

CÔTES DYNAMIQUES

PLAGES À RISQUE : Pack de ressources pour les élèves de sixième, cinquième et quatrième

NOTES À L'ATTENTION DES PROFESSEURS

Pour des informations sur le projet PAR, voir le document « Introduction et habitats » au début du pack.

Les commentaires récents sur le pack Géographie pour les sixièmes, cinquièmes et quatrièmes suggèrent qu'il devrait se fonder sur la région environnante, être mis à jour et parler des problèmes actuels. Nous les avons pris en compte lors de la préparation des fiches techniques.

Le professeur pourrait présenter le projet aux élèves en leur expliquant qu'ils vont étudier des problèmes cruciaux dans leur région, tels que l'érosion côtière, les inondations et la préservation de l'habitat, qui vont sans doute encore s'aggraver sous l'effet du réchauffement de la planète. Leurs études bénéficieront des conclusions du projet PAR mené par des chercheurs au Royaume-Uni et en France et financé par la CE.

Le contrôle continu du travail pourrait s'articuler autour des problématiques suivantes :

- Les effets probables du réchauffement de la planète sur le littoral de la région.
- La préservation de l'habitat côtier dans un monde en plein bouleversement.

FICHE TECHNIQUE 1 : LES PLAGES : INTRODUCTION

1. QU'EST-CE QU'UNE PLAGE ?

a) Une plage est constituée de dépôts meubles (non consolidés) de sable et de pierres le long de la côte. Elle peut prendre plusieurs formes : plages de sable fin, bancs ou barrières de galets, cordons en bordure de falaises, flèches littorales, etc.

Images de la page 1.1, en allant dans le sens des aiguilles d'une montre à partir de celle en haut à gauche :

- 1) Birling Gap, East Sussex, UK – galets
- 2) Equihen, France – sable et dunes
- 3) Wissant, France – sable et dunes
- 4) Hastings, East Sussex, UK – galets

2. À QUOI SERVENT LES PLAGES ?

Essayez de présenter l'idée de catégories dans la liste.

- Tourisme, loisirs et visites éducatives. On peut y faire du sport (natation, surf, etc.) ou s'y détendre (bronzette, lecture, etc.).
- Création d'emplois dans la région (hôtels, restaurants etc.).
- Aide à la biodiversité. Les plages offrent de nombreux habitats différents et favorisent donc la biodiversité. Ces habitats peuvent servir à des espèces rares et spécialisées.
- Prévention de l'érosion. Elles contribuent à protéger la côte de l'érosion marine.
- Source de matériaux de construction. Elles fournissaient autrefois du sable et du gravier à l'industrie du bâtiment. De nos jours, les plages sont en général considérées trop précieuses pour un tel usage. Cependant, le sable et les galets de certaines plages sont prélevés pour en protéger d'autres de l'érosion.
- Rampe de lancement et zone de remisage des bateaux. Pente douce pour le lancement et le remisage des bateaux, comme à Brighton et à Hastings.

3. OÙ SE TROUVENT LES PLAGES CONCERNÉES PAR CETTE ÉTUDE ?

Cet exercice contribue à définir la zone d'étude de PAR et certaines des études de cas menées dans le cadre de ce projet. Il nécessite l'utilisation d'un atlas et une compréhension des échelles et directions.



- b) Douvres et Calais 45 km
 c) Newhaven et Dieppe 120 km
 d) Londres à Paris en passant par Dieppe 330 km
 e) C'est en effet le trajet le plus court, car il suit une ligne presque droite entre les deux capitales.

4. QUELLE EST LA COMPOSITION DES PLAGES, ET QUELLE EST LEUR ORIGINE GÉOLOGIQUE ? COMMENT SONT FORMÉS LES GALETS DE SILEX ?

Le passage ci-dessous et l'exercice fondé sur la photo contribuent à expliquer comment on explique actuellement l'origine du silex.

a) Les plages de galets sont composées de galets et pierres en **silex**. Leur extérieur est grisâtre ou brunâtre et leur intérieur est noir brillant ou gris foncé. Le silex est une forme de **silice** qui s'est développée dans la **craie** lorsqu'elle s'y est déposée entre 70 et 100 millions d'années avant notre ère, durant la période du **Crétacé** (la fin de l'ère des dinosaures). La craie était composée de boue calcaire déposée sur le lit d'une immense **mer** tropicale qui recouvrait la majorité de l'**Europe** du nord-ouest. Dans la boue se trouvaient les restes d'organismes minuscules, riches en silice, qui vivaient dans la mer : éponges de mer, **diatomées** et **radiolaires**. La silice s'est dissoute sous l'effet de l'eau circulant dans la boue et s'est redéposée sous forme de **nodules** et couches tandis que la boue s'accumulait et se durcissait pour devenir de la craie. La silice devenue **silex** s'est surtout développée dans les **plans** de stratification ou les thermoclines des lits de calcaire. C'est pour cela que les nodules forment des bandes dans les plans de stratification, tout comme les couches de silex qu'on voit exposées sur la plate-forme **littorale**.

Remarques

- Les éponges aphrocallistes sont des éponges (organismes multicellulaires) renforcées par la silice que contiennent leurs cellules.
- Les diatomées sont des algues unicellulaires microscopiques formées de cellules aux parois silicifiées.
- Les radiolaires sont des protozoaires (animaux unicellulaires microscopiques) avec des squelettes en silice.
- Ces organismes sont les sources de la silice qui s'est dissoute pour se transformer en silex.

b) Dans l'exercice basé sur la photo, il convient de dire aux élèves que le silex est plus résistant que la craie, et a donc tendance à ressortir de la falaise ou de la surface de la plate-forme.

FICHE TECHNIQUE 2 : LA CRÉATION DES GALETS

Cette fiche technique passe en revue les concepts d'altération atmosphérique et d'érosion, qui ont sans doute déjà été abordés dans le contexte des fleuves. Les processus spécifiques de l'érosion côtière sont étudiés en détails.

2. L'ORIGINE DE L'ÉNERGIE DES VAGUES

a) La longueur du fetch entre le Golfe du Mexique et la Manche se situe entre 10 000 et 12 000 km (selon la méthode de mesure). Si le vent ne soufflait que sur la Manche, le fetch serait court.

b & c) Parmi les autres facteurs influençant la hauteur des vagues : (1) la force du vent et (2) la persistance du vent.

d) Les orages sont plus fréquents en automne et en hiver.

e)

	Mer calme	Mer agitée
Longueur du fetch	Courte	Longue
Force du vent	Faible	Fort
Persistance du vent	Courte	Longue
Hauteur des vagues	Faible	Élevée
Force des vagues	Faibles	Fortes
Force de l'érosion	Faible	Forte



FICHE TECHNIQUE 3 : ARRACHÉ, BALLOTÉ ET POLI

Cette fiche technique s'intéresse à l'érosion.

1. COMMENT LE SILEX DES FALAISES SE TRANSFORME-T-IL EN GALETS ?

Galet A : Poli.

a & b) Il est lisse et arrondi. Il a donc passé beaucoup de temps dans la mer à subir les effets de l'érosion.

