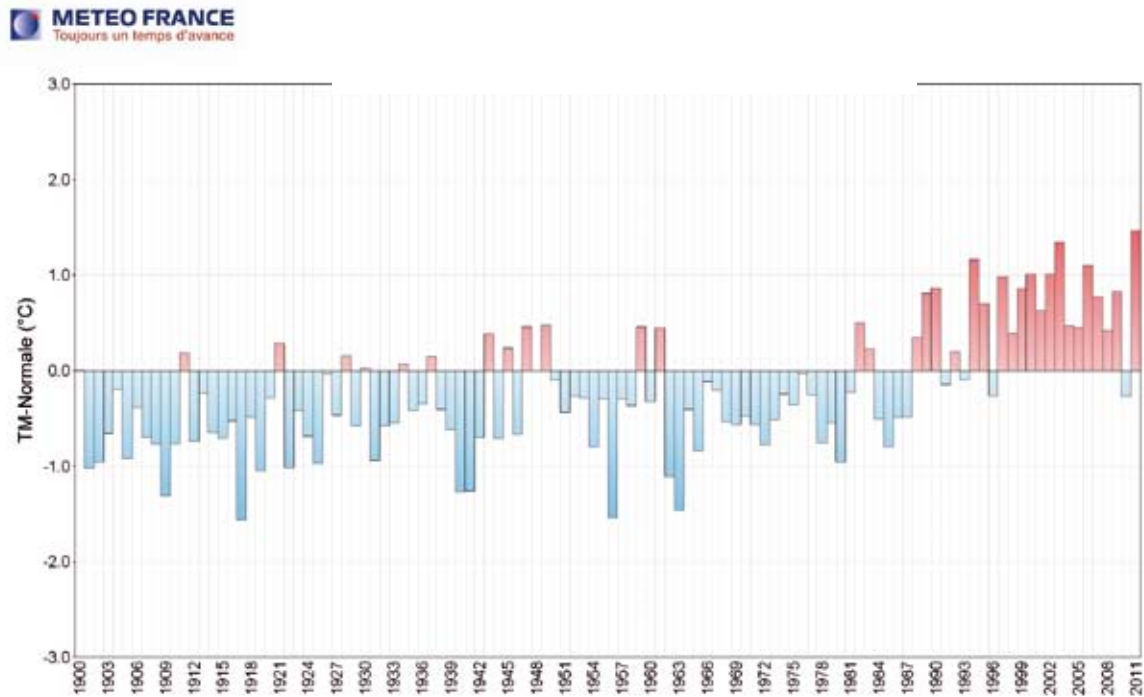
[www.iddri.org/iddri/Equipe/Alexandre-Magnan](http://www.iddri.org/iddri/Equipe/Alexandre-Magnan)

<sup>8</sup> Voir le glossaire

<sup>9</sup> Voir le glossaire

Alors que les indicateurs des effets directs donnent souvent une information à une échelle nationale voire régionale, les effets indirects sont ancrés au niveau local.

FIGURE 4 - La température annuelle en France depuis 1900  
Écart à la moyenne de référence 1971-2000



D'après le graphe de Météo-France de la moyenne annuelle de référence 1971-2000 de l'indicateur de température moyenne de 1900 à 2011 - Zone climatique : France

Les principaux indices en zones de montagne

Le projet SCAMPEI (Scénarios Climatiques Adaptés aux zones de Montagne : Phénomènes extrêmes, Enneigement et Incertitudes) de Météo-France a pour objectif d'apporter une réponse plus précise à la question du changement climatique dans les régions de montagne de la France métropolitaine.

Il apporte aussi des réponses sur l'ensemble de la métropole par des planches de cartes mais aussi des séries de données.

En cherchant à encadrer les marges d'incertitude par l'utilisation de modèles de prévision météorologique très différents, il permet de confirmer des tendances.

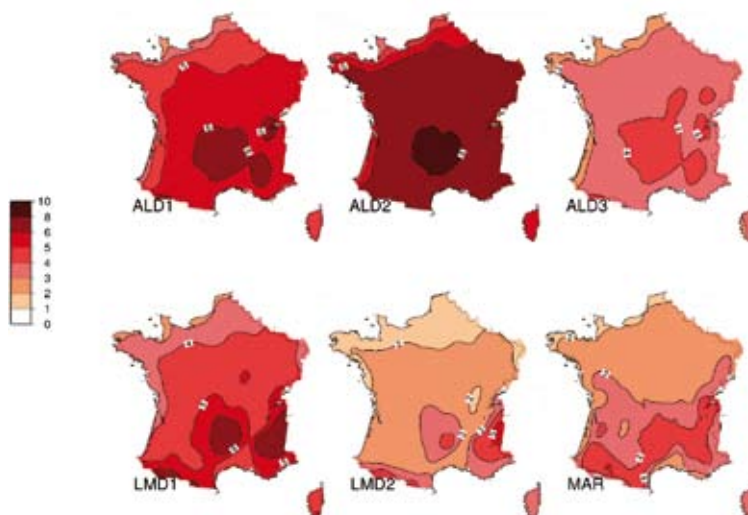
L'intérêt du projet SCAMPEI est de montrer que, notamment, tous les modèles, même le plus optimiste, prévoient **une augmentation des températures maximales diurnes à un horizon lointain (cf fig. 4)** ; tendance déjà annoncée pour un futur proche.

De même, tous les modèles prévoient **une réduction des hauteurs de neige en hiver dès un futur proche (cf fig. 5).**

EN SAVOIR +

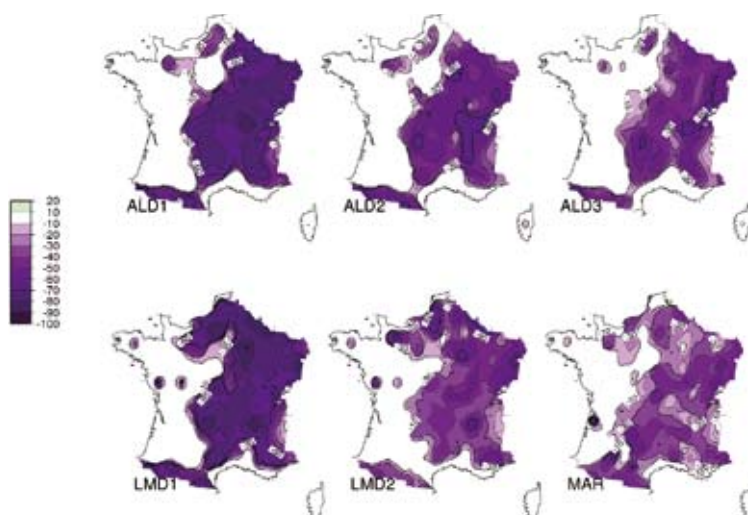
Le site du SCAMPEI : [www.cnrm.meteo.fr/scampe/](http://www.cnrm.meteo.fr/scampe/)

**FIGURE 4** - Température maximale diurne (°C) estivale estimée par les modèles pour un futur lointain



D'après le site internet SCAMPEI - Température maximale diurne en été dans un futur lointain

**FIGURE 5** - Hauteur de neige (%) en hiver estimée par les modèles pour un futur proche



D'après le site internet SCAMPEI - Hauteur de neige en hiver dans un futur proche



## QUELQUES INDICES D'EFFETS INDIRECTS

Concernant la répartition du couvert forestier, par exemple, les modèles prévoient une progression générale des aires bioclimatiques océanique et méditerranéenne ainsi qu'une régression importante des aires bioclimatiques de montagne. L'évolution de la forêt est importante pour la sylviculture mais elle a aussi des conséquences sur le paysage et sur la protection contre les risques naturels.<sup>10</sup>

Dans le cadre du Projet de recherche Carbofor de l'INRA<sup>11</sup>, la répartition géographique de 7 groupes d'espèces végétales a été analysée par une méthode de discrimination en fonction du climat actuel et du climat futur<sup>12</sup>, selon le scénario B2 du GIEC.

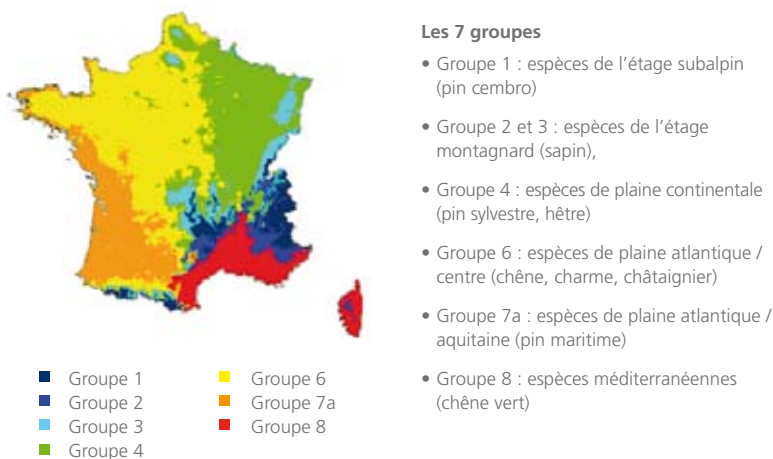
### EN SAVOIR +

Site de l'INRA Nancy : **Impact du réchauffement climatique sur la répartition des essences forestières françaises**

[www.nancy.inra.fr/la\\_sciences\\_et\\_vous/dossiers\\_scientifiques/rechauffement\\_climatique\\_et\\_forets\\_francaises](http://www.nancy.inra.fr/la_sciences_et_vous/dossiers_scientifiques/rechauffement_climatique_et_forets_francaises)

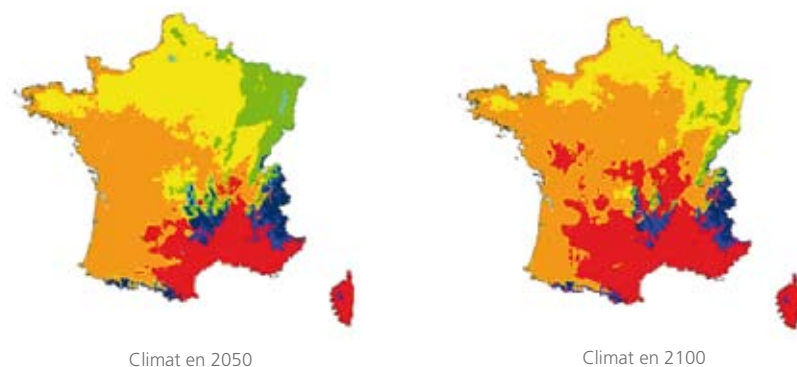


FIGURE 7 - La répartition géographique actuelle des espèces végétales



D'après le site internet de l'INRA Nancy - Modélisation des aires de répartition des groupes chorologiques

FIGURE 8 - La répartition géographique prévisible des espèces végétales



D'après le site internet de l'INRA Nancy - Modélisation des aires de répartition des groupes chorologiques

<sup>10</sup> ClimChalp – Impacts du changement climatique sur les systèmes naturels – synthèse –Végétation – juin 2008 / Données issues du programme de recherche Carbofor de l'INRA

<sup>11</sup> Projet GICC – Carbofor : Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles : [www.gip-ecofor.org/gicc/?q=node/192](http://www.gip-ecofor.org/gicc/?q=node/192)

<sup>12</sup> Les figures présentent les résultats de la fonction discriminante des groupes chorologiques appliquée aux points de la grille AURELHY modifiée par les anomalies ARPEGE pour les périodes 2020-2049 et 2070-2099.



1984



1998



2006

## INFOS +

Retrait du glacier des Bossons (Haute-Savoie) entre 1984, 1998 et 2006. Photos de R. Vivian, L. Moreau et S. Couterrand.

- **Obligations et responsabilités des collectivités locales**
- L'adaptation des territoires est une question locale par nature qui, réfléchie
- dès aujourd'hui, évitera l'adoption de mesures drastiques plus tard.

En matière d'adaptation, la responsabilité des collectivités ne se situe pas à la même échelle que pour l'atténuation des émissions de GES. Alors que toutes les collectivités ont la responsabilité partagée de l'atteinte d'objectifs mondiaux en matière de réduction des émissions de GES, les principales répercussions d'une adaptation ne se feront sentir qu'à l'échelle d'un territoire limité. Réduire ses émissions est une responsabilité de tous pour tous. S'adapter est d'abord une responsabilité locale. Les conséquences du changement climatique seront en partie écologiques et environnementales (diminution de la ressource en eau, modification des écosystèmes, impacts sur la biodiversité...) mais les collectivités locales seront également confrontées à des incidences économiques, sociales, sanitaires... La responsabilité des collectivités d'assurer le bien-être de la population locale ainsi que de veiller au bon fonctionnement du territoire est donc engagée.

**Ce constat est renforcé par un contexte juridique international incertain concernant les politiques d'atténuation.** Le protocole de Kyoto arrive à échéance en 2012 et aucune suite n'a pour le moment été mise en place entre les différents états. **Si le contexte européen est plus clair en matière d'atténuation,** l'Union Européenne s'est engagée à réduire ses émissions de GES de 20 % d'ici 2020 avec la politique ambitieuse des "3x20". Aucune politique contraignante d'adaptation est aujourd'hui en place. L'Europe est actuellement en phase de réflexion sur ce sujet (un livre blanc sur l'adaptation a été achevé en 2009).

**A contrario, la France, en matière d'adaptation, est pionnière.** Elle a créé dès 2001 l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC). Dans le cadre de la loi Grenelle II, elle rend obligatoire l'élaboration d'un **Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE)** et d'un **Plan Climat-Énergie Territorial (PCET)** pour les collectivités de plus de 50 000 habitants. Elle introduit les questions énergétiques et climatiques au sein des codes de l'urbanisme et de l'environnement et précise les liens juridiques entre outils de l'urbanisme et de l'aménagement avec les outils de planification énergétique et climatique. Ainsi, les PCET, qui doivent être compatibles avec les orientations du SRCAE, doivent être pris en compte pour les Schémas de cohérence territoriale (SCoT) et Plans locaux d'urbanisme (PLU).

## EN SAVOIR +

Climat, tout savoir sur la politique de la France : [www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Climat\\_.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Climat_.pdf)

## CONNAÎTRE LA NATURE DES RELATIONS RÉGLEMENTAIRES ENTRE LES DÉMARCHES ET LES DOCUMENTS SUR LES TERRITOIRES



### UN PCET DOIT ÊTRE COMPATIBLE AVEC LE SRCAE

L'obligation de compatibilité est une exigence de non-contrariété. C'est-à-dire que la norme inférieure ne doit pas faire obstacle à la norme supérieure. Ainsi, les PCET ne devront pas empêcher la mise en œuvre du SRCAE. Les deux outils comprendront deux volets : atténuation des émissions de GES et adaptation aux effets du changement climatique. De la même manière, le Plan de déplacement Urbain (PDU) doit être compatible avec le SRCAE.



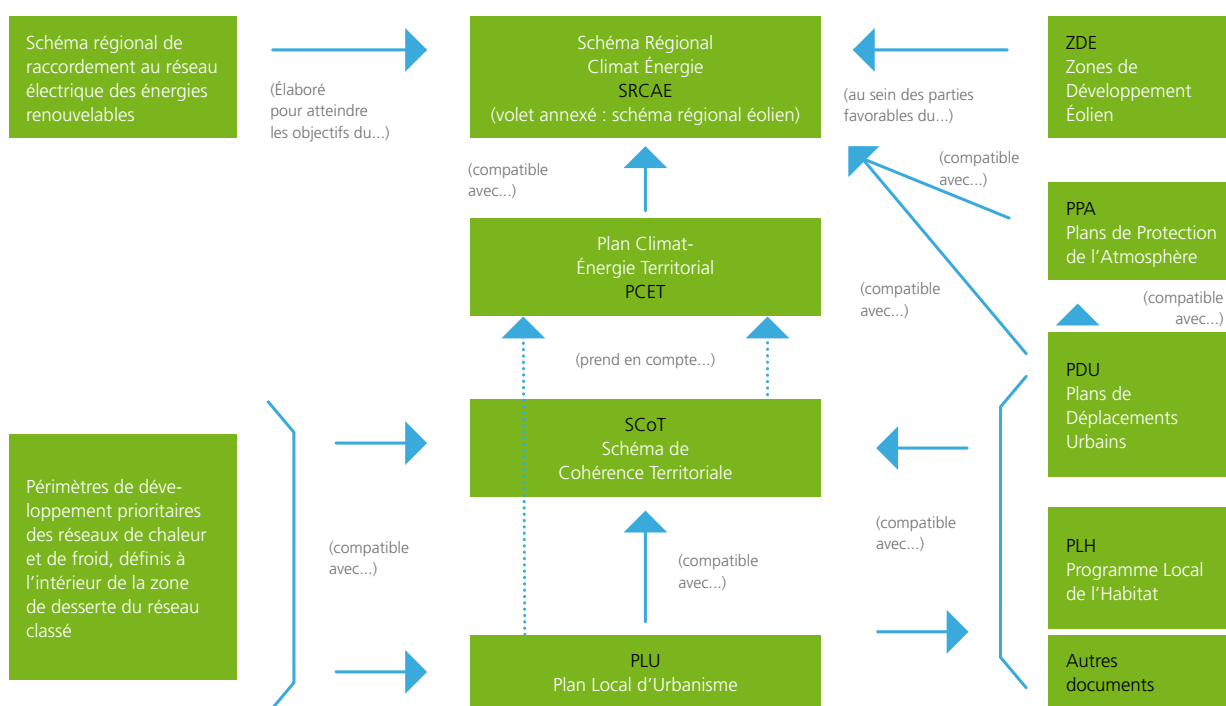
### SCoT ET PLU DOIVENT PRENDRE EN COMPTE UN PCET

L'obligation de "prise en compte" signifie que la règle inférieure ne doit pas méconnaître les principes de la règle supérieure. SCoT et PLU devront s'inscrire dans les objectifs du PCET, et s'ils s'en écartent, le justifier. Les orientations et règlement de ces outils d'urbanisme devront répondre à des préoccupations de réduction des émissions de GES et d'adaptation aux effets du changement climatique.



### UN PLU DOIT ÊTRE COMPATIBLE AVEC LE SCoT

FIGURE 9 - Coordination des démarches territoriales (nouvelle architecture en 2010)



D'après Décryptage Grenelle : énergie et climat, CERTU, 2011.

## POUVOIR FAIRE RÉFÉRENCE AUX TEXTES RÉGLEMENTAIRES

### EN SAVOIR +

**Décryptage Grenelle : énergie et climat CERTU, 2011 :**

[www.certu-catalogue.fr/decryptage-grenelle-energie-et-climat.html](http://www.certu-catalogue.fr/decryptage-grenelle-energie-et-climat.html)

### EN SAVOIR +

**Décret n° 2011-829 du 11 juillet 2011 relatif au bilan des émissions de gaz à effet de serre et au Plan Climat-Énergie territorial :**

[www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=1E60147E79AB87D7FB580B90B0AC0199.tpdjo13\\_v\\_3?cidTexte=JORFTEXT000024353784&dateTexte=20110816#](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=1E60147E79AB87D7FB580B90B0AC0199.tpdjo13_v_3?cidTexte=JORFTEXT000024353784&dateTexte=20110816#)

Le **Code de l'Urbanisme** pose la responsabilité des collectivités territoriales en matière d'adaptation au changement climatique à travers leurs compétences en urbanisme. Son article L.110 stipule en effet que leur action en matière d'urbanisme contribue à la lutte contre "le changement climatique et à l'adaptation à ce changement".

Le **Code de l'environnement**, quant à lui, inscrit :

- **dans son article l'article L.222-1, les Schémas Régionaux du Climat de l'Air et de l'Énergie (SRCAE)** qui ont pour objectifs principaux de :
  - renforcer la cohérence de l'action territoriale en lui donnant un cadre stratégique et prospectif,
  - articuler les enjeux et objectifs régionaux et territoriaux avec les engagements nationaux et internationaux de la France dans le domaine de l'air, de l'énergie et du climat,
  - intégrer les problématiques traitées auparavant de manière distincte dans des documents séparés (schéma éolien, plan régional qualité de l'air).

Élaborés par le Préfet de région et le Président du Conseil régional après consultation des collectivités territoriales concernées, évalués tous les 5 ans et révisés si nécessaire, ils fixent à l'échelle du territoire régional et à l'horizon 2020 et 2050 :

- les orientations permettant d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre et de s'adapter aux effets du changement climatique. Ils définissent également les objectifs régionaux de maîtrise de l'énergie,

- les orientations permettant de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique et d'en atténuer les effets.

Les orientations s'imposent aux PCET qui ont comme but de mettre en place des actions concrètes.

- **dans son article L.229-26, les Plans Climat-Énergie Territoriaux (PCET)**, qui ont pour objectifs principaux "d'atténuer et lutter efficacement contre le réchauffement climatique et de s'y adapter".

Obligatoires pour les collectivités locales de plus de 50 000 habitants, ils restent des démarches volontaires pour les autres collectivités. Lorsque ces dernières s'engagent dans l'élaboration d'un projet territorial de développement durable ou un Agenda 21 local, le Plan Climat-Énergie Territorial en constitue le volet climat.

**Le Décret n° 2011-829 du 11 juillet 2011 relatif au bilan des émissions de gaz à effet de serre et au Plan Climat-Énergie Territorial** fixe le contenu et les échéances relatives à l'établissement des bilans d'émissions de gaz à effet de serre ainsi que des plans climat-énergie territoriaux<sup>13</sup>. "En tenant compte des bilans des émissions de gaz à effet de serre prévus à l'article L. 229-25 (ndlr : du code de l'Environnement), ce plan définit, dans les champs de compétences respectifs de chacune des collectivités publiques ... /... Les objectifs stratégiques et opérationnels de la collectivité afin d'atténuer et lutter efficacement contre le réchauffement climatique et de s'y adapter...".

<sup>13</sup> L'échéance d'un premier bilan est fixée au plus tard le 31 décembre 2012 pour les collectivités concernées ; différée lorsqu'un premier bilan des émissions de gaz à effet de serre a été établi durant les douze mois précédant la publication du décret et lorsqu'un plan climat-énergie a été adopté dans les trois ans précédant cette même publication.

## ❖ LA DÉCISION PUBLIQUE À L'ÉPREUVE DE L'INCERTITUDE SCIENTIFIQUE SUR L'AMPLEUR DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

**Les pouvoirs publics ont cette mission difficile de devoir prendre des décisions en situation souvent nouvelle, quand la connaissance pour trancher n'est pas encore assez fine, quand le calendrier des décisions à prendre ne peut respecter le calendrier de l'expertise scientifique, quand la responsabilité d'élus, garants de la santé et de la sécurité publique à l'échelle du territoire est engagée.**

C'est bien dans cette situation d'incertitude que le changement climatique en cours nous plonge. Le réchauffement futur global est une certitude mais l'ampleur du changement n'est pas connue précisément et les connaissances disponibles ne permettent pas toujours de caractériser les impacts, en particulier au niveau local.

Le journal officiel de la République française n°0087 du 12 avril 2009 définit les principes de prévention et de précaution. Il distingue le principe de précaution de celui de prévention qui s'applique exclusivement aux risques avérés<sup>14</sup>. Dans le cas du changement climatique en cours, le lien est donc ténu entre les régimes de prévention et de précaution. Toutefois la loi dite Barnier de 1995<sup>15</sup> en instituant le principe de précaution, rappelle que **l'incertitude ne constitue pas une raison valable de remettre à plus tard l'adoption de décisions de nature à éviter un éventuel dommage.**

Face aux situations comportant un doute, le Comité de la prévention et de la précaution (CPP) préconise aux pouvoirs publics, de :

- mobiliser rapidement les savoirs et les informations pour établir aussi clairement que possible les limites des connaissances existantes, afin d'en faire le meilleur usage ;
- de désigner un pilote qui organisera le processus d'élaboration de la décision.

### La mobilisation des savoirs et des informations

La responsabilité première de la puissance publique est d'établir **une connaissance scientifique de qualité, et de se donner les moyens de faire partager cette connaissance** par tous les publics concernés, notamment les habitants concernés, ainsi que tous les protagonistes.

La collectivité recueillera cette connaissance scientifique directement auprès d'organismes de recherche, publics ou indépendants, dans le cadre de programmes, ou auprès de relais d'information comme le GIEC<sup>16</sup> au niveau international, l'ONERC<sup>17</sup> ou l'ADEME au niveau national, ou d'un observatoire régional des effets du changement climatique, ou encore d'un ensemble d'acteurs associatifs tels que Rhônalpénergie-Environnement (RAEE), Mission Développement Prospective (MDP) en Savoie, CIPRA France, Points Info Énergie de Rhône-Alpes (IERA), Réseau Action Climat (RAC-France)...



### QU'EST-CE QUE L'INCERTITUDE ?

C'est le caractère d'une situation que l'on ne peut pas caractériser aussi précisément qu'on le souhaiterait.

### EN SAVOIR +

**La décision publique face à l'incertitude Clarifier les règles, améliorer les outils, Comité de la prévention et de la précaution (MEEDDM), mars 2010 :**

[www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis-CPP\\_Decision\\_et\\_incertitude.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis-CPP_Decision_et_incertitude.pdf)

<sup>14</sup> "Le principe de précaution" rapport au premier ministre, présenté par Philippe Kourilsky, professeur au collège de France, membre de l'institut de France, et Geneviève Viney, professeur à l'université Paris I, du 15/10/1999.

<sup>15</sup> Loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, Art. L110-1 du code de l'environnement - 1° Le principe de précaution, selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable.

<sup>16</sup> GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat.

<sup>17</sup> ONERC : Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique.

Dans tous les cas, à l'interface entre Science et Société, elle devra conserver à l'esprit que le sujet du changement climatique est complexe et demande, encore plus que d'autres sujets, de composer avec :

- **ce qui caractérise la sphère scientifique** c'est-à-dire : la recherche d'autonomie, le débat contradictoire, la méthode expérimentale qui ne permet au scientifique de tirer des conclusions que sur la base d'hypothèses validées par des expériences répétées et de données mesurées,
- **l'émergence du principe de précaution** issu du décalage entre le rythme d'acquisition des connaissances par la science et l'urgence de la prise de décision publique,
- **la forte médiatisation des controverses scientifiques** qui peuvent semer le doute dans l'esprit des citoyens,
- **la prégnance de l'économie** qui diminue l'espace du politique et du débat citoyen<sup>18</sup>.

#### Le processus d'élaboration de la décision

La collectivité favorisera **le dialogue interdisciplinaire en vue d'une compréhension partagée** des phénomènes en cours et des enjeux par delà les différences terminologiques et conceptuelles. **L'évaluation préalable des risques** à l'échelle du territoire (ou l'analyse de sa

vulnérabilité) tiendra compte des très nombreuses interactions avec les acteurs concernés par les conséquences ou les porteurs d'une information pertinente.

Les débats devront permettre de répondre à deux questions fondamentales :

- **un risque est-il avéré ou potentiel, ou peut-on raisonnablement, en l'état des connaissances, écarter la possibilité de dommages ?**
- **quelles actions les autorités publiques doivent-elles engager pour y faire face ?**

La référence à l'évaluation des risques environnementaux demande d'identifier un danger, d'apprécier les effets de sa survenue pour la collectivité et les probabilités de survenue de dommages ainsi que l'ampleur de ces dommages.

Dans le cas du changement climatique en cours, l'incertitude reste relative puisqu'on n'ignore ni l'existence de ce changement en cours, ni son origine, ni les liens de causalité entre le réchauffement et certains effets au niveau global (transformation de la cryosphère, acidification des océans, migration de certaines espèces...). Même si il est difficile de quantifier le risque, il est cependant avéré. Des scénarios sont possibles et les politiques nationales d'adaptation sont situées au sien des politiques d'anticipation.

<sup>18</sup> La Science face aux citoyens, Global chance, Politis, n°28, décembre 2010.





# CONTEXTE HISTORIQUE DE LA QUESTION CLIMATIQUE

## AU NIVEAU INTERNATIONAL

**1987** › **Protocole de Montréal** sur les CFC et HCFC<sup>20</sup>. Premier accord international, contraignant en matière d'environnement et ayant trait à l'atmosphère, à avoir été ratifié par de nombreux pays. La notion de changement climatique n'est pas encore à l'ordre du jour.

**1972** › **Conférence des Nations Unies sur l'environnement à Stockholm**<sup>19</sup>. C'est la première conférence internationale en matière d'environnement. On ne parle pas encore de changement climatique mais la Déclaration de Stockholm adopte une série de principes pour une gestion écologiquement rationnelle de l'environnement. Elle est l'acte fondateur du droit international de l'environnement.

**1988** › **Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat**, créé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Ouvert à tous les pays membres de l'ONU et de l'OMM, l'une des principales activités du GIEC consiste à procéder, à intervalles réguliers, à une évaluation de l'état des connaissances relatives au changement climatique. Le GIEC élabore aussi des rapports spéciaux et des documents techniques sur des sujets qui nécessitent des informations et des avis scientifiques indépendants et contribue en outre à la mise en œuvre de la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) par ses travaux sur les méthodes à appliquer pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

**1992** › **Sommet de la Terre de Rio**<sup>21</sup>. Il donne naissance au 1er instrument juridique international sur le climat : la Convention Cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC). Entrée en vigueur en 1994, elle a été ratifiée par 192 pays fin 2009. En signant cette convention cadre, les pays s'engagent à "prévoir, prévenir ou atténuer les causes du changement climatique et à en limiter les effets néfastes". Une fois par an, la Conférence des Parties (COP) tire un bilan.

**1995** › **Conférence des parties à Berlin (COP 1)**<sup>22</sup> : référence à la nécessité d'évaluation de la vulnérabilité et à la préparation de mesures d'adaptation.

**2001** › **Conférence des parties à Marrakech (COP 7)**<sup>24</sup> : directives pour la préparation de programmes nationaux d'adaptation.

**2007** › **La conférence des parties à Bali (COP 13)**<sup>25</sup> permet une nouvelle avancée. Les pays développés et en développement ont adopté la feuille de route de Bali qui définit les thèmes (adaptation, atténuation, développement et transfert de technologies propres et mécanismes de financement) et le calendrier des négociations. Enfin, les actions visant à lutter contre le changement climatique sont reconnues comme devant être intimement liées aux objectifs et besoins de la croissance économique et du développement durable.

**2009** › **Conférence des parties à Copenhague (COP 15)**<sup>26</sup> : mobilisation de financements pour l'adaptation des pays les plus vulnérables.

**1997** › **Protocole de Kyoto**<sup>23</sup>, second outil juridique international pour lutter contre le changement climatique. Il n'est entré en vigueur qu'en 2005. Signé par 191 États, le protocole de Kyoto est le seul document officiel qui possède des objectifs chiffrés à respecter. L'objectif global est la réduction d'au moins 5% des émissions de gaz à effet de serre par rapport à l'année de référence 1990 sur la période 2008-2012. Les gaz à effet de serre comptabilisés sont le dioxyde de carbone, le méthane, le protoxyde d'azote, et trois gaz fluorés (HFC, PFC, SF6). La répartition des objectifs se fait selon 2 catégories entre les pays : les 36 pays de l'annexe 1 de la CCNUCC (pays de l'OCDE, pays de l'Est ainsi que Monaco, la Lituanie...) ont des objectifs quantitatifs. Les autres pays, comme l'Inde et la Chine par exemple, n'ont pas de contraintes au nom du principe de non-responsabilité et de droit au développement. Les États-Unis sont le seul grand pays développé à ne pas l'avoir signé.

### Références aux textes officiels / cadre international

<sup>19</sup> Conférence des Nations Unies sur l'environnement à Stockholm : [www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?ArticleID=1503&DocumentID=97&I=fr](http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?ArticleID=1503&DocumentID=97&I=fr)

<sup>20</sup> Protocole de Montréal (1987) sur les CFC et HCFC : [http://ozone.unep.org/french/Ratification\\_status/montreal\\_protocol.shtml](http://ozone.unep.org/french/Ratification_status/montreal_protocol.shtml)

<sup>21</sup> Sommet de la Terre de Rio : [www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm](http://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm)

<sup>22</sup> COP 1 à Berlin - Convention-cadre sur les changements climatiques : <http://unfccc.int/cop4/resource/docs/french/cop1/g9561656.pdf>

<sup>23</sup> Protocole de Kyoto : <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpfrench.pdf>

<sup>24</sup> COP 7 à Marrakech : third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Page 34 report of the conference of the parties on its seventh session, held at marrakesh from 29 october to 10 november 2001 : <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13.pdf>

Report of the conference of the parties on its seventh session, held at marrakesh from 29 october to 10 november 2001 addendum part two: action taken by the conference of the parties volume IV : <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a04.pdf>

<sup>25</sup> Conférence des parties à Bali : <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/fr/06a01f.pdf>

<sup>26</sup> Accords de Copenhague : <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/fr/11a01f.pdf>

## AU NIVEAU EUROPÉEN

**2001 › Stratégie européenne de développement durable**<sup>27</sup> (SEDD), définie par l'UE, acteur majeur des processus internationaux (convention, protocole). Cette stratégie comporte 7 grands défis dont le premier est le changement climatique et l'énergie propre. Cette stratégie a été adoptée par le Conseil européen en juin 2006.

**2005 › Autre communication :** "Vaincre le changement climatique planétaire"<sup>28</sup>, rédigée par la Commission européenne dans laquelle elle stipule que l'UE doit maintenant développer des stratégies à moyen et long terme au sein de l'UE et en collaboration avec la communauté internationale.

**2008 › Le paquet énergie**<sup>31</sup> (ensemble de textes légaux) a été adopté par 27 pays de l'UE. Afin d'apporter des réponses techniques aux objectifs des 3 fois 20 fixés par les chefs d'État et de gouvernement dans le domaine de la lutte contre le changement climatique, la Commission européenne a présenté une série de directives le 23 janvier 2008. L'adaptation n'est pas à l'ordre du jour.

**Objectifs européens des 3 fois 20**

En mars 2007, le Conseil européen valide une série de propositions fixant des objectifs ambitieux pour lutter contre le réchauffement climatique. L'objectif affiché est de limiter ce réchauffement à 2°C d'ici 2100 en :

- augmentant de 20 % l'efficacité énergétique d'ici 2020,
- réduisant de 20 % les émissions de GES d'ici 2020, voire de 30 % en cas d'accord international,
- atteignant une proportion de 20 % d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique totale de l'UE d'ici 2020.

**2003 › L'UE propose une stratégie** basée sur l'adaptation et l'atténuation : l'objectif général est "d'aider les pays partenaires de l'Union européenne à faire face aux défis que représentent les changements climatiques, en particulier en les aidant à mettre en œuvre la convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques et le protocole de Kyoto".

**2007 › Livre vert de la Commission européenne**<sup>29</sup> approfondit les possibilités d'actions de l'UE par rapport à l'adaptation au changement climatique. Ce livre permet de lancer une consultation sur l'orientation future de la politique européenne en matière d'adaptation au changement climatique. La consultation aboutit à la création du **Livre blanc "adaptation au changement climatique : vers un cadre d'action européen"**<sup>30</sup>, en 2009. Ce livre établit un cadre visant à réduire la vulnérabilité de l'Union européenne aux effets du changement climatique. Il est voué à évoluer suivant les connaissances scientifiques et technologiques.

**2013 › Projet de stratégie d'adaptation globale** de l'UE à concrétiser. Pour le moment ce ne sont que des communications de la Commission européenne qui n'ont pas encore été adoptées par le Conseil européen comme l'a été la Stratégie Européenne de Développement Durable.

**Références aux textes officiels / cadre européen**

<sup>27</sup> Stratégie européenne de développement durable : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0264:FIN:FR:PDF>

<sup>28</sup> Communication "vaincre le changement climatique planétaire" : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0035:FIN:FR:PDF>

<sup>29</sup> Livre vert de la Commission européenne : [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/com/2007/com2007\\_0354fr01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/com/2007/com2007_0354fr01.pdf)

<sup>30</sup> Livre blanc "adaptation au changement climatique : vers un cadre d'action européen" : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:FR:PDF>

<sup>31</sup> Le Paquet énergie : directive 2009/29/CE du 23 avril 2009 ; directive 2009/28/CE du 23 avril 2009 ; décision no 406/2009/CE du 23 avril 2009 ; directive 2009/31/CE du 23 avril 2009 ; règlement n° 443/2009 du 23 avril 2009 ; directive 2009/30/CE du 23 avril 2009

## AU NIVEAU FRANÇAIS

**2001** › **Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC)** créée avec le rôle de collecter et diffuser des documents sur les risques liés au réchauffement climatique. "Il peut également formuler des recommandations sur les mesures de prévention et d'adaptation susceptibles de limiter les risques liés au changement climatique".

**2006** › **Stratégie Nationale d'Adaptation face au Changement Climatique<sup>34</sup> (SNACC)** adoptée avec pour "objectif de permettre de mobiliser l'ensemble des acteurs concernés et de donner une cohérence d'ensemble et une légitimité aux actions à mettre en œuvre".

**2011** › **Le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique<sup>36</sup> (PNACC)** adopte 230 mesures qui concernent aussi bien la lutte contre les inondations que l'adaptation des zones littorales ou encore l'évolution des forêts et de la biodiversité.

**2003** › **Stratégie Nationale de Développement Durable<sup>32</sup> (SNDD)**, modifiée en 2006, pour correspondre à la stratégie européenne de développement durable, a été réactualisée en 2010, pour la période 2010-2013, par le Comité interministériel pour le développement durable. Elle s'articule autour de 9 défis dont le 4<sup>ème</sup> est le changement climatique et l'énergie propre.

**2004** › **Le Plan Climat national<sup>33</sup>** porte sur l'atténuation des émissions de GES uniquement. Il a été régulièrement actualisé jusqu'en 2011.

**2010** › **La Loi Grenelle II n°2010-788<sup>35</sup>** oblige la création de Schémas Régionaux Climat Air Énergie (SRCAE) et de Plans Climat-Énergie Territoriaux (PCET) : outils d'orientation et d'intervention régionaux et territoriaux. Le PCET représente le cadre d'engagement d'un territoire. Il peut correspondre à la partie climat d'un Agenda 21 et si le territoire ne possède pas d'Agenda 21, il peut en constituer le premier volet, le volet climat. Ces deux outils comportent des volets "atténuation" et "adaptation".



## LE PLAN NATIONAL D'ADAPTATION DE LA FRANCE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (2011-2015)

**En juillet 2011, la France a présenté son premier plan d'adaptation au changement climatique, premier commun au sein de l'Union européenne.**

Aux 171 millions d'euros directement dédiés aux nouvelles mesures, s'ajoutent 391 millions d'euros au titre des investissements d'avenir qui participeront de près ou de loin à l'adaptation, notamment dans les domaines de la biodiversité, de la santé, ou de l'agriculture. Par ailleurs, plusieurs mesures déjà financées dans le cadre du plan sécheresse et du plan submersion rapide (500 millions d'euros sur 2011-2016) participent également de son financement. 80 actions et 230 mesures sont programmées pour la période 2011-2015.

## EN SAVOIR +

**Plan national d'adaptation de la France aux effets du changement climatique :**

[www.developpement-durable.gouv.fr/Le-Plan-national-d-adaptation,22978.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-Plan-national-d-adaptation,22978.html)

## Références aux textes officiels / cadre français

<sup>32</sup> Stratégie nationale de développement durable : [www.developpement-durable.gouv.fr/Strategie-nationale-de,3900-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Strategie-nationale-de,3900-.html)

<sup>33</sup> Plan Climat 2011 : [www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Plan-climat-france-2011.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Plan-climat-france-2011.pdf)

<sup>34</sup> Stratégie nationale d'adaptation face au changement climatique : [www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Strategie\\_Nationale\\_2-17\\_Mo-2-2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Strategie_Nationale_2-17_Mo-2-2.pdf)

<sup>35</sup> Loi Grenelle II n°2010-788 : [www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434&categorieLien=id](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434&categorieLien=id)

<sup>36</sup> Plan National d'adaptation au Changement Climatique (PNACC) : [www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC-PNACC-complet.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC-PNACC-complet.pdf)



## EXEMPLES DE MESURES D'ADAPTATION PEU COÛTEUSES

De nombreuses actions peu coûteuses peuvent diminuer la vulnérabilité d'un territoire et améliorer le confort des populations. Ainsi dans le cadre de stratégies "sans regret", les coûts seront plus facilement justifiables car les effets seront bénéfiques non seulement dans le contexte du climat futur, même si l'évolution est moins forte qu'envisagée, mais aussi dans le contexte du climat actuel. Par exemple :

- Une optimisation de l'orientation des bâtiments nouveaux pour laisser entrer en hiver le rayonnement solaire et s'en protéger l'été répond à la fois au besoin de préservation de la fraîcheur intérieure en période de canicule et à la nécessité d'économie d'énergie, de réduction des émissions de GES.
- La mise en place de réseaux de solidarité entre voisins pour faciliter la surveillance des personnes fragiles en période canicule renforce également la cohésion sociale.
- Un recours au végétal pour contribuer au rafraîchissement de la ville et à la rétention des eaux pluviales contribue aussi à améliorer le cadre de vie.

## • Les répercussions économiques

- Il est difficile et délicat de parler de coûts, lorsqu'il s'agit de la valeur intrinsèque des milieux naturels ou de la satisfaction des besoins essentiels de l'être humain.

Les services rendus par la biodiversité ou une vie humaine n'ont pas de prix, même si certains leur indexent un montant financier pour assurer la réparation de préjudices par exemple. Pourtant, c'est bien sur l'activité et la santé humaine et des milieux que les effets du changement climatique global se feront sentir. Il s'agit donc d'imaginer le rapport coûts/bénéfices pour le territoire et d'accompagner les acteurs dans le nécessaire changement d'économie et de mode de vie. Par exemple, pour évaluer la perte financière pour une mauvaise récolte, on peut multiplier les prix du marché par le volume perdu.

La plupart des études menées sur les coûts de l'adaptation (Agence Européenne de l'Environnement, Rapport Stern, publications de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique...) montrent que les impacts financiers supposés du changement climatique seront plus importants en l'absence de mesure d'adaptation. Par exemple :

- À urbanisation constante, les dommages moyens annuels aux logements générés par le risque de retrait-gonflement des argiles pourraient dépasser 1 milliard d'euros en 2100<sup>37</sup>.
- La non anticipation de la diminution de la réserve en eau pourra provoquer un phénomène de crise en cas de grande sécheresse.
- Dans le cas d'une canicule, la non anticipation infligera des coûts directs d'équipements de climatisation et des coûts indirects de soins à réaliser auprès des personnes fragiles.
- Les secteurs de l'agriculture et de la sylviculture sur l'ensemble de la France<sup>38</sup> ont accusé des pertes de 4 milliards d'euros lors de la canicule de 2003.

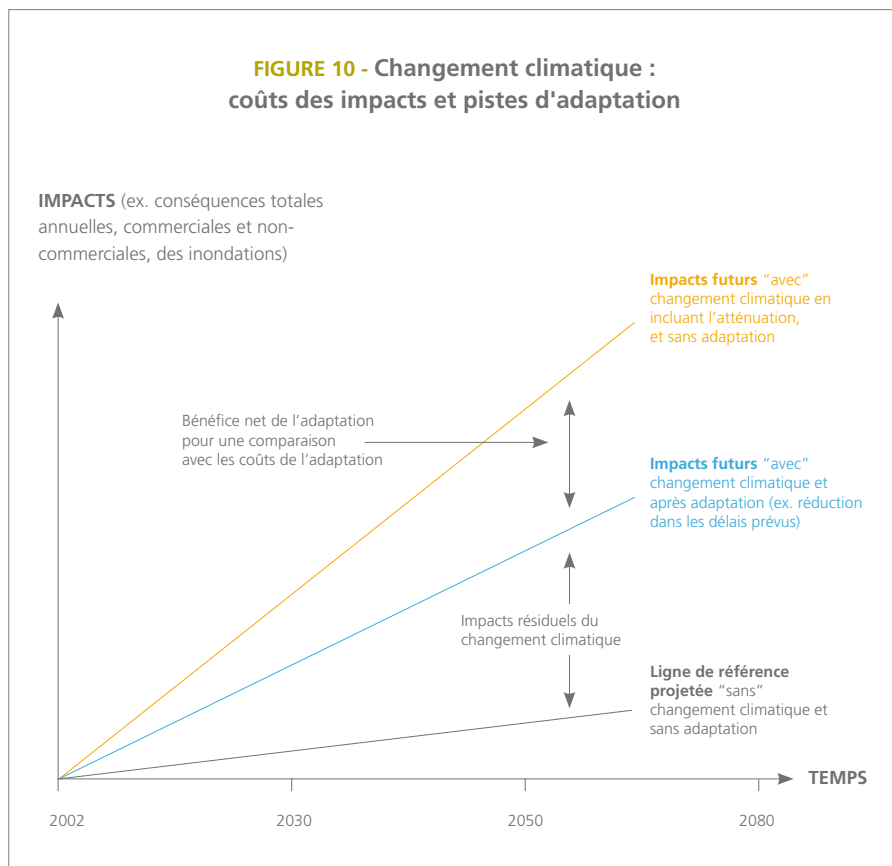
**Il existe de nombreuses actions peu coûteuses. Les stratégies, dites "sans regret" auront des effets bénéfiques non seulement dans le contexte du climat futur, mais aussi dès à présent dans le contexte du climat actuel.**

**Les coûts estimés de réponse à des situations de crise** doivent prendre en compte le coût des conséquences du changement climatique en elles-mêmes et les coûts de traitement de ces impacts. De même, **en cas d'adoption de mesures inadéquates**, la collectivité aura à supporter un double investissement, le premier lors de la mise en place des mesures, le second lors de leur correction. Par exemple : le choix d'espèces végétales mal adaptées à la chaleur risque d'être remis en cause par le dépérissement de ces espèces.

<sup>37</sup> ONERC, 2009 : cf. référence en page suivante "En savoir plus"

<sup>38</sup> Chiffres clés de Rhône-Alpes : chambre régionale de commerce et d'industrie, Édition 2006-2007

**FIGURE 10 - Changement climatique : coûts des impacts et pistes d'adaptation**



D'après Boyd R. and Hunt A. (2006) Climate Change Cost Assessments Using the UKCIP Methodology. Report for Stern Review.

**EN SAVOIR +**

**ONERC, 2009, Changement climatique : coûts des impacts et pistes d'adaptation, Rapport.**  
[www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/rapport\\_onerc\\_cle098a8d-1.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/rapport_onerc_cle098a8d-1.pdf)

Le schéma ci-dessus, repris dans un rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement, sur les coûts de l'inaction et les coûts d'adaptation face au changement climatique<sup>39</sup>, démontre l'intérêt de l'adaptation en termes d'impacts financiers du changement climatique.

Le changement climatique est aussi une opportunité pour les territoires de développer de nouvelles économies, de nouveaux modèles de société. En effet, si ce n'est pas pour s'adapter au changement climatique, les collectivités devront évoluer pour s'adapter à la raréfaction des combustibles fossiles, au vieillissement des populations, aux modifications des modes de vie...

L'opportunité de réfléchir aux modifications climatiques à venir et donc de l'environnement doit aider à préciser les services éco-systémiques (rendus par la nature). Les collectivités, en précisant leur relation d'interdépendance avec leur environnement dans une vision dynamique, projettent un aménagement et un développement adapté et durable.

**EN SAVOIR +**

**Placer l'environnement au cœur de la décision publique : une responsabilité politique à affirmer lors des choix budgétaires, RAEE, Avril 2012 :** [www.ddrhonealpesraee.org/gestion\\_des\\_ressources\\_et\\_des\\_dechets.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/gestion_des_ressources_et_des_dechets.php)

<sup>39</sup> Climate change : the cost of inaction and the cost of adaptation, EEA Technical Report n°13/2007



## ZOOM ①

**Yannick Gourvil et Cécile Leroux, regroupés sous le nom ET ALORS, développent depuis 2005 une démarche originale de recherche, en complément d'une activité de maîtrise d'œuvre.**

Leurs travaux s'articulent autour de trois approches : la "prospective villes et territoires", des interventions urbaines "in situ" et la participation à des concours. La démarche prospective ET ALORS explore les potentiels d'adaptation de la ville au réchauffement climatique au travers des projets suivants : Rennes +6°C, Dunkerque +6°C, Avignon +6°C, New-Orleans +1 m et Paris +2°C.

Ces travaux de recherches sont visibles dans la rubrique "prospective" du site internet : [www.etalors.eu](http://www.etalors.eu)

**ET ALORS, Yannick Gourvil et Cécile Leroux, Architecte DPLG**

14, rue de Rocroy - 75010 Paris - 0685692994

37, rue de Coulmiers - 44000 Nantes - 0666764592

[contact@etalors.eu](mailto:contact@etalors.eu)



# Le changement climatique en Rhône-Alpes

**Une charge de plus au tableau des dommages écologiques, une autre variable à intégrer aux scénarios prospectifs, une démarche supplémentaire à mettre en place sur le territoire... comment ne pas céder au sentiment d'impuissance et de découragement ?**

Attention, le changement climatique appelle à analyser le territoire et son développement avec un nouveau regard. Un regard qui rend évidente la dépendance aux ressources naturelles et vient renforcer une politique de développement durable. Il n'impose pas de changer radicalement les projets mais de les enrichir par un autre angle de vision.

L'objectif d'une politique d'adaptation n'est pas de bouleverser les équilibres d'aujourd'hui, mais de renforcer les politiques d'accompagnement existantes pour tenir compte des évolutions liées aux effets du changement climatique : un volet qui fait pleinement partie d'une politique de développement durable. Travailler sur l'adaptation peut laisser penser que les politiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre n'ont pas porté leurs fruits. En effet, elles ne sont sans doute pas suffisamment ambitieuses pour endiguer le changement climatique, par contre elles continuent d'avoir toute leur utilité pour en réduire l'amplitude. Aussi, les efforts en matière d'atténuation doivent être valorisés tout en mettant en œuvre les mesures nécessaires pour limiter les effets du changement climatique en cours. Les deux politiques doivent être menées en parallèle.

Cette partie apporte des premiers éléments propres à la situation de Rhône-Alpes, que les gestionnaires et décideurs pourront intégrer dans leurs réflexions prospectives concernant le projet de territoire, au même titre que les évolutions socio-économiques ou démographiques, etc. Ils ont été produits principalement à l'occasion de la préparation du projet de Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE).

## EN SAVOIR +

Décliner le projet de SRCAE dans son PCET.

Répartition territorialisée indicative des objectifs du projet de SRCAE.

Documents téléchargeables sur la plate-forme du projet de SRCAE :  
<http://srcae.rhonealpes.fr>

## • L'adaptation dans le projet de Schéma Régional Climat Air Énergie

- Le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE), cadre stratégique pour l'action des collectivités, s'imposant aux Plans Climat-Énergie Territoriaux, est co-piloté par l'État et la Région Rhône-Alpes et engagé depuis 2010 en Rhône-Alpes.

## •• L'élaboration du projet

*Il est co-construit par les acteurs en Région (État, Région, collectivités, socio-professionnels) via des ateliers, un comité technique et des temps de concertation régionaux et départementaux selon 3 grandes phases :*

- l'élaboration avec la mise en place de groupes de travail spécifiques,
- la concertation territoriale pour s'assurer de l'appropriation du schéma localement,
- la consultation publique afin de recueillir l'avis du plus grand nombre.

Les premiers travaux ont permis d'apporter une information nouvelle et précieuse pour les collectivités de Rhône-Alpes (état de la connaissance sur le Le changement climatique en Rhône-Alpes, études du climat actuel et scénarios prospectifs...), accessible sur Internet.

Ce document de stratégie régionale orientera et incitera à la réalisation de plans d'actions d'adaptation cohérents dans les PCET.



### UN OBSERVATOIRE RÉGIONAL DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE SES EFFETS EN PROJET EN RHÔNE-ALPES

Les travaux de concertation territoriale pour le volet "adaptation" du SRCAE ont mis en évidence la nécessité de la création rapide d'un observatoire régional. À l'étude, cette instance pourrait rendre accessible aux territoires l'information et les données nécessaires à l'élaboration de stratégies et de programmes d'action, et favoriser la mutualisation entre territoires et partenaires de la connaissance – données, études, acteurs, pratiques...



© LM

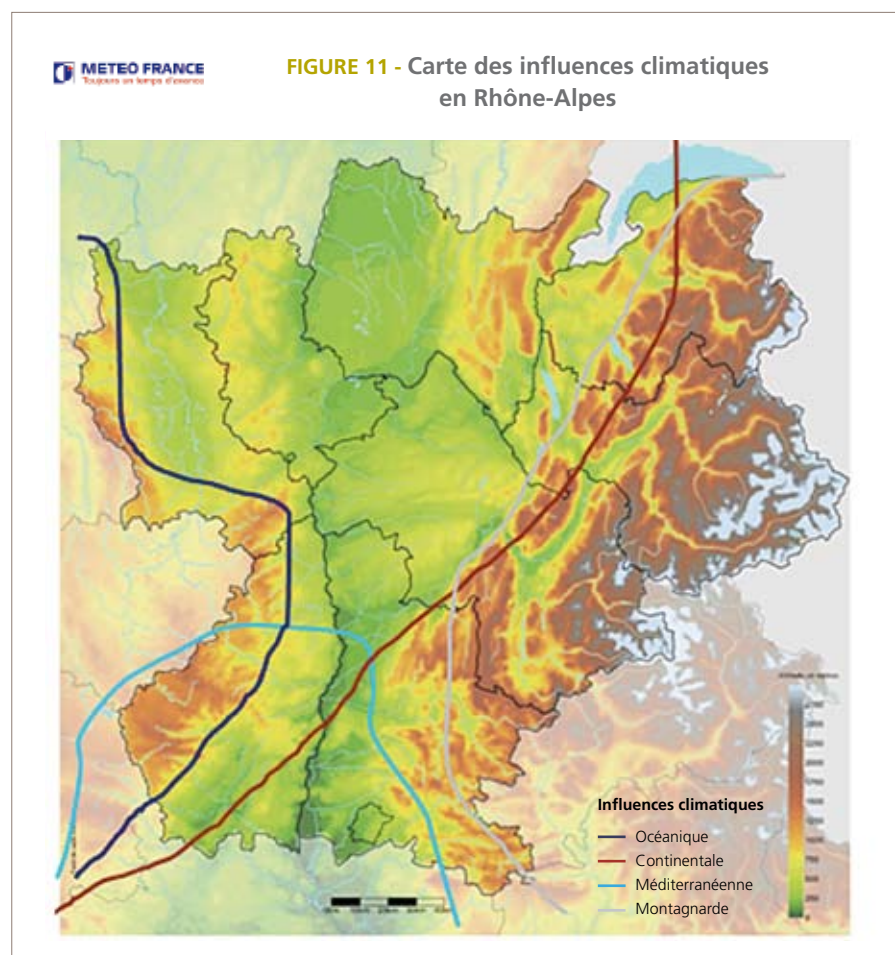
## :: Les enjeux de l'adaptation

*Les tendances observées sur la dernière décennie, ainsi que les différentes simulations effectuées d'abord à l'échelle nationale, puis à celle des grandes régions françaises, et enfin à l'échelle de Rhône-Alpes permettent d'imaginer les tendances climatiques à venir, même si les événements météorologiques annuels peuvent paraître parfois en contradiction avec ces scénarios.*

La région Rhône-Alpes bénéficie du climat tempéré français, mais est soumise à des influences climatiques variées auxquelles s'ajoutent les effets du relief.

Ainsi, **4 zones** se distinguent : Ouest (**influence océanique**), Est (**influence montagnarde**), Nord (**influence continentale**), Sud (**influence méditerranéenne**).

La température moyenne annuelle en région se situe entre 5°C et 15°C, un cumul moyen annuel de précipitations de 700 à 2000 mm, un enneigement différent en fonction de l'altitude et de la latitude mais existant en plaine, des vents principalement orientés Nord-Sud du fait du relief. Ces indicateurs climatiques se comportent et évoluent différemment selon ces 4 zones.



D'après une étude préparatoire au projet de SRCAE réalisée par Météo-France, Direction Centre-Est pour la DREAL Rhône-Alpes

### EN SAVOIR +

Les travaux préparatoires au SRCAE Rhône-Alpes : <http://srcae.rhonealpes.fr>

La **préparation du SRCAE** a été l'occasion de reprendre les travaux de la MEDCIE et d'autres plus sectoriels. Sur la base d'un état de la connaissance et d'études des évolutions climatiques actuelles et futures, de premiers enjeux ont été déterminés pour le territoire rhônalpin.

Les éléments ci-dessous sont extraits du rapport de l'atelier de concertation "adaptation" réuni de janvier à juin 2011 dans le cadre du projet de SRCAE Rhône-Alpes.



**Globalement les territoires** offrent des capacités de réaction différentes face au changement climatique au regard des modes d'occupation du territoire et des activités présentes, des dispositifs d'accompagnement économique et social, des capacités de suivi des évolutions et de mise à disposition de ressources en vue d'une aide à la décision, des stratégies locales (PCET et démarches de développement durable). L'intégration en amont de la question de l'adaptation est à privilégier.



#### La ressource en eau

Rhône-Alpes offre une ressource abondante avec de nombreuses capacités de stockage naturelles et artificielles, de nombreuses nappes souterraines et des régimes hydrologiques variés, mais très sollicitée (énergie, agriculture, industrie, tourisme) et inégalement répartie sur l'ensemble du territoire (de nombreux assecs<sup>40</sup> en dehors des zones de montagne). L'eau, globalement plutôt de bonne qualité, est déjà impactée par quelques phénomènes de pollutions locales (rejets industriels et agricoles). **L'enjeu de l'adaptation est la préservation de la ressource (quantité et qualité)**, face :

- à une pression croissante due à la concurrence des usages en période d'étiage ou de sécheresse,
- à la diminution de l'approvisionnement naturel de la réserve (recul des glaciers et fonte du manteau neigeux),
- au réchauffement des eaux et aux problèmes de pollutions lors des étiages.

<sup>40</sup> L'assec est l'état d'une rivière ou d'un étang qui se retrouve sans eau.

La problématique de la ressource en eau pourra avoir de **forts impacts économiques** en région, étant donné que, outre les usages pour l'eau potable et les écosystèmes, beaucoup d'activités économiques reposent sur cette ressource : la production d'énergie hydroélectrique et nucléaire, l'utilisation de l'eau dans l'industrie (chimie, énergie pour le refroidissement des centrales thermiques), l'agriculture, la pisciculture, la sylviculture, le tourisme, qu'il soit hivernal de par la réduction spatiale de la couverture neigeuse, ou estival pour les activités aquatiques (Ardèche...).



### La biodiversité

Une grande diversité d'espèces et de milieux sont représentés en Rhône-Alpes. De nombreux dispositifs de protection ont été mis en place mais une fragilité persiste face à l'artificialisation des milieux, la déprise agricole, le fractionnement des continuités écologiques et la pression sur la ressource en eau.

**Le changement climatique va aggraver la fragilité des milieux et des espaces, et les menaces** qui pèsent plus particulièrement sont :

- la modification des aires de répartition de certaines espèces et leur migration,
- le risque de développement des espèces invasives,
- la multiplication des risques naturels entraînant la destruction des habitats.

La perte de biodiversité est difficile à chiffrer, cependant, elle représente un coût non négligeable pour la société en raison de la perte de services "naturels" qu'il faut compenser artificiellement.



### La forêt

La région Rhône-Alpes est un vaste territoire forestier (2<sup>ème</sup> région de France) présentant des espèces très diversifiées. De nombreux emplois sont générés par l'exploitation forestière et l'industrie du bois. Cependant, l'accès à la ressource peut s'avérer difficile (relief). Certaines forêts sont surexploitées contrairement à d'autres qui sont sous-exploitées et mal entretenues. La forêt a une fonction écologique très importante et son exploitation permet le développement du bois énergie et du bois construction. Cependant :

- **la forêt méditerranéenne** risque de s'étendre au détriment de la forêt alpine et subalpine,
- **les risques de feux de forêts** vont augmenter avec la multiplication des sécheresses,
- et le stress hydrique pourra entraîner un **dépérissement** de la forêt.



### La santé

Le changement climatique renforcera certains problèmes sanitaires existants liés à :

- la dégradation de la qualité de l'air (polluants atmosphériques, allergies),
- la dégradation de la qualité de l'eau (problèmes ponctuels liés aux pollutions),
- la hausse des températures (canicules, îlots de chaleur...),
- les maladies à vecteurs pourraient également être en hausse.

Ces évolutions pourraient renforcer les inégalités sociales, en exposant en premier lieu les personnes vulnérables sur le plan sanitaire mais aussi économique.



### Les risques

Rhône-Alpes est une région marquée par des risques naturels majeurs variés et importants (inondations, avalanches, chutes de blocs et éboulements, risques sismiques) et par des risques technologiques et chimiques nombreux.

#### Le changement climatique agit en augmentant les risques actuels et introduit de nouveaux éléments :

- le risque "feux de forêt" concerne davantage le territoire régional,
- le phénomène de "retrait-gonflements, des argiles" liés aux fortes chaleurs est à prendre en compte dans pratiquement tous les départements,
- concernant les risques d'inondations, il existe encore de nombreuses incertitudes sur leurs évolutions potentielles.

Ce contexte pose le principe d'être particulièrement vigilant sur l'alerte.

