

Commentaires du diaporama de la Conférence-débat d'Estuaire et Sillon du 14 décembre 2020

Les enjeux liés au changement climatique dans l'estuaire de la Loire

Diapo 1 :

GIP pour Groupement d'Intérêt Public.

La zone d'étude du GIP Loire Estuaire, la voici représentée : c'est la Loire de la Maine à la mer, des Ponts-de-Cé à Saint-Nazaire. Et l'encadré orange délimite l'estuaire notre territoire d'étude pour cette conférence-débat.

Diapo 2 :

Pour évoquer les enjeux liés au changement climatique dans l'estuaire de la Loire, je vous propose :

- d'abord une brève présentation de l'estuaire,
- puis la définition des enjeux liés au changement climatique,
- nous évoquerons ensuite le projet de recherche C3E2, dont je ne vous dévoile pas tout de suite le nom complet
- enfin nous détaillerons les submersions dans l'estuaire.

Diapo 3 :

L'estuaire, c'est la zone de mélange des eaux : les eaux douces qui viennent du bassin versant qui rencontrent les eaux salées venues de l'océan.

La marée dynamique parvient au maximum à environ 100 km depuis Saint-Nazaire, quand le débit du fleuve est faible et que le coefficient de marée est fort.

Diapo 4 :

Le sel, lui, ne parvient qu'à l'Est de Nantes. Il s'agit du front de salinité à 0,5g/L, alors que l'eau de mer est à 35g/L.

0,5 c'est la valeur limite pour prélever de l'eau pour la production d'eau potable, d'où l'enjeu de suivre ce front.

Diapo 5 :

Un autre paramètre de l'estuaire important, c'est le bouchon vaseux. C'est un phénomène naturel qui se forme à la rencontre des eaux douces du fleuve et des eaux salées de l'océan, dans les estuaires à fort marnage, c'est-à-dire quand il y a une grande différence de hauteur d'eau entre la pleine mer et la basse mer.

La qualité de l'eau de l'estuaire est donc dépendante des apports du fleuve ET de ceux de l'océan ET de la variabilité de la zone de mélange.

Diapo 6 :

Ces paramètres (apports d'eau, marée, sel), ils sont au cœur des enjeux liés au changement climatique dans l'estuaire.

Diapo 7 :

Le changement climatique pourrait modifier les apports du bassin versant : les apports en eau, mais aussi en sédiments (apports solides), en nutriments, en contaminants. Simultanément, il peut y avoir aussi des modifications de ces apports liés aux usages.

Diapo 8 :

Le changement climatique pourrait aussi modifier le niveau marin, qui s'élève déjà. Il pourrait aussi y avoir des modifications du régime de tempêtes, des températures, de la qualité des eaux.

Diapo 9 :

Ces modifications pourraient se traduire par l'évolution de plusieurs phénomènes : avec des modifications des submersions, du bouchon vaseux, de la salinité, de l'oxygène dissous, de la nature des sédiments ou de la morphodynamique, c'est-à-dire comment la forme de l'estuaire évoluerait, par exemple la dynamique des berges.

Diapo 10 :

En cas de modification de ces phénomènes, il y a aussi un effet sur les habitats « naturels » comme les marais estuariens, ET sur les espèces animales, comme végétales.

Diapo 11 :

La modification de ces phénomènes aurait aussi un effet sur les usages, comme le prélèvement en eau potable (ce que nous avons déjà évoqué avec l'éventuelle remontée du front de salinité), les prélèvements pour l'usage industriel ou agricole et plus largement pour l'agriculture. Il pourrait aussi y avoir des effets sur la pêche, la navigation, les dragages d'entretien, les aménagements portuaires ou encore l'urbanisation.

Diapo 12 :

Ces énumérations donnent un aperçu de la diversité des enjeux liés au changement climatique. C'est un sujet qui reste complexe, car il y a aussi des interactions entre ces enjeux.

