

**Changements climatiques :
des résultats scientifiques à l'information du grand public**

**Stéphane Hallegatte
Météo-France & Centre International de Recherche
sur l'Environnement et le Développement**

1. La météo et le climat

Le temps qu'il fait, que l'on appelle couramment « la météo », varie de jour en jour. Toutefois, malgré cette grande variabilité, il se dégage de grandes tendances: il fait plus froid l'hiver que l'été; il fait plus chaud sous les tropiques qu'en Europe. C'est l'ensemble de ces tendances moyennes que l'on appelle le climat.

Le climat de la terre est le produit d'un équilibre entre les rayons du soleil et les rayons qu'émet en retour la terre vers l'espace. Or, notre atmosphère contient un certain nombre de *gaz à effet de serre*, qui laissent entrer les rayons du soleil, mais qui ne laissent sortir qu'une partie des rayons émis par la terre. Ces gaz permettent à la terre d'avoir une température moyenne de 15 degrés, au lieu des -18 degrés qu'elle aurait en l'absence de ces gaz ! L'effet de serre est donc un phénomène naturel indispensable pour que la vie telle que nous la connaissons soit possible.

Toutefois, on constate aujourd'hui que la combustion de pétrole, de gaz et de charbon produisent d'énormes quantités de gaz à effet de serre, ce qui modifie la composition de l'atmosphère de manière sensible. Ceci provoque un déséquilibre entre l'énergie qui entre et l'énergie qui sort de l'atmosphère, qui réchauffe la terre jusqu'à rétablir l'équilibre. L'Homme provoque donc un changement climatique global, qui affecte l'ensemble de notre planète, et cette modification du climat est quasiment irréversible : nos émissions actuelles nous engagent pour des siècles. Bien sûr, la terre a connu d'autres changements climatiques dans le passé, dus à des variations de l'intensité des rayons solaires ou à des phénomènes géologiques. Mais ces changements n'ont pas été aussi rapides que celui qui commence, et c'est ce qui rend ce dernier particulièrement inquiétant.

2. Les prévisions climatiques

Si prévoir la météo ne peut se faire que quelques jours en avance, on est aujourd'hui capable de produire des prévisions climatiques pour le siècle prochain. Bien sûr, on ne cherche pas à prévoir le temps qu'il fera le 1^{er} Janvier 2080, c'est impossible, mais on cherche à prévoir la température moyenne des 1^{er} Janvier, par exemple entre 2070 et 2100. On utilise pour cela des modèles climatiques, qui sont des « planètes artificielles » que l'on simule par ordinateur. Après avoir vérifié que ces planètes artificielles ressemblent à notre planète bien réelle, on leur impose l'augmentation de la teneur de gaz carbonique que l'on attend pour le siècle prochain, et on regarde comment elles réagissent. Cette réaction, prudemment analysée, nous permet de prévoir comment réagira notre planète. Il existe bien sûr de nombreuses inconnues : les modèles climatiques sont imparfaits, et tous les modèles ne prédisent pas le même niveau de réchauffement. Mais un consensus se dégage pour prédire une augmentation de la température moyenne de plusieurs degrés d'ici à 2100.

En plus des incertitudes scientifiques, une inconnue majeure nous empêche de prévoir le climat du siècle prochain : notre comportement futur. Comment évoluera la population mondiale ? La croissance économique continuera-t-elle comme aujourd'hui ? Allons-nous réduire notre consommation de pétrole ? Autant de questions auxquelles aucun modèle ne peut répondre, car elles dépendent de nos choix futurs, et qui sont déterminantes pour savoir quelle sera la température à la fin du siècle. Pour contourner ce problème, les scientifiques utilisent des « scénarii ». Par exemple, on suppose dans un premier scénario une forte croissance de la population; dans un second scénario, on suppose une faible croissance de la population. Ensuite, on peut imaginer des scénarios dans lesquels l'humanité prend des mesures pour réduire les émissions et des scénarios dans lesquels on ne fait rien... Dans chacun de ces scénarios, on prévoit des émissions de gaz à effet de serre différentes, et donc des réchauffements différents. Le principe qui soutient cette méthode est que, même si on ne prétend pas que l'avenir se trouve exactement parmi les scénarios proposés, l'ensemble de ces scénarios doit donner un aperçu des changements climatiques futurs envisageables et des incertitudes sur notre avenir.

3. Les climats locaux, la nature et les sociétés

Le changement climatique ne sera pas une simple élévation de température homogène sur la planète, mais plutôt une véritable réorganisation du climat, avec des conséquences locales plus ou moins importantes. C'est ainsi que pour un réchauffement global de 3 degrés, on attend un réchauffement d'environ 5 degrés en Europe, et de près de 10 degrés aux pôles. L'augmentation de température modifiera également les pluies. D'une manière générale, on s'attend à une augmentation des contrastes : plus de pluies dans les régions déjà humides, moins dans les régions sèches ; plus de pluies en hiver et moins en été... On craint également une intensification de certains événements extrêmes comme les cyclones tropicaux, les vagues de chaleur ou les sécheresses. Du côté positif, la vie deviendra incontestablement plus facile dans les hautes latitudes (par exemple en Sibérie), et certains phénomènes devraient devenir moins fréquents ou moins violents (tempêtes sur l'Europe et vagues de froid, notamment).

