Un équilibre côtier fragile

Paper 4 – FRENCH (GERMAN)

Le Canada possède la plus longue ligne de côte au monde : 243791 km. Les Etats Fédéraux de Micronésie possèdent le plus grand ratio longueur de côte / surface : 8706,553 m/km². Même si elle n'atteint pas ces chiffres records, la péninsule ibérique possède une assez longue ligne de côte : 9669 km. L'histoire et l'économie de l'Espagne et du Portugal sont fortement liées à la mer Cantabrique au Nord, à l'océan Atlantique à l'Ouest et à la mer Méditerranée au Sud et à l'Est. Dans ce sujet, nous visiterons trois secteurs de la côte Ibérique et explorerons et étudierons les paysages et les processus de cette ligne de côte.

Du point de vue des Sciences de la Terre, les aires côtières constituent des environnements dynamiques et fragiles, et sont la source d'importants services économiques pour notre société. De plus, la plupart des zones métropolitaines dans le monde sont localisées près des côtes. L'efficacité des transports maritimes, les ressources de la mer (nourriture, sel, etc.) ont concentré les populations humaines près des côtes durant des siècles. En conséquence, les phénomènes côtiers concernent des millions de personnes dans le monde et réciproquement, les activités humaines affectent les phénomènes côtiers de multiples façons.

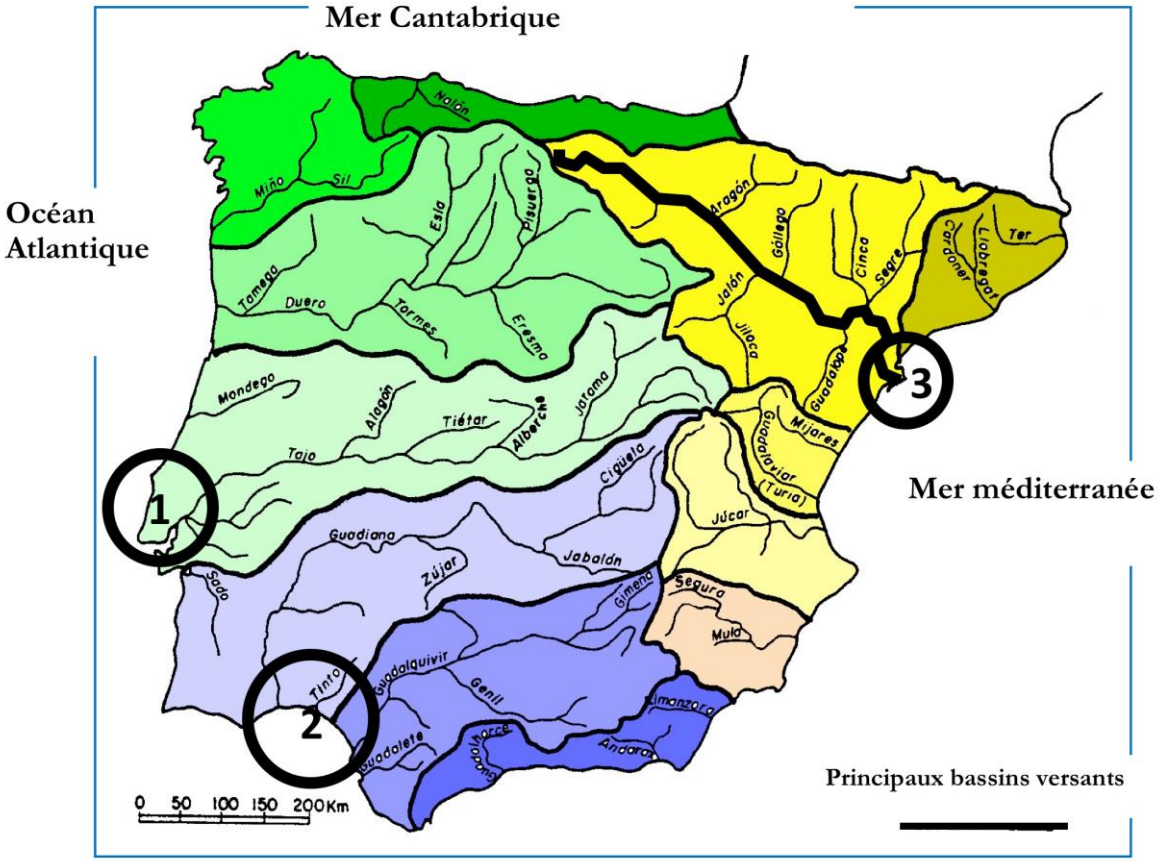

Figure 1. La péninsule Ibérique et ses principaux basins versants. Les trios cercles représentent les zones d'études de notre test. 1. La côte de Lisbonne ; 2 : La côte de Huelva ; 3 : Le delta de l'Ebre. La ligne grasse représente la rivière : Ebre.