### EN SAVOIR +

L'approche du changement climatique et de la prévention des risques, Les Entretiens du Certu – Atelier n°3, 2010 : [www.certu.fr](http://www.certu.fr)

Changement climatique dans les Alpes : impacts et risques naturels, Rapport technique n°1 de l'ONERC, ONERC, Région Rhône-Alpes, Pôle Grenoblois d'études et de recherche pour la prévention des risques naturels, octobre 2008 : [www.risknat.org/docs/Rapport%20Technique%20N%B01.pdf](http://www.risknat.org/docs/Rapport%20Technique%20N%B01.pdf)



### LE PARN "PÔLE ALPIN RISQUES NATURELS"

**Ce réseau rassemble un centre de recherche, d'organismes techniques et d'associations rhônalpins actifs dans la recherche sur les risques naturels.**

Il publie sur Internet la plateforme d'information Alpes-Climat-Risques qui propose un état des connaissances sur les impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes ([www.risknat.org/thematiques-recherche/changement-climatique-et-risques-naturels.html](http://www.risknat.org/thematiques-recherche/changement-climatique-et-risques-naturels.html)). Il coordonne par ailleurs l'opération "sites pilotes de gestion intégrée des risques naturels" du comité de massif des Alpes (CIMA-POIA) dans laquelle il appuie différents territoires, en général intercommunaux, de Rhône-Alpes et de PACA.

### EN SAVOIR +

PARN : <http://risknat.org>





## Agriculture, aquaculture, sylviculture, pêche, industrie, énergie, tourisme

La concurrence des usages de l'eau, face à la diminution spatiale et temporelle de la ressource, impactera directement les secteurs d'activités :

- pour l'agriculture, les périodes de sécheresse vont compromettre la production,
- pour l'aquaculture, c'est la qualité de l'eau et la hausse des températures qui vont poser problème,
- pour la production d'énergie ou le refroidissement des centrales thermiques, la quantité d'eau et sa température sont des éléments déterminants,
- dans le domaine industriel, la chimie, très représentée en Rhône-Alpes est une activité qui prélève des quantités d'eau importante,
- en matière d'économie touristique, la région, qui dispose de la plus grande concentration des stations de sports d'hiver de France, verra la quantité de neige disponible se réduire à certaines altitudes, et les activités aquatiques risquent de subir les aléas de l'évolution pluviométrique,
- l'élévation des températures impactera également les activités en relation avec la faune et la flore.



Rhône-Alpes représente un bassin de consommation de produits agricoles de plus de 6 millions d'habitants.

Les cultures spéciales représentent 20 % du chiffre d'affaire régional.

Les cultures fourragères occupent 70 % des surfaces cultivées.

### Question à la Chambre d'agriculture Rhône-Alpes

#### Quel impact pour le secteur agricole ?

Le secteur agricole, qui travaille déjà à réduire sa contribution aux émissions de gaz à effet de serre, doit faire face à un défi de grande ampleur. En effet, tant au niveau global que régional l'enjeu de l'agriculture face au changement climatique amorcé est celui de l'autonomie et de la sécurité alimentaire.

À la lumière des réflexions nationales et régionales actuelles, ainsi que des programmes de recherche en cours, les principales actions identifiées pour l'adaptation au changement climatique de l'agriculture de Rhône-Alpes sont les suivantes :

- sécurisation et autonomie en eau des systèmes fourragers qui représentent plus de la moitié de la Surface Agricole Utile régionale,
- optimiser l'alimentation hydrique des cultures, notamment les cultures spéciales et fourragères,
- amélioration de la régulation de la température dans les bâtiments,
- réseau de veille sanitaire sur les nouveaux ravageurs,
- accentuer les efforts de recherche et développement sur cette question.

### Autre question

#### Quels impacts sur le tourisme ?

Les activités d'eau vive ou de baignade souffriront de périodes de sécheresse estivale de plus en plus fréquentes. Le tourisme de montagne est déjà touché par la remontée du front de neige dans les stations de basse et moyenne altitudes, et devrait l'être aussi à plus long terme jusqu'à 2400 m. Également le secteur du tourisme émet des gaz à effet de serre notamment par le parc de logements et les transports des visiteurs fortement émetteurs. Les acteurs du tourisme sont contraints d'évoluer dans cette double adaptation visant à réduire les émissions de GES d'une part et à opérer le virage vers de nouvelles activités de tourisme compatibles avec les nouvelles conditions climatiques d'autre part.

### EN SAVOIR +

Livre Blanc : Biomasse, Énergie et Gaz à effet de serre ; quels enjeux pour l'agriculture de Rhône-Alpes, POBE – CRARA & CdF RAA, 2011 :

[http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/08496/\\$File/Livre\\_Blanc\\_POBE\\_V5\\_version\\_def\\_18052011%5B1%5D.pdf?OpenElement](http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/08496/$File/Livre_Blanc_POBE_V5_version_def_18052011%5B1%5D.pdf?OpenElement)

Site du projet Climfourrel - Adaptation des systèmes fourragers et d'élevage péri-méditerranéens aux changements et aléas climatiques : <http://climfourrel.agropolis.fr/>

Site du projet Climator qui vise à fournir des méthodes et des résultats sur l'impact du changement climatique sur des systèmes cultivés variés, à l'échelle de la parcelle, et dans des climats contrastés français : [http://w3.avignon.inra.fr/projet\\_climator/](http://w3.avignon.inra.fr/projet_climator/)

CHANGEMENT CLIMATIQUE - Impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation, Institut international de recherche sur les politiques alimentaires, 2009 :

[www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21fr.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21fr.pdf)

### EN SAVOIR +

Le tourisme face au changement climatique - rapport de synthèse, CIPRA, 2011:

[www.cipra.org/fr/alpmedia/dossiers/20](http://www.cipra.org/fr/alpmedia/dossiers/20)

➤ Voir aussi la réponse à la question "comment aborder l'aménagement urbain dans ce contexte de changement climatique ?" du CERTU dans le premier volume de ce guide.

Site du Certu : [www.certu.fr](http://www.certu.fr)



## Bâtiment, transport, urbanisme

La région comprend plusieurs grandes agglomérations soumises à l'influence climatique continentale ou à l'effet de cuvette, et des aménagements ou infrastructures exposés aux risques naturels. L'étalement urbain contribue également à la dégradation des écosystèmes et s'effectue au détriment des meilleures terres agricoles.

**Le recours à la climatisation risque de se généraliser** pour palier l'augmentation des températures dans les bâtiments et les transports lors de phénomène caniculaire ou à cause du renforcement de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

## EN SAVOIR ➤

Ville et adaptation au changement climatique, rapport au premier ministre et au parlement, ONERC, 2010 :

[www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC\\_ville\\_et\\_adaptation.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC_ville_et_adaptation.pdf)

## EN SAVOIR ➤

Sur les îlots de chaleur urbains

→ L'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines, IAU île-de-France, 2010 : [www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude\\_761/les\\_ilots\\_de\\_chaleur\\_urbains\\_Adaptation\\_de\\_la\\_ville\\_aux\\_chaleurs\\_urbaines.pdf](http://www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude_761/les_ilots_de_chaleur_urbains_Adaptation_de_la_ville_aux_chaleurs_urbaines.pdf)

Sur les infrastructures

→ Infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation, Étude Climat, N°18, Cochran. I - CDC Climat, septembre 2009 : [www.cdclimat.com/IMG/pdf/18\\_Etude\\_Climat\\_FR\\_Infrastructures\\_de\\_transport\\_en\\_France.pdf](http://www.cdclimat.com/IMG/pdf/18_Etude_Climat_FR_Infrastructures_de_transport_en_France.pdf)

## Question à l'Agence d'Urbanisme de la région Grenobloise

### Quels impacts sur le confort en ville ?

Le phénomène d'îlot de chaleur (ICU) ne tire pas sa source dans les canicules, qui correspondent à des épisodes de vagues de chaleur importantes. Par contre le phénomène d'ICU amplifie les difficultés liées aux canicules<sup>41</sup>. L'ICU se caractérise par l'observation de fortes différences entre les températures mesurées en site urbain et les températures des campagnes environnantes, par une baisse de l'amplitude thermique entre le jour et la nuit et par une chute plus lente des températures le soir. Les modélisations climatiques réalisées par Météo-France sur les impacts des changements climatiques annoncent que, d'ici 2050 en France, les épisodes de canicules interviendront en moyenne une année sur deux, rendant les politiques de lutte contre les phénomènes d'ICU d'autant plus primordiales.

En modifiant les surfaces et les formes du tissu urbain, l'urbanisation et son extension génèrent une absorption du rayonnement solaire (plutôt qu'une réflexion), son stockage (notamment avec les matériaux de couleur sombre ou à faible albédo comme le bitume) et sa restitution de manière différée sous forme de chaleur. Elles freinent l'évaporation et ralentissent les capacités de rafraîchissement par la circulation des vents. Ce phénomène d'ICU s'accroît avec l'augmentation de la surface des zones urbaines. En outre, le dégagement de chaleur issu des activités humaines peut amplifier ce phénomène. Aujourd'hui la température dans le centre des grandes agglomérations peut être jusqu'à en moyenne 16 degrés supérieure à celle de la périphérie.

Les enjeux liés à la formation des ICU l'été portent tout d'abord sur la santé humaine et impactent tout particulièrement les personnes les plus fragiles qui ont du mal à réguler la température de leur corps, comme les personnes âgées, les jeunes enfants, les personnes immuno-déficientes. Les ICU peuvent également faire subir des contraintes à la flore et à la faune, aux ressources en eau, aux ressources électriques, aux bâtiments (notamment à la durabilité des étanchéités des toitures) et aux infrastructures.

<sup>41</sup> En France, les services météorologiques préviennent qu'il existe un risque de canicule lorsque pendant au moins trois jours, les températures minimales, en particulier la nuit, sont au-dessus de 20°C et les températures maximales sont supérieures à 33°C.



## Montagne

La modification de la pluviométrie aura des conséquences sur la disponibilité des réserves en eau au moment adéquat et **l'équilibre économique des stations risque d'être affecté par :**

- la durée de l'enneigement et l'épaisseur du manteau neigeux en montagne qui auront des impacts sur la pratique des activités liées au ski,
- un report de clientèle hivernale des stations de basse et moyenne altitude vers les stations de haute altitude,
- des risques naturels liés au changement climatique (déplacement des zones de chute de sérac ou d'éboulement...) qui pourrait avoir des répercussions sur la pratique de la montagne estivale (randonnées, alpinisme),
- la modification des régimes hydrologiques des cours d'eau (étiages, assècs estivaux, crues de printemps, régime torrentiel extrême...) qui aura un impact sur la pratique des activités en eau vive.

Il y a là nécessité d'analyser les enjeux en termes de pratiques de sports de montagne et de diversification des activités.

### Question au REEMA et à CIPRA France

#### Pourquoi porter une attention particulière à la question du changement climatique en montagne ?

Avec un réchauffement très marqué (la température a augmenté de +1,5 à +2°C dans les Alpes depuis le début du siècle dernier<sup>42</sup>), les systèmes alpins doivent faire face à une situation caractérisée par une très grande rapidité des changements. Diminution de l'enneigement, fonte des glaciers, modification des écosystèmes..., les effets sont flagrants en montagne.

La préservation biologique et climatique du massif Alpin est un enjeu inestimable à l'échelle européenne : les Alpes constituent à la fois un "château d'eau" pour l'Europe (bien que cette ressource ne soit pas idéalement répartie ni présente partout !), une réserve majeure de biodiversité, des filières économiques de tourisme saisonnier...

Dans ce contexte, des actions conjointes des territoires concernés et des États doivent être menées pour réduire la vulnérabilité de ces territoires, autant que pour réduire leur impact sur le réchauffement climatique lui-même. Une diversification de l'économie, moins portée sur le tourisme de saison d'hiver par exemple, les rendrait moins vulnérables. Dans le même temps, la mise en place concrète du report modal pour une part importante du transport routier s'impose pour limiter les fortes émissions de gaz à effet de serre et les importantes pollutions atmosphériques.

Ces enjeux liés au climat restent toutefois encore largement méconnus, voire ignorés, des habitants, des décideurs locaux, des entrepreneurs, ou encore des vacanciers. Des acteurs se mobilisent pour accompagner les territoires dans ce domaine, comme par exemple les acteurs regroupés au sein du pôle Climat du REEMA (actions conjointes d'information, de sensibilisation et de formation sur le changement climatique dans les Alpes), la CIPRA (diffusion des bonnes pratiques, remontée d'idées, veille et alerte, projets thématiques appliqués...), etc. L'information, la sensibilisation et la formation sont alors mises en avant comme levier de l'adaptation dans les principaux cadres réglementaires au niveau alpin (plan d'action changement climatique de la convention alpine, schéma interrégional de développement et d'aménagement du massif des Alpes).

#### EN SAVOIR +

REEMA (Réseau d'Éducation à l'Environnement Montagnard Alpin) :

[www.reema.fr/wakka.php?wiki=Accueil](http://www.reema.fr/wakka.php?wiki=Accueil)

CIPRA France (Délégation française de la Commission Internationale pour la Protection des Alpes) : <http://cipra.org>

<sup>42</sup> Source : Observatoire savoyard du changement climatique, MDP73

## DES DOCUMENTS “SOURCE” POUR LE GRAND SUD-EST : LES ÉTUDES MEDCIE

**La Mission d'études et de développement des coopérations interrégionales et européennes (MEDCIE) du Grand Sud-Est a engagé en 2008 un programme d'études sur l'adaptation au changement climatique financé par la DATAR. La mission est composée des 5 préfectures de régions PACA (qui assure la conduite opérationnelle), Languedoc Roussillon, Rhône-Alpes, Auvergne et Corse.**

**Cette étude comporte 3 phases<sup>43</sup> :**

→ **La première phase**, engagée fin 2007 et achevée dans le courant de l'année 2008, a consisté à rassembler les informations météorologiques (précipitations, températures, tempêtes...) disponibles à partir des années 1970 pour aboutir à une description détaillée des effets du changement climatique à l'heure actuelle et aux horizons 2030 et 2050. Ce travail a été réalisé avec l'appui de Météo-France.

→ **La deuxième phase** s'est achevée à l'été 2010. Plusieurs scénarios prospectifs d'évolutions socio-économiques du territoire interrégional à moyen et long

termes ont été élaborés puis croisés avec la connaissance sur les effets prévisibles du changement climatique.

Son bilan transcrit dans quelle mesure les secteurs d'activité vont être favorablement ou négativement impactés par le changement climatique dans le Grand Sud-Est, et quelles seront les marges de manœuvre locales pour intervenir (maximiser les opportunités et minimiser les risques).

→ **La troisième phase**, engagée en 2011, a pour objectif, sur la base des 2 étapes précédentes :

- de dégager des préconisations stratégiques en matière d'adaptation aux effets du changement climatique,
- de proposer des orientations en matière de politiques publiques,
- de mettre des outils à disposition des acteurs publics.

Cette 3<sup>ème</sup> phase qui s'appuie sur les expériences en cours dans le domaine tant sur le plan national qu'international est en cours de validation.

### EN SAVOIR +

Études “adaptation au changement climatique dans le Grand Sud-Est” phases 1 et 2, MEDCIE (Mission d'Etude et de développement des coopérations interrégionales et européennes) Grand Sud-Est : [www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/changement-climatique-a2326.html](http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/changement-climatique-a2326.html)



### PRÉCISIONS ET EXTRAITS CONCERNANT RHÔNE-ALPES

**La vulnérabilité de l'espace alpin** est due à la capacité d'adaptation “limitée” de sa forêt aux effets du changement climatique. “Par ailleurs le recul de l'enneigement menace la régulation naturelle des cours d'eau”.

**La vulnérabilité de la métropole lyonnaise** est “essentiellement liée à l'augmentation de l'inconfort thermique en agglomération en été”. Ce phénomène se retrouve également dans le sud de la vallée du Rhône, espace “soumis à de nombreux risques naturels” et dont le système de production d'énergie” est très dépendant des modifications du climat et du régime hydrographique du Rhône”.

<sup>43</sup> Ces éléments sont issus pour partie de la lettre DATAR “territoires en mouvement” N°2.

## LES ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES EN RHÔNE-ALPES

Dans le cadre de la préparation du SRCAE, deux études sur le climat de la région ont été confiées à Météo-France Centre-Est – division Développements – Études – Climatologie.

La 1<sup>ère</sup> étude était basée sur l'observation de séries homogénéisées de données climatiques et d'éléments de bibliographie (2010). La 2<sup>nde</sup> (2011) a permis d'exploiter des simulations climatiques aux horizons 2030, 2050 et 2080 pour 3 scénarios du GIEC (A1, A1B et B1) à l'aide du modèle ARPEGE-CLIMAT et pour certains indicateurs climatiques. Les conclusions ci-dessous sont donc datées et soumises aux incertitudes inhérentes aux différents outils de la chaîne de production des simulations climatiques.

### Risque d'incendie globalement doublé à l'horizon 2090.

L'Indice Feu Météo (IFM) qui permet de caractériser le danger météorologique d'incendie au pas de temps quotidien, subirait une hausse colossale. Le risque serait globalement doublé.

### Diminution de la rigueur hivernale

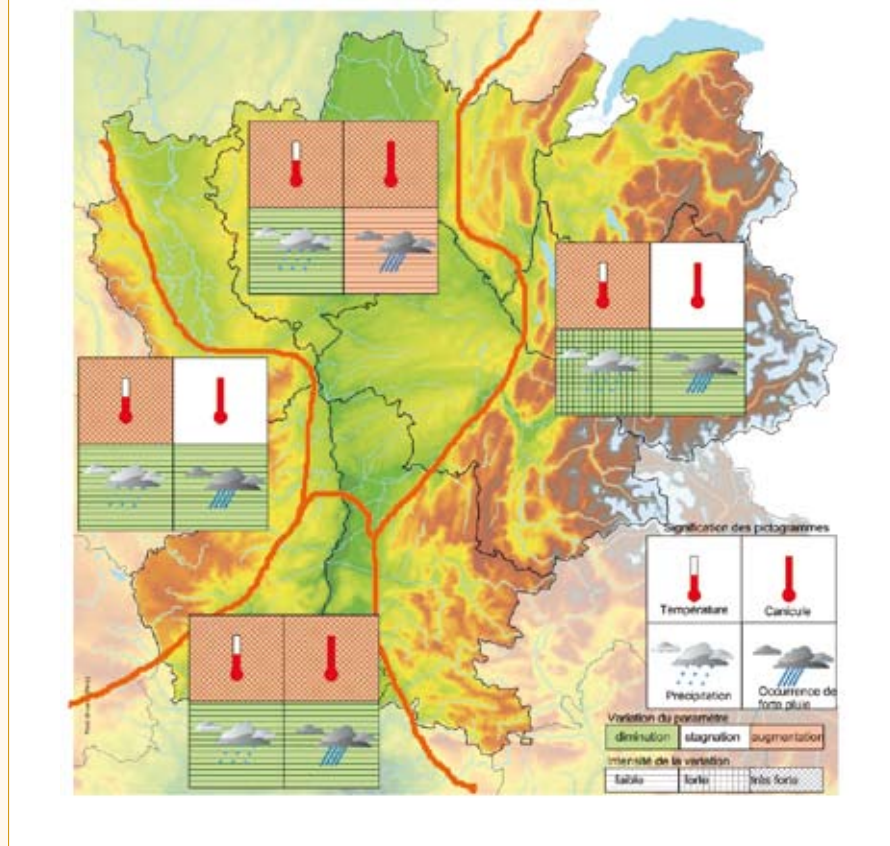
À travers le paramètre Degré Jour unifié (DJU), on estime la différence entre la température intérieure de référence et la température extérieure. Cette donnée est utile pour l'estimation des consommations d'énergie de chauffage d'un bâtiment. L'évolution du DJU en Rhône-Alpes devrait aller vers une diminution des besoins de chauffage sur l'ensemble du territoire.

### Pas de changement côté vent

La vitesse du vent moyen ne devrait pas subir de changements conséquents, malgré sa très grande variabilité spatiale. Aucune tendance n'est observée sur ces dernières décennies concernant le nombre des tempêtes.

MÉTÉO FRANCE  
Toujours un temps d'avance

FIGURE 12 - Changements climatiques modélisés en Rhône-Alpes au cours du XXI<sup>e</sup> siècle



D'après l'étude Météo-France de 2010 - Synthèse de la régionalisation des résultats du modèle climatique Arpège-climat sur les 3 scénarios d'émission de gaz à effet de serre proposés par le GIEC (A1B, A2 et B1).

### INFOS

Changements climatiques modélisés en Rhône-Alpes au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle d'après l'étude Météo-France de 2010 - Synthèse de la régionalisation des résultats du modèle climatique Arpège-climat sur les 3 scénarios d'émission de gaz à effet de serre proposés par le GIEC (A1B, A2 et B1).



**Étude des températures :****Augmentation modélisée de la température moyenne annuelle**

selon les scénarios allant de 1°C à 2°C d'ici 2030, 1,5°C à 2,5°C d'ici 2050, 2°C à 5°C d'ici 2080 ;

**Évolution assez homogène** de la température moyenne dans toute la région. Néanmoins pour 2 scénarios sur 3, l'augmentation est plus marquée dans le Sud des Alpes et sur les Préalpes du Sud ;

**Forte hausse des températures minimales l'été**, modélisée dans sa fourchette haute jusqu'à 6,5°C en moyenne pour la fin du siècle ;

**L'augmentation des températures maximales**, de 4 à 8°C sur le siècle.

**Baisse conséquente du nombre de jours de gel printanier**

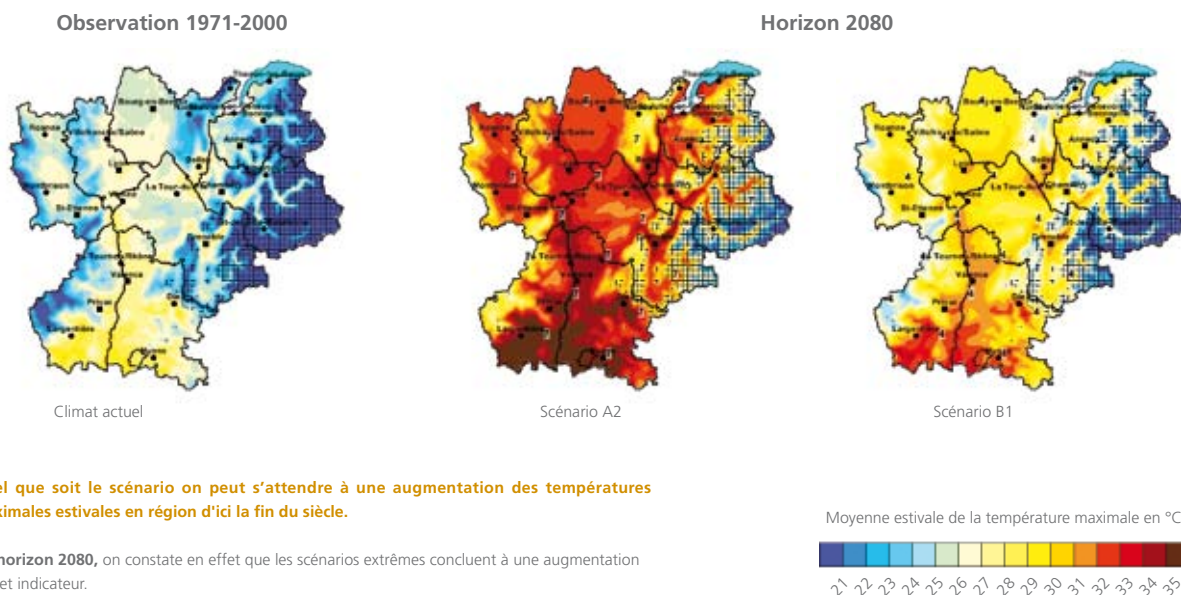
qui pourrait conduire à ne voir apparaître ce phénomène en moyenne qu'1 année sur 2 dans les plaines drômoises à l'horizon 2080.

**Explosion des situations caniculaires**

dans la seconde moitié du siècle en cours : augmentation du nombre de jours très chauds (>35°C) et des situations de canicules.

**+3°C d'ici 2050 et +5°C d'ici 2080 en été en Rhône-Alpes**

Cette estimation des augmentations probables des températures maximales en été en Rhône-Alpes est précisée dans l'étude Météo-France de janvier 2011. À l'horizon 2050, l'augmentation serait entre 2/2,5°C dans le scénario B1 mais de 3,5/4,5°C sous le scénario A1B. À l'horizon 2080, l'augmentation ne cesse de s'amplifier : 3,5/4°C sous le scénario B1, mais 6,5/8°C avec le scénario A2.

**FIGURE 13 - Les températures maximales estivales en Rhône-Alpes**

D'après l'étude du changement climatique pour le SRCAE Rhône-Alpes - Météo-France Centre-Est - Décembre 2010



**Étude des précipitations :**

**Tendance à la baisse du cumul annuel de précipitations** qui cache néanmoins quelques disparités saisonnières, comme la très forte diminution des pluies estivales en plaine à l’horizon 2080, avec une diminution envisagée du cumul de 25 à 40 %, mais une légère hausse dans le Sud des Alpes à l’horizon 2030.

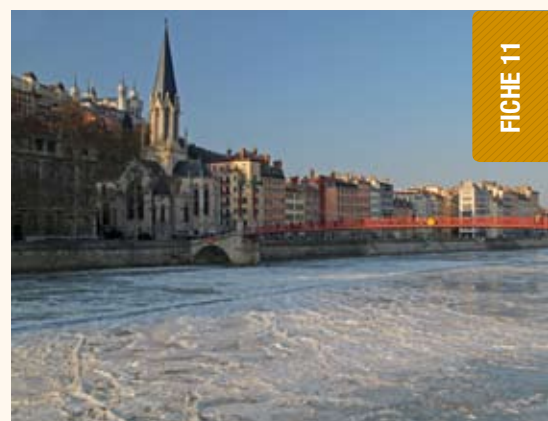
**Le nombre de jours consécutifs de sécheresse augmenterait** de façon généralisée en fin de siècle. D’ici là, il se stabiliserait ou diminuerait légèrement au Nord de la région mais augmenterait au Sud.

**Diminution de la couverture neigeuse** en durée (de l’ordre de plusieurs semaines pour des altitudes proches de 1500 m), en extension spatiale et en épaisseur.

**La plupart des glaciers seraient très fortement réduits**, pour des réchauf-

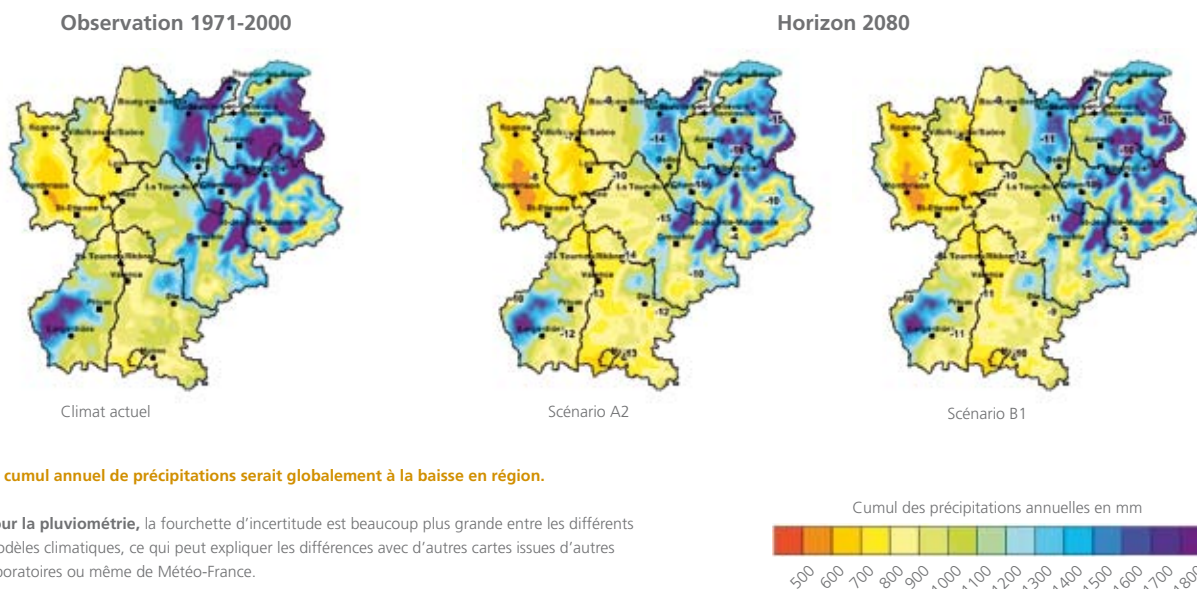
fements de l’ordre de +3°C au milieu du siècle à venir. Il ne resterait alors qu’une seule zone de glaciers significatifs dans le massif du Mont-Blanc.

Si, en moyenne sur l’automne, les précipitations du sud-est de la France diminueraient, **l’augmentation de la variabilité du climat méditerranéen** conduirait à une augmentation des cumuls maximaux, ce qui pourrait se traduire par **des crues “éclaircies” plus fortes qu’aujourd’hui**.



© Thierry FAYOLLE

**FIGURE 14 - La pluviométrie annuelle en région Rhône-Alpes**



**Le cumul annuel de précipitations serait globalement à la baisse en région.**

**Pour la pluviométrie**, la fourchette d’incertitude est beaucoup plus grande entre les différents modèles climatiques, ce qui peut expliquer les différences avec d’autres cartes issues d’autres laboratoires ou même de Météo-France.

**Pour mémoire scénario A2** : repose sur des conditions plutôt défavorables pour les enjeux climatiques : pas ou peu de mesures de réduction des émissions de GES. **Scénario B1** : repose sur des conditions plus favorables. Des mesures sont prises pour réduire les émissions de GES.

D’après l’étude du changement climatique pour le SRCAE Rhône-Alpes - Météo-France Centre Est - Décembre 2010

## LES OPPORTUNITÉS ET LES MENACES EN RHÔNE-ALPES

**L'analyse de la vulnérabilité permet d'apprécier les atouts et les faiblesses du territoire, face aux tendances et aléas climatiques repérés.**

Certains effets pourront représenter soit une opportunité soit une menace dans la situation future.

Les travaux d'état des lieux de la connaissance de 2010 sur les effets du change-

ment climatique et de l'adaptation en Rhône-Alpes, menés dans le cadre des travaux du SRCAE ont permis de fournir de premiers éléments. Le tableau ci-après est une synthèse des opportunités et menaces alors repérés pour l'ensemble du territoire régional.

Ces travaux se sont appuyés entre autre sur les résultats des études MEDCIE.

	OPPORTUNITÉS	MENACES
<b>Ressource en eau</b>	Multiplication des mesures de préservation de la ressource.	<p>Ressources en eau mal réparties sur le territoire, et pouvant être localement insuffisantes.</p> <p>Assecs relativement fréquents hors des zones de montagne (Ain, Drôme, Ardèche, Loire).</p> <p>Phénomènes de pollutions locales liés aux rejets industriels et agricoles.</p> <p>Pressions sur la ressource : production énergétique, agriculture, tourisme, industrie...</p>
<b>Biodiversité</b>	Région avec une forte prise de conscience de l'importance des espaces naturels.	<p>Réduction de l'aire de répartition de certaines espèces : vulnérabilité particulière des espèces montagnardes devant migrer en altitude pour trouver des conditions favorables, vulnérabilité des espèces endémiques (risques d'extinctions).</p> <p>Migrations des espèces vers le nord et en altitude, apparition d'espèces thermophiles dans les cours d'eau.</p> <p>Risque de développement et de colonisation par des espèces invasives.</p> <p>Risques naturels entraînant la destruction des habitats naturels : par ex, risque d'incendies accru sur l'ensemble de la région et particulièrement en Drôme et en Ardèche.</p> <p>Rejets d'eau à température élevée par les centrales et conséquences sur la biodiversité aquatique.</p>
<b>Forêt</b>	<p>Augmentation de la productivité forestière en cas de légère hausse des températures.</p> <p>Développement du marché du bois énergie et du bois construction.</p> <p>Prise de conscience de la fonction écologique de la forêt.</p>	<p>Extension de la forêt méditerranéenne au détriment de la forêt alpine et subalpine.</p> <p>Augmentation des risques d'incendies, notamment en Drôme et Ardèche.</p> <p>Pertes de productivité et dépérissements en cas de hausse importante des températures et de stress hydrique.</p> <p>Impacts des parasites.</p> <p>Risque de baisse de la capacité de stockage de carbone.</p> <p>Complexification de la gestion et de l'exploitation forestières.</p>

	OPPORTUNITÉS	MENACES
<b>Risques naturels</b>	<p>Accroître la sensibilité des collectivités, des acteurs socio-économiques et de la population dans son ensemble à la question des risques.</p> <p>Meilleur entretien et protection de la forêt, en particulier en montagne.</p> <p>Mise en œuvre plus efficace des mesures de prévention et de prévision dans le cadre d'une stratégie d'adaptation sans regret, en particulier en termes de réduction de la vulnérabilité des entreprises et des habitations.</p> <p>Recherche d'approches innovantes, en particulier dans le domaine de la construction et de l'aménagement.</p>	<p>Recrudescence des crues/inondations "éclaircies" possible dans le sud de la région (plus grande variabilité du climat méditerranéen).</p> <p>Augmentation des incendies liée à la sécheresse.</p> <p>Hausse du risque de mouvements de terrain (retrait-gonflement des argiles).</p> <p>Surexposition des zones montagneuses, soumises à des risques susceptibles de s'aggraver avec le changement climatique : crues et laves torrentielles, mouvements de terrain, avalanches, incendies...</p>
<b>Santé</b>	<p>Une hausse des températures pourrait entraîner une baisse de la mortalité hivernale.</p> <p>Meilleure prise en compte des problématiques santé-environnement dans les projets d'aménagement.</p>	<p>Vieillesse de la population, et donc hausse de la population vulnérable aux canicules.</p> <p>Forte densité urbaine avec effets d'îlot de chaleur urbain potentiellement en hausse : 80 % de la population est concentrée sur 10 % du territoire.</p> <p>Accroissement de la pollution atmosphérique à l'ozone en été, avec recrudescence des maladies respiratoires et cardiovasculaires.</p> <p>Problèmes ponctuels de la qualité des eaux de surface (menaces liées à l'amoindrissement de la ressource ainsi qu'à la hausse des températures des eaux) utilisée pour produire l'eau de consommation.</p> <p>Allongement de la saison de pollinisation : hausse du risque d'allergies (ambrosie).</p> <p>Hausse de l'incidence des maladies à vecteurs (leishmanioses, virus West Nile, Chikungunya, paludisme).</p> <p>Impacts sanitaires de la recrudescence des risques naturels.</p>
<b>Industrie et énergie</b>	<p>Baisse potentielle des besoins énergétiques en hiver, grâce à la hausse des températures.</p>	<p>Baisse de la disponibilité de la ressource en eau pouvant affecter l'activité industrielle.</p> <p>Hausse de la recrudescence des risques naturels entraînant des risques d'accidents et/ou de pollutions majeurs pour les industries exposées.</p> <p>Diminution du potentiel hydroélectrique de 15 % à l'horizon 2050.</p> <p>Contraintes accrues sur les rejets d'eau de refroidissement des centrales (nucléaires et thermiques) en été.</p> <p>En parallèle, hausse des besoins potentiels en été (climatisation causant des pics de consommation électrique).</p> <p>Contraintes accrues sur les réseaux de distribution : hausse probable des risques naturels, événements extrêmes et accidents sur les réseaux, développement de la climatisation.</p>

	OPPORTUNITÉS	MENACES
<b>Tourisme</b>	<p>Possibilité de hausse de fréquentation de la montagne en été (recherche de fraîcheur).</p> <p>Possibilité de hausse de fréquentation des espaces ruraux et de l'écotourisme.</p> <p>Diversification de l'offre touristique hivernale.</p>	<p>Baisse de la fiabilité de l'enneigement, nécessité de reconversion et de diversification pour certaines stations de ski.</p> <p>Risque de saturation des stations de haute altitude.</p> <p>Restriction d'usage de plus en plus fréquente de la ressource en eau, possibilité de conflits d'usages.</p> <p>Risque de départ des populations de montagne en raison de la baisse des revenus tirés du tourisme hivernal.</p> <p>Risque de baisse de la fréquentation des villes en été liée à l'augmentation des températures urbaines et à l'effet îlot de chaleur urbain.</p>
<b>Urbanisme, bâtiments, habitat, infrastructures, transports</b>	<p>Des travaux de recherche et la mobilisation dans des démarches expérimentales et innovantes.</p> <p>L'entrée en vigueur de la réglementation thermique 2012.</p> <p>Une motivation accrue pour s'engager plus fortement vers des villes et une mobilité durables.</p>	<p>Augmentation de l'usage de la climatisation.</p> <p>Renforcement de l'étalement urbain pour retrouver de la fraîcheur.</p> <p>Tension sur la ressource en eau.</p> <p>Accroissement des risques, en particulier en fond de vallées alpines et dans les plaines alluviales.</p>
<b>Population / emploi</b>	<p>Création d'emplois dans les domaines liés au changement climatique, à l'atténuation et à l'adaptation (énergies renouvelables, bâtiments à faible consommation énergétique...).</p>	<p>Tous les secteurs de l'économie touchés par le réchauffement climatique, particulièrement agriculture et tourisme (secteurs très dépendants de la ressource en eau), mais aussi industrie et énergie.</p> <p>Hausse des températures pouvant provoquer une baisse de la productivité chez les salariés.</p> <p>Inconfort thermique dans les villes où résident de nombreuses personnes âgées (voir "santé") : effets d'îlot de chaleur urbain.</p> <p>Impacts sanitaires de la recrudescence des risques naturels (voir "santé").</p>
<b>Montagne</b>	<p>Effets positifs potentiels de la hausse des températures sur l'agriculture de montagne.</p> <p>Effets bénéfiques potentiels pour le tourisme estival.</p> <p>Diversification des activités en montagne.</p>	<p>Hausse des températures provoquant la fonte des glaciers avec des conséquences sur les réserves en eau, et des crues de printemps possiblement dangereuses.</p> <p>Baisse de fiabilité de l'enneigement, avec des conséquences sur l'économie des stations de ski et donc du tourisme en Rhône-Alpes.</p> <p>Risque de disparition des écosystèmes montagnards, et avec la disparition des habitats, les espèces faune/flore qui leur sont inféodées.</p> <p>Augmentation de la recrudescence des risques naturels (mouvements de terrain, crues...).</p>

## LES GRANDES ORIENTATIONS DU VOLET “ADAPTATION” DU PROJET DE SRCAE DE RHÔNE-ALPES

**In fine, le volet adaptation du projet de SRCAE devrait contenir deux types d'orientations : des orientations transversales et des orientations sectorielles. Ce document de stratégie régionale incitera également à la réalisation de plans d'actions d'adaptation cohérents dans les PCET.**

### ORIENTATIONS TRANSVERSALES

→ **Intégrer l'adaptation dans les politiques territoriales (mobilisation des outils de politiques publiques à l'échelle territoriale)**

- Aménager en anticipant le changement climatique : élaboration des PCET et mobilisation des outils de l'urbanisme. Le volet adaptation des PCET doit en particulier identifier les conséquences à prendre en compte dans les documents d'urbanisme.
- Gérer les canicules comme un enjeu de santé publique : réduire les effets sanitaires des vagues de chaleur (canicule, accentuation des pics de pollution) par des plans d'actions (prévention et gestion).
- Intégrer l'évolution de la ressource en eau et des aléas naturels dans les actes d'urbanisme et d'aménagement.

→ **Gérer la ressource en eau : le sujet de la ressource en eau est sans doute le plus transversal pour l'adaptation au changement climatique.**

Le renforcement de la contrainte sur la ressource en eau va concerner l'ensemble du territoire de manière différenciée en raison de l'augmentation possible de la demande (évolution démographique, évolution des modes de production et de consommation) et de la baisse prévisible de la ressource du fait du changement climatique. Des conflits d'usage pourraient devenir majeurs à terme, particulièrement en période estivale.

- Améliorer la connaissance des impacts du changement climatique sur la ressource en eau : état de la ressource (eaux souterraines, eaux de surface), connaissance prospective, impact du changement climatiques, sur les risques...).
- Assurer une cohérence de l'action publique par une gouvernance adaptée de la ressource en eau.
- Promouvoir une véritable adéquation entre aménagement du territoire et gestion de la ressource (des restrictions à l'urbanisation, identification des secteurs à enjeux, hiérarchisation des usages).
- Évoluer vers une économie peu consommatrice d'eau pour faire face aux situations de rareté en eau (économies d'eau, modernisation des réseaux, gestion des fuites, sensibilisation...).
- S'organiser face à la pénurie de la ressource en eau (gestion de crise pour gérer la pénurie tout en assurant l'exercice des usages prioritaires à l'échelle du bassin et des sous bassins les plus vulnérables).

→ **Améliorer et diffuser la connaissance des effets du changement climatique pour notre région.**

- Développer des dispositifs régionaux de veille, de recherche et de diffusion de la connaissance (création d'un observatoire régional des effets du changement climatique répondant aux besoins particuliers des territoires).
- Améliorer la prise en compte des risques naturels et technologiques (meilleure connaissance des risques, poursuivre et renforcer les démarches de sensibilisation pour développer la culture du risque, nécessité d'une meilleure prise en compte des risques naturels dans l'aménagement du territoire et les documents de planification, renforcer les dispositifs de protection et de prévention).

- Anticiper les risques pesant sur l'altération de la biodiversité et l'intégrer dans tous les dispositifs de préservation de la biodiversité (maintenir et réhabiliter les continuités écologiques en lien avec les objectifs et préconisations du Schéma Régional de Cohérence Écologique, préserver les zones humides).

#### ORIENTATIONS SECTORIELLES

→ **Agriculture** : adapter l'agriculture régionale aux enjeux du changement climatique  
Stabiliser le foncier agricole (Trame verte et bleue, agriculture périurbaine, limitation de la baisse de la Surface Agricole Utile à -4 %), modifications des pratiques et cultures, mobilisation de nouvelles ressources en eau et efficacité de l'eau, impliquer les agriculteurs dans le projet de PCET...

→ **Sylviculture** : orienter la gestion forestière pour intégrer les pratiques durables et le changement climatique  
Maintenir les espaces forestiers et les fonctions qu'ils assurent (dont protection),

rechercher la diversification des essences et des peuplements de demain.

→ **Tourisme** : orienter les politiques consacrées au tourisme (montagne) vers l'adaptation des territoires aux changements climatiques (élaboration de PCET par les territoires touristiques, intégration du changement climatique dans les critères de financement du tourisme de montagne, restriction du recours à la neige de culture).

→ **Urbanisme et Bâtiment** : procéder à des liens entre atténuation et adaptation en matière d'urbanisme

- Urbanisme : rendre la ville plus désirable et plus viable (renforcer les aménités vertes, lutter contre les îlots de chaleur urbains, conception bioclimatique de la ville, aération de la ville, puits de fraîcheur, albédo des matériaux)
- Bâtiment : conception bioclimatique et technologies passives (prise en compte du confort d'été du futur), rénover en vue d'un meilleur confort d'été sans recours à la climatisation, sensibiliser les occupants aux bonnes pratiques.



## ❖ PRIORITÉ À LA PRÉSERVATION DE LA RESSOURCE EN EAU POUR FAIRE FACE AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

**Même s'il est difficile d'en évaluer précisément les incidences, on sait que le changement climatique va modifier significativement le cycle hydrologique.**

Globalement, la communauté scientifique estime que les impacts les plus importants sur la ressource en eau auront lieu en été : l'augmentation des températures stimulera l'évapotranspiration qui, conjuguée à une diminution des précipitations, pourra favoriser l'assèchement des sols, et par conséquent accroître les besoins en eau pour l'ensemble des usages (agricoles, industriels, alimentation en eau potable, activités touristiques). L'augmentation de la température de l'eau dans les rivières aura également des effets sur la vie piscicole et créera un déséquilibre des milieux aquatiques et des écosystèmes. La fonte du manteau neigeux accentuera ce déséquilibre, et le Rhône connaîtra aussi des étiages plus sévères. Les étiages seront vraisemblablement à la fois plus précoces et s'étaleront jusqu'au début de l'automne.

Dans ces conditions, même dans les secteurs où les précipitations ne diminueront pas, voire augmenteront légèrement, la disponibilité en eau pourra devenir plus irrégulière, et inadaptée aux besoins. Une adaptation sera forcément nécessaire pour l'ensemble des activités et plus particulièrement pour les activités économiques organisées autour de l'eau : le tourisme (sports d'hiver en montagne et activités nautiques estivales), l'irrigation des cultures, les procédés industriels (refroidissement des centrales nucléaires, notamment). Les territoires doivent dès à présent prendre en compte ces contraintes dans leurs projets d'aménagement, notamment ceux touchant à l'urbanisation et aux grandes infrastructures.

Face à cette évolution annoncée, l'enjeu de préservation de la qualité de l'eau s'avère essentiel. Pour cela, toutes les mesures visant à préserver ou restaurer la qualité des

eaux, qu'elles soient superficielles ou souterraines, sont à engager sans délais, au même titre que la nécessité d'adapter les besoins en eau en fonction de la disponibilité de la ressource, pour ne pas sacrifier le bon fonctionnement écologique des milieux naturels aquatiques, garant d'une gestion durable.

**Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée-Corse et le 10<sup>e</sup> programme de l'Agence de l'eau prennent en compte le changement climatique.**

**La caractérisation des tendances d'évolution** ne pouvant se faire qu'en s'appuyant sur la donnée existante, et les chroniques de données étant encore trop peu nombreuses et sur des échelles de temps relativement courtes, il convient d'acquérir davantage de données en particulier sur la température de l'eau et les débits des cours d'eau ou les niveaux piézométriques<sup>44</sup> des nappes.

L'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse accompagne l'ONEMA et la DREAL dans la mise en place d'un observatoire structuré pour améliorer la compréhension des phénomènes tendanciels.

**Toutefois, des mesures d'adaptation sont à envisager en matière de gestion de la ressource en eau dès aujourd'hui**, sans attendre les premiers éléments de l'observatoire. Le SDAGE Rhône-Méditerranée, dans son orientation fondamentale n° 7, affiche les objectifs et dispositions visant à atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource et en anticipant l'avenir.

Des actions ont déjà démarré, et on peut évoquer **la trentaine d'études de détermination des volumes maximums prélevables** qui a été engagée sur la région Rhône-Alpes au niveau des territoires en déficit quantitatif identifiés dans le SDAGE Rhône-Méditerranée.



© LM

<sup>44</sup> Le niveau piézométrique est l'altitude ou la profondeur par rapport à la surface d'une nappe d'eau souterraine.



© LM



➔ Voir aussi la réponse à la question "quels impacts sur la ressource en eau en Rhône-Alpes ?" de l'Agence de l'eau RMC dans le premier volume de ce guide.

Site de l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse : [www.eaurmc.fr](http://www.eaurmc.fr)

### EN SAVOIR ➔

Étude de l'impact du changement climatique sur la ressource en eau en Bourgogne repères n°53 d'Alterre Bourgogne : [www.alterre-bourgogne.fr](http://www.alterre-bourgogne.fr)

L'objectif est d'établir un diagnostic précis des prélèvements au regard des enjeux d'atteinte du bon état des milieux aquatiques, afin de pouvoir décider des mesures nécessaires à un retour à l'équilibre entre l'offre et la demande en eau.

Concrètement, à l'issue de ces études qui permettent d'évaluer la quantité de ressource disponible, il s'agit :

- d'élaborer des plans de gestion : économies d'eau pour tous les usages (alimentation en eau potable des collectivités, irrigation, industrie), adaptation des différents usages, gestion différente des équipements et ouvrages existants...
- de réviser les arrêtés de prélèvement délivrés par les Préfets, et de mettre en place des organismes uniques de gestion pour l'irrigation,
- de mettre en place des ressources de substitution en cas d'insuffisance des mesures d'économies, compatibles avec la ressource disponible et la préservation du milieu aquatique.

Pour accompagner cette mise en oeuvre d'une gestion équilibrée de la ressource et faire évoluer les usages, le 10<sup>e</sup> Programme (2013-2018) de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse prévoit de renforcer les aides financières pour les projets concourant à cet objectif, avec notamment :

- le financement, **des économies d'eau** par la mise en place de techniques d'irrigation moins consommatrices d'eau, de process industriels plus économes en eau, et la réduction des fuites sur les canalisations d'alimentation en eau potable,
- des participations financières auprès des gestionnaires de retenues d'eau pour améliorer **le soutien d'étiage au bénéfice des milieux aquatiques,**

- des aides pour la réalisation de **schémas de partage de la ressource**, incluant un état des lieux, la définition d'objectifs communs aux différents usagers et instaurant des règles de partage,
- le financement en complément des mesures d'économie d'eau, d'équipements de mobilisation de ressources de substitution sur les territoires déficitaires (transferts d'eau ou retenues de stockage des eaux), voire le financement d'ouvrages nécessaires pour **anticiper des situations de pénurie d'eau,**
- l'encouragement à développer une gestion concertée de l'utilisation de la ressource en eau, en particulier avec la mise en place de SAGE (schémas d'aménagement et de gestion des eaux),
- le soutien aux travaux de **restauration et de préservation des zones humides**, qui jouent un rôle important, notamment pour le soutien de l'étiage des cours d'eau,
- la réalisation d'études de **délimitation des ressources majeures** (en priorité pour l'alimentation en eau potable), afin d'assurer leur préservation pour les usages actuels et futurs.

Dans un contexte où le changement climatique tend à rendre plus aigus les problèmes de déficit en eau et de mobilisation de la ressource, l'atteinte d'un bon état écologique des milieux aquatiques ne doit pas être considérée comme une contrainte, mais comme une utilité, car un milieu naturel en bon état supporte avec moins de dommages les périodes d'étiage et peut donc rendre moins drastiques les mesures d'économie à mettre en place au niveau des prélèvements.

## ❖ COMPRENDRE LES EFFETS COMBINÉS DE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'artificialisation des sols, c'est-à-dire la substitution d'un couvert végétal naturel par un couvert créé par l'homme, peut être dû à :

- l'étalement urbain qui augmente l'occupation bâtie (habitations, locaux commerciaux...) ou revêtue (voies de circulation, parkings...) des sols et transforme les espaces naturels ou agricoles en espaces verts (pelouses, jardins...),
- le développement d'activités économiques telles les activités d'extraction de matériaux et de stockage des déchets, la création de plans d'eau...
- ou encore des activités agricoles et forestières dites "intensives" (grand parcellaire, utilisation abondante d'intrants, monoculture...) qui contribuent à rendre les sols imperméables et sensibles à l'érosion.

**Qu'ils soient temporaires ou définitifs, ces changements d'affectation ont des conséquences souvent irréversibles sur l'environnement.**

En effet, les changements de couverts des terres ont plusieurs conséquences :

- **La régression de la biodiversité** due à la fragmentation des milieux et à la destruction des habitats des espèces animales et végétales.
- **L'émission de grandes quantités de CO<sub>2</sub>**. Les végétaux sont capables d'absorber et stocker du CO<sub>2</sub>, donc la déforestation ou la réduction des surfaces végétales provoque un déstockage de carbone. Le sol lui-même, lorsqu'il est mis à nu et n'est pas très vite couvert, émet des GES avant de retrouver un équilibre. En outre, l'étalement urbain favorise les transports fortement émetteurs de gaz à effet de serre.
- **Les modifications des conditions hydrologiques locales** voire même à

l'échelle de la planète une modification des relations entre les grands réservoirs (biosphère, océan, atmosphère, lithosphère...). Sur un sol bitumé, l'eau ruisselle davantage, s'infiltré moins, ce qui augmente les risques d'érosion et d'inondation. Plus concentré, ce ruissellement peut favoriser le transfert de sédiments contenant des polluants vers les cours d'eau : engrais, pesticides, métaux lourds, hydrocarbures.

- **L'érosion et la perte de valeur agromonomique des sols** dans certains cas.

Ainsi, à la croisée de ces enjeux et d'autres économiques et sociaux, l'artificialisation des sols pose aux territoires la question de leur développement durable.



© LM

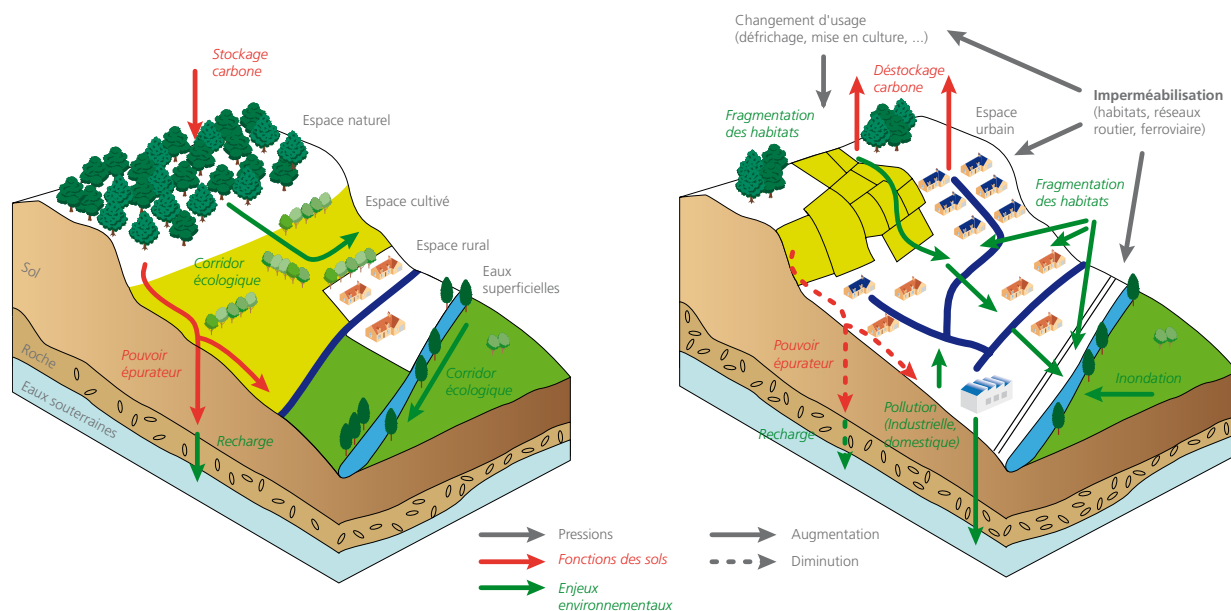


**-6 % de terres agricoles en Rhône-Alpes entre 1999 et 2010, soit le double de la moyenne nationale**

Les changements d'occupation du sol ont touché en région Rhône-Alpes, majoritairement (39 %) des sols de très bonne qualité qui ont une réserve utile en eau très forte. À peu près dans cette même période, 2000-2006, le taux d'évolution des territoires agricoles est de -0,43 pour la région, alors qu'il est de -0,24 en France métropolitaine. La situation, particulièrement alarmante en Rhône-Alpes, doit appeler à la plus grande vigilance tant du point de vue des conséquences sur la productivité agricole que sur les effets combinés avec le changement climatique sur la ressource en eau, sur l'érosion des sols et sur les ruissellements.

**Le projet de SRCAE fixe, au niveau régional d'ici 2020, un objectif de limitation de la baisse de la surface agricole utile (SAU) à 4 % par rapport à 2010, et un objectif de stabilisation de la SAU en zone périurbaine.**

**FIGURE 15 - Impacts de l'artificialisation des sols sur les habitats et les cycles du carbone et de l'eau**



D'après SOeS-Gis Sol, 2010.

## EN SAVOIR +

Le site du Groupement d'intérêt scientifique Sol (GIS SOL) : [www.gissol.fr](http://www.gissol.fr)

Le point sur n° 75, SOeS, février 2011.

L'État s'engage pour une gestion durable et économe du foncier en Rhône-Alpes, Préfecture de Région, octobre 2012.

Étalement urbain et changements climatiques état des lieux & propositions, RAC France, 2011 : [www.rac-f.org/Etalement-urbain-et-changements](http://www.rac-f.org/Etalement-urbain-et-changements)

Compte-rendu du groupe Urbanisme et développement durable animé par RAEE le 11/04/07 – Densité et enjeux agricoles : [www.ddrhonealpesraee.org/doc/ddrhonealpes/Reseau\\_GRUrbaDD\\_ExtCR071104.pdf](http://www.ddrhonealpesraee.org/doc/ddrhonealpes/Reseau_GRUrbaDD_ExtCR071104.pdf)

**Réduire les pressions sur l'environnement de tout ordre et en particulier sur les surfaces naturelles et agricoles est nécessaire** dans le contexte du changement climatique en cours. Car la modification des paramètres climatiques et physiques des milieux aggraveront ces phénomènes de régression de la biodiversité, de modification des conditions hydrologiques, d'érosion des sols. Par ailleurs, ces pressions sont elles-mêmes souvent sources de gaz à effet de serre mis en cause dans le réchauffement global.

**Enfin, le maintien d'un appareil productif agricole doit être un objectif majeur** pour les pays européens. Car la sécurité alimentaire, mise à mal à la fois par l'effet du changement climatique sur la remontée de la désertification et par une augmentation de la population mondiale, est une priorité au niveau planétaire.

L'aggravation possible de phénomènes météorologiques extrêmes par le changement climatique en cours, renforce **la nécessité d'appliquer strictement les Plans de prévention des risques et en particulier d'inondation**. Pour les mêmes raisons, les documents de planification et d'urbanisme devront d'autant mieux veiller à limiter cette artificialisation des espaces.

## **: Le rôle des collectivités dans l'élaboration de leur PCET et démarches de développement durable**

### **:: Les initiatives de la Région**

*Conscients de l'importance des enjeux climatiques, les élus de la Région Rhône-Alpes se sont engagés depuis longtemps dans le développement des énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie.*

Dès 2000, la Région porte attention aux émissions de gaz à effet de serre (GES). En 2002, l'Observatoire Régional de l'Énergie et des Émissions de GES (OREGES) est créé. Son animation est confiée à l'Agence régionale de l'énergie et de l'environnement (RAEE).

La Région accompagne les acteurs du territoire dans leurs démarches d'adaptation aux effets du changement climatique. Un premier guide sur le changement climatique "Comment s'adapter en Rhône-Alpes" avait ainsi été créé en 2007 et l'appel à projets "Rhônalpins Écocitoyens" lancé depuis 2009 invite les collectivités à développer des stratégies d'adaptation. Ce nouveau guide "Climat : réussir le changement" est un outil méthodologique pour accompagner concrètement les élus et les services techniques dans la définition et la mise en place de stratégies d'adaptation au changement climatique.

Avec la DREAL, la Région co-pilote l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Énergie. Dans le même temps, obligée par la loi Grenelle II, elle travaille à la mise en place de son Plan Climat Énergie.



#### **RHÔNE-ALPES, LA RÉGION MOBILISE LES CITOYENS ET LES COLLECTIVITÉS**

**Dans le cadre de sa co-élaboration du SRCAE avec l'État, et de l'élaboration de son plan climat régional, la Région a organisé un atelier citoyen, outil de démocratie participative, en 2011.**

L'objectif était d'associer le citoyen dans la démarche d'élaboration de ces outils. 35 citoyens ont donc été tirés au sort (en respectant une certaine diversité en matière de sexe, âge, catégorie socio-professionnelle, origine géographique) et se sont rassemblés lors de 3 week-ends pour réfléchir sur la thématique du climat, du changement de comportement et des leviers à mettre en place par les pouvoirs publics pour réduire les émissions de GES. Cet avis citoyen a contribué à alimenter les réflexions relatives au SRCAE et au Plan Climat Région.

Par ailleurs, dans le cadre de sa politique en faveur de l'éco responsabilité, la Région anime **un appel à projets "Rhônalpins écocitoyens"**. De 2009 à 2012, un volet de cet appel à projets était consacré à l'adaptation aux effets du changement climatique.

L'objectif était d'encourager les acteurs intercommunaux à conduire des réflexions sur la prise en compte des impacts du changement climatique sur leur territoire. Plusieurs collectivités ont ainsi pu bénéficier de cet appel à projet pour lancer des études de vulnérabilité : Saint-Étienne Métropole, le CDDRA Valdac...



## :: Les Plans Climat-Énergie Territoriaux

38 Plans Climat-Énergie Territoriaux (PCET) ont été rendus obligatoires par le décret n°2011-829 du 11 juillet 2011 d'ici fin 2012 sur les territoires de plus de 50 000 habitants.

Plus d'une trentaine de territoires volontaires rejoignent déjà ces obligés, 50 à 70 autres ont choisi de programmer des actions pour le climat dans un volet spécifique de leur Agenda 21 local (Figure 16).

Les autres territoires sont incités à agir pour le climat à travers des politiques de développement et d'aménagement durable du territoire (contrat avec la Région (CDDRA), le Département...).

Ces territoires ont beaucoup travaillé le volet atténuation des émissions de gaz à effet de serre, et peu à peu se préoccupent du volet adaptation du PCET.

