



ROYAUME DU MAROC
ACADÉMIE HASSAN II DES SCIENCES ET TECHNIQUES

10
ANS

L'AFRIQUE FACE AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Conférence donnée à l'occasion de la célébration du 10^{ème} anniversaire
de l'installation de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

Pr. Jean JOUZEL

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE)
Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), France
Membre du Conseil Economique, Social et Environnemental (CESE), France

Rabat, le 18 mai 2016



**Sa Majesté le Roi Mohammed VI - que Dieu Le garde -
Protecteur de l'Académie Hassan II
des Sciences et Techniques**

*Dans le cadre du cycle de conférences organisées par l'Académie Hassan II
des Sciences et Techniques à l'occasion du **X^{ème} anniversaire de son installation**
par Sa Majesté le Roi Mohammed VI - que Dieu Le garde -,*

*et en présence des représentants de 16 Académies des Sciences Africaines,
(Soudan, Zambie, Ile Maurice, Ghana, Ethiopie, Tanzanie, Afrique du Sud,
Ouganda, Togo, Bénin, Sénégal, Nigéria, Burkina Faso, Kenya, Congo Brazzaville et Maroc)*

le Professeur Jean JOUZEL

a donné, le 18 mai 2016, une conférence sur :

«L'AFRIQUE FACE AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE»

(Texte reproduit à partir de la transcription de l'enregistrement audio)



L'AFRIQUE FACE AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

1. Bref historique : de Genève à Paris, entre doutes, divergences et défenses des intérêts. Naissance de la Convention-cadre sur le changement climatique.

Le changement climatique est au cœur des préoccupations de chacun, en particulier au Maroc qui accueille la Conférence des Parties en fin d'année. Moi-même je ne suis pas spécialiste des changements climatiques en Afrique mais je peux en dire quelques mots. Mais je pense qu'il est important avant tout de replacer le contexte un peu plus général, plus global du changement climatique.

Je dis souvent que sans la communauté scientifique, il n'y aurait pas de Conférence sur le climat. Et la communauté scientifique lance l'alerte dans les années 80 et cela conduit très rapidement à la mise sur pied du GIEC – Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat – dont j'ai été vice-président du groupe scientifique de 2002 à 2015. Résultat : sous l'égide de l'ONU, les résultats de son premier rapport en 1990 sont suffisamment clairs pour que des décisions politiques soient prises, concernant principalement la mise sur pied de la convention-climat. Donc, on parle déjà dans ce rapport de réchauffement climatique supérieur à 3°C dans la deuxième partie du 20^{ème} siècle, d'élévation du niveau de la mer de 64 cm. Ces chiffres, on les retrouve dans les rapports successifs du GIEC; ils n'ont jamais été contredits mais au contraire renforcés actuellement. Et en 1992 se met en place la «Convention climat».

On comprend bien le phénomène qui se passe : c'est que par nos activités, on change la composition de l'atmosphère, en particulier 3 composés qui sont des gaz à effet de serre. *(Pour ce qui est de la vapeur d'eau, on n'en change pas la quantité dans l'atmosphère, en tous les cas pas directement par nos actions. Le réchauffement climatique lui-même conduit à un accroissement de la vapeur d'eau dans l'atmosphère : l'océan se réchauffe et il y a plus de vapeur d'eau dans l'atmosphère.)*

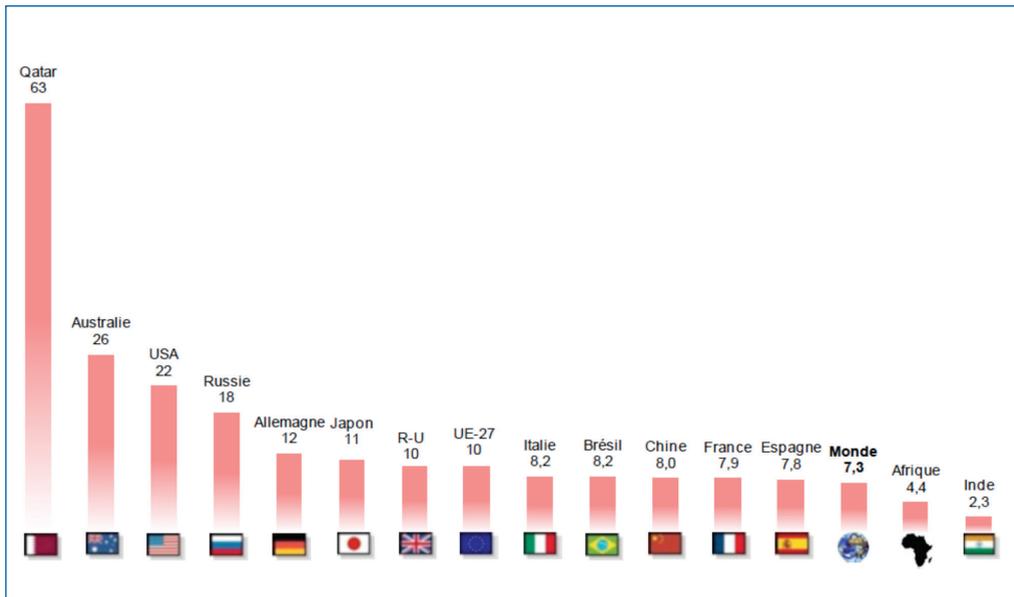


Fig.1 : Emissions par habitants en tonnes de CO₂eq/an

Les 3 gaz à effet de serre principaux sont :

- Le gaz carbonique (CO₂) qui a augmenté de 40% depuis 200 ans;
- Le méthane, qui a plus que doublé;
- Et le protoxyde d'azote qui a augmenté de 20%.

Ces 2 derniers composés ont des sources, ou des émissions, largement liées aux pratiques agricoles tandis que le CO₂, c'est avant tout l'énergie, l'utilisation des combustibles fossiles, qui en est à l'origine ainsi que la déforestation et la production de ciment.

En fait, dès les années 80-90, on comprend très bien et on voit sous nos yeux la modification de la composition de l'atmosphère de façon rapide et importante et on comprend que la première conséquence de l'augmentation des gaz à effet de serre, c'est d'augmenter la quantité de chaleur disponible pour le système climatique (en gros, on augmente le chauffage). Dès cette époque, on comprend, et ça va être au cœur de la convention climat, qu'on ne peut pas laisser augmenter le chauffage en espérant qu'il ne se passera rien. C'est ça la convention climat. L'objectif de la convention climat telle qu'elle est rédigée en 1992, dans son article 2, c'est de stabiliser l'effet de serre de façon à stabiliser

le réchauffement climatique. On comprend tout de suite que pour stabiliser l'effet de serre, il faut diminuer les émissions. Si on prend par exemple le CO₂ (qui joue pour à peu près les ¾ de l'augmentation de l'effet de serre chaque année), et qu'on veuille stabiliser les quantités de CO₂ dans l'atmosphère, il faudrait en diminuer les émissions. A cette époque par exemple, dans les années 1990, on émettait à peu près 20 milliards de tonnes de CO₂ chaque année, largement à travers l'utilisation des combustibles fossiles; la végétation, l'océan, en absorbent à peu près la moitié, voire plus. Donc on comprend que si on veut que la quantité de CO₂ arrête d'augmenter dans l'atmosphère, objectif tout-à-fait raisonnable, voire indispensable, il faut que les émissions diminuent.