Credits: http://www.aularagon.org/files/espa/atlas/riosEspana_cuencas.htm

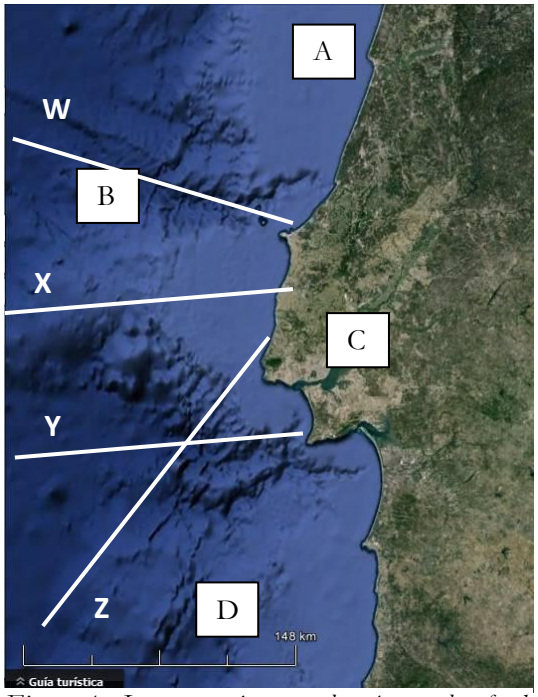

Figure 1. Image représentant la côte et les fonds océaniques de la région de Lisbonne (Portugal)

La côte de Lisbonne (Portugal)

La côte en face de Lisbonne (Portugal) ressemble beaucoup à de nombreuses côtes dans le monde et présente des aspects qui peuvent être retrouvés sur n'importe quelle côte de l'Atlantique.

1. La zone plate indiquée en A (Figure 2) est :
   a) Un delta
   b) Une plate forme continentale
   c) Une plaine abyssale
   d) Une pente continentale

2. L'endroit où on a le plus de chance de trouver des turbidites est le point :
   a) A
   b) B
   c) C
   d) D

3. Quel point sur la carte correspond à un environnement d'estuaire :
   a) A
   b) B
   c) C
   d) D

4. Si nous voulons installer un câble sous marin, laquelle de ces options constituerait le meilleur choix pour se protéger des courants de turbidités :
   a) W
   b) X
   c) Y
   d) Z

5. La configuration de la côte Atlantique peut s'expliquer par :
   a) Des marges océaniques destructives
   b) Des marges océaniques constructives
   c) Des marges continentales actives
   d) Des marges continentales passives

Les prochaines questions feront référence aux figures 5 et 6 dont les positions sont indiquées sur la carte de la figure 3.

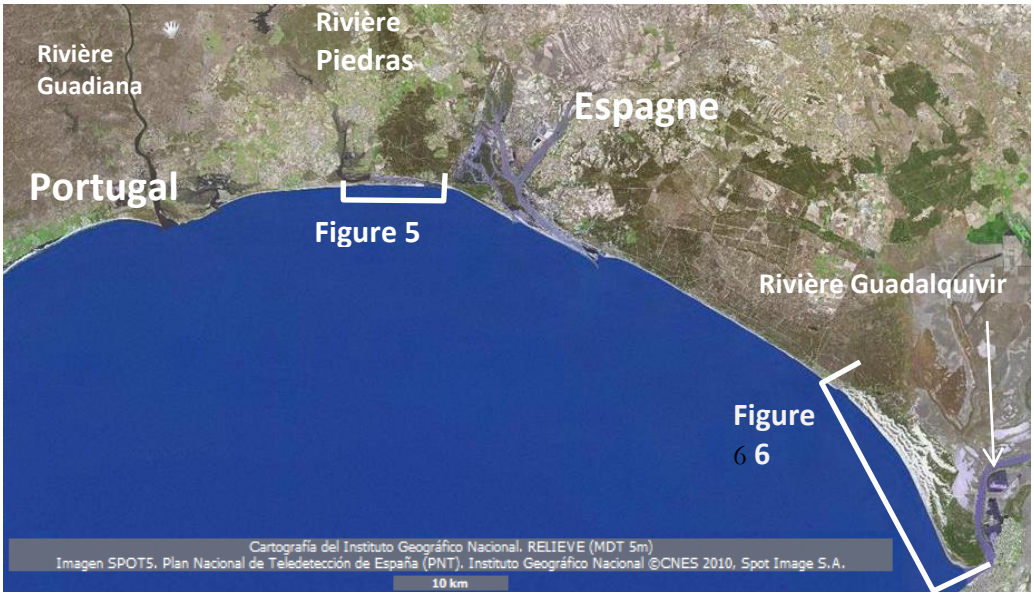

Figure 2. La côte de la province de Huelva (Espagne) et une partie de Algarve (Portugal). La frontière est marquée par la rivière Guadiana –Les positions des zones des différentes figures sont indiquées.