Galet B : Balloté.

c) Il est en train de devenir lisse et poli, mais il comporte toujours des aspérités ; l'érosion n'a pas encore fini son travail. Il n'a pas passé autant de temps dans la mer que le galet **A**.

Galet C : Arraché.

d) Il comporte de nombreuses aspérités, ce qui montre qu'il vient d'être arraché à la falaise.

e) La craie est plus tendre et moins résistante que le silex. Les fragments de craie se désagrègent très rapidement, tandis que le silex, plus résistant, reste beaucoup plus longtemps en l'état.

f) Les galets A, B et C diminueront graduellement de taille sous l'effet de l'érosion. Les galets B et C s'arrondiront. Ceci ne signifie pas nécessairement qu'ils deviendront sphériques. Il est plus probable que leur forme finale sera ovale ou elliptique.

2. LES RECHERCHES DU PROJET PAR SUR L'ÉROSION

a) Le silex doit être prélevé en haute mer. Les plages seraient soumises à une forte érosion si le lit marin adjacent s'abaissait suite à une récolte de silex. On sait à présent que les lits de gravier marin offrent de riches habitats à la faune et à la flore. Il est donc important de prendre en compte les impacts écologiques sur les habitats marins.

b) En hiver, durant les tempêtes, des vagues énormes peuvent entraîner le silex en haute mer ou le long du littoral. Dans ce cas, la plage de galets doit être rechargée.

FICHE TECHNIQUE 4 : SAC ET RESSAC

a) Le ballon ne va pas vers l'avant car l'eau ne va pas vers l'avant. Les molécules se contentent de faire des mouvements circulaires, transférant de l'énergie, pas de l'eau.

b) En anglais, « sac » se dit « swash », qui est une onomatopée (mot formé à partir du son qu'il décrit).

c) Non, le déferlement suit les vagues. Si les vagues arrivent à l'oblique, le déferlement se fait également à l'oblique sur la plage.

d) Un et deux. L'eau repart dans la mer, entraînant parfois des galets avec elle. Une partie de l'eau peut pénétrer les différentes couches de la plage.



FICHE TECHNIQUE 5 : BÂTIR OU DÉTRUIRE

1. VAGUES BÂTISSSEUSES OU DESTRUCTRICES

a) Veuillez trouver ci-dessous le tableau rempli :

	Vagues bâtisseuses	Vagues destructrices
Saison	été	hiver
hauteur	faible	élevée
Forme	Plate	arrondie
Sac	fort	faible
Ressac	faible	fort
Nombre par minute	moins de 11	plus de 13
Effet sur la plage	accumulation	destruction

2. PROFILS DE PLAGES

a) Le profil hivernal est beaucoup plus plat que le profil estival, car les vagues destructrices accompagnées d'un fort ressac ont entraîné des sédiments dans la mer. La plage **manque** de galets.

Le profil estival est beaucoup plus élevé car les vagues bâtisseuses, avec leur fort déferlement, ont poussé les sédiments vers le haut de la plage. Le ressac est plus faible car l'eau s'est infiltrée dans la plage au lieu de traîner les galets vers la mer.

b) Les crêtes du profil représentent les galets déposés par des marées de hauteurs différentes. Celle du haut pourrait par exemple représenter une marée d'hiver un jour de tempête, la suivante la haute marée d'équinoxe et la plus basse la dernière marée haute.

3. LA PENTE DES PLAGES

Plus les particules sont grandes, plus l'angle de la pente sera élevé, car les particules de grande taille s'assemblent plus facilement. Les particules les plus importantes ont un angle de repos plus élevé que les particules de taille inférieure.

Dans l'expérience proposée, on suggère que les matériaux secs soient déposés sous forme de piles. Si on utilisait de l'eau, les matériaux les plus fins seraient plus facilement entraînés par les vagues, aplanissant les pentes (Remarque : ceci est difficile à démontrer avec du sucre ou du sel, qui se dissolvent rapidement ! Mais on peut le faire à l'aide de grains de sable de grosseurs différentes). Sur de vraies plages, le ressac **s'infiltrerait** très rapidement entre les galets et aurait du mal à entraîner les galets vers le bas de la plage, au contraire du sable. C'est donc une autre raison expliquant pourquoi les plages de galets sont beaucoup plus raides que les plages de sable.

Les bermes de tempête ont tendance à être précédées de pentes raides composées de galets relativement grossiers, tandis que leur portions proches du littoral sont couvertes de galets de taille plus réduite.

FICHE TECHNIQUE 6 : LES MOUVEMENTS DES GALETS

Cette fiche technique s'intéresse à la dérive littorale.

a) Les vents **dominants** viennent du sud-ouest. En anglais, ce sont des « southwesterlies ».

b) Les vagues les plus puissantes viennent du sud-ouest. Les vents du nord ont peu d'effet sur la côte du sud-est de l'Angleterre, car ils soufflent la plupart du temps depuis l'intérieur des terres, mais sur le littoral français, les vents du nord peuvent produire de fortes vagues et donc une érosion importante, car ils vont de la mer à la terre.

c) La dérive littorale sur la côte est de la Manche va principalement d'ouest en est.



d) Les quatre portions de littoral du sud-est de l'Angleterre et celle du littoral français où la dérive littorale semble aller dans les deux directions se trouvent entre Margate et Ramsgate, à Dungeness, à Beachy Head et à Cap Gris Nez. Ces endroits comptent d'importants **promontoires ou changements de direction** de la côte, qui font partir la dérive dans la direction opposée.

e) La mer emportera les matériaux de la plage, dont le niveau **baissera**.

f) Les vagues viendraient s'écraser plus près des digues et des falaises et les attaqueraient donc avec plus de force. Les digues pourraient être affaiblies et sujettes à un effondrement. Les falaises seraient érodées plus rapidement par les vagues.

g) Les brise-lames auraient tendance à bloquer le mouvement des galets le long du littoral, qui s'accumuleraient et mèneraient à une hausse du niveau de la plage. Ces dépôts excédentaires sur la plage pourraient être retirés par des pelleteuses et des camions, qui iraient réapprovisionner les plages ayant besoin de galets supplémentaires. Il s'agit cependant d'un processus extrêmement coûteux.

h) Dans cette image, la dérive littorale se fait de la gauche vers la droite, car on peut voir que les galets s'accumulent contre chaque épi. De même, la zone protégée par chaque épi manque de galets, car elle ne subit pas les effets de la dérive littorale. Ainsi, la mer rogne beaucoup plus la zone de la plage située derrière l'épi, qui est beaucoup plus basse, que celle située devant l'épi.

i) L'avantage des épis est qu'ils piègent les sédiments de la plage entre eux et empêchent ou retardent leur mouvement par la dérive littorale. Ils offrent également un abri contre le vent sur la plage.

Les inconvénients des épis est que leur extrémité dans la mer a tendance à s'user. Ils finissent également par s'éroder et sont très coûteux.