Nous avons toutes les indications que le réchauffement climatique est déjà là et c'est ça qui est important

Alors on appelle la Conférence des Parties : 1992, c'est la Convention-climat. Il y a deux autres conventions : la convention sur la biodiversité et celle sur la désertification qui sont mises en place. Chacune de ces conventions se réunit, la convention sur le climat étant celle qui s'est mise la première en place. On appelle cela **la Conférence des Parties**. Et la première réunion est à **Berlin (COP1)**.

Lors de la Conférence de Kyoto, des mesures sont déjà prises et les Nations Unies fixent les objectifs de diminution des émissions de gaz à effet de serre pour les pays développés à -5% sur la période 2008-2012. Le Protocole de Kyoto était bien compris, bien conçu à l'époque par rapport au problème tel qu'il était posé dans les années 1990. Si on parle d'échec, ce n'est pas le protocole lui-même mais c'est le fait que le 1^{er} pays émetteur de l'époque, les Etats-Unis d'Amérique (et quelques autres pays) ne se soit pas impliqué.

La première phase (2008-2012) du Protocole de Kyoto terminée, on en arrive au Protocole de Copenhague qui est important parce qu'il était acquis que ce devait être là qu'on devait mettre sur pied la 2^{ème} phase du Protocole de Kyoto, à partir de 2013. L'objectif était vraiment de mettre en place un accord, si possible ambitieux, pour la période 2013-2020. Mais en fait, il n'y a pratiquement que les pays d'Europe (et quelques autres pays) qui sont engagés de façon contraignante, en tous cas avec des objectifs relativement ambitieux : - 20% pour l'Europe, ce qui ne représente que -15% des émissions.

Donc dans ce sens, la Conférence de Copenhague a été loin d'atteindre ses objectifs : il aurait fallu entraîner plus de pays vers un accord ambitieux et cela a été l'objectif de la Conférence de Paris.

Alors là aussi, pourquoi la Conférence de Paris est-elle importante? C'est parce que elle a eu lieu non pas à Paris mais en 2015. Car c'est en 2011 qu'il est décidé, ce qu'on appelle la feuille de route de Durban, que 2015 sera la date buttoir pour avoir un accord pour 2020. Et Paris se porte candidat.

Avant de parler des résultats de la Conférence de Paris, j'aimerais dire qu'à Copenhague, il y a eu 2 résultats importants qui ont en fait été au cœur de la Conférence de Paris. Ces 2 résultats sont 2 chiffres :

- initialement, la Convention climat ne fixait pas d'objectifs chiffrés; il s'agissait uniquement de stabiliser le climat. Donc pas d'objectif chiffré à Rio. C'est à partir de Copenhague – et on comprend pourquoi – si on veut s'adapter au changement climatique, eh bien il faut limiter le changement climatique et j'adhère à l'objectif de 2°C.
- c'est aussi à Copenhague qu'est entrée dans la discussion cette promesse de 100 milliards de US\$/an que les pays développés s'engagent à verser aux pays en développement (ou à mettre à dispositions sous diverses formes) à partir de 2020.

Ces deux chiffres, 2°C et 100 milliards de US\$, vont être au cœur de la Conférence de Paris.

En gros, la COP21, c'est un accord. Mais c'est la mise en œuvre maintenant qu'il faut concrétiser, sinon accélérer, car il faut agir rapidement. C'est ce que je vais essayer de vous dire ici mais je pense qu'il est aussi important de revenir aux aspects scientifiques, de dire quelques mots du climat de l'Afrique, en vous rappelant des résultats qui vous sont peut-être familiers, parce qu'on parle beaucoup de réchauffement climatique, peut-être un peu plus au Maroc évidemment.

2. L'Afrique face au réchauffement climatique dans ses spécificités continentales et ses particularités nationales.

En fait, lorsque vous regardez les températures mondiales, il y a eu deux années consécutives qui ont été des années «records» : 2014 et 2015. Entre 2015 et 2013, il y a eu 2 dixièmes de degrés (2/10 °C) et c'est énorme. Parce que nous sommes sur un rythme moyen plutôt de 1/100 par an au cours du 20^{ème} siècle, un peu plus actuellement. Et au cours des 2 dernières années, on a été dix fois plus rapides. Pourquoi? Parce que nous sommes dans des années

exceptionnelles, celles d'un événement El Niño, c'est-à-dire qu'une large partie du Pacifique est plus chaude que sa valeur normale, 3 à 4 °C plus chaude et les années El Niño sont effectivement des années exceptionnellement chaudes par rapport à la tendance. Il y a une tendance au réchauffement en moyenne plutôt de l'ordre de 1/100 de degrés par an et les années El Niño (97-98 par exemple) sont des années exceptionnelles. 2016 sera certainement une année chaude parce que le phénomène El Niño est toujours là et se terminera dans quelques semaines, début de l'été. Il est aussi envisageable que le record de 2015 attende quelques années pour être battu à nouveau. C'est tout à fait normal.

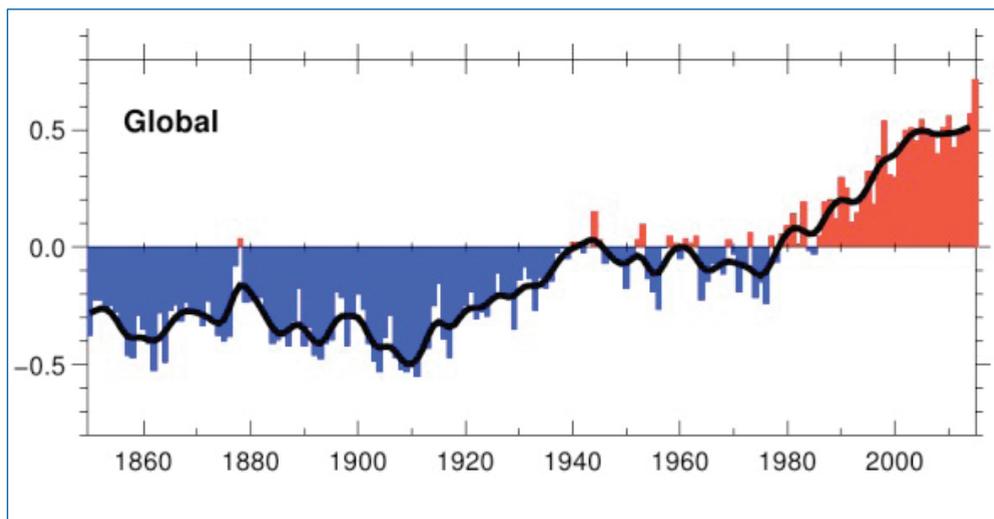


Fig.2 : 2015, année la plus chaude depuis 1850

Alors, ce qui est important dans le réchauffement climatique, c'est que cette chaleur supplémentaire, qui résulte de l'augmentation de l'effet de serre, qui elle-même est due à nos activités, n'est utilisée que pour 1% dans l'atmosphère. Alors c'est important de regarder ce qui se passe dans l'atmosphère évidemment puisque c'est là où nous vivons mais, si vous voulez, l'essentiel de cette chaleur supplémentaire va dans l'océan : 93% vont dans l'eau. Et donc il faut avoir un regard sur ce qui se passe dans l'océan si on veut effectivement regarder le réchauffement climatique dans son ensemble.

