

Dossier Hiver

Pour une meilleure gestion et protection du littoral vendéen

Plus que quelques journées avant la fin de l'hiver, le soulagement doit être entier pour de nombreuses collectivités littorales. Les investissements lourds concédés après l'hiver dernier devaient rassurer la collectivité. Mais doit-on parler de performance des stratégies entreprises ou plutôt d'hiver clément ? Les dépressions hivernales du Sud-ouest ont été peu nombreuses et ont coïncidé avec de faibles coefficients de marées. Les longues périodes anticycloniques des mois de décembre et de janvier ont apporté un temps plutôt sec et des vents dominants de secteur Nord-ouest. Un hiver donc tout à fait « calme » comparé à l'hiver 2013-2014.

Grâce aux océans et ses courants océaniques, les évolutions climatiques futures sont absorbés, l'océan faisant figure « d'éponge » dans la régulation des températures de l'eau des océans, et donc des pressions et de son acidité (échanges CO₂ et O₂) directement liées. Les mécanismes d'échange des masses d'air entre l'atmosphère et l'océan Atlantique expliquent la formation des dépressions et du mouvement des anticyclones sur l'Europe:

- Quelques degrés de différence des températures à la surface des océans et le Gulfstream augmente. Les pressions au-dessus des océans sont alors plus élevées que la moyenne à Lisbonne, et plus faibles que la moyenne en Islande. Par conséquent, l'anticyclone des Açores (H sur la carte ci-dessous) est plus fort que la normale, alors que la dépression d'Islande (L sur la carte ci-dessous) est plus creuse. Le boulevard des dépressions de secteur Ouest-Sud-ouest est grand ouvert sur l'Europe (schéma 1).
- Au contraire (schéma 2), une baisse des pressions de l'océan Atlantique Nord réduit l'intensité de l'anticyclone des Açores et permet aux perturbations atlantiques de circuler plus au sud et de s'engouffrer en Méditerranée, apportant la pluie sur ses rivages (indiqué par WET sur la carte). Quant au nord de l'Europe (dont la moitié nord de la France), il passe sous l'influence de l'anticyclone de Sibérie : l'hiver est sec mais froid (indiqué par DRY sur la carte)

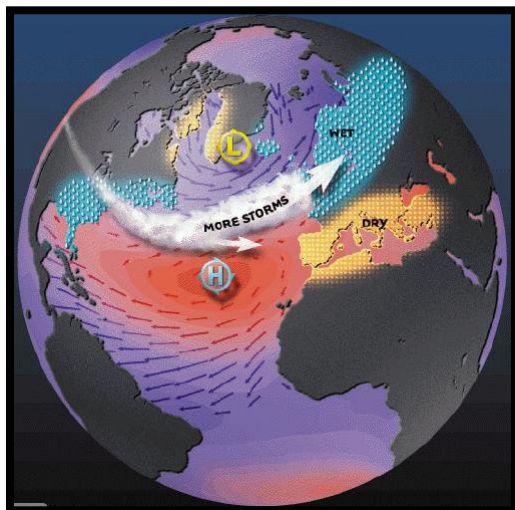


Schéma 1 : Hiver 2013-2014

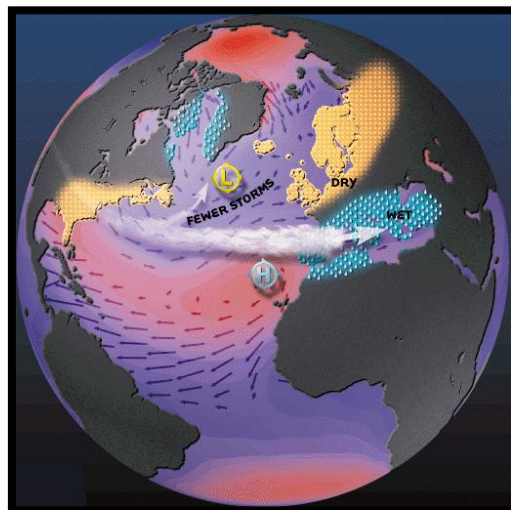


Schéma 2 : Hiver 2014-2015

Schéma conceptuel des phénomènes météorologiques dus à l'oscillation de l'indice de pression de l'Atlantique Nord (Source : Martin Visbeck et Heidi Cullen, Lamont Doherty Earth Observatory, NOAA)

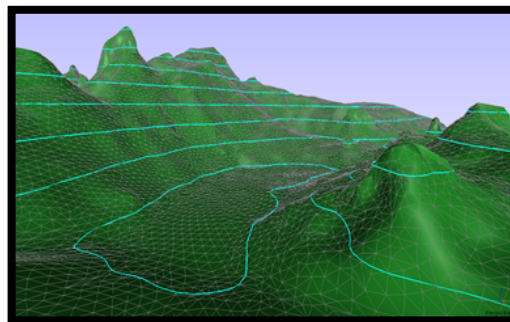
Le cycle des saisons est bien visible et quantifiable pour un retour d'expérience basé sur le temps des Hommes, et des élections, mais celui des cycles des années et des siècles retranscrit par l'index de l'oscillation de l'Atlantique Nord¹ semblent encore trop abstraits pour notre modèle socio-économique et culturel.

