

# Introduction

VRAI  
OU  
FAUX

Sur le littoral, il ne gèlera plus à partir de **2100**. Les jours de gel fondent déjà dans le **Nord-Pas-de-Calais**, quatre de moins tous les dix ans depuis 1955 d'après les données les plus récentes de l'Observatoire du climat. <sup>1</sup>



VRAI  
OU  
FAUX

La biodiversité de la Manche change

Baisse de **50%** de l'abondance de poissons en 30 ans en baie de Somme

Le suivi scientifique mené par l'Ifremer en baie de Somme montre une baisse de **50%** de l'abondance totale (toutes espèces confondues) des poissons en 30 ans. Cette baisse semble principalement imputable à la hausse de la température de l'eau. <sup>2</sup>



Le phytoplancton migre vite, abandonnant les eaux devenues trop chaudes pour aller plus au nord suivi par le cortège des autres espèces s'en nourrissant <sup>3</sup>

VRAI  
OU  
FAUX

En Hauts-de-France Entre 1956 et 2016, le niveau de la mer à Dunkerque a augmenté de **9,5 cm**, et tout proche à Dieppe de **27,5 cm**. <sup>5</sup>

VRAI  
OU  
FAUX

Le moustique tigre s'installe en France



Moustique tigre région par région... en 2019

- 42 départements « rouges » où le moustique est « implanté et actif ».
- 18 départements « orange » où le moustique tigre a été intercepté ponctuellement dans les années passées.
- 28 départements supplémentaires (au moins) concernés par le dispositif de veille entomologique.

Le moustique tigre, présent sur le territoire français, continue sa progression rapide. Cet insecte est potentiellement vecteur du **chikungunya**, de **la dengue** ou du **virus Zika**.

D'après GIEC, en cas de scénario pessimiste en **2045**, le moustique tigre sera installé dans toute la France, la Belgique, les Pays-Bas et le Royaume Uni. <sup>4</sup>

VRAI  
OU  
FAUX

## Modification des circuits de migration des oiseaux

**En France** : l'**oie cendrée Anser** n'était au début du XX<sup>e</sup> siècle, qu'une simple migratrice, traversant la France deux fois par an pour aller hiverner sur les bords de la méditerranée. Le réchauffement climatique lui permet désormais d'hiverner en France.

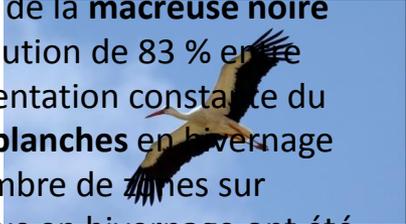
**En Hauts-de-France** : diminution du nombre de passage par heure de la **macreuse noire** au cap gris nez (diminution de 83 % entre 1965 et 2006). Augmentation constante du nombre de **cigognes blanches** en hivernage en ex-Picardie. Le nombre de zones sur lesquelles des individus en hivernage ont été observés a été multiplié par **10**.<sup>1</sup>

VRAI  
OU  
FAUX

**5** avancées en jours des vendanges par décennies depuis 1980  
**2** avancée en jours des moissons par décennies depuis 1980  
**4 °** augmentation du titre alcoométrique des vins français en trente ans

**28342**  
Oies  
cendrées ont  
hiverné en  
**2011** contre  
**1000** en **1968**

VRAI  
OU  
FAUX



VRAI  
OU  
FAUX

Depuis **1955** en Hauts-de-France, on constate une tendance moyenne à l'élévation

des précipitations **1,90** jours de fortes pluies par décennie à Boulogne/Mer

de la température **0,29** °C par décennie en moyenne dans la région

du niveau de la mer **1,60** cm par décennie en moyenne à Dunkerque

2

## Les cultures agricoles changent



**Réponses:** Faux: **10** oies cendrées en 1968 ; Vrai pour le nombre de zones d'hivernage; Vrai pour la tendance à l'élévation, Faux **2°C** alcool, vrai nappe phréatique

Sources: 1: <https://plusdeuxdegres.org>, 2: <http://www.observatoireclimat-hautsdefrance.org> 3 : l'agriculture face au changement climatique, le temps de l'action

1. Le changement climatique est un  
constat  
et n'est plus à prouver, il est  
perceptible

## A. Qu'est ce que c'est?



Le **changement climatique** se définit comme la variation du climat due à des facteurs naturels ou humains. Il se caractérise par une augmentation globale des températures moyennes (= réchauffement climatique) qui entraîne des perturbations météorologiques (= dérèglement climatique) régionales, saisonnières et extrêmes telles que sécheresses, tempêtes, cyclones, typhons...

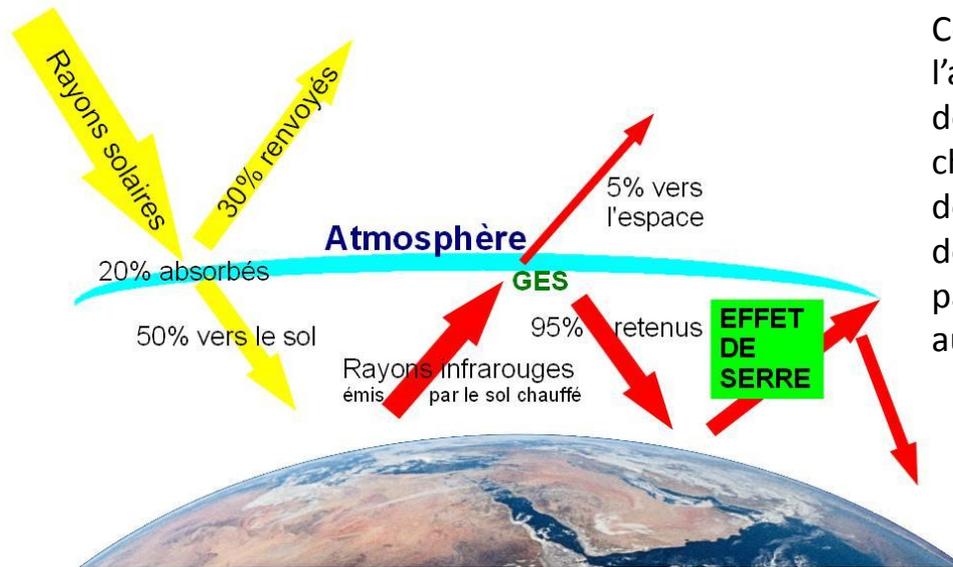
**Attention à ne pas confondre météorologie et climat**, la météo c'est le temps qu'il fait à un moment et à un endroit donné alors que le climat s'observe sur une période supérieure à 30 ans.

De manière générale, **les aléas déjà préexistants vont être accentués par le dérèglement climatique**, qui ne va pas créer de nouvelles caractéristiques ou enjeux à prendre en considération, mais qui va **accentuer certains effets à la fois dans leur temporalité, leur fréquence, mais également leur importance (force)**.



## B. Comprendre le changement climatique

### ➤ L'effet de serre

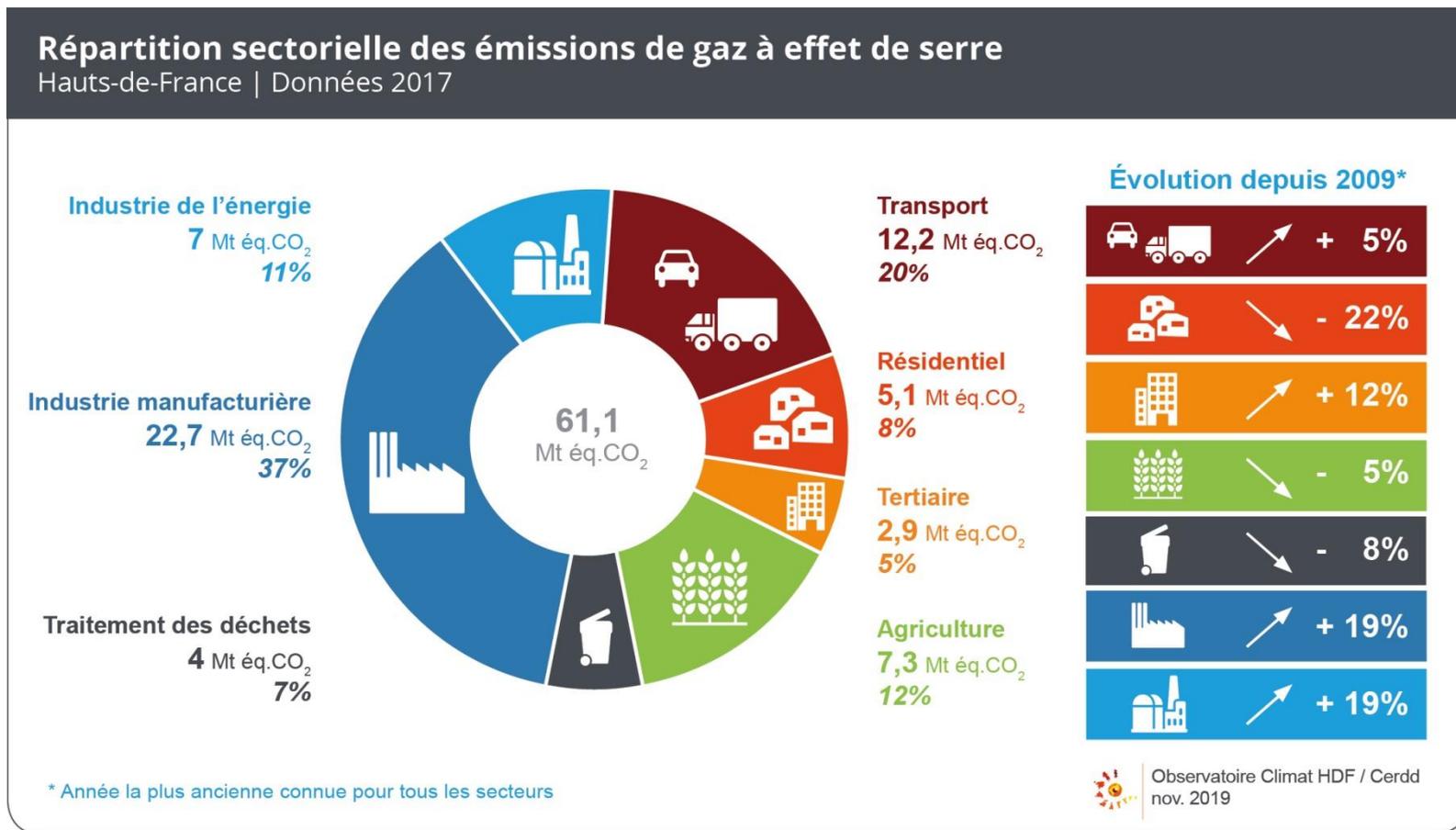


Ce phénomène n'est pas récent : il a débuté avec l'ère industrielle. En effet, chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850. La première description de l'effet de serre a été faite en 1827 par Joseph Fourier. Et on a constaté une augmentation de 1 °C entre 1850 et aujourd'hui.