FICHE TECHNIQUE 7 : LA MESURE DE LA DÉRIVE LITTORALE

Cet exercice pourrait être utilisé dans le cadre d'un travail sur le terrain sur une plage de galets relativement calme. Les élèves pourraient y passer au moins une nuit. (Les pierres de couleur ont tendance à être ramassées et déplacées par les visiteurs de la plage, qui y voient un joli souvenir !). Il pourrait être combiné au travail sur le terrain de la fiche technique 8, mais veuillez noter qu'il requiert au moins deux marées basses ; deux journées seront donc certainement nécessaires pour le mener à bien.

Cet exercice peut également être réalisé en classe.

i) Déterminer si les pierres se déplacent le long de la plage

- Mettez les deux sortes de galets sur la plage à marée basse par vents **modérés**. (Si les vents sont trop violents, la plage peut être un environnement dangereux pour vos élèves. Les galets risquent de disparaître, de finir sous la surface de la plage ou dans la mer. Si les vents sont trop faibles, les mouvements des galets seront faibles).
- Trouvez un endroit où vous pouvez marquer l'extrémité supérieure du transect des galets, à l'arrière de la plage ou sur une digue, le cas échéant. L'extrémité inférieure peut être marquée en enterrant un bout de chaîne ou de corde à la verticale.
- À l'aide de la boussole et des bâtons de deux mètres, déroulez en ligne droite le ruban et peut-être même la corde le long de la plage. Placez les pierres à intervalles réguliers en notant la position de chaque pierre numérotée sur votre feuille.



- Retournez sur la plage pour la marée basse suivante, environ douze heures plus tard, ou la suivante, environ 23 heures plus tard. Déroulez la corde le long de la plage à partir du même point à l'aide des bâtons et du ruban.

À NOTER :

- Notez la position de chaque galet en résine ou peint que vous voyez.
- Notez le nombre de galets que vous trouvez.
- Déroulez un ruban transversalement au transect, en descendant le long de la plage vers les galets.
- Notez la distance qui sépare le transect et le galet, et la direction.
- Utilisez le détecteur de métal pour retrouver tout galet en résine (et son cœur en cuivre) enterré dans les galets.

ii) Dans quelle direction se déplacent-ils ?

La plupart des galets se seront déplacés dans une direction. Se sont-ils déplacés dans la direction habituelle de la dérive littorale, de l'ouest vers l'est ? Sinon, pourquoi pas ? (Il peut parfois arriver que, pour une raison ou pour une autre, un galet se déplace dans la direction opposée).

iii) Quelle est la cause probable de ce mouvement ?

Au début et à la fin de l'expérience, observez la direction du vent et des vagues.

Quelle est la direction du vent ? Brandissez le drapeau ou banderole et notez la direction du vent.

Quelle est la direction des vagues ? Notez la direction dans laquelle elles se déplacent.

Jetez les objets flottants dans les vagues et notez dans quelle direction ils se déplacent. Se déplacent-ils en zig-zag, mouvement typique de la dérive littorale ?

2. ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

Ces données ont été collectées par un élève qui a réalisé un projet dans le cadre de ses études.

a) Mouvement latéral total des 15 galets = 139,3 mètres

Mouvement latéral moyen = 9,3 mètres

b) À l'exception d'un galet qui s'est légèrement déplacé vers l'ouest, ils se sont tous déplacés vers l'est, comme on s'y attendait.

c) Mouvement total vers le haut et le bas de la plage de l'ensemble de galets = 30,6 mètres vers le bas de la plage.

Moyenne = 2 m.

d) Le mouvement vers le bas de la plage montre que les vagues étaient destructrices.

e) Il n'existe aucun lien entre le poids des galets et la distance qu'ils ont parcourue.

La corrélation entre le poids et le mouvement latéral n'était que de 0,17. On aurait pu s'attendre à l'existence d'un lien, les galets de plus petite taille étant plus facilement transportés par les vagues de faible puissance.

f) Il serait dangereux de répondre à cette question à l'aide d'une simple multiplication, cela pour trois raisons :

- 1) Un échantillon d'un cycle de marée ne suffit pas à généraliser.
- 2) Le vent ne souffle pas toujours du sud-ouest.
- 3) Une forte tempête peut causer des mouvements énormes, qui prendraient plusieurs années à une dérive littorale « normale ».



- g) Les faiblesses (et ambiguïtés) de l'expérience (telle qu'elle a été décrite) étaient les suivantes :
- 1) Seul un cycle de marée a été étudié (en réalité, l'élève a étudié plusieurs cycles).
 - 2) L'expérience n'a été menée qu'avec un seul transect. Était-elle représentative ?
 - 3) Il y aurait dû y avoir plusieurs lignes le long de la plage.
 - 4) Certains galets ont été perdus.
 - 5) Les galets qui se sont déplacés sont peut-être restés enterrés pendant une partie du cycle.
 - 6) Il était impossible de connaître la distance couverte par certains galets en direction de la haute mer.

FICHE TECHNIQUE 8 : SORTIE SUR UNE PLAGE DE GALETS

Vous devez respecter les consignes de santé et de sécurité de votre école.

Vous obtiendrez les meilleurs résultats en demandant à vos élèves de travailler par groupes de quatre ou cinq. Vous pourriez mener des activités durant une journée entière en utilisant également la fiche technique 7 et le travail sur la biodiversité des fiches techniques 16, 17 et 18, ainsi que les fiches techniques 26 et 27 sur le tourisme. Veuillez consulter les notes de la fiche technique 7 afin d'apprendre à installer un transect.

L'ACTION DES VAGUES

Si les vagues sont puissantes, il vaut sans doute mieux éviter cette partie de l'exercice.

ÉQUIPEMENT

- Objets flottants, comme des biscuits pour chiens
- Boussole
- Petit drapeau ou banderole
- Clinomètre (voir la note ci-dessous)
- Bande de contrôle de 50 mètres de long
- Règle

ÉTUDE DE LA PLAGE

Si votre école ne possède pas de clinomètre, il est facile et peu coûteux d'en fabriquer un vous-même (voir le diagramme à la page suivante). Veuillez noter que pour vous faciliter la tâche, nous vous conseillons d'indiquer l'angle sur le rapporteur (l'angle réel de 90°).

BIODIVERSITÉ

Vous trouverez des informations supplémentaires sur la flore et la faune des plages de galets, et la manière de les identifier, dans les fiches techniques 16, 17 et 18.

GLOSSAIRE

Berne : une zone étroite et surélevée au bas ou en haut d'une pente ; une butte ou un mur de sable ou de galets.