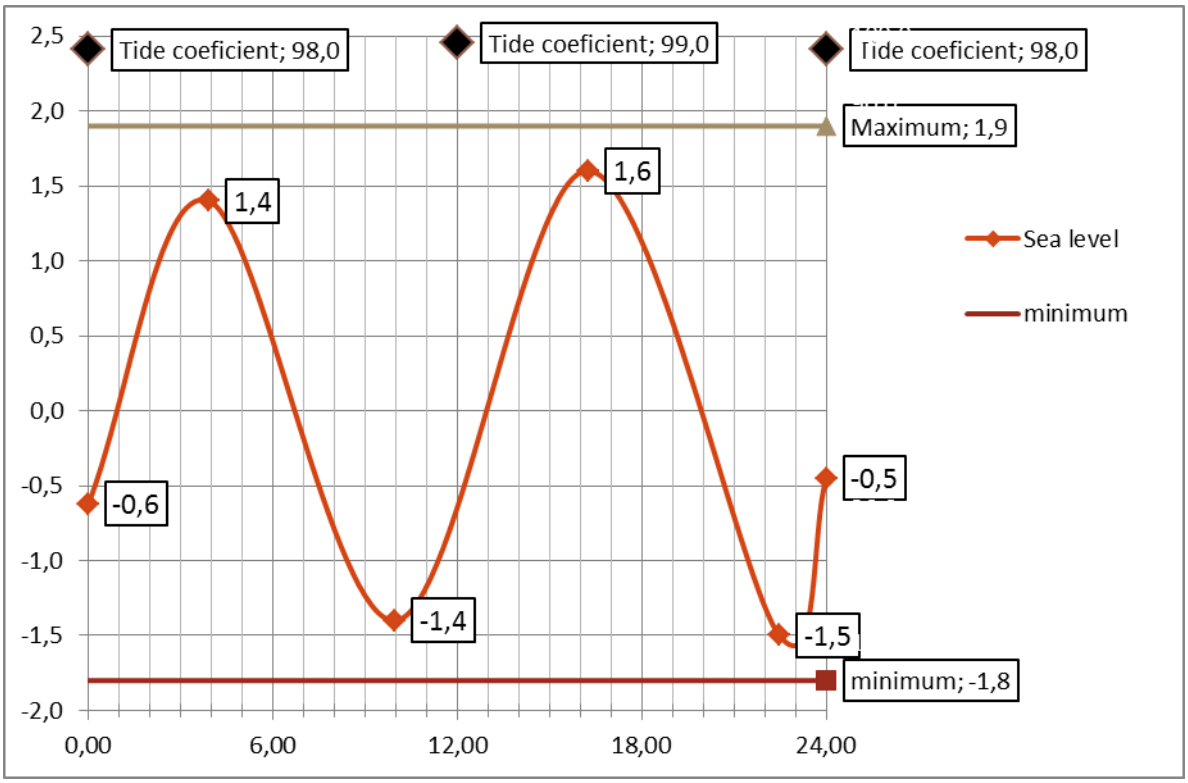

Figure 4. Diagramme des marées du 13 juin 2014. L'axe vertical est en mètres. L'axe horizontal est en temps local.

Le 13 juin 2014, une équipe de scientifiques a exploré les marais de Isla Cristina pour récupérer, au fond des chenaux de marées, des échantillons d'argile et de matière organique dans une zone où le fond est situé à 1 m sous le niveau moyen de la mer. La sonde est une machine plutôt lourde, elle est transportée et manipulée à bord d'un petit bateau qui nécessite au minimum 0,5 m de hauteur d'eau.

Chaque sondage nécessite environ une heure pour être complet et l'équipe a besoin de 3 échantillons.

Le jour précédent, l'équipe a téléchargé le graphique des marées (figure 4) pour programmer leur travail. L'axe horizontal est le temps et l'axe vertical représente l'élévation par rapport au niveau moyen de la mer.