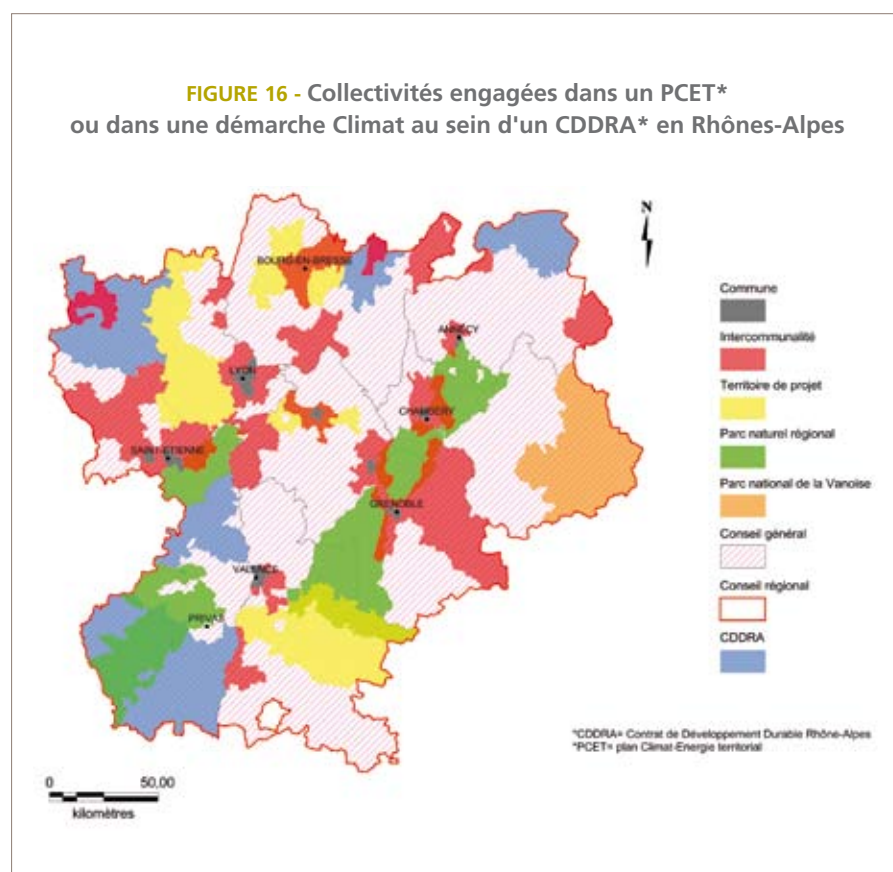
### EN SAVOIR +

Le site de l'Observatoire des PCET de l'ADEME : [www.pcet-ademe.fr/](http://www.pcet-ademe.fr/)



### INITIATIVES DE CERTAINS TERRITOIRES EN RHÔNE-ALPES

- **Chambéry Métropole** : action "Sauvons Robert" du PCET (p.71)
- **Drôme** : Déclic (p.78)
- **Grand Lyon** : carte d'ilots de chaleur urbains, adaptation des essences végétales, cahier "santé et changement climatique"
- **Isère** : étude préliminaire à un volet "adaptation" du plan Climat
- **La Métro de Grenoble** : observation, suivi et évaluation du PCET (p.101)
- **Pays d'Ardèche verte** : Livre blanc "L'Ardèche verte et les changements climatiques"
- **Pays de Romans** : expérimentation de l'outil "Impact' climat" de l'ADEME pour l'analyse de vulnérabilité du territoire (p.76)
- **Saint-Étienne Métropole** : étude exploratoire sur la question du Climat et de ses impacts à l'horizon 2050 (p.55)
- **Savoie** : livre blanc du climat (p.81)
- **Territoire Nord-Isère et territoire du Grésivaudan** : élaboration du volet "adaptation" du PCET (p.69 et 86)
- **Territoire de Valdac** : analyse de la vulnérabilité du territoire en préparation du renouvellement des CDDRA et PSADER (p.89)
- **Vallée de Chamonix-Mont-Blanc (74)** : transport et tourisme et priorités du Plan Climat Énergie Territorial (p.73)



D'après Rhônalpénergie-Environnement, 2012.



**Dominique CROZET**, Vice-Président en charge du développement durable et des contrats de rivières de Saint-Étienne Métropole, maire de Doizieux, commune du Parc naturel régional du Pilat, dans la Loire

### Dans quel état d'esprit avez-vous abordé cette étude ?

La question de l'adaptation au changement climatique, dans le cadre de notre Plan Climat, a été abordée grâce à cette étude. Pour l'instant certaines actions ont été menées sur le territoire, mais aucune stratégie n'a véritablement été mise en place. Cette étude constitue donc pour Saint-Étienne Métropole une première approche de cette problématique et a pour objectif de nous aider à construire notre plan d'actions "adaptation". La canicule de 2003 a permis de toucher du doigt ce qui pourrait devenir la norme. 2003 a d'ailleurs été retenue dans l'étude comme année de référence pour travailler sur le confort thermique dans les bâtiments.

Ma commune est une commune forestière située entre 500 et 1400 m. Nous ne sommes donc pas trop concernés par les problèmes de confort urbain, par contre nous voyons déjà des changements au niveau de la forêt. Les sapins en basse altitude souffrent et le paysage évolue. Les hêtres vont remonter en altitude et les landes de crêtes du Pilat risquent peu à peu de se boisser. On ne peut pas dire non plus ce que va devenir la ressource en eau, mais on doit rester vigilant tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Les crues de 2003 et 2008 ont aussi été des signaux d'alerte. Il n'est pas facile de dire dans quelle mesure ces phénomènes sont liés au réchauffement climatique, mais l'étude a confirmé les tendances. Elle donne une assise à notre démarche pour avancer sur la question avec les acteurs socio-économiques et les citoyens.

### Comment envisagez-vous le rendu de ce travail sur le territoire ?

Il n'est pas du tout évident "d'attraper" cette question, même si aujourd'hui les gens sont plus réceptifs. Si on est trop alarmiste, la démarche peut être rejetée. On doit faire de la vulgarisation sur des constats – sur les 20 dernières années les températures maximales augmentent – et chercher des solutions simples. Sur l'habitat, nos partenaires tels que les bailleurs sociaux, les urbanistes... sont déjà sensibilisés et travaillent déjà sur les questions d'économie d'énergie dans les bâtiments et de confort thermique. Il sera plus difficile d'intervenir sur le parc privé et dans d'autres secteurs, en particulier le tertiaire.

Attention, la climatisation se développe dans les bâtiments existants et les bâtiments neufs avec de fortes consommations d'énergie et ce n'est pas la solution souhaitée, car elle est contradictoire à la problématique de réduction des consommations d'énergie. Dans les domaines agricole et forestier, c'est plus délicat. On travaille sur des temps longs, et il y a donc une prise de risque.

D'autre part, les solutions d'adaptation imaginées ne sont peut-être pas celles qu'on attendrait. En prévision d'un manque d'eau, il est important de stocker pour le maraîchage, mais doit-on stocker pour faire du maïs ? Toutefois, l'adaptation au changement climatique est un bon vecteur de communication pour revenir sur les questions d'équilibres écologiques et de développement durable. Cela demande une grande concertation. Il sera nécessaire de sensibiliser, informer et diffuser les résultats de cette étude pour que tous les acteurs prennent en compte les préconisations pour s'adapter au changement climatique.



« Saint-Étienne Métropole, en partenariat avec Météo-France, l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, Epures, et ALEC42, a

engagé en avril 2010 une première étude exploratoire sur la question du Climat et de ses impacts à l'horizon 2050. Les champs d'études étaient ceux de l'adaptation de l'habitat et de la végétation.

Quel est l'impact du changement climatique sur le parc de logements ? Comment adapter les habitations à la chaleur ? Quels seront les conséquences sur les écosystèmes et agro systèmes ? Quelles préconisations pour l'adaptation du territoire à ces modifications ? »



Plaquette de synthèse et de vulgarisation des résultats éditée et présentée aux élus et à la population de SEM en 2012 : disponible auprès du service développement durable.

### Quelle suite opérationnelle souhaitez-vous donner à cette étude ?

Pour le moment les communes de Saint-Étienne Métropole s'emparent du PCET et signent des chartes visant l'objectif des 3 fois 20 ( 20 % d'économie d'énergie, +20 % d'énergie renouvelables, -20 % d'émissions de gaz à effet de serre ), sans parler beaucoup d'adaptation.

Nous avons déjà des actions portées par Saint-Étienne Métropole, répondant à cet enjeu, mais elles ne sont pas valorisées à ce titre. Le travail sur les trames vertes et bleues et sur les rivières (ex. de la vallée de l'Ondaine) devront permettre de créer des îlots de fraîcheurs et peut-être nous aider dans le futur à mieux maîtriser les pics de chaleur. Saint-Étienne Métropole anticipe les risques d'inondation qui pourraient s'accroître dans le futur. Nous avons monté un système d'alerte aux crues avec Météo-France pour surveiller et alerter au plus tôt les communes.

La question de l'adaptation doit interroger de manière transversale l'ensemble des politiques publiques, comme la voirie, l'urbanisme et l'aménagement du territoire...

En tout cas, en abordant cette question, on appelle à mieux connaître les spécificités de notre environnement et à chercher des solutions originales. Je me souviens par exemple d'un village près de Dubrovnik où les rues étaient étudiées pour se protéger de la chaleur en été et aérer la ville. Les urbanistes sont donc en capacité d'adapter la ville au climat. Il s'agit de casser les standards, de modifier nos pratiques en prenant en compte les modifications du climat.

### EN SAVOIR +

Testez l'avancement de votre propre réflexion et de votre niveau de sensibilisation à la question du changement climatique avec "Changement climatique : êtes-vous prêt ?", RAEE 2007, en téléchargement sur [www.ddrhonealpesraee.org/doc/ddrhonealpes/PDF\\_TEST\\_FINAL.pdf](http://www.ddrhonealpesraee.org/doc/ddrhonealpes/PDF_TEST_FINAL.pdf)

## • Les réseaux régionaux traitant du climat

- *Participer à des réseaux régionaux peut permettre de rencontrer d'autres territoires engagés et obtenir une information générale pour élaborer une stratégie propre à son territoire. Plusieurs réseaux ou groupes d'acteurs en Rhône-Alpes traitent de l'adaptation au changement climatique.*

### **Le groupe de réflexion et d'actions sur l'adaptation au changement climatique (GRAACC)**

a été lancé en 2007 par Rhônalpénergie-Environnement à l'occasion de la publication du premier guide en région "Changement climatique : Comment s'adapter en Rhône-Alpes". À destination des élus, agents de collectivités locales, associations, administrations, organismes publics, établissements de recherche, ce groupe a pour objectif de sensibiliser les acteurs rhônalpins à cette problématique, d'échanger les bonnes pratiques en matière d'actions concrètes d'adaptation et de produire des outils. Il est :

- lieu d'échange et de connaissance : des acteurs, actions engagées sur le territoire, outils existants ;
- lieu de mutualisation et de travail commun pour informer, sensibiliser les différents publics, pour mettre en place des outils ou actions communes au niveau local ou régional.

#### EN SAVOIR +

Consulter la page "GRAACC" du site de RAEE  
[www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)

#### EN SAVOIR +

Page réseaux du site de l'ADEME en Rhône-Alpes  
<http://rhone-alpes.ademe.fr/partenariats-reseaux/reseaux/plans-climat-energie-territoriaux>

#### EN SAVOIR +

Site de la CIPRA : [www.cipra.org](http://www.cipra.org)

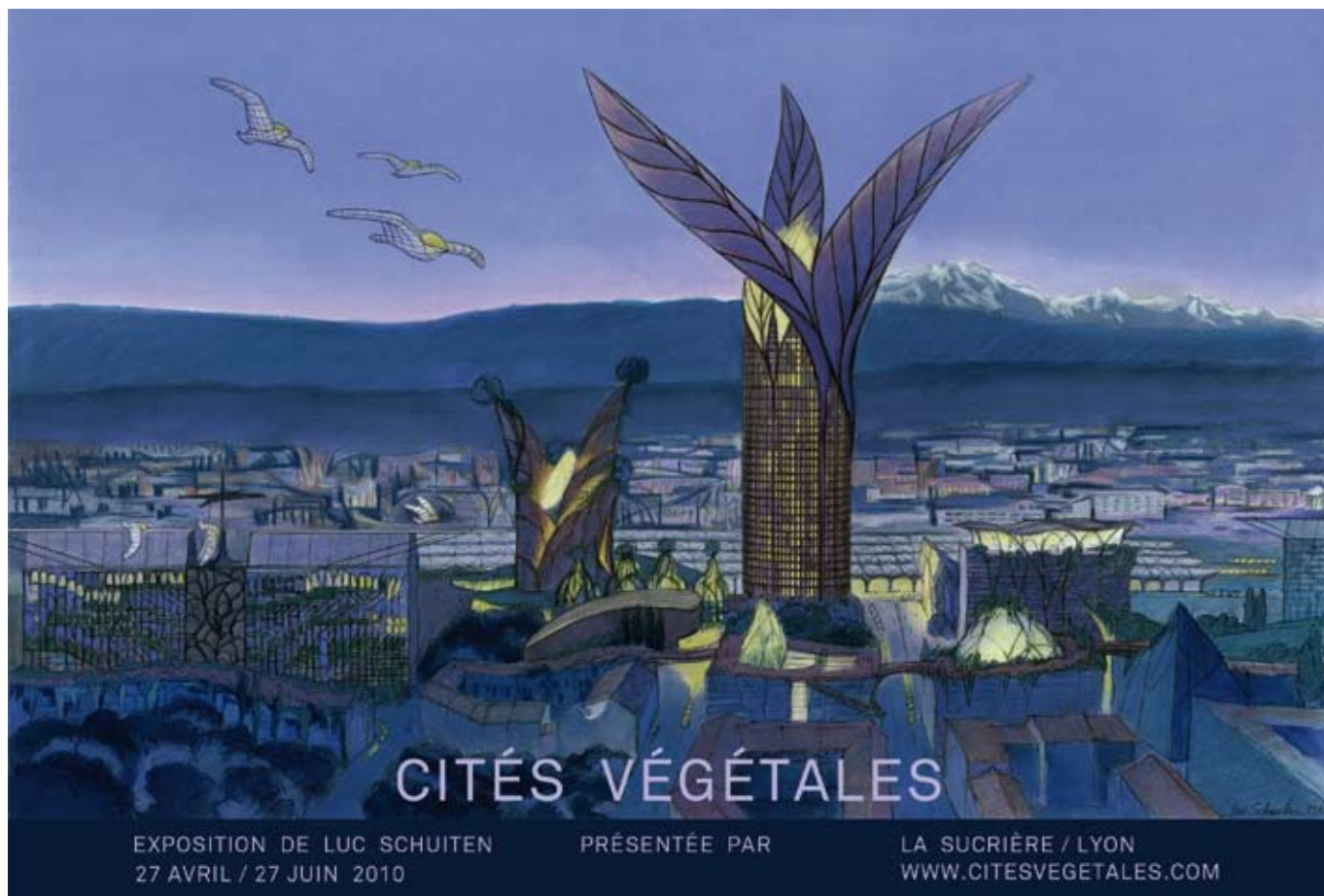
#### EN SAVOIR +

Site du REEMA : [www.reema.fr](http://www.reema.fr)

**Le Réseau Régional Énergie Climat de Rhône-Alpes (RREC)**, organisé et animé par l'ADEME Rhône-Alpes, en partenariat avec le Conseil Régional et la DREAL a pour objectif d'être une force d'entraînement au niveau régional d'un grand nombre de collectivités et de permettre l'échange, le relais d'informations autour de démarches ambitieuses et globales qui contribueront à prendre en compte les enjeux du changement climatique au sein des territoires. Ce réseau se réunit deux fois par an et regroupe plus d'une soixantaine de collectivités, avec des chargés de mission Plan Climat, des élus, des associations (Agences d'urbanisme)... C'est donc une occasion de faire se rencontrer les acteurs engagés sur le territoire, partager et mutualiser des retours d'expérience.

**La Commission Internationale pour la Protection des Alpes (CIPRA)** : ses représentations nationales et régionales s'engagent en faveur d'un développement durable de l'espace alpin. Elles organisent des manifestations transalpines qui ont déjà associé un grand nombre de communes alpines dans des résolutions concrètes pour lutter contre et s'adapter.

**Le Réseau d'Éducation à l'Environnement Montagnard Alpin (REEMA)** réunit les acteurs du massif alpin qui souhaitent développer et promouvoir l'éducation à la montagne dans une perspective de développement durable. Il favorise les échanges, les rencontres, le montage de projets collectifs et individuels, les partenariats, optimise le travail des structures du réseau et œuvre pour généraliser l'approche éducative dans les politiques d'aménagement du territoire alpin. Son pôle "Sensibiliser au changement climatique dans les Alpes", lancé en 2010, regroupe une quarantaine d'acteurs (associations, collectivités, bureaux d'étude, etc.) travaillant sur des thématiques variées liées au changement climatique (biodiversité, habitat, énergie, tourisme, risques naturels, etc). Plusieurs structures peuvent intervenir auprès des collectivités pour des actions de sensibilisation, d'information ou de formation. Le REEMA peut mettre en contact avec celles-ci.



## ZOOM ①

L'architecte **Luc SCHUITEN** imagine la ville **de demain** : ses projets montrent une ville où l'invention et la relation avec la nature occupent une place majeure. Son travail a été exposé sous le titre "cités végétales" à La Sucrière / Lyon, en 2010.

# L'adaptation de mon territoire : méthodologie pour l'action

**Des échos médiatiques déstabilisants, l'idée d'un changement encore lointain et dont les effets pourraient sembler secondaires par rapport à ceux de la crise économique par exemple... autant de raisons qui peuvent faire minimiser les effets du changement climatique en cours et retarder l'action.**

Pourtant, préparer son territoire à se saisir de la question de l'adaptation à ce changement et à l'intégrer dans ses actions est un moyen efficace de mener une politique de développement durable. En effet, l'adaptation au changement climatique **répond à de nombreux autres enjeux auxquels les territoires doivent faire face :**

- la préservation de la biodiversité, des milieux et des ressources,
- la cohésion sociale et la solidarité entre les territoires et les générations,
- l'épanouissement de tous les êtres humains,
- une dynamique de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.

La mise en place d'une stratégie d'adaptation partage aussi bien les finalités que les principes de gouvernance des stratégies de développement durable déjà engagées (participation des acteurs, pilotage, transversalité, évaluation partagée, amélioration continue).

Aussi, intégrée aux réflexions prospectives sur l'avenir du territoire, l'évolution climatique devient un facteur à prendre en considération au même titre que l'évolution de la population, de la mobilité, des dynamiques socio-économiques. Les incertitudes sur son ampleur et ses effets sont parfois même mieux encadrées que celles de l'évolution des autres facteurs avec lesquelles nous avons pourtant l'habitude de composer.

La collectivité cherchera à rendre concrètes les modifications climatiques pour mieux définir les enjeux territoriaux du changement climatique et faciliter la préparation au changement des acteurs. **Le succès des stratégies d'adaptation sera d'autant mieux assuré que tous les acteurs, des citoyens aux élus, seront impliqués et engagés volontairement dans cette démarche.**



## « Agir sur son territoire

« passe par une compréhension des évolutions climatiques et de leurs traductions locales. Mettre

en avant les mesures d'adaptation déjà opérationnelles sur le territoire facilitera la prise de conscience et l'action ! »

**Suzanne BRAKEL**, chargée de mission ALEC42.

## : Étape 1 : s'informer et s'organiser

### :: Les sources d'information

*L'information sur la question climatique est fournie et dispersée. Il est donc nécessaire de cerner quelle information on cherche et pour quoi faire.*

**Les centres de ressources et réseaux régionaux** comme CIPRA, Rhônalpénergie-Environnement, IERA... peuvent fournir une information générale pour élaborer une stratégie propre à son territoire.

La DREAL et la Région Rhône-Alpes, dans le cadre du SRCAE, fournissent un cadre d'action et de premières études d'état de la connaissance en région. Les travaux d'élaboration du SRCAE ont fait ressortir l'intérêt de développer en région un **Observatoire des effets du changement climatique** qui apportera une information répondant aux besoins particuliers des territoires de la Région Rhône-Alpes et mettra en relation les acteurs et les experts à travers des programmes de recherche, les initiatives territoriales et citoyennes, les réseaux associatifs... Cet observatoire complétera l'information disponible au niveau national sur le site de l'ONERC.

Il est aussi recommandé de mobiliser **les acteurs locaux qui ont leur propre connaissance** et qui auront un fort impact sur la mobilisation de leurs concitoyens (le garde forestier, l'association "bien vivre à...", etc.).

### :: Le pilotage de la démarche

Si la réflexion engagée sur l'adaptation aux effets du changement climatique fait l'objet d'une démarche spécifique, on veillera à s'assurer d'un travail transversal et que le pilotage repose sur un comité ad hoc présidé par un référent politique et animé par un technicien en charge.

Plus fréquemment, la démarche s'inscrit dans une démarche existante de PCET, Agenda 21, ou SCoT..., mais rien n'empêche de nommer des référents politiques et techniques "Adaptation aux effets du changement climatique".



#### **NOMMER DES RÉFÉRENTS POLITIQUES ET TECHNIQUES POUR UNE MEILLEURE PRISE EN COMPTE DES ENJEUX**

##### **En interne**

- Avoir un élu référent permet d'assurer une meilleure coordination de la stratégie d'adaptation ;
- Désigner un élu et/ou un technicien par service chargé de l'adaptation :
  - permet de diffuser la notion dans tous les secteurs car chacun servira de relais auprès de ses collègues,
  - offre une vision d'ensemble des impacts du changement climatique et leurs enjeux associés. Les mesures proposées seront ainsi étudiées en veillant à leurs conséquences sur tous les autres secteurs et en évitant les conséquences négatives dans d'autres domaines ;

➔ Voir aussi à la partie 2 du volume 2 de ce guide "Le changement climatique en Rhône-Alpes"



- L'organisation transversale du travail permet, lorsque cela est nécessaire, et par le choix paritaire des élus référents, de dépasser les clivages politiques.

#### En externe

- Les élus de la collectivité proposant la stratégie ont une mission de diffusion et de mobilisation auprès des autres élus des collectivités locales supra et infra territoriales à chaque étape du projet ;
- Il s'agit de profiter des connaissances spécifiques et de l'expérience d'associations, agences ou réseaux spécialisés.



### CRÉER UNE MISSION, UNE COMMISSION...

Concrètement, cette organisation transversale pourra prendre la forme de :

- la création d'une mission au sein de la collectivité...
- la formation d'un comité de pilotage,
- la mise en place d'un groupe de suivi technique de la démarche, pouvant inclure des partenaires et acteurs locaux.

#### INFOS

Testez l'avancement de votre propre réflexion et de votre niveau de sensibilisation à la question du changement climatique avec la grille "Changement climatique : Êtes-vous prêt ?", Rhônalpénergie-Environnement, 2007



« Si les manifestations du changement climatique échappent largement aux décideurs politiques locaux, en revanche, les élus peuvent accroître la connaissance de leur territoire en contexte de changement climatique et viser ainsi la réduction de sa vulnérabilité. »

**Benoît RONEZ,**  
chargé d'études "Énergie-Climat" au Certu.

## :: Échéancier et budget

*Le changement climatique engagé au niveau mondial a des effets bien différents au niveau local. Sans préparation, les acteurs adopteront des mesures spontanées d'adaptation.*

Le risque sera alors de constater des mesures à court terme qui ne seront pas de réelles mesures d'adaptation (ex : profilage des pistes de ski...), contraires aux politiques d'atténuation des émissions de GES (ex : mise en place de climatiseur...), ou encore renforçant les inégalités sociales.

Aussi, l'adaptation est une stratégie qui devrait s'infiltrer dans les politiques sectorielles au plus tôt. Le gouvernement envisage d'intégrer davantage d'éléments relatifs au changement climatique dans le choix des financements publics. Il s'agirait, selon le rapport de la phase de concertation du Plan national d'adaptation, d'une sorte d'éco-conditionnalité, notamment lors de la définition des obligations des délégataires de services publics et lors d'investissements publics conséquents. Cette voie peut également être envisagée par les collectivités dans leurs domaines de compétences.

Globalement, il n'y aurait pas de fonds fléchés pour l'adaptation au changement climatique. On pourra toutefois noter les initiatives "Climat" de la Caisse des dépôts ([www.cdcclimat.com](http://www.cdcclimat.com)), qui investit dans des projets de réductions d'émission de CO<sub>2</sub> innovants et contribue à des programmes de recherche sur les politiques climatiques.

Dans le même esprit, l'Europe clôt ses grands programmes de financements (INTERREG, EIE...) et repense ses modalités d'intervention pour la période 2014 - 2020. Les discussions s'orientent vers un renforcement du FEDER pour aider, en particulier, à l'investissement. Des projets répondant à des enjeux d'adaptation aux effets du changement climatique seront sans doute concernés.

Si l'échéance du changement climatique n'est évidemment pas celle du mandat électoral, toute politique engagée sera un atout pour le territoire. Les actions "sans regret" alors conduites auront de multiples effets. Si l'effort n'est pas reconnu pour son incidence sur l'adaptation aux effets du changement climatique, il le sera pour d'autres effets : respect des écosystèmes, économies d'énergie, confort, renforcement des liens sociaux...

➔ Voir aussi à la partie 1 du volume 2 de ce guide "Les répercussions économiques"



### EXEMPLE DE MESURE LOURDE ET URGENTE

#### **La vidange d'une cavité sous-glaciaire de Tête Rousse (territoire communal de Saint-Gervais).**

En août 2010 des travaux de vidange d'une poche d'eau accumulée sous le glacier ont été engagés. Le risque d'inondation devenant réel si elle venait à céder, des travaux d'urgence ont été lancés, ainsi qu'une procédure de sauvegarde.

"Les poches d'eau situées à l'intérieur d'un glacier sont assez rares, et l'origine (de la poche du glacier du Mont-Blanc) reste encore inexpliquée", d'après Christian Vincent, chercheur au CNRS<sup>45</sup>. "Le réchauffement climatique qui a diminué l'épaisseur du manteau neigeux situé sur le glacier" pourrait expliquer le phénomène. "Moins protégé du froid l'hiver, le fond de la cavité se refroidit et ne permet pas à l'eau accumulée de s'évacuer naturellement. En 1892, l'explosion d'une poche d'eau similaire à l'intérieur du glacier avait provoqué ce que les géologues nomment une « lave torrentielle », mélange d'eau, de graviers, de rocs, de terre et d'arbres, qui s'était répandue dans la vallée et avait tué 175 personnes".

<sup>45</sup> Extrait du site [www.glaciers-climat.fr](http://www.glaciers-climat.fr)

# CERNER QUELLE INFORMATION ON CHERCHE ET POUR QUOI FAIRE

Sans prétendre à l'exhaustivité, ce tableau présente quelques supports d'information en fonction de thèmes et d'objectifs utiles à l'élaboration d'une stratégie d'adaptation.

EXEMPLES de supports d'informations sur...	POUR SENSIBILISER	POUR DÉTECTER les premiers signes	POUR COMPRENDRE et élaborer des scénarii prospectifs
<p><b>Le phénomène de changement climatique</b></p>	<p><b>La Stratégie nationale d'adaptation et le livre vert européen :</b>  <a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr/Strategie-nationale-d-adaptation.html">www.developpement-durable.gouv.fr/Strategie-nationale-d-adaptation.html</a></p> <p><b>Site Internet :</b>            Le climat de la terre : <a href="http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/">www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/</a></p> <p><b>Pièces de théâtre :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Comment j'ai appris à ne plus m'en faire et à aimer le réchauffement climatique</i> - Compagnie Vertical Détour</li> <li>• <i>Climat d'urgence</i> - Compagnie Janvier</li> <li>• <i>Atmosphère atmosphère</i> - Compagnie Spectabile</li> </ul> <p><b>Ouvrages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Climat et société</i> - Marie-Antoinette Mélières et Chloé Maréchal, Éd. scérén</li> <li>• <i>Le réchauffement climatique de tous</i> - Jacques Exbalin, Éd. L'Harmattan</li> <li>• <i>Un "plan climat" près de chez moi</i> - Réseau Action Climat France <a href="http://www.rac-f.org">www.rac-f.org</a></li> </ul>	<p><b>Sites internet :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de l'ONERC : <a href="http://onerc.org/">http://onerc.org/</a></li> <li>• de l'observatoire francophone du changement climatique (ClimObs) : <a href="http://www.universcience.fr/climobs/">www.universcience.fr/climobs/</a></li> </ul>	
<p><b>Les évolutions climatologiques en région</b></p>	<p><b>Ouvrage :</b>  <i>Changement climatique : comment s'adapter en Rhône-Alpes ?</i> - RAEE, 2007</p> <p><b>Les simulateurs de :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Météo-France :</b>            Portail DRIAS, les futurs du climat <a href="http://www.drias-climat.fr">www.drias-climat.fr</a>  <a href="http://www.cnrm.meteo.fr/scampeil/">www.cnrm.meteo.fr/scampeil/</a></li> <li>• de l'ONERC : <a href="http://onerc.org/">http://onerc.org/</a></li> </ul>	<p><b>Plateforme du Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) :</b>  <a href="http://srcae.rhonealpes.fr">http://srcae.rhonealpes.fr</a></p> <p><b>Étude MEDCIE</b>  <a href="http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/changement-climatique-a2326.html">www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/changement-climatique-a2326.html</a></p>	<p><b>Portail Drias</b> <small>les futurs du climat</small> :  <a href="http://www.drias-climat.fr">www.drias-climat.fr</a></p>

EXEMPLES de supports d'informations sur...	POUR SENSIBILISER	POUR DÉTECTER les premiers signes	POUR COMPRENDRE et élaborer des scénarios prospectifs
<p><b>Les effets du changement sur son territoire</b></p>	<p><b>Indicateurs de l'ONERC :</b> <a href="http://onerc.org/">http://onerc.org/</a></p> <p><b>Études :</b> <i>L'impact du changement climatique sur la ressource en eau</i> – Alterre Bourgogne - Repères n°53 <a href="http://www.alterre-bourgogne.fr">www.alterre-bourgogne.fr</a></p> <p><b>Sites Internet :</b> <i>Chaleurs urbaines / le phénomène d'îlots de chaleur en ville</i> <a href="http://www.grenoble.archi.fr/chaleursurbaines/sommaire_actu.php">www.grenoble.archi.fr/chaleursurbaines/sommaire_actu.php</a></p> <p><b>Clim'way :</b> l'expo, le jeu <a href="http://climcity.cap-sciences.net">http://climcity.cap-sciences.net</a></p>	<p><b>Base de données :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climchalp / les risques naturels renforcés par le changement climatique dans les Alpes : <a href="http://www.risknat.org/projets/alpes-climat-risques/">www.risknat.org/projets/alpes-climat-risques/</a></li> <li>• Glacioclim / l'évolution des glaciers dans les Alpes : <a href="http://www.lgge.obs.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/">www.lgge.obs.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/</a></li> </ul> <p><b>Programmes de recherche :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phénoclim / l'impact du changement climatique sur la phénologie alpine – CREA : <a href="http://www.creamontblanc.org">www.creamontblanc.org</a></li> <li>• Climadapt / Agriculture de montagne et changement climatique : perceptions et stratégies d'adaptations <a href="http://www.gisalpesjura.fr/changement-climatique-agriculture.html">www.gisalpesjura.fr/changement-climatique-agriculture.html</a></li> <li>• Climfourrel / Adaptation des systèmes fourragers et d'élevage périméditerranéens aux changements et aléas climatiques : <a href="http://www.climfourrel.agropolis.fr/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=7&amp;Itemid=5">www.climfourrel.agropolis.fr/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=7&amp;Itemid=5</a></li> <li>• Climat de la France au XXI<sup>e</sup> siècle : <a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr/le-climat-de-la-france-au-XXIe-.html">www.developpement-durable.gouv.fr/le-climat-de-la-france-au-XXIe-.html</a></li> </ul>	<p><b>Demande de prestation</b> Contribution à des programmes universitaires de recherche/action</p> <p><b>Impact' climat, ADEME</b></p>
<p><b>Les expériences de territoires voisins (démarches de mobilisation, stratégies possibles...)</b></p>	<p><b>Groupe de réflexion et d'action sur l'adaptation au changement climatique (GRAACC) en Rhône-Alpes :</b> <a href="http://www.ddrhonealpesraee.org/Groupe_de_reflexion_et_d_action_sur_l_adaptation_au_changement_climatique_GRAACC.php">www.ddrhonealpesraee.org/Groupe_de_reflexion_et_d_action_sur_l_adaptation_au_changement_climatique_GRAACC.php</a></p> <p><b>Initiatives :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voir les fiches à l'adresse précédente : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Morvan,</li> <li>- Conseil général de l'Isère,</li> <li>- Observatoire pyrénéen du changement climatique,</li> <li>- Film du département de l'Hérault : <a href="http://www.herault.fr/environnement/webtv/un-changement-climatique-l-herault">www.herault.fr/environnement/webtv/un-changement-climatique-l-herault</a></li> </ul> </li> <li>• Voir aussi les expériences présentées dans ce guide.</li> </ul> <p><b>Ouvrages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Élaborer et mettre en oeuvre une stratégie ou un plan d'adaptation dans un territoire</i> - ADEME, février 2012 <a href="http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&amp;cid=96&amp;m=3&amp;catid=14226&amp;p1=00&amp;p2=04">www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&amp;cid=96&amp;m=3&amp;catid=14226&amp;p1=00&amp;p2=04</a></li> </ul>	<p><b>Initiatives :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livre blanc du climat en Savoie : <a href="http://www.cg73.fr/uploads/Document/WEB_CHEMIN_15876_1279895106.pdf">www.cg73.fr/uploads/Document/WEB_CHEMIN_15876_1279895106.pdf</a></li> <li>• Travaux du Grand Lyon sur l'adaptation : <a href="http://www.grandlyon.com/Le-Plan-Climat.3139.0.html">www.grandlyon.com/Le-Plan-Climat.3139.0.html</a></li> </ul>	<p><b>Initiatives :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drôme / impact du changement climatique – Ecclaira : <a href="mailto:ipochelon@ladrome.fr">ipochelon@ladrome.fr</a></li> <li>• Échirolles / îlots de chaleur : <a href="http://www.grenoble.archi.fr/chaleursurbaines/atelier3.php">www.grenoble.archi.fr/chaleursurbaines/atelier3.php</a></li> <li>• En France <a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr/Initiatives-locales-.html">www.developpement-durable.gouv.fr/Initiatives-locales-.html</a></li> </ul>

## : Étape 2 : préparer la mobilisation des acteurs

### :: Les acteurs en interne et en externe

*La collectivité, moteur de l'initiative, devra mobiliser en interne et en externe pour élaborer sa stratégie et mettre en oeuvre un plan d'action.*



#### **LES SERVICES À LA POPULATION POUR LES QUESTIONS SANITAIRES ET DE SÉCURITÉ PUBLIQUE**

Les services municipaux responsables des services à la population jouent un rôle central dans la réduction des risques pour la santé et la sécurité des personnes en lien avec le climat, compte-tenu notamment de leur responsabilité d'assurer des services de police et d'incendie ainsi que d'élaborer et de mettre en œuvre les plans de mesures d'urgence municipaux. Les changements climatiques pourraient avoir des répercussions plus importantes pour les populations vulnérables, particulièrement ceux qui ont des problèmes de santé (maladies respiratoires, problèmes cardiaques...), ceux qui sont dépendants (les enfants et les personnes âgées) ou encore ceux qui ont une mobilité ou des moyens réduits (personnes à faible revenu, habitant un logement de mauvaise qualité ou immigrants récents qui éprouveraient des difficultés à communiquer).

Leur capacité d'adaptation souvent limitée par un ou plusieurs facteurs, comme des ressources insuffisantes, une difficulté d'accès à des services municipaux ou l'isolement, doit être anticipée en collaboration avec les acteurs locaux également responsables de la santé et de la sécurité de la population (services sociaux, médecine préventive et du travail, Service départemental d'incendie et de secours...).



#### **LES SERVICES TECHNIQUES ET LES MÉTIERS DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS POUR LA QUESTION DE L'ENVIRONNEMENT BÂTI ET DE LA GESTION DE L'EAU EN VILLE**

Les agents en charge des travaux et aménagements devront privilégier le développement des trames vertes et bleues, qui aideront à préserver la qualité de vie en ville (puits de fraîcheur, dépollution, rétention des eaux pluviales...). Une attention particulière sera portée à la pérennité des infrastructures soumises à des contraintes de températures supérieures à celles d'aujourd'hui. De même, les services essentiels comme l'approvisionnement en eau et la gestion des eaux usées devront prévoir les risques associés aux changements climatiques, comme les débordements ou les fluctuations importantes des niveaux d'eau.

Les bâtiments, et en particulier les bâtiments publics, devront être conçus ou réhabilités avec une inertie thermique et dans des conditions bioclimatiques de construction qui permettent de garantir les conditions de confort d'hiver et d'été à l'intérieur. Les formes urbaines, la couleur et les matériaux doivent contribuer à créer un micro-climat urbain favorable en toute circonstance. Les possibilités de circulations d'air, la réflexion de l'énergie solaire (albédo) reçue sur les toits et les façades, l'isolation contre les vents dominants, sont autant de points à explorer pour faciliter l'adaptation aux événements d'inconfort thermique.

Le savoir-faire des métiers du bâtiment, de l'urbaniste et de l'architecte en particulier, jusqu'à l'artisan, devra être mobilisé.



### **LES GESTIONNAIRES D'ESPACES NATURELS POUR LA QUESTION DES ÉCOSYSTÈMES ET DE LA BIODIVERSITÉ**

Les services espaces verts devront anticiper les situations de stress hydrique et d'épidémie de ravageurs par leurs choix d'espèces et dans les plans de gestion. Ils verront leur rôle et leur métier valorisés par l'importance que doit prendre la présence du végétal en ville. Les forestiers, de l'Office national ou de la forêt privée, les associations de protection de la nature, de pêcheurs et chasseurs, les conservatoires d'espaces naturels, les universitaires botanistes ou zoologistes devront être associés. Leur connaissance des milieux et de leur état de santé seront utiles dans les débats et pour les choix de planification et d'aménagement du territoire. Les services de santé pourront aussi être associés sur les questions de plantes invasives et en particulier allergisantes.



### **LES STRUCTURES MUNICIPALES OU INTERCOMMUNALES ET LES ENTREPRENEURS POUR LA QUESTION DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET L'EMPLOI**

Les conditions météorologiques changeantes affecteront en premier lieu les acteurs du monde agricole et du tourisme, mais les autres acteurs économiques percevront rapidement les effets induits, bénéfiques ou non, du changement. Le tourisme hivernal en Rhône-Alpes sera une question importante à traiter pour préserver l'économie en zone de montagne. À travers les organismes consulaires ou directement, la municipalité pourra les alerter et les épauler dans leur réorganisation. Ils seront aussi associés pour traiter les questions de santé et de sécurité civile. Les banques et les assureurs devront aussi être interpellés pour aider les acteurs de l'économie locale et mettre en place une solidarité efficace. Des économistes et prospectivistes, universitaires et/ou des centres d'études techniques d'État, pourraient également contribuer aux débats et favoriser l'implication des acteurs économiques eux-mêmes.



### **LES MÉTIERS DE LA CONNAISSANCE (SOCIOLOGUES, HISTORIENS, ARCHÉOLOGUES, SPÉCIALISTES DES ORGANISATIONS, COMMUNICANTS...) ET DE L'ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE**

Des personnes ressources dans ces métiers pourront être présentes sur les territoires. Elles pourront aider à comprendre la perception, les représentations et les craintes de la population, à proposer de nouvelles organisations sociales, à accompagner le débat, à construire des discours pédagogiques... Permettre à chacun de prendre des décisions éclairées pour eux-mêmes et les autres, aujourd'hui et à l'avenir, de traduire ces décisions en actes, voire à modifier leurs comportements en tenant compte de l'environnement, tels sont aussi les objectifs des acteurs de l'éducation à l'environnement pour un développement durable.



## :: Organiser le débat

*Face à la notion d'atténuation, celle de l'adaptation, apparaît comme une notion nouvelle. Il existe, en effet, une communication plus ancienne sur la réduction des émissions de GES, à tel point qu'elle semble à certains acteurs être le seul volet possible d'une stratégie climatique.*

Par ailleurs, la communication qui existe actuellement sur la question de l'adaptation appelle à se projeter dans un avenir trop lointain pour beaucoup d'entre nous avec une représentation plutôt catastrophiste, voire un sentiment d'échec des politiques d'atténuation. Ce qui peut entraîner un réflexe de retrait et une dépréciation du sujet.

**Un débat public sur la question du climat pourra placer chacun en capacité de faire des propositions et d'agir pour s'adapter au changement et réduire ses émissions de GES.**



### LE CHOIX DU THÈME

La question posée doit permettre aux participants d'exprimer leur connaissance des premiers signes de changement, leur vision des vulnérabilités du territoire, des orientations et actions prioritaires à engager. Le débat sera d'autant plus intéressant qu'il aura été préparé en amont à partir de premiers éléments recueillis dans le cadre de l'analyse confiée à un prestataire sur la vulnérabilité climatique du territoire.

### LES OPPORTUNITÉS

Les forums et groupes de travail déjà constitués dans le cadre des Plans Climat territoriaux sont les lieux de prédilection pour les débats sur l'adaptation, même si les thèmes à étudier pour des travaux sur l'atténuation des émissions de GES et sur l'adaptation peut légèrement différer. Mais tous les moments de concertation sont à saisir, en particulier dans les démarches prospectives et de planification. On peut aussi constituer un forum spécifique si on le souhaite.

### INSTAURER LE DIALOGUE TERRITORIAL

Les démarches de développement durable, en plaçant la concertation au cœur de ses éléments déterminants, ont fortement mis au goût du jour les démarches participatives.

On peut rappeler ici qu'il est essentiel de préparer **le cadre de la concertation** :

- **affirmer la volonté politique** (objectifs du projet global, ce qui est négociable et ce qui ne l'est pas) ;
- **préciser les rôles des différents acteurs dans le projet** (porteur politique et technique, animateur, instances de décisions, équipe projet, groupe participatif...)

## EN SAVOIR

La concertation, cœur du développement durable, Rhônalpénergie-Environnement, 2006.

Urbanisme rural, co-construire le projet de territoire durable, Rhônalpénergie-Environnement, 2011.

Téléchargeables sur :  
[www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)

- **bâtir un plan d'animation de la participation** qui définit les acteurs cibles, les objectifs de communication (sensibilisation, consultation, mobilisation et concertation, contribution à l'action...) et les outils (expositions, enquêtes, ateliers de travail, concours de projets...), calendrier et budget associés...
- **respecter une certaine pédagogie dans les réunions** en utilisant un langage clair et illustré, en précisant ce qu'on attend des participants et les règles, en adoptant une posture neutre et en accueillant les remarques, en valorisant les pratiques existantes allant dans le sens recherché (procédés de construction, choix d'essences végétales xérophyles, des pratiques de gestion économe en eau...), en restituant les productions collectives aux participants...



## LES SUPPORTS ET LES SOUTIENS

Les résultats de premières études en Rhône-Alpes, d'indicateurs de l'ONERC, ou mieux de premiers indices des manifestations du changement climatique sur son territoire sont de bons supports pour entrer en matière (cf. Partie 2 de ce guide).

**Les acteurs locaux** seront les meilleurs alliés tant pour déceler ces indices, que pour apporter leur retour d'expérience, ou encore car ils ont la connaissance de certains phénomènes liés au changement climatique.

**Des associations, locales ou non, d'éducation à l'environnement pour un développement durable** peuvent intervenir pour une information ou une formation. Auprès des élus, auprès des agents de la collectivité, ou en conférence publique.



## ÉLABORATION DU VOLET ADAPTATION DU PLAN CLIMAT-ÉNERGIE TERRITORIAL DANS LE NORD ISÈRE

**Les trois intercommunalités, Communauté de communes des Vallons de la Tour, Communauté de communes des Collines du Nord Dauphiné et Communauté d'Agglomération Portes de l'Isère, ont souhaité travailler ensemble en élaborant un PCET.**

Lauréates de l'appel à projet 2010 de l'ADEME sur les PCET en Rhône Alpes, elles ont engagé mi-2011 un diagnostic territorial en 3 parties : un bilan carbone du territoire, une étude de vulnérabilité aux effets du changement climatique et une analyse prospective. Une approche participative a permis de travailler avec les parties prenantes sur le retour d'expériences et des recommandations sur les deux volets : celui de l'atténuation des émissions de GES et celui de l'adaptation aux effets du changement climatique. Concernant le second volet "adaptation", **l'objectif était d'identifier des actions dédiées et pertinentes pour le territoire.** Pour cela, la méthode a privilégié un partage de la vision d'experts, d'acteurs locaux et d'habitants sur la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique. Les travaux se sont alors principalement appuyés sur l'identification d'aléas à travers les données climatiques fournies par le SRCAE, de milieux et d'activités présentes sur le territoire. Une matrice de vulnérabilité a été établie en fonction de trois paramètres : exposition au changement climatique, sensibilité du milieu ou de l'activité et capacité d'adaptation.

**Ces espaces d'échanges ont permis d'associer de multiples acteurs :**

- **des professionnels "experts"** : Météo-France Grenoble, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, les agences d'urbanisme de la région grenobloise et pour le développement de l'agglomération lyonnaise, le CETE 69, la DDT 38, le Pôle Alpin des Risques Naturels (PARN)...
- **des élus et acteurs locaux** : le Syndicat intercommunal des Marais, Syndicat Mixte d'aménagement du Bassin de la Bourbre (SMABB), l'Association Portes de l'Isère Environnement, la CCI Nord Isère, l'ONF, le Réseau Ferré de France (RFF)...
- **des habitants du territoire lors de forums.**

**Les outils employés pour produire des recommandations étaient eux aussi variés :**

rapport de l'étude de vulnérabilité, entretiens en bilatéral avec des acteurs territoriaux et experts, photo langage, cartographie, table ronde d'experts, débats.

**Les propositions de mesures dédiées à l'adaptation viennent enrichir le plan d'actions du PCET en cours d'élaboration :**

- **sensibilisation et organisation** : coordination face à l'augmentation de la fréquence de phénomènes climatiques extrêmes (prévention de risques majeurs) ;
- **soutien et mise en réseau d'acteurs** : gestion sylvicole adaptée (soutien à la gestion de la forêt privée), accompagnement au changement de certaines pratiques agricoles, soutien aux circuits courts de production et de distribution... ;
- **aménagement urbain** (confort d'été - PLU...);
- **végétalisation** (choix d'espèces, mesures visant à limiter les espèces invasives...);
- **qualité et quantité de la ressource en eau** (mesures de surveillance, alertes, informations...).

### Principales étapes

- ⊙ **Avril 2011** - Analyse bibliographique
- ⊙ **24 juin 2011** - Atelier d'experts sur le partage de premiers éléments d'état des lieux  
Entretiens individuels avec certains acteurs locaux et experts
- ⊙ **4 juillet 2011** - Forum "Perception du changement climatique" - table ronde
- ⊙ **8 novembre 2011** - Atelier d'experts élargi "analyse de la vulnérabilité"
- ⊙ **7 décembre 2011** - Forum de recommandations
- ⊙ **24 janvier 2012** - Atelier de travail sur la définition des actions en atelier

### EN SAVOIR ⊕

Blog [webclimat.com](http://webclimat.com)

## FAIRE APPEL AUX ACTEURS DE L'ÉDUCATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La question du climat, première finalité du référentiel français pour les démarches et projets de développement durable et d'Agendas 21 locaux, est traitée par les acteurs de l'éducation à l'environnement pour un développement durable. Agissant principalement sous forme d'événements s'adressant au grand public ou d'actions d'éducation vers les jeunes, les associations s'ouvrent progressivement au monde professionnel et institutionnel. On ne peut que recommander d'intégrer des actions de ce type dans les démarches de développement durable et également dans les travaux sur l'adaptation au changement climatique. La collectivité pourra alors définir un partenariat avec une association de son choix.

Ces associations, tout comme des scientifiques, des auteurs d'ouvrages écrits..., peuvent apporter leur connaissance et leurs compétences.

- **Le GRAINE Rhône-Alpes** ([www.graine-rhone-alpes.org](http://www.graine-rhone-alpes.org)) est un réseau régional constitué par et pour les acteurs de l'Éducation à l'Environnement vers un Développement Durable (EEDD). Une centaine d'associations sont adhérentes. Son objectif est de développer et généraliser l'EEDD pour tous et à tous les âges de la vie, en direction de tous les acteurs éducatifs et de tous les territoires.

On y retrouve le **REEMA** (Réseau d'éducation à l'environnement montagnard alpin ([www.reema.fr](http://www.reema.fr)) cité en partie 2 de ce guide, mais aussi l'**URCPIE** (Union régionale des centres d'initiatives pour l'environnement, [www.urcpie-rhonealpes.fr](http://www.urcpie-rhonealpes.fr))

**Des outils éducatifs et pédagogiques** pour petits et grands peuvent être utiles pour éveiller la sensibilité et la créativité des publics.

- **L'UNESCO**, grâce à son programme pour l'éducation au changement climatique au service du développement durable, met à disposition des publics enseignants, associatifs... des matériels, documents et études de cas.



**FRAPNA ISÈRE - CHANGEMENT CLIMATIQUE : DU CONSTAT GLOBAL À L'ACTION LOCALE (38)**

Conférence-débat organisée en décembre 2009, à la Maison Citoyenne de Saint-Martin-d'Hères, Isère (38), à l'occasion du sommet de Copenhague, sur les effets du changement climatique dans notre wplace d'actions concrètes pour limiter l'évolution du changement climatique. Avec :

- Météorologue de Météo-France : fondements scientifiques du réchauffement climatique, observations locales et modèles prévisionnels,
- Chercheur glaciologue, du Laboratoire de glaciologie de Grenoble : projet Glacioclim dans les Alpes, observations et résultats,
- Directeur de CIPRA France (Commission Internationale pour la Protection des Alpes) : action et observations de la CIPRA dans les Alpes,
- Adjoint au développement durable de la ville de Grenoble : Facteur 4, le dispositif de limitation par 4 des émissions de CO<sub>2</sub> d'ici 2050.

### EN SAVOIR +

**Partenariat entre associations environnementales et collectivités locales : mode d'emploi, ARPE Paca, avril 2011 :**  
[www.arpe-paca.org/environnement/publications/associations-economie-sociale-environnement\\_254.html](http://www.arpe-paca.org/environnement/publications/associations-economie-sociale-environnement_254.html)

**Ce livret instruit sur l'apport des associations pour les territoires et conseille dans les choix de partenariats.**

### EN SAVOIR +

**Site de l'UNESCO : page "L'éducation au changement climatique"**  
[www.unesco.org/new/fr/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/climate-change/](http://www.unesco.org/new/fr/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/climate-change/)



## ORGANISATION D'UNE VISITE GUIDÉE DU GLACIER DE LA MER DE GLACE À CHAMONIX

Luc MOREAU, glaciologue et accompagnateur en montagne, membre associé au laboratoire CNRS EDYTEM, Université de Savoie propose une :

- Montée à la Mer de Glace par le petit train du Montanvers
- Lecture des différentes positions du glacier au cours du temps
- Discussion sur l'impact du changement climatique sur les glaciers alpins

### EN SAVOIR

[www.moreauluc.com](http://www.moreauluc.com)



## CHAMBÉRY MÉTROPOLÉ : SAUVONS ROBERT !



**En 2009 et dans la continuité de son Agenda 21, Chambéry métropole s'engage dans la lutte contre le changement climatique en déclinant la démarche de plan climat sur son territoire.**

Bien qu'aujourd'hui les problèmes environnementaux, **notamment le réchauffement climatique**, soient largement relayés par les médias auprès du grand public, très peu, trop peu de personnes comprennent réellement la problématique et ses enjeux.

*Alors qu'est-ce que le changement climatique ? Qu'est-ce que l'effet de serre ? Quelles sont les origines ? Quelles conséquences en montagne ?...*

Pour compléter le volet "sensibilisation grand public" de son Plan climat territorial, Chambéry métropole a décidé de confier à l'association Mountain Riders, à partir de septembre 2012, **des interventions pédagogiques en milieu scolaire sur le thème de l'énergie et du climat**. Destinée aux élèves de fin de cycle 3 (CM2) et collèges, et articulé autour du programme de l'éducation nationale, **le cycle pédagogique "Sauvons Robert" se déclinera en 5 séances. Les objectifs :**

- Former à **la responsabilité et à l'action vers une éducation citoyenne**
- Informer afin de **renforcer l'esprit critique**
- Mettre en lumière **les actions menées par Chambéry Métropole**
- Faire du changement **une démarche positive**



FICHE 17

© Association Mountain Riders

### EN SAVOIR

**Le site de Mountain riders :** [www.mountain-riders.org](http://www.mountain-riders.org)

#### Contacts :

Sylvain Morillon - Responsable pédagogique à Mountain Riders : [sylvain@mountain-riders.org](mailto:sylvain@mountain-riders.org)

Anne-Cécile FOUVET - Chargée de mission développement durable à Chambéry métropole : [anne-cecile.fouvet@chambery-metropole.fr](mailto:anne-cecile.fouvet@chambery-metropole.fr)  
[www.chambery-metropole.fr](http://www.chambery-metropole.fr)

#### Pôle Climat du REEMA

[contact@reema.fr](mailto:contact@reema.fr) – [www.reema.fr](http://www.reema.fr)



### EN SAVOIR +

#### Contacts :

Jérémy NAHMIYAZ –  
j.nahmiyaz@pays-sud.fr – www.pays-sud.fr

#### Pôle Climat du REEMA

contact@reema.fr – www.reema.fr



### LE VILLAGE ÉDUCATIF À L'ÉNERGIE ET AU CLIMAT

Depuis 2008, le Pays Serre-Ponçon Ubaye Durance (S.U.D) mène une politique "Énergies Climat" volontariste. Cela se traduit à la fois par des actions techniques d'audit et de conseil auprès des collectivités et par des actions de sensibilisation et de communication.

Dans ce but, le Pays S.U.D organise depuis 4 ans le festival "des Montagnes d'Énergies" qui permet l'échange et la découverte sur l'énergie au quotidien. Sur l'édition 2012, le Pays S.U.D a souhaité travailler en direction de la jeunesse et la famille en créant le 1<sup>er</sup> Village Educatif à l'Énergie et au Climat - VEEC.

#### Les objectifs :

- sensibiliser les jeunes à travers un espace d'animations ludiques,
- rendre le jeune acteur de l'évènement par sa participation active à l'offre pédagogique,
- faire partager le message au sein de la sphère familiale par une implication de tous sur les animations,
- impliquer les jeunes dans la définition d'un message qu'ils mettront en scène lors du village,

- mettre en réseau les structures jeunes du Pays SUD,
- partager une action pédagogique entre acteurs locaux.

#### Publics :

- Les jeunes 4-18 ans à travers les 13 centres de loisirs - 200 enfants
- Les familles en accueil ouvert

#### Acteurs clefs :

- 13 centres de loisirs
- 10 structures d'éducation à l'environnement
- Le pôle Climat du REEMA dont 5 associations mobilisées

Chaque structure jeunesse a bénéficié d'un éducateur à l'environnement et a travaillé à la création d'une animation mise en scène le jour du VEEC. Le VEEC a proposé à plus de 350 personnes, 13 animations ludiques, un pique-nique musical, un goûter "saveurs d'ici" et un spectacle.

Pour permettre au "Grands" d'aller un peu plus loin, les actions de sensibilisation se sont prolongées par des tables rondes, conférences, notamment proposées par les association membres du pôle Climat du REEMA.



## SAVOIR INTERPELER LES ACTEURS ÉCONOMIQUES

Les collectivités connaissent la difficulté d'interpeller les acteurs économiques sur les thématiques périphériques à leurs objectifs de production. Pourtant, au-delà des politiques publiques, les premiers travaux du SRCAE ont mis en évidence l'importance de leur contribution dans la mise place des stratégies d'adaptation. Pour avancer, on recommande de :

- **interpeller les acteurs économiques par leurs canaux habituels**, chambres des métiers, d'industrie, d'agriculture, ou encore par le biais d'associations de responsables d'entreprises...
- **placer la question du changement climatique** non comme une charge supplémentaire, mais **comme une alerte venant conforter les efforts en cours** pour l'environnement, la sécurité et l'hygiène...
- **entrer sur le sujet par l'aspect économique** et par l'exposé bref d'expériences d'autres entrepreneurs.



### LA MOBILISATION DES PROFESSIONNELS DU TOURISME DANS LA VALLÉE DE CHAMONIX-MONT-BLANC

La Communauté de Communes engagée dans un PCET en 2009 et signataire en 2010 de la Convention des Maires, poursuit l'objectif des 3x20. Son programme d'actions concrètes inclut une mobilisation et un accompagnement des professionnels du tourisme :

- Un diagnostic des offres touristiques a été lancé par les offices de tourisme afin de localiser les acteurs déjà impliqués dans l'éco tourisme ;
- Une charte sur les événements éco-responsables est en cours de construction avec les organisateurs d'événements. La Communauté de Communes souhaiterait, à terme, attribuer des subventions selon le respect des critères de la charte ;
- Des rencontres avec les professionnels, notamment les restaurants et hôtels, sont organisées afin de les mettre en réseau et de les sensibiliser aux éco labels du tourisme tels que l'éco label européen ou le label Green globe.



### GROUPE DE TRAVAIL DU RÉSEAU D'ÉCO-ENTREPRISES (APPEL)

Lancé en partenariat avec le Grand Lyon, ce groupe de travail du réseau d'Éco-entreprises en Rhône-Alpes, s'inscrit dans le Plan Climat de la communauté urbaine. Outre des objectifs sur l'offre de services et les savoir-faire des membres, il travaille à l'inventaire des pratiques, des outils et instruments des entreprises leur permettant de satisfaire leurs obligations vis-à-vis de la question climatique. Depuis un peu plus de 2 ans, en partenariat avec le Grand Lyon, **le groupe a produit l'an passé un livret "comment répondre aux enjeux climatiques et énergétiques: pourquoi et comment engager mon entreprise"**, téléchargeable sur le net.

En 2012, ses actions ciblent toujours la sensibilisation des entreprises sur la partie performance énergétique de celle-ci :

- Par la diffusion de ce livret et l'organisation de mini-conférences (road tour) auprès des fédérations, réseaux d'entreprises, zones d'activités ou/et fédérations professionnelles. L'exposé de deux ou trois retours d'expériences, permettent de démontrer qu'améliorer sa performance énergétique, contribue à participer à l'effort commun du PCET, tout en garantissant des gains économiques. L'idée que toute entreprise est gagnante en mettant en œuvre, selon ses moyens, des actions: de la simple modification comportementale aux systèmes de management de l'énergie est au cœur du discours.
- Par des actions de sensibilisation thématiques autour de l'énergie, de l'écologie industrielle et plus généralement du développement durable, à destination des réseaux d'entreprises mais aussi de collectivités.

Les pratiques préconisées visant plutôt la réduction des émissions de GES, peuvent déjà servir à l'adaptation aux effets du changement climatique, ou pourront être complétées sur ce plan. Le principe retenu étant celui du "gagnant-gagnant".

### EN SAVOIR +

Réseau APPEL :

[www.eco-entreprises-appel.com/actualites.php](http://www.eco-entreprises-appel.com/actualites.php)

Les outils du CIRIDD pour les entreprises

[www.ciridd.org](http://www.ciridd.org)

### EN SAVOIR +

Rencontres Mont-Blanc Versant Durable :

[www.montblancversantdurable.fr](http://www.montblancversantdurable.fr)

Le site de la communauté de communes Vallée de Chamonix-Mont-Blanc :

[www.cc-valleedechamonixmontblanc.fr](http://www.cc-valleedechamonixmontblanc.fr)

## PRENDRE EN COMPTE LE FACTEUR HUMAIN DANS LA MISE EN PLACE D'UN PLAN D'ADAPTATION

**Le changement climatique appelle à l'adaptation et l'adaptation appelle au changement des pratiques. Comment donc ne pas s'arrêter un instant sur les ressorts psychologiques mis en jeu par la question de l'adaptation au changement climatique.**

La mobilisation des acteurs, leur appropriation de la problématique, leur intention d'agir, puis l'adoption de pratiques différentes sont autant d'étapes à franchir pour lesquelles la prise en compte du fonctionnement humain est indispensable. Cette fiche pointe ici quelques fonctionnements clés à prendre en considération, mais surtout vise à alerter sur la nécessité de travailler avec des personnes avisées sur le sujet pour accompagner cette mise en mouvement des acteurs.

**Changer est un cheminement individuel et collectif, une démarche de progrès qui demande du temps.**

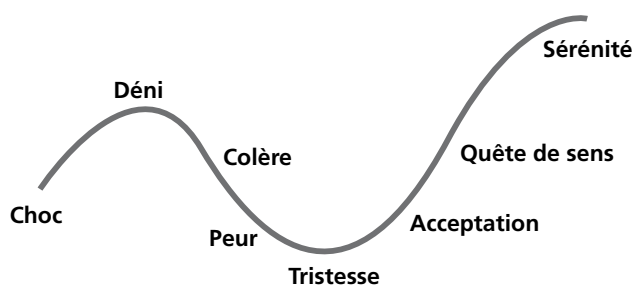
Du constat de la nécessité d'un changement au moment du passage à l'action, une maturation doit se faire puisque cela remet en cause notre système personnel, familial, culturel, social, économique, politique...

Même devant l'urgence, le respect de ces étapes de maturation garantira le passage à l'action. Prendre conscience pas à pas des effets du changement climatique en cours permet de faciliter le passage à l'action dans une nouvelle organisation à mettre en place et de limiter les conséquences négatives. Plus le changement sera anticipé et vécu consciemment mieux l'effort produit sera accepté et transformé en opportunité positive.