¹ Indice d'oscillation Nord Atlantique : moyenne des cartes de pressions au niveau de la mer dans l'Atlantique Nord.

Après un hiver clément, les ingénieurs se félicitent de la performance de leurs dispositifs et les bureaux d'étude ne manquent pas de communiquer auprès des collectivités financeurs sur les faibles volumes de plages érodés pendant l'hiver. Les profils topo-bathymétriques² sont des profils qui mesurent les évolutions de natures géologiques et devraient donc être décennaux ou au minimum pluriannuels pour justifier correctement des évolutions de plages. Un profil de plage comparé à un profil représentant un scénario climatique avec une période de retour de 5 à 100 ans, est beaucoup plus représentatif du bon état naturel ou artificiel des défenses contre la mer. Quel serait alors la performance du génie côtier depuis 50 ans si l'on comparait les plages aménagées, des plages naturelles après le même scénario climatique? Haro aux anguilles³ et aux changements climatiques, principales causes de nos maux mais certainement pas à la multiplication des ouvrages en durs ...

L'évaluation des risques d'érosion et des besoins de constructions d'ouvrages de protection se font obligatoirement sur la compréhension des dynamiques morphosédimentaires⁴ d'une plage ou au meilleur des cas de l'ensemble du secteur des plages. Les évolutions des transports sédimentaires sont alors évaluées avec et sans la construction des ouvrages de défense contre la mer.

Malgré les progrès des modèles numériques depuis 10 ans, prévoir avec certitude les évolutions des dynamiques sédimentaires reste très complexe même à l'échelle d'un site précis. Les formulations des modèles mathématiques calculant les vitesses des flux et des volumes transportés après la construction d'ouvrages ne peuvent pas être validés puisque les aménagements n'existent pas encore. Les paramètres de forçage des ouvrages sont donc validés uniquement de façon numérique en fonction de la finesse du maillage des calculs⁵ ou mesurée à plus petite échelle dans un bassin d'agitation. Les succès des dernières modélisations numériques en 3D (méthode SPH⁶ par exemple) qui s'intéressent aux évolutions des particules sédimentaires dans l'espace sans maillage permettent de réduire le paramétrage statistique des simulateurs actuels. Néanmoins, la modélisation est encore impossible à l'échelle d'une plage de plusieurs centaines de mètre.



Maillage avec courbes de niveaux en vue perspective

En pratique, il est souvent très difficile de récupérer des données de forçages hydroclimatiques⁷ sur des durées suffisamment longues et continues pour être représentatives. Les ingénieurs et modélisateurs valident donc leurs modèles sur des données et mesures in situ ponctuelles enregistrées en fonction du nombre de relevés prévus dans le cahier des clauses techniques particulières de l'appel d'offre. Au mieux, l'échantillon sera assez consistant pour faire des statistiques et choisir les paramètres de forçage du modèle numérique les plus représentatifs. Mais que valent ces calculs statistiques ? Borel⁸ explique les dangers des probabilités : « *On doit toujours accepter avec circonscription beaucoup de résultats obtenus de cette manière même si l'établissement*

² Profils topo-bathymétriques : Techniques de représentation graphique d'un terrain et de ses caractéristiques

³ Le 28 novembre, le maire UMP de La-Londe-les-Maures (Var), commune endeuillée par les inondations, a dénoncé les contraintes environnementales qui auraient ralenti des travaux sur un cours d'eau nécessaires, selon lui, à la prévention des inondations.

⁴ Dynamiques morphosédimentaires : Dynamiques des reliefs et des processus qui les façonnent.

⁵ Un maillage est la discrétisation spatiale d'un milieu continu. L'objet d'un maillage est de procéder à une simplification d'un système par un modèle représentant ce système et, éventuellement, son environnement (le milieu), dans l'optique de simulations de calculs ou de représentations graphiques.

⁶ SPH : Smoothed Particle Hydrodynamics est une méthode de calcul pour simuler les flux de fluides. Elle a été utilisée dans de nombreux domaines de recherche, incluant l'astrophysique, la balistique, la volcanologie et océanologie.