Le réchauffement climatique est sans équivoque et sans précédent

Et là, c'est très clair (je suis très heureux que vous ayez annoncé la venue de Anny Cazenave, qui est vraiment une des meilleures spécialistes mondiales des aspects liés à l'élévation du niveau de la mer, qui sera là dans quelques semaines, vers l'automne), on voit (sur la figure 3) que le niveau moyen de la mer augmente

de 3 mm chaque année actuellement. Nous sommes sur un rythme de 30 cm par siècle qui risque de s'accélérer, voire de fortement s'accélérer. Mais pour le moment, ce que j'essaie de dire surtout, c'est que cette élévation du niveau de la mer est un indicateur très clair du réchauffement climatique puisque pour 1/3, il est lié à la dilatation de l'océan. Il y a une quantité importante qui rentre dans l'océan, en particulier au cours des 20 dernières années, ce qui contribue à la dilatation de l'océan de l'ordre de 1 mm chaque année. Il y a 1,5 mm qui sont liés à la fonte des neiges, des glaciers tempérés mais surtout du Groenland et de l'Antarctique de l'Ouest, cette partie de l'Antarctique qui est, disons, au Sud de l'Amérique du Sud : depuis une vingtaine d'année, ces calottes glacières contribuent à l'élévation du niveau de la mer et là aussi c'est un signal (la fonte des glaces) du réchauffement climatique. Ce que je veux dire, c'est que vraiment nous avons toutes les indications que le réchauffement climatique est déjà là et c'est ça qui est important.

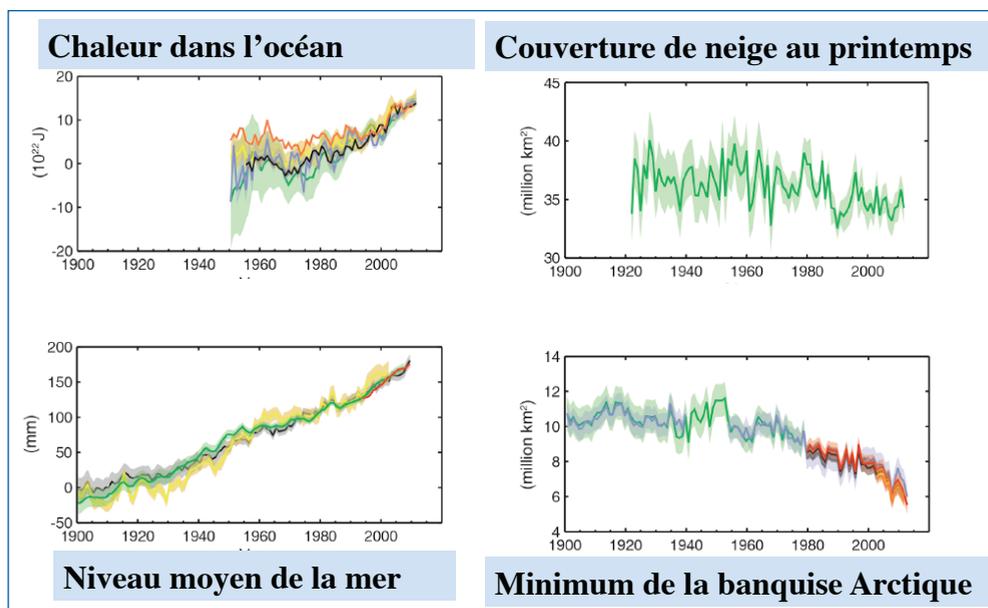
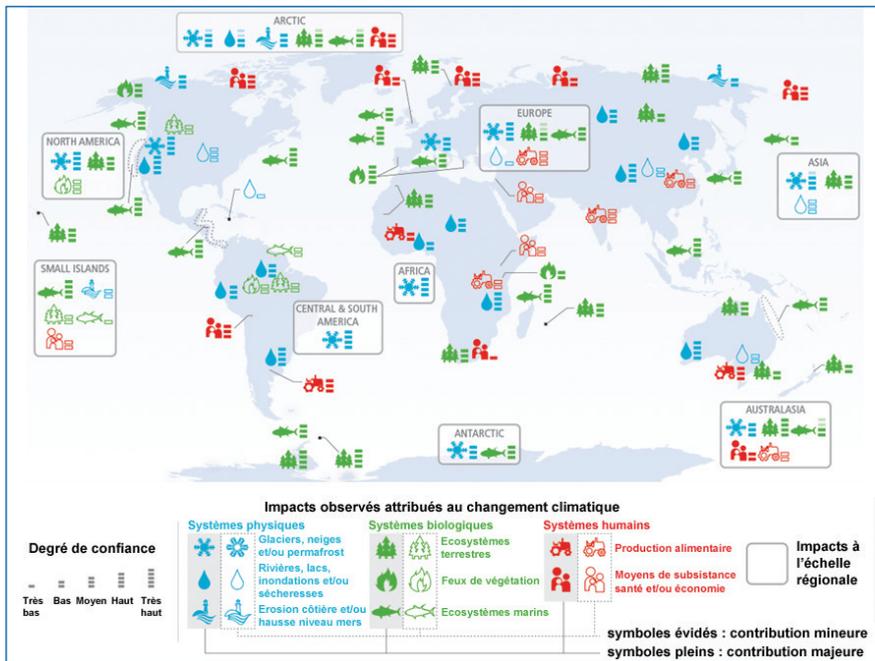


Fig.3 : Evolutions des principaux indicateurs du réchauffement climatique

Je reprends ici les conclusions du GIEC : pour nous, le réchauffement climatique est sans équivoque et sans précédent; c'est-à-dire qu'il est sans précédent à l'échelle au moins du dernier millénaire. Les 30 dernières années sont les plus chaudes que l'on ait connues sur cette planète, en tous les cas sur l'hémisphère nord où on a des données depuis au moins 1000 ans, voire encore plus.



Source : notre-planete.info, http://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/changement-climatique-consequences.php

Fig.4 : Conséquences attendues des changements climatiques

© GIEC, volume 2 rapport 2014 / notre-planete.info
Le climat

Alors évidemment, il y a eu des périodes plus chaudes dans le lointain passé : il y a 120 000 ans par exemple, de façon tout-à-fait naturelle, le climat était plus chaud qu'actuellement. Simplement, c'était la position de la terre sur son orbite. Mais là, depuis 1000 ans, le réchauffement est sans précédent.

Pour l'Afrique, ce sont les écosystèmes qui sont déjà modifiés

Alors ce qu'on peut voir (figure 4), c'est que des impacts sont déjà observés. Pour l'Afrique, ce sont les écosystèmes qui sont déjà modifiés – les écosystèmes naturels – l'agriculture qui est affectée (signe du tracteur) mais aussi les ressources en eau. Il y a déjà des impacts du réchauffement dans toutes les régions : vous voyez tous ces sigles, ce sont des feux de forêts supplémentaires, des catastrophes naturelles, des inondations dans d'autres régions,....