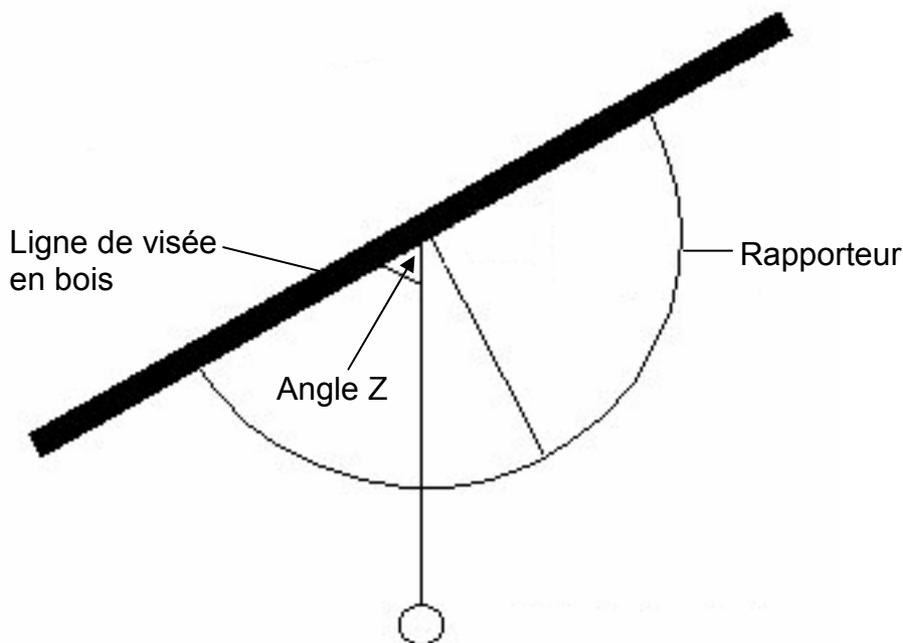
Crête due aux tempêtes : on les trouve sur les plages affectées par des vagues particulièrement fortes, en général avec un fetch long. Ces plages sont souvent très raides (jusqu'à 45°).



Utiliser un clinomètre pour mesurer la hauteur d'un arbre.

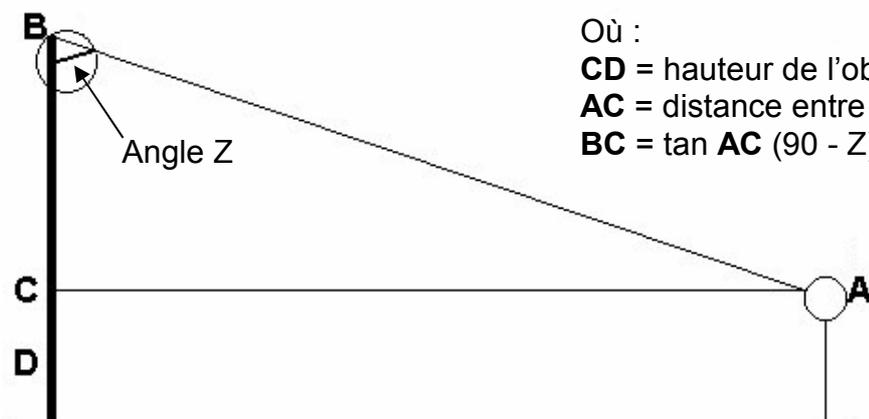
Un clinomètre est un instrument relativement simple utilisé pour mesurer l'angle d'une pente. À l'aide des principes de trigonométrie, on peut calculer la hauteur d'objets en mesurant certains angles.

On peut facilement fabriquer un clinomètre à partir d'un grand rapporteur. Collez un bout de bois sur la base du rapporteur ; il s'agira de votre ligne de visée. Un fil à plomb est ensuite fixé au centre de la base du rapporteur.



Consignes d'utilisation : maintenez la base (la ligne de visée en bois) vers le haut de façon à ce que la ligne de plomb soit à la verticale (voir ci-dessus). Tenez le clinomètre à bout de bras et regardez-le de manière à ce que votre œil et votre bras forment une ligne droite en direction du haut de l'arbre. Une autre personne devrait alors lire l'angle créé par la ligne de plomb sur le rapporteur (Z).

Hauteur de l'arbre = BC+CD



Où :

CD = hauteur de l'observateur

AC = distance entre l'observateur et l'arbre

BC = $\tan AC (90 - Z)$

Source : Offwell Woodland & Wildlife Trust
<http://www.countrysideinfo.co.uk/index.htm>



FICHE TECHNIQUE 9 : ÉTUDE DE CAS : KINGSDOWN, DANS LE KENT

- a) Il y avait un important banc de galets au-dessus de la ligne de haute mer.
- b) Il y avait de nombreuses maisons sur la plage, un camp militaire et des bateaux de pêche sur les galets.
- c) La moitié supérieure des falaises était complètement verticale, ce qui est d'ailleurs toujours le cas. La pente qu'elles surplombent est composée de débris causés par leur effritement.
- d) La plage a l'air plus étroite. Une grande maison a été bâtie à l'avant-plan, ainsi qu'un bâtiment rectangulaire au milieu de la plage. Il ne semble plus y avoir de bateaux sur la plage.
- e) Le brise-lames doit gêner la dérive littorale. Les sédiments de la page s'accumulent derrière sans atteindre Kingsdown. Autres raisons possibles : la hausse du niveau de la mer, qui a aggravé l'érosion de la plage, ou une évolution des bancs de sable marins (les célèbres « Goodwin Sands »).
- f) Une digue courbée, avec des enrochements de protection, a été bâtie parallèle à la route. La plage sous la digue a l'air beaucoup plus raide qu'autrefois ; cela indique une forte érosion.
- g) La face verticale de la falaise est en train d'être érodée et de devenir moins raide, tandis qu'en bas la pente faite de débris gagne en importance. La falaise est aussi recouverte de végétation, signe d'une plus grande stabilité.

FICHE TECHNIQUE 10 : POURQUOI S'INQUIÉTER DE L'ÉROSION DE CERTAINES PLAGES ? LES INONDATIONS CÔTIÈRES.

Vous pourriez diviser la classe en six groupes. Le travail de recherche sur les différents thèmes pourrait faire l'objet de devoirs si les élèves ont accès à l'Internet. Certains élèves préféreront peut-être donner des présentations Power Point s'ils disposent de l'équipement nécessaire.

FICHE TECHNIQUE 11 : GESTION ET PRÉSERVATION DES PLAGES

Cette fiche technique s'intéresse avant tout aux aspects techniques de la gestion des plages.

1A.

- a) Les vagues sont repoussées par les falaises et peuvent heurter les vagues suivantes et ainsi réduire leur puissance.
- b) Cependant, il est également possible qu'elles rognent la base de la digue, accélérant son effondrement.
- c) La digue équipée d'un rebord est conçue pour repousser les vagues et réduire la quantité d'eau projetée par-dessus le mur.

1B

a & b) L'avantage de l'enrochement de protection et des gabions est qu'ils sont beaucoup plus économiques que les digues et ont tendance à dissiper la force de l'eau, qui s'infiltre entre les rochers. Ils sont cependant très grossiers, et les gens qui décident de grimper dessus peuvent glisser et se blesser. Au-dessus de la ligne de haute mer, ils peuvent servir de refuge aux rats qui se nourrissent des détritres sur la plage.