**Imaginer une situation nouvelle demande de renoncer à certains désirs ou convictions pour passer à de nouvelles visions et de nouvelles pratiques.**

Cette situation peut être assimilée à celle d'un deuil dont les différents états émotionnels sont connus des psychologues :

**FIGURE 17 - Différents état émotionnel inspirant de nombreuses méthodes d'accompagnement du changement**



D'après la théorie du cycle de réponse au deuil de Kübler-Ross

Ne sachant pas où l'état émotionnel de chacun des individus, face à la question du changement climatique, pourrait se situer sur cette courbe, l'animateur du processus participatif cherchera alors à :

- Montrer les opportunités positives et être au plus prêt de la réalité de chacun en renonçant parfois à une argumentation écologique pour aider les personnes à saisir la raison d'accepter le changement.
- Saisir l'énergie des réactions vives de certains pour aider à l'action en apportant l'information juste au bon moment.
- Faciliter l'expérimentation de nouvelles façons de faire pour rassurer.
- Aider à rompre avec les mesures passées et à adopter de nouvelles mesures sans compromis sur les moyens à mettre en œuvre et les efforts à faire.

### **L'information doit répondre au besoin des individus pour aider leur passage à l'action.**

L'information complexe et prudente sur la question climatique, récemment vulgarisée par la communauté scientifique, peut donner à voir un futur bouleversé, lointain et chargé d'inconnu. Ce type d'information et l'incertitude sur l'ampleur du changement peuvent être anxiogènes et desservir le passage à l'action.

En effet, même si l'individu est conscient des changements nécessaires, son instinct de protection contre le changement et son attachement à certains standards de confort lui feront mobiliser son énergie, non pour anticiper l'action, mais pour repousser le problème, disqualifier l'information, relativiser la dangerosité de la situation.

D'autre part, une projection dans un futur lointain ne sera pas stimulante pour quelqu'un qui n'a pas intégré les urgen-

ces écologiques. Aussi l'information pour interpeller et prédisposer à la réflexion et à l'action doit faire échos ou aux propres repères des publics cibles. Elle doit être la plus fiable et la plus personnalisée possible, c'est-à-dire proche des réalités locales. La question du changement climatique, même si elle demande de se projeter dans l'avenir, est déjà une réalité (hausse des températures moyennes...). Ses effets localisés sont concrets (risques d'incendies...). Il s'agit de pouvoir les identifier pour permettre à chacun de mieux se préparer à réagir. Ces données ramènent le récepteur d'information dans une échelle spatiale (effets perceptibles) et une échelle temporelle (présent ou court terme) plus facilement appréhendables.

### **La responsabilité de l'homme dans le changement climatique ou dans des situations de risque aujourd'hui s'accompagne souvent d'un sentiment de culpabilité.**

Pourtant les politiques et mesures prises par le passé ont été utiles en leur temps. Ces actions et investissements ont été réfléchis et adoptés dans un contexte différent, avec la connaissance et la conscience de l'époque. Même si adopter des mesures d'adaptation aux effets du changement climatique peut amener à repenser des aménagements réalisés antérieurement.

Cela ne remet pas en cause la bonne foi des initiateurs de ces aménagements. Ils peuvent parfois même constituer une opportunité positive pour l'adaptation au changement climatique. Par exemple, les larges boulevards réservés à la voiture dans les villes peuvent facilement être réaménagés pour intégrer des circulations en mode doux de transport. Ils facilitent les circulations d'air et la végétalisation de la ville qui sont aujourd'hui des réponses possibles face à la question climatique.

➔ Cette fiche est à prendre en considération à toutes les étapes de la démarche et en particulier à l'étape 5 lors de la mise en œuvre du plan d'action.

### **EN SAVOIR ➔**

**Le site de l'association Nature Humaine :**  
[www.nature-humaine.fr](http://www.nature-humaine.fr)

**Accompagner le changement de la théorie à la pratique, Les dossiers de l'ALEC n°9, décembre 2011 :**

[www.alec-grenoble.org/4508-accompagner-le-changement-de-la-theorie-a-la-pratique.htm](http://www.alec-grenoble.org/4508-accompagner-le-changement-de-la-theorie-a-la-pratique.htm)

**Les formations au dialogue territorial et à la médiation de l'URCPIE et du CPIE de Savoie :**

[www.savoievivante-cpie.org/dialogue-territorial-et-mediation/missions-de-savoie-vivante](http://www.savoievivante-cpie.org/dialogue-territorial-et-mediation/missions-de-savoie-vivante)

## • Étape 3 : préparer le diagnostic de vulnérabilité du territoire

### •• Apprécier la capacité d'agir du territoire

L'histoire du territoire, la manière dont il a pu traverser des événements traumatisants (déclin économique, grand chantier d'aménagement, catastrophe naturelle...), les dispositifs d'intervention et de gestion de crises et/ou de conflits d'usages, les solidarités existantes, son organisation et les dispositifs de gouvernance existants (intercommunalité, conseil local de développement, démarches participatives expérimentées, vie associative locale et initiatives citoyennes...), les capacités d'investissement, la flexibilité des systèmes, infrastructures et écosystèmes en place, l'audace des politiques de développement préalablement conduites et des politiques de développement durable en cours (SCoT, Agendas 21, Plans Climat-Énergie Territoriaux...) seront autant de paramètres qui renseigneront sur la capacité d'adaptation du territoire.

Un inventaire rapide des acteurs, structures, démarches, pouvant être le support du travail sur l'adaptation aux effets du changement climatique peut encourager à lancer la réflexion. Par d'ailleurs, cette étape est nécessaire pour organiser la concertation et le partage de l'analyse de la vulnérabilité avec les acteurs.



#### IMPACT'CLIMAT, PRÉ-DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ, UN OUTIL POUR AMORCER LA RÉFLEXION

Cet outil, développé par l'ADEME et testé auprès de 6 territoires en France dont la Communauté de Communes du Pays de Romans, permet aux collectivités de structurer la réflexion sur la vulnérabilité de leur territoire, d'effectuer une analyse de premier niveau de leurs possibles vulnérabilités dans tous les domaines et de les hiérarchiser.

La démarche, adossée à un tableur, procède en 4 étapes :

- analyse de l'exposition passée aux aléas climatiques, à partir des arrêtés de catastrophes naturelles, d'une revue de la presse locale et, éventuellement, de témoignages des acteurs locaux,
- évaluation de l'exposition future, en utilisant des scénarios climatiques du GIEC pré-sélectionnés, pour visualiser les effets probables du changement climatique en termes d'aléas climatiques futurs,
- étude de la sensibilité du territoire à ces futurs aléas dans une vingtaine de domaines (ex. : agriculture, santé, sécurité civile),
- et, enfin, classement des différents domaines par degré de vulnérabilité.

Disposant d'éléments concrets en interne, la collectivité pourra sur cette base questionner les acteurs concernés par sa politique d'adaptation au changement climatique. Dans le cadre d'une concertation spécifique, elle intégrera leur retour d'expérience et leur vision des évolutions futures. Elle précisera ainsi son plan d'actions, et si nécessaire, elle écrira un cahier des charges plus fin pour l'étude complète de la vulnérabilité de son territoire ou de certains milieux ou activités.

### EN SAVOIR +

**Impact'Climat, outil de pré-diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique** : contacter la Délégation régionale de l'ADEME

**Adaptation au changement climatique, 12 fiches pour agir dans les collectivités ; Fiche 1 "Connaître la vulnérabilité de son territoire vis-à-vis du changement climatique", ADEME 2012** : [www.ademe.fr/languedoc-roussillon](http://www.ademe.fr/languedoc-roussillon)

**Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique, ADEME, Février 2012** : [www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=14226&p1=00&p2=04](http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=14226&p1=00&p2=04)

## :: Étudier le climat actuel et les indices du changement climatique

*Le climat joue un rôle important sur les milieux et les modes de vie naturels et humains, ainsi que sur la viabilité des activités économiques, en particulier l'agriculture, le tourisme et l'exploitation forestière.*

Pour ces raisons on cherchera à détecter les manifestations précoces des effets du changement climatique :

- l'étude des indicateurs climatiques eux-mêmes apporte l'information de base,
- l'observation d'autres phénomènes sous l'influence de ces facteurs pourra rendre plus concrets les effets du changement et donner de l'importance à cette question. La date de démarrage des vendanges, le nombre de coups de chaleur, le nombre de feux de forêt ou encore l'apparition de nouvelles espèces végétales... seront autant d'indicateurs qui pourraient témoigner des premiers effets induits du changement climatique.

À l'aide de ces indices, la prise en compte du changement climatique dans la planification permettra progressivement de parvenir à l'ajustement des modes de développement tout en limitant les perturbations des milieux de vie et des activités socio-économiques.



### PHENOCLIM, OBSERVATOIRE CITOYEN DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA VÉGÉTATION EN MONTAGNE

Le programme Phénoclim a été lancé en 2004 par le CREA, Centre de Recherche sur les Écosystèmes d'Altitude (association ayant pour vocation d'améliorer les connaissances sur les écosystèmes d'altitude et de diffuser largement ces savoirs au grand public).

Le programme a pour objectif **d'identifier les impacts du changement climatique sur la phénologie alpine** (c'est-à-dire l'étude des variations, en fonction du climat, des phénomènes périodiques de la vie végétale). Les observations sont effectuées par des personnes volontaires spécialistes ou non (espaces protégés, associations, écoles, particuliers...) et transmises au CREA via Internet. Le participant choisit **trois espèces de plantes** parmi la liste des végétaux suivis par le CREA, puis trois individus de cette espèce. Il délimite sa zone d'étude en la décrivant (altitude, pente du terrain, exposition, type de milieu, environnement immédiat des plantes et circonférences des troncs pour les arbres...).

**Des observations phénologiques** sont effectuées à deux périodes de l'année (automne et printemps) :

- à l'automne, les participants prêtent attention au changement de couleur et à la chute des feuilles,
- au printemps, les périodes de débourrement, feuillaison et floraison.

En hiver, ils observent les paramètres climatiques : température et enneigement.



Centre de Recherches  
sur les Ecosystèmes d'Altitude

EN SAVOIR +

[www.creamontblanc.org](http://www.creamontblanc.org)



## SÉLECTIONNER LES DONNÉES UTILES ET PERTINENTES

Le repérage des relations possibles entre les différents indicateurs préfigure le travail d'analyse de la vulnérabilité du territoire. La sélection des indicateurs est une première étape qui sera précisée par leur suivi. Par une démarche itérative, on suppose puis confirme leur pertinence.

Une réflexion en 2 temps permettra de repérer ces indicateurs pertinents pour le territoire :

- **dégager les tendances climatiques auxquelles le territoire pourra être exposé** à partir de travaux existants à l'échelle régionale. Ces manifestations pouvant se produire ou non sous forme d'événements extrêmes sont à considérer comme **les effets directs du changement climatique** et on s'intéressera alors aux évolutions des indicateurs climatiques associés,
- **sélectionner les principaux effets induits sur différents domaines (santé, écosystèmes, activités économiques...)** qui affecteront le territoire, selon l'appréciation que l'on peut se faire de la sensibilité du territoire, mais aussi de sa capacité de réaction pour faire face à des effets estimés par les études régionales, telles que celles menées dans le cadre du SRCAE. On pourra alors dégager les indicateurs d'effets indirects associés que l'on suivra dans le temps.



### DECLIC, ÉTUDE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU DANS LE DÉPARTEMENT DE LA DRÔME



**Ce programme de recherche-action** - Drôme, Eau, Climat et Impacts liés aux Changements climatiques (DECLIC) - qui associe les Laboratoires d'études des Transferts en Hydrologie et Environnement (Grenoble), PACTE-Territoires (Grenoble) et ESPACE (Nice), et, le Conseil général de la Drôme - vise à **étudier les impacts du changement climatique sur la gestion des ressources en eau, présentes et futures, ainsi que les répercussions de ce phénomène sur les activités touristiques et agricoles**, dans le but de préconiser des mesures d'adaptation adéquates pour ce territoire.

**Un diagnostic climatique** a mis en évidence les variations du climat connues par le département de la Drôme ces cinquante dernières années, les contrastes et particularités locaux, et des indicateurs bio-géo-climatiques.

**Un travail d'enquête** en cours doit permettre de passer d'un constat de la variabilité climatique... à la perception du changement climatique : liens avec les activités de montagne (stations de montagne), avec le tourisme dans la Drôme...

En complément, diverses bases de données thématiques et des informations apportées par la collectivité seront traitées pour nourrir **le volet socio-économique de l'analyse**.

#### EN SAVOIR ⊕

Conseil général de la Drôme  
ipochelon@ladrome.fr



## :: Mener l'analyse de la vulnérabilité climatique du territoire

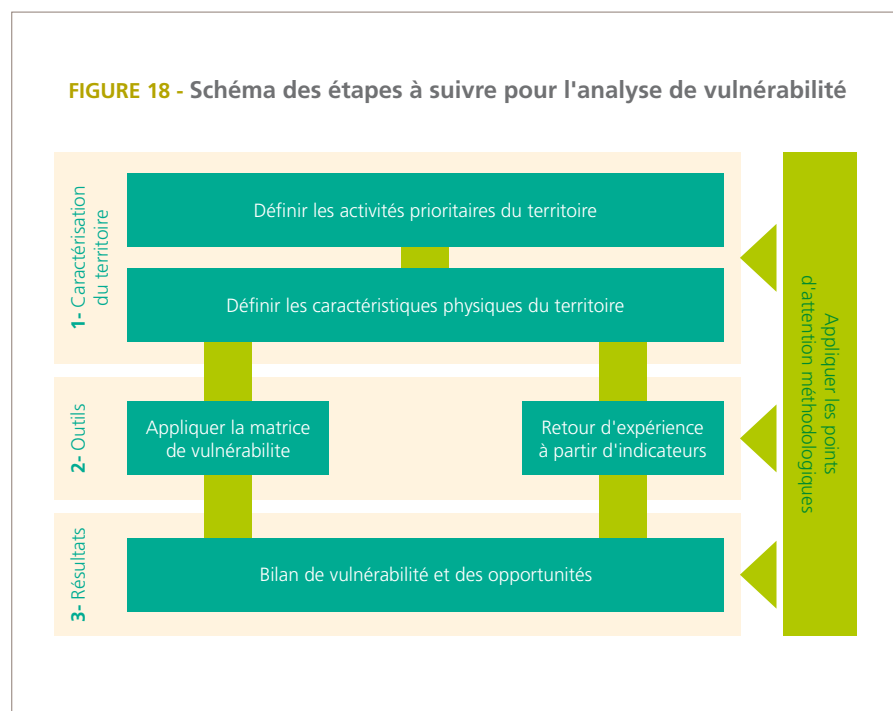
Les premières étapes décrites précédemment permettent d'aborder sans l'aide d'un cabinet spécialisé l'analyse de la vulnérabilité. Pour un travail plus précis, il est possible d'écrire un cahier des charges de prestations.

Des méthodes commencent à se diffuser et pourront servir aux cabinets d'études dans le cas d'un accompagnement soutenu de la collectivité. Citons ici celle proposée par le Commissariat général au développement durable qui s'appuie sur le retour d'expérience en matière d'évaluation de risques environnementaux, déjà pratiqué dans les entreprises.

Si la vulnérabilité met en relation l'exposition aux aléas climatiques, la sensibilité du territoire face à ces aléas, et sa capacité d'adaptation alors, il s'agit de :

- **préciser les aléas étudiés** : évaluer les impacts du climat actuel à travers l'analyse de données locales et préciser les effets directs du changement climatique qui affecteront le territoire.
- **caractériser le territoire et apprécier les effets induits** en termes d'opportunités et de menaces.
- **identifier les priorités et intégrer des dispositions** dans les politiques en cours ou dans un plan d'actions spécifique.

FIGURE 18 - Schéma des étapes à suivre pour l'analyse de vulnérabilité



D'après le Guide d'accompagnement du territoire pour l'analyse de sa vulnérabilité socio-économique au changement climatique". Paris : Sogreah consultants 183p + annexes.

### EN SAVOIR +

Guide d'accompagnement des territoires pour l'analyse de leur vulnérabilité socio-économique aux changements climatiques, CGDD<sup>46</sup>, 2011 d'après SOGREAH, 2010 :

[www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED37.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED37.pdf)

<sup>46</sup> Commissariat général au développement durable - service de l'observation et des statistiques (MEDDE-CGDD-SOeS)



## PRÉCISER LES ALÉAS ÉTUDIÉS

**De premières études à l'échelle régionale ont pu être lancées lors de l'élaboration du SRCAE (étude Rhône-Alpes de Météo-France menée en 2010 décrite en 2<sup>ème</sup> partie de ce guide).**

Si elles indiquent la tendance d'évolution sur les territoires, elles ne peuvent remplacer l'étude à l'échelle des territoires de projet, quand celle-ci est possible et nécessaire. En effet, l'interprétation locale de résultats régionaux de la modélisation climatique n'est pas toujours pertinente.

À défaut, on peut retenir les aléas les plus importants sélectionnés par le guide du CGDD à partir de la littérature actuelle sur les impacts du changement climatique :

### Évolutions tendanciennes

- augmentation des températures moyennes de l'air,
- augmentation des températures maximales,
- évolution du régime de précipitations,
- augmentation de la température des cours d'eau et des lacs,
- élévation du niveau de la mer (érosion et submersion permanente),
- diminution de l'enneigement (quantité et durée),
- changement dans le cycle de gelées (diminution du nombre, décalage dans le temps),
- perturbation dans les conditions de vent,
- variation de l'irradiation solaire (ampleur, durée).

### Extrêmes climatiques

- sécheresse,
- inondations,
- surcote marine (submersion temporaire),
- vague de chaleur,
- feux de forêt.



## CARACTÉRISER LE TERRITOIRE ET DRESSER LE PREMIER BILAN DE SA VULNÉRABILITÉ

**La caractérisation du territoire s'appuie sur la définition des caractéristiques physiques (milieux) et des activités prioritaires.**

### Les milieux

- montagne,
- vallée soumise à risques naturels,
- espaces naturels,
- forêt,
- urbain (par opposition à rural),
- zones de sensibilité particulière : espaces naturels fragiles (corridors écologiques, zones forestières en difficultés d'exploitation et/ou à la fonction de protection...), zones exposées aux aléas naturels et à fort enjeu (agglomérations, zones d'urbanisation diffuse, vallées soumises à la fois aux risques naturels et à la pression de l'aménagement touristique...) et zones aménagées, susceptibles d'être impactées par le changement climatique (stations de ski, villes support d'un tourisme urbain et thermal, vallées et plaines agricoles)...

### Les activités prioritaires :

- agriculture,
- papier, carton, bois, sylviculture,
- autres industries (industries agro-alimentaires, industries de bien de consommation, industrie automobile, biens d'équipement, biens intermédiaires),
- pêche,
- énergies : production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur
- captage, traitement et distribution d'eau
- transport,
- tourisme et loisirs,
- santé, action sociale,
- construction,
- autres services et administration : commerces, activités financières, activités immobilières, services aux entreprises, services personnels et domestiques, administration, éducation.



### LIVRE BLANC DU CLIMAT EN SAVOIE

**En 2007, un groupe de travail constitué de spécialistes du climat, de l'environnement et des activités socio-économiques, tous impliqués dans la vie locale, s'est penché pendant un an sur la question du changement climatique en Savoie.**

Si la problématique de la réduction des gaz à effet de serre était initialement centrale, il est rapidement apparu tout aussi important d'appréhender l'évolution du climat en Savoie et de bien caractériser les impacts avérés et potentiels, particulièrement dans ce milieu très sensible de la montagne. Après un long travail d'analyse de données, de travail prospectif et de synthèse, il fut important de diffuser le plus largement possible les connaissances acquises.

Le Livre blanc du climat en Savoie est un état des lieux le plus complet possible sur le changement climatique à l'échelle d'un territoire, et pose les bases d'une approche qui doit se poursuivre avec les acteurs locaux et les décideurs territoriaux sur l'engagement de démarches opérationnelles (PCET ou démarches intégrées aux SCoT entre autres), ainsi que l'approfondissement des connaissances et l'élargissement de l'observation à l'échelle du massif alpin.

#### Le livre blanc présente :

- la traduction dans les Alpes et en Savoie du changement climatique (températures, précipitations, enneigement...),
- les émissions de GES et les stratégies de réduction,
- les impacts du changement climatique sur l'environnement (ressource en eau, biodiversité...), les activités socio-économiques (tourisme, agriculture...),
- les mesures d'adaptation envisageables.

#### EN SAVOIR

**Mission Développement Prospective**  
christophe.chaix@mdp73.net

**Le livre blanc du climat en Savoie :**  
[www.mdp73.fr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=47&Itemid=37](http://www.mdp73.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=37)



## ANALYSER LES VULNÉRABILITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET LES EFFETS SUR LA VIE QUOTIDIENNE

La méthode du CGDD propose une analyse grâce à **une matrice "territorialisée"**, construite à partir des activités et milieux en présence et de la collecte d'informations correspondantes. Elle permet de mettre en évidence par secteurs (pour envisager des stratégies sectorielles), par milieux (pour tenir compte des spécificités géographiques), et de manière croisée pour chaque milieu sous la pression de chaque activité :

- le niveau de vulnérabilité face à chacun des aléas retenus,
- les impacts potentiels à long terme.

MILIEUX PHYSIQUES		ACTIVITÉ 1	ACTIVITÉ 2	ACTIVITÉ 3
Général				
Milieu	Caractéristique 1 (ex. : littoral)			
	Caractéristique 2 (ex. : urbain)	Niveau de vulnérabilité à aléa B	Niveau de vulnérabilité à aléa A  Niveau de vulnérabilité à aléa B	Pas vulnérable
	Caractéristique 3			

### INFOS

D'après le Guide d'accompagnement des territoires pour l'analyse de leur vulnérabilité socio-économique aux changements climatiques, CGDD, 2011 d'après SOGREAH, 2010.

**L'analyse par le retour d'expérience**, c'est-à-dire par l'étude de situations d'aléas déjà vécues, confortera les résultats pour dégager le premier bilan. Un travail d'études de données d'observation sur des années de référence climatique peut alors être fait sur certaines thématiques. Une analyse de revues de presse, d'entretiens avec les habitants ou les acteurs socio-économiques permettront aussi d'affiner la connaissance.

**Une synthèse des impacts et d'éléments de diagnostic** permettra un premier bilan (voir tableau ci-après).

	DESRIPTIF	ALÉAS CORRESPONDANT	PROBABILITÉ OCCURRENCE ALÉAS (diverses échéances)	AMPLEUR DES CONSÉQUENCES* (enjeux exposés)	CAPACITÉ D'ADAPTATION	SYNTHÈSE VULNÉRABILITÉ	SOURCES DE DONNÉES, RÉFÉRENTS / ACTEURS
Secteur "x"							
Impact "i"			(élevé / moyen / faible)	(élevé / moyen / faible)	(élevé / moyen / faible)	VV à 00	

\*conséquences qui peuvent être positives ou négatives.

## :: Compléter la connaissance de la vulnérabilité par une analyse prospective

L'analyse ne doit pas se borner à l'étude de la vulnérabilité actuelle du territoire. L'exercice prospectif, conduit ou non avec l'aide d'un prestataire, est particulièrement important pour apprécier au mieux les conditions futures du territoire. Cet exercice se prête très bien à une concertation avec les acteurs du territoire. Il est d'ailleurs possible de passer directement d'une première approche des indices de changement à ces travaux.



### UN FACTEUR PARMIS D'AUTRES FACTEURS DE CHANGEMENT

L'évolution climatique est une variable à intégrer aux analyses prospectives au même titre que d'autres facteurs de changement qui vont impacter le développement du territoire. C'est une "nouvelle lunette" avec laquelle on regardera le territoire pour anticiper et accompagner les évolutions sociétales dans l'idée d'un développement durable et désirable. Qu'elle fasse l'objet d'une démarche spécifique ou qu'elle soit intégrée aux politiques publiques existantes, la question de l'adaptation aux effets du changement climatique oblige à considérer le facteur climatique comme faisant partie des facteurs critiques de changement sur le territoire. À ce titre il est à combiner avec d'autres évolutions socio-économiques ou démographiques, etc.

**En effet, au-delà des données météorologiques, les données socio-économiques ont leur utilité :**

- elles fournissent des clés d'interprétation et viennent compléter l'analyse de vulnérabilité basée sur les critères climatiques. L'étude de leur variation et de leur évolution dans le temps précise les enjeux futurs pour le territoire au regard de multiples changements.
- connaître les mécanismes sociaux à l'œuvre sur le territoire aujourd'hui permet de créer à la fois des stratégies d'adaptation dites réactives (gestion de crise) et de planifier l'adaptation à plus long terme (adaptation parfois dite proactive sous forme de plans d'anticipation...).
- mesurer la flexibilité (degré de diversification) économique d'un territoire fournit un indicateur des capacités d'adaptation d'un territoire en cas de fortes menaces sur le secteur dominant dues au changement climatique.



### L'APPROCHE PROSPECTIVE PERMET DE SE PRÉPARER À DE FUTURES CONDITIONS

Le changement climatique nous oblige à voir à long terme, mais de premiers effets se font déjà sentir. Aussi l'on devra en situer la vision du territoire et des enjeux à une échelle de 5 à 15 ans déjà mais aussi à une échéance plus lointaine.

Deux principes d'animation de la réflexion peuvent alors être retenus :

- **la construction de 3 scénarios, l'un souhaité**, l'autre redouté et le 3<sup>ème</sup> au fil de l'eau, élaborés sur la base de l'ensemble des changements imaginés pour définir les trajectoires et actions à mettre en œuvre pour atteindre le scénario souhaité et palier aux évolutions plutôt redoutées,
- **l'identification de ce qui va changer et de ce qui ne va pas changer, et, du niveau de maîtrise** que le territoire détient pour accompagner ces évolutions si elles sont favorables ou les infléchir dans le cas contraire.



### EXEMPLE DE L'INFLUENCE DE CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES

#### Les vagues de chaleur sont aggravées par l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Si la composition démographique révèle, une forte proportion de personnes âgées ou de jeunes enfants, plus sensibles aux vagues de chaleur, alors sa vulnérabilité s'en trouve augmentée.

Si un secteur dominant sur le territoire subit de plein fouet les effets du changement climatique et si la population active ne peut être transférée vers un autre secteur économique, une crise socio-économique peut se produire.

**Dans tous les cas, on identifiera l'ensemble des facteurs de changement et les effets du réchauffement climatique seront croisés avec les changements socio-économiques et démographiques attendus.**

Alors que le premier principe d'animation de la réflexion prospective se prête plutôt à des exercices de prospective exploratoire, sur de très longs termes avec une vision macro du territoire, le second est plus pragmatique, concret et adapté à l'action. Il est pour le moment privilégié dans les premières expériences d'analyse de la vulnérabilité climatique.



### **CARACTÉRISER LE RISQUE ET PRÉCISER LE NIVEAU DE MAÎTRISE PAR LE TERRITOIRE**

Emprunté à l'expérience des gestionnaires d'entreprises et à l'analyse des risques majeurs, le terme de **"risque"** est remplacé par celui **"d'enjeu"** dans l'analyse prospective. Dans les deux cas, ce qui se joue (le risque ou l'enjeu) sera caractérisé du point de vue de son importance et du niveau de maîtrise dont le territoire dispose pour l'infléchir.

On prendra en compte :

- la fréquence (exemple pour les précipitations) ou la probabilité d'occurrence (exemple : tempêtes) de la survenue du facteur de changement (ici : l'aléa climatique),
- la force d'impact, les conséquences (en termes humains, matériels et financiers),
- la durée, persistance,
- la couverture spatiale attendue.

L'impact dépendra des capacités de réaction ou de maîtrise du risque préexistantes (plans de prévention, plans d'action en cas de risque avéré...). Celles-ci peuvent être :

- suffisamment importantes pour satisfaire les besoins d'aujourd'hui et dans les conditions futures,
- suffisantes pour aujourd'hui mais pas pour demain,
- ou déjà inadaptées aux conditions réelles.

Le risque sera fort lorsque la probabilité d'occurrence de l'aléa et son degré d'impact seront élevés. Il sera évidemment plus faible là où les deux paramètres seront faibles.

**Il existe aujourd'hui un consensus sur la nécessité de réfléchir à la notion de "risque acceptable"**. Bien sûr, définir ce terme semble difficile du fait de l'hétérogénéité des impacts du changement climatique sur les territoires. Toutefois, cela peut permettre de cerner plus facilement quels sont les enjeux prioritaires selon le niveau d'acceptabilité sociale des risques identifiés.





## IDENTIFIER LES ENJEUX PRIORITAIRES

L'analyse de vulnérabilité ne fera pas apparaître un problème ou des problèmes simples mais bien une multitude d'enjeux croisés dont nos territoires devront tenir compte dans la mise en place de stratégies d'adaptation.

Pour autant, certains enjeux peuvent apparaître comme prioritaires du fait du nombre de personnes concernées, des répercussions économiques pour le territoire, de la qualité du milieu impacté... Il revient donc à chaque territoire, en fonction de ses spécificités et de l'analyse de vulnérabilité réalisée de décider des enjeux qui seront traités en premier lieu.

Il est également recommandé, dans la mesure du possible, d'étudier les effets de seuil pouvant aggraver la situation sur un territoire.



### PARC NATUREL REGIONAL DU MORVAN (NIÈVRE) - SCHÉMA DE COHÉRENCE CLIMAT

Le projet du PNR du Morvan est de créer une dynamique de mise en place d'actions cohérentes du maintien des capacités de stockage de carbone, d'atténuation, et d'adaptation au changement climatique par les collectivités, les acteurs professionnels et les habitants.

La méthodologie choisie s'appuie principalement sur l'implication des acteurs.

Chaque secteur du PNR s'est saisi d'un atelier selon l'importance de la thématique sur son territoire :

- atelier "activités agricoles" (30 % du territoire du Morvan sont consacrés à l'élevage),
- atelier "forêts et activités forestières" (50 % du Morvan sont recouverts de forêts),
- atelier "autres activités économiques et plus particulièrement le tourisme",
- et enfin atelier "vie quotidienne".

Professionnels, associations, réseaux... ont été conviés pour se projeter dans l'avenir et évaluer les conséquences du changement climatique sur leurs activités et leur quotidien.

Les ateliers étaient structurés en 3 temps :

- une présentation des évolutions climatiques, sans quantification précise des impacts du changement a permis une prise de conscience,
- un schéma d'hypothèses a été réalisé individuellement par les participants sur les conséquences du changement climatique sur son activité,
- une mise en commun a permis de hiérarchiser les hypothèses selon leur probabilité de survenue et l'importance des incidences sur les activités. Impacts négatifs du changement climatique, sur les activités agricoles et forestières par exemple, mais aussi opportunités potentielles, notamment en termes touristiques, ont pu être mis en évidence.

Une restitution collective des 4 ateliers a permis de définir des orientations stratégiques relayées ensuite par les acteurs publics régionaux.

#### Principales étapes

- ⊙ 2008 - Appel à projet du MEEDDAT pour les PNR
- ⊙ Juin 2009 - Ateliers sur l'adaptation au changement climatique par grands thèmes
- ⊙ Décembre 2009 - Diagnostic des émissions de GES
- ⊙ Mai 2011 - Validation de 11 priorités d'actions
- ⊙ Juillet 2011 - Valorisation des actions climato compatibles déjà menées par le PNR du Morvan

#### EN SAVOIR ⊕

Pôle Economie Durable - Syndicat Mixte du Parc Naturel Régional du Morvan

Le diagnostic du schéma de cohérence Climat :

[www.parcumorvan.org/fr/ECO\\_citoyennete/Developpement\\_durable.php?rub=08&sru=04&ssru=b=&ssrub=&lg=fr&crit=climat](http://www.parcumorvan.org/fr/ECO_citoyennete/Developpement_durable.php?rub=08&sru=04&ssru=b=&ssrub=&lg=fr&crit=climat)

## Principales étapes

- **Mars 2010** - Organisation du pilotage et lancement du PCET
- **Juin 2011** - Lancement des diagnostics du PCET : bilans GES "patrimoine et service" et "territoire", diagnostic de vulnérabilité du territoire et des politiques publiques aux effets du changement climatique
- **Sept. 2011** - Groupe de travail d'experts locaux sur la construction d'une méthodologie de travail et l'identification des aléas climatiques
- **Déc. 2011** - Groupe de travail d'experts et d'élus locaux sur l'analyse de la sensibilité du territoire et l'identification des vulnérabilités locales
- **Mars 2012** - 1<sup>er</sup> forum PCET (CoCliCo) de partage des diagnostics Énergie Climat
- **Mai-Juillet 2012** - Ateliers de concertation PCET (1 atelier spécifique sur les pistes d'actions d'adaptation)
- **Sept.-Oct. 2012** - Validation, hiérarchisation et priorisation des actions auprès des élus et des services (comité de pilotage, commissions sectorielles, ateliers internes)



## ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DU TERRITOIRE DU GRÉSIVAUDAN

**Situé en Isère, Le Grésivaudan est un territoire complexe (risques naturels, forte attractivité économique, tourisme de moyenne montagne...) reliant Grenoble à Chambéry, au pied des massifs de la Chartreuse et de Belledonne au cœur de la Région Rhône-Alpes.**

Créée en 2009 suite au regroupement de 5 intercommunalités, la communauté de communes du Pays du Grésivaudan est composée de 47 communes et compte plus de 100 000 habitants. Elle a souhaité s'engager dans une politique de développement durable et mettre en place un Agenda 21 ainsi qu'un Plan Climat-Énergie Territorial. Par ailleurs, la communauté de communes est engagée dans un Contrat de Développement Durable avec la Région Rhône-Alpes et bénéficie donc d'une charte de développement durable.

Dès le démarrage du PCET en mars 2010, l'adaptation au changement climatique fut l'un des champs prioritaires du PCET avec des élus fortement impliqués (notamment l'élu en charge du PCET disposant par ailleurs d'un statut scientifique) apportant du crédit à l'intérêt d'évaluer la vulnérabilité locale du territoire face aux effets du changement climatique.

Par ailleurs, la proximité avec l'agglomération grenobloise a été une opportunité favorable à la mobilisation de scientifiques locaux (universitaires, laboratoires de recherches, acteurs socio-économiques) dans la démarche. Ainsi, mobilisés dès le début de la démarche, ces experts scientifiques ont permis de valider la méthodologie, l'analyse des vulnérabilités et les axes stratégiques ressortant du diagnostic.

Le diagnostic de vulnérabilité climatique du territoire du Grésivaudan a été conduit au regard de trois objectifs en 3 temps différenciés :

- partage de la connaissance d'un groupe d'experts (technique et scientifique) complété à travers des entretiens individuels, afin de mobiliser les connaissances locales permettant d'analyser la perception des enjeux et des impacts naturels, économiques et sociaux du changement climatique sur le territoire,
- échanges et validation des vulnérabilités climatiques du territoire avec des experts et des élus du territoire,
- construction d'une stratégie d'adaptation au changement climatique dans le cadre d'ateliers de concertation du PCET, afin d'articuler et d'orienter les politiques de la communauté de communes.

Aussi, au regard du travail engagé, plusieurs enjeux sont ressortis comme prioritaires, par exemple :

- Préparer les stations de moyennes montagnes et accompagner les professionnels en matière de stratégie de diversification des activités "neige" ;
- Améliorer la connaissance et la gestion des risques naturels ;
- Anticiper l'impact du changement climatique sur les systèmes de productions agricoles et sylvicoles en identifiant de nouvelles méthodes de travail (agro foresterie, solidarités d'approvisionnement des productions fourragères...);
- Intégrer les enjeux climatiques dans la politique de gestion de la ressource en eau en particulier en lien avec le contrat de rivière ;
- Promouvoir des stratégies d'adaptation en matière d'aménagement de l'espace et du cadre bâti (confort d'été).

De manière transversale, l'amélioration des connaissances à l'échelle locale, la sensibilisation au changement climatique ainsi que la poursuite des partenariats entre la collectivité et les experts scientifiques ont également été inscrites comme objectifs stratégiques du plan climat.

## EN SAVOIR

Le site de la communauté de communes du Grésivaudan :  
[www.le-gresivaudan.fr](http://www.le-gresivaudan.fr)

Contact : Anne Foret, chef de projet PCET  
[aforet@le-gresivaudan.fr](mailto:aforet@le-gresivaudan.fr)

## ACCÉDER AUX DONNÉES ET À LEUR INTERPRÉTATION POUR MENER L'ANALYSE DE VULNÉRABILITÉ

### Les données climatiques

En climatologie, les données météorologiques issues des observations quotidiennes effectuées à diverses échelles indiquent au jour le jour, la situation en temps réel et en différents points de l'espace. Leur regroupement et leur analyse sur le long terme permettent d'identifier les modifications climatiques en cours. Les séries ainsi constituées forment la base de la démarche de caractérisation de l'évolution du climat et de ses particularités locales (séries climatiques homogénéisées de Météo-France) et de l'influence de la géographie notamment. On accède ainsi aux données climatiques.

**Les simulateurs climatiques (Météo-France, ONERC...)**, sont des outils simples de présentation de résultats de modèles. Ils reposent sur le choix de paramètres, de tendances climatiques et de scénarios de développement. Ils montrent que le réchauffement de l'atmosphère est engagé même s'il ne se produira pas de façon continue. La variabilité climatique sera toujours présente dans les décennies à venir. Ces simulateurs, basés sur l'utilisation d'un seul modèle, ne permettent pas d'encadrer l'incertitude. D'autre part, ils montrent les résultats sur une année donnée alors que les valeurs annuelles n'ont pas de sens réel. Ils ne peuvent donc suffire dans le cadre d'une analyse territoriale fine du changement climatique. Ils ne doivent donc en aucun cas remplacer l'étude de documents scientifiques, plus techniques.

**Le portail DRIAS** *les futurs du climat* donnant accès aux projections régionalisées en haute résolution sur la métropole est ouvert. Il permet un accès à des représentations simples des résultats des modèles, pour certains indices climatiques (cartes, courbes, tableaux). Il fournit aussi des données brutes et des informations de

synthèse qui pourront servir aux prestataires pour dresser le bilan des effets directs, formaliser des études d'impact ou d'effets induits sur des domaines précis (débit des cours d'eau, sécheresse des sols...).

**Le projet SCAMPEI** est particulièrement adapté aux zones de montagne, avec un travail sur l'intégration des effets liés aux massifs et une recherche d'encadrement de la marge d'erreur par une comparaison des résultats entre des simulateurs très différents.

**Une demande de prestation "climatologique" ne paraît pas** pour le moment nécessaire à toutes les échelles territoriales. Il est d'ailleurs déconseillé de demander une simulation du climat futur à une échelle infra régionale. En revanche, après une première analyse et si le besoin s'en fait sentir pour la préciser, l'interprétation des données météorologiques peut être assurées par des prestataires spécialisés. Le cahier des charges se décline classiquement en deux points :

1. Analyse du climat actuel du territoire.
2. État des lieux des changements climatiques observés au cours des dernières décennies.

Les choix des paramètres et indicateurs climatiques utilisés sont justifiés. Des documents graphiques (cartes, graphes, diagramme ombrothermique...) représentent les résultats de telles analyses et un analogue climatique spécifique est déterminé. Les indicateurs climatiques utilisés sont généralement les paramètres classiques, fournis par Météo-France, de température, précipitations, hauteurs de neige etc. Toutefois, le prestataire peut adapter les paramètres sur lesquels repose l'étude à des besoins spécifiques (autour du secteur agricole / Nombre de jours de gel, etc...) correspondant à la demande de la collectivité.

➔ Voir aussi la partie 1 fiche 4 du volume 2 de ce guide "Les principaux indices en zones de montagne"

### EN SAVOIR ➔

[http://climat.meteofrance.com/chgt\\_climat/simulateur/simclim](http://climat.meteofrance.com/chgt_climat/simulateur/simclim)

[www.drias-climat.fr](http://www.drias-climat.fr)

[www.gip-ecofor.org/gicc/?q=node/311](http://www.gip-ecofor.org/gicc/?q=node/311)

[www.cnrm.meteo.fr/scampe](http://www.cnrm.meteo.fr/scampe)

### Le recours à un laboratoire de recherche permet d'affiner certaines interprétations :

Météo-France donne aussi accès à des données utiles à des laboratoires de recherche. En effet, leurs membres disposeront de compétences scientifiques suffisantes pour en extraire le sens. La collectivité, dans le cadre d'un partenariat avec des chercheurs, pourra bénéficier de ces informations traitées en fonction de l'objet de la "recherche-action".

#### Les données thématiques

Ce sont des mesures portant sur des inventaires floristiques, des observations phénologiques, des relevés de débit de cours d'eau ou de sources, des repères calendaires (dates des vendanges...) qui pourront renseigner sur la manifestation du changement climatique sur le territoire : indices des effets induits. Il peut s'agir de données d'archives ou de données de terrain collectées par les acteurs et/ou les habitants ou encore par des laboratoires de recherche.

L'ONERC a publié une liste d'indicateurs désignés comme faisant état de l'impact du changement climatique sur l'atmosphère, les océans, la biodiversité, les activités humaines. Si le changement climatique n'est pas leur seul élément explicatif, il est considéré comme une des causes dominantes de leur évolution. Il s'agit de paramètres que nous pouvons considérer comme indices du changement climatique et certains sont adaptés à la situation de la Région Rhône-Alpes :

- **Biodiversité** : front d'expansion de la chenille processionnaire du pin (INRA), Évolution des populations de certaines espèces d'oiseaux (Ligue Protectrice des Oiseaux).
- **Eau et risques** : bilans de masse des glaciers tempérés des Alpes françaises (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement), Pluies diluviennes dans le sud-est méditerranéen de la France (Météo-France), Modalité d'enneigement des hivers au Col de Porte (Météo-France/ Centre National de Recherche Météorologique/Centre d'Études de la Neige).

- **Agriculture** : dates de début de vendanges en Côtes du Rhône méridionales (Inter Rhône), date de floraison des arbres fruitiers (INRA).
- **Prévention des risques** : exposition des populations aux risques climatiques (traitement réalisé par l'IFEN à partir de données émanant des services INSEE, MEDAD, DPPR).
- **Énergie** : rigueur climatique en milieu urbain (Observation de l'énergie et des matières premières - MEEDDAT).
- **Tourisme, santé...** sont d'autres thèmes à renseigner.

Les bases de données issues de programmes de recherche apportent une information thématique qui peut concerner le territoire. On peut citer par exemple :

- **Climchalp**, qui fournit des informations de nature bibliographique sur les impacts du changement climatique dans le massif alpin, notamment sur l'occurrence des différents aléas auxquels cet espace est confronté : crues, avalanches, mouvements de terrain, tempêtes...
- **Glacioclim**, qui présente l'évolution du profil des glaciers alpins grâce à des indicateurs tels que leurs bilans de masse, la vitesse d'écoulement observée en surface, leur épaisseur et des données météorologiques relatives...

Un certain nombre de données territoriales sont disponibles sur des réseaux nationaux mais aussi auprès d'acteurs locaux. Ces derniers restent bien entendu des interlocuteurs indispensables pour une collecte plus fine de données, notamment les DREAL, les directions régionales de l'ADEME, les observatoires régionaux/départementaux, les agences d'urbanisme... Les informations économiques par branche d'activité peuvent être obtenues auprès de différents organismes : Assedic, Chambres de commerce et industrie, INSEE, Conseil régional...

Les sciences participatives servent aussi l'observation des effets du changement climatique. Les citoyens peuvent ainsi dans le cadre d'une organisation particulière par un laboratoire de recherche contribuer à l'observation et au suivi d'indicateurs particuliers.

#### EN SAVOIR +

<http://onerc.org/>

[www.risknat.org/projets/alpes-climat-risques/](http://www.risknat.org/projets/alpes-climat-risques/)

[www-igge.obs.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/](http://www-igge.obs.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/)

Une liste de sites utiles est consultable sur la page Evolution des territoires du site : [www.ddrhonealpesraee.org/evolution\\_des\\_territoires\\_rhonalpins.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/evolution_des_territoires_rhonalpins.php)

## RÉDIGER UN CAHIER DES CHARGES DE PRESTATION

L'analyse de vulnérabilité demande une large connaissance du contexte géographique et climatique mais aussi socio-économique de l'espace sur lequel on intervient.

En effet, les éléments climatiques ne sont pas les seuls à exercer une pression sur le territoire. Les données démographiques ou socio-économiques ont aussi un rôle majeur. Pour mener cette étude, les collectivités devront alors engager un exercice prospectif et rassembler des données scientifiques et/ou économiques qu'elles n'auront pas toujours la capacité de traiter.

Elles pourront alors, dans la mesure de leurs moyens, et éventuellement dans le cadre de programmes nationaux et/ou régionaux, mettre en place des actions conjointes avec des organismes spécialisés ou des laboratoires de recherche, ou commander des études, ou bénéficier de l'expertise de partenaires locaux associatifs ou publics. Elle aura aussi recours au retour d'expérience des acteurs eux-mêmes qui, à travers un travail collectif, seront sensibilisés et adopteront une attitude pro-active.

**Pour rédiger son cahier des charges, la collectivité devra préciser à la fois, ses objectifs, les moyens mis à disposition du prestataire, l'accessibilité de la connaissance, son dispositif de pilotage et d'animation.**

### EXEMPLE DE CAHIER

#### DES CHARGES, extrait du cahier des clauses particulières

**"Analyse de la vulnérabilité du territoire de Valence Drôme Ardèche Centre (VALDAC) au changement climatique et la définition de pistes d'actions d'adaptation".**

#### Éléments de contexte

Le territoire de Valence Drôme Ardèche Centre (VALDAC) est l'espace de projet pour la réalisation d'un Contrat de développement Rhône-Alpes (CDRA VALDAC) et d'un Projet Stratégique Agricole et de Développement Rural (PSADER) dont la réalisation est prévue de 2007 à 2012. Afin d'anticiper sur la fin du CDRA, le territoire a souhaité engager la phase de préparation de la procédure suivante, un Contrat de Développement Durable Rhône-Alpes (CDDRA) intégrant une convention de fonction d'agglomération et de centralité (CFAC) et un projet stratégique agricole et de développement rural (PSADER). **Pour ce faire, le territoire de VALDAC lance parallèlement trois études de préparation de ce CDDRA : une étude générale (de l'évaluation au programme d'actions), une étude spécifique au PSADER et une étude sur le changement climatique.**

La présent cahier des charges concerne le 3<sup>ème</sup> lot pour l'analyse de la vulnérabilité du territoire de VALDAC au changement climatique et la définition de pistes d'actions d'adaptation, qui devra comme les autres lots être finalisé pour décembre 2012. Il a pu être conduit grâce au soutien de la Région à travers l'appel à projet "Rhônalpins éco-citoyens" de 2011.

#### Les objectifs de l'étude

Cette étude est une étude de cadrage portant sur les implications du changement climatique au niveau local. Elle a pour objectif de fournir une première vision d'ensemble des impacts, des vulnérabilités et des mesures d'adaptation

#### EN SAVOIR +

**Guide interactif de la gestion des risques liés à l'environnement pour les PME/PMI, Orée, 2012 :**  
<http://risques-environnementaux.oree.org/#>

**Exemple de Cahier des charges type - Quels choix, pour s'adapter au changement climatique ? Étude de cadrage, ONERC, 2009.**

envisageables en fonction des menaces et des opportunités liées au changement climatique sur le territoire considéré. Ces résultats permettront au territoire Valdac d'anticiper les mutations dans son économie et son développement, et de renforcer son attractivité.

**L'appropriation des enjeux** par les acteurs du territoire ainsi que **la définition des pistes d'actions**, dans le cadre **d'une forte concertation**, représentent **la plus grande partie de cette prestation**.

L'étude a donc pour objectifs précis :

- **de fournir un bilan de l'évolution climatique** (températures, précipitations...) et de certains indicateurs tangibles (indice feu météo...) sur une période considérée comme significative pour dégager les principaux aléas auxquels le territoire risque d'être soumis,
- **de caractériser le territoire et de dresser un premier bilan de sa vulnérabilité** face à ses aléas par une approche croisée (milieux/activités) intégrant les éléments de prospective territoriale réfléchis dans les documents de planification (SCoT, SAGE, SRCAE...),
- **de recouper cette approche de la vulnérabilité par le retour d'expérience** des acteurs du territoire sur des situations similaires déjà vécues et d'envisager de premières mesures d'adaptation selon différents scénarios,
- **de préciser pour les enjeux pressentis** (relations ville-campagne, ressource en eau, biodiversité...) **les risques, les principales mesures à prendre, les besoins...**,
- **de définir des pistes d'adaptation** et leurs applications concrètes, disponibles par secteur d'activités ou par sous-territoires. Cette démarche se fera de telle sorte que les entités inférieures à Valdac et non organisées autour de cette question puissent en bénéficier (EPCI, contrats de rivière, communes, SCoT...),
- **de proposer un plan d'actions** à intégrer aux différents choix stratégiques

du Valdac en vue du contrat à venir (CD-DRA pouvant avoir des mesures entières dédiées à ce sujet où qui intègre des critères-constitutifs des futures mesures),

- **de mobiliser les acteurs publics et privés**. À l'issue de la prestation, les potentiels porteurs d'actions devront être prêts à s'engager. Les responsables des différents échelons territoriaux devront avoir une idée de la manière dont ils vont décliner la stratégie dans leurs politiques et démarches territoriales.

### **Partie 1** Analyse de la vulnérabilité du territoire face aux effets du changement climatique :

Ce rapport rendu à mi-parcours, fournira des éléments de constat (aléas, effets induits, risques...) que le maître d'ouvrage pourra intégrer à la rédaction du diagnostic du futur CDDRA (mai 2012). Il devra :

- **reprenre les principaux aléas** étudiés et présenter les principaux constats d'évolution,
- **recenser** (dans la bibliographie, auprès des acteurs de terrain) **et présenter les indicateurs pertinents** pour le territoire par milieu et par activité étudiés,
- **présenter les effets induits** (impacts) prévisibles et le niveau de vulnérabilité du territoire,
- **présenter les capacités de réaction** (adaptation) du territoire
- **caractériser les risques et identifier les enjeux prioritaires** (ciblé 3-4 enjeux prioritaires du territoire pour lesquels une étude plus fine pourra être envisagée : secteurs à enjeux, indicateur d'effets induits, risques et potentiels, les coûts de l'inaction et de l'adaptation, le niveau de conscience des acteurs concernés, l'organisation pour faire face au changement...),
- **préciser le niveau de risque considéré comme acceptable** par le territoire.

Il comportera par conséquent un atlas de cartes relatives aux impacts et à la vulnérabilité.



bilité en fonction des milieux et des activités du territoire. Certaines cartes devront illustrer **des scénarios d'évolution possibles** liés au changement climatique sur le territoire VALDAC. Ce rapport contiendra aussi **une partie liée au climat et à son évolution au niveau du territoire Valdac**. Pour cela, le prestataire pourra mobiliser des données existantes ... /...

### Partie 2 ➤ Définition d'une stratégie et d'un plan d'actions d'adaptation au changement climatique pour le territoire :

Le prestataire pourra fournir de premières orientations et préconisations que le maitre d'ouvrage intégrera dans la Charte (juillet 2012) et le programme d'actions du futur CDDRA (octobre 2012). Ce rapport :

- **présentera de premières orientations** en rapport avec les enjeux, eux-mêmes résultant de l'analyse de la vulnérabilité et de la première phase de concertation avec les acteurs,
- **repérera les principales actions d'adaptation préexistantes** mais non reconnues en tant que telles,
- **précisera les liens avec ces actions engagées**, en particulier avec celles déjà réfléchies dans le cadre de stratégies d'atténuation des émissions de Gaz à effet de serre,
- **appréciera la qualité de la gouvernance territoriale et des réseaux de solidarités** sur le territoire qui faciliteront la mise en oeuvre de mesure et le temps de réaction des acteurs,
- **énoncera les principales orientations retenues** en deuxième phase de concertation avec les acteurs et **les mesures d'adaptation possibles**,
- **précisera les priorités d'actions, les résultats attendus, les porteurs, l'échéancier** (court, moyen, long terme) des actions.

Dans le rapport final, le prestataire proposera également **des orientations**

(besoins et résultats attendus) **pour la conduite d'études thématiques complémentaires** si nécessaire à l'issue de cette prestation.

### Partie 3 ➤ Réunions de co-construction avec les acteurs et restitution de l'étude :

... /... Ces deux objectifs (partie 1 et 2) devront être atteints en s'appuyant sur **une démarche de co-construction** avec les élus, partenaires et habitants du territoire VALDAC, sous une forme qui pourra être discutée lors de la première réunion avec le comité de suivi ... /... **Cette concertation doit aussi permettre à tous les acteurs concernés de s'approprier ces enjeux, et d'envisager des actions sur leurs propres compétences thématiques ou collectivités** (CCI, Chambres d'agriculture, SCoT, CAUE, communes, communautés de communes, contrats de rivière...)

Cette concertation/sensibilisation pourra se faire en s'appuyant **sur 5 à 6 groupes thématiques** ... /... ou territoriaux ... /... le prestataire s'appuiera sur les ressources internes au CDRA mais aussi et surtout sur les instances de concertation déjà présentes sur le territoire. **Un comité de suivi de l'étude**, animé par le prestataire, permettra d'identifier en amont ces instances.

À l'issue de la prestation, il sera demandé au prestataire d'animer **une rencontre de restitution** de l'étude.

### Partie 4 ➤ Élaboration d'outils et supports pédagogiques :

Toutes les étapes de la mission seront l'occasion de réfléchir et de capitaliser des outils simples de vulgarisation et/ou d'animation de travaux sur le changement climatique ... /...

#### EN SAVOIR +

Tout le cahier des charges est disponible auprès du CDRA Valence Drôme Ardèche Centre (VALDAC) : [climat07.valdac@orange.fr](mailto:climat07.valdac@orange.fr)

## SAVOIR REPÉRER LES INDICES LOCAUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le suivi et l'analyse de données demandent une organisation particulière et fait appel souvent à l'expertise de scientifiques, mais la collectivité peut aussi déterminer à partir de la connaissance existante une première série d'indicateurs. Sur la base des études menées pour le SRCAE en Rhône-Alpes, RAEE propose le tableau ci-après. Il met en relation quelques indicateurs d'état<sup>47</sup> avec des effets possibles du changement climatique, même si d'autres facteurs peuvent les influencer. En effet, par exemple, la qualité énergétique de l'habitat, les conditions économiques des ménages, ou la qualité des politiques de prévention et d'organisation des secours... impacteront aussi ces mêmes indicateurs.

<sup>47</sup> On fait référence ici aux 3 types d'indicateurs du modèle Pression, État, Réponse qui a été mis en place par l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique). Ce modèle est fondé sur la notion de causalité : les hommes et leurs activités exercent des pressions sur les écosystèmes et modifient leur qualité et leur quantité (état). La société (ou un système) répond à ces modifications, par des mesures dont l'ampleur et les effets peuvent aussi être évalués si ce n'est mesurés par des indicateurs (de réponse).

INDICATEURS CLIMATIQUES	PRINCIPAUX EFFETS DIRECTS	PRINCIPAUX EFFETS INDIRECTS
	<b>SUR LES CONDITIONS CLIMATIQUES (à préciser selon les territoires)</b>	<b>SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ PUBLIQUE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Températures annuelles (moyennes, mini, maxi)</li> <li>→ Températures hivernales (moyennes, mini, maxi)</li> <li>→ Nombre de jours de gel printanier</li> <li>→ Hauteurs de neige</li> <li>→ Degré Jour Unifié</li> </ul>	<p>Forte augmentation de la température moyenne annuelle et évolution favorable du paramètre Degré Jour Unifié.</p> <p>Baisse conséquente du nombre de jours de gel printanier, diminution de la couverture neigeuse et du bilan de masse des glaciers.</p>	<p>Alors que le confort d'hiver devrait être plus facile à satisfaire, le confort d'été en particulier en ville sera une question centrale ayant lui-même un effet sur l'état de santé des populations en particulier des personnes les plus vulnérables à la chaleur et aux pollutions atmosphériques.</p> <p>L'augmentation des risques d'incendie, mais aussi les possibilités de crues "éclair" ou la déstabilisation des sols liée aux situations climatiques nouvelles demanderont de renforcer les dispositifs de prévention et de secours.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Températures estivales (moyennes, mini, maxi)</li> <li>→ Situations de canicules</li> <li>→ Indice Feu Météo</li> </ul>	<p>Forte hausse des températures minimales l'été et des températures maximales pour le sud de la Drôme et de l'Ardèche, avec une explosion des situations caniculaires dans la seconde moitié du siècle en cours et un doublement du risque météorologique d'incendie.</p>	<p>La priorité dans la gestion des réserves en eau devra être donnée, bien sûr à l'alimentation en eau potable pour satisfaire les besoins vitaux des populations, mais aussi pour rester en capacité d'intervenir en cas d'incendie.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Cumul annuel des précipitations</li> </ul>	<p>Tendance à la baisse du cumul annuel de précipitations qui, associée à un nombre de jours consécutifs de sécheresse en augmentation pourrait conduire à des situations de tension sur les réserves en eau.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Occurrence des fortes pluies</li> </ul>	<p>Diminution de l'occurrence de forte pluie dans le sud-est de la France, mais augmentation de la variabilité du climat méditerranéen conduisant à une augmentation des cumuls maximaux, avec possibilité de crues "éclair" plus fortes qu'aujourd'hui.</p>	
<b>INDICATEURS D'EFFETS INDIRECTS LOCAUX</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Nbre de coups de chaleur ou hyperthermies et déshydratations</li> <li>→ Nbre de décès par des maladies cardiovasculaires et maladies de l'appareil respiratoire liés aux niveaux d'ozone troposphérique</li> <li>→ Nbre d'interventions "incendies" et "inondations", de jours d'alerte canicule, de jours de pollution à l'ozone...</li> </ul>

D'après les études préparatoires au SRCAE en Rhône-Alpes - Source Rhônalpénergie-Environnement, 2011.

**FIGURE 19 - Relations entre indicateurs d'état et effets induits du changement climatique en Rhône-Alpes**

PRINCIPAUX EFFETS INDIRECTS		
SUR L'ENVIRONNEMENT BÂTI	SUR LES ÉCOSYSTÈMES ET LA BIODIVERSITÉ	SUR LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE
<p>En étroite relation avec les questions de santé et de sécurité publique, le phénomène d'îlot de chaleur urbain sera la première incidence de la hausse de températures estivales et des situations caniculaires ; affectant le confort d'été en ville à l'extérieur des bâtiments comme à l'intérieur.</p> <p>Une attention particulière sera portée à la pérennité des infrastructures soumises à des contraintes de températures supérieures à celles d'aujourd'hui et aux phénomènes de retraits-gonflement des argiles.</p>	<p>Le premier effet favorable de la hausse des températures sera la hausse de la productivité végétale, une remontée de la limite altitudinale de la forêt, et de sa capacité d'absorption du CO<sub>2</sub>. Mais en cas de stress hydrique trop important on pourrait assister à l'effet inverse. Les conditions hydriques et hydrologiques pourraient en effet limiter ce phénomène et affecter la qualité des écosystèmes aquatiques. Un sol instable et/ou insuffisamment développé limiterait l'avancée de la forêt.</p> <p>La disparition de certaines espèces animales et/ou végétales, ou au contraire un accroissement de populations et de l'aire de distribution d'autres espèces, qu'elles soient nuisibles ou non, pourront être observés.</p> <p>On notera l'évolution des dates de floraison et de fructification, mais aussi de migration de certains oiseaux. Cette évolution progressive des écosystèmes ne se faisant pas de façon homogène, on pourra assister à des perturbations des relations entre les espèces et au sein de communautés (désynchronisation de l'offre et de la demande en nourriture lors de la période de reproduction, par exemple). L'attention des gestionnaires d'espaces naturels se portera principalement sur la réduction des pressions anthropiques et/ou des ravageurs pour optimiser les conditions d'adaptation des espèces.</p>	<p>Les activités touristiques de montagne, d'eaux vives, de thermalisme..., activités agricoles et forestières, mais aussi industrielles et de production d'énergie nécessitant des conditions de température spécifiques et des prélèvements d'eau pourront être affectées.</p> <p>L'allongement de la période sans gel et la réduction des hauteurs de neige pourraient être favorables à certaines activités comme le tourisme vert, l'agriculture, le transport de marchandises..., par contre elles auront un impact négatif sur les activités de tourisme hivernale de montagne et sur la tenue des sols, donc la stabilité des infrastructures en place (route, dispositifs de protection contre les coulées et glissements de terrains...) et augmentent les activités de prévention et de secours, d'intervention et de réparation en matière de génie civil, de bâtiment, d'infrastructures de transport, d'assurance...</p> <p>Les périodes caniculaires demanderont de renforcer la vigilance sur l'état des structures et des productions, l'optimisation des process et des cultures pour réduire les besoins en eau, la prévention des situations d'inconfort pour les salariés, l'organisation des secours en cas de problème majeur (incendie, arrêt des productions...).</p> <p>Les besoins de gestion des conflits d'usage de l'eau seront renforcés.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Écarts de températures entre le jour et la nuit</li> <li>→ Nbre d'interventions sur les infrastructures routières</li> <li>→ Quantité d'eau utilisée pour l'arrosage de la végétation en ville</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Indice de productivité forestière</li> <li>→ Nbre d'arbres attaqués par des insectes sur un secteur : puceron lanigère du peuplier, typographe, chenille processionnaire du pin...</li> <li>→ Débit des cours d'eau et des sources</li> <li>→ Présence de nouvelles espèces végétales en altitude ou en latitude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Nbre de jours de restriction d'arrosage...</li> <li>→ Couverture neigeuse en station</li> <li>→ Date des vendanges, de la floraison des fruitiers, de fructification...</li> <li>→ Date et nbre de fauches dans l'année...</li> </ul>

## SAVOIR IDENTIFIER LES ENJEUX PRIORITAIRES FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'analyse prospective parle d'enjeux ou de changements critiques alors que l'analyse des risques majeurs parle de risques. Elle appelle à un croisement des enjeux climatiques mais aussi socio-économiques.