Au cours de leur évolution, les écosystèmes naturels et les sociétés humaines se sont progressivement adaptés à leur climat, c'est-à-dire aux conditions météorologiques habituelles de l'endroit où ils se trouvent. Ainsi, les végétaux des régions arides ont développé d'incroyables capacités pour résister au manque d'eau ; en revanche, trop d'eau peut les tuer rapidement. Plus au Nord, on trouve des forêts capables de faire face à des hivers rigoureux ; mais elles sont très vulnérables au manque d'eau. Face aux changements climatiques, tous ces écosystèmes devront s'adapter. Mais le rythme attendu du changement climatique est tel qu'une partie importante des ces écosystèmes risque tout simplement de disparaître, incapable de se transformer ou de migrer assez vite (en particulier quand la présence de l'Homme empêche les migrations). Par exemple, il est très probable que la région méditerranéenne telle que nous la connaissons n'existe plus en 2100. L'avenir des grandes forêts septentrionales ou de l'Amazonie est également fortement mis en cause, avec d'inévitables conséquences indirectes sur l'Homme.

La situation n'est pas différente pour les sociétés, qui se sont développées dans un climat stable. On a tendance à largement sous-estimer notre dépendance à notre environnement. Pourtant, la structure des villes, l'urbanisme, l'architecture et les modes de vie diffèrent largement selon le climat ; il suffit pour s'en convaincre de comparer des villes du sud et du nord de l'Europe. Les réseaux de transport, la production d'énergie, l'agriculture, le tourisme, tous ces secteurs sont

fortement dépendants du temps qu'il fait, et ont été conçus dans un climat donné. Bien sûr, tous ces systèmes sont capables de faire face à des années particulièrement froides ou particulièrement chaudes, tant qu'elles ne s'éloignent pas trop de la « normale ». Mais, à cause du changement climatique, des événements extrêmes actuellement très rares vont devenir habituels. Par exemple, la canicule de 2003, qui a aujourd'hui une probabilité inférieure à 1 sur 1000 de se produire chaque année, sera un été normal en 2080. Les cyclones les plus violents, aujourd'hui très rares, risquent de devenir plus fréquents. Les systèmes adaptés à l'ancien climat, où de tels événements sont exceptionnels, risquent donc de fonctionner moins bien, voire de ne plus fonctionner du tout... Pour ne citer que quelques exemples, toutes nos infrastructures de gestion des eaux (pour l'eau potable comme pour la gestion des crues) pourraient devenir inadaptées aux nouveaux régimes pluviométriques, les bâtiments devront être modifiés pour faire face aux fortes températures, les destinations touristiques changeront... Il faudra donc adapter nos sociétés et nos infrastructures et, pour faire face au rythme important des changements, nous devons investir massivement dans l'adaptation au climat, détournant ainsi des ressources qui pourraient être bien utiles ailleurs.

Aussi, l'agriculture sera touchée. On pense que, au niveau mondial, la production alimentaire sera toujours suffisante pour nourrir la population du monde, car l'agriculture deviendra beaucoup plus facile et efficace dans les hautes latitudes (Sibérie, Canada, USA...). Mais au niveau local, des difficultés apparaîtront, par exemple en Afrique ou en Asie, avec des conséquences possibles sur la sécurité alimentaire. Des pays entiers, surtout au Sud, dépendront des marchés agricoles mondiaux pour se fournir en nourriture et deviendront extrêmement vulnérables à une perturbation de ces marchés.

Finalement, les problèmes alimentaires et la limitation des ressources en eau (par exemple en Afrique du Nord) se combineront avec la montée du niveau de la mer pour pousser des millions d'individus à l'émigration. La gestion de ces flux migratoires représentera un défi pour les organisations internationales, et les expériences passées de migrations massives n'incitent pas à l'optimisme. Des conflits violents ne sont malheureusement pas à exclure.

Conclusion

Le débat scientifique sur les impacts futurs du changement climatique est toujours très actif. Certains prétendent que l'Homme, grâce à son ingéniosité, saura s'adapter à ces modifications et que le changement climatique n'aura qu'un impact limité. D'autres pensent au contraire que l'on sous-estime largement les conséquences d'un changement des conditions climatiques.

Ce que personne ne conteste, c'est que le changement climatique fait peser un risque majeur sur nos modes de vie et nos sociétés. Et ce risque est d'autant plus inquiétant que l'inertie du climat est immense : nous aurons à subir les effets des gaz à effet de serre que nous avons déjà émis pendant plusieurs siècles, et les actions, même ambitieuses, que nous pouvons décider aujourd'hui ne produiront leurs effets qu'à la fin de ce siècle, au mieux.

Réduire, sans attendre, nos émissions de gaz à effet de serre, c'est limiter ce risque, mais cela représente un coût qui peut être important. Savoir si l'on est prêt à cet effort est un choix politique : les scientifiques seuls ne peuvent répondre à cette question.