J'emploie aussi le conditionnel, car ces réflexions sont des hypothèses. Pour vérifier ces hypothèses, il faut se projeter dans le futur, c'est pourquoi il est fait recours à la modélisation, qui consiste à représenter la réalité MAIS en la simplifiant.

Diapo 13 :

L'objectif des modélisations des effets du changement climatique, c'est de répondre à la question « Quelles modifications pour quels résultats ? Ces résultats dépendent de la modélisation, de la construction du modèle, c'est-à-dire qu'ils dépendent des connaissances disponibles et de la méthode mise en œuvre.

Diapo 14 :

Sur l'estuaire, il y a eu un programme de recherche qui a modélisé des effets du changement climatique : C3E2, pour **Conséquences du Changement Climatique sur l'Ecogéomorphologie des Estuaires**,

L'Ecogéomorphologie évoquait ici les interactions entre les évolutions de la végétation et le fonctionnement estuarien.

Ce programme publié en 2014 a été coordonné par Ifremer avec les contributions d'un bureau d'études Artelia, l'Université de Bretagne Occidentale et du GIP Loire Estuaire.

Cette modélisation a retenu la modification des apports liquides et solides, la modification du niveau marin et du régime de tempêtes.

Diapo 15 :

L'étude a concerné le lit mineur et le lit majeur à horizon 2040.

Sur le lit mineur, ont été modélisés l'évolution du bouchon vaseux, de la salinité et du niveau d'eau.

Sur le lit majeur, la morphologie (évolution du relief), les submersions, la salinité, les matières en suspension (MES), les dépôts de vase et l'impact sur la végétation.

Diapo 16 :

4 scénarios ont été testés :

- sans changement climatique SSCC
- uniquement l'élévation du niveau marin NM 3 pessimiste (+1m à 2100 +34 cm à 2040)
- uniquement une diminution des apports en eau du bassin versant, scénario pessimiste
- le scénario le plus pessimiste : élévation du niveau marin maximale et diminution maximale des apports en eau du bassin versant

J'ai seulement le temps de vous détailler les résultats de ce scénario pessimiste.

Diapo 17 :

Les résultats du scénario 4 se traduisent en 2040 par :

- une remontée du bouchon vaseux et de la salinité d'environ 5 kilomètres
- une augmentation de la masse maximale du bouchon vaseux d'environ 9%
- une absence d'évolution du bourrelet de rive, mais une avancée sur certains secteurs vers le lit mineur
- des dépôts sur les zones submersibles en arrière du bourrelet de rive, différences selon les secteurs => élévation ne compensant pas l'effet de l'élévation du niveau marin

Diapo 18 :

Cette remontée de 5 km des limites du bouchon vaseux et du sel, par rapport à leurs limites actuelles, qui se produirait. Il faut la comparer aux évolutions historiques de l'estuaire.

Diapo 19 :

Vous voyez ici les limites historiques du sel et du bouchon vaseux, qui sont remontées au fil des aménagements de l'estuaire.

En bleu clair vous voyez le lit de la Loire en 1850 qui a depuis été resserré pour améliorer les conditions de navigation avec l'objectif de faciliter la propagation de la marée. Historiquement, la marée ne dépassait pas Nantes, aujourd'hui elle atteint 40 km en amont.

C3E2 évoque 5 km de remontée en 30 ans (2010-2040), finalement moins rapide que ce qu'a connu l'estuaire avec les aménagements :

Pour le sel + 23 km en 30 ans (1950-1980)

Pour le bouchon vaseux + 28 km en 38 ans (1953-1991)

Diapo 20 :

Pour terminer, nous allons évoquer les submersions et les limites de certaines de leurs modélisations.

Dans l'estuaire, en aval de Nantes, la Loire déborde librement même hors crue, à la faveur de forts coefficients de marée.

Diapo 21 :

Il est question de submersions quand l'eau dépasse le niveau de 2,70m IGN 69.