⁷ Forçages hydroclimatiques : conditions liant l'hydrologie des masses d'eau, l'évolution du climat et de la météo

⁸ Emile Borel (1871-1956), mathématicien, professeur à la faculté des sciences de Paris, spécialiste de la théorie des fonctions et des probabilités.

de l'équation fonctionnelle ne peut pas être critiquée. On ignore en effet en général à quel point une petite erreur peut entraîner des modifications considérables dans les résultats obtenus avec sa solution » (le Hasard, 1914).

Les travaux de modélisations ont permis d'améliorer considérablement la représentation des dynamiques sédimentaires et constitue un élément de base dans la prévision des phénomènes hydro-climatiques et la communication des plans d'aménagement côtier vers le grand public. Néanmoins, les besoins de couplage des paramètres hydrauliques, atmosphériques et morphologiques sur la totalité du secteur impacté ajoutent des incertitudes aux résultats qui sont alors évaluées en fonction des jugements des experts et des impératifs socio-économiques, culturelles ou environnementales des territoires, comme nos chers PPRI (Plan de Préventions des Risques d'Inondations) et PPRL (Plan de Préventions des Risques Littoraux).

L'analyse des outils numériques de compréhension et de prévision des dynamiques sédimentaires souligne leurs limites actuelles mais dans l'état de nos connaissances et de nos moyens informatiques, ces outils permettent de représenter au mieux les évolutions possibles à court terme.

Les résultats sont, en revanche, mal présentés. En effet, plutôt que de chercher à comptabiliser les impacts des ouvrages et des aménagements côtiers en comparaison avec une situation initiale donnée (et donc limité dans le temps et l'espace), pourquoi nous ne nous intéressons pas à la SEDIMENTATION spatio-temporelle des dispositifs et des stratégies menées? La performance d'un ouvrage du génie côtier permet peut être de réduire les risques de submersions marine pendant une tempête ou un événement climatique extrême mais qu'apporte-t-il pendant une période plus calme? Pour qu'un aménagement convienne mieux qu'un autre, il faut qu'il puisse répondre à toutes les conditions hydro-climatiques, mauvaises et bonnes. Prenons l'exemple d'une digue. Oui, elle permet de réduire les risques de submersion marine pendant une tempête mais pendant les périodes plus calmes, elle réduit aussi les vitesses de retour des sédiments sur le haut de la plage, érode le profil sur l'ensemble de son linéaire et empêche d'autant plus la capacité naturelle du secteur à s'auto-défendre. Les études hydro-sédimentaires d'impact et de présentation des stratégies devraient aussi démontrer les quantités de retour des sédiments pendant des périodes plus calmes favorable à la sédimentation et non uniquement le contraire. La modélisation numérique atteint là ces limites, les modèles sont peut être devenus performants en terme de calcul des volumes d'érosion mais peine à donner des valeurs représentatives pour le retour des sédiments, phénomènes dont les paramètres spécifiques ne sont pas strictement le contraire de ceux formulés par les mathématiciens pour calculer les phénomènes d'érosion.

La durée d'un événement érosif, reproductible une fois tous les 5 à 100 ans en fonction du scénario, est de plusieurs jours ou de plusieurs mois maximum alors que la période de retour des périodes climatiques favorable à la sédimentation s'étale pendant tout le reste du temps sur des périodes de 5 à 100 ans. Nous avons donc bien plus de temps pour favoriser la sédimentation plutôt que de lutter contre l'érosion. « *Il n'y a pas de lien de causalité systématique entre la hausse du niveau marin et le recul du trait de côte* », prévient Virginie Duvat-Magnan, du laboratoire Littoral, environnement et sociétés, à La Rochelle. Et pour cause, celui-ci dépend également des apports sédimentaires, de la tectonique qui peut aussi bien accentuer que réduire l'élévation du niveau marin, et de bien d'autres facteurs. « *Dans certains cas, comme cela a été démontré à Funafuti (Tuvalu), Taveuni (Fiji) ou Tubuai (Polynésie française), les cyclones apportent des sédiments à la côte. D'où un maintien du trait de côte, alors même que la mer monte* », indique la géographe (source : Dossier CNRS Les experts du climat, paru le 26/01/2015).

Notre stratégie de gestion et de défense contre la mer est basée sur la volonté de lutter contre l'érosion alors qu'il faudrait plutôt travailler sur des problématiques de valorisation de retour des sédiments. La distinction sémantique est peut-être faible mais les stratégies d'ingénieries deviennent diamétralement opposées. La Terre et son écosystème ne se sont pas construits pendant des périodes de chaos et d'érosion courte et intense mais pendant des périodes de calmes et d'accrétion longs et faiblement intense. La protection du littoral passe par ce principe de gestion, en comparant la valeur des périodes de sédimentation par rapport à des périodes d'érosion.