### QU'EST QU'UN ENJEU ?

C'est une problématique qui interpelle fortement la dynamique de développement d'un territoire et qui est susceptible de provoquer des pertes ou des gains selon la position stratégique qu'adopteront les responsables du territoire (source : la Clé Proactive- V. Pacini).



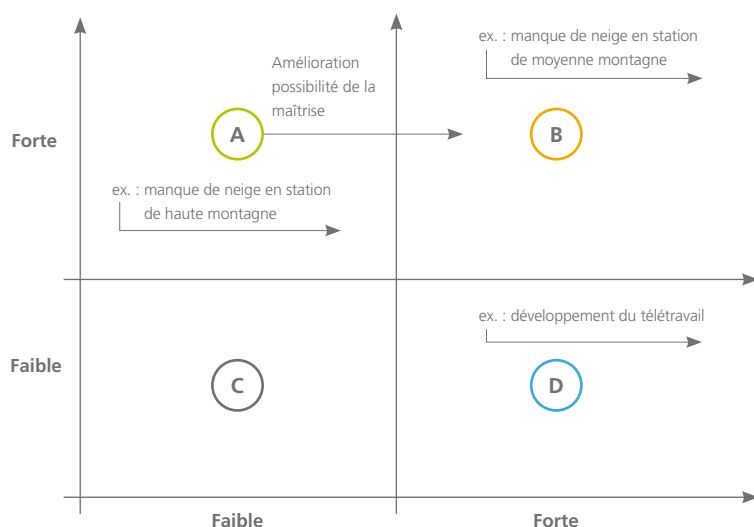
### QU'EST QU'UN RISQUE ?

C'est la probabilité de survenance d'un événement dommageable. Généralement il est admis que le risque est le résultat du croisement entre un aléa d'une intensité donnée et des enjeux exposés sur un territoire donné (source : CatNat).

Une fois les changements critiques identifiés ils peuvent être positionnés sur ce graphique selon leur importance (caractère stratégique) et le niveau de maîtrise par les acteurs (faissabilité). Quatre zones permettent de distinguer les enjeux prioritaires aujourd'hui et les enjeux du futur à anticiper. **Deux questions se posent alors pour construire le plan d'actions : comment réduire leur importance ? Comment accroître leur maîtrise ?**

FIGURE 20 - Détermination des enjeux prioritaires aujourd'hui et des enjeux futurs

IMPORTANTÉ DU CHANGEMENT  
(CARACTÈRE STRATÉGIQUE)



On distingue quatre zones :

- **zone A** > les changements critiques, enjeux du futur, car ce sont ceux que l'on ne maîtrise pas actuellement ;
- **zone B** > changements importants bien maîtrisés. Ce sont les enjeux prioritaires aujourd'hui ;
- **zone C** > changements moyennement importants que l'on ne maîtrise pas ;
- **zone D** > changements moyennement importants que l'on maîtrise, mais dont il faudra encore améliorer la maîtrise dans l'avenir.

MAÎTRISE ACTUELLE  
PAR LES ACTEURS (FAISSABILITÉ)

D'après la Matrice des changements critiques - La Clé Proactive – V. Pacini. 2011.

## • Étape 4 : définir la stratégie d'adaptation

### •• Identifier les priorités et dresser le plan d'adaptation

Les mesures d'adaptation aux effets du changement climatique rejoignent celles d'un développement durable et font appel à des pratiques "gagnant-gagnant" :

- **Respect du fonctionnement des écosystèmes** (ex. : rétablissement de zones d'expansion des crues, renforcement des corridors écologiques...)
- **Développement de nouvelles économies locales** (ex. : choix de cultures moins consommatrices d'eau, production décentralisée d'électricité...)

L'analyse de vulnérabilité aura permis de mettre en avant les besoins spécifiques du territoire. Selon les capacités supposées (ou analysées grâce à des recherches menées en sciences sociales) d'adaptation de son territoire, les mesures pourront être plus ou moins coercitives, incitatives...

À l'instar du plan national d'adaptation, on peut viser des actions dans de multiples domaines : *santé, ressource en eau, biodiversité, risques naturels, agriculture, forêt, pêche et aquaculture, énergie et industrie, infrastructure et systèmes de transport, urbanisme et cadre bâti, tourisme, information, éducation-formation, recherche, financement et assurance, aspects particuliers à la montagne, gouvernance...*

**L'existence d'incertitude sur l'ampleur des changements doit appeler à mettre en œuvre en premier lieu certains types de mesures dites :**

- sans-regret, bénéfiques même en l'absence de changement climatique comme la mesure de promotion des économies d'eau dans tous les secteurs,
- réversibles, comme l'obligation aux délégataires de services publics de produire une analyse de vulnérabilité, augmentant les "marges de sécurité", comme la révision de la cartographie des zones potentiellement sensibles aux incendies de forêt afin d'étendre la zone de vigilance,
- à temps long de mise en place comme la protection des sols forestiers,
- ajustables et révisables périodiquement pour les différents acteurs en fonction de l'évolution des connaissances comme pour le renforcement des exigences en matière de confort d'été dans les bâtiments.

**L'adaptation doit être un processus dynamique et révisable.**

L'adaptation aux effets du changement climatique consiste finalement à **réduire la vulnérabilité du territoire, autrement dit, améliorer sa résilience** ; lui permettre de mieux répondre aux nouveaux paramètres climatiques. C'est ce qu'on appellera ici améliorer **ses capacités d'adaptation** par la mise en place de **mesures d'adaptation**.

À l'issue des travaux d'analyse de la vulnérabilité du territoire, des choix et des mesures s'imposeront comme évidents. Toutefois, l'ensemble de cette matière devra être ajusté et enrichi par la vision des acteurs du territoire eux-mêmes qui préciseront les dispositions du plan d'adaptation. Ces derniers pourront alors prendre part à sa mise en œuvre (cf. paragraphes sur la mobilisation des acteurs de cette partie 3 du guide).

**Le plan d'adaptation aux effets du changement climatique est obligatoire pour les collectivités devant établir un Plan Climat-Énergie Territorial (PCET) d'ici fin 2012.**



Guide "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes", RAEE, juin 2007

#### INFOS ⓘ

[www.ddrhonealpesraee.org/adaptation\\_aux\\_effets\\_du\\_changement\\_climatique.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/adaptation_aux_effets_du_changement_climatique.php)



“Adaptation au changement climatique, 12 fiches pour agir dans les collectivités”, ADEME 2012.

#### INFOS ⓘ

[www.ademe.fr/languedoc-roussillon](http://www.ademe.fr/languedoc-roussillon)

Pour les autres collectivités, ce plan n'est pas obligatoire. Elles pourront tout de même se poser la question de l'opportunité d'un plan spécifique avec des mesures phares articulées avec les autres mesures intégrées aux démarches en cours : Agenda 21 local, contrat de développement durable, SCoT, PLU, plan municipal de l'environnement, plan de prévention des risques et plans de secours...

La rédaction d'un document, regroupant l'ensemble des mesures élaborées spécifiquement en vue de l'adaptation au changement climatique, facilitera la communication sur ce point, la prise de conscience de ce qui peut être concrètement fait, et l'intégration systématique dans l'avenir de cette préoccupation dans les projets.

## ∴ Identifier des mesures pour le territoire



### REPÉRER LES ACTIONS D'ADAPTATION PRÉEXISTANTES MAIS NON RECONNUES EN TANT QUE TELLES. IL PEUT S'AGIR :

- d'utilisation de procédés de construction innovants car permettant un meilleur confort thermique,
- de politiques de végétalisation (utilisation d'essences résistant à un climat plus rude),
- de modification des pratiques de gestion de l'eau,
- de politiques mises en place dans les parcs naturels,
- de stratégies de déplacements tels que les PDU...

**Les mesures prises par le passé par les acteurs socio-professionnels pour faire face à des situations déjà vécues permettent de repérer de premières dispositions à prévoir dans un plan d'adaptation :** plan canicule, végétalisation des espaces urbains, renforcement des dispositifs incendies, etc.

Ces mesures à l'époque imaginées en réaction n'ont pas toujours été efficaces. Une réflexion proactive permettra d'anticiper et d'augmenter l'efficacité des dispositifs de réponse aux aléas climatiques.



### EXPLOITER LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE VULNÉRABILITÉ CLIMATIQUE

Des études spécifiques sur les réserves en eau des aquifères et des sols, par exemple, auront pu enrichir cette analyse et permis, elles aussi, de préconiser des mesures.

L'analyse croisant les atouts et faiblesses d'une part puis les opportunités et menaces des secteurs et milieux vis-à-vis du changement climatique semble assez efficace pour écarter les stratégies peu adéquates et mettre en avant les besoins en termes d'adaptation.





## EXPLOITER LE RÉSULTAT DU TRAVAIL AVEC LES ACTEURS

**Qu'elle soit spécifique ou non, la concertation débouchera sur des actions favorables au renforcement des capacités du territoire à s'adapter.**

Certaines phases de l'analyse de la vulnérabilité se prêtent particulièrement à la concertation : celle de retours d'expériences des acteurs, animée autour de l'identification des principaux changements déjà vécus et attendus par exemple. On pourra aussi travailler avec les acteurs sur l'appréciation de la maîtrise des enjeux et des changements critiques, c'est-à-dire ceux qui auront un impact important et sur lesquels on peut avoir une forte maîtrise.



## ENGAGER UNE RÉFLEXION SUR LES QUESTIONS DE SOLIDARITÉ

**Le thème de l'adaptation au changement climatique nécessite de s'intéresser aux principes de solidarité qu'il faudra mettre en oeuvre à différents niveaux :**

- sur le plan international, en lien avec la question des réfugiés climatiques,
- sur le plan social, avec des problématiques comme celle de la précarité énergétique,
- au niveau territorial, avec notamment les interactions entre ville et campagne mais aussi entre tourisme et protection de la nature, avec l'organisation en réseau des acteurs associatifs et autres socio-professionnels,
- et en termes financiers, avec notamment l'interpellation des assurances en cas de catastrophe naturelle.

Les principaux acteurs à accompagner sont aussi ceux d'une démarche de développement durable, c'est-à-dire les plus vulnérables (populations fragilisées, ou acteurs économiques...). Par des mécanismes de soutien et d'accompagnement en matière de reconversion économique, de santé publique et de social, on facilitera l'adaptation de ces publics cibles.

La mise en place de stratégies d'adaptation tenant compte de ces impératifs demande donc d'identifier :

- les interactions entre les différents secteurs et inégalités territoriales face au changement climatique,
- les acteurs les plus touchés par les impacts du changement climatique,
- et les impacts du changement climatique sur les territoires voisins car ceux-ci peuvent avoir des répercussions au sein de mon territoire.



« **Chaque territoire réduit ses émissions de gaz à effet de serre pour tous, mais il s'adapte pour lui-même.** L'implication

des acteurs locaux, qui ne sont pas forcément sollicités sur l'atténuation des émissions, est nécessaire pour réussir l'étude de vulnérabilité et le plan d'adaptation du territoire. »

**Yannick PAPAIX**, chargé de mission "approches territoriales énergie climat", Direction Régionale de l'ADEME en Rhône-Alpes.

## :: Intégrer la réflexion aux autres démarches engagées, en particulier aux travaux sur l'atténuation des émissions de GES

La variable climatique influe sur un contexte déjà en changement. Il est donc important de faciliter **la prise en compte de cette variable dans tous les documents de planification et toutes les démarches prospectives** :

- documents d'urbanisme : SCoT, PLU, cartes communales et règlement national d'urbanisme
- plans locaux de sauvegarde, plans de prévention des risques d'inondation...
- schémas de gestion des eaux, contrats de rivières...
- schémas de développement économique
- schémas directeurs dans le domaine des transports : PDU (Plan de Déplacements Urbains), PDA (Plan de Déplacements des Administrations), PDES (Plan de Déplacements des Établissements Scolaires)...
- normes environnementales (couplant atténuation/adaptation) pour le secteur du bâtiment...
- plan départemental sanitaire et social

Aussi on pourra préconiser **d'insérer dans les études préalables à l'établissement de ces programmes, plans ou projets, un profil Énergie-Climat du territoire** comprenant les principaux indicateurs permettant les analyses du territoire tant du point de vue de l'atténuation que de l'adaptation.

En effet, comme expliqué plus avant, la hausse des émissions de gaz à effet de serre (GES) est en étroite relation avec le réchauffement global. Les plans d'action pour l'atténuation des émissions, avec des mesures d'économie d'énergie dans les bâtiments, d'économie de matière, de récupération de la chaleur produite par tout processus de combustion ou de fermentation, de renforcement du stockage du carbone par l'utilisation de bois matériaux... sont donc aussi importants pour atténuer les effets du réchauffement climatique.

**On restera vigilant aussi à ne pas mettre en place, pour l'adaptation au changement climatique, des mesures contraires aux objectifs de réduction des émissions de GES.** L'exemple le plus couramment cité étant celui des climatiseurs.



### CLIMAT PRATIC, UN OUTIL POUR LES COLLECTIVITÉS ET INTERCOMMUNALITÉS PETITES À MOYENNES

**Cet outil gratuit de l'ADEME, réalisé avec l'appui du Réseau Action Climat France, d'Etd (Centre de ressources du développement durable), et du CLER (Comité de Liaison Énergies Renouvelables),** permet aux petites et moyennes collectivités de construire de façon autonome et efficace leur propre Plan Climat-Énergie Territorial. Pour 13 domaines d'action sectoriels, l'outil propose des actions pour démarrer et consolider le plan d'actions, faire décoller la collectivité, et la rendre exemplaire. Dans le même esprit, deux volets "stratégie" et "formation, sensibilisation communication" permettent d'organiser le processus de construction et de mise en oeuvre du plan d'actions. Des fiches explicatives précisent les enjeux, des références nationales, des outils plus spécifiques...

Principalement centré sur l'atténuation cet outil aborde aussi l'adaptation en particulier sur le volet Risques, mais aussi Tourisme...

#### EN SAVOIR ⊕

[www.climat-pratic.fr](http://www.climat-pratic.fr)

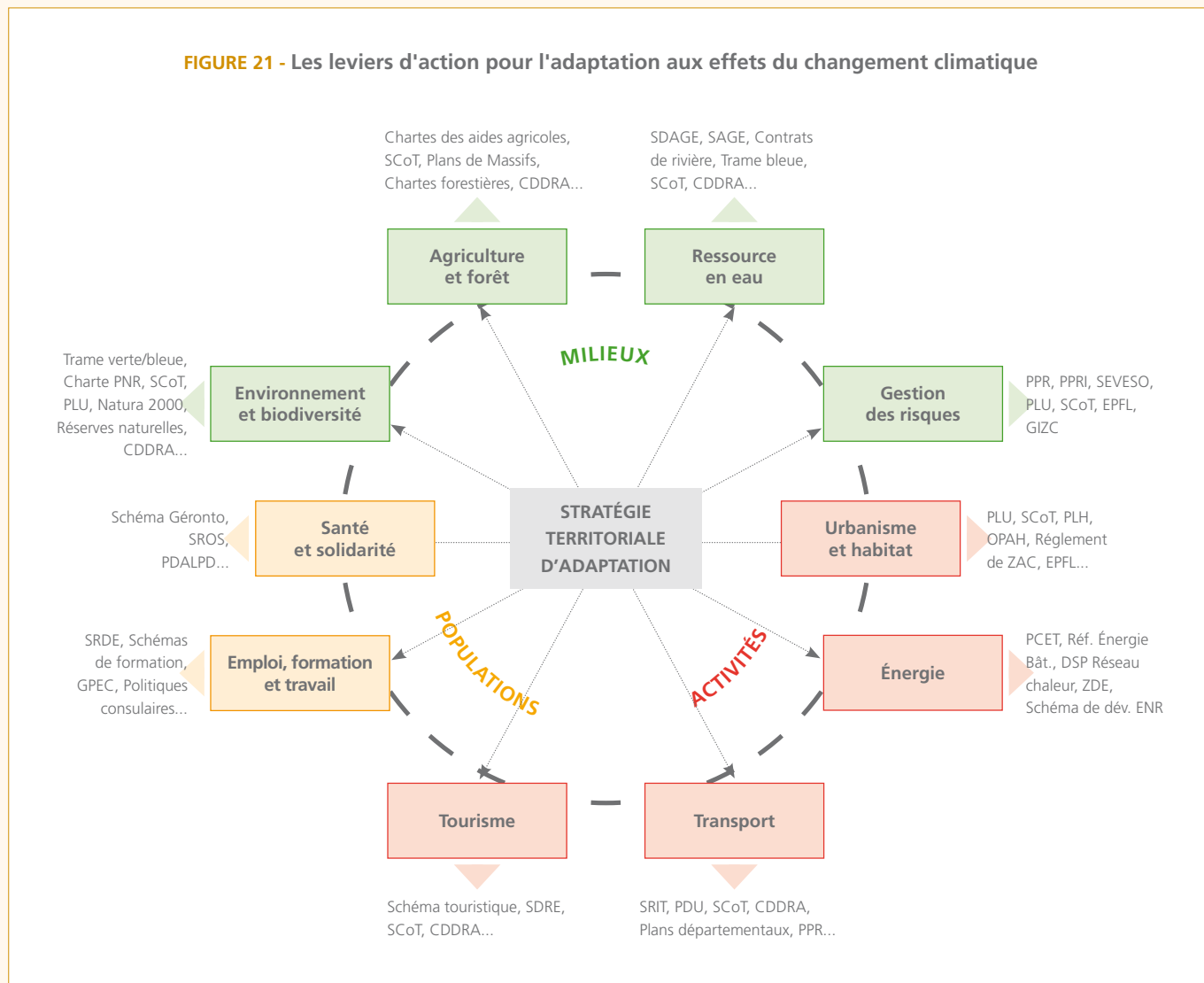
## **ACTIONS RELEVANT D'UNE STRATÉGIE D'ADAPTATION**

	RENFORCER LA PRÉVENTION ET LA PROTECTION	LIMITER L'ÉMERGENCE DE NOUVELLES INÉGALITÉS SOCIALES ET TERRITORIALES	DÉVELOPPER LA RECHERCHE ET AMÉLIORER LA CONNAISSANCE (observation du climat, milieux, technologies, stratégies d'adaptation)
<b>Actions informatives et d'acquisition de connaissances</b>	Sensibilisation auprès des élus et des habitants.	Actions de sensibilisation.	Observation du changement avec les publics scolaires.  Partenariat de recherche pour l'analyse de l'évolution de la ressource en eau locale, de la qualité des fourrages...
<b>Actions réglementaires et d'aménagement</b>	Prise en compte de l'adaptation au changement climatique lors de la construction de nouveaux équipements publics.  Imposer dans le PLU un coefficient minimum de végétalisation pour chaque nouveau projet d'aménagement (favorisant le confort thermique d'été dans un contexte d'évolution du climat...)  Imposer l'utilisation de matériaux disposant d'un albédo fort (réfléchissant la lumière ce qui permet d'emmagasiner moins de chaleur)...		Adopter des technologies ou techniques plus performantes. (ex. : rehausse de tabliers de ponts...) en restant vigilant sur les répercussions qui pourraient être inverses à l'intention de départ (ex. : digues, irrigation, climatisation... peuvent être des mesures de "mal-adaptation").
<b>Actions organisationnelles</b>	Accompagnement des entreprises à la réalisation de plans d'adaptation.	Organisation des secours et de la solidarité (ex. : cellules de crises, fonds).  Élaboration d'un plan de reconversion des stations de sports d'hiver situées en moyenne montagne.	Développement de réseaux de voisinage pour le repérage et la surveillance de personnes particulièrement vulnérables aux effets du changement climatique.
<b>Actions incitatives</b>	Incitation des communes par les SCoT, CDDRA... à prendre en compte le changement climatique dans les documents d'urbanisme, de prévention des risques...  En ville, il peut être fait usage du Coefficient d'Emprise au Sol (CES) pour favoriser la végétalisation des parcelles.	Aides dans le cadre d'actions de rénovation du bâti en conformité avec les objectifs d'adaptation au changement climatique.  Intégration de l'adaptation au changement climatique dans la liste des critères d'éligibilité d'aides publiques à l'investissement...	

## PENSER À TRAITER DE L'ADAPTATION DANS LES DÉMARCHES THÉMATIQUES

Le sujet de l'adaptation élargit le champ d'action du PCET à de nombreux domaines. Par souci d'efficacité, il est souvent indispensable de confier la réflexion sur les actions aux différents porteurs des dossiers thématiques. L'analyse de la vulnérabilité menée dans le cadre du PCET permettra de les cerner.

**FIGURE 21 - Les leviers d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique**



D'après l'étude MEDCIE, phase 2

### INFOS

**CDDRA** : Contrat de Développement Durable Rhône-Alpes  
**DSP** : Délégation de Service Public  
**ENR** : Énergies Renouvelables  
**EPFL** : Établissement Public Foncier Local  
**GIZC** : Gestion Intégrée des Zones Côtières  
**GPEC** : Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences  
**OPAH** : Opération Programmée d'Amélioration de l'Habitat

**PCET** : Plan Climat-Énergie Territorial  
**PDU** : Plan de Déplacement Urbain  
**PDALPD** : Plan Départemental d'Action pour le Logement des Personnes Défavorisées  
**PLH** : Plan Local de l'Habitat  
**PLU** : Plan Local d'Urbanisme  
**PNR** : Parc Naturel Régional  
**PPR** : Plan de Prévention des Risques  
**PPRI** : Plan de Prévention des Risques d'Inondation  
**SAGE** : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux  
**SCoT** : Schéma de Cohérence Territoriale

**SDAGE** : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux  
**SDRE** : Schéma Départemental de la Ressource en Eau  
**SEVESO** : Directive dont certaines installations classées à risques dépendent  
**SRIT** : Schéma Régional des Infrastructures et des Transports  
**SROS** : Schéma Régional d'Organisation des Soins  
**ZAC** : Zone d'Aménagement Concerté  
**ZDE** : Zone de Développement Éolien

## • Étape 5 : mettre en œuvre, suivre et évaluer mon action

- La responsabilité du suivi de mise en œuvre des mesures revient au comité de pilotage de la démarche d'adaptation ou de développement durable.

Les actions seront portées par la collectivité elle-même, mais aussi par les acteurs mobilisés dans le cadre de la concertation qu'elle aura à cœur d'accompagner. La connaissance des principaux ressorts psychologiques mis en jeu par la question de l'adaptation au changement climatique sera alors utile.

**Le suivi** à travers la mise en place d'observatoires locaux des politiques territoriales, ou par le renouvellement régulier d'analyse et de bilan (tous les 5 ans par exemple) permettra d'apporter des données **objectives pour l'évaluation et la révision du plan d'actions**.

Pour ce faire on veillera à bien identifier les résultats attendus des actions, mais aussi les effets que l'on recherche par la mise en œuvre du plan d'actions. En effet, le suivi permet de savoir si l'action a bien été réalisée et d'estimer l'atteinte des résultats attendus. L'évaluation, quant à elle, élargit l'analyse aux effets produits ou combinés sur d'autres caractéristiques du territoire. Une fois les actions bien engagées, on pourra choisir une ou deux questions auxquelles on accorde un intérêt particulier. On pourra alors produire des recommandations d'amélioration de plan d'actions. Par exemple, les choix en matière de végétalisation des bâtiments sont-ils adéquats à l'évolution du climat et permettent-ils une adaptation aux changements en cours (température, besoins en eau...).

Un Comité d'évaluation du Plan d'adaptation peut être créé, mais il peut s'agir aussi du comité d'évaluation créé à l'occasion de la démarche de Plan Climat territorial ou d'un Agenda 21 local.



### L'OBSERVATION, LE SUIVI ET L'ÉVALUATION DU PLAN CLIMAT DE LA MÉTRO (38)

**Le PCET de la Métro, n'est pas cité ici pour son volet "Adaptation", mais pour son organisation en termes d'observation, de suivi et d'évaluation. Un fonctionnement multipartenarial tel que mis en place pour le volet "Atténuation" pourra être favorable au développement du volet "Adaptation" du PCET.**

Ce dernier est désormais appelé Plan Air-Climat car, depuis 2012, des objectifs de "qualité de l'air" ont été intégrés au Plan Climat de la Métro.

La collectivité, soutenue financièrement par l'ADEME, pilote les travaux et s'entoure du soutien technique et scientifique de différents partenaires :

- La Métro est accompagnée par l'Agence Locale de l'Énergie et du Climat (ALEC) pour assurer la coordination du Plan Climat. L'ALEC fournit un appui technique aux signataires et assure le suivi des actions par la mise à jour des fiches de suivi.
- L'Observatoire du Plan Air-Climat, résultat d'une collaboration entre ALEC, et l'Association pour le Contrôle et la Préservation de l'Air en Région Rhône-Alpes (Air Rhône-Alpes), permet de suivre les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre sur le territoire et pour les communes les consommations d'énergie sur le patrimoine, l'éclairage public, les flottes de véhicules, les déplacements...
- Un partenariat étroit avec la communauté scientifique s'exprime notamment par la mise en place d'un conseil scientifique du Plan Air-Climat, par le soutien financier à des travaux de thèse, par la participation d'experts scientifiques aux démarches d'évaluation du Plan Air-Climat et par l'implication de la Métro à plusieurs projets de recherche.

➔ Voir aussi la partie 3 fiche 19 du volume 2 de ce guide "Prendre en compte le facteur humain dans la mise en place d'un plan d'adaptation".

### EN SAVOIR ➔

L'évaluation au service du pilotage d'un Plan Climat-Énergie Territorial, RAEE, 2012

Évaluation participative des projets territoriaux de développement durable et des agendas 21 locaux, Rhônalpénergie-Environnement, 2010 : [www.ddrhonealpesraee.org/evaluation.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/evaluation.php)

Référentiel national pour l'évaluation des projets territoriaux de développement durable et des agendas 21 locaux :

[www.developpement-durable.gouv.fr/Le-referentiel-national-pour-l.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-referentiel-national-pour-l.html)

Suivre et évaluer l'adaptation au changement climatique dans les territoires, ADEME, Fév.2012 :

[www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=14226&p1=00&p2=04](http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=14226&p1=00&p2=04)

### EN SAVOIR ➔

Fiche d'initiative "implication des acteurs dans le PCET de l'agglomération grenobloise", RAEE, 2008 téléchargeable sur:

[www.ddrhonealpesraee.org/fiches\\_dinitiatives\\_rhonalpines.php](http://www.ddrhonealpesraee.org/fiches_dinitiatives_rhonalpines.php)



## ZOOM +

Les solutions nouvelles qu'imagine l'architecte Luc SCHUITEN pour bâtir autrement surgissent par la mise à profit des potentialités particulières d'un arbre ou d'une essence végétale, ou par une attitude intuitive, plus générale, de biomimétisme.

Le projet de "La Cité Lotus" est né de cette attitude. Vivantes, les structures végétales de ses édifices seraient aussi intelligentes et autorégulées que celles du modèle biologique dont elles procèdent. "La Cité Lotus" intégrerait dans ses mécanismes biologiques le captage des énergies solaires et la transformation des déchets organiques en énergie.

"La Cité Lotus" Cités végétales, Luc SCHUITEN, mars 2010



# Glossaire

**Adaptation:** Voir page 10

**Adaptation spontanée:** Adaptation à une contrainte climatique par une réponse immédiate et non réfléchie d'un point de vue stratégique (MEEDM).

**Adaptation planifiée:** Adaptation qui résulte de décisions stratégiques délibérées, fondées sur une perception claire des conditions qui ont changé - ou qui sont sur le point de changer - et sur les mesures qu'il convient de prendre pour revenir, s'en tenir ou parvenir à la situation souhaitée (MEEDDM).

**Albédo:** Rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface à l'énergie solaire incidente. "Les surfaces enneigées ont un albédo élevé [...] et les surfaces couvertes de végétation et les océans ont un albédo faible" (GIEC, 2007).

**Aléa (climatique):** C'est la possibilité de manifestations climatiques relativement brutales (pluies torrentielles, tempête, crue...).

**Aménités vertes:** Notion qui évoque les agréments que l'environnement apporte et qui ne sont ni appropriables, ni quantifiables en termes de valeur monétaire. On parle aussi de services écosystémiques.

**Assec:** État d'une rivière ou d'un étang qui se retrouve sans eau.

**Atténuation:** Réduction des émissions de gaz à effet de serre.

**Capacités d'adaptation:** Il s'agit, pour les institutions, les écosystèmes et les individus, de leur faculté générale à s'adapter aux dommages potentiels, à tirer profit des opportunités ou à faire face aux conséquences (évaluation des écosystèmes pour le millénaire). Capacité d'ajustement d'un système face aux changements climatiques (y compris à la variabilité climatique et aux extrêmes climatiques) afin d'atténuer les effets potentiels, d'exploiter les opportunités, ou de faire face aux conséquences. (MEEDDM)

**Changements climatiques:** Les *changements climatiques* désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes (généralement, pendant des décennies ou plus). Les *changements climatiques* peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des *forçages externes*, ou à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de *l'affectation des terres*. On notera que la *Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques* (CCNUCC), dans son Article 1, définit "*changements climatiques*" comme étant des "changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de *l'atmosphère* mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables". La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les "**changements climatiques**" qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la "**variabilité climatique**" due à des causes naturelles (MEEDDM). Voir aussi Variabilité du climat.

**Climat:** Au sens étroit du terme, climat désigne en général le « temps moyen », ou plus précisément une description statistique en termes de moyennes et de variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes allant de quelques mois à des milliers ou des millions d'années. La période type est de 30 ans, d'après la définition de l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Ces quantités pertinentes sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Au sens large du terme, climat désigne l'état du système climatique, y compris une description statistique de celui-ci. (MEEDDM).

**Diversification économique:** En économie, la diversification est liée à la notion de risque. Nous la définirons ici pour un territoire comme la multiplication des secteurs d'activités et types d'industries/services présents sur le territoire. Un tissu économique diversifié permettra de relancer l'activité économique d'un territoire si un secteur souffre particulièrement des impacts du changement climatique.

**Enjeu:** Voir page 94

**État de Catastrophe Naturelle** (dégâts humains, matériels et financiers)

*Extrait de l'article L125-1 du Code des assurances*

« Sont considérés comme les effets des catastrophes naturelles, au sens du présent chapitre, les dommages matériels directs non assurables ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises.

L'état de catastrophe naturelle est constaté par arrêté interministériel qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages résultant de celle-ci couverts par la garantie visée au premier alinéa du présent article. Cet arrêté précise, pour chaque commune ayant demandé la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, la décision des ministres. »

**Etiage:** Période de l'année où le débit d'un cours d'eau atteint sa valeur la plus basse.

**Eutrophisation:** Modification d'un milieu aquatique, lié à une concentration trop importante de matières nutritives (azote, phosphore...) par rapport à sa capacité d'assimilation. Selon la vitesse d'écoulement des eaux et la concentration des apports, le développement de végétaux aquatiques (algues...) peut être plus ou moins rapide et important. La transformation du milieu aquatique peut aller jusqu'à sa disparition.

**Evaluation du risque:** description des scénarios de survenue d'un danger et de réalisation de ses effets, et estimation des probabilités et dommages associés. (MEEDDM)

**Forçage radiatif:** Exprimé en  $W/m^2$ , un forçage radiatif est un changement du bilan radiatif (rayonnement solaire entrant moins rayonnement infrarouge sortant) au sommet de la troposphère (10 à 16 km d'altitude), dû à un changement d'un des facteurs d'évolution du climat – comme la concentration des gaz à effet de serre.

**GIEC:** Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat : créé en 1988 à l'initiative de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), il est ouvert à tous les pays membres de l'ONU et de l'OMM.

Le GIEC a pour mission l'évaluation des informations essentielles à la compréhension des risques émanant du changement climatique et doit permettre d'améliorer les capacités des états à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation et d'atténuation. Mais le GIEC n'a pas vocation à réaliser des études portant sur les évolutions climatiques: les experts

nationaux délégués au GIEC se rassemblent afin de rédiger des rapports, états de la connaissance et recommandations en fonction de travaux scientifiques et techniques existants (rédigés par des chercheurs des différents pays membres) dont ils reconnaissent et valident la valeur.

**Indicateur** : Variable qualitative ou quantitative permettant d'apprécier une situation de façon objective. Exemple :

- le nombre de jours dans l'année durant lesquels une commune a été placée en alerte grand froid ou canicule est un indicateur simple de la rigueur climatique
- la proportion d'eau ruisselante en milieu urbain par rapport à la quantité de précipitations est un indicateur composite participant à la définition du risque d'inondation.

**Incertitude** : Voir page 23

**Labellisation** : Apposer un label. Une garantie officielle est donnée que des conditions de qualité ou de bonne pratique, préalablement définies dans un référentiel, ont été remplies.

**Mal-adaptation** : Sont désignées par ce terme les stratégies d'adaptation apparaissant pertinentes à une échelle ou pour un secteur mais se révélant contreproductives par ailleurs.

Parmi les exemples les plus souvent cités :

- la climatisation artificielle des bâtiments, améliorant le confort thermique d'été mais entraînant une surconsommation d'énergie et émettant des gaz à effet de serre ;
- l'utilisation croissante de l'irrigation intensive en agriculture, procédé qui a de fortes chances de s'avérer impossible dans un contexte de réduction de la ressource en eau disponible ;
- dans le même ordre d'idées, l'utilisation de canons à neige pour parer à la réduction de la durée et qualité d'enneigement : cela implique une forte consommation d'eau et une surconsommation d'énergie.

**Modélisation** : Opération par laquelle est établie une représentation d'un système complexe pour l'étudier plus facilement. La modélisation climatique utilise comme entrée des valeurs passées de paramètres climatiques (issues d'observations scientifiques). Des relations mathématiques sont établies entre elles sur la base de lois physiques représentant le comportement du système climatique et réparties sur la surface du globe grâce à un maillage géométrique (plus ou moins fin). Les données de sortie sont donc des projections de ce que pourraient être les valeurs des paramètres climatiques dans le futur. Certains modèles incluent d'autres types de données dès le départ : données économiques, paramètres démographiques...

**ONERC** : Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

**Phénologie** : étude de l'apparition d'événements périodiques (annuels le plus souvent) dans le monde vivant, déterminés par les variations saisonnières du climat.

**Plan Climat-Énergie Territorial (PCET)** : Les PCET sont des projets de développement durable bâtis à l'échelle locale. En 2004, le gouvernement a publié un Plan Climat, traduction des engagements internationaux de la France sur le climat et l'environnement. Dans ce plan, les collectivités locales sont incitées à agir localement, suivant un principe similaire à celui des Agendas 21 locaux mis en œuvre depuis la Conférence de Rio (1992). Les PCET se déclinent en deux grands axes de travail : la lutte contre le changement climatique (l'atténuation, par la mise en place de bilans et indicateurs

permettant de déterminer les stratégies nécessaires pour atteindre les objectifs fixés internationalement) et l'adaptation à ce changement (sous forme, dans un premier temps, d'évaluation de la vulnérabilité des territoires).

**Projection :** Prolongation dans le futur d'évolutions observées.

**Prévision :** La prévision repose sur une projection mais prend en compte d'autres évolutions que la seule variable étudiée. Elle aboutit à une donnée réaliste dans une fourchette indiquée, selon un certain degré de confiance.

**Prospective :** Une étude prospective présente les futurs possibles d'un territoire et les moyens de parvenir à chacune des solutions envisagées. Elle peut s'appuyer sur des scénarios entre lesquels un choix sera effectué.

**Régime de précaution :** Contexte de la décision publique en présence d'ambiguïté (MEEDDM).

**Régime de prévention :** Contexte de la décision publique lorsqu'elle peut s'appuyer sur une évaluation du risque pour élaborer des mesures de gestion (MEEDDM)

**Résilience :** Voir page 10

**Rétroaction positive :** Souvent appelée "feedback", la rétroaction est une réaction d'un système à une entrée d'information. Elle est positive quand cette dernière augmente l'effet. Quand la réaction se répète, la boucle de rétroaction peut entraîner son amplification continue.

**Risque :** Voir page 94

**Vulnérabilité et Vulnérabilité climatique :** Voir page 10

**Zone d'incertitude sur le risque :** Ensemble des estimations du risque recevables du point de vue scientifique en régime de prévention (MEEDDM).

# Remerciements

## **Document issu des travaux du GRAACC, Groupe de Réflexion et d'Action au Le changement climatique en Rhône-Alpes.**

Ce groupe échange sur les bonnes pratiques en matière d'actions concrètes d'adaptation et produit des outils en direction des territoires. Il a été créé en 2007 suite à la publication d'un premier guide "Changement climatique, comment s'adapter en Rhône-Alpes" et est animé par RAEE, avec le soutien de la Région Rhône-Alpes.

### **Rédaction :**

Laurence MONNET, Rhônalpénergie-Environnement  
avec Carole BILLON (2010) et Guillaume GUIN (2011)

### **Sont remerciées les personnes qui ont contribué à la structuration, l'enrichissement et à la relecture du document :**

Nathalie BERGAUD, Rhônalpénergie-Environnement  
Evelyne BERNARD, DREAL Rhône-Alpes  
Suzanne BRAKEL, ALEC 42  
Christophe CHAIX, MDP  
Muriel CLAVEL-PINOIT, Conseil régional Rhône-Alpes  
Cécile COISPLET, Conseil régional Rhône-Alpes  
Sylvain COITE, Conseil régional Rhône-Alpes  
Benjamin EINHORN, Pôle Alpin des Risques Naturels  
Murielle EXBRAYAT, Agence de l'eau RMC  
Xavier FAVROLT, Conseil Général de l'Isère  
Michel GALLIOT, ONERC  
Francois GIANNOCCARO, Institut des Risques Majeurs de Grenoble  
Anne LUMINET, Rhônalpénergie-Environnement  
Lara MANG JOUBERT, Association Nature Humaine  
Sylvain KOCH-MATHIAN, HESPUL  
Sophie MARTINONI-LAPIERRE, Météo-France Direction Centre-Est  
Christophe MENEZO, Université de Savoie  
Nathalie MOYON, CIPRA France  
Yannick PAPAIX, ADEME  
Isabelle POCHELON, Conseil général de la Drôme  
Laurence ROCHER, Institut d'Urbanisme - Université Lyon 2  
Vincent ROGER, COPLER  
Benoît RONEZ, CERTU  
Peter SZERB, Rhônalpénergie-Environnement  
Marie-Charlotte VIAL, Rhônalpénergie-Environnement  
Pierrick YALAMAS, Rhônalpénergie-Environnement

**Les informations contenues dans cet ouvrage peuvent être réutilisées sous réserve de la mention aux références, aux auteurs et aux partenaires.**

**Cette brochure est téléchargeable sur les sites de Rhônalpénergie-Environnement**

[www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)  
[www.raee.org](http://www.raee.org)

**et en vente au CERTU**  
[www.certu-catalogue.fr](http://www.certu-catalogue.fr)

## RHÔNALPÉNERGIE-ENVIRONNEMENT

10, rue des Archers - 69002 Lyon  
T. 04 78 37 29 14 - [raee@raee.org](mailto:raee@raee.org)

+ [www.raee.org](http://www.raee.org)



Avec le soutien de :

**Rhône-Alpes** Région

Autres partenaires





---

# Climat

---

RÉUSSIR LE CHANGEMENT

---

**Comprendre la complexité du changement climatique**

---

**VOLUME 3 - ÉLÉMENTS SCIENTIFIQUES**



# Introduction

La communauté scientifique est unanime sur l'engagement du changement climatique.

L'incertitude porte désormais sur l'ampleur du phénomène et sur ses effets locaux. Il s'agit donc à la fois :

- d'agir sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) pour limiter ce changement (politiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre),
- d'anticiper les évolutions pour être en capacité de s'adapter à un environnement modifié (stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique).

Face à la complexité des phénomènes climatiques et l'urgence d'agir, il est impératif de ne pas laisser se diffuser des ambiguïtés liées à des idées reçues, des partis pris, des vulgarisations incomplètes... Il ne s'agit pas de simplifier pour fournir une réponse unique, mais de rendre accessible la compréhension des évolutions du climat et de l'action de l'Homme dans le changement global en cours. C'est en connaissance de cette complexité que chacun prendra conscience de l'importance du sujet et contribuera à l'élaboration d'une réponse possible à son échelle.

Ces fiches viennent compléter les guides 1 et 2 « Climat : réussir le changement » qui s'attachent à fournir des pistes aux personnes en charge de mettre en place des plans d'adaptation aux effets du changement climatique. Elles permettent d'aller plus loin dans la connaissance du changement climatique, de certains de ses effets et des mécanismes naturels d'adaptation à l'échelle planétaire. Les animateurs de démarches d'adaptation pourront ainsi mieux construire leurs exposés et vulgariser la connaissance scientifique lors de réunions de travail sur ce sujet avec les acteurs du territoire.

Au total, onze fiches forment la synthèse d'un travail de bibliographie d'ouvrages et d'articles scientifiques. Lisibles indépendamment les unes des autres, leur ordonnancement privilégie la lecture d'abord des fiches sur le fonctionnement général du climat et le phénomène de changement climatique, puis celles présentant les impacts du changement climatique.

Guidé par l'intention de donner accès à la complexité scientifique, le comité de lecture issu du Groupe de réflexion et d'action sur le changement climatique (GRAACC) animé par Rhônalpénergie-Environnement en Rhône-Alpes a choisi de structurer le travail autour d'objectifs pédagogiques. Ces objectifs propres à chaque fiche permettent de faire le lien entre l'apport scientifique et les préoccupations des chargés de mission. Des encarts conclusifs synthétisent en fin de fiche les principaux enseignements à retenir.

A l'issue de cette lecture attentive, le lecteur comprendra pourquoi les temps de réponse des écosystèmes, et l'ampleur planétaire des phénomènes, viennent troubler la prise de conscience des changements climatiques en cours. Il aura aussi compris que les sujets d'écologie tels que les émissions de gaz à effet de serre, pollutions à l'ozone, pluies acides, ... peuvent se rejoindre, se conjuguer ou se contrarier au cœur de la question climatique.

L'évidence de prendre en compte très en amont les effets sur les écosystèmes des choix de société vient s'imposer au lecteur en fin d'ouvrage. Respect des équilibres

et réduction de son empreinte écologique sont sans doute les meilleures mesures de prévention ou de réparation de dommages écologiques, mais aussi d'adaptation aux effets du changement climatique.

#### **VALIDATION SCIENTIFIQUE :**

ROLAND SOUCHEZ, GLACIOLOGUE DES RÉGIONS POLAIRES, PROFESSEUR ÉMÉRITE DE L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES, MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.



#### **QUELQUES REPÈRES SUR L'ATMOSPHÈRE**

L'**atmosphère** est divisée en plusieurs couches d'importance variable : leurs limites ont été fixées selon les discontinuités dans les variations de la température, en fonction de l'altitude.

LIMITES SUPÉRIEURES DE COUCHES	
Exosphère	10 000 km
Thermosphère	690 km
Mésosphère	85 km
Stratosphère	50 km
Troposphère	2 km

#### **➔ Voir aussi**

Une vulgarisation des phénomènes physico-chimiques entrant dans la composition de l'atmosphère et des problèmes de pollution sur le site pédagogique OMER7-A pour l'étude de la pollution atmosphérique, de ses causes et de ses conséquences : <http://omer7.sedoo.fr/index.html#>



#### **POUR ALLER À L'ESSENTIEL**

#### **➔ Voir aussi**

Une vulgarisation de la question climatique sur le site du CNRS : [www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/)

Repères, Chiffres clés du climat - France et Monde, Édition 2013, Service de l'observation et des statistiques, Commissariat général au développement durable : [www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits\\_editoriaux/Publications/Reperes/2012/Climat-ed-2013/reperes-fr-ed2013.pdf](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Reperes/2012/Climat-ed-2013/reperes-fr-ed2013.pdf)

5ème rapport du GIEC sur les changements climatiques et leurs évolutions futures, site Internet de vulgarisation, Réseau Action Climat France : <http://leclimatchange.fr>

Climat en péril, Guide grand public des derniers rapports du GIEC, PNUE, 2009 : [www.unep.org/pdf/0903ClimatelnPerilfinaldraft.pdf](http://www.unep.org/pdf/0903ClimatelnPerilfinaldraft.pdf)

# Sommaire

<b>Introduction</b>	p.02
› Quelques repères sur l'atmosphère	p.03
› Pour aller à l'essentiel	p.03
<b>Fiches explicatives</b>	
<b>FICHE 1</b> › Les facteurs de la variabilité climatique	p.05
› Faire la différence entre la variabilité du climat et le changement climatique	
<b>FICHE 2</b> › Le réchauffement global actuel	p.11
› Comprendre le changement climatique, son origine et la diversité des situations locales	
<b>FICHE 3</b> › Gaz à effet de serre et aérosols	p.18
› Comprendre l'importance relative des gaz et aérosols mis en cause dans l'effet de serre additionnel	
<b>FICHE 4</b> › Principes physico-chimiques impliqués dans l'effet de serre	p.24
› Comprendre l'effet de serre et les déséquilibres introduits par l'Homme	
<b>FICHE 5</b> › Puits de carbone versus sources de carbone	p.29
› Comprendre le cycle du carbone et la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre	
<b>FICHE 6</b> › Effets du changement d'affectation des terres et de l'agriculture	p.36
› Comprendre l'importance du changement d'affectation des terres sur le climat	
<b>FICHE 7</b> › Effets combinés de l'action de l'Homme sur l'atmosphère	p.39
› Savoir considérer les interactions entre problématiques environnementales	
<b>FICHE 8</b> › Changement climatique et océans	p.43
› Apprécier le rôle fondamental des océans dans la régulation du climat	
<b>FICHE 9</b> › Changement climatique et cryosphère	p.47
› Clarifier le rôle et l'importance relative des composantes de la cryosphère	
<b>FICHE 10</b> › Changement climatique et biodiversité	p.52
› Savoir aborder la question de l'adaptation des milieux naturels aux effets du changement climatique	
<b>FICHE 11</b> › Événements météorologiques et climatiques extrêmes et leurs conséquences	p.59
› Comprendre les difficultés d'appréciation de l'influence du changement climatique sur l'évolution des événements météorologiques et climatiques extrêmes	
<b>Bibliographie</b>	p.65
<b>Figures et tableaux</b>	p.68
<b>Remerciements</b>	p.70

## LES FACTEURS DE LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE

### Faire la différence entre la variabilité du climat et le changement climatique

Il est régulier de nier l'importance du changement climatique sous prétexte que le climat terrestre varie depuis des millions d'années. En effet, de grands cycles climatiques ont lieu sur des périodes de 100 000 ans depuis des millions d'années. Ces variations qualifiées de "naturelles", sont principalement liées à l'activité du soleil et aux variations orbitales de la Terre. Elles ne sont perceptibles qu'à l'échelle géologique.

C'est la combinaison des influences naturelles qui provoque l'alternance de longues périodes glaciaires (environ 50 000 ans), suivies par des périodes interglaciaires plus courtes (de 10 000 à 20 000 ans) et plus chaudes.

D'autres facteurs provoquent des variations visibles au cours d'une vie humaine : l'activité volcanique et les interactions océans-atmosphère qui sont des facteurs naturels, l'activité humaine qualifiée de facteur anthropique.

Le facteur anthropique, quant à lui, en introduisant un déséquilibre dans la composition de l'atmosphère aura pris 100 ans pour faire sentir ses effets sur la température globale. L'augmentation

moyenne observée des températures (+0,8°C) est liée à cette action anthropique et à ses émissions de gaz à effet de serre. Les scientifiques prévoient qu'elle s'accroisse d'ici 2100 et passe de +0,8 à une fourchette de +1,4 à +5,8°C. Cette augmentation peut alors être comparée aux 5°C nécessaires pour passer d'une période glaciaire à interglaciaire.

On notera que la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), fait la distinction entre les "changements climatiques" qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la "variabilité climatique" due à des causes naturelles. Ainsi, dans son Article 1, les "changements climatiques" sont définis comme étant des "changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables."

***Cette fiche explique comment chaque facteur naturel influence la variabilité du climat.***

### QU'EST-CE QU'UNE TÂCHE SOLAIRE ?

C'est une région sur la surface du soleil qui est marquée par une température inférieure à son environnement et par une intense activité magnétique.

### QU'EST-CE QUE LE FORÇAGE ?

Le terme de forçage s'emploie en climatologie pour désigner les perturbations (expliquées ci-après) dans l'équilibre énergétique de la Terre, perturbations qui engendrent des changements de températures.

## LES CYCLES DES TÂCHES SOLAIRES

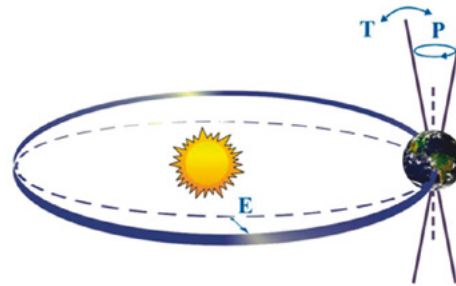
**Le Soleil est la première source de forçage naturel externe**, c'est-à-dire que ce facteur d'influence ne prend pas sa source à la surface de la planète.

Il fournit 99.7% de toute l'énergie disponible sur Terre. Si les variations de son activité peuvent influencer le climat à l'échelle géologique, les variations de flux énergétiques liées aux cycles des tâches solaires connus sur les 200 dernières années environ sont insuffisantes pour expliquer directement les variations complexes du climat sur cette période (Beniston, 2009).

## LES PARAMÈTRES ORBITAUX DE LA TERRE

**Les paramètres orbitaux, cf. Figure 1, de la Terre sont le second type de forçage naturel.** L'excentricité de l'orbite de la Terre, l'obliquité de l'axe de rotation et la précession des équinoxes induisent des variations d'énergie solaire reçue par la Terre. La variation de ces paramètres orbitaux modifie sans cesse la position et l'exposition de la Terre par rapport au Soleil. Ces variations sont faibles, mais suffisantes pour modifier la part de l'énergie solaire qui arrive en chaque point de la surface de la Terre.

FIGURE 1 - Cycles de Milankovitch



P est la précession des équinoxes, E l'excentricité de l'orbite de la Terre et T est l'obliquité de l'axe de rotation.

D'après <http://ossfoundation.us>

### QU'EST-CE QUE L'ORBITE DE LA TERRE ?

L'orbite de la Terre est la trajectoire qu'elle décrit lorsqu'elle tourne autour du soleil en une année.

### QU'EST-CE QUE L'EXCENTRICITÉ ?

Le mouvement de révolution étant perturbé par l'attraction des autres planètes qui gravitent autour du Soleil, cette trajectoire n'est pas un cercle mais une ellipse dont la courbure est définie par une variable appelée excentricité.

### → L'EXCENTRICITÉ DE L'ORBITE DE LA TERRE

**L'excentricité de l'orbite terrestre varie entre 0,005 et 0,05 sur une période de 100 000 ans.** Actuellement elle est d'environ 0,016. La variation de l'excentricité est "relativement faible puisqu'elle n'a jamais dépassé 7%" (Berger, 1992), et elle montre une quasi-périodicité d'une durée moyenne de 100 000 ans. De plus, la quantité d'énergie solaire reçue est peu touchée par la variation de l'excentricité. Sur l'ensemble de l'année, "l'écart n'atteint que 0,2%" (Leroux, 2004). Les fluc-

tuations naturelles du climat liées uniquement à ce paramètre sont donc faibles.

En revanche, la forme de l'orbite terrestre, fixée par l'excentricité, module fortement l'insolation aux différentes latitudes au cours des différentes saisons (Maréchal et Mélières, 2010). De même, la rotondité de la Terre influence la quantité d'énergie reçue aux différents points du globe. L'énergie reçue par unité de surface est supérieure à l'équateur qu'aux pôles. A l'équateur, le rayonnement solaire arrive plus perpendiculairement au sol. Les rayons sont plus obliques aux pôles.

## → L'OBLIQUITÉ DE L'AXE DE ROTATION DE LA TERRE

La périodicité de la variation de l'**obliquité** est d'environ **40 000 ans**. La latitude des tropiques (Cancer et Capricorne) est définie par cette obliquité. Actuellement, elle est de  $23^{\circ}27'$  et elle varie entre  $22,1$  et  $24,5^{\circ}$ .

La diminution de l'angle (axe redressé, valeur plus proche de  $22^{\circ}$ ) diminue les contrastes saisonniers, quand l'angle augmente (axe plus incliné, valeur plus proche de  $25^{\circ}$ ) les contrastes sont accentués (Leroux, 2004). Dans le premier cas (axe redressé), les hivers sont doux et les étés sont frais. Dans le second cas, les hivers sont plus rudes et les étés plus chauds, la Terre étant plus proche du Soleil au solstice d'été. L'obliquité est le principal responsable des saisons sur Terre (Bard, 2006).

## → LA PRÉCESSION DES ÉQUINOXES

La **précession des équinoxes** détermine la distance Terre-Soleil pour une saison donnée et varie entre des périodes de **23 000** et de **19 000 ans** (Bard, 2006). "L'attraction gravitationnelle des autres planètes du système solaire provoque une lente giration de son axe de rotation et la [la Terre] fait osciller comme une toupie" (Leroux, 2004). Cette oscillation change le moment de l'année où la planète est le plus près ou le plus loin du Soleil. Ainsi, lors du solstice de juin, il y a 11 000 ans, la Terre était en position la plus proche du soleil alors qu'elle est en position la plus éloignée actuellement (en 2010). Inversement, le solstice de décembre correspondait à la position la plus éloignée (Leroux, 2004).

### QU'EST-CE QUE L'OBLIQUITÉ OU L'INCLINAISON DE L'AXE DE ROTATION DE LA TERRE ?

C'est l'angle formé entre l'axe des pôles et la perpendiculaire au plan orbital (ou plan de l'écliptique) ; cf. Figure 1. On peut aussi définir l'obliquité par l'angle formé entre l'équateur et le plan de l'orbite de la Terre autour du Soleil (plan orbital) lui-même.

### QU'EST-CE QU'UN ÉQUINOXE ?

C'est un point de l'orbite terrestre qui est atteint lorsque le Soleil est exactement au zénith sur l'équateur terrestre. Il est alors à l'intersection du plan orbital et de l'équateur terrestre. Une année connaît deux équinoxes : le premier entre le 20 et le 22 mars (début du printemps), le deuxième entre le 20 et le 22 septembre (début de l'automne). Par extension, les équinoxes désignent les jours de l'année pendant lesquels se produisent ces passages du soleil au zénith.

### QU'EST-CE QUE LA PRÉCESSION DES ÉQUINOXES ?

C'est le changement de direction de l'axe de rotation de la Terre. Ce changement lent entraîne un mouvement de l'axe sur un cône de révolution au cours d'une période d'environ 21 000 ans.



L'activité volcanique est le forçage naturel interne le plus connu. Le second type de forçage naturel interne est dû à l'interaction entre l'atmosphère et l'océan. Deux anomalies climatiques en particulier traduisent l'extrême variabilité du couple océan-atmosphère. Ce sont les phénomènes ENSO (El Niño-Southern Oscillation) et NAO (North Atlantic Oscillation) ou Oscillation Nord Atlantique. Ces fluctuations naturelles sont dites internes car elles sont provoquées par des phénomènes ayant lieu à la surface de la Terre.

### QU'EST-CE QU'UN AÉROSOL ?

C'est un ensemble de particules, solides ou liquides, en suspension dans l'air. Dans le cas d'une éruption volcanique il s'agit de poussières, cendres volcaniques ...

### QU'EST-CE QUE LE BILAN RADIATIF DE LA TERRE ?

C'est la somme des quantités d'énergie reçues par le système climatique Terre-atmosphère et réémise vers l'espace. Lorsque le bilan est nul, la température moyenne de la planète est stable.

## → L'ACTIVITÉ VOLCANIQUE

**Les éruptions volcaniques, entraînent un refroidissement général de la surface** (Maréchal et Mélières, 2010) **et une faible émission de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone notamment)** (Beniston, 2009). La durée de l'influence sur le climat d'une éruption volcanique peut s'étendre de quelques semaines à deux voire trois ans (Beniston, 2009).

Lors d'une éruption volcanique, il y a des émissions d'aérosols et de gaz dans l'atmosphère.

**Les aérosols d'origine volcanique contribuent habituellement à refroidir le climat** en absorbant le rayonnement solaire et donc en diminuant la quantité d'énergie solaire arrivant à la surface de la Terre. **Cependant leur effet est limité** dans le temps puisque, à cause de leur masse, ils tendent à s'éliminer rapidement sous l'effet de la gravité ou sont lessivés par les précipitations. Leur présence est généralement de trop courte durée pour contribuer au refroidissement du climat sur une longue période (Beniston, 2009).

Le principal, en quantité et en importance, gaz émis lors d'une éruption volcanique est la vapeur d'eau ; le dioxyde de carbone et les produits soufrés dont le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) sont également émis en quantité importante. **Leur influence va dépendre de la hauteur d'émission.**

Lorsque le dioxyde de soufre est émis dans la stratosphère (partie de l'atmosphère située entre 12 et 50 km d'altitude en moyenne), il se mélange généralement aux particules d'eau liquides, créant

des gouttelettes d'acide sulfurique dilué (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (Beniston, 2009). Avec la circulation stratosphérique, ces gouttelettes vont se répandre tout autour de la Terre et former un voile qui va sensiblement modifier le **bilan radiatif** de la planète. Ce voile a deux effets. Le premier est d'absorber une partie du rayonnement solaire, ce qui va provoquer le réchauffement de la stratosphère. Le second est de réfléchir une partie du rayonnement solaire. Le mécanisme de réflexion est prépondérant sur celui de l'absorption car il prive la surface de la Terre d'une partie de son rayonnement.

L'altitude d'émission est le principal facteur d'influence de l'impact d'une éruption volcanique sur le climat. Le volume de cendres et de gaz émis, ainsi que le contenu en soufre de l'éruption ont aussi une influence. En effet, plus le nuage et les aérosols sont élevés, plus le contenu en soufre est important, plus long sera l'effet de l'éruption volcanique sur le climat (Beniston, 2009).

**Un dernier paramètre vient influencer l'impact d'une éruption sur le climat : la localisation du lieu d'émission.**

Effectivement, dans le cas d'une éruption située dans les régions tropicales, les aérosols et les gouttelettes vont se propager, dans un premier temps, autour de la zone d'émission (la zone équatoriale et tropicale), puis, dans un second temps, ils vont se répartir au nord et au sud des tropiques. Dans ce cas, la répartition peut se faire sur toute la planète. En revanche, si l'éruption a lieu aux moyennes ou hautes latitudes, le matériel volcanique demeure piégé dans les circulations d'ouest et ne va normalement pas affecter l'autre hémisphère (Be-

niston, 2009). C'est pourquoi finalement, l'activité volcanique a un impact très relatif sur le réchauffement climatique.

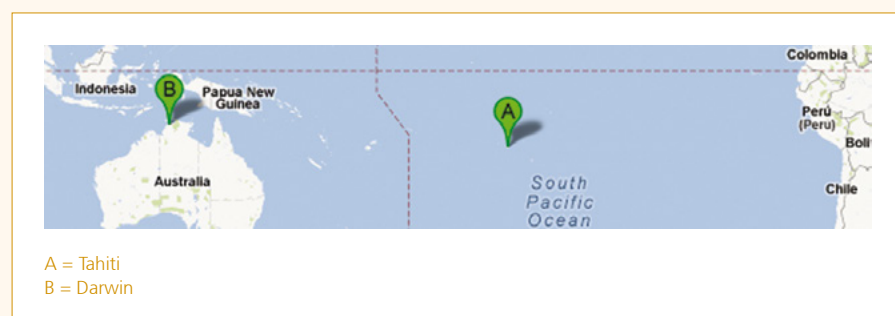
### → LE PHÉNOMÈNE ENSO (EL NIÑO-SOUTHERN OSCILLATION)

Le phénomène ENSO est dû à une anomalie de pression, entre Darwin et Tahiti, qui engendre différentes conséquences sur la circulation océanique et sur les conditions climatiques de cette région. C'est une **"fluctuation couplée de l'atmosphère et de l'océan Pacifique équatorial,**

**avec des durées définies de deux à environ sept ans"** (GIEC, 2007).

**L'ENSO est l'exemple majeur des interactions entre l'atmosphère et l'océan qui modifie le climat.**

La modification de la circulation océanique, dû à la variation d'intensité des **alizés**, entraîne un déplacement des zones de convection atmosphérique qui suivent les eaux chaudes. La modification de la circulation océanique à une telle échelle [bassin équatorial] implique des répercussions, plus ou moins fortes, et plus ou moins rapides, sur la circulation atmosphérique de la planète (Fieux, 2010.)



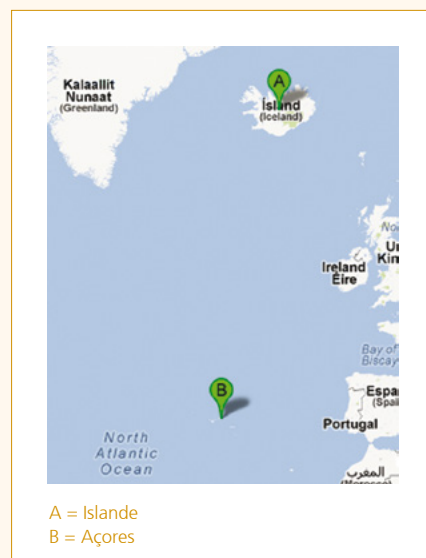
### QUE SONT LES ALIZÉS ?

