Thierry Vexiau 2 mai 2016

Avant d'analyser et de critiquer les travaux du GIEC, il est nécessaire d'en rappeler les fondements scientifiques. En effet, beaucoup de critiques s'appliquent aux présentations médiatiques des travaux du GIEC et tombent dès qu'on examine ces travaux eux-mêmes.

Les émissions de gaz à effet de serre et les variations de concentration de ces gaz

Il est facile d'évaluer les émissions de CO2 liées à la combustion des énergies fossiles : elle se déduit directement du contenu en carbone des combustibles utilisés (ce qui explique que certaines mesures d'émissions soient exprimées en tonnes de carbone). Il en est de même de certains processus industriels (sidérurgie, aluminium, cimenterie). Pour d'autres gaz, le calcul est possible mais certainement moins précis. Enfin, pour les émissions liées à l'élevage et à l'utilisation des sols, ces calculs sont beaucoup plus approximatifs. Une seconde approximation est liée au fait que l'augmentation des concentrations de CO2 est en partie compensée par une absorption par les « puits ». Les plus importants sont l'océan et la masse végétale qui, pour l'instant, s'accroît du fait de l'augmentation des concentrations de CO2.

Pour la période récente, on observe une très bonne corrélation entre l'évaluation des émissions et les concentrations mesurées, dont l'augmentation correspond à environ 50% des émissions.

Le « forçage radiatif »

L'hypothèse de base (improprement appelée « effet de serre ») est que l'activité humaine entraîne une modification de la composition de l'atmosphère (notamment des gaz dits à effet de serre) et que cette modification se répercute sur le climat via une modification de l'absorption par la troposphère du rayonnement infrarouge émis par le sol.

En pratique, les travaux du GIEC s'appuient sur le calcul de la variation de cette absorption appelée « forçage radiatif ». Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau (d'origine naturelle, les activités humaines étant négligeables par rapport au cycle naturel de l'eau) et le CO2. Les teneurs en vapeur d'eau et CO2 varient considérablement selon la saison et la latitude, on ne peut donc se contenter d'une valeur moyenne pour la terre. Trois colonnes d'atmosphère sont utilisées, caractéristiques de la zone tempérée nord, de la zone équatoriale et de la zone tempérée sud. L'absorption des infrarouges est calculée à partir de plusieurs modèles, tenant compte de la teneur en gaz et de la température des différentes couches de l'atmosphère et des caractéristiques d'absorption de chaque gaz. Plusieurs tables d'absorption et plusieurs modèles différents sont utilisés.

Cela conduit à une fourchette pour l'évaluation du forçage radiatif (2,54 à 3,12W/m2 en 2011).

De nombreux effets indirects sont également évalués : variation de la teneur en vapeur d'eau, modification des nuages, impacts sur les aérosols en suspension dans l'atmosphère.

En final, la répartition spatiale et temporelle de ce forçage est pris en compte et intégré dans des modèles climatiques (dérivés des modèles météorologiques) qui calculent les variations de circulation des masses atmosphériques, des courants marins et in fine du climat. Les résultats

de ces modèles sont synthétisés et une tendance moyenne est dégagée pour chaque zone géographique.

Les modèles climatiques

Les modèles climatiques évaluent l'évolution du climat sur la période récente (jusqu'en 2010) en fonction des émissions humaines constatées et projettent ces évolutions jusqu'en 2100 à partir de plusieurs scénarios d'évolution des émissions.

Un très grand nombre de modèles différents sont utilisés (certains n'étudiant que des aspects limités ou des zones spécifiques) et leurs résultats sont comparés et synthétisés.

Les résultats

En final, dans le rapport pour les décideurs, les résultats sont présentés sous forme de valeurs moyennes (température, niveau des océans,…) pour l'ensemble de la planète (certains tableaux sont néanmoins différenciés par région). Ces résultats sont comparés à des valeurs historiques (mesurées pour la période récente et évaluées pour les périodes plus anciennes). Des projections sont calculées pour l'avenir en fonction de différents scénarios d'évolution des émissions liées à l'activité humaine.

Certains modèles examinent plus spécifiquement ce qui se passe dans une zone déterminée.

On a donc trois étapes fondamentales dans le raisonnement :

- L'évaluation des émissions humaines et de leur impact sur les concentrations de gaz à effet de serre,
- Le calcul du forçage radiatif qui en résulte,
- L'impact de ce forçage sur le climat.