Le réchauffement climatique est perceptible. Il n'est pas encore très dangereux. Le réchauffement climatique, ce n'est pas ce que l'on vit aujourd'hui. C'est ce que l'on se prépare à vivre, si rien n'est fait dans les années qui viennent, si rien n'est fait pour lutter contre le réchauffement climatique maintenant.

Il est très important pour l'Afrique qu'il y ait une véritable implication de recherches très actives dans le domaine de l'évolution du climat.

Avant de poursuivre, je vais vous renvoyer vers d'autres conséquences : si on regarde de plus près les précipitations (figure 5) : dans le cas de l'Afrique, en marron, il y a beaucoup de régions où il n'y a pas beaucoup de données et c'est un des problèmes de l'Afrique. Donc, j'invite un peu la communauté africaine à participer. Lorsque j'étais au GIEC, notre travail consistait à sélectionner les auteurs du rapport du siècle. En fait, on a beaucoup de difficultés à identifier les auteurs africains. J'engage les Académies à tenir compte de la forte demande actuellement et je suis très fier que mon collègue Abdallah Mokssit soit nommé secrétaire général de GIEC (IPCC en anglais). Je pense qu'il est très important pour l'Afrique qu'il y ait une véritable implication de recherches très actives dans le domaine de l'évolution du climat.

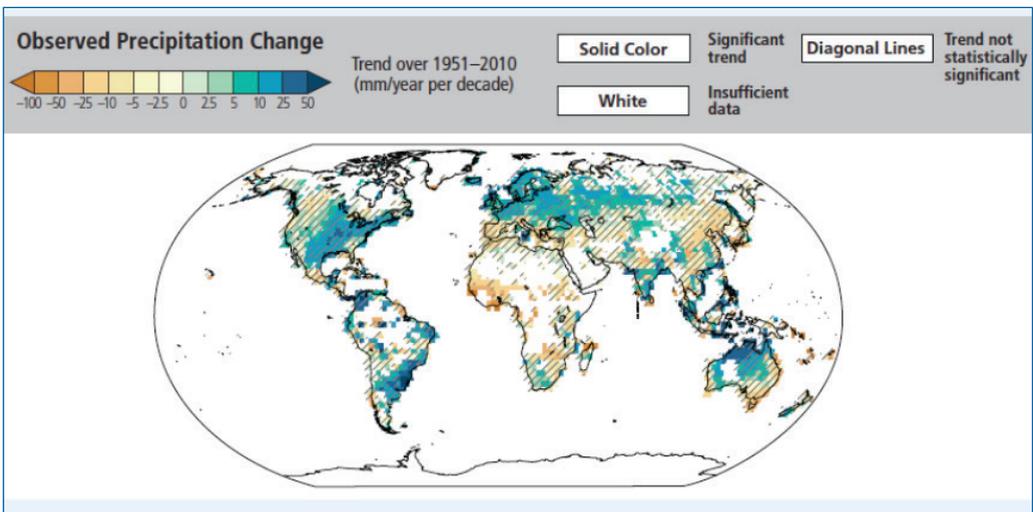


Fig.5 : Evolutions des précipitations

Alors, la question qui se pose, une fois que je vous ai dit que l'effet de serre augmente, que c'est lié aux activités humaines, que le climat se réchauffe, ceci n'est pas suffisant pour établir une relation de cause à effet. Et c'est une des questions qui nous est posée : est-ce que le réchauffement climatique qu'on observe est déjà lié aux activités humaines? C'est ce que, Monsieur le secrétaire perpétuel, vous avez mis en avant dans votre introduction. Oui, la réponse est très claire dans le 5^{ème} rapport du GIEC : «*Pour nous, une large*

part du réchauffement climatique lors des 50 dernières années est déjà liée aux activités humaines». Nous sommes dans un monde dont nous modifions le climat et ceci de façon très claire et, pratiquement en fait, l'essentiel du réchauffement climatique est vraiment lié aux activités humaines.

Nous sommes dans un monde dont nous modifions le climat

Le 5^{ème} rapport du GIEC met en évidence un réchauffement observé (à peu près depuis les années 1950) de sept dixièmes (7/10) de degré (Fig. 6). L'effet de serre tout seul expliquerait à peu près 1 degré : le réchauffement aurait été plus important mais il y a aussi les activités humaines, la pollution – au sens trivial du terme, la pollution automobile, urbaine – qui contrecarre une partie de ce réchauffement.

Donc en fait, les activités humaines sont tout-à-fait compatibles avec ce qu'on observe comme réchauffement. Tandis que dans les causes naturelles, les variations de l'activité solaire et les variations de l'activité volcanique contribuent à un refroidissement de quelques dizaines de degrés qui dure quelques années. Cette variabilité n'explique qu'un dixième (1/10) de degré au maximum.

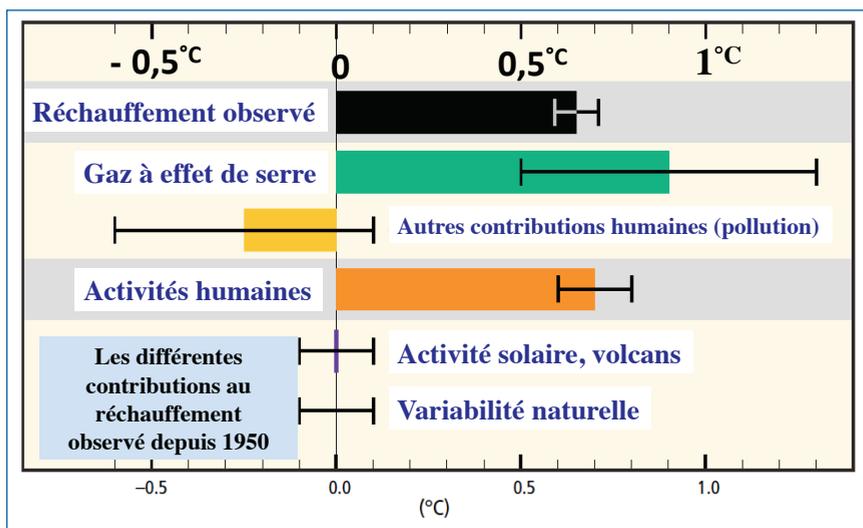


Fig.6 : Une large part du réchauffement est due aux activités humaines

Pour nous donc, le diagnostic est clair : nous sommes dans un monde dont nous modifions le climat.

Avant, je dirigeais l'Institut Pierre-Simon Laplace, dans lequel on s'intéresse à des modèles climatiques extrêmement sophistiqués, qui tiennent compte de l'atmosphère, de l'océan, des interactions avec la végétation, avec la chimie

atmosphérique. Tout cela, ce sont beaucoup de processus à prendre en compte et finalement, qu'est-ce qu'ils nous disent ces modèles? Et bien c'est un peu le bon sens : «Si on émet beaucoup de gaz à effet de serre, on risque d'avoir des réchauffements importants». C'est un peu le message.

Alors, vers quoi allons-nous?