Ce sont les vents dominants des régions intertropicales. Ces vents réguliers soufflent en moyenne du nord-est au sud-ouest dans l'hémisphère nord et du sud-est au nord-ouest dans l'hémisphère sud, c'est-à-dire des hautes pressions subtropicales vers les basses pressions équatoriales. Ils constituent ainsi deux ceintures symétriques dans les tropiques nord et sud.

### → L'OSCILLATION NORD ATLANTIQUE

L'Oscillation Nord Atlantique (indice NAO) influence le climat sur l'Europe et sur la région méditerranéenne.

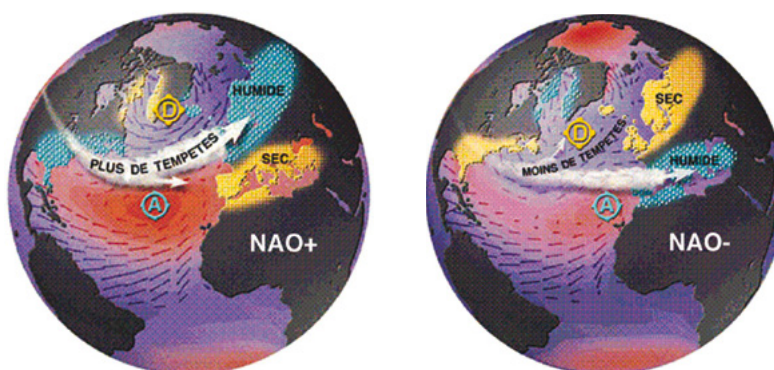
Cette oscillation est due à une différence de pression entre les Açores et l'Islande. On utilise le terme oscillation parce qu'il y a un va-et-vient de l'air, dans la direction Nord-Sud, des régions arctiques et islandaises vers les Açores et la péninsule ibérique. Cette oscillation engendre des changements de la pression au sol [...] de telle façon que quand la pression est plus élevée dans la ceinture subtropicale, elle est moins élevée au pôle, et réciproquement.



L'intensité relative de la différence de pression, indice NAO, est principalement défini sur l'hiver. Un fort anticyclone des Açores associé à une forte dépression d'Islande correspond à un indice NAO élevé (= NAO+), ce qui amène des pluies et des tempêtes en hiver plutôt sur la partie Nord de l'Europe (Figure 2 à gauche) et apporte une relative sécheresse sur l'Europe du sud

et la région méditerranéenne. A l'inverse, un faible indice NAO (= NAO-) entraîne des précipitations plus importantes sur l'Europe du sud et des précipitations diminuées sur l'Europe du nord (Figure 2 à droite). Les oscillations sont interannuelles et peuvent se renforcer sur plusieurs années voire décennies (Maréchal et Mélières, 2010).

**FIGURE 2** - Influence de l'Oscillation Nord Atlantique sur la trajectoire des masses d'air



D'après M. Visbeck, Columbia University, USA



#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le Soleil est la première source de forçage externe (c'est-à-dire qui ne prend pas sa source à la surface de la planète) de l'équilibre énergétique de la Terre et les paramètres orbitaux viennent moduler l'énergie solaire reçue.
- L'activité volcanique est une source de forçage interne qui a une influence de faible importance sur la température globale par rapport à celle de l'activité anthropique.
- Le second type de forçage naturel interne est dû à l'interaction entre l'atmosphère et l'océan. Les phénomènes qui en résultent sont extrêmement variables.

## LE RÉCHAUFFEMENT GLOBAL ACTUEL

### Comprendre le changement climatique, son origine et la diversité des situations locales

La communication sur le changement climatique favorise la confusion entre les évolutions météorologiques locales et le phénomène globale de réchauffement climatique.

Le climat planétaire est une notion apparue, lors de la décennie 1960-1970 avec l'apparition des ordinateurs qui ont permis d'agrèger toutes les données enregistrées en de nombreux points de la Terre par les stations météorologiques et ainsi de faire une moyenne planétaire. C'est aussi grâce à ces ordinateurs qu'il a été possible de corréliser les émissions de GES avec l'augmentation globale des températures. Le terme "climat planétaire" a rapidement été employé, même si la température était la seule variable utilisée. Il est en effet trop difficile d'obtenir une valeur moyenne planétaire pour les autres variables (vent, nébulosité, précipitation...) du fait d'une variabilité trop importante ou tout simplement d'une indisponibilité des données. D'où l'emploi du terme de réchauffement climatique pour exprimer la réalité physique de l'augmentation récente de la température moyenne au niveau du globe.

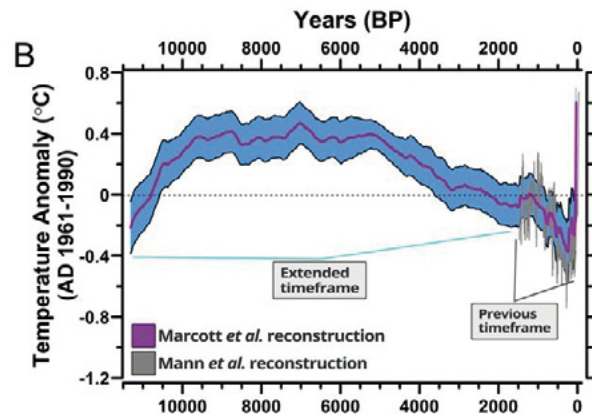
Pour autant, les paramètres météorologiques aux différents points du globe peuvent être très variables entre le jour et la nuit, entre l'été et l'hiver, et également d'une année sur l'autre. C'est pour ces raisons que d'éventuelles tendances climatiques locales ne peuvent être décelées qu'en analysant des paramètres caractéristiques sur une période suffisamment longue (généralement 30 ans est retenue comme un minimum) et que ces évolutions peuvent différer de l'évolution du climat planétaire.

L'Académie des Sciences, dans son rapport d'octobre 2010, affirme l'origine anthropique du changement climatique et décrit une augmentation de la température de surface sur la Terre de  $0,8 \pm 0,2$  °C depuis 1870<sup>1</sup>. Ce réchauffement global calculé ne se traduit pas uniformément, ni également selon les saisons et les régions. Des variations temporelles et spatiales du climat sont à prendre en considération (GIEC 2007).

***Cette fiche présente les principes d'observation et de calcul de températures au niveau planétaire qui ont conduit à une meilleure connaissance du réchauffement climatique et de son origine anthropique.***

<sup>1</sup> Augmentation, lissée dans le temps, de la température moyenne sur la surface de la Terre.

**FIGURE 3** - Reconstructions des anomalies de température à l'échelle du globe et de chaque hémisphère par rapport à la moyenne 1961-1990



D'après Marcott et al, 2013 - [www.gurumed.org/2013/03/09/les-temperatures-globales-sont-les-plus-chaudes-de-ces-4000-dernieres-annes-et-bientt-des-11-000-prcdentes/](http://www.gurumed.org/2013/03/09/les-temperatures-globales-sont-les-plus-chaudes-de-ces-4000-dernieres-annes-et-bientt-des-11-000-prcdentes/)

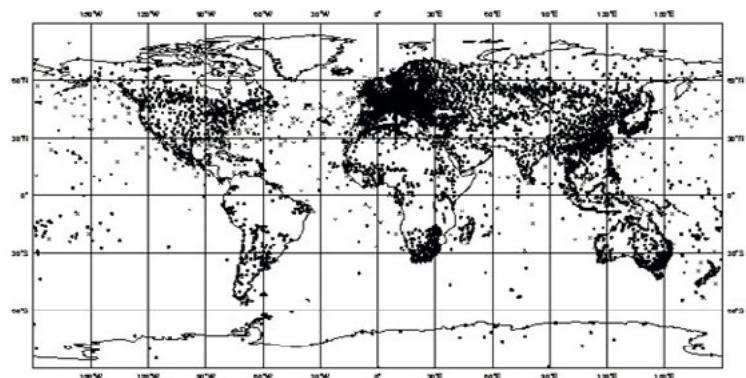
## MESURE DU RÉCHAUFFEMENT

### → PRINCIPES

C'est à partir du réseau de stations, présenté dans la figure 4, que la moyenne planétaire des températures à la surface de la planète est réalisée. Des relevés isolés, enregistrés quotidiennement sur terre par quelques milliers de stations, sont combinés à des milliers d'autres relevés effectués à la surface de la mer par des

navires sillonnant les océans, afin de produire une estimation mensuelle mondiale de la température moyenne. Pour obtenir des données cohérentes sur son évolution temporelle, les analyses portent plutôt sur les anomalies (écarts par rapport aux moyennes climatiques relevées sur chaque site), car celles-ci sont plus résistantes aux changements dans la disponibilité des données (GIEC 2007).

**FIGURE 4** - Répartition à la surface de la Terre des 10 932 stations de mesure



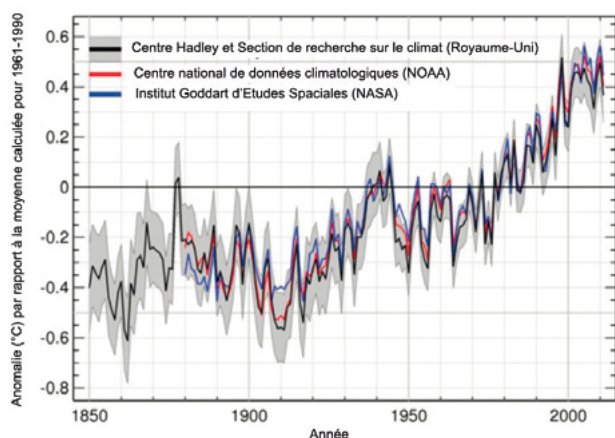
D'après Conférence Climat, Energie, Développement durable, donnée par Martine Tabeaud, le 27 mars 2010 à l'institut de Géographie, Paris lors du Forum : Enseigner le développement durable

## → RÉPARTITION TEMPORELLE DE L'AUGMENTATION DE TEMPÉRATURE

Bien que les mesures ne soient que partielles pendant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, le GIEC juge cependant qu'il

est possible de les utiliser pour la période allant de 1850 à nos jours. L'étendue est bien meilleure après 1957, avec le début des relevés en Antarctique, et exhaustive depuis les années 1980, avec l'avènement des mesures par satellite.

**FIGURE 5 - Anomalies de la température moyenne entre 1850 et 2010 pour l'ensemble du globe par rapport à la période de référence 1961-1990**



D'après le Centre Hadley du Service météorologique national et Section de recherche sur le climat de l'Université d'East Anglia, Royaume-Uni

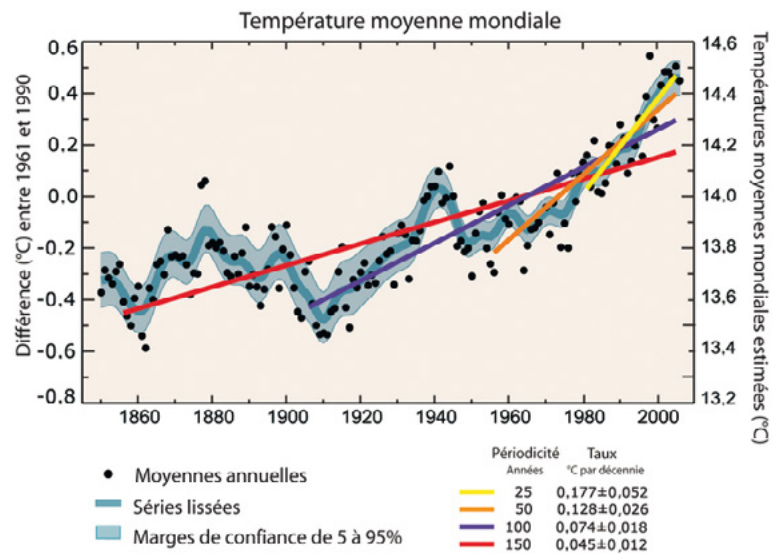
Au cours de ce siècle, les évolutions de température n'ont pas été régulières. Deux périodes d'augmentation de la température sont visibles : l'une entre 1910 et 1940 et l'autre depuis 1970. En revanche, l'augmentation moyenne des températures a marqué un arrêt au cours des décennies 1950 à 1970. Cet arrêt peut s'expliquer, par deux raisons (Jean Jouzel, 2007) :

- la présence importante d'aérosols d'origine humaine (notamment les composés de soufre résultant de la combustion des fuels fossiles qui interceptent une partie du rayonnement solaire, qui provoquent des pluies acides et qui ont fait l'objet d'une lutte anti-pollution à partir des années 70), dont la conséquence principale est le refroidissement

- et la forte activité volcanique pendant cette période. En effet, plusieurs volcans, notamment le Mauna Loa (1950), l'Etna (1951), ou encore le Mont Agung en 1963 sont entrés en éruption durant cette période, favorisant un refroidissement. Voir aussi la [FICHE 1](#) > Les facteurs de la variabilité climatique.

La *figure 6* montre également que **le réchauffement de ces dernières décennies (depuis 1970) est plus important que lors des décennies précédentes (notamment 1920-1940)**. Plus précisément, l'augmentation des températures sur la période 1980-2005 est de  $0,177 \pm 0,052$  °C, alors qu'elle n'est que de  $0,0074$  à  $+0,018$ °C sur les 100 dernières années.

**FIGURE 6 -** Moyenne annuelle mondiale des températures relevées (points noirs) avec ajustement simples par rapport aux données



L'axe vertical de gauche montre les anomalies par rapport aux moyennes des années 1961-1990, celui de droite indique la température réelle.

D'après IPCC, 2007, WGI, FAQ 3.1

### QU'EST CE QU'UNE RÉTROACTION POSITIVE ?

Souvent appelée "feedback", la rétroaction est une réaction d'un système à une entrée d'information. Elle est positive quand cette dernière en augmente l'effet. Quand la réaction se répète, la boucle de rétroaction peut entraîner son amplification continue.

### → RÉPARTITION SPATIALE DES ÉVOLUTIONS DE TEMPÉRATURE

La répartition spatiale des évolutions de température à la surface de la Terre depuis 1901 permet de faire ressortir deux caractéristiques. (Figure 7)

D'une part, **le réchauffement est plus marqué sur les continents que les océans**. Cela s'explique par le fait que l'inertie thermique des océans est plus importante que celle des continents. Les océans étant plus étendus dans l'hémisphère sud, le réchauffement est plus limité. Il est observé notamment que l'Australie et l'Amérique du Sud ont subi un moindre réchauffement comparé à l'Europe, l'Amérique du Nord ou encore l'Asie.

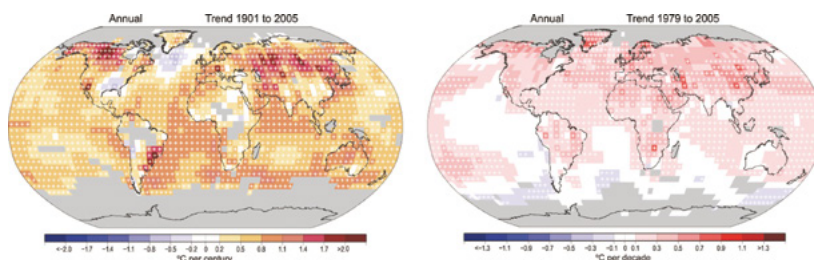
D'autre part, le réchauffement est plus

marqué **sur les hautes latitudes que sur les basses latitudes de l'hémisphère nord** (Maréchal et Mélières, 2010). Cette amplification arctique est liée au fait que la neige et la glace, si elles fondent quelque peu, provoquent une diminution de la réflexion du rayonnement solaire, donc une absorption accrue de ce rayonnement, un réchauffement et ainsi une **rétroaction positive** sur le réchauffement planétaire.

En conclusion, **la moyenne planétaire du réchauffement** (0,74°C sur la période 1906-2005) **ne reflète pas la diversité des situations**. Certains territoires (les continents notamment) se sont réchauffés de manière plus importante que d'autres (les océans). **Le changement n'est pas uniforme en tout point de la planète.**



**FIGURE 7 - Evolution de la température, avec à gauche, la tendance de 1901 à 2005 et, à droite, de 1979 à 2005**



D'après IPCC, 2007, WGI, Fig 3.9

## RECHERCHE SUR L'ORIGINE DU RÉCHAUFFEMENT ACTUEL

Dans son quatrième rapport d'évaluation le GIEC affirme qu'il est "très improbable que le réchauffement du XX<sup>ème</sup> siècle puisse s'expliquer par des causes naturelles" et que "l'influence humaine sur le climat est très probablement la cause dominante des changements survenus dans les températures moyennes à la surface du globe durant le demi-siècle passé". Parmi les travaux qui permettent de conclure à la mise en cause de l'activité humaine dans l'origine du réchauffement climatique, notons l'observation des températures dans les différentes couches de l'atmosphère, ou encore leur simulation par les modèles climatiques.

### → OBSERVATION DES TEMPÉRATURES DANS LES COUCHES DE L'ATMOSPHÈRE

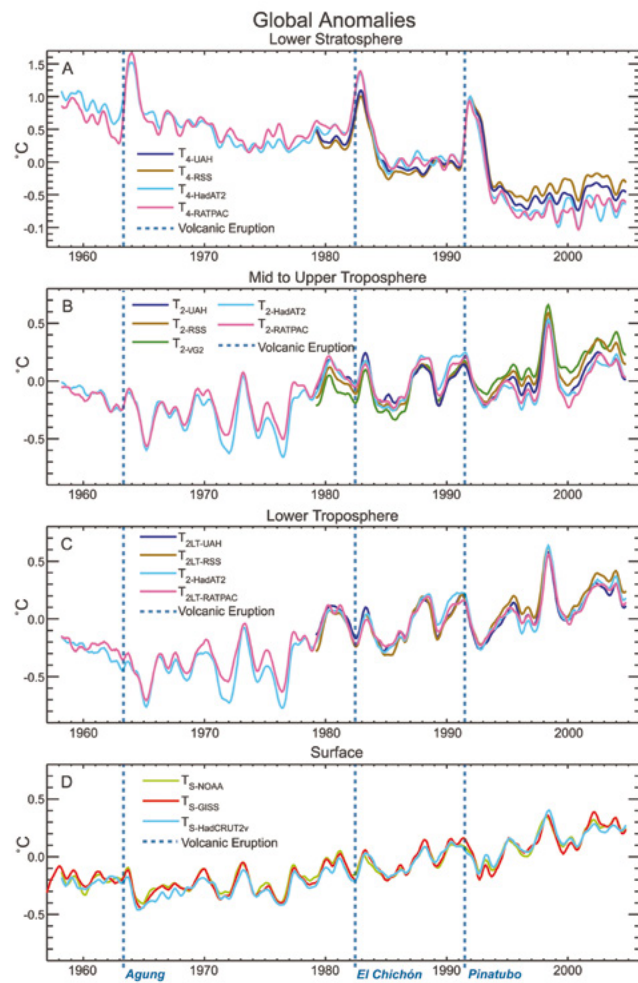
Le premier élément, qui vient étayer la thèse que la variabilité naturelle ne peut expliquer le réchauffement du XX<sup>ème</sup> siècle, est la mesure des températures dans les différentes couches de l'atmosphère. (Figure 8)

Si ce réchauffement provenait d'une augmentation de l'énergie solaire (augmentation de l'activité du soleil, ou modification de paramètres orbitaux) alors toutes les couches de l'atmosphère (stratosphère, troposphère et surface de la Terre) devraient se réchauffer. Or, alors que les observations à l'échelle de la planète, faites depuis la fin des années 1950, montrent que la troposphère (jusqu'à une altitude de 10 km environ) s'est réchauffée, et qu'elle s'est même réchauffée un

peu plus vite que la surface de la Terre, des évaluations de température stratosphérique par radiosondages ajustées, par satellites et par réanalyses (méthode scientifique combinant observation et modélisation) convergent toutes qualitativement pour affirmer un refroidissement de l'ordre de 0,3°C et 0,6°C par décennie depuis 1979 (GIEC, 2007).

En outre, certains travaux attribuent le refroidissement de la stratosphère soit à la diminution de la couche d'ozone stratosphérique, d'autres à l'augmentation de l'effet de serre (car le rayonnement tellurique est davantage absorbé dans la troposphère et contribue donc moins au réchauffement de la stratosphère). Les évaluations actuelles attribuent ce refroidissement à ces deux facteurs (pour moitié à l'un et pour moitié à l'autre) (Maréchal et Mélières, 2010).

**FIGURE 8 -** Températures de l'air observées pour les différentes parties de l'atmosphère



(de haut en bas : stratosphère inférieure (A), troposphère moyenne et supérieure (B), troposphère inférieure (C) et surface de la Terre (D).

D'après IPCC, 2007, WGI, Fig 3.17

### → MODÉLISATION DES TEMPÉRATURES AVEC OU SANS INFLUENCE HUMAINE

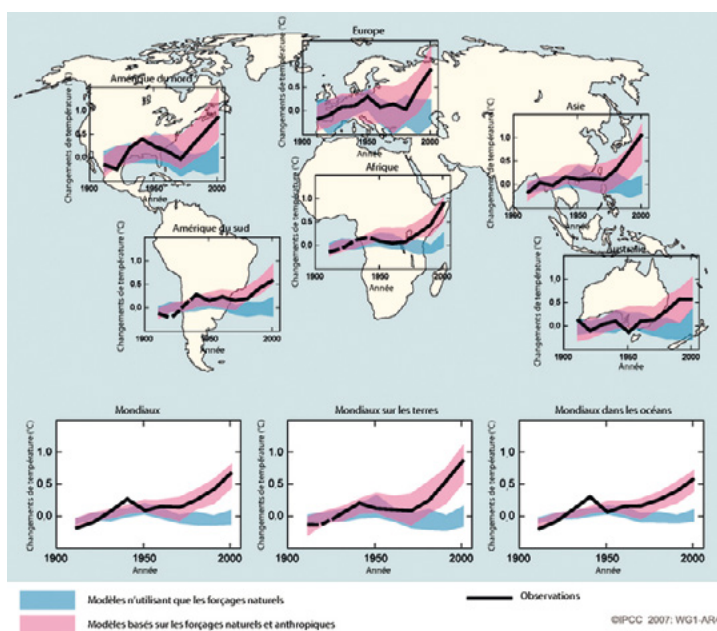
Le second élément qui tend à démontrer que la variabilité du climat n'est pas à l'origine du réchauffement climatique, vient des simulations faites par un ensemble de modèles climatiques. (Figure 9)

Une quinzaine de modèles AOGCM (Atmosphere-Ocean General Circulation Model) ont simulé l'évolution de la température au XX<sup>ème</sup> siècle avec deux scénarios différents : l'un ne prenait en compte que l'évolution des conditions naturelles (activité volcanique et solaire),

l'autre prenait en compte à la fois l'évolution des conditions naturelles et les perturbations liées aux activités humaines (les émissions de GES et d'aérosols, les changements d'occupation des sols, le changement de la couche d'ozone). C'est le second scénario qui correspond le mieux aux observations réelles.

Ces résultats rendent valable, sur les deux dernières décennies l'idée que le réchauffement ne peut pas être reproduit en ne tenant compte que des forçages naturels, et qu'il est principalement lié à l'émission des GES anthropiques (Maréchal et Mélières, 2010).

**FIGURE 9 -** Comparaison entre l'évolution des températures mesurées, dans différentes régions et à l'échelle mondiale (sur les terres émergées, dans les océans et les deux combinés), et l'évolution simulée par un ensemble de modèles climatiques.



La courbe bleue correspond à la simulation des forçages naturels, activité volcanique et activité solaire, alors que la courbe rose intègre les forçages naturels et anthropiques. La courbe noire est l'écart entre les moyennes décennales observées de 1906 à 2005 et celles observées de 1901 à 1950.

D'après IPCC, 2007, WGI, FAQ 9.2, Fig 1



### CE QU'IL FAUT RETENIR

- ➔ Le changement climatique qui se caractérise à l'échelle de la planète par un réchauffement de la température globale est pour l'essentiel d'origine anthropique.
- ➔ Ce réchauffement global est calculé à partir de données locales réparties à la surface des continents et des océans.
- ➔ Il n'est pas uniforme en tout point du globe : il est plus marqué sur les continents que sur les océans et sur les hautes latitudes que sur les basses latitudes de l'hémisphère Nord.

## GAZ À EFFET DE SERRE ET AÉROSOLS

### Connaître l'importance relative des gaz et aérosols mis en cause dans l'effet de serre additionnel

Alors qu'il est maintenant acquis que l'émission anthropique de CO<sub>2</sub>, référence pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES), par un effet additionnel à l'effet de serre naturel est à l'origine du réchauffement climatique, d'autres gaz sont couramment oubliés. Il est aussi mal compris pourquoi les gaz ont des impacts différents.

Les GES constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, absorbent partiellement les rayonnements solaires et ceux émis par la surface de la Terre. Ils assurent ainsi le phénomène d'effet de serre, indispensable au maintien d'une température favorable à la vie sur Terre. Sans les principaux gaz à effet de serre (GES) naturels que sont la vapeur d'eau d'une part (elle contribue pour moitié à l'effet de serre naturel) et le gaz carbonique, d'autre part (il contribue au quart de l'effet de serre naturel), la température serait de l'ordre de -18°C au lieu de 15°C. L'émission de GES par les activités humaines accroît la concentration de

GES dans l'atmosphère et renforce donc ce phénomène.

Le protocole de Kyoto identifie comme principaux GES sous influence de l'activité humaine : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et les trois gaz halogénés : hydrofluorocarbure (HFC), perfluorocarbure (PFC) et hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>). Leur importance est fonction de leur concentration et de leur pouvoir de réchauffement global. Ainsi cet effet de serre additionnel est dû à 53% au dioxyde de carbone, à 17% au méthane, à 13% à l'ozone, à 12% aux halocarbures et à 5% au protoxyde d'azote (Le Treut, 2011).

*Cette fiche décrit les caractéristiques de chaque gaz et leur influence sur l'effet de serre. On parlera aussi ici des aérosols qui ont une influence sur le réchauffement global, soit directement, soit par combinaison avec d'autres processus intervenant sur la température de l'atmosphère.*

#### CARACTÉRISTIQUES ET ORIGINES

##### → LA VAPEUR D'EAU (H<sub>2</sub>O)

La vapeur d'eau est "le plus grand contributeur à l'effet de serre naturel" (Beniston, 2009), mais son **temps de résidence** dans l'atmosphère est de l'ordre d'une semaine seulement.

La majorité de la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère n'est pas émise directement par l'homme. Cependant la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère dépend de la température, plus la température augmente, plus l'atmosphère peut contenir de vapeur d'eau. Par consé-

quent, **en influant sur la température, l'Homme peut modifier la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère et ainsi l'effet de serre.**

##### → LE DIOXYDE DE CARBONE (CO<sub>2</sub>)

C'est un gaz incolore, incombustible (à 2000° C, moins de 10% de molécules de CO<sub>2</sub> sont fractionnées), inodore et soluble dans l'eau.

Le CO<sub>2</sub> est le composé participant au cycle du carbone le plus stable énergétiquement et il est la matière première nécessaire à

#### QU'EST-CE QUE LE TEMPS DE RÉSIDENCE D'UN GES ?

C'est le temps de présence d'un gaz dans l'atmosphère avant sa reprise dans les cycles biogéochimiques. La vapeur d'eau reste seulement quelques jours dans l'atmosphère. Mais la majorité des gaz à effet de serre reste bien plus longtemps : d'une décennie pour le méthane jusqu'à des milliers d'années pour certains gaz halogénés.

l'élaboration des substances organiques par photosynthèse, donc il constitue le composé nutritif le plus important pour les plantes (*Bliefert et Perraud, 2004*).

Le dioxyde de carbone est présent naturellement dans l'atmosphère et dans les océans, sous forme dissoute. Dans l'océan, les carbonates ( $\text{CaCO}_3^{2-}$ ) selon les conditions ambiantes peuvent produire du  $\text{CO}_2$ . Plus généralement il est produit naturellement par la respiration animale et végétale, les incendies, les éruptions volcaniques...

**Les émissions anthropiques de dioxyde de carbone sont négligeables par rapport à la quantité de  $\text{CO}_2$  déjà présente dans les différents réservoirs (océans, atmosphère, biosphère...). Mais l'effet de ces émissions anthropiques est d'autant plus important que seulement 60% d'entre elles sont captées par les océans ou la biomasse des continents.** Cela signifie que les 40% restants résident dans l'atmosphère et sont la cause de l'augmentation de sa teneur en  $\text{CO}_2$  (*Bliefert et Perraud, 2004*).

Les émissions anthropiques mondiales de  $\text{CO}_2$  proviennent pour plus de 75% de la combustion de combustibles fossiles, les changements d'affectation des sols (déforestation...) sont responsables du reste (*GIEC, 2007*).

**La teneur de dioxyde de carbone dans l'atmosphère est passée de moins de 280 ppm vers 1850 à 400 ppm en 2013.**

#### → LE MÉTHANE ( $\text{CH}_4$ )

La source naturelle d'émission de méthane réside principalement dans les milieux humides (marais, marécage, étangs, toundra). Les océans, les lacs, la destruction des hydrates de méthane du **pergélisol**, l'activité des termites et autres insectes ou encore de la fermentation entérique (ruminants) représentent des sources additionnelles (*Bliefert et Perraud, 2004*).

Les sources de méthane anthropique sont issues de la production d'énergie à partir de charbon (en combinaison avec le  $\text{CO}_2$ ) et de gaz naturel, les décharges de déchets, l'élevage (de bovins et d'ovins, par exemple), la riziculture et la combustion de biomasse (*GIEC, 2007*). A l'inverse du dioxyde de carbone, **les émissions de  $\text{CH}_4$  d'origine humaine sont plus importantes que les sources naturelles** (*GIEC, 2007*).

Le principal **puits de méthane** est la réaction chimique avec les radicaux hydroxyles (OH) dans la troposphère.

**La quantité de méthane dans l'atmosphère était de 750 ppb vers 1750 et elle était en 2008 de 1797 ppb ; elle a donc plus que doublé sur cette période.** (*Maréchal et Mélières, 2010*).

#### → LE PROTOXYDE D'AZOTE OU OXYDE NITREUX ( $\text{N}_2\text{O}$ )

Les principales sources naturelles d'émission de protoxyde d'azote sont les océans et les lacs, et, l'oxydation chimique de l'ammoniac dans l'atmosphère et les sols, notamment les sols tropicaux (*GIEC, 2007*). Les sources naturelles et anthropiques sont aussi importantes l'une que l'autre.

Les sources anthropiques sont la combustion des fuels fossiles et de la biomasse ainsi que l'utilisation d'engrais synthétiques (sol et eaux souterraines) (*Bliefert et Perraud, 2004*), mais également l'élevage ou des activités industrielles comme celle du nylon (*GIEC, 2007*).

Le puits principal du  $\text{N}_2\text{O}$  se situe dans la stratosphère, où se produisent une photodissociation et une réaction avec l'ozone présent.

**Entre 1750 et 2000, la concentration de  $\text{N}_2\text{O}$  est passée de 270 ppb en 1750 à 322 ppb en 2008.**

#### ☰ QUE SONT PPM ET PPB ?

Ce sont des abréviations d'expressions utilisées comme unités de mesures de concentrations et de proportions. ppm pour "partie par million" soit  $10^{-6}$  et ppb est l'abréviation de l'anglais "part per billion", c'est-à-dire "partie par milliard", soit  $10^{-9}$ .

#### ☰ QU'EST-CE QU'UN PERGÉLISOL (OU PERMAFROST) ?

C'est la partie du sol situé sous la surface (c'est un sous-sol) qui ne dégèle pas pendant au moins 2 années consécutives. L'accroissement de la température aux latitudes élevées entraîne le dégel de ces sols et donc la libération du  $\text{CH}_4$  qu'il contient.

#### ☰ QU'EST-CE QU'UN PUIIS DE CARBONE, DE MÉTHANE, OU D'UN AUTRE GAZ ?

Au sens large et dans ce contexte, un puits est un réservoir, naturel ou artificiel, qui absorbe un gaz présent dans l'atmosphère et donc contribue à diminuer sa quantité. Cette absorption recourt à des processus biologiques ou chimiques : on parle alors de pompe biologique ou de pompe chimique. A l'inverse, un réservoir qui émet plus de gaz qu'il n'en stocke est considéré comme une source.

Pour l'exemple du gaz carbonique, les principaux « puits » sont aujourd'hui les océans, les sols (humus, tourbière) et les forêts en formation. La photosynthèse intervient alors comme une pompe biologique. Remarquons que ces mêmes réservoirs sont également « sources » de gaz carbonique. Le rôle de ces réservoirs peut cependant varier dans le temps. Un réservoir qui était une source peut devenir un puits et vice-versa.

### → LES GAZ HALOGÉNÉS (CFC, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>)

**Les gaz halogénés sont persistants dans l'atmosphère et ne sont que très peu d'origine naturelle.**

L'atmosphère, avant l'industrialisation, ne contenait que peu de gaz halogénés d'origine naturelle (GIEC, 2007). Au cours de la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, "le développement de nouvelles techniques de synthèse chimique a entraîné la prolifération de gaz halogènes d'origine industrielle chimique" (GIEC, 2007).

Le principal gaz à effet de serre halogéné est le chlorofluorocarbure (CFC). Le CFC est un gaz entièrement artificiel que l'on retrouve dans les réfrigérants, les solvants et les bombes aérosols. Le protocole de Montréal et ses amendements successifs ont abouti à l'interdiction de la production de CFC et de halons, autre gaz halogéné, dès 1996 dans les pays développés, et leur remplacement par des produits de substitution. Les CFC ont été remplacés par les hydrofluorocarbures (HFC) qui sont bénins du point de vue de la destruction de la couche d'ozone stratosphérique (Beniston, 2009) mais qui sont de puissants GES. C'est pour cela, qu'au même titre que l'Hexafluorure de Soufre (SF<sub>6</sub>) et les perfluorocarbures (PFC), ils sont concernés par le protocole de Kyoto.

### → L'OZONE (O<sub>3</sub>)

L'ozone est un gaz qui se situe à deux niveaux de l'atmosphère :

- dans la troposphère (jusqu'à environ 12 km d'altitude), on parle alors d'ozone troposphérique. A ces altitudes, l'ozone est un polluant toxique pour la santé humaine et la végétation au-delà d'un certain seuil d'exposition. Sa formation se fait à partir de réactions chimiques avec des gaz précurseurs, issus de combustions, tel que les oxydes d'azote, le méthane ou le monoxyde de carbone sous l'effet de la lumière (photo-oxydation) (Beaux, 2004).
- dans la stratosphère, on parle alors d'ozone stratosphérique qui forme la

couche d'ozone. A ces altitudes, l'ozone permet de protéger les plantes, les animaux et les hommes des rayons UV du soleil. Il est formé à partir de la recombinaison d'un atome d'oxygène produit par photolyse (décomposition chimique sous l'action de la lumière), d'une molécule d'oxygène (O<sub>2</sub>) et d'une autre molécule d'oxygène.

**C'est dans la stratosphère que ce gaz secondaire, c'est-à-dire qui n'est pas émis directement dans l'atmosphère mais qui y est formé, intervient naturellement dans le phénomène d'effet de serre.**

Comme il y est fait allusion au paragraphe précédent, il peut aussi être détruit suite à des réactions chimiques. Le gaz halogéné CFC, émis par l'homme et maintenant interdit par le protocole de Montréal, a cette particularité de réagir avec l'ozone et de le détruire. De même, le **N<sub>2</sub>O, dont la concentration dans l'atmosphère ne fait que croître actuellement, est un gaz destructeur de la couche d'ozone** dans la stratosphère (Souchez, 2010). Toute modification de sa concentration aura un impact sur l'équilibre radiatif de la Terre. Voir aussi la **FICHE 7** > Effets combinés de l'action de l'Homme sur l'atmosphère.

### → LES AÉROSOLS

**Les aérosols ne sont pas des gaz, mais des particules solides ou liquides présentes dans l'atmosphère.**

Les particules ont des sources diverses et variées. Elles peuvent être naturelles : l'érosion provoquée par le vent, les émissions par les volcans (avec l'exemple en avril 2010 de l'éruption du volcan Eyjafjöll, en Islande), les feux de forêt, les océans (les sels marins), mais également anthropiques, les activités industrielles (cimenterie, fonderie, métallurgie, secteur minier...), les trafics routiers et aériens, l'utilisation de combustibles domestiques solides (charbon, bois, ...), l'érosion des chaussées dues à la forte circulation routière et l'abrasion des pneus et des freins. Elles peuvent véhiculer d'autres polluants comme les métaux lourds, les hydrocarbures...



La taille de ces aérosols revêt une importance particulière puisque c'est elle qui détermine leur durée de vie et leur impact dans l'atmosphère. Les particules supérieures à 10 µm, voire celles comprises entre 3 et 10 µm ne sont plus forcément considérées comme des particules en suspension car elles ont une faible durée de vie dans l'atmosphère et peuvent sédimenter sous l'effet de l'attraction de la Terre. En dessous de 0,25 µm, on parle de particules fines et d'enjeux de santé publique.

**Leur rôle sur le climat est complexe et pas encore totalement bien estimé quantitativement.** On distingue des effets directs intervenant sur l'absorption des rayonnements solaires et indirects favorisant la formation des nuages et la fusion des neiges et glaces.

En suspension, les aérosols, selon leur type (sulfates, suies, autres...) :

- limitent plus ou moins l'arrivée du rayonnement solaire vers le sol et tendent ainsi à générer un **forçage** négatif,
- absorbent le rayonnement solaire dans les basses couches de l'atmosphère et favorise un forçage positif,
- agissent comme des noyaux de condensation pour la fabrication des nuages qui en réfléchissant le rayonnement solaire favorisent un forçage négatif.

#### L'exemple des suies :

Les suies se présentent sous la forme de fines particules de diamètres compris entre quelques dizaines de nanomètres à quelques micromètres : elles pénètrent donc facilement dans le système respiratoire et même, pour les plus fines, dans le système sanguin (*Maugendre, 2009*). S'agissant du changement climatique, les suies, une fois déposées sur les neiges et les glaces, en diminuent l'**albédo** et favorisent leur fusion ; d'où un impact important dans les régions enneigées et englacées. Cet impact est très marqué en Arctique et contribue de manière substantielle (pour moitié environ), indépendamment du CO<sub>2</sub>, à l'amplification du réchauffement dans ces régions.

Les suies peuvent avoir des conséquences sur de nombreux paramètres (forçage radiatif, fonte des glaces, élévation du niveau de la mer). Or selon des études scientifiques récentes, l'impact des suies aurait été sous-estimé par le GIEC dans le quatrième rapport d'évaluation. D'après Souchez (2010), on estime le forçage radiatif dans l'atmosphère des suies à 0,9 W/m<sup>2</sup>. (*Figure 10 de la FICHE 4* > Principes physico-chimiques impliqués dans l'effet de serre)

**La réduction des émissions de suies pourrait donc être bénéfique à la fois à l'environnement et à la santé publique.**

#### QU'EST-CE QUE LE FORÇAGE ?

Le terme de forçage s'emploie en climatologie pour désigner les perturbations (expliquées ci-après) dans l'équilibre énergétique de la Terre, perturbations qui engendrent des changements de températures.

#### QUE SONT LES SUIES ?

Ce sont des aérosols solides de couleur foncée (noire) qui sont issues de la combustion incomplète des combustibles fossiles ou de la biomasse. La suie est générée par les incendies, le trafic routier, la pollution industrielle ou encore la pollution domestique par l'intermédiaire des fourneaux de cuisine et des chauffages.

#### QU'EST-CE QUE L'ALBÉDO ?

C'est le rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface à l'énergie solaire incidente. "Les surfaces enneigées ont un albédo élevé [...] et les surfaces couvertes de végétation et les océans ont un albédo faible" (*GIEC, 2007*).

## POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT GLOBAL

**Le potentiel de réchauffement global** (PRG, ou en anglais Global Warming Potential, GWP) est **un indice relatif qui a été créé afin de pouvoir comparer l'effet des différents GES anthropiques à celui du CO<sub>2</sub>**. Cet indice n'est pas utilisé pour les aérosols.

Le PRG du CO<sub>2</sub> est donc par convention toujours de 1.

Le PRG peut être calculé sur différentes périodes (20 ans, 100 ans, 500 ans).

"Cet indice donne l'approximation de l'ef-

fet de réchauffement dans le temps d'une masse unitaire d'un gaz à effet de serre donné dans l'atmosphère, par rapport à celui du dioxyde de carbone." (*GIEC, 2007*). Autrement dit, il représente "l'effet combiné de la durée de vie de ces gaz dans l'atmosphère et leur efficacité relative pour absorber le rayonnement infrarouge sortant" (*GIEC, 2007*).

"L'influence des facteurs susceptibles de changer le climat, tels que les gaz à effet de serre, est souvent évaluée par rapport à son forçage radiatif." (*GIEC, 2007*).



Voir aussi la **FICHE 4** › Principes physico-chimiques impliqués dans l'effet de serre.

Ainsi, le **PRG d'un gaz se définit aussi comme le forçage radiatif cumulé sur une période déterminée d'une quantité de gaz donnée.**

Le tableau 1 extrait des chiffres clés du climat, 2011, du SOeS, indique, pour les six GES du protocole de Kyoto, la durée de vie dans l'atmosphère et le Potentiel de Réchauffement Global à 20 et à 100 ans.

**TABLEAU 1 - PRG des six gaz à effet de serre du protocole de Kyoto**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>
<b>Concentration atmosphérique 2005</b>	379 ppm	1 774 ppb	319 ppb	60,6 ppt	76,9 ppt	5,6 ppt
<b>Durée de séjour dans l'atmosphère</b>	entre 2 ans et des milliers d'années	12 ans	114 ans	entre 1 et 260 ans	environ 10 000 ans	3 200 ans
<b>Pouvoir de réchauffement global (cumulé sur 100 ans)</b>	1	25	298	[124 ; 14 800]	[7 300 ; 12 200]	22 800
<b>Origine des émissions anthropiques</b>	combustion d'énergie fossile et déforestation tropicale	décharges, agriculture, élevage et procédés industriels	agriculture, procédés industriels, utilisation d'engrais	sprays, réfrigération, fonte d'aluminium		
<b>Modification du forçage radiatif depuis 1750 par les émissions anthropiques (W/m<sup>2</sup>)</b>	+ 1,66	+ 0,48	+ 0,16	+ 0,337		

Notes : ozone et vapeur d'eau non inclus du fait de leurs cycles complexes.  
ppm : partie par million - ppb : partie par milliard - ppt : partie par trillion  
Source : GIEC, 1<sup>er</sup> groupe de travail, 2007

D'après IPCC, 2007

On lit par exemple, que le PRG à 100 ans du protoxyde d'azote est de 298. Cela signifie que l'impact d'1 kg de protoxyde d'azote équivaut à celui de 298 kg de dioxyde de carbone sur une période de 100 ans. Il est également possible de dire que le protoxyde d'azote a un pouvoir de réchauffement 298 fois supérieur au dioxyde de carbone. Autre exemple, le PRG à 100 ans du méthane étant de 25, l'impact d'1 kg de méthane est équivalent à celui de 25 kg de dioxyde de carbone.

**Ainsi, on peut noter que la plupart des GES ont un potentiel de réchauffement global plus fort que le CO<sub>2</sub> lui-même. Il est donc nécessaire de porter attention à ces émissions et de ne pas se restreindre à réduire uniquement les émissions de CO<sub>2</sub>.** D'autant que certains de ces GES anthropiques ont d'autres conséquences sur l'atmosphère que celle du réchauffement. Les CFC, par exemple, ont été interdits car ils étaient responsables de la destruction d'une partie de la couche

d'ozone stratosphérique ; phénomène appelé aussi "le trou de la couche d'ozone". Voir aussi la **FICHE 7** › Effets combinés de l'action de l'Homme sur l'atmosphère.

Cette lecture relative ne doit toutefois pas faire oublier **l'importance de l'effet du**

**CO<sub>2</sub> qui reste le problème n°1 en ce qui concerne les gaz à effet de serre**, du fait de l'importance de ses émissions et de ses caractéristiques d'absorption des rayonnements. Voir aussi la **FICHE 4** › Principes physico-chimiques impliqués dans l'effet de serre.



#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les gaz à effet de serre (GES) sont des constituants de l'atmosphère qui ont un pouvoir de réchauffement et un temps de résidence dans l'atmosphère différents les uns des autres. C'est grâce à ces gaz présents naturellement dans l'atmosphère que la surface de la Terre est à une température moyenne de 15°C rendant possible la vie sur Terre.
- Les gaz incriminés dans le réchauffement climatique sont d'origine anthropique. Ils sont émis par les activités humaines ou induits par le déséquilibre engendré par l'Homme. Ils agissent par effet additionnel à celui de l'effet de serre naturel.
- Le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub> sont les principaux GES qui par la combinaison de leur quantité d'émission, leur durée de vie dans l'atmosphère, et de leur pouvoir de réchauffement, retiennent l'attention des travaux sur les émissions de GES.

## PRINCIPES PHYSICO-CHIMIQUES IMPLIQUÉS DANS L'EFFET DE SERRE

### Comprendre l'effet de serre et les déséquilibres introduits par l'Homme

Il est utile de comprendre les processus mis en jeu dans le fonctionnement de l'effet de serre pour saisir l'importance des effets directs ou combinés des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) et des aérosols.

La composition chimique de l'atmosphère est en effet au cœur de l'équilibre radiatif de la Terre et est déterminante pour sa température de surface. Cette température, qui influe elle-même sur la production même de ces gaz, entre alors dans des jeux d'influence et d'équilibre

moteurs des cycles naturels de glaciation. Mais la concentration additionnelle de gaz à effet de serre est aujourd'hui d'une autre nature et l'émission par l'Homme de ces gaz à effet de serre vient contrarier ces équilibres naturels.

*Cette fiche cherche à ouvrir à celui qui le souhaiterait quelques pistes pour mieux comprendre les principes physico-chimiques impliqués dans l'effet de serre et les différents statuts du CO<sub>2</sub> dans cet équilibre.*

#### QU'EST-CE QU'UN RAYONNEMENT ?

C'est un transfert d'énergie. Chaque rayonnement est caractérisé par un spectre de longueurs d'onde qui est déterminé par la température de surface d'où est issue le rayonnement. Plus la température est élevée, plus la longueur d'onde correspondant au maximum d'intensité du rayonnement émis est courte (Figure 10).

#### L'ABSORPTION DES RAYONNEMENTS PAR LES GES

**Le Soleil et la Terre émettent un rayonnement. C'est l'absorption de ces rayonnements par les gaz présents dans l'atmosphère qui provoque le phénomène naturel d'effet de serre et rend possible la vie sur Terre.**

La température à la surface du Soleil est élevée (5726 °C), par conséquent la gamme de longueurs d'onde associée au rayonnement émis par le Soleil est une gamme de courtes longueurs d'onde qui va de 0,2 µm à 4 µm avec 50 % du rayonnement situé entre 0,4 et 0,7 µm. La Terre, quant à elle, est à une température de 15° C, sa longueur d'onde moyenne d'émission est de 15 µm mais sa gamme de longueur d'onde s'étend d'environ 7 µm à 50 µm.

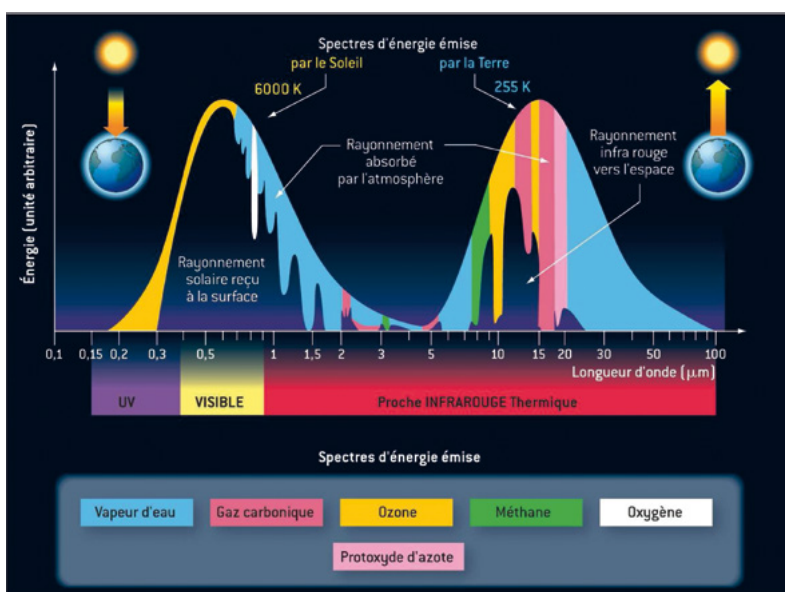
Chaque GES absorbe les rayonnements à différentes longueurs d'onde, on appelle cela un spectre d'absorption. Ainsi,

**le spectre d'absorption des GES est une explication fondamentale pour comprendre l'importance des GES, les uns par rapport aux autres, dans leur contribution au réchauffement de l'atmosphère (Figure 10).**

**Le rayonnement solaire est absorbé uniquement par deux gaz**, l'ozone dans l'ultraviolet (ce qui permet la vie sur Terre) et la vapeur d'eau dans la fin du visible et le proche infrarouge. En revanche, dans le visible, gamme de longueur d'onde, de 0,4 à 0,7 µm, là où le soleil émet le plus de rayonnement, seulement une faible partie est absorbée. En conséquence, une grande partie du rayonnement solaire atteint la surface de la Terre, bien qu'il faille également tenir compte des phénomènes de réflexion et de diffusion dans l'atmosphère.

**Le rayonnement de la Terre (tellurique) est absorbé par de nombreux**

**FIGURE 10** - Energie rayonnée par le Soleil (à gauche) et par la Terre (à droite) en fonction de la longueur d'onde.



D'après Delmas et al., 2007

**gaz** (vapeur d'eau, ozone, gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), protoxyde d'azote, méthane). Ces gaz absorbent partiellement ou totalement le rayonnement tellurique sur toutes les longueurs d'onde car, comme le montre la figure 10, chacun de ces gaz absorbe des longueurs d'onde différentes.

**Cette complémentarité d'absorption des longueurs d'onde maintient la température à la surface de la Terre à environ 15°C. Sans ce phénomène, elle aurait été d'environ -18°C.**

**Sur ce principe, l'effet de serre additionnel augmente encore la température globale.**

Le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) absorbe principalement dans les longueurs d'ondes où le rayonnement émis par la surface terrestre est important (aux alentours de 15 microns). Dans ces longueurs d'onde, la radiation infrarouge émise par la surface terrestre est pratiquement totalement absorbée par le  $\text{CO}_2$  atmosphérique alors que l'autre puissant gaz à effet de serre

qu'est la vapeur d'eau n'intervient pas. C'est notamment à cause de cette spécificité et de l'importance des quantités injectées par l'Homme dans l'atmosphère que le dioxyde de carbone est le GES ayant le plus d'importance dans les stratégies et les discussions politiques alors que son pouvoir de réchauffement global (PRG) est nettement inférieur aux autres GES.

Comme les bandes d'absorption des autres GES sont situées là où l'intensité du rayonnement de la Terre (tellurique) est de faible importance (*Figure 10*), leurs responsabilités dans l'effet de serre additionnel est moindre. De plus, leurs concentrations atmosphériques sont bien plus faibles par rapport au  $\text{CO}_2$ . Leurs rôles deviennent alors secondaires (Souchez, 2010).

**C'est donc bien le spectre de longueurs d'onde d'absorption du dioxyde de carbone et d'autre part sa concentration plus importante, qui en font un puissant GES.**

### QU'EST CE QU'UNE RÉTROACTION POSITIVE ?

Souvent appelée "feedback", la rétroaction est une réaction d'un système à une entrée d'information. Elle est positive quand cette dernière en augmente l'effet. Quand la réaction se répète, la boucle de rétroaction peut entraîner son amplification continue.

## LES EFFETS RÉTROACTIFS DU CO<sub>2</sub> ET DU CH<sub>4</sub>

Des études ont montré qu'au début des périodes interglaciaires, le réchauffement a quelque peu précédé l'accroissement de la concentration en CO<sub>2</sub> (Souchez, 2010) et en CH<sub>4</sub>. Les mesures réalisées sur l'évolution des signaux au cours de la dernière déglaciation indiquent que le CO<sub>2</sub> augmente avec un retard d'environ 900 ans sur le réchauffement enregistré dans la calotte antarctique (Maréchal et Mélières, 2010).

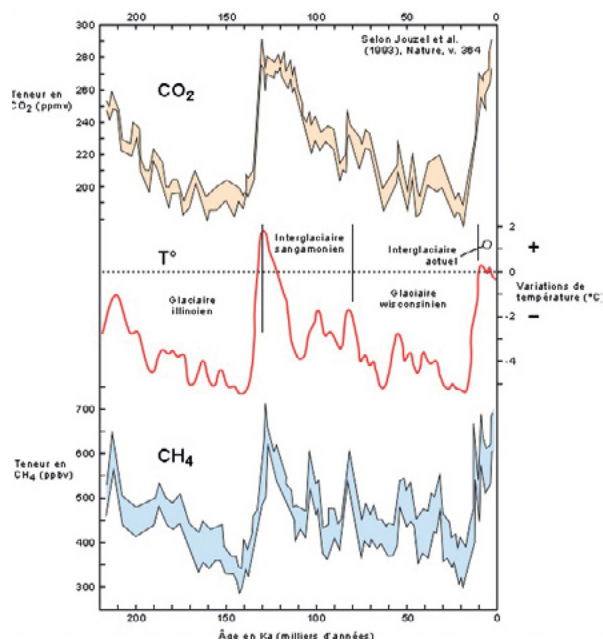
Le réchauffement initié par l'évolution des paramètres orbitaux entraîne une première série de relations causales qui amorce une sortie de glaciation (Delmas et al., 2007) :

- l'énergie reçue augmente aux hautes latitudes spécialement en été,
- la fonte de la neige d'été augmente par rapport à l'accumulation d'hiver,
- la surface occupée par les glaces diminue et donc l'albédo diminue.

Toutes ces relations causales induisent un réchauffement global et entraîne une réponse des cycles biogéochimiques. C'est le cas lorsqu'une partie du CO<sub>2</sub> stocké dans les océans est émis dans l'atmosphère suite à un nouvel équilibre entre l'atmosphère et l'océan. Cet accroissement de la teneur atmosphérique en gaz à effet de serre - notamment en CO<sub>2</sub> et en CH<sub>4</sub>, entraîne à son tour un réchauffement plus important (Chappellaz et al., 2010). Ces modifications par rétroaction positive (Tabeaud, 2010) se poursuivent jusqu'à atteindre un nouvel équilibre.

Les corrélations fortes entre la courbe de température, la concentration en CO<sub>2</sub> et la concentration en CH<sub>4</sub>, lors des périodes glaciaires-interglaciaires, s'expliquent ainsi (Figure 11).

**FIGURE 11** - Variation de la température, de la teneur en CO<sub>2</sub> (ppmv) et en CH<sub>4</sub> (ppbv) lors des 220 000 dernières années.



Les teneurs de CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> ont été obtenues par l'analyse des bulles d'air lors des carottages à Vostok. Les fluctuations de température sont indiquées selon leur variation par rapport aux températures de 1993

D'après Jouzel et al., 1993.

Ainsi, la Terre a sans cesse oscillé entre des périodes glaciaires (périodes froides) et des périodes interglaciaires (périodes chaudes). Il est vrai que, à une période glaciaire correspond un niveau faible de concentration en  $\text{CO}_2$  (environ 180 ppm)

et en  $\text{CH}_4$  (300 ppb) et des températures plus basses, et à une période interglaciaire, un niveau élevé de  $\text{CO}_2$  (280-300 ppm) et de  $\text{CH}_4$  (700 ppb), d'autant plus élevé que la température est élevée (*Souchez, 2010*).

### CONTRIBUTIONS RELATIVES DES FACTEURS NATURELS ET ANTHROPIQUES AU FORÇAGE RADIATIF ACTUEL

**L'origine du réchauffement actuel n'est plus de même nature : "du statut de rétroaction, le rôle du  $\text{CO}_2$  est passé à celui de forçage"** (*Chappellaz et al., 2010*).

Le terme forçage est utilisé pour indiquer que l'équilibre radiatif de la Terre est en train d'être déstabilisé et le terme radiatif signifie que les facteurs modifient l'équilibre entre le rayonnement solaire entrant et les émissions de rayonnement infrarouge sortant de l'atmosphère. Le forçage radiatif peut être positif, s'il entraîne un réchauffement du système (ou une

augmentation de l'énergie du système Terre/Atmosphère) et négatif lorsqu'il engendre une diminution de l'énergie et donc un refroidissement. Le forçage radiatif est exprimé en watts par mètre carré ( $\text{W/m}^2$ ) et il est quantifié comme "le taux de transfert d'énergie par unité de surface du globe" (*GIEC, 2007*).

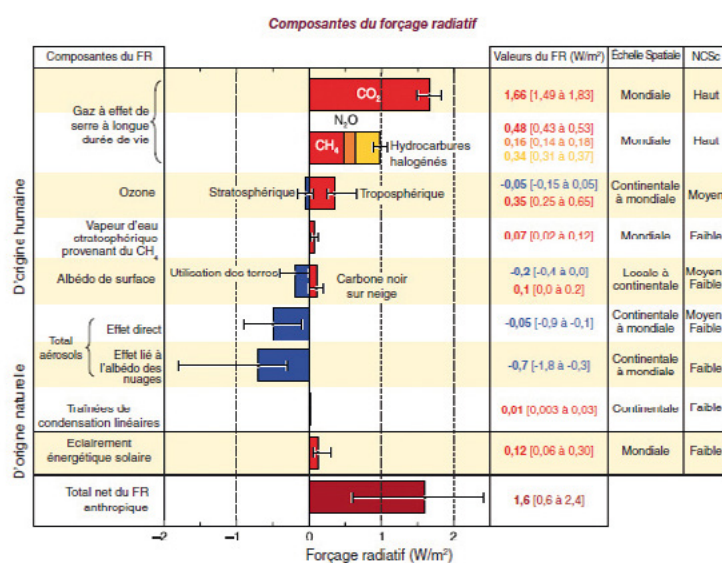
**La contribution de différents facteurs, qu'ils soient naturels ou anthropiques, au forçage radiatif actuel du système Terre/Atmosphère a été représentée dans la figure 12.**



### QU'EST-CE QUE LE FORÇAGE RADIATIF ?

C'est la mesure d'un changement de l'équilibre énergétique du système couplé Terre/Atmosphère. C'est précisément "la variation de rayonnement énergétique net (différence entre le rayonnement solaire descendant et le rayonnement infrarouge ascendant) [...] due à une modification d'un agent externe du changement climatique, comme par exemple une modification de la concentration de dioxyde de carbone ou du rayonnement solaire" (*GIEC, 2007*).

**FIGURE 12 - Forçages radiatifs (FR) moyens en 2005 par rapport à 1750 pour les agents et mécanismes importants.**



A droite sont indiquées les meilleures estimations et les intervalles de confiance puis l'échelle spatiale et le niveau de compréhension scientifique (NCS).

D'après IPCC, 2007, WGI, Fig 2.20 .

**QU'EST-CE QUE L'ALBÉDO?**

C'est le rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface à l'énergie solaire incidente. "Les surfaces enneigées ont un albédo élevé [...] et les surfaces couvertes de végétation et les océans ont un albédo faible". (GIEC, 2007)

**La contribution anthropique** a été détaillée par le GIEC. L'effet des activités humaines depuis 1750 **a produit un forçage positif net de +1,6** [+0,6 à +2,4] W/m<sup>2</sup>. Elle est majoritairement due aux émissions de GES. Le schéma montre bien les contributions différentes de ces GES, qui s'expliquent par leur concentration dans l'atmosphère et leur capacité d'absorption du rayonnement infrarouge terrestre. Notons aussi, l'influence de l'ozone troposphérique, des aérosols

et de l'utilisation des terres ; facteurs pouvant être influencés par l'activité humaine, encore peu étudiés.

**Les forçages radiatifs naturels positifs restent modestes** (éclairage énergétique solaire, + 0,12 [+0,06 à +0,3] W/m<sup>2</sup>) **et sont même "compensés", par des forçages radiatifs naturels négatifs** (effet lié à l'albédo des nuages, - 0,7 [-1,8 à -0,3]).

**CE QU'IL FAUT RETENIR**

- A l'échelle glaciaire-interglaciaire, c'est le réchauffement planétaire (lié à des phénomènes de forçage radiatif externes) qui a précédé l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Par "rétroaction positive" ce gaz (et les autres) ont alors contribué à l'effet de serre et à une augmentation accrue de la température à la surface de la Terre. Cet équilibre de température (autour de 15°C) résulte de l'absorption partielle des longueurs d'onde émises par les rayonnements solaire et tellurique (c'est-à-dire lié à la Terre) par les GES présents dans l'atmosphère.
- Alors que le soleil émet des rayonnements dans des longueurs d'onde où les principaux GES absorbent peu, les rayonnements liés à la Terre sont caractérisés par des longueurs d'ondes largement absorbées par ces mêmes GES (principalement le CO<sub>2</sub>, c'est pourquoi ce gaz est un puissant GES).
- L'émission de GES par l'activité humaine vient bousculer l'équilibre naturel de l'effet de serre en renforçant l'absorption des rayonnements telluriques et donc le réchauffement. C'est pourquoi on parle désormais de forçage de l'équilibre radiatif du système Terre-Atmosphère par les GES d'origine anthropique (en particulier du CO<sub>2</sub>).