Les résultats du calcul sont ensuite comparés aux valeurs mesurées pour la période passée.

La bonne adéquation entre ces valeurs mesurées et les valeurs passées est considérée comme un gage de vraisemblance pour la période à venir.

Première observation

Parler en terme de « probabilités » n'a pas de sens. (Il est « quasiment certain », « probable », « très improbable »…).

Ce reproche est souvent fait aux travaux du GIEC. Il est fondé. On retrouve cette erreur dans de très nombreux travaux statistiques. On ne peut pas parler de probabilité qu'un résultat soit juste ou faux, mathématiquement parlant cela n'a pas de sens. C'est une déformation de la notion d'intervalle de confiance. L'intervalle de confiance à 90% (le plus souvent utilisé par le GIEC) signifie exactement :
« si toutes nos hypothèses sont justes, la probabilité pour qu'un résultat mesuré à partir d'un échantillon (qui lui est aléatoire) soit à l'intérieur de cet intervalle est de 90%. »

Prenons un exemple simple : pour connaître la taille moyenne des français de plus de 25 ans, soit on recense et on mesure toute la population. Dans ce cas, on connaîtra avec exactitude cette taille moyenne.

Soit on prend un échantillon « représentatif » de quelques centaines ou milliers de personnes, on calcule la moyenne de la taille de ces personnes et en fonction du nombre de personnes composant l'échantillon, l'intervalle de confiance de cette moyenne.

Supposons que cette intervalle à 90% soit 172±3cm pour un échantillon de 1000 personnes, cela signifie « si la taille moyenne des français est de 172cm, il y a 90% de chance que la taille mesurée pour un échantillon de 1000 personne soit comprise en 169 et 175cm. »

Il est usuel mais abusif de retraduire cela en disant qu'il y a une probabilité de 90% pour que la taille moyenne soit comprise entre 169 et 175cm. Il serait légitime de demander au GIEC de revoir ses formulations.

Observation retenue

Deuxième observation

Avec un si petit nombre de points de mesure, on ne peut pas mesurer la température moyenne de la terre. D'ailleurs, les données sont manipulées et on constate que, d'un rapport à l'autre, les températures du passé sont différentes. (même chose pour niveau des océans, concentrations de CO2, température des océans…).

Ce problème du nombre de points de mesure existe dans tous les systèmes de modélisations, quels qu'ils soient. En pratique, il est impossible de mesurer une valeur moyenne exacte. On retient un échantillon dit « représentatif ». On calcule ensuite la valeur moyenne en pondérant chaque point de mesure en fonction de sa représentativité.

Reprenons l'exemple ci-dessus : si on sait que la taille moyenne dépend de l'année de naissance. On calculera alors une moyenne en pondérant chaque mesure par le nombre de personnes nées cette année. Le résultat sera alors beaucoup plus précis que celui calculé précédemment.

Dans un problème complexe comme celui du climat, chaque connaissance nouvelle (par exemple mesure des températures par satellite) va conduire à modifier la représentativité des mesures passée et conduit donc tout naturellement à rétropoler ces modifications. Les changements de ces valeurs passées ne retraduisent pas une « manipulation » mais une amélioration des calculs de représentativité.

Observation rejetée

Troisième observation

D'autres explications (en particulier les cycles solaires) sont à l'origine du changement climatiques

Le GIEC n'écarte pas a priori une telle possibilité. Il intègre déjà certaines variations du cycle solaire dans le calcul du forçage radiatif. Pour l'instant, il ne retient pas certaines hypothèses qu'il considère comme insuffisamment fondées.

Plusieurs remarques sur ce point : effectivement, ce ne sont pour l'instant que des hypothèses, se fondant souvent sur des données très partielles (température de Londres, ou

d'Amsterdam…). Les conclusions sont hétérogènes (durée des cycles très variables selon les auteurs).

Néanmoins, on ne doit pas écarter de telles hypothèses. Elles pourraient d'ailleurs expliquer certains écarts entre les résultats mesurés et les calculs du GIEC. Ce ne sont donc pas des explications contraires aux travaux du GIEC mais des données complémentaires permettant de mieux prévoit l'évolution du climat.

Il serait tout-à-fait légitime de demander au GIEC de prendre en compte ces hypothèses et de soutenir les travaux permettant de les valider (ou de les infirmer).