Diapo 22 :

Sur les près de 19000 ha de la vallée alluviale représentée en vert,

Diapo 23 :

Plus de la moitié est en-dessous de cette altitude de 2,70m IGN 69, ce qui est représenté en vert foncé.

Au GIP Loire Estuaire, parmi nos suivis long terme, nous suivons les submersions, leur emprise dans l'estuaire de la Loire. Ces dernières années, des cartes simulant des zones en eau avec les effets du changement climatique ont été présentées avec des méthodes majorant souvent ces submersions.

Diapo 24 :

Parmi ces méthodes de représentation des zones en eau , il y a eu par exemple la mise en eau de toutes les zones dont l'altitude est inférieure au niveau choisi, sans tenir compte des obstacles à l'écoulement.

Nous avons donc fait l'exercice d'appliquer cette méthode pour voir quelles sont les surfaces submersibles et les surfaces submergées.

Diapo 25 :

Voici entre Paimboeuf et Couëron, les 10 000 ha de la vallée submersible.

Diapo 26 :

Pour un débordement de 16 cm, 63 % de la surface serait submersible par rapport à la hauteur d'eau atteinte.

Diapo 27 :

La surface en eau ou ressuyée n'est que de 8%

Diapo 28 :

Pour un débordement de 66 cm, 92 % de la surface serait submersible par rapport à la hauteur d'eau atteinte.

Diapo 29 :

La surface en eau ou ressuyée n'est que de 19%

Diapo 30 :

Pour un débordement de 89 cm, 94 % de la surface serait submersible par rapport à la hauteur d'eau atteinte.

Diapo 31 :

La surface en eau ou ressuyée n'est que de 46 %

Diapo 32 :

Pour un débordement exceptionnel de 1,51m, qui correspond à la tempête Xynthia, 100 % de la surface serait submersible par rapport à la hauteur d'eau atteinte.

Diapo 33 :

La surface en eau ou ressuyée est de 87 %. Attention toutefois, sur des zones déjà en eau avant le passage de Xynthia = pied de coteau par ruissellement hivernal.

Diapo 34 :

Il n'y a pas de relation linéaire entre hauteur de débordement et surface submergée.

Pour modéliser finement les submersions, il faut disposer des principaux facteurs forçants :

- **hauteur de débordement**
- **micro-topographie**
- **durée de débordement**
- **occurrence des débordements**
- les précipitations
- la gestion hydraulique
- les pratiques agricoles

Diapo 35 :

Afin de contextualiser la submersion de Xynthia, vous avez ici les hauteurs de débordements mesurés en fonction des coefficients de marée de 1996 à 2014. Même en vous mettant des données à jours, jusqu'en 2020, le débordement de Xynthia est le plus important observé.

Diapo 36 :

Ce n'est pas tant les conditions de débit et de marée qui ont forcé ce débordement, mais la tempête qui est passé à pleine mer locale, occasionnant une surcote massive qui a gonflé la masse d'eau. (rafales à plus de 100km/h, 970hPa).

Diapo 37 :

En conclusion :

- Les scénarii pessimistes à 30 ans (2010-2040) concluent à une remontée du système marin dans l'estuaire de la Loire de 1 à 5 km (salinité, bouchon vaseux).
- Ces résultats sont à comparer aux évolutions que l'estuaire a connues au XXème siècle (en lien avec les modifications de géométrie liées aux aménagements) : remontée de la salinité (0,5 g/l) de 5 km en une décennie (1979-1989).
- L'estuaire de la Loire a donc déjà connu des phénomènes plus rapides que ceux annoncés, mais pas avec les mêmes causes.
- La mise à jour des connaissances sur le fonctionnement actuel du fleuve est indispensable à la mise à jour des modélisations. Importance de bien connaître les méthodes et choix de la modélisation.
- De nouveaux travaux du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) à intégrer : 2019 rapport spécial sur la cryosphère et à venir le 6^{ème} rapport d'évaluation.