1C

a) Les épis peuvent protéger la côte en ralentissant (et dans certains cas, en stoppant) la dérive littorale, menant à une accumulation de sédiments sur la plage. Ceci réduit la force des vagues



qui s'abattent sur les falaises ou les digues, protégeant ces dernières. Cependant, cela peut avoir un impact sur les portions de littoral vers l'aval-dérive.

b) Les épis en bois sont bien meilleur marché que les épis en pierre, mais il en faut au moins deux fois plus pour la même portion de plage. Les épis en bois doivent résister à l'eau de mer. Il vaut mieux utiliser du bois de feuillus importé de Greenheart, en Guyane. Les épis en bois doivent être profondément enfoncés dans la plage à l'aide d'appareils de battage bruyants.

Les épis en rochers peuvent être placés directement sur la plage. Ils sont en général faits à partir de débris de carrières, de larvikite emmené en bateau depuis la Norvège ou de calcaire provenant des collines Mendip. Les épis en rocher sont très solides, et les gens peuvent se blesser s'ils essaient de monter dessus.

2A

a) Les galets sont prélevés en haute mer pour éviter un affaissement du lit proche de la côte, qui pourrait contribuer à l'érosion. On peut également les emmener en camion depuis l'intérieur des terres, mais c'est un procédé coûteux, plus polluant et qui représente un gâchis de terrain.

FICHE TECHNIQUE 12 : POURQUOI LES FALAISES S'EFFONDRENT-ELLES ?

La mer **érode** la base des falaises avec le **martèlement** des vagues, l'action hydraulique et l'**abrasion**. Ceci se produit principalement en-dessous du niveau atteint par les **marées ou vagues les plus hautes**. Une **entaille est creusée par les vagues** à la base des falaises. La partie supérieure de la falaise est donc **fragilisée** par l'érosion : son poids devient trop important et la partie inférieure de la falaise n'arrive plus à le supporter.

Les falaises sont également attaquées par l'**altération atmosphérique**. Par exemple, la pluie et les embruns salés s'infiltrent dans les **fêlures et les craquelures**, élargissant et effritant la roche et attaquant les minéraux par le biais d'un processus **chimique**. Durant l'hiver, l'humidité piégée dans les rochers **se transforme en gel**, agrandissant et élargissant les fêlures, ce qui finit par mener à un effritement de la roche.

L'érosion de la **base de la falaise** et l'altération atmosphérique de la falaise mènent à **des effondrements**, qui peuvent être énormes, soudains et dangereux. Lorsqu'une falaise s'effondre, elle **recule** et une plate-forme se forme à sa base : c'est la **plate-forme littorale ou plate-forme d'abrasion littorale**.

FICHE TECHNIQUE 13 : LES ROCHERS ET LA CÔTE

a) Les principaux types de rochers sont : la craie, le grès et l'argile.

b) Les hautes falaises sont faites de craie et de grès, tandis que les falaises plus petites sont également en argile.

c) Les falaises se forment sur des hautes terres.

d) De l'argile, des graviers et du sable en provenance des côtes basses.

3. À ROCHER DIFFÉRENT, PROFIL DE FALAISE DIFFÉRENT

Pour les falaises de craie : 2, 5, 8.

Pour les falaises de grès : 1, 3, 6, 10.

Pour les falaises d'argile : 4, 7, 9.



4. PLAGES DE SABLE

a) Certaines portions de la falaise s'effondrent, suite à une érosion par la mer : martèlement des vagues, abrasion et action hydraulique. Les gros rochers qui se détachent de la falaise continuent de subir les effets de ces différents types d'érosion. Résultat final : des grains de sable.

b) Parce que la dérive littorale, qui va d'ouest en est, déplace le sable dans la direction opposée.

c) L'érosion mène à l'effondrement des falaises, qui finissent dans la mer.

L'érosion atmosphérique peut également mener à un ameublement du sable au sommet de la falaise, qui finit par glisser suite au **mouvement gravitaire**.

Autres explications de l'origine du sable :

- Se compose-t-il de silex broyé ? Des recherches expérimentales suggèrent que le silex, une fois broyé, se transforme en limon plutôt qu'en sable (le limon est plus fin que le sable, mais plus grossier que l'argile). La réponse est donc sans doute négative.
- Provient-il des dépôts de fleuve ? Un échantillonnage des eaux d'estuaire révèle très peu de sable, uniquement du limon.
- Provient-il des profondeurs de la Manche ? On en a trouvé d'importants dépôts, dont de nombreux remontant à la dernière période glaciaire, lorsque les fleuves d'été ont entraîné des eaux de fusion et des sédiments provenant des collines. Il est possible que ce sable se soit retrouvé sur les plages suite à la hausse du niveau de la mer après l'ère glaciaire.
- Provient-il de dépôts sableux le long d'autres côtes plus lointaines ? C'est possible. Voir la fiche technique 7 sur la dérive littorale.

FICHE TECHNIQUE 14 : ÉTUDE DE CAS : LE REcul DES FALAISES À PEACEHAVEN

Cette fiche technique présente les idées d'analyse des coûts/avantages. Elle comprend un jeu de rôle fondé sur une enquête de commodo et incommodo et s'intéresse aux coûts et aux aspects techniques de la protection du littoral.

1. a) En 2006, l'espace vert séparant la falaise de la route s'était considérablement rétréci.

3. OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LA MER À PEACEHAVEN

a) Les avantages de ce type de digue :

- Le mur est doté d'un rebord qui renvoie les vagues d'où elles viennent.
- Il offre un chemin pour les piétons.
- Un mur protège la base de la falaise contre l'érosion.

b) Ses inconvénients :

- La mer pourrait éroder le dessous de la digue et mener à son effondrement.
- La falaise, bien qu'elle ait été rognée, pourrait toujours s'effondrer sur le chemin.
- Les falaises ne produiront que peu ou pas de silex destiné à finir sur les plages, qui risquent donc de s'amenuiser.

4. QUELS SONT LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT ?

a) Le contour de Friars Bay est accidenté et irrégulier, au contraire des falaises de Peacehaven, qui sont relativement lisses.

b) Cette différence est due au fait que les falaises de Friars de Bay n'ont pas été protégées de l'érosion par une digue. De plus, la digue qui protège dorénavant les falaises à Peacehaven limite les quantités de galets et d'autres sédiments qui se déplacent vers l'est. Les protections de Peacehaven font que les falaises produisent moins de silex.



c) Friars Bay va sans doute continuer à régresser suite à l'érosion. Comme il y a peu d'habitations proches des falaises, il est probable qu'elles ne seront jamais protégées.

FICHE TECHNIQUE 15 : PROCESSUS CÔTIERS - MOTS-CROISÉS

A					P	L	A	G	E	S						
B		B	R	I	S	E	-	L	A	M	E	S				
C						S	O	L	U	T	I	O	N			
D					M	A	R	T	È	L	E	M	E	N	T	
E				R	E	C	U	L	S							
F	D	É	R	I	V	E		L	I	T	T	O	R	A	L	E
G				F	E	T	C	H								
H			S	A	B	L	E									
I				G	R	È	S									
J					C	R	A	I	E							
K	A	R	G	I	L	E										
L			B	A	I	S	S	E	R	A						
M						S	I	L	E	X						
N			A	R	R	A	C	H	É							
O			D'	A	R	C	H	E	S							

b) Le sac et le ressac

FICHE TECHNIQUE 16 : VIVRE SUR LE FIL DU RASOIR – LES PLAGES DE GALETS VÉGÉTALISÉES

UN HABITAT CÔTIER UNIQUE ET MENACÉ

Voir aussi la fiche technique 8 (travail sur le terrain).