L'effet de serre est un **phénomène naturel**, qui modifie le bilan radiatif de la Terre et permet d'obtenir à la surface de celle-ci une température moyenne de 15 °C, alors que sans lui la température serait de -18 °C. **Une augmentation des concentrations de GES** dans l'atmosphère accroît leur opacité au rayonnement infrarouge : une plus grande partie de ce rayonnement est interceptée, modifiant ainsi l'équilibre : ce forçage radiatif est responsable du renforcement de l'effet de serre, qui se traduit par **une augmentation moyenne de la température de l'atmosphère** et par **suite des changements climatiques**.

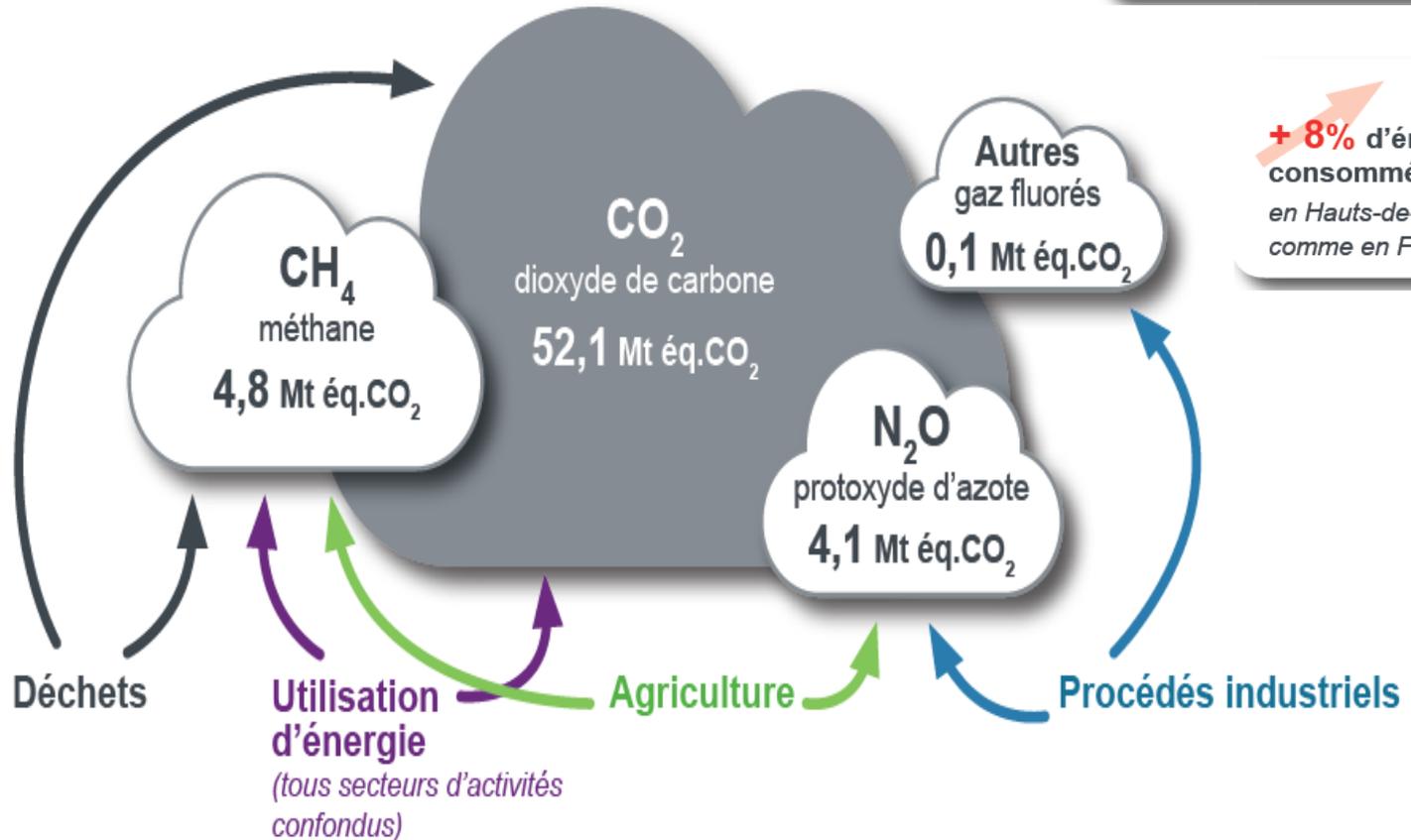
**La conclusion du GIEC est très claire** : les activités humaines, notamment l'usage des énergies fossiles, a conduit à une hausse exceptionnelle de la concentration des gaz à effet de serre transformant le climat à un rythme jamais vu par le passé.

Les émissions de gaz à effet de serre et les activités humaines sont aujourd'hui reconnus comme les principaux facteurs de l'élévation des températures.



En 2017, les émissions directes de GES de la région Hauts-de-France s'élèvent à **61,1 Mt éq.CO2** (hors UTCATF\*), soit 13,5 % des émissions nationales.

## Quels sont les différents GES émis ? Données 2017



Climat et énergie  
sont étroitement liés.

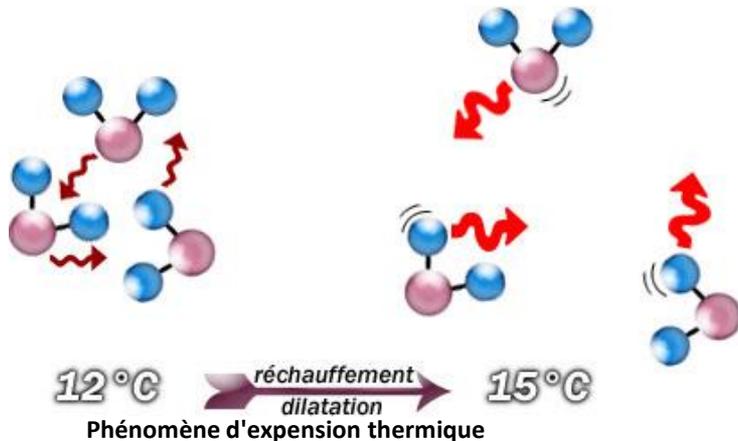
**3/4** des GES émis ont pour origine la  
consommation d'énergie fossile.

**+ 8%** d'énergie finale  
consommée depuis 1990  
en Hauts-de-France  
comme en France

## ➤ La dilatation thermique des molécules d'eau: un facteur important de la hausse du niveau des océans!

La fonte des glaces n'est pas le seul facteur de la montée des eaux. La dilatation thermique joue également un rôle important. En effet, les **molécules** soumises à la **chaleur** ont tendance à s'agiter et à s'éloigner les unes des autres. Par conséquent, le volume qu'elles occupent à nombre égal est plus important lorsque la température s'élève.

C'est ce qui arrive aux mers dont la température augmente sous l'effet du **réchauffement climatique** global. Ainsi, si le niveau des océans s'est élevé d'une quinzaine de centimètres au cours du dernier siècle, c'est de plus en plus dû à la dilatation thermique de l'eau. Dans le même temps la température moyenne de la Terre s'est élevée de 0,6 °C, augmentation qui a provoqué une dilation de la couche océanique des mille premiers mètres de 15,6 cm.



Au niveau de la **Manche**, on note une **augmentation de la température de l'eau**. Une augmentation du niveau de la Manche de 0.3 à 0.5m pourrait avoir lieu d'ici à 2100 suite à la **fonte des glaciers, des calottes glaciaires et à la dilatation des molécules d'eau** entraînant une élévation du niveau des mers.

## C. Incertitudes d'évolutions en fonction des scénarios du GIEC



Le GIEC est le **Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat**. Ses rapports synthétisent les travaux publiés de milliers de chercheurs analysant les tendances et prévisions mondiales en matière de changements climatiques

Alors que le précédent rapport proposait uniquement des projections pour le 21<sup>ème</sup> siècle, **le 5<sup>ème</sup> rapport a intégré, à la demande des gouvernements, des prévisions décennales**, Les échéances mises en avant couvrent la période 2012-2035 en mettant l'accent sur la prochaine décennie...

### ➤ La hausse du niveau des mers pourrait être plus importante que prévue

Ce rapport prévoit **une hausse du niveau des mers, tous scénarios confondus, située entre 29 et 82 centimètres d'ici la fin du 21<sup>ème</sup> siècle (2081-2100)**.

Une hausse d'un mètre du niveau des mers toucherait directement une personne sur 10 dans le monde soit 600 à 700 millions de personnes;

### ➤ Des évènements climatiques extrêmes plus intenses, et plus fréquents

En moyenne les précipitations augmenteront à l'échelle planétaire d'ici la fin du 21<sup>ème</sup> siècle. Les régions humides aujourd'hui deviendront globalement plus humides et les zones sèches deviendront plus sèches.

Les experts s'attendent également à ce que le réchauffement climatique provoque des événements météorologiques extrêmes plus intenses, tels que les sécheresses, pluies diluviennes et – cela est encore débattu – des ouragans plus fréquents.