Le coefficient de marée sera de 98. Avec un coefficient si élevé, nous aurons de grandes marées et des courants très marqués. La hauteur des vagues sera de 1,4 m, -1,4 m, 1,6 m, -1,5 m. Nous pouvons comparer ces hauteurs avec le record de hauteur enregistré dans les tables de marées de Isla Cristina. Celui-ci est de 1,9 m avec un minimum de hauteur de -1,8 m.

6. Parmi les propositions suivantes, laquelle correspond au meilleur moment pour commencer l'exploration :
   a) 1:00
   b) 8:00
   c) 16:00
   d) 20:00

7. Un coefficient de marée si important (voir le texte ci-dessus) nous indique que la phase lunaire est probablement :
   a) Nouvelle Lune
   b) Premier croissant
   c) Premier quartier
   d) Gibbeuse croissante
   e) Pleine Lune
   f) Gibbeuse décroissante
   g) Dernier quartier
   h) Dernier croissant

8. La marée haute est principalement causée par l'attraction de la Lune sur les eaux océaniques. Par conséquent, la marée haute survient quand :
   a) La Lune est au Nadir
   b) La Lune est au Zénith
   c) La Lune est à sa plus grande hauteur au-dessus de l'horizon
   d) La Lune est à sa plus petite hauteur au-dessus de l'horizon
   e) Peu de temps après que la Lune soit passée par sa hauteur maximale au-dessus de l'horizon
   f) Peu de temps après que la Lune soit passée par sa hauteur minimale au-dessus de l'horizon
   g) Peu de temps avant que la Lune soit passée par sa hauteur maximale au-dessus de l'horizon
   h) Peu de temps avant que la Lune soit passée par sa hauteur minimale au-dessus de l'horizon

9. La réponse à la question précédente dépend :
   a) Du temps nécessaire à la lumière pour traverser l'espace
   b) De la distance entre la Lune et le Soleil au cours de l'année
   c) De la distance entre la Terre et la Lune au cours de la journée
   d) De la friction qui retarde le mouvement de l'eau
   e) De la densité de l'eau qui est plus grande que la densité de la glace

10. Dans de nombreuses régions, la végétation des marais comprend des arbres possédant des adaptations à cet environnement changeant. Comment nomme-t-on ce type d'environnement ?
    a) Vasière
    b) Zone de balancement des marées
    c) Intertidal
    d) Mangroves
    e) Barrière de coraux
    f) Récif vert

11. L'industrie du sel et l'aquaculture nécessitent l'élimination des végétaux des zones de marais. Celle-ci conduit à une réduction de la biodiversité et à une augmentation de la vulnérabilité face :
    a) Au retrait des dunes
    b) A la foudre
    c) Aux tsunamis
    d) Au clapot
    e) A la surpopulation des poissons
    f) Au surpâturage par les poissons

Figure 5. "El Rompido" langue de sable sur le littoral à l'embouchure de la rivière Piedras.

12. L'image de la figure 5 montre une langue de sable développée devant l'embouchure de la rivière Piedras. Ce modelé du paysage résulte :
    a) De l'érosion fluviale similaire aux phénomènes qui se produisent dans n'importe quel méandre
    b) De la sédimentation fluviatile similaire aux phénomènes qui se produisent dans n'importe quel cône alluvial
    c) Du changement du niveau de la mer résultant du réchauffement climatique
    d) De l'interaction entre les marées et les vents comme dans n'importe quelle côte semi-aride
    e) De l'interaction entre la rivière et la dérive des sédiments du littoral
    f) De la contamination des rivières causée par la déforestation et l'exploitation minière

13. Pour former cette langue de sable sur le littoral, les vagues prédominantes pourraient provenir :
    a) De n'importe où
    b) Du N
    c) Du S
    d) De l'W
    e) De l'E
    f) Du N - NW
    g) Du N - NE
    h) Du S - SW
    i) Du S - SE

La figure 6 montre la zone de Doñana National Park. De gauche à droite, on peut voir l'océan Atlantique, une succession de bandes blanches (la plage, un champ de dunes littoral avec des zones de végétation), des marais. Seule une grande connaissance des processus géologiques permet la protection de la faune et de la flore qui font la renommée mondiale de ce parc national. En bas à droite de l'image, on peut apercevoir la rivière Guadalquivir.