Cette section peut être utilisée lors d'une sortie scolaire sur une plage de galets. Il est possible d'étudier un nombre de plantes beaucoup plus important que les trois décrites ici, comme celles mentionnées dans la fiche technique 17.

a) Les plantes ont besoin de lumière, d'eau douce, de nutriments et d'un environnement abrité.

b)

- Normalement, les plantes ne survivent qu'au-dessus du niveau de haute mer, hors de portée des vagues et des galets en mouvement. (Sur les marais salants, les plantes peuvent pousser plus près de la mer, qui les recouvre à marée haute).
- Les vagues peuvent être très puissantes et projeter des galets sur les végétaux.
- Les plantes peuvent subir un déluge d'eau salée ou d'embruns salés.
- Les vents peuvent être très puissants, et les plantes sont peu abritées.



- Les températures peuvent monter très haut suite à l'absorption de la chaleur par les galets lors de chaudes journées d'été.
- Les plantes n'ont que très peu d'eau douce à utiliser en surface.
- Il y a très peu de sol et de nutriments au milieu des galets.
- Les lapins et les insectes peuvent également s'attaquer aux plantes.
- Les humains, qui piétinent les plantes, créent des chemins dans les galets, tirent leurs bateaux et ramassent des fleurs, peuvent endommager les plantes.
- Les galets peuvent être retirés pour être utilisés par l'industrie du bâtiment ou endommagés lors de travaux de protection du littoral.

Le chou marin est une plante très résistante qui survit juste au-dessus du niveau de la haute mer sur les galets. Elle est capable de s'adapter à cet environnement hostile.

Manque d'eau douce : ses racines peuvent atteindre deux mètres de long pour parvenir à l'eau douce profondément enfouie sous les galets.

Manque d'abri durant l'hiver : Le chou marin s'adapte aux conditions météorologiques extrêmes en hiver, telles que des vents forts et des tempêtes violentes, en ne conservant que ses racines et une couronne de feuilles basales. Il peut ainsi survivre malgré l'amas de galets dont les vagues le recouvrent.

Températures élevées et forte évaporation durant l'été : L'été, le chou marin se transforme en plante de grande taille, voyante, avec des feuilles épaisses, bleu-grises et onduleuses. Une couche cireuse lui permet de limiter les pertes d'eau liées à l'évaporation par les feuilles.

Le besoin d'attirer des insectes pour la pollinisation : Ses grosses extrémités blanches attirent les insectes, qui les fécondent.

Le besoin de disperser ses graines sur une vaste zone : Un grand nombre de graines sphériques, imperméables et flottantes se développent durant l'automne. Elles peuvent flotter en mer pendant plusieurs jours ou se laisser porter par le vent sur les galets avant de se déposer dans un environnement favorable et **germiner** pour former de nouvelles plantes.



FICHE TECHNIQUE 17 : D'AUTRES PLANTES QUI VIVENT SUR LE FIL DU RASOIR

Une fois rempli, le tableau devrait ressembler à ce qui suit :

Adaptation	Racines très profondes	Feuilles cireuses	Poils sur les feuilles	Plantes grasses	Mode de reproduction	Croissance faible durant l'hiver
Raison	Eau douce souvent présente sous la surface/aide les plantes à rester cramponnées au sol	Réduisent les pertes d'eau par les feuilles	Réduisent les pertes d'eau	Réduisent les pertes d'eau	De nombreuses graines, ou des graines imperméables	Survivent par vent fort et tempêtes
Chou marin	✓	✓	non	épaisse	Graines de grande taille, imperméables et flottantes	La plante ne conserve que ses racines et une couronne de feuilles basales l'hiver
Pavot cornu	✓	non	✓	non	De nombreuses petites graines éjectées de leur cosse	Survit l'hiver sous forme de rosette basse
Orpin âcre	Peu profondes	Légèrement	non	✓	De nombreuses petites graines, et des petits bouts peuvent prendre racine. (reproduction végétative)	Croissance basse toute l'année
Vipérine commune	✓	non	✓	non	De nombreuses graines	✓
Gesse maritime	✓	Légèrement	non	non	Les pois sont éjectés lorsque les cosses mûrissent. Flottants et imperméables	Croissance basse toute l'année
Arroche	Utilise les pluies de printemps	Légèrement	non	Proche d'une plante grasse	Anuelle. Produit de nombreuses graines	Meurt l'hiver
Panicaut maritime	✓	✓	Épines	non	De nombreuses graines	✓



FICHE TECHNIQUE 18 : QUELLES PLANTES POUSSENT DANS LES GALETS, ET OÙ EXACTEMENT ?

a)

Zones de végétation	Quantité d'humus et de sol	Eau	Abri	Espèces clés dans cette zone
La zone éphémère , la plus proche de la mer, juste au-dessus du niveau de la haute mer	Très peu ; algues sèches	Un peu, juste après la pluie	Aucun	Arroche
La zone pionnière , juste au-dessus de la zone éphémère	Très peu	Eau douce à une certaine profondeur au-dessous des galets	Faible	Chou marin, Pavot cornu, Gesse maritime
Zone intermédiaire , encore plus éloignée de la mer	Un peu plus. Feuilles mortes. Crottes de lapin	Un peu plus, piégée dans l'humus	Plus	Liseron soldanelle, Orpin âcre
Zone établie , sur le bord du transect le plus éloigné de la mer	Quantité plus importante. Souvent recouvert d'une fine couche de terre	Plus grande quantité, car elle est retenue par la terre	Encore plus	Herbes, trèfles, chardons mous et lichens

RÉPONSES À L'EXERCICE « DE QUELLE PLANTE S'AGIT-IL ? »

- 1) Chardon, qui pousse dans la communauté établie.
- 2) Pavot cornu, qui pousse en touffes dans la communauté de la zone pionnière.
- 3) Les arroches poussent en grands nombres le long de la ligne de rivage dans la zone éphémère.
- 4) Le chou marin, grande plante isolée dans la communauté de la zone pionnière.
- 5) Liseron soldanelle dans la zone intermédiaire.
- 6) Orpin âcre dans la zone intermédiaire. (Remarque : 5 et 6 sont interchangeable)
- 7) Lichens poussant sur des pierres, montrant que cette zone est végétalisée depuis un certain temps, et fait partie de la zone établie.
- 8) Herbes. À nouveau, elles se trouvent dans la zone établie, qu'elles colonisent lorsqu'une quantité suffisante d'humus et de terre s'est accumulée.
- 9) Gesse maritime. Plante isolée ou poussant au sein de très petits groupes dans la zone pionnière. Rare et souvent en nombres limités. C'est pour cela que la carte n'en montre pas beaucoup.
- 10) Des plantes basses et des fourrés commencent à se développer dans le transect le plus éloigné de la mer. Cela prouve que le sol est de bonne qualité.