➤ Seul un scénario de réduction des émissions est en mesure de maintenir la hausse des températures sous le seuil des 2°C

Le Giec montre que **l'objectif « 2°C » ne pourra être atteint que si l'on suit les trajectoires du scénario le plus ambitieux** (scénario RCP2.6). Si l'on suit cette trajectoire, il nous reste une chance de maintenir le réchauffement sous le seuil des deux degrés. **Pour maintenir la hausse des températures sous le seuil de deux degrés, nous devons réduire nos émissions de gaz à effet de serre de 10% par décennie.**

➤ L'effet refroidissant des aérosols revu à la baisse

Les aérosols sont des particules solides ou liquides en suspension dans l'atmosphère. Ils peuvent être émis par les activités humaines ou naturelles (volcans, incendies de forêt).

Ils peuvent réfléchir vers l'espace l'énergie (et donc la chaleur) provenant du soleil directement ou en favorisant la formation des nuages. Les nouvelles simulations climatiques montrent que **leur effet « refroidissement » sur le climat serait moins important qu'estimé dans le rapport précédent.**

➤ Moins de certitudes sur les sécheresses observées et les cyclones tropicaux

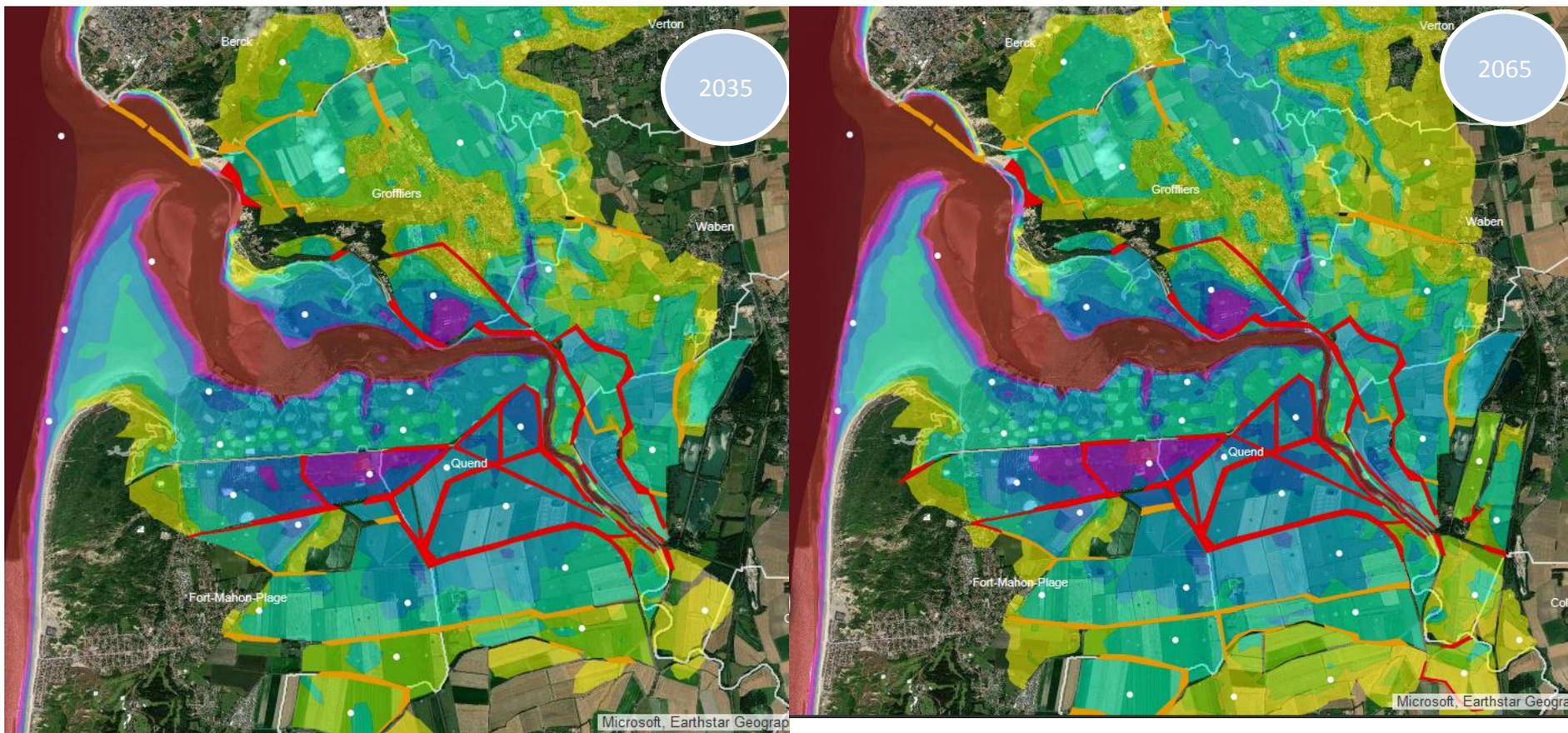
Le niveau de confiance quant à l'augmentation des sécheresses lors des dernières décennies est plus faible que lors du 4<sup>ème</sup> rapport, à cause de la **difficulté de comparaison des différents types de sécheresse.**

➤ D'ici 2100 la cryosphère fond dans tous les scénarios La banquise va fondre de plus en plus

La surface et l'épaisseur de la banquise en Arctique vont continuer à se réduire au 21ème siècle. Cette fonte est toujours la plus marquée à la fin de l'été, en septembre. **Une hausse des températures supérieure à deux degrés par rapport à aujourd'hui conduirait à terme à une fonte totale de la banquise en Arctique à la fin de l'été 2100. Dans le scénario du pire (RCP8.5), la banquise en Arctique pourrait avoir totalement fondu de 94% en 2100 !**



## Scénarios « Au fil de l'eau » selon le PAPI



Hauteurs d'eau (Etat Ref 2015 - T0 Qmod)

- de 0 à 0.25 m
- de 0.25 à 0.5 m
- de 0.5 à 1 m
- de 1 à 1.5 m
- de 1.5 à 2 m
- de 2 à 2.5 m
- de 2.5 à 3 m
- plus de 3 m

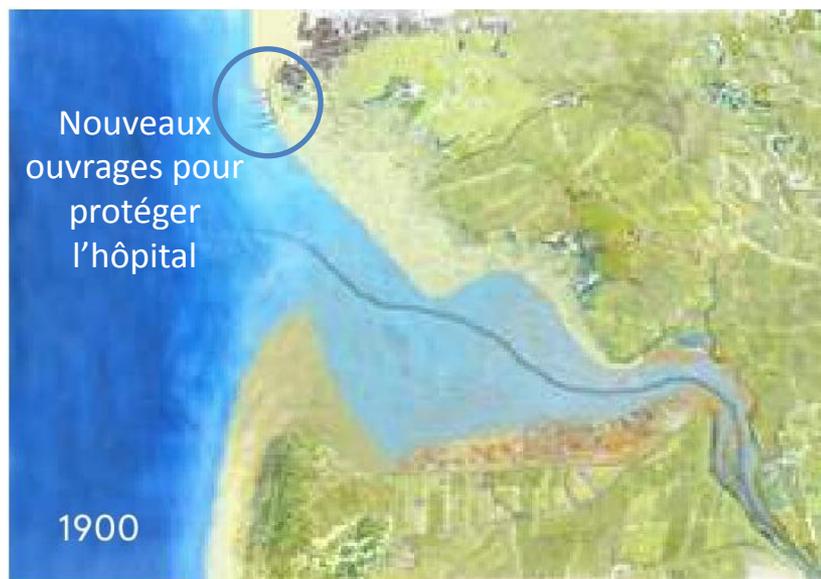
Comportement des ouvrages (Etat Ref 2015 - T0 Qmod)

- surverse par paquet de houle
- surverse sans rupture préalable
- surverse suite à rupture

Il s'agit de la vision du territoire si rien de plus n'est envisagé sur le territoire en matière de gestion des inondations et des submersions.  
Scénarios d'évènements engendrant les 1ers dommages.

2. Les paysages ont toujours évolué naturellement mais l'urbanisation vient figer les paysages et les amplifier les conséquences du changement climatique

## Évolution du paysage de la Baie d'Authie façonnée par les eaux et les hommes





## A. Qu'est ce que le trait de côte ?



**Le trait de côte est la limite entre la terre et la mer.** Il correspond à la ligne la plus extrême que peuvent atteindre les eaux marines par temps calme. Le suivi de cette ligne dans le temps permet de savoir si le littoral recule (il est alors **en érosion**), avance (il est **en accrétion**) ou s'il est stable.

Mais où cette ligne s'arrête-t-elle exactement ? Comment la repérer sur une falaise, une plage ou un marais ?

Pour tracer le trait de côte, les scientifiques s'appuient sur différentes définitions. Dans le cas d'une plage, il est possible d'assimiler le trait de côte à la limite entre le sable sec et mouillé, mais aussi à la frontière entre le sable et la végétation, ou encore à la laisse de mer (accumulation de débris naturels laissés par les vagues, formant une bande sur la plage d'algues ou de coquillages). Lorsqu'une côte est artificialisée, les ouvrages construits en haut de plage comme les digues ou les enrochements remplacent le trait de côte naturel. Dans le cas d'une falaise, le trait de côte peut être défini selon les cas, soit comme le sommet, soit comme le pied de la falaise.

## B. Comment ça marche? Le trait de côte est mouvant par nature

Le trait de côte avance ou recule selon différentes échelles de temps et d'espace. Un ensemble de mécanismes naturels joue sur son évolution comme le vent, la houle et la marée. La tendance est aujourd'hui à l'érosion.

