

Le parc électronucléaire français et les changements du climat

Bernard Caussade

Directeur de Recherche Honoraire au CNRS

Membre du Comité Scientifique de l'ANCCLI (2006-2017)

Dialogue technique sur le 4^{ème} réexamen
périodique des réacteurs 900MWe.
Réunion 2 le 11 juin 2018

Sécurité et aléas environnementaux

Risques majeurs pris en compte dès la conception de l'installation par application de la Règle Fondamentale de Sûreté de 1984 (régulièrement réactualisée)

- Aléa sismique (et mouvements de terrain)
- Aléa tempête
- Aléa inondation par submersion

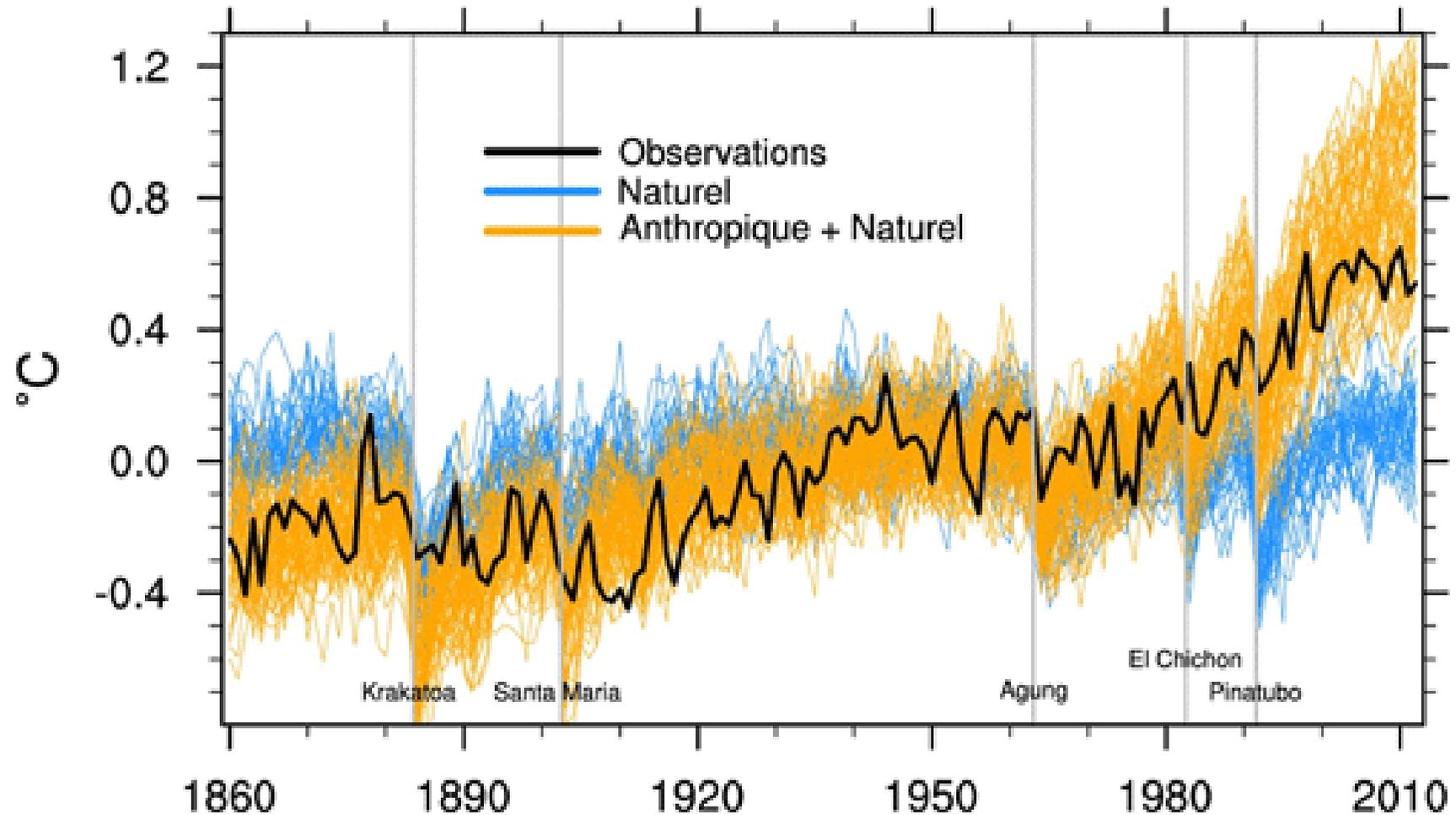
Risque lié aux changements climatiques

- Aléa sécheresse

Constat: le climat se réchauffe

La température moyenne à la surface de la Terre a augmenté d'environ 0,74°C au cours du siècle dernier.