Observation à approfondir

Quatrième observation

Les résultats des modèles du GIEC sont très différents et même contradictoires. La hausse des températures en 2100 varie de 1 à 6°C.

Il y a confusion entre deux types d'incertitudes : l'incertitude liée à la modélisation celle liée aux scénarios pris en compte par les modèles.

En effet, plusieurs scénarios différents sont retenus par le GIEC pour l'évolution des émissions humaines, notamment en fonction des politiques d'atténuation mises en œuvre.

Pour un même scénario, l'évolution des températures varie en gros de 1 à 2 selon les modèles. Elle est d'ailleurs clairement affichée par le GIEC. C'est bien une incertitude sur l'évolution probable du climat.

Par contre, les écarts entre scénarios ne peuvent pas être imputés à la modélisation du GIEC. Ils retraduisent des hypothèses différentes sur l'évolution des activités humaines.

Observation rejetée

Cinquième observation

L'augmentation des concentrations de CO2 n'a aucun effet, l'absorption des infrarouges par la vapeur d'eau est déjà presque totale.

Cette remarque s'appuie sur des valeurs moyennes de la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère. Or cette concentration varie considérablement en fonction de la température de l'atmosphère, qui, elle-même, varie en fonction de la latitude et de la saison.

Elle est à peu près fondée en zone tropicale. Par contre en zone tempérée en hiver et en zone polaire, il reste des possibilités significatives d'absorption supplémentaire par le CO2 lorsque la concentration en vapeur d'eau est très basse[1]. C'est ce qui a conduite le GIEC à retenir trois colonnes types d'atmosphère pour ces calculs de base puis à différencier le forçage radiatif introduit dans les modèles dans l'espace et dans le temps.

[1] A 3°C, la pression de vapeur d'eau est de 0,8 kPa, elle est de 1,6 à 14°C et de 3,2 à 25°C

Observation rejetée

Sixième observation

D'autres phénomènes (albédo des nuages, vapeur d'eau…) ont beaucoup plus d'impact sur le climat et ne sont pas pris en compte.

La rétroaction du forçage radiatif sur la vapeur d'eau et la formation des nuages est évaluée par différents modèles et prise en compte dans le résultat final. C'est d'ailleurs une des causes des écarts entre modèles et un des points que le GIEC cherche à améliorer constamment.

Observation rejetée

Septième observation

L'augmentation des concentrations de CO2 est la conséquence et non la cause du réchauffement, comme cela a déjà été observé par le passé.

La relation de causalité entre la concentration de CO2 et la hausse des température est établie, non pas sur des spéculations théoriques, mais sur des calculs précis d'absorption du rayonnement infrarouge par une colonne d'atmosphère. Une hausse des concentrations de CO2 entraîne nécessairement une hausse de la température de la troposphère (voir cinquième observation). Actuellement, hausse des concentrations de CO2 et hausse des températures sont simultanées. Dans les grands cycles du passé, les hausses de concentrations du CO2 suivaient les hausses de température avec un décalage de plusieurs centaines d'années.

Observation non retenue

Huitième observation

La température est stable depuis 1997, alors que les émissions de CO2 ont considérablement augmenté.

On observe effectivement un plateau des températures moyennes mesurées entre 1997 et 2013, mais on observe aussi une reprise de la croissance en 2014 et 2015. Mais il faut tenir compte de l'intervalle de confiance de cette température moyenne (cf. première observation) et surtout de la variabilité naturelle du climat. Ces chiffres ne sont pas donnés par le GIEC.

Néanmoins, l'examen des courbes du GIEC montre des variations d'une année sur l'autre de l'ordre de 0,5°C.

Le « plateau » reste compatible avec une hypothèse de croissance continue. Néanmoins, il doit être réexaminé à la lumière de la troisième observation.

Observation à approfondir

Neuvième observation

La part des émissions anthropiques dans l'atmosphère n'est que de quelques pourcents.