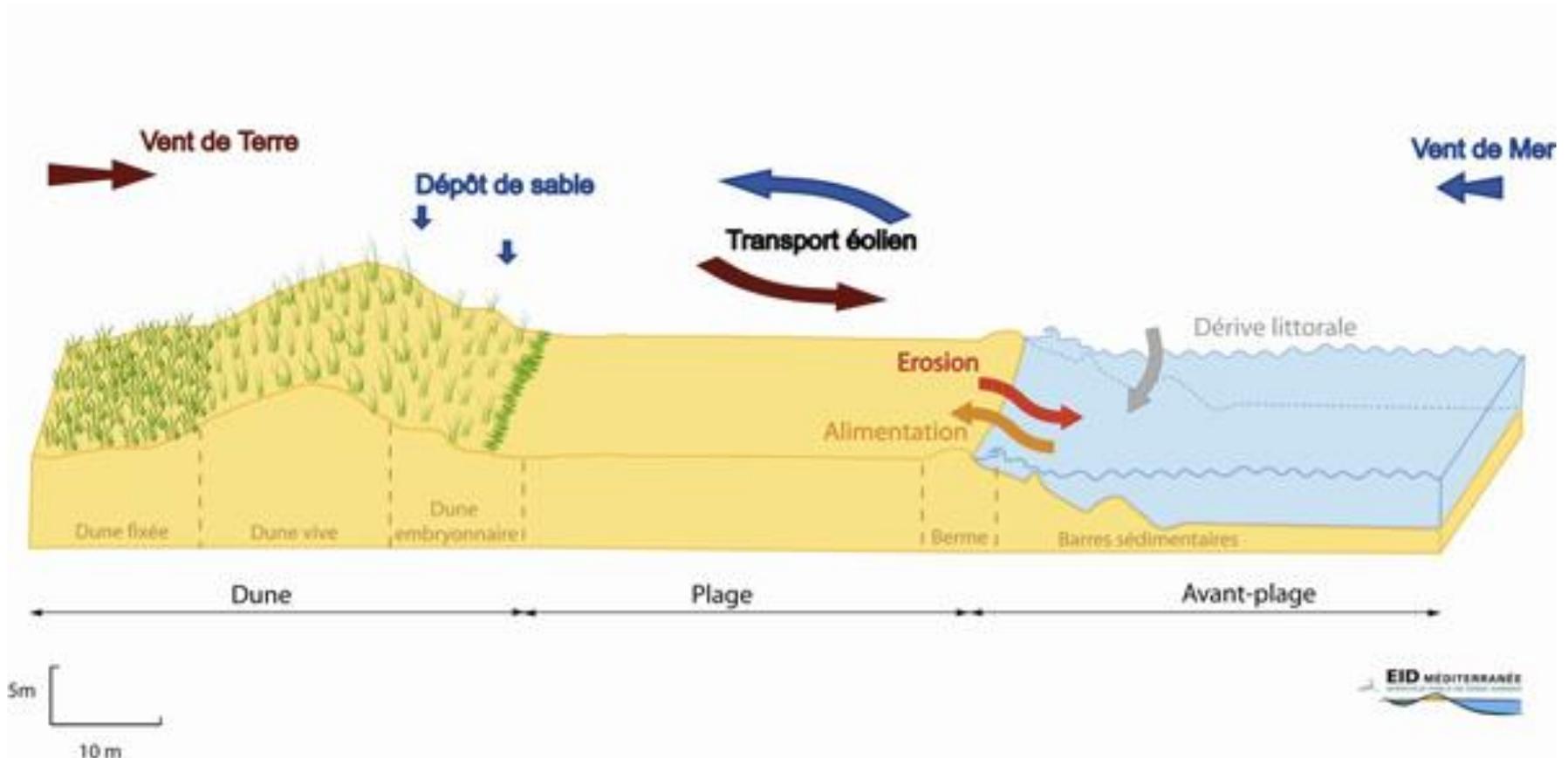
### **Formation d'un littoral et agents morphogènes naturels**

Le littoral est un milieu dynamique en perpétuel mouvement, qui varie en fonction des mouvements sédimentaires. Il peut ainsi progresser vers la mer (**accrétion**) ou la mer peut progresser dans les terres (**érosion**) à différente échelle de temps (saison, années, décennies...).

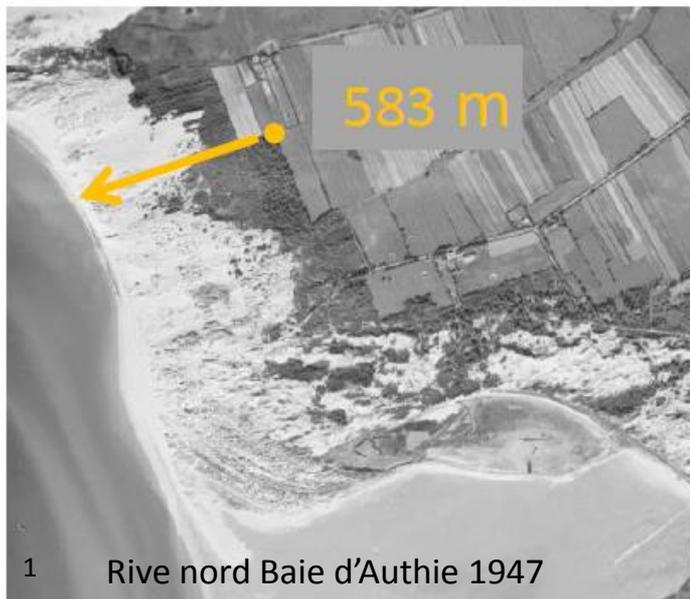
La formation du littoral est fonction des apports sédimentaires engendrés par le vent et les courants marins. Lorsque la perte de sable est plus importante que le gain, les plages sont sujettes à **l'érosion côtière** : elles s'amaigrissent. Lorsque le gain est supérieur à la perte, on dit qu'elles sont en **accrétion** : elles engraisent. Le bilan des apports et des pertes de sédiments dans une zone donnée du littoral permet d'apprécier l'évolution du trait de côte.

Les agents morphogènes tels que le vent, le courant et la houle modifient les différentes facettes du système côtier, que cela soit les fonds marins, la plage ou encore les dunes et zones humides situées en arrière de la frange littorale.

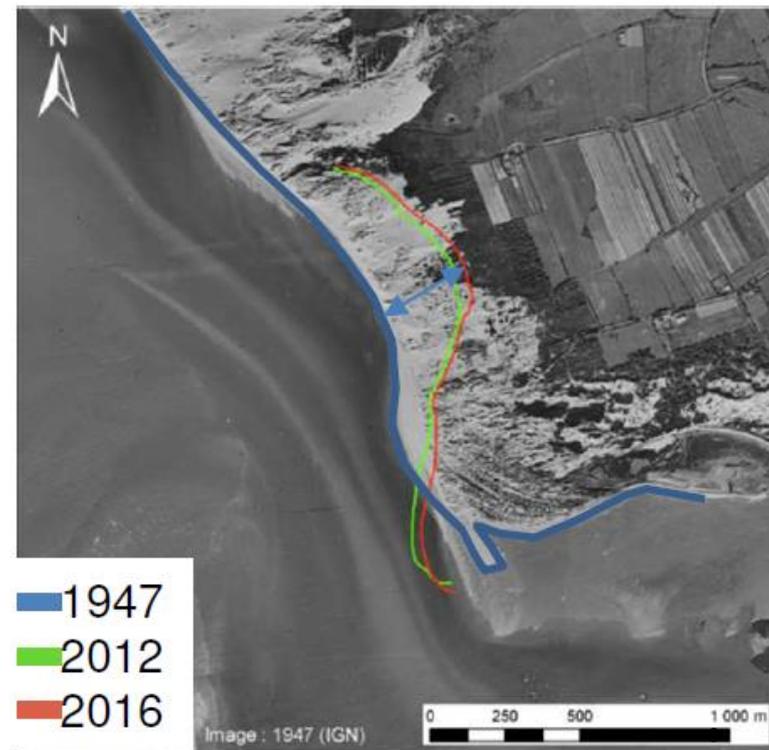
## Coupe schématique du système littoral sableux



## Évolution du trait de côte au bois de sapin en baie d'Authie



Orthophoto 1947



Sur ce secteur du littoral, **le trait de côte a reculé de 248 mètres en 62 ans** et de 4 mètres sur la seule période des grandes marées, début octobre 2019.



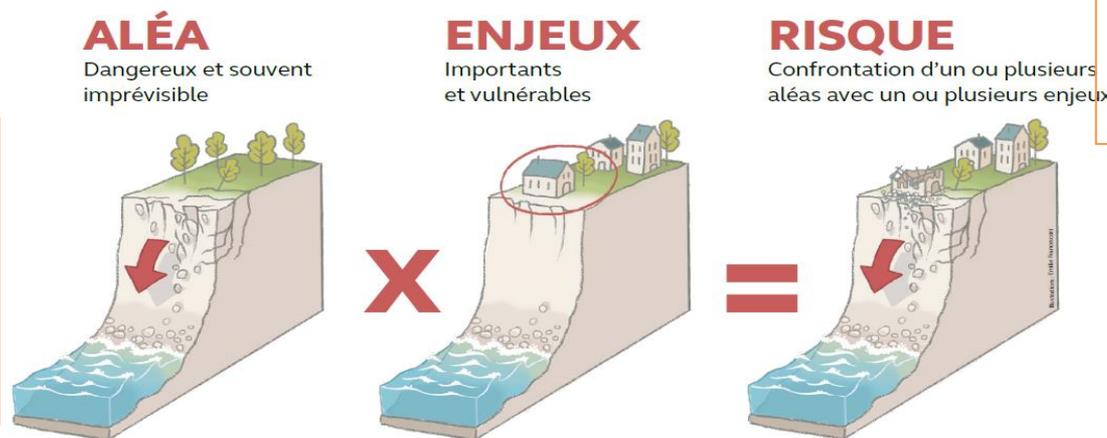
## C. Les risques

Plusieurs définitions:

Le risque majeur est la possibilité d'un événement d'origine naturelle ou anthropique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société.