14. En exploitant les figures 6 et 7, choisissez la meilleure proposition :
    a) A' représente les marais et B' représente la mer
    b) A' représente la mer et B' représente les marais
    c) A' et B' représentent la mer
    d) C'est impossible de le savoir

15. A quelle lettre sur la figure 7 correspond le côté des dunes où les grains dévalent la pente (« avalanche ») : *[Choisissez une lettre entre A' et F' sur votre feuille de réponse]*

16. Laquelle des propositions suivantes s'applique à la ligne pointillée marquée par un triangle inversé :
    a) Limite entre la plage et les dunes de sables
    b) Côté des dunes où les grains dévalent la pente (« avalanche »)
    c) Base des dunes
    d) Plage
    e) Zone de balancement des marées
    f) Nappe phréatique
    g) Niveau maximum de la mer durant les tempêtes hivernales
    h) Zone de Surf

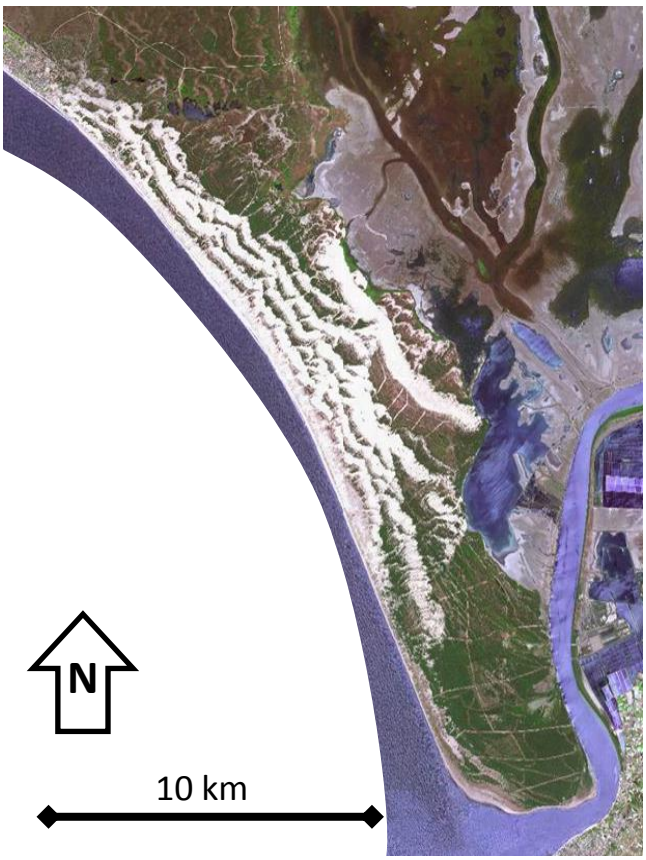

Figure 6. Plage de Doñana, dunes et marais, Ouest de l'embouchure de la rivière Guadalquivir. Source: IGN, Spot Image.

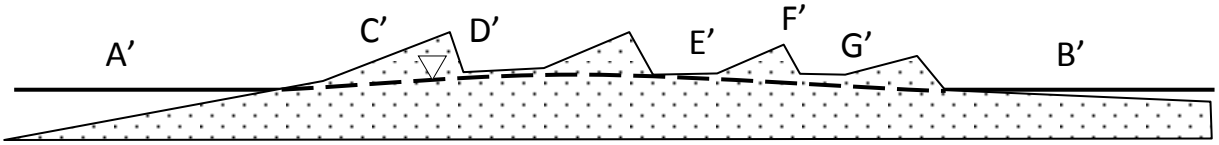

Figure 7. Coupe simplifiée du parc national de Doñana.

17. Si la figure 7 est correcte et qu'une fuite chimique se produit au point G' :
    a) La pollution atteindra en premier la mer
    b) La pollution atteindra en premier les marais
    c) La pollution restera coincée sous le point G'
    d) La pollution ne s'infiltrera pas
    e) Il est impossible de prévoir le flux de l'eau polluée

18. Comme vous pouvez l'observer dans la figure 6, il existe des zones riches en végétaux (du genre *Pinus*) et des zones sableuses. En considérant les figures 6 et 7, choisissez la proposition qui permet d'expliquer le mieux pourquoi les végétaux poussent/ne poussent pas dans les zones indiquées.
    a) C' est couvert de pins qui utilisent l'humidité de la mer
    b) F' est couvert de végétation qui peut pousser loin des eaux saumâtres
    c) E' est couvert de végétation qui utilise l'eau souterraine
    d) G' ne possède aucune végétation car les eaux souterraines sont polluées

19. Les marais sont considérés comme des puits de carbone en raison de :
    a) L'oscillation du niveau de la mer avec les marées
    b) L'alternance entre les eaux douces et salées
    c) L'accumulation de matière organique
    d) L'accumulation de coquillages
    e) La dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau
    f) L'oxydation de la matière organique
    g) L'érosion des dunes
    h) La sédimentation des dunes de sables