Revenons au rapport du GIEC pour un peu présenter 2 cas très différents :

- On va parler d'un scénario émetteur (celui dans lequel on ne fait rien pour lutter contre le réchauffement climatique; on ne change pas nos habitudes) : à la fin du siècle, nous irons vers des réchauffements de 4 à 5 °C, des réchauffements encore plus importants dans certaines régions, moins importants sur l'océan, qui ne seraient pas stabilisés à la fin du siècle. Alors on pourrait aller vers 6 à 8°C à la fin du siècle prochain. C'est énorme. Et vous voyez à droite (de la figure 7), il y a des catégories de conséquences du réchauffement climatique; le GIEC les a classées en 5 catégories avec différents niveaux de risque, disons 'indétectable', 'moyen', 'élevé', 'très élevé'. Ce qu'on peut observer, c'est que dans le cas d'un réchauffement vers 4 à 5°C, en gros, tous les voyants sont au rouge.

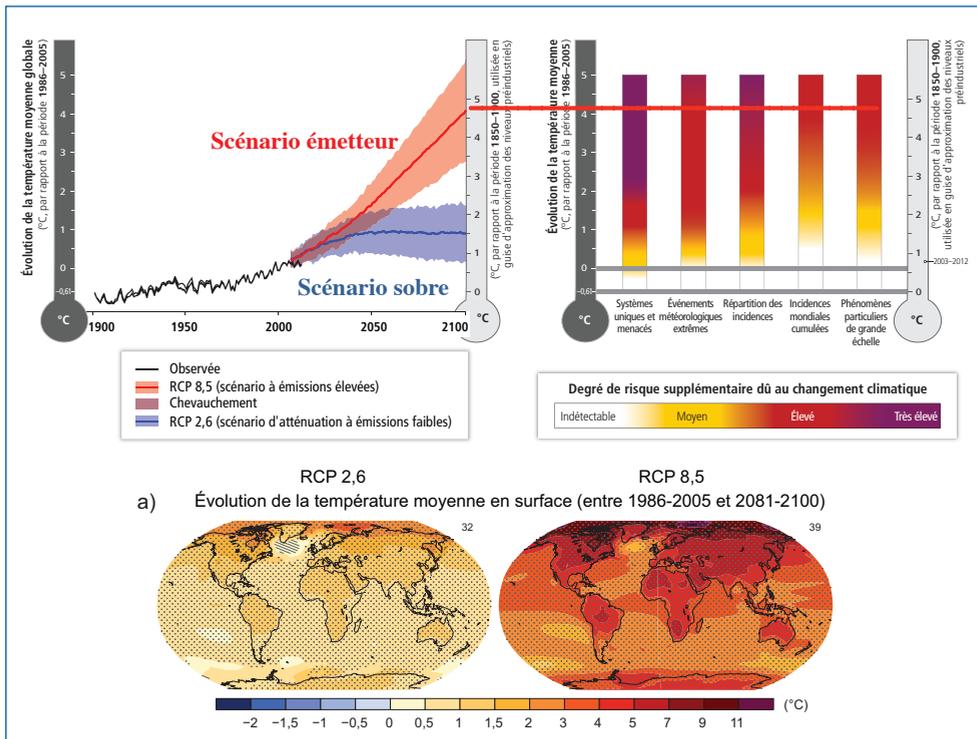


Fig.7 : Scénarios du réchauffement climatique

Alors, de quoi s'agit-il?

Je ne vais pas trop détailler car je pense que vous êtes familiers avec beaucoup de ces conséquences du réchauffement climatique dont certaines effectivement risquent de toucher plus l'Afrique : pour le Maroc par exemple, qui tire une partie de ses ressources de l'Océan, de la Mer, l'acidification de l'Océan est quelque chose d'important. C'est un risque si on ne fait rien.

Donc la première conséquence, dans le cas où on ne fait rien pour lutter contre le réchauffement climatique, concerne l'océan, qui deviendrait 2 fois plus acide à la fin du siècle qu'il ne l'était au début du siècle dernier. Cela a des conséquences sur tout ce qui est formé de calcite – toutes ces coquilles qu'on aime bien – mais aussi les récifs coralliens qui risquent d'être mis à mal et, en gros disons, les ressources halieutiques seront également affectées.

La 2^{ème} catégorie concerne les extrêmes climatiques (et je reviendrai sur ce risque dans ces régions comme l'Afrique, le Nord de l'Afrique) : ce sont plutôt des risques de sécheresse plus importante mais aussi quelquefois des inondations, des événements extrêmes de précipitations, des canicules, des cyclones dans d'autres régions (parce que les régions cycloniques vont se déplacer un peu plus vers le nord, vont toucher des régions comme l'Afrique de l'Ouest). Bien sûr il y a des cyclones en Afrique mais est-ce que ceux-ci ne vont pas s'intensifier? Ce sont des questions qu'on se pose.

La troisième catégorie est importante aussi et là on va parler des populations pour lesquelles, par exemple, le climat actuellement rend difficile l'accès aux ressources agricoles. Ce sont des régions côtières qui sont affectées par l'élévation du niveau de la mer. Les ressources agricoles, les ressources en eau sont les premières causes des réfugiés climatiques. Mes collègues politologues citent souvent le cas de la Syrie. Il y a eu des sécheresses à répétition – je ne dis pas qu'elles sont attribuées au réchauffement climatique – au début des années 2000 qui ont fait qu'à peu près 1 million d'habitants ont migré depuis la campagne syrienne vers Damas, ce qui a contribué à l'instabilité de ces régions d'après certains politologues, aux difficultés auxquelles elles font face.

Il y a un risque de fonte totale du Groenland, ce qui équivaut à 7 m d'élévation du niveau de la mer

La 4^{ème} catégorie concerne les problèmes environnementaux qui, par eux-mêmes, sont des problèmes qui sont exacerbés par le réchauffement climatique. Alors

ça va être le cas de la biodiversité par exemple. On a classé 8 catégories soit de faune soit de flore : leur vitesse de déplacement, pour la moitié d'entre elles à la fin du siècle, serait inférieure à la vitesse de déplacement du climat. Les zones climatiques se déplaceraient à la fin du siècle à des dizaines de kilomètres par décennie, quelques kilomètres par an, et pour certaines espèces – des arbres ou même des faunes ou flores – leur capacité de déplacement est tout simplement inférieure à la vitesse de déplacement des zones climatiques. Il y a beaucoup d'autres raisons qui affectent actuellement la biodiversité – la biodiversité n'a pas besoin du climat pour être mise à mal –. Il est clair que le changement climatique exacerbe la biodiversité : ça accélérera la modification des écosystèmes au sens large. Dans le cas de la pollution par exemple, on comprend bien qu'il soit plus difficile de faire face aux problèmes de la pollution par période de canicule, avec ses problèmes de santé qui sont liés.