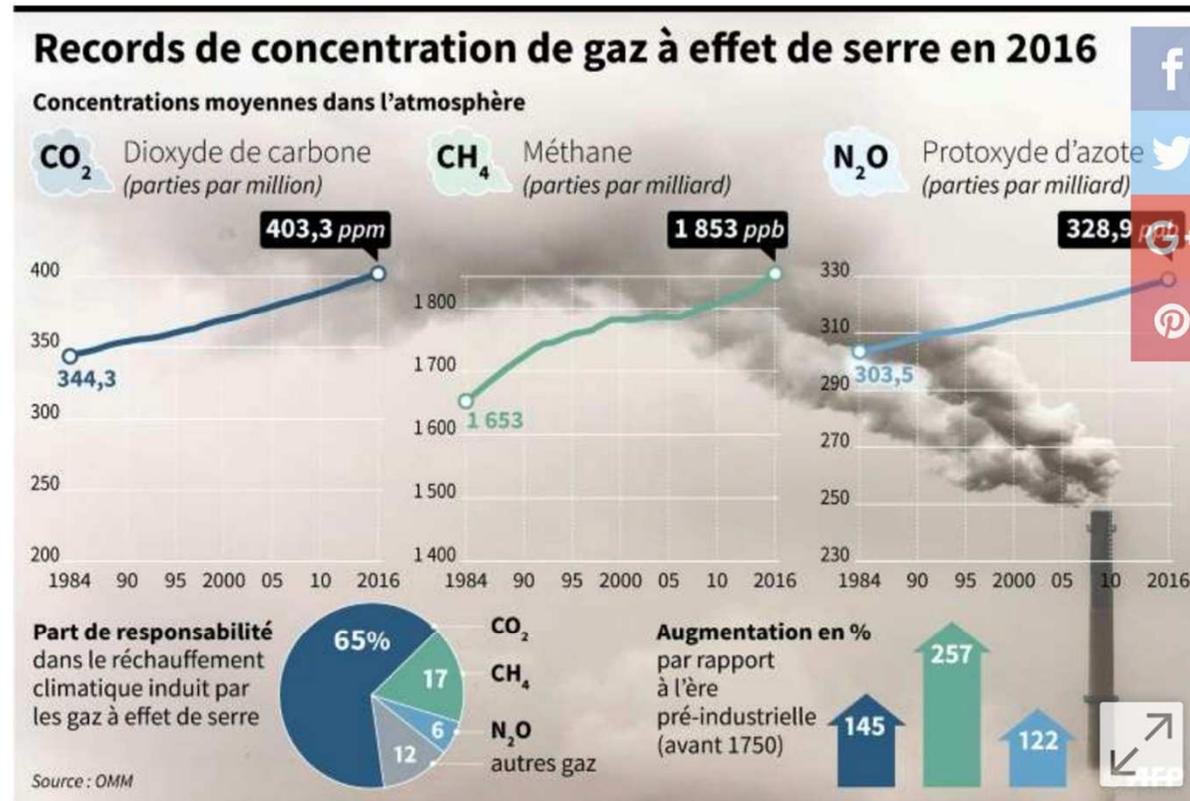
Ce phénomène s'est accéléré au cours des 50 dernières années.



L'effet de serre additionnel, d'origine anthropique, est la cause, pratiquement plus contestée, de l'élévation de température observée à la surface de la Terre.

Le coupable est, principalement, l'excès de CO_2 dû à l'utilisation massive des énergies fossiles.

Concentration historique de CO₂ atmosphérique en ppm



L'évolution de la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre en une trentaine d'années. © Simon Malfatto, Paz Pizarro, AFP

Comment prévoir l'avenir?