20. Outre le fait que les marais sont des lieux de grande biodiversité, ils sont d'excellents puits de carbone. C'est une des raisons pour lesquelles les marais doivent être préservés. Pourquoi les marais sont-ils des puits de carbone d'une extraordinaire efficacité ?
    a) La matière organique s'accumule mieux dans les zones de balancement des marées
    b) La matière organique ne s'oxyde jamais sous l'eau
    c) La dynamique des marais est à l'origine de taux très élevés de sédimentation
    d) Nous ne produisons pas et ne réalisons pas de combustion de combustibles fossiles dans les marais

Environnement côtier et atmosphère

Sur beaucoup de côtes océaniques, les tempêtes et les raz de marée de tempête sont une préoccupation importante. La compréhension des tempêtes et de la stabilité atmosphérique sont des concepts basiques de la prévision météorologique et de la prévention des effets des tempêtes. Dans les questions suivantes, nous allons nous intéresser à ces sujets.

21. Un raz de marée de tempête est :
    a) Un changement de la pression atmosphérique qui détruit les plantations agricoles
    b) Une augmentation de la pression atmosphérique due aux nuages de tempête
    c) Une diminution de la pression sous les nuages de tempête qui attire les nuages vers la surface de la Terre
    d) Une augmentation du niveau de la mer due à la basse pression au cœur de la tempête
    e) Une augmentation de la fréquence des vagues due aux vents cycloniques dans les tempêtes

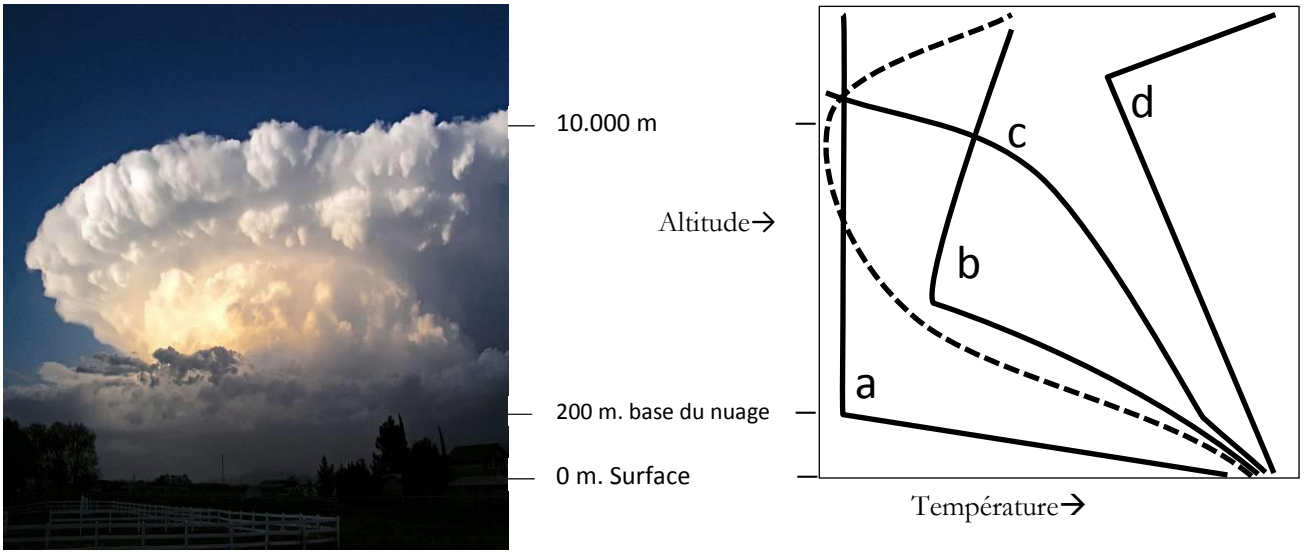

Figure 8. Gauche : Nuage supercellulaire. Droite : Téphigramme simplifié avec un gradient environnemental (courbe pointillée) et quatre gradients adiabatiques possibles (courbes continues). (Image from Wikimedia Commons, http://commons.wikimedia.org/wiki/Cloud#mediaviewer/File:Chaparral_Supercell_2.JPG, visited 5 June 2014

22. Etudiez la figure 8 et choisissez quel gradient adiabatique (a, b, c ou d) décrit le mieux les conditions observées dans la partie droite de la photographie.