« Le risque majeur est une menace directe sur l'homme, ses installations et son environnement, menace dont la gravité est telle que la société se trouve absolument dépassée par l'immensité du désastre. » **Haroun Tazieff**

Faible probabilité d'occurrence, mais gravité très élevée

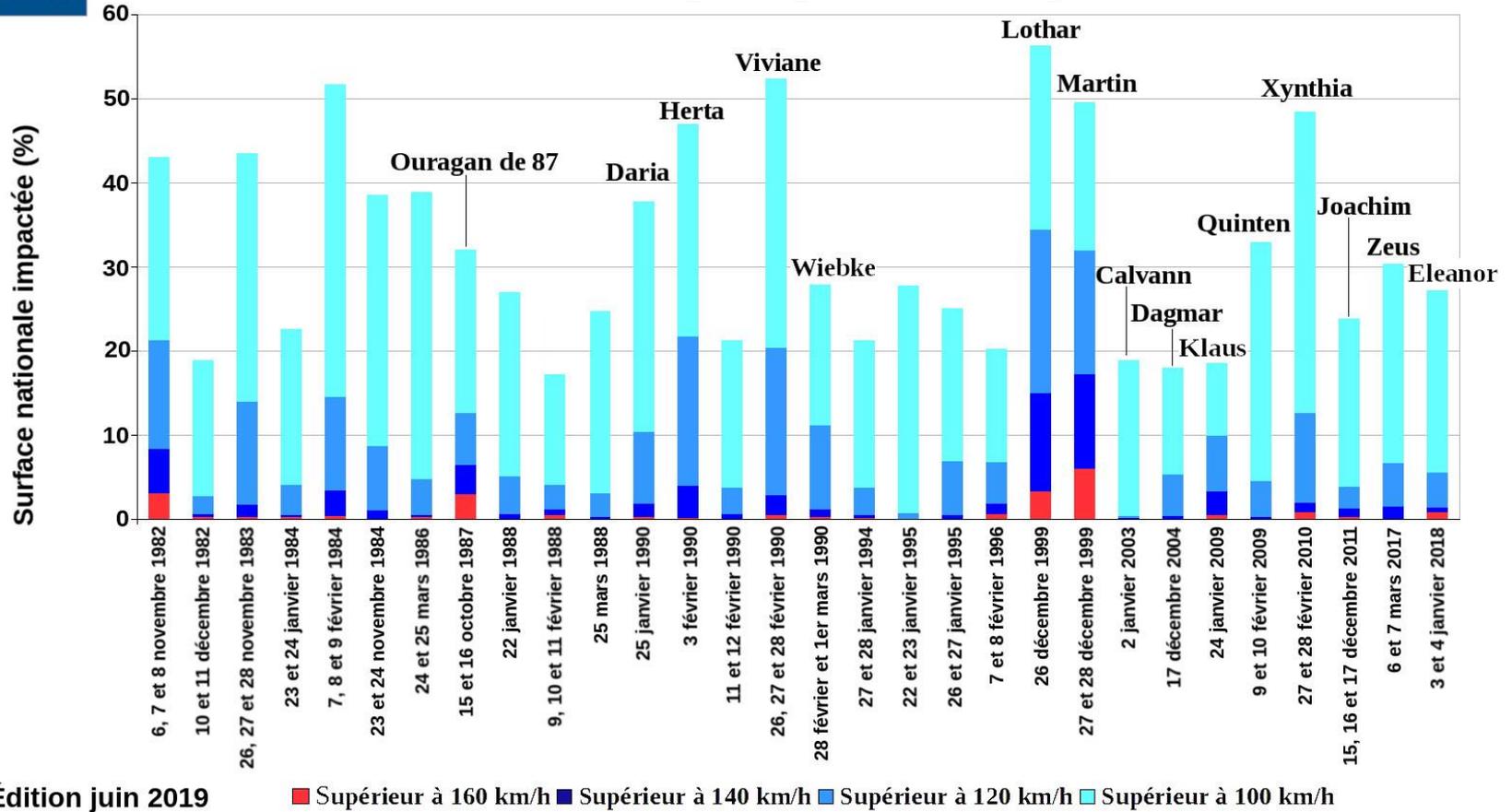


Confrontation d'un aléa avec un ou plusieurs enjeux

L'omniprésence de l'eau rend la Picardie maritime particulièrement exposée aux risques naturels

## Les 30 tempêtes majeures de 1980 à juin 2019

### % de la surface nationale impactée par des vents supérieurs à 100 km/h



## Tempête

## Quend

## Fort Mahon – Baie d'Authie

### *Éléanore*

02 au 04 janvier 2018

Des vents de nord ouest atteignant 130km/h, des coefficients de marées à plus de 105



Digue effondrée



La dune a reculé de 6 m



Destruction de ganivelles

Cordon dunaire impacté

### *Ciara*

09 février 2020

Au moins 2 m de recul du trait de côte



Baie d'Authie - bois des sapins

## D. Le littoral est exposé à des aléas de différentes origines

### ➤ Aléa recul du trait de côte

Le recul du trait de côte est le déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental. Généralement, c'est la conséquence d'une perte de matériaux sous l'effet de l'érosion marine, érosion naturelle induite par les forces marines, combinée parfois à des actions continentales, ou d'une érosion générée ou accélérée par l'homme (sur-fréquentation, extraction, aménagements et ouvrages de protection, urbanisation proche du littoral entraînant des ruissellements de surface et la présence de réseaux, etc.). Cet aléa est étudié sur le long terme, cependant des phénomènes d'érosion ponctuels peuvent être également importants.

L'érosion est une perte de sédiments pouvant entraîner un recul du trait de côte ou un abaissement de l'estran ou de la plage.

L'érosion des côtes basses produit généralement ses effets de façon plus progressive que l'érosion de falaise, même si des reculs de plusieurs mètres de cordons dunaires ont pu être observés en quelques heures lors de violentes tempêtes. Cette érosion est accentuée à l'amont et à l'aval d'ouvrages de défense contre la mer comme des enrochements ou des systèmes d'endiguement (techniques dites « dures »). Des techniques dites « douces » comme la plantation d'oyats, l'installation de fascines ou de ganivelles permettent, dans bien des cas, de mieux maîtriser l'évolution de l'érosion et parfois même de reconquérir la bande côtière.

## ➤ Aléa de la submersion marine

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques ou océaniques défavorables.

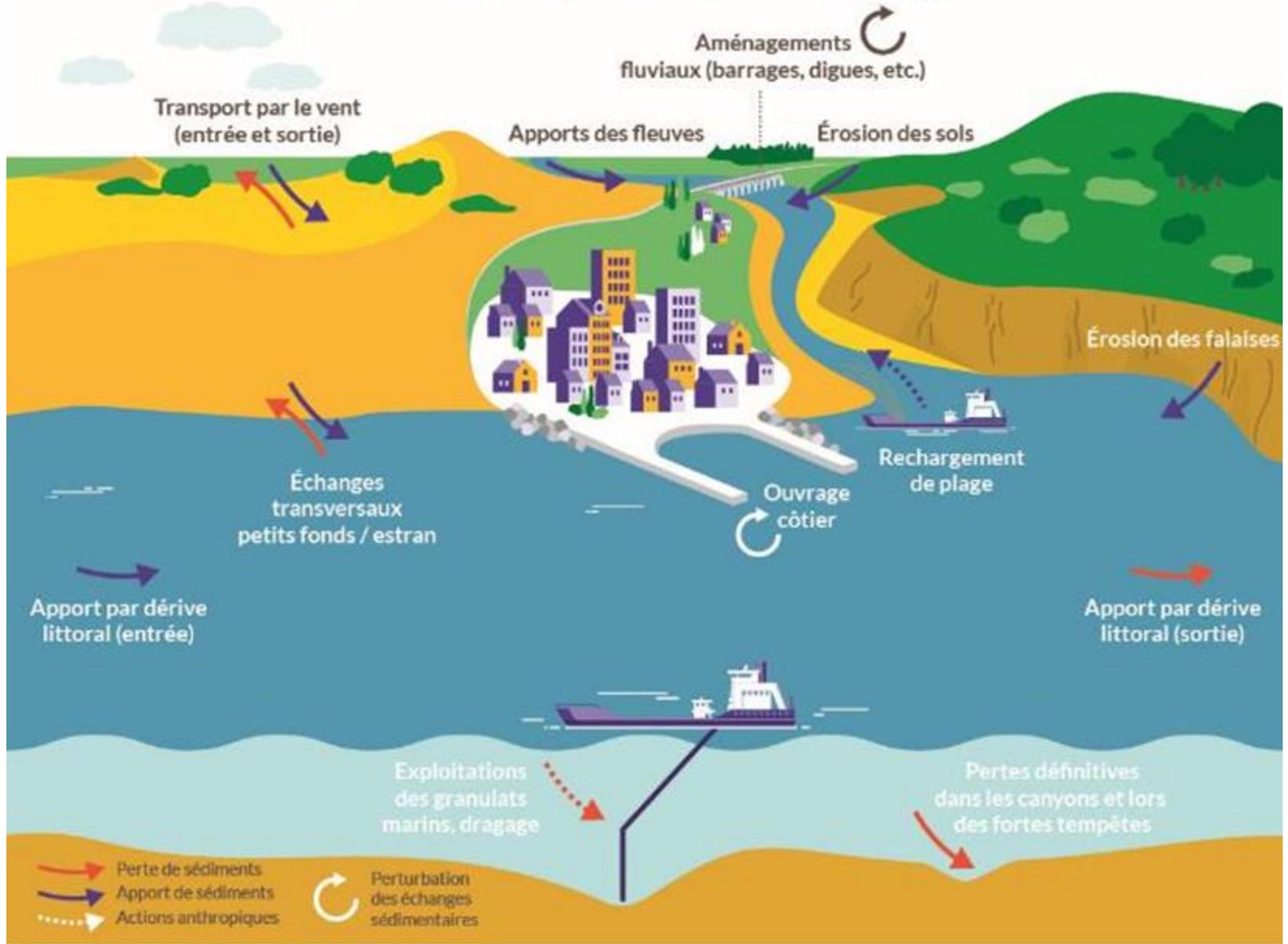
Il existe 3 modes de submersion marine :

- **la submersion par débordement**, lorsque le niveau marin est supérieur à la cote de crête des ouvrages de protection du littoral ou du terrain naturel,
- **la submersion par franchissement de paquets de mer liés aux vagues**, lorsque après déferlement de la houle, les paquets de mer dépassent la cote de crête des ouvrages de protection du littoral ou du terrain naturel,
- **la submersion par rupture du système de protection**, lorsque les terrains situés en arrière sont en dessous du niveau de la mer. La rupture du système de protection peut correspondre à la défaillance d'un ouvrage de protection, à la formation d'une brèche dans un cordon dunaire naturel. Ce cas de figure peut résulter de l'attaque de la houle, du mauvais entretien d'un ouvrage, d'une érosion chronique intensive, d'un déséquilibre sédimentaire du cordon naturel.