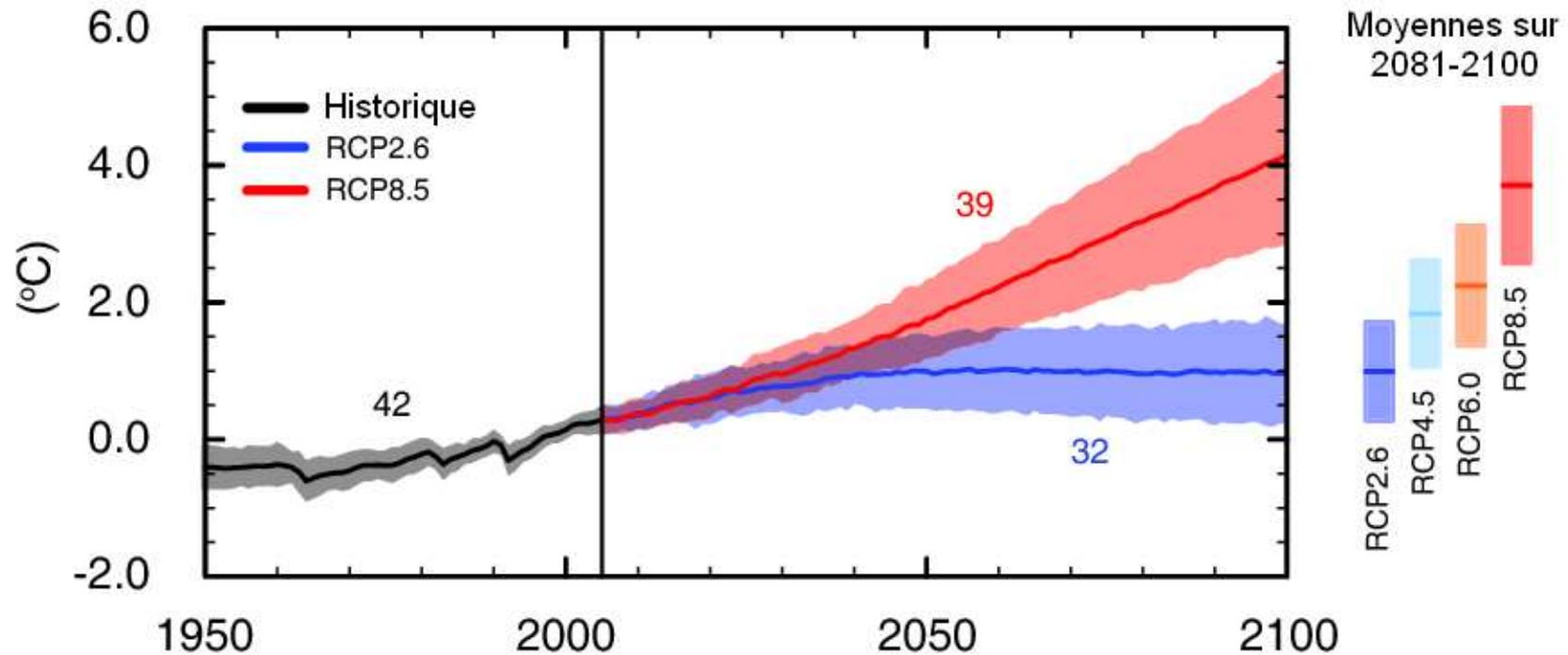
Seuls outils disponibles : - **Les modèles climatiques**

Ce sont des **représentations mathématiques des interactions entre les différents milieux que sont l'atmosphère, les océans, la surface terrestre et la glace**. Ces milieux échangeant en continu de la matière, de l'énergie ou de la quantité de mouvement au travers de processus qui peuvent être physiques, chimiques ou biologiques.

Aujourd'hui, c'est le **rôle des nuages** qui concentre les recherches (Pour la Science n°484/Février 2018).

Projections pour le XXI^{ème} siècle

Simulation de l'anomalie de température moyenne du globe, en surface de 1950 à 2100, pour différents scénarios socio-économiques d'émissions de CO₂.



Que disent les modèles?