[Choisissez une lettre entre a et d sur votre feuille de réponse]

La contamination des océans et des plages

Très récemment, un nouveau terme : « plastiglomérat », a été utilisé pour décrire des sédiments trouvés sur les plages d'Hawaï. Ces sédiments contiennent des morceaux de basaltes, de coraux, de coquillages et de débris de bois rassemblés avec des fragments de plastique de toutes tailles. Ce type de sédiment est subdivisé en deux catégories : les types « in situ » et les types « clastiques ». Les types « clastiques » ne sont pas consolidés tandis que les types « in situ » sont cimentés ensemble par du plastique fondu et constituent des roches. Les feux de plages des campeurs et des pêcheurs sont la source principale de chaleur impliquée dans la formation de ces agglomérats rocheux. (Source: P. L. Corcoran, C. J. Moore, and K. Jazvac.An anthropogenic marker horizon in the future rock record.GSA Today, Volume 24 Issue 6 (June 2014) (http://www.geosociety.org/gsatoday/archive/24/6/article/i1052-5173-24-6-4.htm).

23. Lorsque les futurs scientifiques trouveront des strates de plastiglomérat dans des profils sédimentaires, ils pourront les utiliser comme :
    a) Un thermomètre sédimentaire
    b) Un baromètre sédimentaire
    c) Un outil de datation absolue
    d) Un indice de volcanisme
    e) Un indice de la rareté des combustibles fossiles

24. Pour que le plastique puisse être utile comme fossile stratigraphique, il doit :
    a) Etre facilement dégradable
    b) Etre classé dans les sédiments avec uniquement un seul type de plastique
    c) Avoir existé pendant une longue période de temps (géologique)
    d) Avoir existé pendant une courte période de temps (géologique)
    e) Avoir été dispersé dans des environnements rares et clairsemés
    f) Avoir été dispersé dans des environnements nombreux et largement distribués
    g) Etre rare à l'échelle mondiale
    h) Etre endémique d'une région

Figure 3A. Le delta du fleuve : Ebre au NE de l'Espagne .Source : IGN, Spot Image.

Le laps de temps correspondant à l'interaction de l'Homme avec les systèmes biophysiques de la Terre a été nommé Anthropocène. Dans les questions suivantes, reliez les faits géologiques avec des interprétations qui peuvent être utilisées pour identifier les sédiments de l'Anthropocène.

25. L'augmentation du CO_2 atmosphérique il y a 8000 ans BP (before present) peut être corrélée :
    a) Au début des processus industriels
    b) Aux premières pratiques agricoles en Eurasie
    c) Aux activités d'exploitation minière
    d) Aux débuts de la déforestation

26. Les concentrations de plomb dans les sols formés depuis 1950 peuvent être corrélées :
    a) Au plomb atmosphérique issu principalement de la combustion des essences avec plomb
    b) Aux premières pratiques agricoles en Eurasie
    c) Aux activités d'exploitation minière
    d) Aux débuts de la déforestation

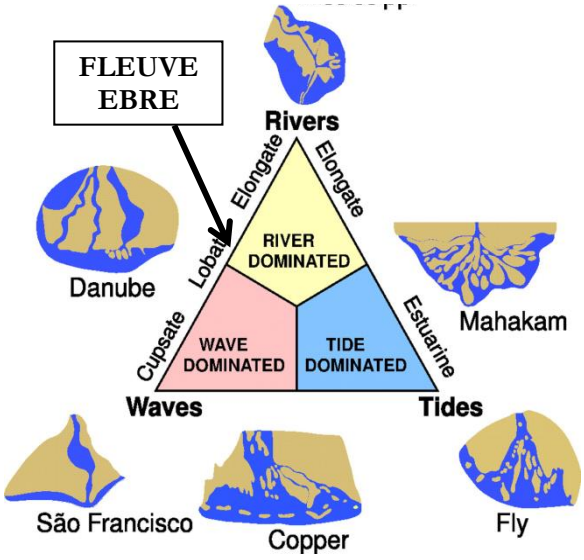

Figure 9B. Classification des deltas de rivières basée sur trois processus dominants qui contrôlent la morphologie des deltas. Le fleuve : Ebre est situé au milieu du côté gauche Credit: From W.E. Galloway, Deltas, Models for Exploration (1975); Houston Geological Society. As showed in EncyclopediaBritanica.

<u>Légendes de la figure 9B</u> :
Rivers : rivières
Waves : vagues
Tides : marées

Le delta du fleuve : Ebre (Espagne)

Le delta du fleuve Ebre est localisé au Nord-Est de la côte espagnole (Figure 9A). Le delta de l'Ebre est un delta de type mixte comme nous le montre la classification de la figure 9B.