Il est possible de développer cet exercice en demandant aux élèves de tracer un transect d'un centimètre de largeur sur la carte, à indiquer sur la carte et allant de la mer au chemin.

À l'aide d'une bande de papier, transférez la position de chaque plante sur le transect sur du papier quadrillé. Représentez les différentes plantes à l'aide de blocs ou de barres. Ensuite, coloriez les quatre zones à l'aide de couleurs différentes.



FICHE TECHNIQUE 19 : LES ÉCOSYSTÈMES, CHAÎNES ALIMENTAIRES ET RÉSEAUX TROPHIQUES DES PLAGES DE GALETS

1. LA CHAÎNE ALIMENTAIRE DE LA PLAGE DE GALETS

- a)
- T4 Renard
 - T3 Oiseau
 - T2 Chenille
 - T1 Euphorbe maritime

2. RÉSEAUX TROPHIQUES

INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES SUR LA FAUNE ET LA FLORE QUI VIVENT SUR LES PLAGES DE GALETS

- Les plantes vertes telles que le chou marin et le gesse maritime photosynthétisent et utilisent les nutriments contenus dans le sol pour leur croissance : T1
- Les charançons se nourrissent de plantes telles que le gesse maritime : T2
- Les escargots se nourrissent de plantes telles que le chou marin : T2
- Les chenilles se nourrissent de plantes : T2
- Les lapins se nourrissent de plantes : T2
- Les linottes, les chardonnerets et les verdiers se nourrissent de graines : T2
- Les araignées se nourrissent d'autres insectes : T3
- Les grives se nourrissent d'escargots et de chenilles. Elles se rendent parfois sur des plages de galets pour se nourrir, mais elles se reproduisent ailleurs, souvent dans des buissons proches : T3
- Merles et étourneaux viennent aussi sur les plages de galets pour se nourrir de chenilles : T3
- Les traquets se nourrissent d'insectes et d'araignées au sol, et attrapent parfois des mouches en l'air : T3
- Les pluviers grand-gravelot se nourrissent de crustacés tels que les puces de mer : T3
- Les couleuvres et les lézards se nourrissent d'insectes, de limaces et d'escargots : T3
- Les sternes naines, les sternes pierregarin et les huîtres pie se reproduisent sur les galets et se nourrissent d'invertébrés et de poissons : T3
- Les blaireaux se nourrissent de fruits, de graines et d'insectes : T2/T3
- Les renards, les busards Saint-Martin, les faucons crécerelle et les éperviers d'Europe se nourrissent d'oiseaux et de lapins : T4
- Les puces se nourrissent du sang des oiseaux et des mammifères tels que les lapins et les renards : T4

d) Les habitudes alimentaires du blaireau sont différentes car il utilise deux niveaux trophiques où il se nourrit de plantes (producteurs) et de coléoptères (consommateurs).

e) Le blaireau est omnivore. Les humains appartiennent aussi à cette catégorie.

f) En général, les puces n'arrivent pas au sommet de la chaîne alimentaire, mais elles se nourrissent du sang des carnivores prédateurs !

3. BIOMASSE et PYRAMIDE DES NOMBRES

a) Le nombre de niveaux trophiques est réduit, car une grande quantité d'énergie est perdue entre les différents niveaux.

FICHE TECHNIQUE 20 : LES PLAGES DE GALETS VÉGÉTALISÉES EN DANGER

Plusieurs cours ou devoirs seront nécessaires pour mener ce travail à bien. La fiche technique devrait générer d'excellentes affiches pour la salle de classe.



FICHE TECHNIQUE 21 : DUNES DE SABLE – EMPLACEMENT ET FORMATION

QUELLES SONT LES CONDITIONS NÉCESSAIRES AU DÉVELOPPEMENT DES DUNES CÔTIÈRES ?

Une bonne source de sable

Les trois qualités d'une plage garantissant une bonne source de sable :

- Une plage large
- Une plage plate
- Du sable qui sèche à la surface et peut donc être emporté par le vent.

Des vents forts soufflant depuis la mer

d) Les vents prédominants du sud-ouest entraînent le sable vers le haut de la plage à Camber Sands. Ils ont également un impact sur les dunes au sud de Boulogne, sur la côte française. Sur le littoral français autour de Wissant et au nord-est de Calais, l'influence prédominante subie par les dunes est celle des vents du nord et du nord-est.

e) Parce que les dunes de sable sont maintenues en place par les racines des plantes qui parviennent à y pousser.

TRANSECT LE LONG DES DUNES CÔTIÈRES (plantes/animaux à insérer dans la fiche technique 23)

Vent dominant	A	B	C	D
	Dunes mobiles Accumulation de sable frais mer	Dunes mobiles Accumulation de sable frais	Dunes fixées Faible accumulation de sable frais.	Creux dans les dunes
Type de dune	Embryonnaire	Dunes jaunes	Dunes grises	Arrière-dune
% de sable nu	80	20	Inférieur à 10	Généralement faible
Quantité d'humus	Très peu	Faible accumulation	Plus d'humus, ce qui lui donne une apparence grise	Élevée
Quantité d'eau	Un peu d'eau salée.	Un peu plus d'eau douce.	Quantité d'eau douce légèrement supérieure. Capturée par l'humus.	Élevée
Plantes	Soude salsovie le long de la ligne de rivage. Oyat.	Oyat, liseron soldanelle, orpin âcre.	Argousier, séneçon, orpin âcre, Soldanelle, Gaillet vrai.	Joncs, Saule nain
Animaux	Escargots, guêpes, papillons de nuit.	Escargots, insectes dont guêpes et papillons de nuit, lapins, renards et faucons.	Lapins, insectes dont liparis, coucou, étourneau, grives, merles, renards, faucons.	Grenouilles, couleuvres, lapins.

g) Des étés plus chauds et plus secs associés au réchauffement climatique vont sans doute mener à des conditions encore plus rudes. L'eau se trouvera à une profondeur encore plus grande sous le sable, tandis que les températures et les taux d'évaporation seront plus élevés.



h) La construction de nouvelles maisons et une utilisation croissante des nappes phréatiques peuvent mener à une baisse du niveau de ces dernières, ce qui pourrait causer de gros problèmes aux plantes des dunes. Les plantes devront puiser beaucoup plus profondément pour trouver l'eau, et il est possible qu'elles n'en soient pas capables.

i) Si les dunes embryonnaires sont endommagées, elles peuvent facilement se faire emporter par le vent. Les dunes situées derrière elles sont alors beaucoup plus vulnérables. À Camber Sands, on tente d'encourager le développement de dunes embryonnaires à l'aide de clôtures.