Il existe un mouvement de brassage permanent entre les différents réservoirs de CO2 (atmosphère, océans, végétation, sols…). Les stocks des océans et de la végétation, avec les échanges sont très rapides (environ ¼ du CO2 contenu dans l'atmosphère chaque année), sont beaucoup plus importants que celui de l'atmosphère. Le CO2 d'origine anthropique se retrouve rapidement dilué dans l'ensemble. Mais les stocks des océans et de la végétation étant beaucoup plus importants que ceux de l'atmosphère, ils réémettent un mélange de CO2 contenant beaucoup moins de CO2 anthropique que l'atmosphère. Il ne faut pas confondre la part du CO2 anthropique dans les différents stocks avec son rôle dans l'augmentation de chacun d'eux.
Par ailleurs, ces échanges ne sont plus équilibrés : du fait de l'augmentation de la concentration dans l'atmosphère, l'absorption par les océans et la végétation est un peu plus élevée que la réémission dans l'atmosphère. Finalement, l'augmentation du stock de CO2 dans l'atmosphère correspond seulement à la moitié des émissions anthropiques, l'autre moitié se répartissant dans les océans (qui s'acidifient) et dans la végétation. Mais du fait du brassage évoqué ci-dessus, cette augmentation est beaucoup plus importante que la part de CO2 anthropique résiduelle.

Certains phénomènes conduisent à une absorption définitive du CO2 (stockage dans les sols sous forme de déchets végétaux, sous forme de calcaire dans les océans…). Mais le GIEC précise que ce rythme est très mal connu. Si une fraction importante du CO2 (environ la moitié est absorbée en quelques décennies, le reste subsiste des milliers d'années (rapport du groupe 1 p 1106). Nulle part, le GIEC n'indique une durée de 100 ans. De fait, la durée de 100 ans (pouvoir de réchauffement sur 100 ans) avait été retenue uniquement dans les premiers rapports du GIEC pour comparer l'effet des différents gaz, notamment dans le cadre du protocole de Kyoto. Cette notion est aujourd'hui considérée comme inappropriée.

Observation rejetée

Dixième observation

Les gaz de la troposphère sont plus froids que le sol, ils ne peuvent donc le réchauffer en vertu du second principe de la thermodynamique.

Le forçage radiatif ne se traduit pas par un transfert de chaleur de l'atmosphère vers le sol, mais par une réduction du transfert du sol vers l'atmosphère. Deux exemples montrent la mauvaise compréhension de ce principe :

Un des contradicteurs indique que, si l'on place les deux mains face à face, la main gauche ne peut pas réchauffer la main droite. Mais si ces deux mains sont suffisamment rapprochées, a fortiori si elles sont collées l'une à l'autre, leur refroidissement par rayonnement infrarouge diminue jusqu'à être divisé par deux, d'où l'impression de chaleur que chacun ressent.

Autre exemple, quand vous isolez un mur ou une toiture, en hiver l'isolant est plus froid que l'intérieur de la maison, il n'en résulte pas moins qu'à chauffage égal, la température de la maison augmente.

Observation rejetée

Quelle conclusion peut-on en tirer ?

Tout d'abord, cela conduit à réfuter toute théorie du complot. Le travail du GIEC est un travail fondé sur des bases scientifiques solides (l'absorption de l'infrarouge par les gaz) et sur les mesures de cette absorption en laboratoire et non sur des modèles destinés à « prouver » cette absorption. L'impact des gaz à effet de serre sur le climat n'est pas une hypothèse, c'est une certitude. Par contre, ce qui est incertain c'est l'ampleur de cet effet.

À cet égard, une première remarque s'impose. Les modèles sont complexes et nécessitent un « tuning » (ajustement de certains paramètres dont les valeurs exactes ne sont pas connues) pour fonctionner. Ce tuning se fait en essayant de reproduire le passé, donc essentiellement les dernières décennies. Si un autre phénomène, non pris en compte, a contribué à l'élévation des températures, cela conduit à surestimer l'impact du CO2 (à l'inverse s'il y a eu un phénomène refroidissant). Si la théorie des cycles solaires de 60 ans était confirmée, cela expliquerait une partie du réchauffement. Dans ce cas, les chiffrages du GIEC seraient surévalués et on se trouverait dans les hypothèses les plus basses.

Mais il est possible aussi que d'autres phénomènes aient joué en sens inverse.

Dans ces conditions, à moins d'être tenant de la théorie du complot, on doit considérer les travaux du GIEC comme une hypothèse valide, mais en même temps, on doit prendre en compte l'incertitude sur l'ampleur du phénomène. Ce qui conduit aux deux seules questions utiles de mon point de vue :
Qu'est-il raisonnable de faire aujourd'hui, compte-tenu également de l'environnement international et des cations conduites (ou non conduites) par les autres États ?
Comment intégrer dans les travaux du GIEC les recherches sur les autres causes possibles du changement climatique ?