## PUITS DE CARBONE VERSUS SOURCES DE CARBONE

### Comprendre le cycle du carbone et la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre

Les principaux cycles biogéochimiques que sont les cycles de l'eau, de l'azote, du phosphore, du soufre et du carbone, permettent le passage alternatif des éléments entre milieu inorganique et matières vivantes. Ces cycles assurent la pérennité des écosystèmes et se traduisent par une remarquable constance du taux des divers éléments présents dans chaque milieu (*Ramade, 1991*).

L'Homme, par son activité, contribue au fonctionnement de ces dispositifs naturels et en bénéficie. Sachant cela, il est usuel de penser que la nature saura compenser nos excès. Toutefois, concernant

les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique, cette thèse est encore une fois déboutée. Les émissions d'origine anthropique entrent dans ces cycles naturels. Une partie est absorbée mais les concentrations trop importantes viennent bousculer leur bon fonctionnement et contrarier les équilibres naturels. Ainsi la solution de séquestration du carbone proposée par certains voit déjà ses limites.

*Cette fiche apporte des éléments de connaissance sur le cycle du carbone et permet de comprendre pourquoi il est important de ne pas le perturber.*

#### LE CYCLE DU CARBONE : PUIITS ET SOURCES NATURELS DE CARBONE

Le cycle du carbone décrit les échanges de carbone qui existent entre les différents **réservoirs** présents sur Terre. Le carbone est l'un des principaux éléments constitutifs des organismes vivants et il s'échange entre les divers composants de l'environnement.

Le cycle naturel du carbone est la conséquence d'une myriade de processus agissant à toutes les échelles de temps et d'espace. La *figure 13* présente le cycle biogéochimique du carbone, les puits, les sources et les flux. En l'absence de perturbation, ces processus définissent un cycle naturel avec un équilibre dynamique entre les sources et les puits (*Fellous et Gauthier, 2007*). Par conséquent, le cycle du carbone, en l'absence de toute intervention humaine, se trouve déjà dans un état d'équilibre dynamique fragile entre les divers **puits** et sources (*Beniston, 2009*).



#### QUELS SONT LES PRINCIPAUX RÉSERVOIRS DE CARBONE ?

Les principaux réservoirs de carbone sont la biosphère (marine et terrestre (végétation et sol)), l'hydrosphère (océans, eau douce), l'atmosphère et la lithosphère (*Beniston, 2009*). Par une série de processus biologiques ou chimiques, appelés aussi **pompes biologiques ou chimiques**, le carbone peut être transporté entre ces différents réservoirs.

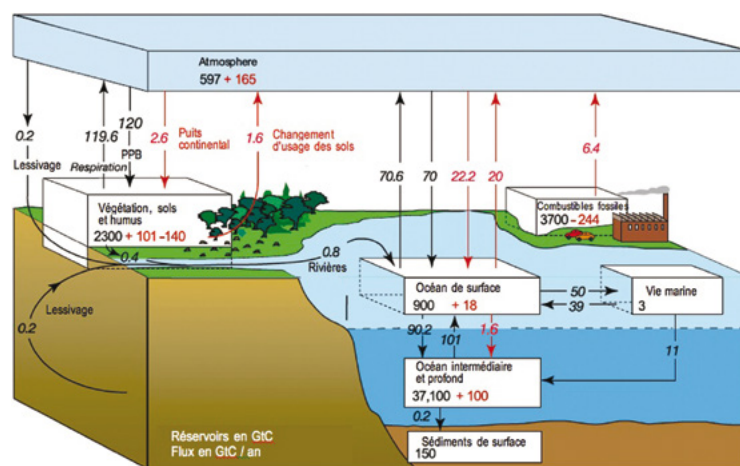


#### QU'EST-CE QU'UN PUIITS DE CARBONE, DE MÉTHANE, OU D'UN AUTRE GAZ ?

Au sens large et dans ce contexte, un puits est un réservoir, naturel ou artificiel, qui absorbe un gaz présent dans l'atmosphère et donc contribue à diminuer sa quantité. Cette absorption recourt à des processus biologiques ou chimiques : on parle alors de pompe biologique ou de pompe chimique. A l'inverse, un réservoir qui émet plus de gaz qu'il n'en stocke est considéré comme une source.

Pour l'exemple du gaz carbonique, les principaux "puits" sont aujourd'hui les océans, les sols (humus, tourbière) et les forêts en formation. La photosynthèse intervient alors comme une pompe biologique. Remarquons que ces mêmes réservoirs sont également "sources" de gaz carbonique. Le rôle de ces réservoirs peut cependant varier dans le temps. Un réservoir qui était une source peut devenir un puits et vice-versa.

FIGURE 13 - Cycle biogéochimique du carbone



Les flux sont indiqués en GtC/an ; les contenus des réservoirs sont en GtC, avec en noir l'état préindustriel et en rouge la modification anthropique.

D'après : IPCC, 2007, WGII, Fig 1.3.

### QU'EST-CE QUE LA PHOTOSYNTHÈSE ?

C'est un processus au cours duquel les végétaux convertissent l'énergie lumineuse en énergie chimique. Ils utilisent l'énergie solaire, le CO<sub>2</sub> et l'eau pour élaborer, dans leurs tissus, les matières organiques nécessaires à leur métabolisme et à leur croissance.

### → POMPES BIOLOGIQUES

La **photosynthèse** appelée aussi **production primaire brute (PPB)** est le **principal processus qui permet aux végétaux de produire de la matière**.

**En absorbant du CO<sub>2</sub>, la photosynthèse** permet le stockage de 120 GtC/an (Figure 13), provenant de l'atmosphère et permet aux plantes de vivre et grandir. Ce processus occasionne également une émission d'oxygène (O<sub>2</sub>) dans l'atmosphère.

**Inversement, la respiration est le processus par lequel les organismes vivants convertissent de la matière organique en dioxyde de carbone**, rejetant de l'énergie et consommant de l'oxygène. Il existe deux types de respiration, la respiration autotrophe qui est la respiration des organismes photosynthétiques, c'est-à-dire des végétaux, et la respiration hétérotrophe qui est la conversion de ma-

tière organique en dioxyde de carbone par des organismes autres que les végétaux.

La respiration de la végétation et des sols rejette presque la même quantité de carbone que la photosynthèse en stocke (119,6 GtC/an pour la respiration contre 120 GtC/an pour la photosynthèse).

(Figure 13)

**L'océan joue un rôle majeur dans le cycle du carbone** notamment par la photosynthèse assurée, par le phytoplancton (Figure 13). L'océan peut aussi absorber le CO<sub>2</sub>. Cette fonction est dépendante de sa température et de la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone. Voir aussi la **FICHE 8** > **Changement climatique et océans**. C'est le **second puits de carbone avec 70 GtC/an absorbé**.

La respiration existe aussi en milieu océanique. Les émissions de CO<sub>2</sub> varient alors selon l'activité photosynthétique des organismes de l'océan.

## → POMPES CHIMIQUES

### Le carbone est soluble à des basses températures et des fortes pressions dans l'océan.

Ce carbone absorbé par l'océan sous forme de  $\text{CO}_2$  peut également être précipité en carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). En effet, de nombreuses formes de vie marine sont capables d'extraire du carbone et de l'oxygène à partir de l'eau des océans (et des mers). Ils les combinent avec du calcium pour produire du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). Ce carbonate de calcium sert à la formation des coquilles et autres parties solides des organismes, elle est utilisée par de nombreux organismes (corail, palourde, huître...). Lorsque ces organismes meurent, leurs squelettes et autres parties solides se déposent au fond des océans.

**La dissolution des carbonates** a lieu sur terre mais aussi en milieu océanique. Par réaction avec l'eau, le carbonate de calcium stocké dans les roches sédimentaires peut libérer du  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère. Dans l'océan, en deçà d'une certaine pro-

fondeur, la dissolution des carbonates, stockés dans les coquilles, s'effectue. Le taux de dissolution augmente alors avec la profondeur, selon la température et la pression. En combinant ce processus à l'activité photosynthétique des organismes, l'océan à température plus élevée émettra plus de gaz carbonique que l'océan à température plus basse.

### La décomposition produit du dioxyde de carbone :

Lorsque les plantes et les animaux meurent, ils subissent des processus chimiques qui dissocient les composés organiques de leur organisme en composés plus simples, notamment le  $\text{CO}_2$ . La décomposition est donc la transformation d'un composé en espèces chimiques plus simples sous l'influence de facteurs (lumière, humidité...) (*Bliefert et Perraud, 2004*).

D'autres sources mineures (éruptions volcaniques...) existent même si elles sont infimes comparativement aux principales sources naturelles et aux sources anthropiques.

## REPRISE DU $\text{CO}_2$ ADDITIONNEL (PRODUIT PAR L'HOMME) DANS LE CYCLE NATUREL DU CARBONE

**Plus de 75 % des émissions de  $\text{CO}_2$  d'origine humaine sont dus à la combustion de combustibles fossiles** (charbon, pétrole, gaz), composés essentiellement de carbone. Une faible contribution provient des cimenteries [environ 5 %], qui émettent du  $\text{CO}_2$  par le broyage et la cuisson de roches carbonatées telles que le calcaire. Les changements d'affectation des sols (principalement le déboisement) sont responsables du reste (*GIEC, 2007*).

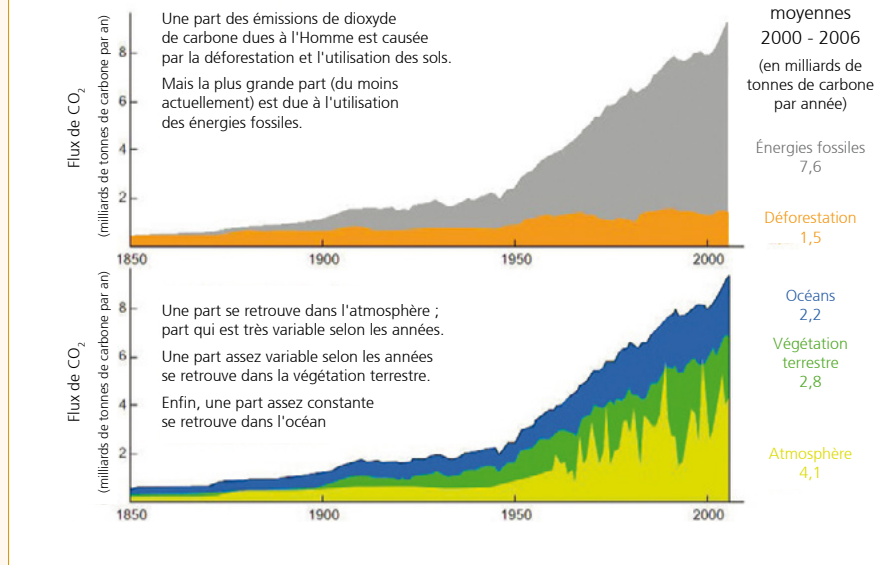
La *figure 14* montre l'augmentation continue des émissions de  $\text{CO}_2$  anthropiques en distinguant les émissions des énergies fossiles et de la déforestation. De plus, elle illustre l'absorption croissante par la végétation et les océans qui permettent de limiter l'augmentation de la concentration de  $\text{CO}_2$  de l'atmosphère.

**La nature absorbe une part non négligeable du  $\text{CO}_2$  émis par l'Homme** ainsi que la quasi-totalité du  $\text{CO}_2$  que ses différents réservoirs émettent naturellement, soit chaque année près de 20 fois plus que le taux de  $\text{CO}_2$  émis par l'Homme (Mélières et maréchal, 2010). Ainsi, "l'augmentation observée des concentrations de  $\text{CO}_2$  atmosphérique ne révèle pas la totalité de l'impact des émissions d'origine anthropique. Elle ne prend en compte que 55 % du  $\text{CO}_2$  dégagé par l'activité humaine depuis 1959 : le reste a été absorbé par les végétaux terrestres et les océans" (*GIEC, 2007*). Sans cette atténuation, la concentration en  $\text{CO}_2$  de l'atmosphère serait beaucoup plus importante.

## EN SAVOIR +

Le site de l'Institut Pierre Simon Laplace  
<http://cycleducarbone.iplsl.jussieu.fr>

**FIGURE 14 - Sources de CO<sub>2</sub> dues à l'activité humaine (en haut) et portions absorbées par les puits de carbone (océans et végétation) et l'atmosphère (en bas)**



D'après J. G. Canadell et al, PNAS, 2007

Ainsi, la concentration en dioxyde de carbone augmente en continu depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, elle est passée de 280 ppm vers 1870 à 388 ppm en 2009 (*Académie des sciences, 2010*). L'étude de l'évolution des différents isotopes du carbone dans l'atmosphère, l'étude de l'évolution des concentrations en dioxygène (O<sub>2</sub>) de l'atmosphère et l'étude de la différence inter-hémisphérique permettent de conclure que **l'augmentation du CO<sub>2</sub> est incontestablement due à l'activité humaine**. Ce résultat a été validé par l'Académie des Sciences (2010).

### QUE SONT DES ISOTOPES ?

Deux atomes sont dits isotopes s'ils ont le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent.

### → ETUDE DES ISOTOPES DU CARBONE

L'atome de carbone possède 3 isotopes :

- le carbone 12, le plus abondant, possède 6 protons et 6 neutrons,
- le carbone 13, isotope stable, possède 6 protons mais 7 neutrons. Il est plus abondant dans le carbone océanique et dans les émissions volcaniques ou géothermiques (*GIEC, 2007*).
- le carbone 14, qui s'écrit également <sup>14</sup>C, possède 6 protons et 8 neutrons. Il est instable, c'est-à-dire radioactif et de période, demi-vie, de 5 730 ans (*Mélières et Maréchal, 2010*). Cela signifie qu'au bout de 5 730 ans, la moitié d'un stock initial de carbone 14 a disparu. Il se désintègre en quasi

totalité au bout de quelques dizaines de milliers d'années. Le carbone 14 se retrouve dans tous les composés carbonés sauf dans les combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz). En effet, les combustibles fossiles se sont formés il y a au moins des millions d'années, ils ne contiennent donc plus de carbone 14. Il est important de préciser que les reconstitutions concernant le carbone 14 sont valables jusqu'aux années 1950, années à partir desquelles les tests thermonucléaires ont sévèrement perturbé la teneur de carbone 14 dans l'atmosphère (*Mélières et Maréchal, 2010*).

En analysant l'évolution de la composition du carbone dans l'atmosphère, plusieurs hypothèses permettent d'étayer la

conclusion que l'augmentation du carbone dans l'atmosphère est due aux activités humaines.

La photosynthèse privilégie l'incorporation de C12 ; donc les combustibles fossiles et les végétaux actuels contiennent moins de C13. Dès lors, les incendies de biomasse ont le même effet que la combustion des fuels fossiles. Ce n'est que grâce au C14 que l'on peut faire la différence entre rôle des fuels fossiles et rôle des incendies de biomasse actuelle car les fuels fossiles en sont dépourvus. Or, l'évolution en carbone 14 du CO<sub>2</sub> atmosphérique, enregistrée dans les plantes qui fixent ce gaz, en particulier les troncs d'arbres, montre une décroissance du contenu de l'atmosphère en <sup>14</sup>C, corrélées avec l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Cette observation indique que le CO<sub>2</sub> supplémentaire injecté dans l'atmosphère ne contient pas de <sup>14</sup>C » (Mélières et Maréchal, 2010). Autrement dit, ce CO<sub>2</sub> atmosphérique supplémentaire provient de la combustion de fuels fossiles.

L'appauvrissement du CO<sub>2</sub> atmosphérique en carbone 13 indique également que l'augmentation de ce CO<sub>2</sub> ne provient pas de l'océan.

#### → ETUDE DE LA DIMINUTION DE LA CONCENTRATION EN DIOXYGÈNE (O<sub>2</sub>)

On constate que la moyenne annuelle de la teneur en O<sub>2</sub> diminue continuellement de façon synchrone avec l'augmentation de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Or, si l'augmentation de CO<sub>2</sub> provient d'émission par les volcans ou si elle résulte de transformations de roche carbonatée, il n'y a aucun impact sur la concentration de l'atmosphère en oxygène car

ces processus ne mettent pas en jeu une consommation d'oxygène. En revanche, si l'augmentation de CO<sub>2</sub> provient d'une combustion de matière organique (combustibles fossiles et déforestation), celle-ci doit consommer de l'oxygène (car il y a une oxydation de la matière carbonée) (Mélières et Maréchal, 2010). Donc, l'oxygène s'appauvrit lors de la combustion de combustibles fossiles. En conséquence, **si la teneur en oxygène diminue, cela signifie que le CO<sub>2</sub> supplémentaire provient de la combustion de matière organique.**

#### → ETUDE DE LA DIFFÉRENCE INTER-HÉMISPHERIQUE

**Un décalage temporel est constaté entre l'évolution de la quantité (moyennée sur l'année) de CO<sub>2</sub> présente dans les deux hémisphères (Nord et Sud).** On constate un retard de l'augmentation du contenu en CO<sub>2</sub> de l'hémisphère sud sur l'hémisphère nord de l'ordre de l'année. Les principales émissions se faisant dans l'hémisphère nord, [...] le temps que prend le transfert de ce surplus de CO<sub>2</sub> vers l'hémisphère sud est déterminé par le temps de mélange de l'atmosphère entre les deux hémisphères, qui est de l'ordre de l'année (Mélières et Maréchal, 2010).

**L'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique est un fait absolument incontestable, que l'on peut attribuer avec une certitude absolue aux activités humaines (Le Treut, 2009). Cependant, les émissions anthropiques ne se retrouvent pas entièrement dans l'atmosphère, le cycle naturel du carbone en intègre une partie, que ce soit par l'intermédiaire de l'océan ou de la végétation (Figure 14, graphique du bas).**

## LIMITES DES SOLUTIONS DE SÉQUESTRATION DU CARBONE PAR LES POMPES NATURELLES

L'augmentation de la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère a atteint ces dernières années 1,9 ppm par an (*Maréchal et Mélières, 2010*), et réduire l'augmentation de la concentration atmosphérique par les puits naturels de carbone apparaît sous de nombreux points de vue (économique, environnemental, et agronomique par exemple) comme une solution avantageuse d'atténuation des concentrations des GES atmosphériques. Le protocole de Kyoto a d'ailleurs prévu la possibilité de prendre en compte les puits de carbone résultant des politiques volontaires d'afforestation [...] ou de déforestation. Mais comme les paragraphes suivants permettent de le comprendre, il reste de nombreuses sources d'incertitudes quant à la réussite de ces solutions.

### → DES EFFETS LIMITÉS ET INCERTAINS DANS LE TEMPS

**La première source d'incertitude provient de la possibilité de bascule de ces puits naturels de carbone en sources.** Cela a déjà été le cas puisqu'aux "années chaudes correspondent en général des sources anormales de CO<sub>2</sub> alors que les années froides donnent lieu à des puits plus intenses que la moyenne" (*Ducroux et al., 2001*). Compter uniquement sur cette approche pourrait alors s'avérer risqué sur le long terme, les conditions météorologiques pouvant favoriser l'inversion des puits de carbone en sources. D'autre part, les réservoirs à saturation largueront eux-mêmes du CO<sub>2</sub> additionnel.

**La deuxième source d'incertitude est politique.** Le choix des territoires déterminants pour la création de ces puits de carbone va, s'il s'agit de plantations "geler des terres au détriment des populations locales" (*Locatelli et Loisel, 2002*). Cela peut impliquer des problèmes socio-économiques et des possibles dérives colonialistes (*Karumbidza et Menne, 2010*).

**Enfin, notons que d'autres effets collatéraux peuvent exister.** Par exemple, le remplacement des divers écosystèmes par des monocultures efficaces en termes d'absorption de CO<sub>2</sub> a pour conséquence une perte de biodiversité. Par ailleurs, "La permanence d'un puits peut être mise en péril par de nombreux facteurs physiques (feux, ravageurs), politiques ou économiques" (*Locatelli et Loisel, 2002*)

qui peuvent aussi bien être naturels (feux de forêts naturels, grande chaleur) qu'humains (guerre, incendie criminel, changement de politique, urbanisation...).

### → DES SOLUTIONS QUI NE PRENNENT PAS EN COMPTE LES AUTRES GES ET TOUTES LES INTERACTIONS

**Dans le cas de la séquestration par les sols et les plantes, la seule prise en compte du stockage de carbone sous l'effet du mode de gestion des terres comme une solution au réchauffement global est insuffisante** et l'on doit considérer très fortement les options qui permettent de diminuer aussi les flux de N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub>. Le N<sub>2</sub>O, par exemple, même s'il est à concentration moindre dans l'atmosphère, a un potentiel de réchauffement global (PRG) beaucoup plus important.

Ces gaz interviennent eux aussi dans le fonctionnement des sols. Le CH<sub>4</sub> entre en jeu dans le cycle du Carbone, quant au N<sub>2</sub>O, il participe aux autres cycles biogéochimiques en particulier le cycle de l'Azote. Les interactions entre cycles sont aussi à considérer. Voir aussi la [FICHE 7](#) > **Effets combinés de l'action de l'Homme sur l'atmosphère**. La totalité des flux des différents GES doit être prise en compte pour estimer l'efficacité des puits.

**Cette approche de création de puits de carbone ne doit donc pas remplacer la seule solution réellement efficace : la réduction des émissions à la source.**



### CE QU'IL FAUT RETENIR

- La stabilité relative du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est rendue possible par des processus d'échange des gaz entre différents réservoirs de la biosphère (végétation, océans, sols, atmosphère).
- Le cycle du carbone fait intervenir des processus tels que la photosynthèse ou la dissolution du carbone dans les eaux à basse température des océans qui soulagent l'atmosphère d'une concentration trop importante de CO<sub>2</sub>. Mais d'autres processus tels que la respiration, la décomposition, la dissolution des carbonates libèrent du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Naturellement, un équilibre dynamique se crée entre ces différents échanges.
- L'étude des caractéristiques des composés carbonés confirme à la fois l'origine anthropique de l'augmentation de CO<sub>2</sub> de ces derniers (100 ans) mais aussi la reprise par les cycles naturels d'une part non négligeable du CO<sub>2</sub> émis par l'Homme. Cette reprise importante vient perturber les équilibres et risque de faire basculer les puits de carbone en sources, entraînant ainsi une aggravation des phénomènes en cours.
- Cette connaissance et les zones d'ombres sur les interactions entre les différents cycles biogéochimiques encouragent à adopter des stratégies de réduction des émissions de GES à la source.



## EFFETS DU CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET DE L'AGRICULTURE

### Comprendre l'importance du changement d'affectation des terres sur le climat

Le changement d'affectation des terres désigne, d'après le GIEC (2007), un changement apporté par l'Homme dans l'utilisation ou la gestion des terres qui peut entraîner une modification de la couverture terrestre.

Qu'il soit temporaire ou définitif, ce changement a des conséquences souvent irréversibles sur l'environnement et les changements de grande ampleur

peuvent aussi avoir une influence sur le climat global. Ainsi, les grandes périodes de déforestation et de développement de l'agriculture ont marqué la composition de l'atmosphère.

*Cette fiche présente les principaux changements d'affectation des terres qui ont émis ou émettent encore d'importantes quantités de gaz à effet de serre (GES).*

#### L'INFLUENCE DE L'ÉVOLUTION DÉMOGRAPHIQUE

**Alors que le changement d'affectation des terres, initié par l'agriculture, existe depuis des milliers d'années, la faible population de l'époque ne permettait pas une modification significative de l'utilisation des sols** (Souchez, 2010). En 1750, la population était de 750 millions et de 954 millions en 1800 donc jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle, la population mondiale était inférieure à 1 milliard d'habitants. Entre 1900 et 2010, la population passe de 1,65 milliards à 6,9 milliards. Cela fait une augmentation de 315 % lors des cent dix dernières années (Dumont, 2010).

L'évolution démographique se caractérise aussi par un développement urbain favorisant l'artificialisation des sols. Ces changements de couvert ont plusieurs conséquences :

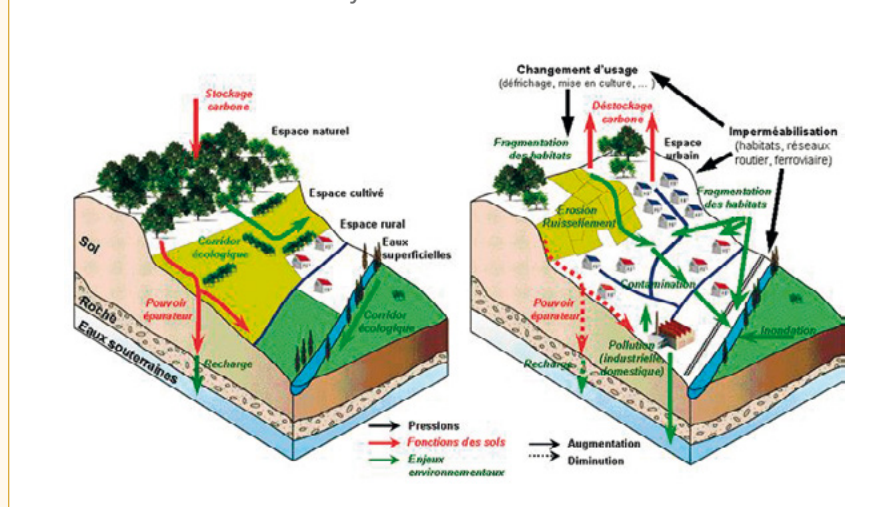
- **La régression de la biodiversité** due à la fragmentation des milieux et à la destruction des habitats des espèces animales et végétales.
- **L'émission de grandes quantités de CO<sub>2</sub>**. Les végétaux sont capables d'ab-

sorber et stocker du CO<sub>2</sub>, donc la déforestation ou la réduction des surfaces végétales provoque un déstockage de carbone et limite les puits de carbone. En outre, l'étalement urbain favorise les transports fortement émetteurs de gaz à effet de serre.

- **Les modifications des conditions hydrologiques locales**, voire même une modification des relations entre les grands réservoirs (biosphère, océan, atmosphère, lithosphère...) à l'échelle de la planète. Sur un sol bitumé, l'eau ruisselle davantage, s'infiltré moins, ce qui augmente les risques d'érosion et d'inondation. Plus concentré, ce ruissellement peut favoriser le transfert de sédiments contenant des polluants vers les cours d'eau : engrais, pesticides, métaux lourds, hydrocarbures.
- **L'érosion et la perte de valeur agromique des sols** dans certains cas.

D'après Maréchal et Mélières (2010), la maîtrise de la croissance de la population mondiale est un facteur fondamental de la maîtrise des émissions de GES.

**FIGURE 15 - Impacts de l'artificialisation des sols sur les habitats et les cycles du carbone et de l'eau**



D'après SOeS-Gis Sol, 2010

## LA DÉFORESTATION

**Les évolutions ne sont pas les mêmes pour toutes les forêts du monde.** En effet, les forêts tropicales régressent fortement alors que d'autres types de forêts, notamment la forêt tempérée située dans des pays développés, se stabilise, voire progresse. Deux chiffres le montrent :

- entre 1990 et 2000, 91,5 % de la perte nette des forêts concernaient les forêts tropicales.
- "l'évolution de la forêt en France métropolitaine est passée de 7,5 millions d'hectares en 1800 à 11,5 millions d'hectares en 1950 et a encore augmenté pour atteindre 15 millions d'hectares en 2001." (Saugier, 2006).

Concernant les forêts tropicales, une des raisons principales de la déforestation, en plus de l'augmentation de la population, est due à la richesse de ces forêts. En effet, les forêts tropicales sont riches en bois précieux (tek, acajou, balsa). Ces bois précieux sont "surexploités dans un commerce avec les pays développés" (Beaux, 2004). Par ailleurs, la déforestation est également due au besoin d'une superficie toujours plus grande de terres cultivables. Mais, l'une des causes prin-

cipales est l'exploitation du bois comme chauffage. En effet, notamment dans les pays en développement, le bois constitue une source d'énergie importante et les besoins énergétiques sont amplifiés par la croissance démographique (Beaux, 2004).

**La déforestation engendre la régression de la biodiversité en détruisant les habitats des espèces.** Ainsi, "de 4000 à 6000 espèces animales et végétales seraient perdues chaque année" (Beaux, 2004).

**D'autre part, les changements d'affectation des terres favorisent l'émission de grandes quantités de CO<sub>2</sub>,** à travers la déforestation, et la diminution de la capacité d'absorption du CO<sub>2</sub> liée à la réduction de la quantité de végétaux.

**Enfin, ils peuvent avoir une incidence sur l'albédo** (réflexion des sols), l'évapotranspiration, les propriétés des sols. Cela peut localement modifier les conditions climatiques (réchauffement des sols, réduction des précipitations...).

## L'IMPACT DE L'AGRICULTURE

**C'est à partir de la révolution agricole<sup>2</sup> que l'agriculture a commencé à avoir un impact significatif sur le climat.**

En effet, l'agriculture est née il y a environ 10 000 ans avec la révolution néolithique, passage d'une économie vivrière basée sur la chasse, la pêche et la cueillette à une économie agricole et d'élevage, où l'Homme intervient dans les cycles naturels de la biomasse. Cependant, à cette période, la population était trop peu nombreuse et les techniques trop rudimentaires pour avoir une influence significative sur le climat et sur les émissions de GES. La principale caractéristique de la révolution agricole fut d'accroître radicalement la productivité de la culture et de l'élevage. Cet accroissement s'est fait par la mise en place d'un système basé sur la culture intensive et sur la recherche de forts rendements.

**L'agriculture est le troisième secteur émetteur au niveau mondial. Le changement d'affectation des terres et la déforestation sont responsables de la hausse la plus significative des émissions depuis 1990 de ce secteur (+48%).** En 2011, le secteur agricole est responsable de 20% des émissions de GES en France, il est le deuxième secteur émetteur après les transports (26%).

Alors que l'agriculture n'est que très peu émettrice du principal GES responsable du changement climatique, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) (seulement 8%), elle émet, en revanche, de grandes quantités de deux autres GES : le méthane (CH<sub>4</sub>), 41% des émissions agricoles - et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), 51%.

**Les émissions de CH<sub>4</sub> proviennent en grande partie du processus de digestion des ruminants (bovins et ovins) alors que les émissions de N<sub>2</sub>O proviennent principalement de la transformation microbienne de fertilisants azotés dans les sols.** L'agriculture, que ce soit à travers l'intensification des cultures ou le développement de l'élevage, participe au changement climatique. La méthanisation agricole des rejets ou encore l'utilisation raisonnée, voire l'abandon, des engrais chimiques azotés limitent ces émissions.

**Pourtant, le maintien d'un appareil productif agricole doit être un objectif majeur pour les pays européens.** Car la sécurité alimentaire, mise à mal à la fois par l'effet du changement climatique sur la remontée de la désertification et par une augmentation de la population mondiale, est une priorité au niveau planétaire.

## EN SAVOIR +

**Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives, RAC France, 2010**  
[www.rac-f.org/Agriculture-et-gaz-a-effet-de](http://www.rac-f.org/Agriculture-et-gaz-a-effet-de)

**L'agriculture européenne – relever le défi du changement climatique, Commission européenne Direction générale de l'Agriculture et du Développement Rural, 2008**  
[http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/climate\\_change/leaflet\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/climate_change/leaflet_fr.pdf)



## CE QU'IL FAUT RETENIR

- Par son action de déforestation et sa pratique de l'agriculture, l'Homme a induit des changements dans la composition de l'atmosphère dès la préhistoire. Mais le faible taux de population et le faible impact des techniques ne rendaient pas significatif cette empreinte.
- A partir de 1750, l'action massive de déforestation, conjuguée à l'augmentation de population, puis à l'utilisation de pratiques d'agriculture intensive ont, par contre, eu des effets très significatifs. Le changement d'affectation des terres et la déforestation sont responsables de la hausse la plus significative des émissions depuis 1990 par secteur (+48%).
- Le secteur agricole est aujourd'hui le troisième secteur émetteur au niveau mondial et le second en France.

<sup>2</sup> La révolution agricole désigne les grands bouleversements de la technique et des usages agraires qui ont marqué l'avènement des pratiques de l'exploitation contemporaine.

## EFFETS COMBINÉS DE L'ACTION DE L'HOMME SUR L'ATMOSPHÈRE

### Savoir considérer les interactions entre problématiques environnementales

Dégradation de la couche d'ozone, pluies acides, nuages de particules, sont autant de maux de l'atmosphère liés à l'action de l'Homme. Mais ces problématiques environnementales a priori indépendantes peuvent interférer avec la question climatique à travers le phénomène de l'effet de serre.

Les effets combinés de ces problématiques peuvent parfois dans certaines conditions et à certains points du globe sembler posi-

tifs, mais sont souvent plutôt aggravants. Dans tous les cas, savoir considérer les phénomènes dans leur globalité, aide à comprendre pourquoi il est nécessaire de recourir à des solutions inspirées par le respect des équilibres naturels.

*Cette fiche explique deux problématiques et décrit leur principale interaction avec le phénomène de réchauffement planétaire.*

#### DÉGRADATION DE LA COUCHE D'OZONE EN ANTARCTIQUE ORIENTALE

Ne pas confondre :

- **La pollution à l'ozone : il s'agit de l'ozone troposphérique qui est formé dans la troposphère par réaction photochimique**, lors d'interactions entre les rayonnements ultra violets (UV) solaires et des polluants primaires précurseurs. Les polluants primaires précurseurs de l'ozone troposphérique peuvent être les oxydes d'azote, le méthane, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures... L'ozone situé dans la troposphère ne représente que 10% de la quantité totale de l'ozone atmosphérique et il est néfaste pour la santé. En effet il peut endommager les voies respiratoires.
- **et le "trou" de la couche d'ozone : il s'agit de la dégradation de l'ozone stratosphérique.** A contrario, l'ozone stratosphérique est bénéfique puisqu'il est la seule substance de la stratosphère à absorber le rayonnement solaire dont la longueur d'onde est comprise entre 0,20 et 0,31  $\mu\text{m}$ . Ainsi, il protège les plantes, les animaux et les hommes des rayons UV du soleil. L'ozone stratosphérique représente 90% de l'ozone atmosphérique (Bliefert et Perraud, 2004). Voir aussi la [FICHE 3](#) › Gaz à effet de serre et aérosols.

#### → LA FORMATION DE L'OZONE STRATOSPHERIQUE ET DU "TROU" DE LA COUCHE D'OZONE

**Le cycle de Chapman est le cycle naturel de formation et destruction de l'ozone stratosphérique.** A cette altitude, l'ozone est produit à partir de la recombinaison entre une molécule d'oxy-

gène et un atome d'oxygène, produit par photolyse d'une autre molécule d'oxygène ( $\text{O}_2$ ) à des longueurs d'onde de 0,25  $\mu\text{m}$  (réaction chimique dans laquelle un composé chimique est décomposé par la lumière). Ces molécules d'ozone créées sont également détruites par photolyse pour redonner du dioxygène et de l'oxygène. Ce cycle s'équilibre entre forma-



#### QU'EST-CE QUE L'OZONE ?

C'est un gaz à effet de serre secondaire ( $\text{O}_3$ ), c'est-à-dire qu'il n'est pas émis directement dans l'atmosphère mais qu'il y est formé. La dégradation de la couche d'ozone concerne l'ozone stratosphérique et non l'ozone troposphérique. Il n'y a pas deux ozones, mais les conditions physiques de la troposphère et de la stratosphère étant différentes, les réactions impliquant l'ozone sont différentes.

tion et destruction. Or, les scientifiques se sont aperçus que les teneurs en ozone mesurées étaient bien plus faibles que les teneurs en ozone calculées. Cela signifie qu'un autre mécanisme de destruction de l'ozone entre en jeu.

**Cet autre mécanisme de destruction est un cycle catalytique** faisant intervenir des espèces chimiques, présentes dans la stratosphère qui réagissent avec  $O_3$  de telle façon qu'elles se retrouvent elles-mêmes inchangées après avoir transformé  $O_3$  en  $O_2$ . Elles agissent donc comme des catalyseurs et peuvent immédiatement s'engager dans de nouvelles réactions. Les chlorofluorocarbures (CFC), dont aucune source naturelle n'est connue (*Bliefert et Perraud, 2004*), permettent aussi la destruction de l'ozone stratosphérique. L'Homme, en émettant des CFC, a fortement modifié l'équilibre naturel de formation/destruction de l'ozone et par une diminution importante de la quantité d'ozone aux pôles, des « trous » se sont formés. Le protocole de Montréal (1987) en interdisant l'utilisation de CFC est une réponse mondiale à ce problème.

**Pour que le « trou » de la couche d'ozone se forme, il faut en plus des processus chimiques, des processus météorologiques dynamiques particuliers** (très basses températures et formations de nuages stratosphériques) (*Faucheux et Noël, 1990*). C'est l'interdépendance des facteurs qui engendrent le "trou" de la couche d'ozone. Quand on parle "du" trou dans la couche d'ozone, on parle généralement de celui situé en Antarctique, et plus précisément l'Antarctique orientale. Celui-ci est en effet plus important qu'en Arctique. Ce sont les nuages stratosphériques polaires et une température inférieure à  $-78^{\circ}C$  dans la stratosphère antarctique qui accentuent la destruction de l'ozone au printemps au moment où il y a à nouveau irradiation solaire, mais le "trou" se comble ensuite. Il n'est pas permanent. En effet, en hiver, dans l'hémisphère sud (juin-septembre), se met en place un tourbillon polaire (ou

vortex polaire) et des nuages stratosphériques polaires peuvent se former dans ce vortex, à la condition que la température soit inférieure à  $-78^{\circ}C$ . Ces nuages favorisent la destruction de l'ozone stratosphérique par les CFC principalement et contribue à l'accroissement du "trou" de la couche d'ozone (*Souchez, 2010*).

#### → LE "TROU" DE LA COUCHE D'OZONE ET SES CONSÉQUENCES SUR LE REFROIDISSEMENT D'UNE PARTIE DE L'ANTARCTIQUE

**L'Antarctique orientale s'est refroidie et il est observé, "depuis 1979, date des premières observations satellitaires, une légère extension de la banquise Antarctique"** (*Souchez, 2010*) alors que dans le même temps d'après Souchez (2010), la superficie de la banquise Arctique est passée d'environ 7,2 millions de  $km^2$  en septembre 1979 à environ 5,2 millions de  $km^2$  en septembre 2009. La banquise de l'Antarctique orientale, quant à elle, ne diminue pas car la diminution de l'ozone entraîne un refroidissement de la stratosphère à ce niveau. Ce refroidissement se propageant à la haute troposphère - puisque l'air plus froid descend et l'air plus chaud monte - crée un gradient horizontal de pression entre l'Antarctique orientale et les régions de latitude moins élevée qui s'accroît, entraînant l'intensification de la circulation d'air dans le vortex, la diminution des échanges thermiques et donc un plus grand isolement du continent.

Le protocole de Montréal (1987), qui interdit l'utilisation des CFC, est un événement exceptionnel. Pour la première fois, des Etats se sont mis d'accord pour gérer ensemble une présomption de risque à l'échelle de la planète. Il est une réponse économique à un problème écologique. Il est le reflet de la capacité des acteurs à résoudre un problème global d'environnement tout en satisfaisant leurs intérêts particuliers et on s'attend à ce que la couche d'ozone retrouve son aspect d'avant 1980 vers 2060-2075 (*PNUE, 2010*).

Cependant, à la suite de cette réussite, l'influence de l'accroissement de la concentration des GES dans l'atmosphère ne serait plus inhibé par le rôle

du trou d'ozone et un réchauffement généralisé en Antarctique orientale pourrait se produire (Souchez, 2010).

## LES PLUIES ACIDES DANS LES RÉGIONS SEPTENTRIONALES

Les processus les plus importants qui permettent à l'atmosphère de s'auto-épurer sont les pluies et les précipitations. Par ces processus, tous les composés solubles dans l'eau sont de nouveau transportés de l'atmosphère à la Terre. Les pluies « propres », ne contenant principalement que du CO<sub>2</sub> comme gaz susceptible de modifier la valeur du pH, devrait avoir une valeur de pH comprise entre 5 et 5.6 (Bliefert et Perraud, 2004). Les pluies naturelles sont donc légèrement acides du fait de la dissociation du CO<sub>2</sub>. Une pluie est considérée comme acide lorsque son pH est inférieur à 5.

### → ORIGINE ET PRINCIPALES INCIDENCES DES PLUIES ACIDES

Les émissions anthropiques sous l'effet des réactions chimiques mises en jeu dans l'atmosphère aboutissent à la formation de deux acides : l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>). Ces acides se déposent lors des précipitations à la surface de la Terre sur les végétaux, les sols ou les eaux de surface (lacs, mer, rivière...). Ils ont alors trois principaux impacts :

- l'acidification de nombreux lacs : l'importance de ces impacts varie selon la nature et les propriétés des lacs. A terme, l'acidification des eaux peut engendrer la mort écologique du lac,
- le dépérissement des forêts,
- la dégradation des pierres des bâtiments et des monuments historiques comme l'acropole d'Athènes par exemple. De même, les pluies acides sont responsables d'une érosion des surfaces métalliques (cuivre, zinc ...).

### → L'INCIDENCE DES PLUIES ACIDES SUR LA PRODUCTION DE MÉTHANE DES RÉGIONS SEPTENTRIONALES

Les pluies acides furent l'un des premiers problèmes écologiques transfrontaliers découverts par les sociétés. Elles touchent de nombreuses régions mais ne sont pas

considérées comme une véritable pollution planétaire, puisqu'elles ne modifient pas le fonctionnement du système-Terre dans son ensemble (Faucheux et Noël, 1990).

Pourtant, cette pollution, qui dépasse le niveau local ou régional, se situe à un niveau intermédiaire et touche des zones géographiques particulièrement importantes du point de vue des émissions de méthane. Il s'agit des régions septentrionales de l'Eurasie, qui caractérisées par la présence de sols gelés en permanence (permafrost), de marécages et de tourbières subarctiques, sont soumises à la fois au réchauffement et aux pluies acides. Par l'effet du réchauffement, la fonte d'une partie de la glace présente dans les sols gelés (permafrost) des régions septentrionales de l'Eurasie provoque des lacs temporaires dits thermokarstiques. A l'instar des marécages et tourbières subarctiques, ces lacs, récemment étudiés, ont la particularité de libérer des quantités non négligeables de méthane, puissant GES.

**Or il a été constaté que des sulfates venus se déposer sur les zones humides (marécages, tourbières, subarctiques...), par l'intermédiaire des pluies acides, limitent leurs émissions de méthane.**



#### QU'EST-CE QUE LE pH ?

C'est la mesure de l'activité chimique des ions hydrogènes (H<sup>+</sup>) en solution, soit littéralement le potentiel Hydrogène. Une solution neutre a un pH de 7. Quand la concentration en ions H<sup>+</sup> augmente, le pH diminue. Il peut être inférieur à 7 et la solution est dite acide. Inversement, au-dessus de 7, la solution est classiquement dite basique ou alcaline (ancienne terminologie).



#### QU'EST-CE QUE LES PLUIES ACIDES ?

"L'expression "pluies acides" (acid rain) désigne, stricto sensu, l'acidification de l'atmosphère due à l'Homme et résultant de l'augmentation des émissions d'oxyde de soufre, SO<sub>2</sub>, ainsi que d'oxydes d'azote, NOx (plus précisément NO et NO<sub>2</sub>)" (Faucheux et Noël, 1990). Ces composés (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>...), émis directement ou produits en réaction dans l'atmosphère, acidifient les pluies. Ils proviennent essentiellement des transports, des centrales thermiques, des industries...

En effet, à la suite d'expériences, il a été démontré que "la réduction des émissions de méthane croît lorsque le dépôt des sulfates [...] augmente" (Souchez, 2010).

**Ce concours de circonstance ne saurait faire oublier que le réchauffement climatique et les pluies acides restent des problématiques environnementales majeures auxquelles nous devons trouver des solutions efficaces à l'échelle planétaire.**



#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Il est reconnu que le réchauffement climatique serait très directement lié aux émissions anthropiques de GES. Ce phénomène ne doit pas être confondu avec d'autres problématiques environnementales telles le « trou » dans la couche d'ozone par exemple.
- Certains effets de ces problématiques peuvent se conjuguer. Ainsi, la relative extension de la banquise Antarctique, malgré le réchauffement climatique, serait favorisée par la persistance du "trou" dans cette région.
- Le phénomène de pluies acides interfère, quant à lui, en limitant les émissions de méthane des lacs temporaires, marécages et tourbières nés du réchauffement des sols gelés dans les régions septentrionales.
- La connaissance de ces effets combinés, même s'ils sont plutôt ici favorables, aide à comprendre la complexité dans laquelle évolue le scientifique et doit encourager à rester prudent sur la généralisation de grands principes et de solutions hâtives. Encore une fois, le recours à des stratégies de développement respectueuses du fonctionnement des écosystèmes semble être la meilleure voie.



## ❖ CHANGEMENT CLIMATIQUE ET OCÉANS

### Apprécier le rôle fondamental des océans dans la régulation du climat

Saisir l'évolution que subit l'océan depuis les dernières décennies et en comprendre les causes est particulièrement important pour comprendre le changement climatique. Ainsi, l'Homme doit continuer à améliorer sa connaissance des grands phénomènes naturels afin d'agir en connaissance de cause.

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) anthropiques dans l'atmosphère a des conséquences importantes sur l'équilibre du couple océan/atmosphère et sur la composition chimique de l'océan (acidification). Le changement climatique en cours modifie également les températures de l'océan, avec en par-

ticulier des conséquences sur le niveau des mers et la circulation océanique. Cette compréhension des phénomènes est particulièrement complexe, car on sait par exemple que, même si le bilan ne peut être donné actuellement avec précision, l'océan, considéré traditionnellement comme un puits de CO<sub>2</sub>, émet du CO<sub>2</sub> vers l'atmosphère dans certaines zones et absorbe du CO<sub>2</sub> atmosphérique dans d'autres.

*Cette fiche explique les impacts du changement climatique sur les océans et les limites du service qu'ils peuvent rendre comme puits naturels de carbone.*

#### LES EFFETS DE L'AUGMENTATION DE LA CONCENTRATION ATMOSPHÉRIQUE EN CO<sub>2</sub> SUR LES OCÉANS

##### → AUGMENTATION DE L'ABSORPTION DU DIOXYDE DE CARBONE PAR LES OCÉANS

**L'océan possède une capacité à absorber une partie du dioxyde de carbone injecté dans l'atmosphère par les activités humaines.** Les différents gaz de l'atmosphère se dissolvent en partie dans l'eau de l'océan, de manière à ce que leurs pressions partielles, dans l'air et dans l'eau, s'équilibrent. Ainsi, lorsque la pression partielle du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmente, un transfert se met en place de manière à rééquilibrer les pressions partielles des deux réservoirs. Ce phénomène permet à l'océan d'augmenter sa capacité d'absorption en CO<sub>2</sub> et ce, même si la température de l'océan augmente.

**Lorsque l'équilibre de départ est modifié, l'océan a un rôle de régu-**

**lateur biogéochimique qui permet à un nouvel équilibre de s'instaurer.**

Par exemple, si instantanément, on injectait autant de dioxyde de carbone dans l'atmosphère que ce qu'il contient, sa teneur en CO<sub>2</sub> doublerait (de 360 à 720 ppm). Mais les simulations prévoient que l'océan absorberait les trois quarts du carbone excédentaire, la concentration de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère se fixant à 450 ppm (Jacques et Saugier, 2008). Pour observer ce retour à un équilibre entre les deux réservoirs, d'après Jacques et Saugier (2008), il faudra attendre... un bon millier d'années.

**Ce phénomène, permettant de rétablir l'équilibre entre l'atmosphère et l'océan, est actuellement en cours.**

Entre le début du XIX<sup>ème</sup> siècle et la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est passée de 280 à

**QU'EST-CE QUE LE pH ?**

C'est la mesure de l'activité chimique des ions hydrogènes ( $H^+$ ) en solution, soit littéralement le potentiel Hydrogène. Une solution neutre a un pH de 7. Quand la concentration en ions  $H^+$  augmente, le pH diminue. Il peut être inférieur à 7 et la solution est dite acide. Inversement, au-dessus de 7, la solution est classiquement dite basique ou alcaline (ancienne terminologie).

**EN SAVOIR +**

**Lettre pigb-pmrc France n°21 - changement global - L'acidification des océans et ses conséquences**

[www.ocean-acidification.net/OAdocs/Martin\\_IGBPWCRParticle.pdf](http://www.ocean-acidification.net/OAdocs/Martin_IGBPWCRParticle.pdf)

**EN SAVOIR +**

**CNRS INFO N°40, Dilation thermique et montée des eaux, 2002**

[www.cnrs.fr/Cnrspresse/n400/pdf/n400rd06.pdf](http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/n400/pdf/n400rd06.pdf)

380 ppm. Pour rétablir l'équilibre entre l'atmosphère et la couche de surface de l'océan, la quantité de  $CO_2$  dissous augmente régulièrement dans la couche de surface (Maréchal et Mélières, 2010). L'océan joue donc un rôle de pompe à  $CO_2$  en absorbant une partie du  $CO_2$  anthropique.

De cette manière, l'océan a fixé environ le tiers du  $CO_2$  émis depuis le début de l'ère industrielle et sans lui, la teneur en  $CO_2$  de l'atmosphère aurait de 435 ppm et non pas d'environ 380 ppm en 2008 (Jacques et Saugier, 2008). Cette modification de l'équilibre, qui entraîne une augmentation de la concentration en  $CO_2$  dans l'océan, a une conséquence principale qui peut venir contrarier ce mécanisme : **c'est l'acidification des océans.**

**→ ACIDIFICATION DES OCÉANS**

**L'acidification des océans est l'expression utilisée pour décrire la diminution du pH de l'eau de mer** provoquée par l'absorption du  $CO_2$  atmosphérique d'origine humaine dans l'océan. Le pH diminue car l'augmentation de la dissolution du dioxyde de carbone dans l'océan entraîne, suite aux réactions chimiques impliquées, une élévation de la concentration en ions hydrogène ( $H^+$ ) et de leur activité.

**Or, plus l'océan s'acidifie, moins il peut absorber de  $CO_2$ .** Le pH moyen des eaux de surface océaniques a déjà diminué de 0,1 unité depuis le début de l'ère industrielle (Maréchal et Mélières, 2010) et si ce rythme se maintient, le pH sera réduit de 0,3 en 2100 et il sera, d'ici quelques siècles, plus acide qu'il ne l'a jamais été depuis 300 Millions d'années (Jacques et Saugier, 2008).

**Cette acidification des océans a des conséquences majeures pour les écosystèmes marins.** Même s'il est très difficile de faire des prévisions en termes d'évolutions des écosystèmes pélagiques, au moins deux hypothèses possibles, découlant d'expériences scientifiques, ont été énoncées :

- la première, formulée par le professeur Minday, est que l'acidification des océans pourrait perturber l'odorat des poissons et réduire leur instinct de survie.
- la seconde a été formulée par l'UMR Géoscience azur du CNRS basée à Villefranche-sur-mer. Les scientifiques de l'observatoire ont démontré que les mollusques ont du mal à fabriquer leur coquille dans une eau trop acide. Ils ont observé que l'acidification réduit de 50% la calcification des coraux et de 15 à 25% pour les moules et les huîtres.

**LES CONSÉQUENCES DE L'AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE DES OCÉANS**

Il est établi que les températures de surface moyennes de l'océan ont augmenté d'environ  $0,5^{\circ}C$  depuis 1970 (Delmas et al., 2007). La première conséquence de cette augmentation de température concerne l'évolution du niveau de la mer. Une autre conséquence décelée est la diminution de l'absorption de  $CO_2$ , donc la réduction du rôle de puits à  $CO_2$  de l'océan.

**→ ELÉVATION DU NIVEAU DE LA MER**

**La figure 16 montre que le niveau de la mer ne cesse d'augmenter depuis 1880.** Les mesures sont plus précises depuis 1992 avec l'apparition des mesures par satellites.

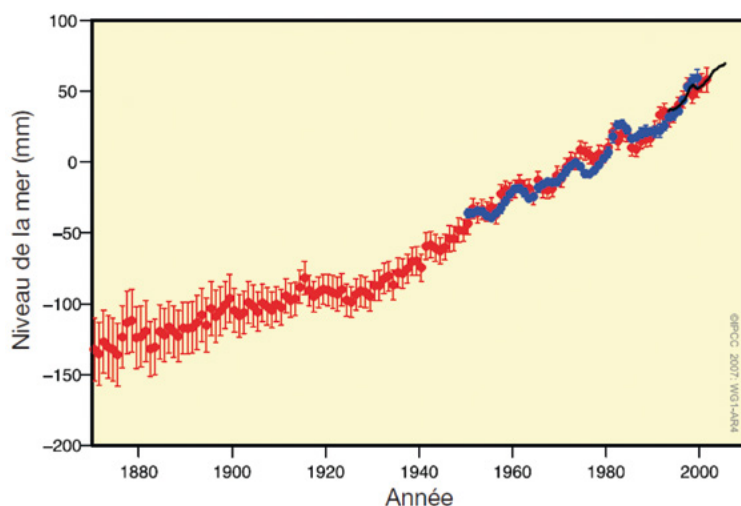
La première raison de l'élévation du niveau de la mer est l'augmentation de la température de surface qui entraîne une dilatation des eaux. "Une eau chaude est plus volumineuse qu'une eau froide".

La seconde raison est la fusion des glaciers continentaux et des calottes gla-

ciaires. La fonte de ces glaciers continentaux et de ces calottes glaciaires provoque un ajout d'eau douce dans l'océan ce qui contribue à élever le niveau de la mer. À titre d'exemple, si la calotte Antarctique

fond, cela entraînerait une élévation du niveau de la mer de 60 à 70 mètres. Voir aussi la **FICHE 9** > **Changements climatique et cryosphère.**

**FIGURE 16 - Moyenne annuelle mondiale du niveau de la mer**



En rouge, reconstruction des niveaux de zones de la mer, en bleu mesures marégraphiques et en noir altimétrie par satellite depuis 1992. Unités : mm par rapport à la moyenne 1961-1990.

D'après IPCC, 2007, WGI, fig 5.13

### → RÉDUCTION DE L'ABSORPTION DU CO<sub>2</sub> PAR L'OCÉAN

**Plus la température des eaux augmente, plus la capacité d'absorption de l'océan en CO<sub>2</sub> se réduit** et son rôle de pompe s'amenuise, car la quantité de CO<sub>2</sub> dissous est une fonction inverse de la température des eaux. Les eaux froides favorisent l'absorption du CO<sub>2</sub> par les océans.

### → MODIFICATION DE LA CIRCULATION OCÉANIQUE

Il existe deux types de courants marins, les courants de surface qui sont dus principalement aux vents et une circulation profonde des eaux océaniques qui est dépendante de la salinité et de la température. La plongée des eaux de surface vers le fond des océans dépend de leur

densité. Les eaux plus salées ainsi que les eaux froides sont plus denses, les eaux douces et/ou chaudes sont moins denses.

**Le réchauffement de la température des eaux de surface et l'apport d'eau douce (fonte des glaciers continentaux...) peut modifier les courants en place notamment au Groenland.**

Les courants marins transportant de la chaleur, la modification des circulations pourra avoir des conséquences sur le climat lui-même. Voir aussi la **FICHE 1** > **Les facteurs de la variabilité climatique.**

**D'importantes modifications, que ce soit dans l'océan ou dans ses relations avec les autres réservoirs (atmosphère principalement) sont attendues en réponse au changement climatique.**

### EN SAVOIR +

Le site de l'IFREMER  
[www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)



### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le phénomène permettant de rétablir l'équilibre gazeux entre l'atmosphère et l'océan est actuellement en cours.
- Les océans absorbent une partie du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, ce qui a pour conséquence principale leur acidification (diminution du pH des eaux) et consécutivement une modification de l'écosystème marin.
- L'augmentation de la température à la surface de la Terre s'accompagne d'une augmentation des températures de surfaces des océans entraînant à l'inverse une réduction de leur capacité d'absorption du CO<sub>2</sub>, mais aussi la dilatation des eaux et une élévation du niveau de la mer.
- Combiné à l'apport d'eau douce par les fontes de glaces continentales, le réchauffement de la température des eaux de surface peut modifier à terme les courants marins, qui auront de lourdes conséquences sur le climat lui-même. Car l'océan joue un rôle fondamental dans la régulation du climat par son rôle dans le transfert de chaleur de l'équateur vers les pôles.

## ❖ CHANGEMENT CLIMATIQUE ET CRYOSPHERE

### Clarifier le rôle et l'importance relative des composantes de la cryosphère

Les glaces peuvent être à la fois des marqueurs des effets du changement climatique par leur bilan de masse et interférer par leurs spécificités dans la « machine climatique ». Leur analyse chimique fournit aussi nombre d'informations sur les conditions des changements climatiques passés. Les glaces, polaires en particulier, peuvent apparaître comme mémoires des changements climatiques, en subissant ces changements ou encore comme acteurs de modifications de notre environnement. Chaque composante de la cryosphère a ses propres spécificités et ses

propres réactions face au changement climatique. Il faut donc bien séparer les différentes composantes lors de leur analyse car leurs importances et leurs conséquences ne sont pas les mêmes.

***Cette fiche met en évidence, en particulier, ici, l'importance des glaces continentales sur l'élévation du niveau de la mer, mais aussi celui des glaces de mer sur les échanges de chaleur et les circulations océaniques et atmosphériques.***



#### QU'EST-CE QUE LA CRYOSPHERE ?

C'est la composante du système climatique constituée de la totalité de la neige, de la glace et du gélisol au-dessus et au-dessous de la surface des terres émergées et des océans (GIEC, 2007). Pour *Fellous et Gauthier (2007)*, la cryosphère comprend les différentes parties de la Terre dont la température est inférieure à 0°C, au moins une partie de l'année. La cryosphère comprend donc les glaciers continentaux (inlandsis), le permafrost, les glaces de mer...

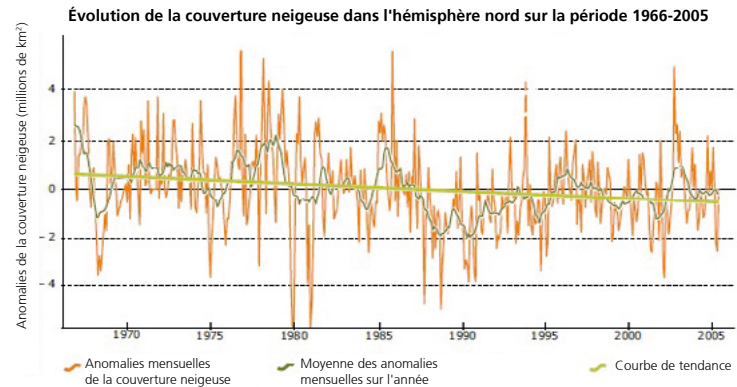
#### IMPORTANCE DES GLACES CONTINENTALES (CALOTTES DE GLACE ET GLACIER DE MONTAGNE) SUR L'ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER

**Les glaces continentales représentent le premier réservoir d'eau douce,** l'Antarctique détient 90% des glaces terrestres (environ 30 milliards de km<sup>3</sup> de glace) (*Fellous et Gauthier, 2007*). Que ce soit les glaciers de montagne ou les calottes de glace, ils se forment de la même manière, par accumulation de la neige, qui progressivement se transforme

en glace. La variation annuelle de leur volume dépend de deux facteurs : l'apport de neige et la perte de glace.

Si la perte de glace est plus importante que l'apport de neige, cela entraîne une diminution du volume de glace et, si l'eau de fonte est transférée à l'océan, une élévation du niveau de la mer.

**FIGURE 17 - Anomalies de couverture neigeuse correspondant à l'écart constaté chaque mois avec la moyenne glissante annuelle**



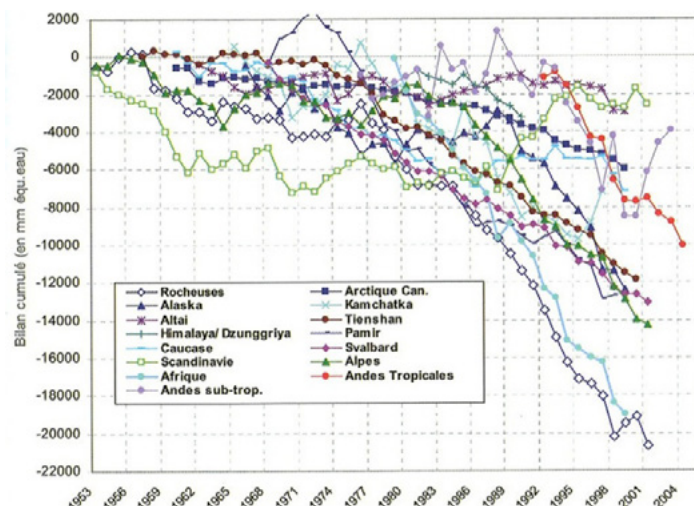
D'après l'Agence européenne pour l'environnement, 2006, à partir de données NOAA et PNUE.