27. Le delta de l'Ebre est une région d'agriculture intensive (le riz est l'une des principales plantes cultivées). Lesquels des processus suivants sont des conséquences de l'agriculture intensive ?
    a) Carbonisation
    b) Inondation
    c) Eutrophisation
    d) Glissement de terrain
    e) Oxydation
    f) Envasement
    g) Erosion
    h) Torrents

28. La position de l'Ebre dans le diagramme de classification de la figure 9B nous montre que :
    a) Le delta est loin de tout estuaire
    b) L'influence des marées est plus grande que l'influence du flux de sédiments provenant des rivières
    c) Le delta est dans un équilibre instable de conservation, proche de la destruction
    d) L'influence des vagues est plus grande que l'influence des marées
    e) L'influence des vagues est plus grande que l'influence du flux de sédiments par les rivières
    f) Le delta va migrer vers le NE en suivant le côté gauche du triangle

29. La contribution des sédiments de la rivière est fondamentale pour l'évolution du delta et le transport des sédiments dépend du débit de la rivière (Q). A l'aide des données de la figure 10, quel est le débit de cette rivière ?
    a) 10000 m^3/s
    b) 30000 dm^3/s
    c) 20000 l/s
    d) 2000 m^3/s
    e) 1500 l/s
    f) 24000 dm^3/s

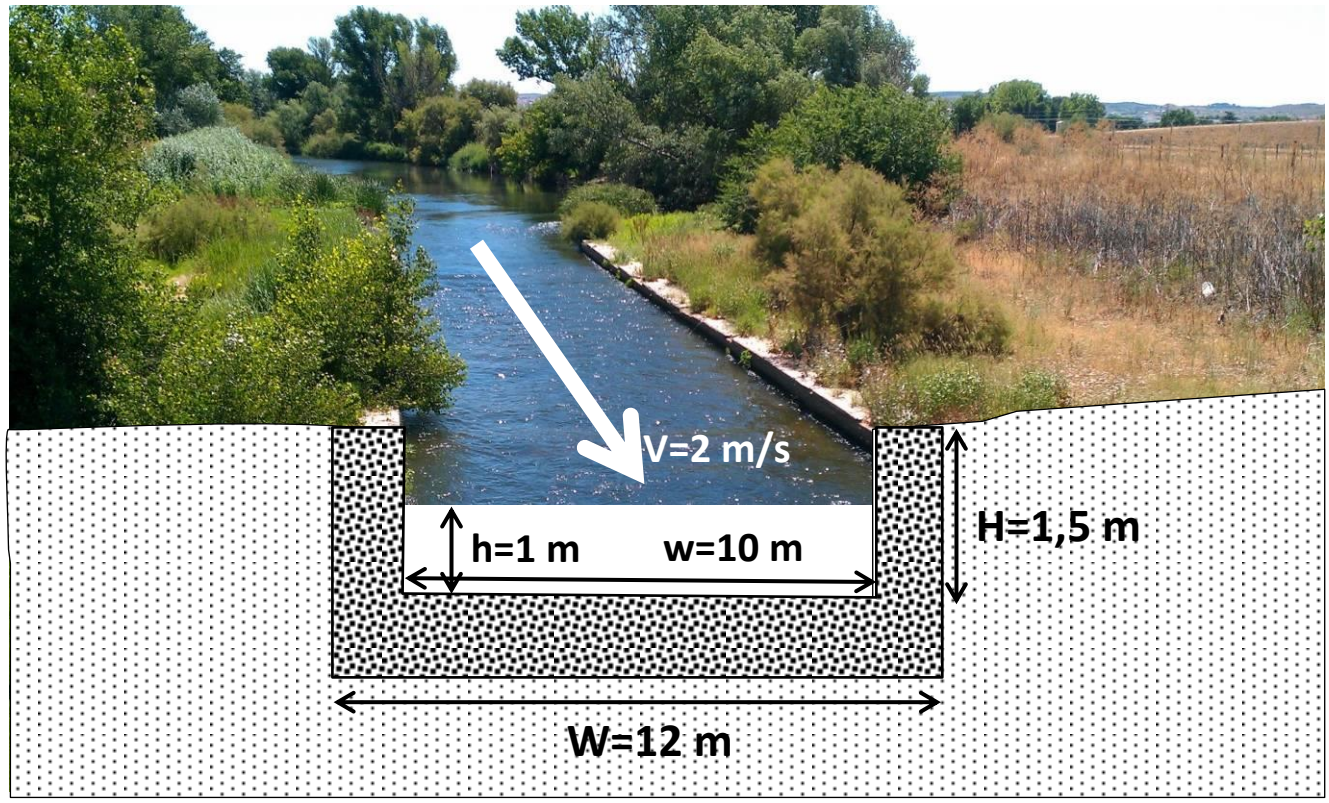

Figure 10. Données pour mesurer le débit