Pour un doublement de la concentration en CO₂ (prévu pour 2050) l'ampleur du réchauffement serait d'environ 2°C à 4,5°C
« des valeurs entre le significatif et le catastrophique » (Marvel, 2018)

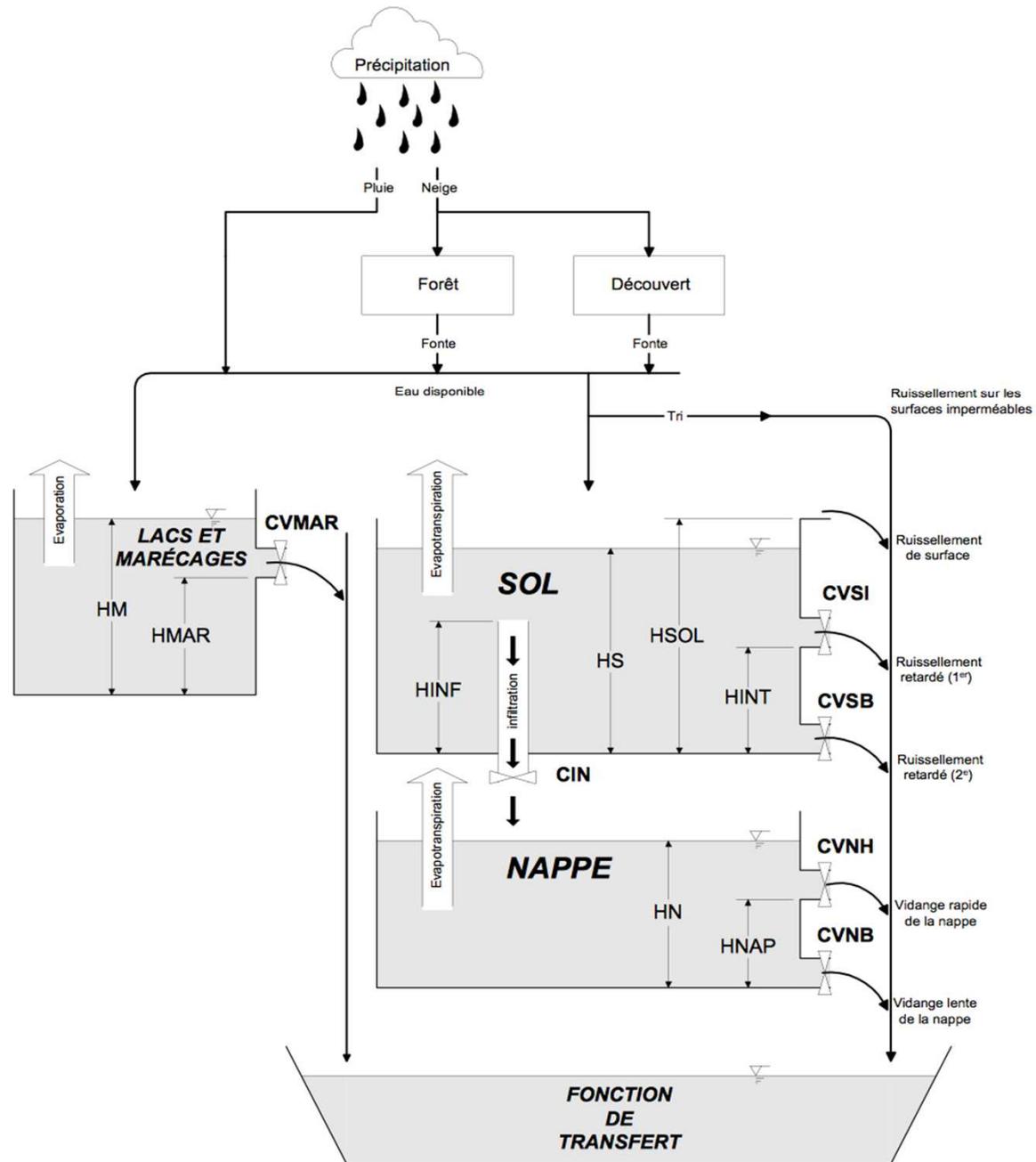
Phénomènes induits :

- élévation du niveau moyen de la mer.
- Transformation massive des grands cycles biogéochimiques, dont le cycle de l'eau.