**Les calottes de glace** se forment uniquement aux hautes latitudes. Il en existe deux actuellement, l'une sur le Groenland et l'autre sur le continent Antarctique. Ces deux calottes de glace **ont une importance capitale puisque leur disparition entraînerait une élévation du niveau de la mer** de 60 à 70 mètres (calotte Antarctique) et de 6 à 7 mètres (calotte du Groenland). Par conséquent, même une fonte partielle de ces calottes

pourrait avoir de forts impacts sur le niveau de la mer.

**Les glaciers de montagne** sur le XX<sup>ème</sup> siècle, à l'échelle de la planète, sont presque tous en constante diminution et l'évolution des bilans de masse cumulés est explicite ; elle indique une accélération de la régression des glaciers vers les années 1980 (*Maréchal et Mélières, 2010*). (Figure 18)

**FIGURE 18 - Evolution depuis 1953 des bilans de masse cumulés moyens des principaux glaciers**



D'après Francou et Vincent, 2007.

Le recul des glaciers ayant débuté bien avant ce siècle, (dans les Alpes il a débuté au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle, dans les Andes tropicales dès le XVIII<sup>ème</sup> siècle), il ne peut être attribué à l'activité humaine. La quantité de gaz à effet de serre (GES) émis par l'Homme au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle est trop faible pour en être le responsable à cette époque. Le recul des

glaciers, au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, est naturel, il est une réponse à la fin du Petit Age Glaciaire. **En revanche, la forte accélération du recul des glaciers qui se dessine aux alentours des années 1980 peut apparaître comme la signature de l'impact du réchauffement climatique** (Maréchal et Mélières, 2010).



### ATTENTION À NE PAS CONFONDRE PERTE DE MASSE ET REcul DES GLACIERS

L'avancement ou le recul d'un glacier est facile à percevoir grâce à des photos, des témoignages ou des preuves (moraines). Mais cette évolution dépend de nombreux paramètres des glaciers (forme du glacier, pente, exposition) qui ne sont pas reliés de façon directe à l'évolution du climat (Maréchal et Mélières, 2010), tous ces paramètres étant différents d'un glacier à l'autre. La variation de longueur des glaciers ne peut donc pas être un indicateur scientifique du changement climatique puisqu'en plus des conditions climatiques de l'année, elle intègre le climat passé.

En revanche, le bilan de masse annuel d'un glacier est un paramètre significatif de l'évolution climatique. C'est la différence entre la quantité de glace accumulée par le glacier au cours de l'année et la quantité perdue (Maréchal et Mélières, 2010). Il est donc lié directement aux conditions climatiques annuelles. Son calcul plus long qu'une simple observation peut être un inconvénient.

### IMPORTANCE DES GLACES DE MER SUR LA CIRCULATION OCÉANIQUE ET LES ÉCHANGES DE CHALEUR AVEC L'ATMOSPHÈRE

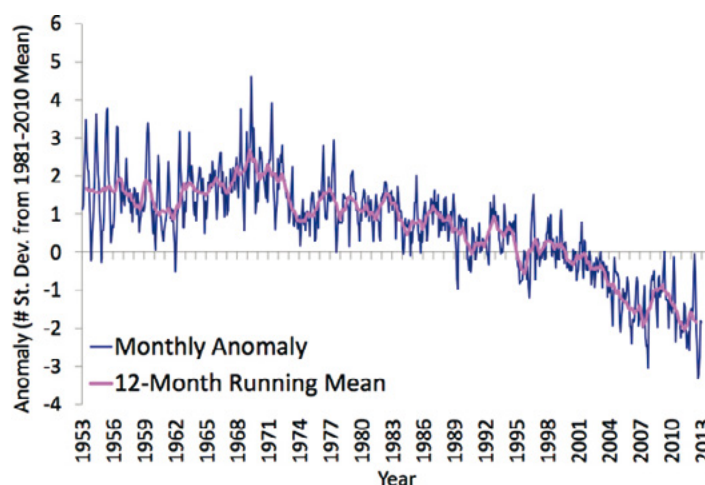
**Les glaces de mer** proviennent de la congélation de l'eau de mer (GIEC, 2007). Elles se forment lorsque l'eau de mer atteint une température comprise entre -1.7 et -1.9°C. Les glaces de mer **sont très présentes dans les océans Arctique et austral avec des surfaces variant fortement entre l'été et l'hiver**. Pour l'océan Arctique, la mer gèle sur une surface de 8 millions de km<sup>2</sup> en été jusqu'à 16 millions de km<sup>2</sup> en fin d'hiver (Fellous et Gauthier, 2007). Pour l'océan Austral, cette différence entre été et hiver est encore plus forte, les variations vont d'environ 4 millions de km<sup>2</sup>

en été à près de 20 millions de km<sup>2</sup> à la fin de l'hiver austral (Fellous et Gauthier, 2007). De plus, l'évolution des glaces de mer dans l'hémisphère Sud et dans l'hémisphère Nord ne sont pas les mêmes. En effet, d'après Souchez (2010), la superficie des glaces de mer a diminué dans l'hémisphère Nord (environ 1 million de km<sup>2</sup> sur 16 millions<sup>3</sup>), alors que la superficie des glaces de mer de l'Antarctique a augmenté ce qui s'explique par un effet du "trou" dans la couche d'ozone en Antarctique. Voir aussi la **FICHE 7** > Effets combinés de l'action de l'Homme sur l'atmosphère.

<sup>3</sup> Pour repère, la superficie de la France est de 0,6 million de km<sup>2</sup>



**FIGURE 19 - Anomalies de surface des glaces de mer de l'hémisphère Nord entre 1953 et 2013.**



D'après Walt Meier and Julienne Stroeve, National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, Boulder, 2013

### QU'EST-CE QUE L'ALBÉDO?

C'est le rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface à l'énergie solaire incidente. "Les surfaces enneigées ont un albédo élevé [...] et les surfaces couvertes de végétation et les océans ont un albédo faible". (GIEC, 2007)

**Chaque variation, même infime, de l'étendue des glaces de mer modifie le climat et l'environnement.** En effet, les glaces de mer isolant l'océan des échanges de chaleur avec l'atmosphère (Fellous et Gauthier (2007), toute modification de leur superficie engendre différentes rétroactions :

- modification de la température,
- modification de l'humidité,
- modification de la salinité.

A titre d'exemple, l'albédo, qui influence directement la température de l'atmosphère, en présence des glaces de mer est de 85% alors qu'en l'absence de ces mêmes glaces de mer, l'océan libre de glace ne possède plus qu'un albédo de 25%.

Dans le même esprit, la circulation océanique, dépendant principalement de la

température et de la salinité des eaux, pourrait être modifiée, avec comme effet en chaîne une influence sur la circulation atmosphérique et le climat lui-même (Fellous et Gauthier, 2007).

Voir aussi la [FICHE 1](#) > Les facteurs de la variabilité climatique et la [FICHE 8](#) > Changement climatique et océans.

A noter que la fonte des glaces de mer n'a aucun effet sur le niveau de la mer puisque la glace de mer est en équilibre hydrostatique (Souchez, 2010).

La variation de l'étendue des glaces de mer non seulement modifie l'environnement physique (albédo, température, salinité...), mais bouleverse également l'environnement biologique car les glaces de mer représentent un habitat privilégié pour les écosystèmes locaux.

## IMPACT DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR LE PERGÉLISOL

Le **pergélisol** est une zone gelée en permanence sur une certaine profondeur. Cette profondeur peut aller de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Le pergélisol recouvre 23 millions de km<sup>2</sup>, ce qui fait environ un quart des terres de l'hémisphère nord (*Maréchal et Mélières, 2010*).

**Le réchauffement fait que l'épaisseur de la couche active, couche de surface située au-dessus du pergélisol qui gèle et dégèle chaque année, est plus importante et que l'épaisseur de la couche de sol gelé en permanence diminue** (*Maréchal et Mélières, 2010*).

Dans l'hémisphère nord, l'étendue maximum du pergélisol s'est réduite d'environ 7 % depuis 1900. La température de la couche supérieure du pergélisol a augmenté jusqu'à 3°C depuis les années 1980 (*GIEC, 2007*).

**Les changements de conditions de pergélisol peuvent affecter l'approvisionnement en eau, l'écoulement des fleuves, l'échange carbonique, la stabilité du paysage et peuvent endommager les infrastructures** (*GIEC, 2007*).

Voir aussi la **FICHE 7** > Effets combinés de l'action de l'Homme sur l'atmosphère.

**QU'EST-CE QUE LE PERGÉLISOL OU PERMAFROST ?**

C'est un sol ou une roche dont une partie ou la totalité de l'eau interstitielle est gelée en permanence (*GIEC, 2007*).

**CE QU'IL FAUT RETENIR**

- Les glaces continentales représentent le premier réservoir d'eau douce.
- Si la perte de glace est plus importante que l'apport de neige, cela entraîne une diminution du volume de glace, et, si l'eau de fonte est transférée à l'océan, une élévation du niveau de la mer. Actuellement, on assiste à une accélération de la diminution du bilan de masse des glaciers liée au changement climatique.
- Les glaces de mer isolent l'océan des échanges de chaleur avec l'atmosphère. Toute modification de leur superficie engendre la modification de la température et de la salinité des eaux et le taux d'humidité dans l'atmosphère. Actuellement, on assiste à une diminution drastique de leur superficie en Arctique.

## ❖ CHANGEMENT CLIMATIQUE ET BIODIVERSITÉ

### Savoir aborder la question de l'adaptation des milieux naturels aux effets du changement climatique

#### QU'EST-CE QU'UN FACTEUR LIMITANT ?

C'est un caractère environnemental dont l'excès ou le défaut conditionne le développement des êtres vivants.

La biosphère est un système vivant complexe en équilibre permanent. Les espèces ne sont réparties ni uniformément ni de manière homogène à la surface de la Terre. Cette diversité biologique, formée par des millions d'organismes est loin d'être figée puisqu'elle a connu (et connaîtra) de nombreuses fluctuations, que ce soit dans un temps proche (biologique et écologique) ou dans un temps plus long (géologique et phylogénétique) (Escarguel, 2009).

Les facteurs climatiques s'inscrivent dans les **facteurs limitants** avec lesquels l'environnement compose. La réflexion sur le changement climatique implique de faire la part entre l'ordinaire et ce qui est particulier au changement qui s'opère (vitesse du changement, origine...). L'affirmation de l'origine anthropique de ce changement induit aussi une responsabilité de

la société sur ces changements et impose de faire la distinction entre les capacités naturelles des écosystèmes à évoluer avec le climat et le soutien dont doit faire preuve l'humanité vis-à-vis de ces mêmes écosystèmes.

Beaucoup de scientifiques envisagent aujourd'hui une nouvelle grande crise d'extinction, celle de l'Holocène (époque géologique dans laquelle nous vivons), dont le responsable serait l'espèce humaine par son action sur l'environnement et celle des énergies qu'il a su maîtriser. (Grinevald, 2011).

**Cette fiche revient sur la singularité et la rapidité de ce changement climatique et la modification des paramètres écologiques affectant la vie des espèces, leur répartition et leur nombre.**

#### LES PARTICULARITÉS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LEURS INFLUENCES SUR LES STRATÉGIES D'ADAPTATION DU VIVANT

Les précédents passages d'une période glaciaire à interglaciaire ou inversement engendraient un changement de température d'environ 5°C, une fois moyennée sur la surface de la planète (Maréchal et Mélières, 2010). Selon le GIEC, la température moyenne à la surface de la Terre devrait augmenter de 1,4 à 5,8°C d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, avec un réchauffement plus important pour les zones terrestres et les latitudes élevées que pour les océans et les régions tropicales. Même si l'augmentation (prévue) des températures est du même ordre que celle des changements passés, trois spécificités rendent particulier ce changement climatique.

La première est que les précédentes oscillations de température entre période glaciaire et période chaude (ou interglaciaire) étaient naturelles, elles étaient dues à une modification des fluctuations du soleil et aux rétroactions qui suivaient, alors que **ce changement climatique est incontestablement dû aux activités humaines** (Académie des Sciences, 2010). Voir aussi **FICHE 1** > Les facteurs de la variabilité climatique.

**La seconde spécificité est la rapidité de l'augmentation des températures.** En effet, les transitions glaciaires interglaciaires ont mis plusieurs millénaires pour se mettre en place à l'échelle mondiale alors que le changement climatique actuel se

ferait en seulement quelques siècles. Les écosystèmes n'auront donc pas le même laps de temps pour s'adapter. Les adaptations (évolution génétique, sélection naturelle) ou les migrations ayant permis aux espèces de s'adapter lors des transitions glaciaires-interglaciaires auront moins de temps pour se développer.

La troisième particularité de ce changement climatique, est que **la Terre, actuellement dans une période interglaciaire chaude, passerait dans une période encore plus chaude.** C'est donc un contexte environnemental nouveau que nous devrions connaître dans une centaine d'années.

## LES PRINCIPALES MODIFICATIONS DES FACTEURS LIMITANTS CLIMATIQUES

Les modifications du changement climatique sont visibles à travers deux classes de modifications principales pour *Maréchal et Mélières (2010)*. L'une est l'avancée de la saison chaude, qui entraîne une avancée du cycle de la vie, introduisant un décalage temporel entre de nombreux cycles, [...] (désynchronisation déjà observée entre les dates de reproduction et les dates de disponibilité du stock alimentaire) et l'autre « l'élévation de la température moyenne, qui entraîne d'une part des déplacements [...] et d'autre part des adaptations (développement de la taille, évolution de la fréquence de reproduction...).



### RAPPEL SUR LES PRINCIPAUX FACTEURS LIMITANTS CONDITIONNANT LE DÉVELOPPEMENT DES ESPÈCES

Dans un temps proche, les changements de la biodiversité sont régis par les facteurs biologiques et écologiques. Les principaux facteurs limitants peuvent être catégorisés selon qu'ils sont climatiques, édaphiques (caractéristiques liées au sol), ou biotiques.

- Les **facteurs climatiques** sont principalement la température, la lumière, les précipitations ou le vent.
- Les **facteurs édaphiques** sont ceux en rapport avec le sol. Cela peut-être la texture du sol, sa structure ou encore l'hygrométrie, mais les facteurs limitants édaphiques peuvent également être chimiques. La biodiversité sera différente selon le pH des sols, ou bien selon les différents éléments minéraux présents.
- Enfin, les **facteurs biotiques** caractérisent l'ensemble des influences qu'exercent les êtres vivants entre eux et sur leur milieu. Ce sont des facteurs comme la prédation (et le parasitisme), la compétition, qu'elle soit entre les différentes espèces (compétition interspécifique) ou entre les différents individus de la même espèce (compétition intraspécifique).

Il est important également d'étudier **la combinaison de ces différents facteurs**. En effet, étudiés un à un, ils peuvent ne pas être limitants alors que leur combinaison peut l'être.

Enfin, **les facteurs écologiques d'adaptation telle que la sélection naturelle** doivent être pris en compte. La sélection naturelle est un tri des individus les plus aptes à survivre ou à se reproduire, quelle que soit la raison pour laquelle ils possèdent une telle aptitude.

### EN SAVOIR +

Le site du CNRS - EVOLUTION De l'origine de la vie aux origines de l'homme

[www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/)

[www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/normal/normal.html)

### QU'EST-CE QUE LA FORME PHYSIQUE ?

C'est "une mesure de l'aptitude d'un individu à produire une progéniture viable et à contribuer aux futures générations" (Mackenzie et al., 2000).



### RAPPEL SUR LES PRINCIPAUX FACTEURS LIMITANTS CONDITIONNANT LE DÉVELOPPEMENT DES ESPÈCES (SUITE)

Les gènes que possèdent les individus les plus aptes à la survie deviendront fréquents, tandis que les gènes avec la plus mauvaise chance de survie pour les individus deviendront rares. La sélection naturelle qui agit sur les différences héréditaires dans la **forme physique** aboutit à une adaptation ; étant entendu que d'un point de vue de l'écologie, l'adaptation est : tout trait héréditaire (caractère capable d'être transmis aux générations suivantes), qu'il soit comportemental, morphologique ou physiologique, qui peut aider à la survie ou à la reproduction dans un environnement particulier (Mackenzie et al., 2000). Cette adaptation permet aux espèces d'évoluer pour survivre à un changement de leur environnement. Malgré cela, des changements importants (lents ou rapides) ont entraîné des extinctions massives d'espèces.

### → L'ALLONGEMENT DE LA SAISON CHAUDE

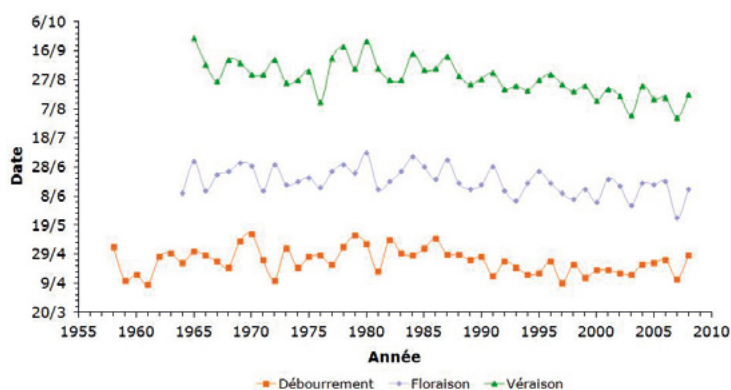
Le début de la saison chaude est avancé et la fin retardée ; on assiste donc à son allongement.

Les conséquences de l'avancée de la saison chaude sont déjà visibles à travers des observations, principalement dans le domaine agricole, documentant essentiellement **l'évolution des dates de floraison et de fructification** (Maréchal et Mélières, 2010). La *figure 20* est un exemple de ces observations sur les différents stades de développement (débournement, floraison, véraison) du Riesling. D'autre part, en ce qui concerne les ani-

maux, l'allongement de la saison chaude se répercute sur les **dates de migration**, avec des arrivées plus précoces et des départs plus tardifs (observations concernant les USA, l'Europe, l'Afrique et l'Australie).

Enfin, l'avancée de la saison chaude peut engendrer une **"désynchronisation" de l'offre et de la demande en nourriture lors de la période de reproduction** (Maréchal et Mélières, 2010) ce qui peut avoir des conséquences importantes. Si la nourriture n'est plus disponible au moment de la reproduction, cela peut fragiliser les écosystèmes.

FIGURE 20 - Stade de développement du riesling en Alsace



D'après Duchêne et Schneider, 2005

## → L'ÉLEVATION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE

**L'élévation de la température moyenne intervient fortement sur le déplacement des espèces** qui ont comme technique d'adaptation, la migration, afin de retrouver les températures dont elles ont besoin pour s'épanouir. Les espèces qui auront besoin de migrer pour s'adapter auront plus de difficulté à migrer lors de ce changement climatique que lors des précédents puisque, en plus des contraintes spatiales (barrières naturelles<sup>4</sup>) qui étaient déjà présentes lors des précédents changements climatiques, deux contraintes s'ajoutent :

- La colonisation des sols par l'Homme. En effet, une partie importante des terres étant déjà utilisée par l'Homme, notamment pour l'agriculture ou l'urbanisation, cela réduit les possibilités de migration des espèces (*Maréchal et Mélières, 2010*).
- La vitesse du changement environnemental. La rapidité avec laquelle le cli-

mat évoluera (quelques siècles contre plusieurs millénaires), fait que seules les espèces les plus opportunistes, à forte capacité de dissémination et à croissance rapide, pourraient s'adapter (*Arnould et Simon, 2007*).

### **Pour autant, il est difficile d'anticiper l'adaptation locale des écosystèmes à un changement global.**

Des facteurs locaux peuvent intervenir, par exemple un sol suffisamment épais, peut compenser le climat peu favorable à une espèce et ainsi lui permettre de s'adapter (*Arnould et Simon, 2007*). De plus, comme le disent Arnould et Simon, le facteur le plus important pour les végétaux semble bien davantage le bilan hydrique des sols, en période de végétation notamment, que les moyennes thermiques. Il est difficile d'établir les transformations que subira un écosystème uniquement à partir de la température moyenne, de nombreux facteurs rentrant en jeu. On sait par exemple que des effets de seuils interviendront sur les réponses adaptatives des espèces pour des températures extrêmes.



### **QU'EST-CE QUE LA RÉSILIENCE ?**

“Capacité d'un système social ou écologique à absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements” (*4ème rapport du GIEC, 2007*).

## PRISE DE REcul SUR LES DYNAMIQUES D'ÉVOLUTION DU VIVANT ET SUR LA RESPONSABILITÉ DES POLITIQUES DE GESTION DES ÉCOSYSTÈMES

### → LA RÉSILIENCE DU VIVANT DANS LE TEMPS : PEUT-ON PARLER D'UNE NOUVELLE ÈRE “L'ANTHROPOCÈNE” ?

**La biodiversité a une histoire, longue de plus de 3,5 milliards d'années, mouvementée, faite d'extinctions et de diversifications, de crises et de reconquêtes, sur fond de catastrophes naturelles et de changements globaux** (*Escarguel, 2009*).

Il a été démontré qu'elles ont été systématiquement suivies d'une phase d'expansion, c'est-à-dire de développement accru de la biodiversité. En effet, la dynamique de l'évolution a toujours permis

de compenser ces extinctions massives et d'accroître, après plusieurs dizaines de millions d'années, le nombre total de familles que compte la Terre. En réponse à cette perte de biodiversité, une régression du vivant a lieu mais cette régression ne dure que 10 à 15 millions d'années, cette période correspondant au temps dont la planète a besoin pour se réorganiser.

**La figure 21 montre l'augmentation du nombre relatif d'êtres vivants après une extinction.** Cette figure est importante non pas pour le nombre d'extinctions qu'elle définit mais pour les périodes d'expansion qui les suivent.

### EN SAVOIR +

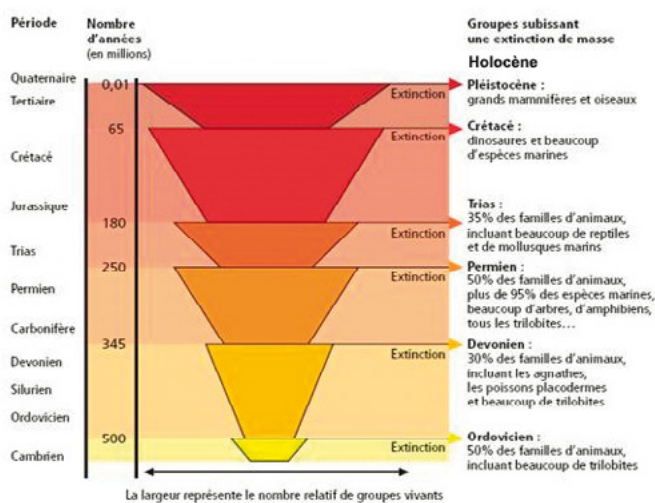
#### Le site du CNRS

#### Extinction des espèces et crises d'extinction

[www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv\\_chapA\\_p2\\_f1&zoom\\_id=zoom\\_a2\\_1](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapA_p2_f1&zoom_id=zoom_a2_1)

<sup>4</sup> Les barrières naturelles comme les mers (la mer Méditerranée), les chaînes de montagne (Alpes, Pyrénées) peuvent ralentir ou empêcher la migration des espèces animales et végétales (*Arnould et Simon, 2007*).

FIGURE 21 - Les grandes crises d'extinction de la biodiversité



D'après Barbault, 2000 p. 43, tiré de CNRS

**Les actions de l'Homme ont modifié l'équilibre de la Terre et entraîné un changement climatique différent des changements climatiques passés. Certains scientifiques parlent d'une nouvelle époque, l'Anthropocène, qui succéderait à l'époque définie actuellement, depuis environ 12 000 ans, l'Holocène.**

Le terme Anthropocène est "un néologisme scientifique relativement récent" (Grinevald, 2008) qui traduit l'influence de l'Homme sur le fonctionnement des écosystèmes de la planète. D'après quelques scientifiques dont Paul Crutzen, prix Nobel de chimie en 1995, cette entrée dans une nouvelle ère s'est faite très récemment, à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle. Pour être plus précis, les débuts de cette nouvelle ère "remonteraient symboliquement à la création par James Watt de la machine à vapeur en 1784" (Cometti G., 2009) alors que pour Jacques Grinevald, le début de l'Anthropocène est lié au cycle du carbone. En effet, la variation de CO<sub>2</sub> oscillait entre 180 ppm en période glaciaire et 280 ppm en période interglaciaire alors qu'actuellement la concentration est de plus de 380 ppm. C'est la discontinuité, le début de l'accélération

des changements, la rupture d'avec la stabilité de l'Holocène qui marquerait le début de l'Anthropocène.

Guy Jaques (2011) estime, quant à lui, que l'entrée dans l'Anthropocène a deux causes : l'une technologique, l'autre démographique. Ce sont donc les évolutions, tant démographique que technologique, qui ont entraîné l'entrée dans cette nouvelle ère géologique, d'après ces scientifiques.

La création de cette nouvelle ère a pour objectif de reconnaître que l'espèce humaine, par son action et ses répercussions en cascades, est devenue la principale force géologique et qu'elle modifie le climat, la biosphère l'hydrosphère, la lithosphère (Grandjean, 2011) mais également les cycles biogéochimiques (cycle du carbone, de l'azote...). Pour cela, un groupe de travail, qui dépend de la commission internationale de stratigraphie, crée un dossier pour faire entrer l'Anthropocène comme nouvelle époque officielle lors des prochains Congrès géologiques internationaux.

**La reconnaissance de la responsabilité de l'Homme oblige à considérer**



### son action pour soutenir l'adaptation du vivant aux nouvelles conditions.

Selon le schéma observé, il serait facile de conclure à un élargissement des groupes vivants au changement climatique malgré la disparition importante d'espèces. Cette résilience dont fait preuve le vivant se joue à l'échelle des temps géologiques. Elle n'est sans doute pas à mettre en relation avec la capacité d'adaptation d'un certain nombre d'espèces, les "invasives" par exemple, qui progressent aux dépens d'autres espèces locales, subissant plus les effets des avancées de la saison chaude ou de l'élévation de température. Il s'agit là d'une adaptation spontanée à plus court terme sur laquelle notre société doit se poser la question des effets sur le fonctionnement et la richesse des écosystèmes.

### → L'ADAPTATION DES POLITIQUES DE GESTION DE LA BIODIVERSITÉ FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'histoire montre que la mise en place de stratégies de préservation de la biodiversité repose sur la manière d'associer protection et développement. C'est pourquoi on parle plutôt de gestion des milieux.

**La première politique mise en place pour protéger la biodiversité** fut de créer des réserves strictes (wilderness areas) (Arnould et Simon, 2007). C'était la vision américaine. Ces réserves étaient des espaces sauvages soustraits à l'intervention des sociétés qui étaient en opposition avec l'espace habité transformé par l'Homme (Arnould et Simon, 2007). Cette notion de réserves strictes sera intégrée dans une seconde vision de la protection de la nature, qui va se développer : les parcs nationaux. Le premier parc national créé est celui de Yellowstone aux Etats-Unis en 1872. Cependant, ce n'est qu'à partir de la conférence de Londres en 1933 que la notion des parcs nationaux est clairement établie et elle repose sur trois principes (Arnould et Simon, 2007) :

- la responsabilité étatique,
- l'exclusion des activités jugées incompatibles avec la protection (chasse,

cueillette, abattage d'arbres),

- l'ouverture au public à des fins d'observation.

A travers ces parcs, apparaît une ambiguïté entre conservation de cette nature exceptionnelle, souci d'ouverture au public et intérêts économiques (Arnould et Simon, 2007). En effet, l'une des conditions du classement du parc Yellowstone était « l'absence de valeur économique » (Arnould et Simon, 2007), telle était la vision des relations Homme/ Nature à cette période. Mais l'inadéquation entre protection totale et conservation de la biodiversité (Arnould et Simon, 2007) s'est révélée par la dégradation de la biodiversité. La fermeture de ces aires à toute activité anthropique a modifié l'équilibre de l'écosystème et entraîné la dégradation de la biodiversité qu'il voulait protéger. Cette expropriation des populations a provoqué une concentration sur les environnements voisins non protégés accompagnée d'une perte de biodiversité sur ces mêmes territoires voisins.

**Dans la deuxième moitié du XXème siècle, l'internationalisation des questions environnementales remet en cause cette vision** et de nouvelles questions sur la manière d'aborder la protection de la nature sont développées. Le résultat est le passage de stratégies de protection à des stratégies de gestion des espaces naturels remarquables, ce qui implique d'intégrer de nouveaux aspects dans la protection tels que la considération des sociétés comme facteurs de conservation ou le maintien de l'activité humaine pour favoriser l'hétérogénéité du milieu (Arnould et Simon, 2007).

Ce changement de stratégie est possible grâce aux nouvelles recherches scientifiques et aux nombreux textes internationaux de protection de la nature (convention de RAMSAR sur les zones humides (1971), convention CITES sur le commerce des espèces de faune et flore sauvage (1975), convention de Bonn relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (1979)...)

signées par les pays.

Le programme *Man and biosphère* (MAB), défini par l'UNESCO en 1970, met l'accent sur "la nécessité d'associer conservation, développement et mise en réseau des espaces protégés" (Arnould et Simon, 2007).

**C'est bien cette mise en réseau qui est aujourd'hui au cœur des réflexions sur la préservation de la biodiversité.**

Le congrès de l'UICN de 2003 à Durban a envisagé un dispositif capable de répondre à ces dynamiques : la notion de

"corridor écologique". "L'objectif est ici de maintenir, voire d'établir, des espaces de connexion entre les différents habitats de manière à permettre la mobilité des espèces" (Arnould et Simon, 2007).

**Le changement climatique en cours engendrera des déplacements d'espèces. La connexion entre les différents habitats est donc encore plus importante et il s'agit de prévoir ces connexions, permettant aux espèces de se déplacer, dans les politiques d'aménagement du territoire.**



#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Outre son origine et la rapidité de l'augmentation des températures, la caractéristique la plus importante du changement climatique en cours est que la Terre, qui est actuellement dans une période interglaciaire chaude, passerait d'ici la fin du siècle dans une période encore plus chaude.
- Ces particularités influencent directement les stratégies d'adaptation du monde vivant et doivent nous obliger à considérer notre action pour soutenir l'adaptation du vivant aux nouvelles conditions. La reconnexion des milieux naturels entre eux est l'action la plus évidente.
- En effet, les principales modifications constatées des facteurs limitants climatiques sont :
  - L'avancée de la saison chaude qui entraîne une avancée du cycle de la vie, introduisant un décalage temporel entre de nombreux cycles (par exemple entre celui de la reproduction et celui de la disponibilité du stock alimentaire).
  - L'élévation de la température moyenne qui entraîne d'une part des déplacements et d'autre part des adaptations des espèces (développement de la taille, évolution de la fréquence de reproduction...).

## ❖ ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES ET CLIMATIQUES EXTRÊMES ET LEURS CONSÉQUENCES

### Comprendre les difficultés d'appréciation de l'influence du changement climatique sur l'évolution des événements météorologiques et climatiques extrêmes

L'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Ces phénomènes extrêmes engendrent alors des catastrophes dans les sociétés humaines, au caractère sous entendu inéluctable. Les conséquences pourraient toutefois être évitées par des mesures en amont de respect du fonctionnement des écosystèmes et une organisation des sociétés humaines plus efficiente.

Par souci de transparence mais aussi de prévention, il est important de connaître les avancées de la recherche sur ce champ et de faire la part des choses.

*Cette fiche apporte un éclairage sur ce que la recherche qualifie d'événements météorologiques et climatiques extrêmes, sur leurs liens avec le changement climatique et sur l'intervention possible pour limiter leurs répercussions.*

#### CARACTÉRISATION DES ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES ET CLIMATIQUES EXTRÊMES ET DE L'INFLUENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LEUR ÉVOLUTION

**Il existe une multitude d'événements météorologiques et climatiques extrêmes, selon leurs caractéristiques propres mais aussi les échelles temporelle et spatiale auxquelles ils se produisent.** En effet, certains événements se produisent sur un court laps de temps (cyclones, orages...) et d'autres se déroulent sur de longs pas de temps (sécheresse, grands froids...). "Les événements climatiques se différencient également par leur échelle spatiale, du phénomène local comme la tornade jusqu'au phénomène étendu comme la sécheresse" (*Goubanova, 2007*).

La connaissance des caractéristiques des événements climatiques extrêmes et leur distinction en deux catégories facilitent l'observation de leur évolution. On distingue :

- **les événements simples** qui ne sont caractérisés que par une seule variable (la température par exemple). Leur connaissance repose sur l'observation de l'évolution des valeurs extrêmes des paramètres climatiques (température, précipitation),
- **et les phénomènes complexes** qui sont associés à plusieurs variables (sécheresse, crues,...) et qui peuvent résulter "d'une dissipation, subite et chaotique, d'énergie accumulée" (*Bourrelier et Dunglas, 2009*) comme les cyclones ou les tempêtes. Un cyclone, par exemple, se caractérise ainsi à la fois par des précipitations intenses mais également par des vents forts (*Goubanova, 2007*).

Tous les événements extrêmes ne sont pas abordés dans la suite de ce document, mais seulement les principaux, qui sont aussi, souvent, les mieux documentés. L'impact du changement climatique sur ces événements est souligné.



#### QU'EST-CE QU'UN ÉVÉNEMENT EXTRÊME ?

C'est un événement qui est rare dans le cadre de sa distribution de référence statistique à un endroit spécifique. Les définitions de "rare" varient, mais un événement météorologique extrême serait normalement aussi rare ou plus rare que le 10ème ou 90ème percentile (*GIEC, 2007*), cela signifie que l'événement est situé dans les 10 % les plus rares. Il faut donc confronter l'intensité et la fréquence d'un événement avec les événements passés pour définir s'il est extrême ou non. Concernant les phénomènes extrêmes à la fois météorologiques et climatiques, on parlera aussi d'extrêmes climatiques.

## → LES ÉVÉNEMENTS EN RELATION AVEC LA TEMPÉRATURE

**Les températures ont une importante variabilité tant spatiale que temporelle.** Voir aussi la **FICHE 2** › **Le réchauffement global actuel**. Pour autant, ces variations de température, même faibles, peuvent engendrer des événements extrêmes de grande ampleur (canicule, sécheresse, grand froid...) qui auront des conséquences sur beaucoup d'autres domaines (économique, politique, sociale...).

**L'évolution de la température moyenne annuelle au niveau du globe, qui caractérise le changement climatique en cours, marque un réchauffement** (Voir aussi la **FICHE 2** › **Le réchauffement global actuel**) **et les modèles prévoient une élévation prononcée des températures extrêmes d'ici à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle.** Il est pratiquement certain que l'on observera à l'échelle du globe une augmentation en fréquence et en amplitude des valeurs extrêmes des températures maximales quotidiennes au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. Il est très probable que la durée, la fréquence et/ou l'intensité des périodes chaudes ou des vagues de chaleur s'accroîtront sur la majeure partie des terres émergées (*GIEC, 2012*). Alors, la canicule de 2003 à Paris, qui a été classée comme événement extrême, deviendrait courante en 2100 (*Bourrelier et Dunlas, 2009*).

## → LES ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES EN RELATION AVEC LES PRÉCIPITATIONS

**Les précipitations, terme qui recouvre les chutes de neige et les pluies, constituent également un facteur extrêmement variable à la surface du globe que ce soit dans l'espace ou dans le temps.**

D'après Maréchal et Mélières (2010), l'évolution de la moyenne au cours du siècle dernier ne montre pas de tendance identifiable et estimer l'évolution des

précipitations est encore plus complexe que d'estimer l'évolution de la température. Il est donc préférable de ne pas conclure trop hâtivement de la relation directe entre changement climatique et précipitations. Cependant, plus il fait chaud, plus l'évaporation est forte et plus la quantité de vapeur d'eau injectée dans l'atmosphère est importante. Il est alors possible qu'une température plus élevée accélère le cycle de l'eau : plus d'eau évaporée, plus de vapeur d'eau dans l'atmosphère, plus de pluie.

**Ainsi, il est probable que la fréquence de fortes précipitations ou la part de ces dernières dans la pluviosité totale augmentera au XXI<sup>e</sup> siècle dans de nombreuses régions du globe.** Cela vaut surtout pour les hautes latitudes et les zones tropicales et, en hiver, pour les latitudes moyennes de l'hémisphère Nord (*GIEC, 2012*).

**On estime avec un degré de confiance moyen que la sécheresse s'intensifiera pendant le XXI<sup>e</sup> siècle au cours de certaines saisons et dans plusieurs régions,** en raison de la baisse de la pluviosité et/ou de la hausse de l'évapotranspiration. Cela inclut le Sud de l'Europe et la région méditerranéenne, l'Europe centrale, le centre de l'Amérique du Nord, l'Amérique centrale et le Mexique, le Nord-Est du Brésil et l'Afrique australe. Pour les autres régions, on n'accorde qu'un faible degré de confiance aux résultats, faute de concordance dans les projections touchant à l'évolution du phénomène (selon le modèle et l'indice de sécheresse utilisé). La divergence des définitions, l'insuffisance des observations et l'impossibilité d'inclure dans les modèles tous les facteurs en jeu expliquent que les projections de la sécheresse bénéficient seulement d'un degré de confiance moyen (*GIEC, 2012*).

**L'évolution attendue des précipitations et des températures pourrait modifier les paramètres des crues** même si, globalement, on attribue un faible degré de confiance aux projections

de changements dans les crues fluviales. Le degré de confiance est faible parce que le degré d'évidence est lui-même faible et parce que les causes des variations régionales sont complexes, bien qu'il existe des exceptions. On estime avec un degré de confiance moyen (sur la base de raisonnements physiques) que l'augmentation des fortes précipitations contribuera à accroître les inondations locales dans certains bassins ou régions (GIEC, 2012).

→ LES TEMPÊTES

Plusieurs types d'événements météorologiques sont définis par le terme tempête. On considère couramment qu'une perturbation est devenue une tempête lorsque les vents qu'elle provoque dépassent une vitesse d'environ 90 km/h, mais d'autres paramètres peuvent être en compte. On parle aussi :

- de tempêtes tropicales, sous ces latitudes, pour des vitesses de vent com-

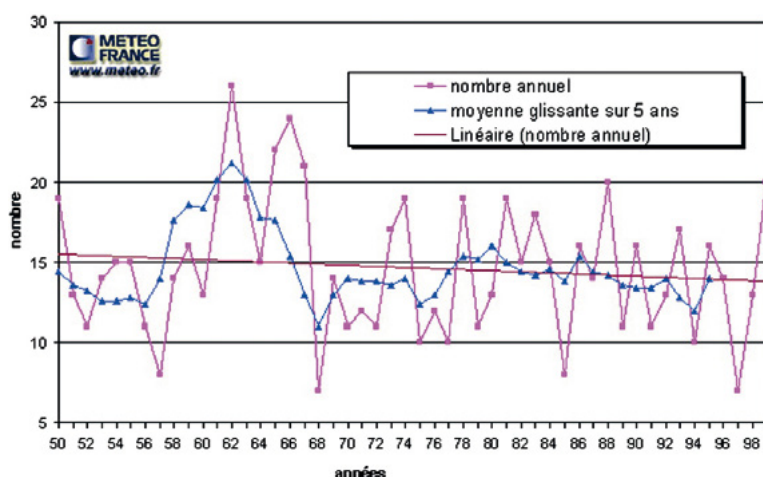
prises entre 65 et 119 km/h, et de cyclones tropicaux au-delà de 119 km/h (cf. paragraphe précédent),

- de tempêtes extratropicales, dans les zones tempérées, phénomène d'une complexité extrême et difficile à caractériser.

Cette difficulté à caractériser les tempêtes pour la zone tempérée est un frein à la détermination de leur déclenchement, de leur évolution et de la connaissance de l'effet du changement climatique global sur ces événements. D'après les dernières recherches, le déclenchement d'une tempête [en zone tempérée] est lié à un ensemble d'interactions dans toute l'épaisseur de la troposphère et suivant des trajectoires liées au courant-jet d'altitude (Delmas et al., 2007).

La figure 22 montre que le nombre de tempêtes observées en France chaque année entre 1950 et 1999 est extrêmement variable et la tendance sur cette période (nombre annuel) est à la baisse.

FIGURE 22 - Nombre de tempêtes observées chaque année de 1950 à 1999 sur la France



D'après Météo France

Les cyclones tropicaux appelés "ouragans" dans l'Atlantique tropical et "typhons" dans le Pacifique Nord-Ouest se forment dans la zone de convergence intertropicale et uniquement sur l'océan, au-dessus d'eaux très chaudes dont la température de surface est supérieure à 27-28°C.

**La reconstruction de longues séries d'observations de l'activité cyclonique, indispensable pour caractériser un changement possible dans la distribution des cyclones, est très difficile.** Cependant, un article paru dans la revue scientifique Nature en septembre 2005 montre qu'il n'y a pas eu d'augmentation du nombre total de cyclones sur les 56 dernières années, mais que l'intensité et la durée des cyclones a crû de 50 % (Delmas et al., 2007). L'une des raisons identifiées est l'augmentation de la température de l'océan.

En effet, la température de l'océan influence l'intensité des cyclones : plus l'eau est chaude, plus l'évaporation est intense, et plus les nuages convectifs

peuvent se développer. Comme il est démontré que les températures moyennes de surface de l'océan ont augmenté d'environ 0.5°C depuis 1970, **il est incontestable que le réchauffement global contribue à l'aggravation des risques cycloniques, peut-être pas par l'augmentation de leur fréquence, mais par l'aggravation de leur intensité** (Delmas et al., 2007).

D'autres facteurs, El Niño (Voir aussi la **FICHE 1** > Les facteurs de la variabilité climatique) notamment, peuvent influencer la fréquence et l'intensité de l'activité cyclonique. Ainsi, il est probable que la vitesse moyenne du vent maximal associée aux cyclones tropicaux augmentera, mais peut-être pas dans tous les bassins océaniques. Il est probable que la fréquence globale des cyclones tropicaux diminuera ou restera presque la même (GIEC, 2012).

On estime que le nombre de cyclones extratropicaux diminuera en moyenne dans les deux hémisphères et qu'on assistera au déplacement vers les pôles des trajectoires suivies par les tempêtes extratropicales.

#### LES LIMITES D'APPRÉCIATION DE L'AMPLEUR DE L'ÉVÉNEMENT ET DE SON INCIDENCE LOCALE

##### → DIFFICULTÉS D'OBSERVATION ET DE MODÉLISATION SCIENTIFIQUE DU PHÉNOMÈNE

**Il est encore aujourd'hui difficile de caractériser précisément l'influence du changement climatique sur l'évolution des événements extrêmes.** Car plus un événement est rare, plus la série d'observations qui permettra de le caractériser devra être longue. La modification des extrêmes peut être liée à un changement de la moyenne, la **variance** ou la forme de la distribution de probabilité, ou encore de ces trois paramètres à la fois. Pour une bonne caractérisation statistique d'un événement qui se reproduit tous les cinq ans, il est nécessaire d'avoir une série d'observations d'environ cent

ans. Sans de longues séries d'observations, il s'avère impossible d'établir de façon fiable de tels événements extrêmes à partir des observations météorologiques passées (Fellous et Gauthier, 2007). Ainsi, un grand nombre de phénomènes météorologiques ou climatiques extrêmes restent le fait de la variabilité naturelle du climat, qui continuera à influencer les extrêmes futurs, outre l'effet du changement climatique d'origine anthropique. (GIEC, 2012).

D'autre part, il n'est pas encore possible de modéliser tous les processus physiques entrant en jeu dans les dynamiques climatiques et des incertitudes liées aux modèles demeurent.

#### QU'EST-CE QUE LA VARIANCE ?

C'est la mesure statistique de la variabilité (ou étendue) des différentes valeurs que peut prendre une variable.

→ **INTERACTION AVEC LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT LOCAL PAR L'HOMME**

Un phénomène météorologique ou climatique extrême peut avoir de lourdes répercussions sur les systèmes humains, écologiques ou physiques. Mais selon les caractéristiques physiques et humaines du territoire et la manière dont l'événement sera géré, les conséquences peuvent être plus ou moins catastrophiques. Par exemple, un cyclone tropical a des conséquences très différentes selon l'endroit et le moment où il atteint les côtes. De même, une vague de chaleur a une incidence

très variable sur les populations selon leur degré de vulnérabilité (GIEC, 2012). Notre perception et notre mémoire sont marquées par ces épisodes remarquables, ponctuels et locaux. De plus, nous ne sommes pas sensibles à un réchauffement lent et progressif, en partie masqué localement par une forte variabilité (Masson-Delmotte, 2011), aussi bien journalière (variation jour/nuit), que saisonnière (hiver/été) et annuelle. **Il ne faut donc pas confondre l'évolution des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes avec celle des risques de survenance de catastrophes naturelles.**

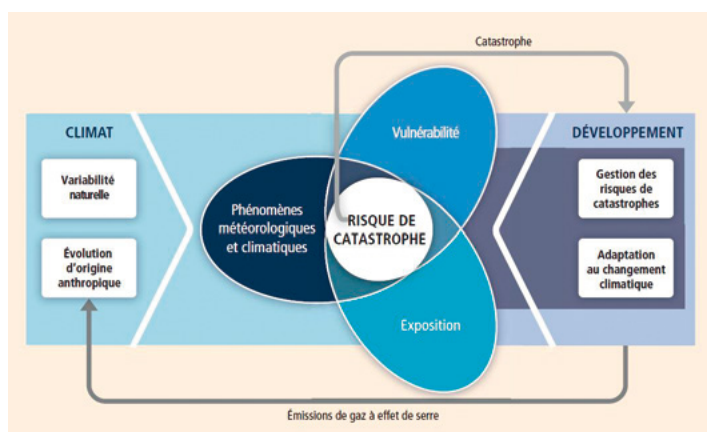


**QU'EST-CE QU'UNE CATASTROPHE ?**

C'est une grave perturbation du fonctionnement normal d'une population ou d'une société due à l'interaction de phénomènes physiques dangereux avec des conditions de vulnérabilité sociale, qui provoque sur le plan humain, matériel, économique ou environnemental de vastes effets indésirables nécessitant la prise immédiate de mesures pour répondre aux besoins humains essentiels et exigeant parfois une assistance extérieure pour le relèvement (GIEC, 2012).

L'état de catastrophe naturelle est d'ailleurs déterminé en France par arrêté ministériel sur la base des dommages constatés au regard des mesures habituelles de prévention. Sont considérés comme les effets des catastrophes naturelles, les dommages matériels directs non assurables ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises (Code des assurances).

**FIGURE 23 - Détermination schématique des notions essentielles intervenant dans les relations d'influence entre phénomènes météorologiques et climatiques, et, probabilité d'une catastrophe**



D'après Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique à l'intention des décideurs, GIEC, 2012.

La gestion de l'environnement et de la société par l'Homme contribue à modifier l'impact d'un événement. De plus, le développement des nouvelles technologies, des médias et la mondialisation contribuent à biaiser la perception des citoyens sur l'évolution des événements climatiques extrêmes puisque, de nos

jours, tous les événements climatiques extrêmes sont relatés par les journalistes, quel que soit le lieu (Pakistan, Inde, Australie, Chili, Argentine...) alors que quelques décennies auparavant, la couverture médiatique des événements extrêmes n'étaient pas mondiale mais régionale.

**EN SAVOIR +**

Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique à l'intention des décideurs, GIEC, 2012  
[www.ipcc-wg1.unibe.ch/srex/downloads/SREX\\_SPM\\_French.pdf](http://www.ipcc-wg1.unibe.ch/srex/downloads/SREX_SPM_French.pdf)





### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Un événement météorologique et climatique extrême est un événement rare selon des critères de référence statistique. Cela ne signifie pas que ses conséquences soient forcément catastrophiques.
- Ce sont les conditions environnementales et de gestion de l'événement qui interviennent directement sur l'ampleur de ces conséquences.
- En l'état des connaissances scientifiques, comportant encore une assez grande incertitude, l'évolution pressentie d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle des événements extrêmes en lien avec le réchauffement climatique sont :
  - une élévation prononcée des températures extrêmes,
  - une augmentation de la fréquence de fortes précipitations dans les hautes latitudes et les zones tropicales et, en hiver, dans les latitudes moyennes de l'hémisphère Nord,
  - une intensification de la sécheresse au cours de certaines saisons dans le Sud de l'Europe et la région Méditerranéenne, Europe centrale, Centre de l'Amérique du Nord, Amérique centrale et Mexique, Nord-Est du Brésil et Afrique australe), en raison de la baisse de la pluviosité et/ou de la hausse de l'évapotranspiration,
  - une aggravation des risques cycloniques, non par l'augmentation de leur fréquence, mais par l'aggravation de leur intensité.

# Bibliographie

## : Ouvrages

**ACADEMIE DES SCIENCES**, Rapport, Le changement climatique, 2010, 21 p.

**ARNOULD P et SIMON L.**, Géographie de l'environnement, Paris, Atout géographique, 2007, 303 p.

**BARD E.**, L'Homme face au climat, Paris, Odile Jacob, 2006, 446 p.

**BEAUX J-F.**, L'environnement, Nathan, 2004, 160 p.

**BENISTON M.**, Changements climatiques et impacts, de l'échelle globale à l'échelle locale, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009, 243 p.

**BENISTON M.**, l'effet papillon et le climat, où comment le chaos rend difficile la prévision de l'évolution climatique, musée cantonal des Beaux arts, Climats, Suisse <http://www.climats.ch/articles/BENISTON.pdf>

**BERGER A. et LOUTRE M.-F.**, De la théorie astronomique au réchauffement global, dans L'Homme face au climat, édité par E.Bard, pp.15-33, Odile Jacob, Paris, 2006.

**BLIEFERT C. et PERRAUD R.**, Chimie de l'environnement, Bruxelles, De Boeck, 2004, 477 p.

**BOURRELIER PH. et DUNGLAS J.**, Des événements naturels extrêmes aux figures de la catastrophe, Revue Responsabilité & Environnement n° 56 oct. 2009

**CHAPPELAZ J., GODARD O., HUET S. et LE TREUT H.**, Changement climatique : les savoirs et les possibles, La ville brûle, 2010, 239 p.

**DELMAS R., CHAUZY S., FERRE H. et VERSTRAETE J-M.**, Atmosphère, océan et climat, Paris, Belin, 2007, 287 p.

**DUCROUX et al., 2001 et DUCROUX A-M.**, Les nouveaux utopistes du développement durable, Paris, Les Éditions Autrement, 2002

**FAUCHEUX S. et NOEL J-F.**, Les menaces globales sur l'environnement, Paris, La Découverte, 1990, 123 p.

**FELLOUS J-L. et GAUTHIER C.**, Comprendre le changement climatique, Paris, Odile Jacob, 2007, 297 p.

**FIEUX M.**, L'océan planétaire, Paris, ENSTA, 2010, 421 p.

**GIEC**, Rapport du Groupe de travail I - Les éléments scientifiques, 2007.

**GIEC**, Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique à l'intention des décideurs, 2012

**GODARD A et TABEAUD M.**, Les climats : mécanismes, variabilité, répartitions, Paris, Armand Colin, 2004, 217 p.

**GOUBANOVA K.**, Thèse : Étude des événements climatiques extrêmes sur l'Europe et le bassin Méditerranéen et de leur évolution futur, Université de Paris 6, 2007, 121 p.

**GRINEVALD J.**, La Biosphère de l'Anthropocène, climat et pétrole la double menace, Georg, 2008, 293 p.

**JACQUES G.**, Virer de bord ; plaidoyer pour l'Homme et la planète, L'Harmattan, 2011, 139 p.

**JACQUES G. et SAUGIER B.**, Les puits de carbone, Lavoisier, 2008, 171 p.

**JOUZEL J.**, Le climat : jeu dangereux, Paris, Dunod, 2007, 220 p.

**LE ROUX M.**, La dynamique du temps et du climat, Paris, Dunod, 2004, 368 p.

**LE TREUT H.**, Nouveau climat sur la Terre, Paris, Flammarion, 2009, 233 p.

**MACKENZIE A., BALL A-S. et VIRDEE S-R.**, Ecologie, Berti, 2000, 368 p.

**MARECHAL C. et MELIERES M-A.**, Climat et société, Grenoble, Focus, 2010, 366 p.

**MARNAS F.**, Mesure du dioxyde de carbone atmosphérique par Lidar DIAL : Préparation d'une future mission spatiale [en ligne]. Thèse de doctorat d'université, Paris : Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL) / Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), 2009, Disponible sur [http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/50/14/55/PDF/thesefinale\\_marnas.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/50/14/55/PDF/thesefinale_marnas.pdf) (consultée le 30-03-2011)

**MASSON-DELMOTTE V.**, Climat : le vrai et le faux, Paris, Le Pommier, 2011, 203 p.

**MAUGENDRE M.**, Étude des particules de suie dans les flammes de kérosène et de diesel, 2009

**RAMADE F.**, Éléments d'écologie, Paris, Mc Graw-Hill, 1991, 403 p.

**SOUCHEZ R.**, Les glaces polaires et le rôle de l'homme sur l'atmosphère, Bruxelles, Académie royale de Belgique, 2010, 125 p.

## 📌 Articles

**BERNOUX M.1, FELLER C.2, ESCHENBRENNER V.2, CERRI Carlos C.3, CERRI Carlos E. P.3**, Séquestration du carbone dans le sol :  
[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers10-02/010034958.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-02/010034958.pdf)

**COMETTI G.**, "1. Le réchauffement climatique", in Réchauffement climatique et migrations forcées: le cas de Tuvalu ("eCahiers"), [En ligne], mis en ligne le 09 mai 2011, consulté le 19 mai 2011. URL : <http://iheid.revues.org/209>

**DE WEVER P.**, "Les leçons de l'histoire géologique et des grandes extinctions d'espèces", Responsabilité & Environnement, n°56, Octobre 2009, p.20-24.

**ESCARGUEL G.**, "Climat, adaptation, évolution et biodiversité", Responsabilité & Environnement, n°56, Octobre 2009, p.25-33.

**GRANDJEAN A.**, "Critique de la raison productiviste", Ceras - revue Projet n°324-325, Décembre 2011.

**GRINEVALD J., STEFFEN W., CRUTZEN P. and McNEILL J.**, "The Anthropocene : conceptual and historical perspectives", in Philosophical Transactions of the Royal Society A, 2011, n° 369, p. 842-867.

**LOCATELLI B. et LOISEL C.**, "Changement climatique : la vérité est-elle au fond du puits ?", Natures Sciences et Sociétés, vol.10, n°4, 2002, p.7-19.

**KARUMBIDZA et MENNE**, Mécanisme de développement impropre, Notes de recherches sur l'impérialisme «vert» dans les hauts plateaux du Sud tanzanien, 2010

**MEIER W. et STROEVE J.**, National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, Boulder, 2013

**ROBERT M. et SAUGIER B.**, C.R. Geoscience 335, 2003, p. 577-595.

## 📌 Conférences

**TABEAUD M. (2010)**, "Climat, énergie et développement durable", Forum enseigner le développement durable, Paris, 27 mars.

# Figures et tableaux

**Figure 1 :** Cycles de Milankovitch. P est la précession des équinoxes, E l'excentricité de l'orbite de la Terre et T est l'obliquité de l'axe de rotation. D'après <http://ossfoundation.us>.

**Figure 2 :** Influence de l'Oscillation Nord Atlantique sur la trajectoire des masses d'air. D'après M.Visbeck, Columbia University, USA

**Figure 3 :** Reconstructions des anomalies de température à l'échelle du globe et de chaque hémisphère par rapport à la moyenne 1961-1990. D'après Marcott et al, 2013

**Figure 4 :** Répartition à la surface de la Terre des 10 932 stations de mesure. D'après Conférence Climat, Energie, Développement durable, donnée par Martine Tabeaud, le 27 mars 2010 à l'institut de Géographie, Paris lors du Forum : Enseigner le développement durable

**Figure 5 :** Anomalies de la température moyenne entre 1850 et 2010 pour l'ensemble du globe par rapport à la période de référence 1961-1990. D'après le Centre Hadley du Service météorologique national et Section de recherche sur le climat de l'Université d'East Anglia, Royaume-Uni

**Figure 6 :** Moyenne annuelle mondiale des températures relevées (points noirs) avec ajustement simple par rapport aux données. D'après IPCC, 2007, WGI, FAQ 3.1

**Figure 7 :** Évolution de la température - tendances de 1901 à 2005 et de 1979 à 2005. D'après IPCC, 2007, WGI, Fig 3.9

**Figure 8 :** Températures de l'air observées pour les différentes parties de l'atmosphère. D'après IPCC, 2007, WGI, Fig 3.17

**Figure 9 :** Comparaison entre l'évolution des températures mesurées dans différentes régions et à l'échelle mondiale (sur les terres émergées, dans les océans et les deux combinés) et l'évolution simulée par un ensemble de modèles climatiques. D'après IPCC, 2007, WGI, FAQ 9.2, Fig 1

**Figure 10 :** Énergie rayonnée par le Soleil (à gauche) et par la Terre (à droite) en fonction de la longueur d'onde. D'après Delmas et al., 2007

**Figure 11 :** Variation de la température, de la teneur en CO<sub>2</sub> (ppmv) et en CH<sub>4</sub> (ppbv) lors des 220 000 dernières années. D'après Jouzel et al., 1993

**Figure 12 :** Forçages radiatifs (FR) moyens en 2005 par rapport à 1750 pour les agents et mécanismes importants. D'après IPCC, 2007, WGI, Fig 2.20

**Figure 13 :** Cycle biogéochimique du carbone. D'après : IPCC, 2007, WGII, Fig 1.3

**Figure 14 :** Sources de CO<sub>2</sub> dues à l'activité humaine (en haut) et portions absorbées par les puits de carbone (océans et végétation) et l'atmosphère (en bas). D'après J. G. Canadell et al, PNAS, 2007

**Figure 15 :** Impacts de l'artificialisation des sols sur les habitats et les cycles du carbone et de l'eau. D'après SOeS-Gis Sol, 2010

**Figure 16 :** Moyenne annuelle mondiale du niveau de la mer. D'après IPCC, 2007, WGI, fig 5.13

**Figure 17 :** Anomalies de couverture neigeuse correspondant à l'écart constaté chaque mois avec la moyenne glissante annuelle. D'après l'Agence européenne pour l'environnement, 2006, à partir de données NOAA et PNUe.

**Figure 18 :** Évolution depuis 1953 des bilans de masse cumulés moyens des principaux glaciers. D'après Francou et Vincent, 2007

**Figure 19 :** Anomalie de surface des glaces de mer dans l'hémisphère Nord entre 1953 et 2013. D'après Walt Meier and Julienne Stroeve, National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, Boulder, 2013

**Figure 20 :** Stades de développement du riesling en Alsace. D'après Duchêne et Schneider, 2005

**Figure 21 :** Les grandes crises d'extinction de la biodiversité. D'après Barbault, 2000 p. 43, tiré de CNRS

**Figure 22 :** Nombre de tempêtes observées chaque année de 1950 à 1999 sur la France. D'après Météo France

**Figure 23 :** Détermination schématique des notions essentielles intervenant dans les relations d'influence entre phénomènes météorologiques et climatiques, et probabilité d'une catastrophe. D'après Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique à l'intention des décideurs, GIEC, 2012

**Tableau 1 :** PRG des six GES du protocole de Kyoto. D'après IPCC, 2007

*Quelques définitions ont été empruntées au site de l'encyclopédie libre [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)*

# Remerciements

## Rédaction :

Guillaume GUIN (2011),  
avec Laurence MONNET et Pierrick YALAMAS, Rhônalpénergie-Environnement

**Sont remerciées ici toutes les personnes qui ont contribué  
à la relecture et l'enrichissement du document.**

**Ces remerciements vont en particulier à Roland SOUCHEZ**, Glaciologue des régions polaires, professeur émérite de l'Université de Bruxelles, membre de l'Académie Royale de Belgique, qui a porté un regard scientifique sur les explications.

## Comité de lecture :

Evelyne BERNARD, DREAL Rhône-Alpes  
Suzanne BRAKEL, ALEC 42  
Christophe CHAIX, MDP  
Cécile COISPLET, Conseil régional Rhône-Alpes  
Benjamin EINHORN, PARN  
Murielle EXBRAYAT, Agence de l'eau RMC  
Michel GALLIOT, ONERC  
Gérald GIRAUD, CNRM Météo-France  
Anne LUMINET, Rhônalpénergie-Environnement  
Yannick PAPAIX, ADEME  
Catherine PREMAT, Rhônalpénergie-Environnement  
Vincent ROGER, Communauté de Communes du Pays entre Loire et Rhône  
Benoît RONEZ, Cerema, Direction technique Territoires et ville  
Peter SZERB, Rhônalpénergie-Environnement  
Sabrine BERTHAUD, Rhônalpénergie-Environnement

**Les informations contenues dans cet ouvrage peuvent être réutilisées sous réserve de la mention aux références, aux auteurs et aux partenaires.**

**Cette brochure est téléchargeable sur les sites de Rhônalpénergie-Environnement**

[www.ddrhonealpesraee.org](http://www.ddrhonealpesraee.org)  
[www.raee.org](http://www.raee.org)

**et du Cerema**

[www.certu-catalogue.fr](http://www.certu-catalogue.fr)





---

## RHÔNALPÉNERGIE-ENVIRONNEMENT

Le Stratège - Péri  
18, rue Gabriel Péri - 69100 Villeurbanne  
T. 04 78 37 29 14 - [raee@raee.org](mailto:raee@raee.org)

+ [www.raee.org](http://www.raee.org)

---



Avec le soutien de :

**Rhône-Alpes** Région

Autres partenaires