Il y a aussi des problèmes de ressources alimentaires : on a le sentiment que dans un contexte de réchauffement climatique, certaines régions vont gagner en productivité, d'autres vont en perdre. On a le sentiment que les régions qui vont gagner vont être très importantes. En fait, lorsqu'on regarde, jusque vers les années 2030 effectivement, en terme de productivité (cas des cultures vivrières principales : blé, maïs, riz soja), les régions qui gagnent et les régions qui perdent sont à peu près équilibrées dans un premier temps; mais à la fin du siècle, les régions qui perdent en productivité prennent le pas sur les régions qui gagnent et ça de façon importante. Donc le réchauffement climatique affectera les ressources alimentaires.

Le dernier point concerne les phénomènes irréversibles. Le premier, c'est l'élévation du niveau de la mer : nous sommes sur un rythme de 30 cm par siècle qui risque de s'accélérer dans le cas d'un réchauffement non contrôlé. Cela pourrait être de l'ordre de 1 m à la fin du siècle et à l'échelle du millénaire, plutôt de quelques siècles du millénaire, il y a un risque de fonte totale du Groenland et, dans ce cas, ça équivaut à 7 m d'élévation du niveau de la mer. Il ne s'agit pas dans ce cas là de la fin du siècle – certains parlent d'élévation du niveau de la mer supérieur à 1 m à la fin du siècle – mais disons qu'à l'échelle du millénaire, l'élévation du niveau de la mer ne s'arrêtera pas. Elle se poursuivra et risque même de s'accélérer. Même dans le cas d'un réchauffement limité à 2°C, l'élévation du niveau de la mer se poursuivra d'au moins 40 cm d'ici la fin du siècle et probablement 1 m à l'échéance de la fin du siècle prochain.

L'élévation du niveau de la mer est quelque chose d'important et cette importance dépend du pays où on est. L'Europe n'échappera pas au changement climatique, l'Afrique non plus. Nous aurons une discussion sur le climat africain.

Le réchauffement climatique, c'est quand même peut-être plus difficile d'y faire face dans les pays où il fait relativement chaud. Certaines régions africaines ont du mal à se développer actuellement justement parce que le climat n'est pas favorable au développement.

Dans le cas de l'Afrique même dans le scénario qui n'est pas le plus émetteur, on a des réchauffements sur le nord de l'Afrique (sur le nord-ouest) de 4 à 5°C l'été. C'est quand même énorme en moyenne. Donc le réchauffement affectera l'Afrique. Quand on parlera d'un réchauffement moyen de 4 à 5°C, l'Afrique sera affectée dans cette proportion là, un peu moins l'hiver, un peu plus l'été.

Certaines régions africaines ont du mal à se développer actuellement parce que le climat n'est pas favorable au développement

Un autre phénomène particulier à la partie nord de l'Afrique est la diminution des précipitations (les zones en marrons sont des diminutions de précipitations). C'est vrai aussi bien sur l'ensemble du pourtour méditerranéen; en tous cas, il y a d'autres régions de l'Afrique où les précipitations augmentent peut-être mais les régions du pourtour méditerranéen risquent d'être affectées par une diminution de précipitations et il faut bien voir que c'est couplé avec une augmentation de l'évaporation (si vous avez un réchauffement de 4 à 5°C, il y a plus d'évaporation des sols). Donc on voit bien les difficultés liées à ce cycle hydrologique, au moins dans certaines régions.

J'ai parlé des risques principaux pour l'Afrique tels qu'ils apparaissent dans le dernier rapport du GIEC (les cartes étaient du 4^{ème} rapport du GIEC). Ces risques principaux peuvent se résumer en 3 grands domaines, 3 catégories de conséquences dommageables pour l'Afrique :

- Le domaine lié aux précipitations
- Le domaine lié à l'agriculture
- Et le domaine lié à la santé.

Il y a aussi des régions africaines où c'est l'élévation du niveau de la mer qui prévaut (delta du Nil, régions côtières). Mais à l'échelle planétaire, cela concerne plus d'un milliard d'habitants, cela est essentiellement concentré en Asie du Sud-est.

Maintenant face à tout cela, il y a des perspectives d'adaptations, bien que ce soit difficile surtout pour certaines régions d'Afrique car il y a beaucoup de chose à mettre en œuvre. Et je voulais aussi rappeler que ce n'est pas la communauté scientifique qui a modifié la convention climat mais les décideurs. C'est une décision politique que le fait d'être passé d'un objectif qualitatif à un objectif chiffré (2°C, voire 1,5°C).

Quand on regarde effectivement cette fois ci ce qu'on appelle un scénario sobre (en bleu sur la figure 7), qui nous permettrait de limiter le réchauffement à 2°C, on voit bien que l'idée qui est derrière – celle du législateur –, c'est que si on y arrive, et bien on pourra s'y adapter (pour l'essentiel car certaines choses sont irréversibles come l'élévation du niveau de la mer qui se poursuivra), Vous voyez que si on restait en dessous de 2°C, les conséquences sont plutôt soit indétectables dans certains cas, moyennes ou assez élevées pour les récifs coralliens en tout état de cause. En gros, on limite la casse.

Alors la difficulté de rester en dessous de 2°C, je vais essayer de l'illustrer dans ce qui suit. En fait la température de stabilisation est gouvernée par la quantité totale de gaz carbonique émise. Donc on sait ce qui nous reste à faire si on veut rester en dessous de 2°C à long terme (et non pas à la fin du siècle). Aujourd'hui, il nous reste 200 milliards de tonnes de carbone à utiliser (250 milliards en 2011) ce qui représente 20 années de production de gaz carbonique au rythme actuel (ceci en supposant que les autres gaz à effet de serre n'augmentent pas leur émission). Donc on n'a plus que 20 ans au rythme actuel pour rester au dessous de 2°C. Cela représente aussi moins de 20% des ressources facilement accessibles en termes de combustibles fossiles.

Je salue ici l'effort du Maroc en termes d'énergies renouvelables

C'est clair que la campagne «Keep it in the ground» (laissez les combustibles fossiles là où ils sont) repose sur les chiffres du GIEC. Donc c'est une grande difficulté puisque, si on veut rester en dessous de 2°C, il faut modifier tout de suite nos émissions de gaz à effet de serre, essayer d'avoir un pic : en fait, la Conférence de Paris, ce n'est pas 20 ans au rythme actuel puis plus rien

après; l'idée ça serait d'avoir un pic d'émissions assez rapide. Mais les émissions continuent d'augmenter. Une diminution par 2, voire par 3 à l'horizon 2050 et c'est d'ailleurs ce qui est inscrit dans l'accord de Paris : "neutralité carbone dans la deuxième partie du 21^{ème} siècle". Donc vous voyez que c'est un véritable défi qui demande à nos économies de complètement se modifier, ce qui est aussi sources d'opportunités. Je salue ici l'effort du Maroc en termes d'énergies renouvelables; c'est très clair que c'est la voie vers laquelle il faut aller et je dirai que c'est valable pour l'ensemble du continent africain et pour l'ensemble de la planète.

3. Paris et la COP 21, des divergences au consensus: adoption des grandes lignes de lutte et d'adaptation, mais beaucoup de points restent encore en suspens.