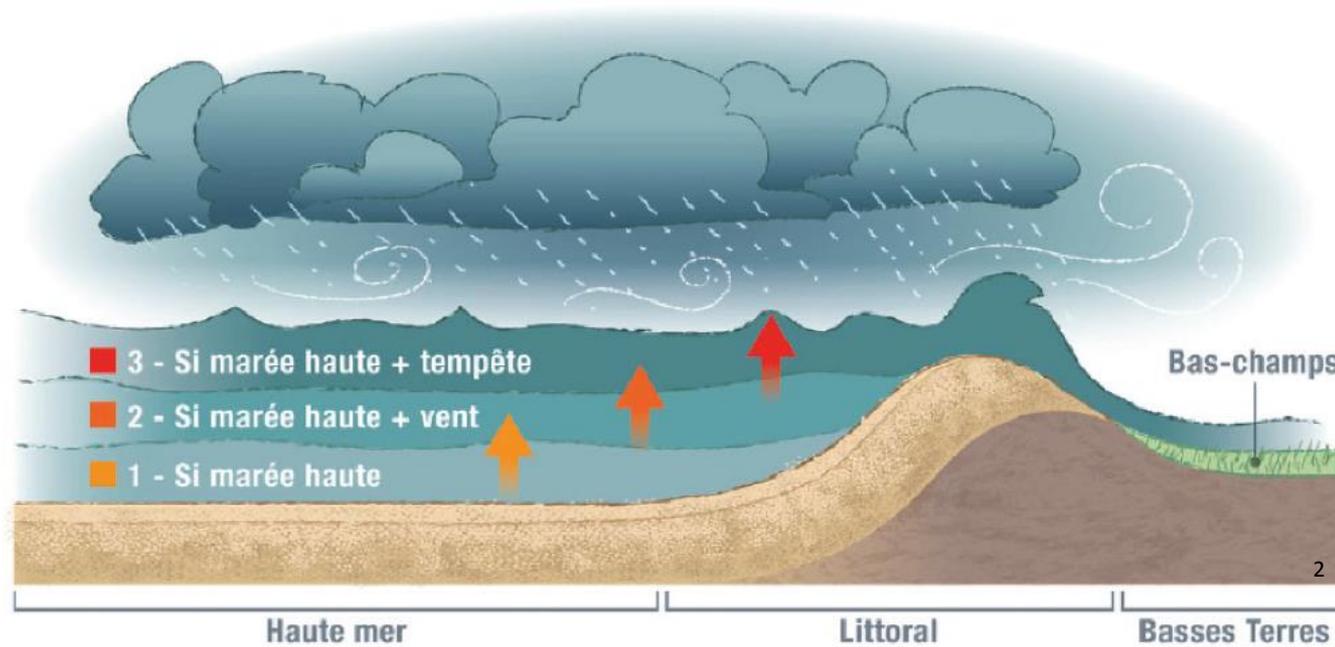
## ➤ Aléa de migration dunaire

L'aléa migration dunaire est le mouvement vers l'intérieur des terres de dunes mobiles non stabilisées par la végétation

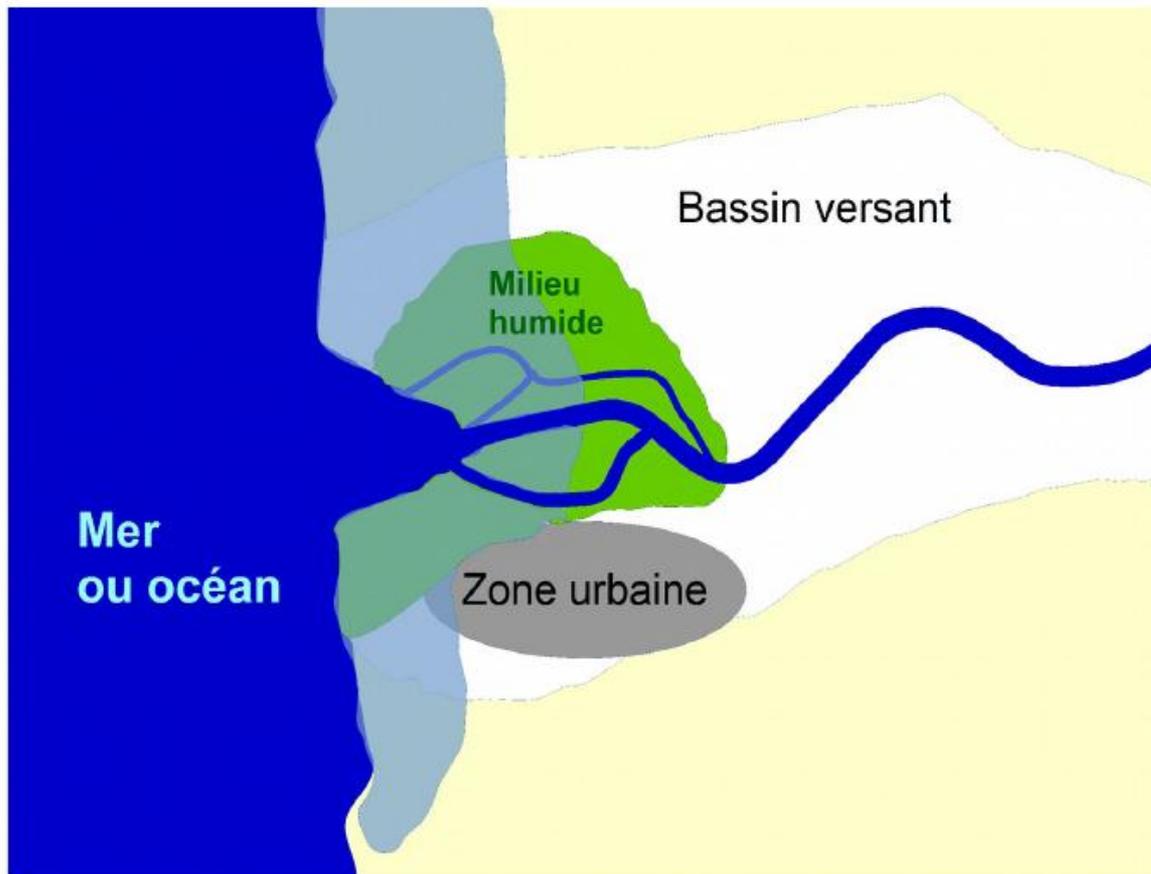
# Schéma du budget sédimentaire d'une plage



**Les submersions marines** sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et marégraphiques sévères



**Le risque de submersion marine expose, selon les études, 12 000 personnes du territoire.**

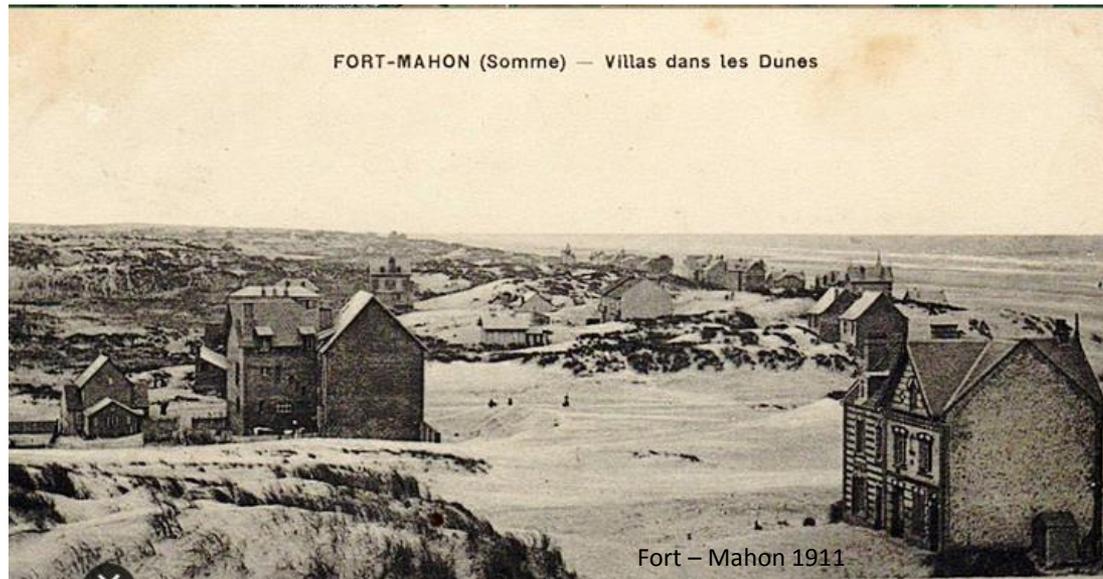


 Zone d'expansion des submersions marines

*Illustration 10 : schéma représentant la zone d'expansion des submersions marines en zone littorale (© Cerema, 2016)*



## Développement de l'urbanisation - Villas dans les dunes à Fort-Mahon



Fort – Mahon 2019

3. Réponses Adapto: intérêt écologique et économique de restaurer des espaces estuariens naturels résilients pour protéger les activités humaines lorsque ces activités sont localisées, ou relocalisées, à une distance suffisante des aléas

## A. Rôles des écosystèmes

**Le système côtier** est un système géomorphologique complexe, qui s'étend des petits fonds marins jusqu'aux zones humides littorales. Il se compose de quatre éléments généraux : les petits fonds, la plage, la dune et les zones humides.