Réchauffement climatique et cycle de l'eau

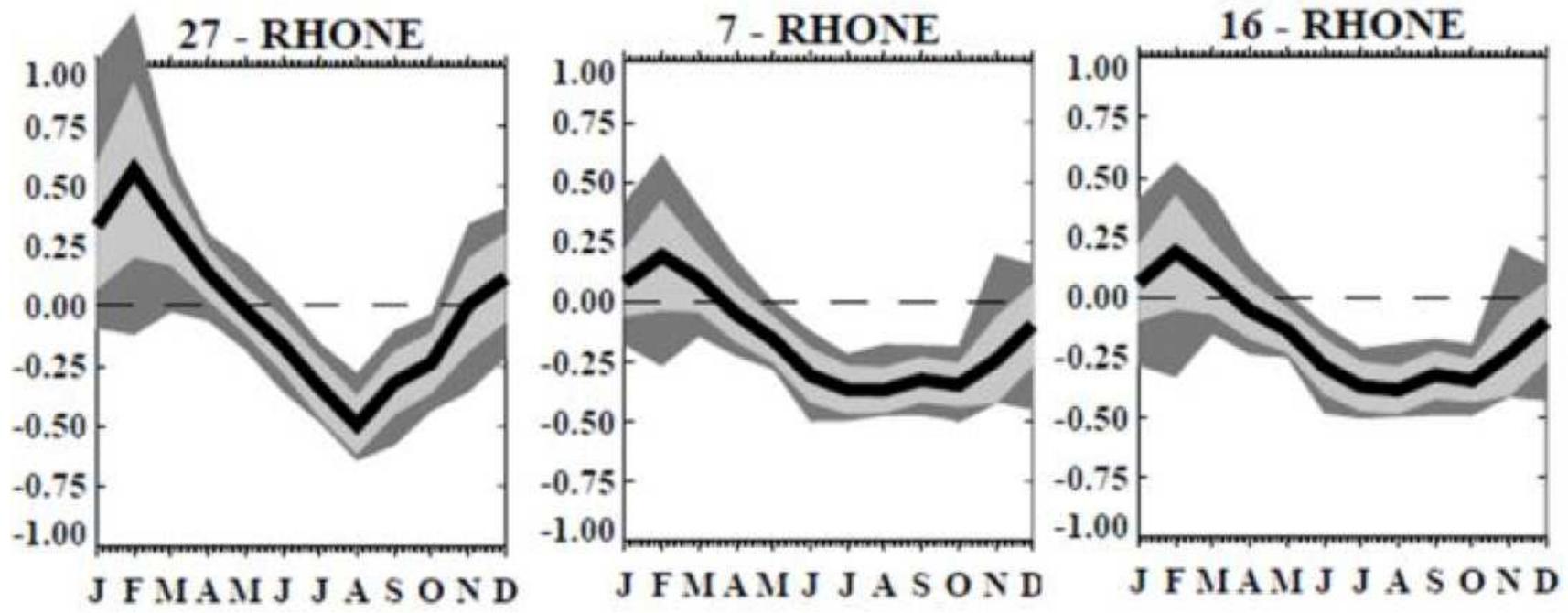
Pour anticiper les impacts possibles, on s'appuie sur des modèles hydrologiques de type conceptuel spatialisé (ou de type physique) qui simulent la **transformation de la pluie en débits à l'échelle du bassin versant.**

Un des modèles très utilisé : « **CEQUEAU** »
(INRS-Eau, Québec)



Dialogue technique sur le 4^{ème} réexamen
 périodique des réacteurs 900MWe.
 Réunion 2 le 11 juin 2018

Exemple du Rhône : A l'aval du Léman (27); à l'aval de la confluence avec la Drôme (7); à Beaucaire (16).
Scénario : **Doublement du CO₂ en 2050** (14 modèles du GIEC).
Projections : A l'horizon 2050, les débits pourraient baisser de **25% à 50%** de mai à octobre et augmenter ou rester stables en hiver.



Projections sur les fleuves français

(Pour un doublement du CO₂)

La Loire et ses affluents : diminution des débits moyens, -20 à -50% (Plus forte baisse des débits d'étiage au monde).

Le bassin Rhône-Méditerranée : diminution des débits moyens, -25 à -50% sur toute la longueur du fleuve.