Dans ce contexte, la Conférence de Paris a été un succès, d'abord du point de vue sécurité, du point de vue organisation. Après les événements du 13 novembre, il y a eu un véritable succès diplomatique avec la venue de 150 chefs d'état ou de gouvernement, qui étaient là le premier jour, qui ont lancé la conférence. Il y a eu un accord signé, universel : plusieurs pays ont redit leurs engagements (à New York il y a quelques jours maintenant). Donc c'est un accord universel. Mais pour rendre cet accord universel, la convention climat a changé son fusil d'épaule : jusqu'à Copenhague, l'idée était de fixer des objectifs pour les pays développés (il n'y en avait pas pour les pays en voie de développement) mais cela n'a pas bien marché. Alors à partir de Copenhague, on a inversé les méthodes et on a demandé aux pays développés ce qu'ils pourraient faire pour lutter contre le réchauffement climatique et s'y adapter. D'où l'idée de ces contributions qui ont été confirmées à New York. Le revers de la médaille, c'est que quand on demande aux pays ce qu'ils peuvent faire, on est loin du compte et c'est quand même indiqué dans la décision de l'accord de Paris. Il est clairement dit qu'avec les contributions telles qu'elles sont mises sur la table, même si elles sont mises en œuvre complètement, nous aurons 55 milliards de tonnes d'équivalent CO₂ soit 40% en trop d'émissions en 2030 par rapport à ce qu'il faudrait pour rester sur une trajectoire de 2°C.

Donc on est actuellement plutôt parti, non pas vers 4 ou 5°C à la fin du siècle mais, si les contributions sont prises en compte, sur une trajectoire de 3 à 3,5°C. Cela paraît vraisemblable. Alors il faut absolument augmenter très rapidement

l'ambition. Pas dans 20 ans mais tout de suite. Donc il y a un 1^{er} rendez-vous en 2018 puis un second en 2023 et l'accord de Paris est bien construit de façon à relever cette ambition (il y a une clause de révision).

J'espère qu'à Marrakech, il y aura des événements dans le domaine de la science et de l'éducation

100 milliards de US\$, ça sera évidemment rediscuté à Marrakech de façon plus précise mais je dirai qu'il y a un certain climat de confiance qui s'est établi entre les pays développés et les pays en voie de développement autour de cette promesse des 100 milliards de dollars. Bien sûr, il faut espérer que cela se concrétisera par différentes actions (public, public-privé, privé) mais c'est vraiment des investissements dédiés à la lutte contre le réchauffement climatique ou à l'adaptation. Ça sera au cœur de la Conférence de Marrakech. J'espère qu'à Marrakech on discutera plus de ce qui est important, qu'il y aura de vraies discussions sur le prix du carbone.

Il y a aussi eu une mobilisation importante de la société civile à Paris : les ONG, le monde de l'enseignement, de l'éducation, le monde des entreprises, la communauté scientifique (nous nous sommes beaucoup impliqués). J'espère qu'à Marrakech, il y aura des événements dans le domaine de la science, de l'éducation.

Quelques points faibles : il faut agir tout de suite; ce qui est important, c'est le pré 2020.

Qu'est-ce qu'il faut faire tout de suite? Comment on fait pour stabiliser les émissions rapidement? C'est extrêmement important. Si on attend 2020 pour faire quelque chose, il sera trop tard et on ira obligatoirement vers au moins 3 °C. Le fait que les transports maritime et aérien soient exonérés, ça manque d'élégance c'est très clair.

La forme de l'accord : le fait que les pays se soient engagés est déjà important. Il y a vraiment une forme de contrainte par un engagement au sein des pays, un engagement vis-à-vis de la communauté mondiale, vis-à-vis des jeunes; parce que ces contraintes, parce que ces engagements, chacun pourra les suivre au jour le jour. C'est ça qui est important.

Donc voilà, il y a quand même une certaine forme de contrainte – peut-être une contrainte morale aussi, même si elle n'est pas juridique – par un engagement vis-à-vis de ce qui nous attend si on ne fait rien pour lutter contre le réchauffement climatique. Et évidemment, c'est la mise en œuvre qui est importante et le point de départ de la mise en œuvre, c'est la Conférence de Marrakech.

Un dernier point dans la société civile, je pense redire que l'accord s'est modifié : l'article 2, qui parlait plus de développement durable, d'écosystème, de sécurité alimentaire dans l'accord initial, là on est passé à un objectif chiffré: c'est très important hein 2°C, avec cette possibilité de 1,5°C. C'est vraiment les termes de l'accord.

Accord de Paris : article 2

Le présent Accord, en contribuant à la mise en œuvre de la Convention, notamment de son objectif, vise à renforcer la riposte mondiale à la menace des changements climatiques, dans le contexte du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, notamment en :

- a) Contenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5°C par rapport aux niveaux préindustriels, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques;
- b) Renforçant les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et en promouvant la résilience à ces changements et un développement à faible émission de gaz à effet de serre, d'une manière qui ne menace pas la production alimentaire;
- c) Rendant les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques.

4. Quelles réponses africaines au réchauffement climatique dans ses spécificités continentales à définir?

L'adaptation a pris une place importante, pas simplement dans les problèmes de sécurité alimentaire. Elle va être au cœur des stratégies. C'est un message que j'aimerais donner ici pour l'Afrique – il y a vraiment des moyens en termes d'énergies renouvelables, d'efficacité énergétique. Il faudra aussi que l'Afrique s'adapte, qu'elle participe à un développement sobre en carbone et qu'elle s'implique (on parle d'un doublement de la population d'ici 2050, 2 fois plus de villes également). Bien sûr, il y a le souhait que ce développement s'inscrive dans un développement sobre en carbone. Je crois que c'est important bien sûr pour l'Afrique mais aussi pour l'ensemble de la planète.

Des moyens existent pour l'Afrique, en termes d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique

Il y a un 3^{ème} point important que j'aimerais souligner : il s'agit des flux des investissements. Il faut voir cette nécessité de changer le mode de développement comme des opportunités économiques, y compris pour l'Afrique. Pour la première fois, les Nations-Unies demandent aux pays de «**rendre les flux financiers compatibles avec un scénario à faible émission et résilient au changement climatique**». C'est inscrit dans la convention. C'est quoi la compatibilité : eh bien quand on regarde ici (figure 8) la partie énergie (disons que ça équivaut à 70% des émissions de gaz à effet de serre – il y a à la fois les pays de l'OCDE et les pays non OCDE – mais si on regarde l'ensemble) – eh bien les investissements au niveau planétaire sont de l'ordre de 700 milliards de dollars chaque année (c'est pour les 10 prochaines années); et c'est l'efficacité énergétique le premier levier de lutte contre le réchauffement climatique. 600 ou 700 milliards de dollars, ça peut sembler énorme mais ce sont des chiffres du même ordre qui sont évoqués en terme de subvention aux combustibles fossiles actuellement de par le monde. Ce ne sont pas des investissements inaccessibles.