Ces différentes unités permettent des apports pour lutter contre les aléas de l'érosion et de submersion. En effet, les éléments naturels jouent un rôle crucial et indispensable pour réduire les effets érosifs de la houle, du courant ou du vent sur le milieu naturel.

Dans le petit fond, les herbiers de posidonie et la barre rocheuse sous-marines vont jouer un rôle de brises-lames, permettant de réduire l'impact de la houle et du courant sur les fonds marins.

Au niveau de l'interface terre-mer, la plage va permettre un déferlement progressif dissipant la force et l'intensité de la submersion. Ce rôle augmente avec sa largeur. La dune, quant à elle, joue un rôle indispensable contre l'effet du vent et contre la submersion. Les accrétions de sable et la végétation qui la composent vont stopper la progression de la houle vers l'intérieur des terres.

La zone humide est une zone tampon entre le littoral et la terre, permettant une régulation hydraulique : stockage de l'eau et limitation des inondations.

## ➤ Les différents types de dunes



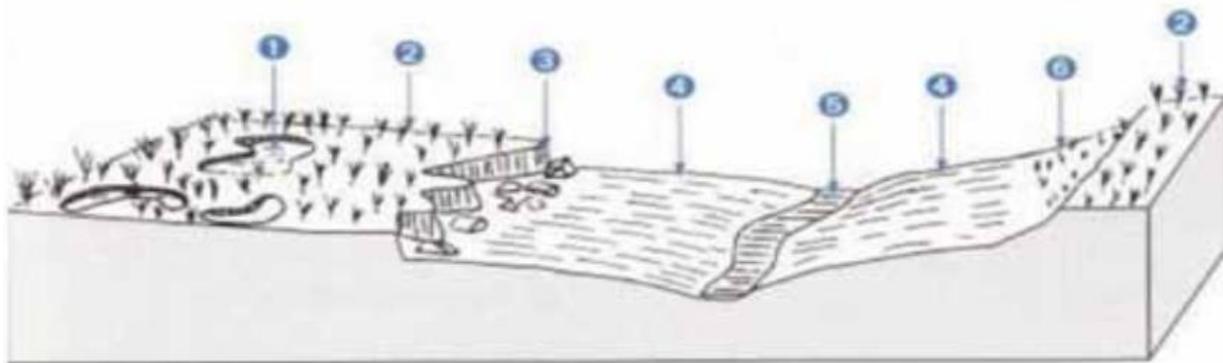
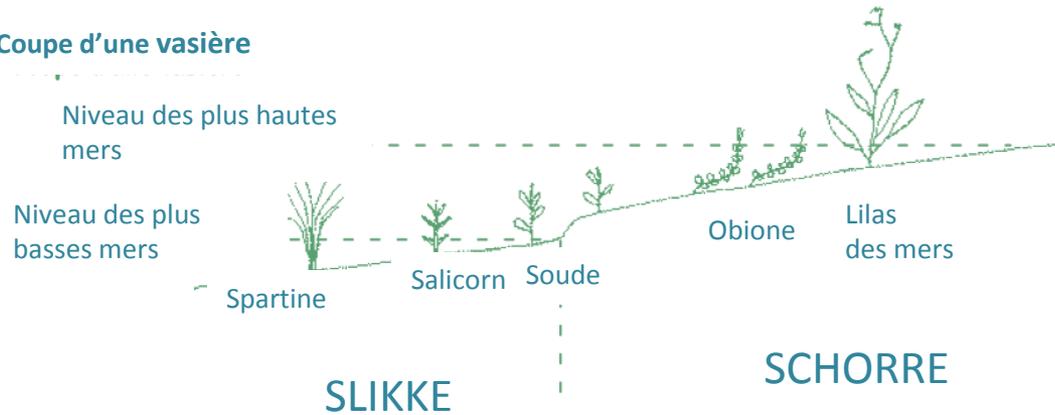
## ➤ Les marais maritimes

résultent de la sédimentation de particules fines en suspension contenues dans les eaux marines et fluviales. Cette sédimentation, contrôlée par la marée, colmate les fonds de baie, les estuaires, les golfes et les rentrants des côtes

### Forme sablo-vaseuse:

- Partie inférieure appelée **slikke**: vasière molle et nue recouverte par toutes les marées
- Partie supérieure, appelée **schorre**, inondé uniquement lors des marées de vive eau: vasière

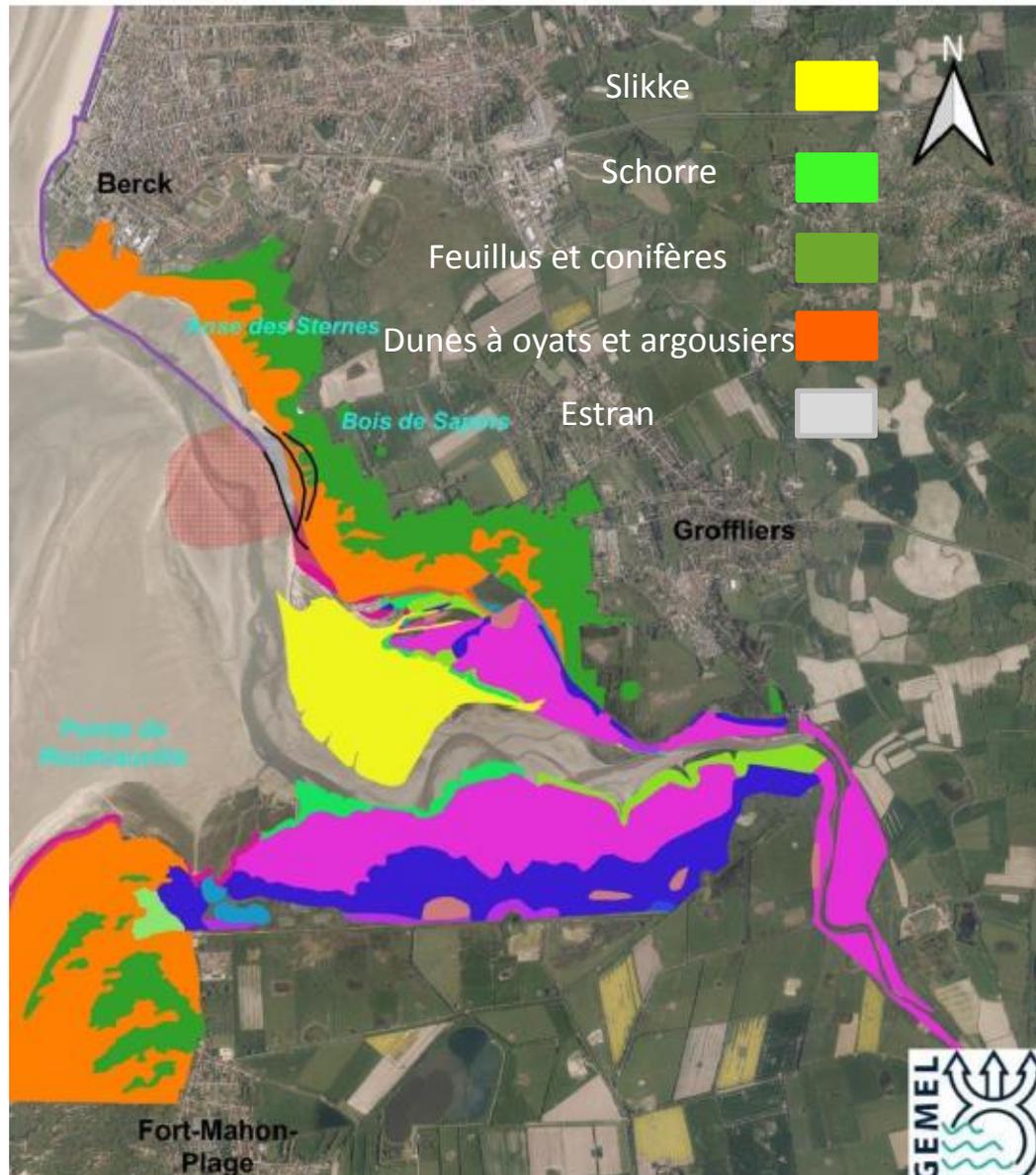
### Coupe d'une vasière



- 1 Cuvette
- 2 Schorre
- 3 Microfalaise
- 4 Slikke
- 5 Chenal de marée
- 6 Haute slikke

Figure 8 : Morphologie d'un marais maritime en région de climat tempéré

# Carte de la végétation de la Baie d'Authie



## B. Illustrations de la notion de gestion souple du trait de côte

Déplacer les enjeux hors zone vulnérable pour restaurer des habitats naturels estuariens



3 février 2017

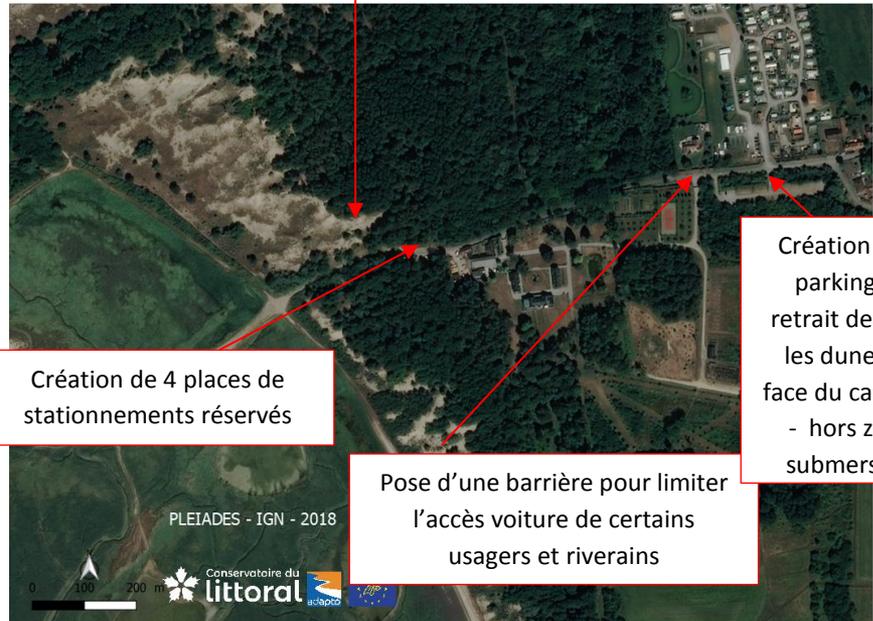


14 février 2020



Création d'un belvédère + chemin piétonnier à travers les dunes pour continuité du sentier du littoral + sente équestre