Le bassin de la Garonne : les bassins pyrénéens montrent une diminution des débits moyens de l'ordre de 50%.

Le bassin de la Seine : réduction des débits moyens en automne, -30% en 2050 jusqu'à -40% en 2100.

Le Rhin : Pas de changements notables jusqu'en 2050; sur la période 2071-2100 baisse de 10 à 25% des débits moyens.

Quel impact sur le parc électronucléaire français implanté près des fleuves?

- Les changements du climat seraient le principal facteur d'influence de la ressource en eau de surface disponible.
- Les débits annuels des fleuves diminueraient significativement.
- La température de l'eau serait partout préoccupante.

Ces projections laissent présager de futurs conflits d'usage de la ressource en eau, notamment pour assurer le refroidissement des réacteurs nucléaires concernés.

Réchauffement climatique et élévation du niveau moyen de la mer

Plusieurs estimations coexistent actuellement:

- Estimations basses: élévation de 0,18m à 0,59m pour 2100
- D'autres proposent une élévation de l'ordre du mètre, ou au-delà pour 2100

Quoi qu'il en soit, il convient de noter que l'on passe d'un mode où le niveau marin moyen a peu évolué depuis 5000 ans, à un mode où il variera de manière plus ou moins accélérée pendant plusieurs siècles.



Dialogue technique sur le 4ème réexamen
 périodique des réacteurs 900MWe.
 Réunion 2 le 11 juin 2018



Centrale nucléaire du Blayais (Gironde).

Construite à partir de 1976 dans une zone marécageuse, inondée lors de la tempête « Martin » le 27 décembre 1999. Ne respectait plus la CMS: Cote Majorée de Sécurité (conjugaison des effets de la marée coefficient 120 et de la surcote millénale).

Dialogue technique sur le 4ème réexamen
périodique des réacteurs 900MWe.
Réunion 2 le 11 juin 2018



Centrale nucléaire de Gravelines (Mer du Nord)

Construite à partir de 1974 sur un polder (5m sous le niveau de la mer), elle a vu sa CMS à l'origine de 8,32m, portée à 9,03m en 1978, elle est aujourd'hui de 9,08m. La marge de sécurité restant très faible.

Quel impact sur le parc électronucléaire français implanté sur le littoral?

Dans l'immédiat, l'ASN a demandé le renforcement de la robustesse périphérique de toutes les centrales soumises aux agressions naturelles.

A moyen terme, il faudra (peut-être?) se préparer à gérer l'arrêt d'urgence des centrales concernées.

A long terme, envisager leur arrêt définitif (?)

Pour conclure ce court exposé

Si les scénarios environnementaux que nous venons de présenter, très succinctement, se produisaient, *quid* des mesures qui seraient prises pour anticiper et/ou gérer les différentes situations auxquelles seraient confrontés les gestionnaires des sites nucléaires concernés?

Références

Diapo 3 – Evolution de l’anomalie de température moyenne à la surface de la Terre au cours du XXème siècle. Source : Météo-France et vous : « Les travaux du GIEC : constats et projections ».

Diapo 5 – Concentration historique de CO₂ : Simon Malfatto, Paz Pizzaro, AFP.

Diapo 7 – Simulation de l’anomalie de température moyenne du globe : projections pour le XXIème siècle. Source : Météo-France et vous : « Les travaux du GIEC : constats et projections ».

Diapo 10 - Source : Morin et Paquet (2007), « Modèle hydrologique CEQUEAU ». Rapport de recherche (R926), INRS – Eau, Terre et Environnement, Québec.

Diapo 11 – Evolution des débits du Rhône en trois points à l’horizon 2046-2065 par rapport à la période 1970-1999. Source : Boué, 2007, « Changement global et cycle hydrologique : Une étude de régionalisation sur la France ». Thèse de doctorat de l’Université Paul Sabatier, pp278.

Diapo 15 – Les zones à risque de submersion de la façade atlantique. Source : Sciences et Avenir n°806, avril 2014. « L’érosion dévore les côtes françaises », par Loïc Chauveau

.

Diapo 16 – La centrale nucléaire du Blayais. Source : Image Google.

Diapo 17 – La centrale nucléaire de Gravelines. Source : La voix du Nord, 18/02/2014; Photo Happy Day – JL Burnod.