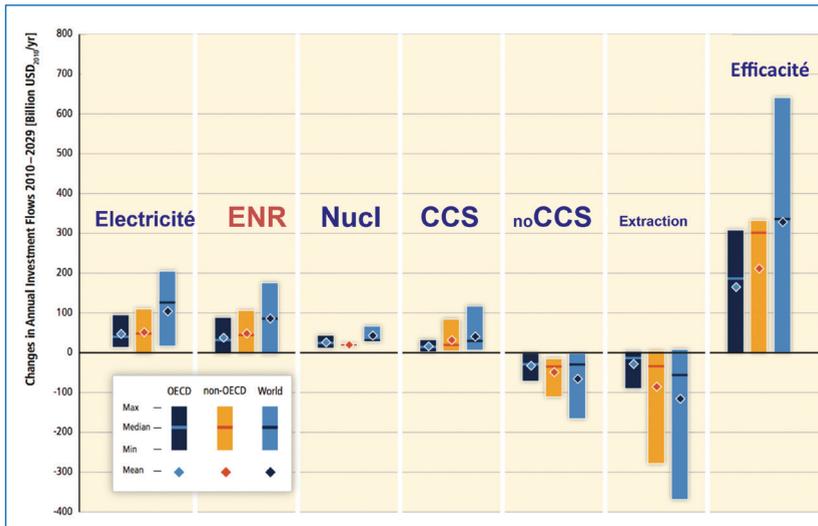


Fig. 8 : Scénario bas carbone : évolution des flux financiers

Bien sûr, désinvestir de l'extraction des combustibles fossiles, de leur utilisation – sauf à mettre en place le piégeage et stockage du gaz carbonique – et continuer les investissements dans le nucléaire, est un scénario qui permet de rester en dessous de 2°C. Il n'y a pas de scénario qui permet de rester en dessous de 2°C sans le nucléaire mais il n'y a pas non plus un fort développement du nucléaire dans ce scénario.

Bien sûr, le véritable développement ce sont les énergies renouvelables, qui devraient se développer, prendre une part importante, de l'ordre peut-être de 50% à l'horizon 2050 de l'énergie; on parle d'électricité, de mobilité, de chaleur (l'énergie, ce n'est pas uniquement l'électricité). Et dans ce monde à 2 °C, on voit aussi une part peut être plus importante de l'électricité dans l'énergie qu'elle ne l'est actuellement.

Il y a, pour la planète, des efforts d'adaptation à faire mais aussi cette possibilité de développement d'une économie sobre en carbone

Je pense que pour un pays, pour nos pays, pour vos pays, la façon de faire face au réchauffement climatique, c'est d'en tenir compte bien sûr dans l'adaptation, mais aussi dans cette possibilité de développement de l'économie, une économie sobre en carbone. C'est ce que je vous engage à faire. Je suis simplement un scientifique mais je m'implique aussi dans l'environnement. Je suis dans le comité de pilotage de la Conférence sur le climat (COP21 et COP22). Je suis très impliqué et pour nous, c'est extrêmement important que la Conférence de Marrakech soit un succès.

Afrique

Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation
<p>Aggravation des pressions exercées sur les ressources hydriques déjà lourdement sollicitées par la surexploitation et la dégradation, et qui feront face à l'avenir à une demande accrue. Stress dû à la sécheresse exacerbé dans les régions africaines déjà exposées à ce fléau (degré de confiance élevé).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des facteurs de perturbation non climatiques des ressources hydriques. • Renforcement des capacités institutionnelles pour la gestion de la demande, évaluation des ressources en eau souterraine, planification intégrée de l'eau et des eaux usées, et gouvernance intégrée des terres et de l'eau. • Développement urbain durable.
<p>Baisse de la productivité des cultures due à la chaleur et à la sécheresse (dont les conséquences sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire des pays, des régions et des ménages pourraient être graves) ainsi qu'aux dommages causés par les ravageurs, les maladies et les inondations effectant l'infrastructure des systèmes alimentaires (degré de confiance élevé).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptations technologiques (variétés végétales tolérantes au stress, irrigation, systèmes d'observation perfectionnés, etc.) • Amélioration de l'accès des petits producteurs au crédit et à d'autres facteurs de production essentiels; diversification des modes de subsistance. • Renforcement des institutions à l'échelle locale, nationale et régionale pour appuyer l'agriculture (y compris par l'établissement de systèmes d'alerte précoce) et politiques favorables à l'égalité des sexes. • Adaptations agronomiques (agroforesterie, agriculture de conservation).
<p>Variations de l'incidence et de l'extension géographique des maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique dues à l'évolution des températures et des précipitations moyennes et de leur variabilité, en particulier aux limites de leurs aires de répartition (degré de confiance moyen).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des objectifs de développement, et notamment amélioration de l'accès à l'eau potable et des systèmes d'assainissement, et renforcement des fonctions liées à la santé publique telles que la surveillance. • Cartographie de la vulnérabilité et systèmes d'alerte précoce. • Coordination intersectorielle. • Développement urbain durable.

Réalisation : **AGRI-BYS S.A.R.L.**

Achevé d'imprimer : Février 2017

Imprimerie Lawne : 11, rue Dakar, Océan, 10040-Rabat, Maroc

Biographie

Le Pr. Jean JOUZEL a démarré d'abord son parcours académique du côté de la chimie avec l'obtention d'une licence en 1967, puis un DEA de chimie physique en 1968, ensuite un doctorat ès-science obtenu en 1974 sur le thème «les mécanismes de formation des grêlons». Il commence sa carrière de scientifique au CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives). On dit de lui, qu'il doit son premier succès au projet Vostok qui voit la découverte d'une couche de glace de 200 mètres sous le lac sous-glaciaire du même nom, en Antarctique.



Fort de ce succès et de celui du programme Grip (forage au Groenland), Jean JOUZEL met sur pied le programme Epica qui consiste à effectuer des forages dans l'Antarctique, et en devient directeur de 1995 à 2001. Parallèlement, il assure les fonctions diverses de responsable du laboratoire de géochimie isotopique du CEA de 1986 à 1991, directeur adjoint du laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (CNRS) de 1989 à 1995, directeur adjoint du laboratoire de modélisation du climat et de l'environnement (CEA) de 1991 à 1996, chef de ce même laboratoire en 1997 ou encore responsable du groupe «climat» au sein du laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CEA/CNRS).

De 2001 à 2008, il est directeur de l'institut Pierre-Simon Laplace, une fédération de sept laboratoires créée en 1991, travaillant notamment sur les questions du climat. Depuis 1995, il est directeur de recherches au CEA.

En 1994, Jean JOUZEL intègre le Giec (Groupe d'experts international sur l'évolution du climat), en tant qu'expert du groupe de travail n°1. Il fait maintenant partie du conseil d'administration du groupe d'experts.

En 2002, le CNRS lui décerne, conjointement avec Claude Laurius, sa médaille d'or, plus haute distinction de la recherche scientifique en France. En 2007, avec le Giec, il reçoit le prix Nobel de la paix.

Jean JOUZEL est également membre de nombreuses académies ou sociétés savantes.

Au cours de sa carrière, il a été l'auteur de plus de 250 publications scientifiques dont environ 200 sont parues dans les meilleures revues scientifiques (revues de rang A, comme Nature ou Science). Il est l'un des auteurs les plus cités dans le domaine des sciences de l'univers.

(Extrait du discours du secrétaire perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques lors de la journée de célébration de son dixième anniversaire, organisée sur le thème scientifique de la question du «changement climatique et ses effets sur l'Afrique», en présence de représentants des Académies Africaines des Sciences.)