Suppression du parking bétonné



Création de 4 places de stationnements réservés

Pose d'une barrière pour limiter l'accès voiture de certains usagers et riverains

Création d'un parking en retrait derrière les dunes en face du camping - hors zone submersible

## C. Des stratégies de gestion des risques littoraux qui évoluent vers un retour à un fonctionnement naturel des écosystèmes

### Sites naturels

1. Grande plage de Berck
7. Anse des sternes
8. Cordon dunaire
9. Bois des sapins
10. Pointe du bec de Perroquet
11. Mollières du Bec - de-perroquet
12. Chenal de l'Authie
13. Mollières de Fort-Mahon
14. Dunes de Fort – Mahon
15. Le Poulier
16. La pointe de Routhiauville

### Aménagements anthropiques

2. Hôpital maritime
3. Épis
4. Le perré
5. Digue submersible
6. Enrochements

 Points d'arrêt

 Recul



## Secteur de la Baie d'Authie

### Profil de côte

■ Cordon dunaire

### Phénomènes naturels

★ Érosion

▲ Risque de submersion

### Dynamique sédimentaire

↕ Accrétion

■ Colmatage de baie

■ Cours d'eau

→ Transit littoral

### Dispositif de protection

||||| Épiss

■ Digue de renclôture

■ Protection longitudinale (enrochement, perré en béton ou brise-lames)

■ Ganivelles / oyats

### Événements marquants

★ Tempête de novembre 1984 : création de brèches

■ Tempête d'avril 1985 : 400 ha inondés

★ Tempête de février 1990 :  
 • destruction partielle des ouvrages de défense à la pointe du Haut-Banc  
 • submersions au niveau du chemin Delesalle et de la Madelon

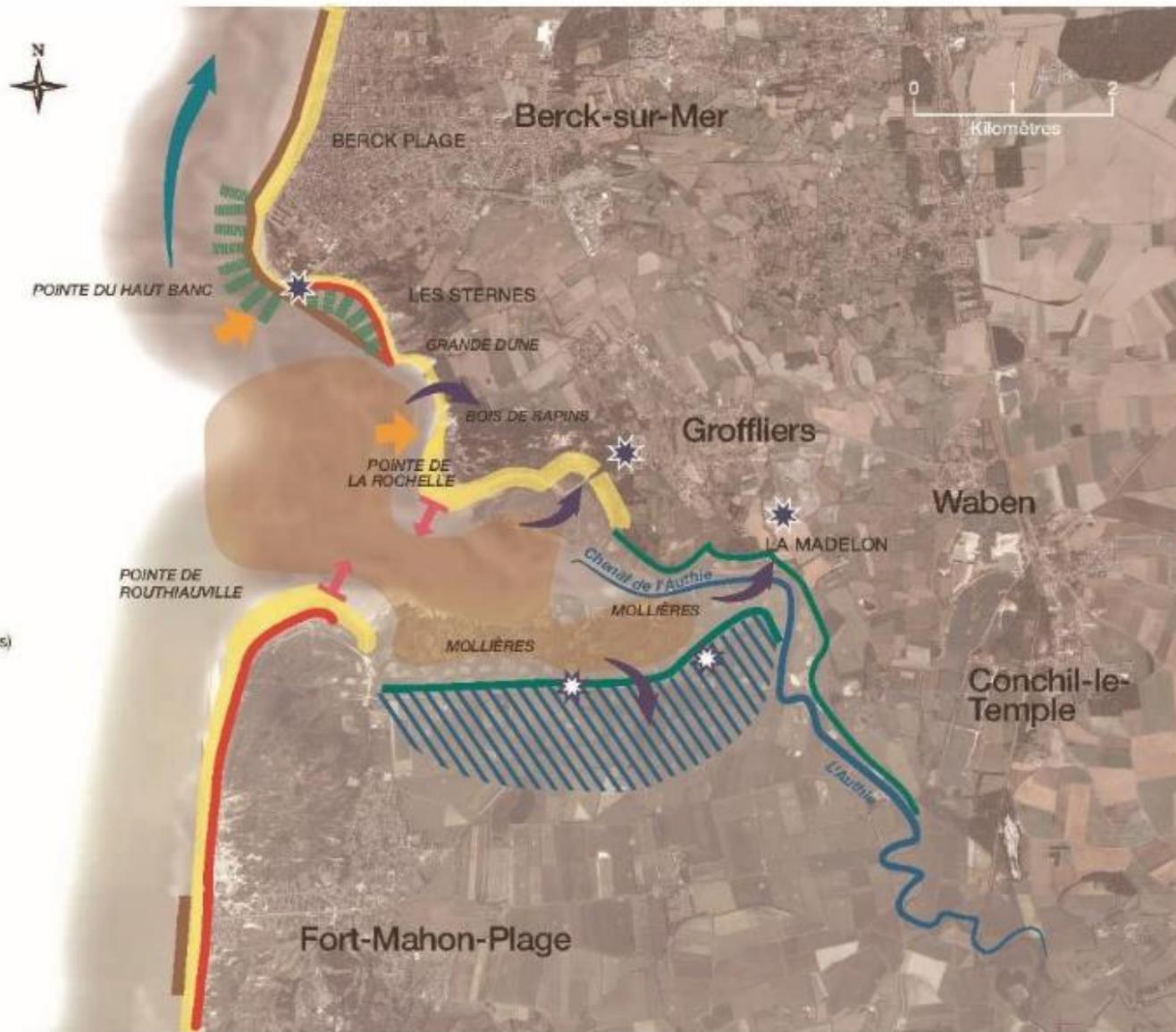
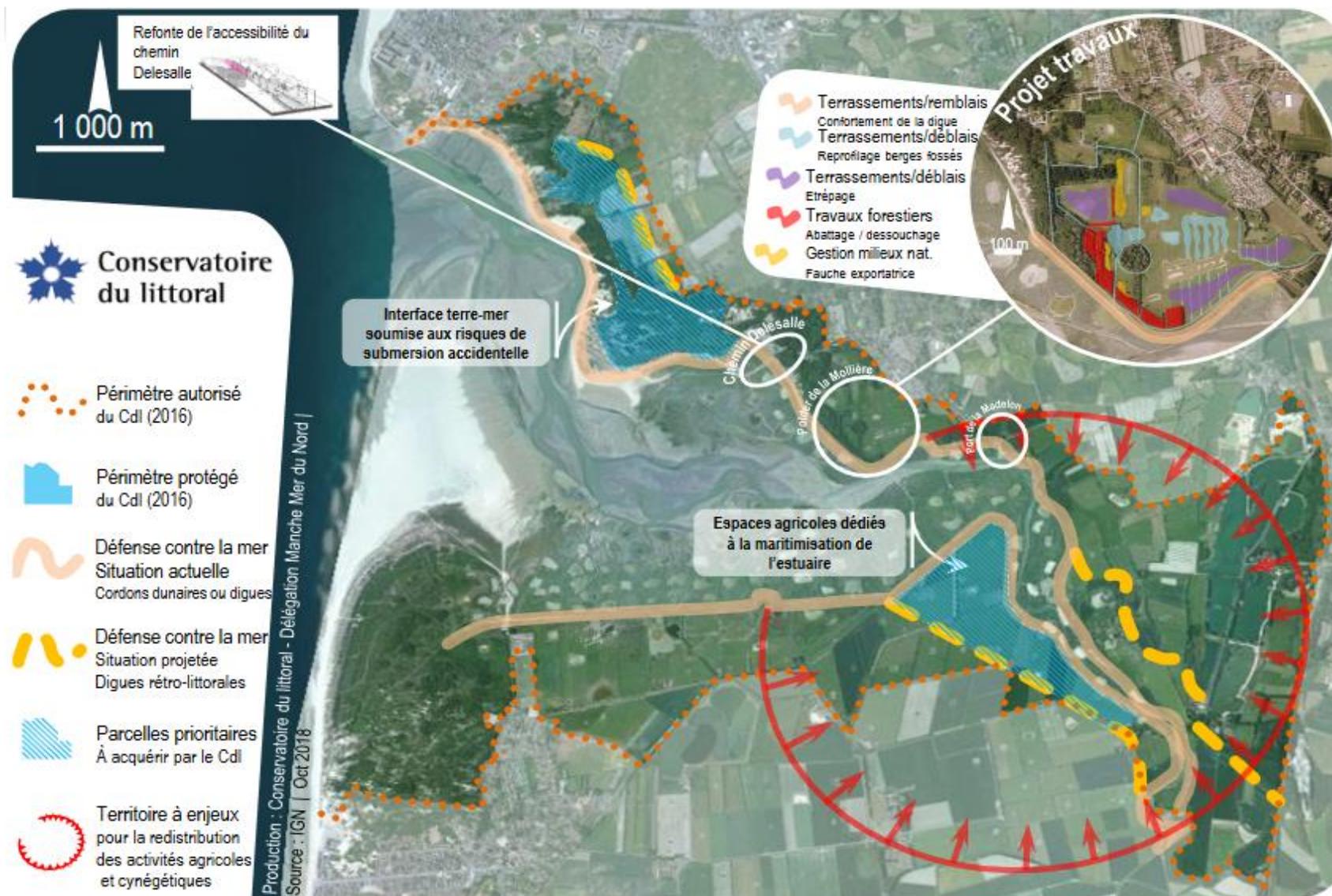


Figure 1 : Phénomènes du littoral de la baie d'Authie (source PAPI 2015)

## D. Schéma d'intention de la Baie d'Authie



# Projet d'aménagement Du polder de la Mollière