FICHE TECHNIQUE 22 : LES ÉCOSYSTÈMES DES DUNES DE SABLE

COMMENT LES PLANTES DES DUNES DE SABLE SURVIVENT-ELLES DANS DES CONDITIONS SI HOSTILES ?

a) Les dunes de sable représentent un environnement hostile pour cinq raisons :

- Le sable s'accumule autour des plantes et peut même les recouvrir.
- Aucun abri contre le vent
- Environnement extrêmement sec
- Environnement très salé
- Peu de nutriments
- Inondation possible par la mer.

b) L'environnement mondial majeur ou **BIOME** auquel le littoral de la Manche ressemble le plus est un **DÉSERT CHAUD**.

c) Les dunes de sable du littoral de la Manche diffèrent de ce biome car :

- La zone de dunes côtières bénéficie de beaucoup plus de pluie ;
- Il y a aussi beaucoup plus de végétation ;
- Les dunes côtières passent par plusieurs étapes : dunes embryonnaires, dunes grises et dunes fixées. Ces types de dunes n'existent pas dans les déserts chauds, où les dunes restent en général mobiles et non végétalisées.

f) Comment l'orpin survit-il dans les dunes ?

C'est une plante grasse capable de stocker de l'eau dans ses feuilles. Elle compte un grand nombre de racines très fines qui peuvent absorber toute eau disponible après une averse. Elle forme un tapis à ras du sol qui résiste ainsi bien au vent et contribue à fixer le sable. De petits morceaux s'en détachent, sont emportés par le vent et prennent racine pour former de nouvelles plantes.

g) Bien que l'argousier soit une plante poussant dans les dunes, la région PAR du sud-est de l'Angleterre est loin de représenter son habitat naturel. Il a été introduit dans la région pour tenter de stabiliser les dunes de sable. On le considère souvent comme une plante envahissante, car elle est extrêmement résistante, avec des racines rayonnantes équipées de nombreuses nodosités. Les oiseaux se nourrissent de ses baies, dispersant ses graines qui germent et se transforment en jeunes plants. Au port de Rye, l'argousier a traversé le fleuve Rother à partir de Camber Sands, sans doute suite à la dispersion par les oiseaux. L'argousier a tendance à coloniser très rapidement des zones importantes une fois qu'il est établi. Il empêche la croissance d'autres plantes en masquant le soleil.

h) Il est très difficile à arracher, car il est couvert d'épines et ses racines sont très étendues. Il est impératif de retirer l'ensemble des racines, car tout morceau oublié peut mener au développement de nouvelles plantes.



FICHE TECHNIQUE 23 : DES CONDITIONS CHANGEANTES SUR UNE ZONE DE DUNES

Cette fiche technique devrait être utilisée avec la fiche technique 21, en particulier le transect des dunes.

a) Soude salsovie (**A**), Oyats (**A/B**), Liseron soldanelle (**B/C**), Euphorbe maritime (**A/B**), Joncs (**D**), Argousier (**C**), Séneçon (**C**), Orpin âcre (**B/C**).

b) Si tous les renards disparaissaient, leurs proies des niveaux trophiques inférieurs, comme les lapins, augmenteraient en nombre. Conséquence : les plantes préférées des lapins seraient consommées en trop grande quantité.

c) Si tous les lapins disparaissaient, la végétation pousserait beaucoup plus et serait capable de nourrir beaucoup plus d'herbivores. Les prédateurs des lapins, comme les renards, diminueraient en nombre. Les populations de certains animaux, qui ont besoin de sable nu, comme les invertébrés et les reptiles, pourraient aussi décliner.

d) Si tous les argousiers disparaissaient, les dunes seraient vulnérables face à l'érosion. Cependant, d'autres plantes de dunes fixées pourraient s'épanouir en l'absence de leur principal concurrent. Les oiseaux et animaux abrités par l'argousier disparaîtraient.

Voir le transect rempli avec des plantes et des animaux à la fin des notes de la fiche technique 21.

LES CREUX DE DÉFLATION :

e) L'écosystème des dunes pourrait être affecté par un creux de déflation majeur, détruisant toute la végétation et l'humus qui s'était accumulé. Le processus de colonisation devrait reprendre depuis le début. Ce n'est pas nécessairement une mauvaise chose.

f) Les problèmes pouvant être causés par les creux de déflation :

- La mer peut envahir la zone de dune détruite et menacer les zones basses derrière le cordon de dunes.
- Le sable peut être emporté à l'intérieur des terres sur les routes et les maisons et causer des problèmes.

FICHE TECHNIQUE 24 : PRÉSERVATION ET GESTION DES DUNES DE SABLE

ÉTUDE DE CAS : CAMBER

Que peut-on faire pour empêcher une nouvelle érosion des dunes ?

a) Il existe deux méthodes pour empêcher la mer de s'attaquer aux dunes :

- on peut essayer de piéger des quantités supplémentaires de sable à l'aide de clôtures, de filets ou de bois de fagot (comme d'anciens sapins de Noël).
- planter plus d'oyats et encourager cette plante à pousser plus densément sur les dunes.

b) Ces deux idées mèneraient à des dunes plus hautes et plus résistantes. Si le sable était plus stable et plus végétalisé, il finirait en moins grande quantité dans le village.

c) Pour lutter contre les creux de déflation dangereux pour les dunes, il est possible de créer des chemins qui ne sont pas dans l'alignement des vents dominants et de les faire zigzaguer. Des passages en lattes de bois sur le sable contribueraient également à limiter l'érosion. Pour lutter contre l'élargissement des chemins dans les dunes, et donc contre les possibilités de creux de déflation, on peut les fermer à l'aide de filets pour empêcher les gens de marcher n'importe où.



d) Panneaux d'affichage dans les parkings et à l'entrée expliquant les problèmes. Dépliants dans les parkings, magasins du coin, villages-vacances, gîtes, hôtels, etc.

e) Il est très épineux. Toutes les racines dures et étendues doivent être arrachées.

f) On pourrait l'utiliser, comme les sapins de Noël, pour piéger le sable dans les dunes embryonnaires et les zones d'avant-dune.

ÉTUDE DE CAS : WISSANT

g) On pourrait stabiliser les dunes à l'aide des idées évoquées pour l'étude de cas de Camber (a), en se concentrant particulièrement sur leur végétalisation. Cela permettrait de stopper leur avancée.

h)

- Des idées semblables contribueraient à stabiliser les dunes embryonnaires et l'avant-dune.
- Il est urgent de bâtir une digue ou un enrochement de protection devant le village.

FICHE TECHNIQUE 25 : LES ÉCOSYSTÈMES DU GALET ET DES DUNES DE SABLE – MOTS-CROISÉS

1								É	F	L	A	T	I	O	N				
2	D	É	C	O	M	P	O	S	E	U	R								
3								É	C	O	S	Y	S	T	È	M	E		
4								C	H	E	N	I	L	L	E	S			
5								L'	O	Y	A	T							
6								H	U	M	U	S							
7			G	E	S	S	E		M	A	R	I	T	I	M	E			
8		A	L	I	M	E	N	T	A	I	R	E							
9			O	M	N	I	V	O	R	E									
10					C	A	R	N	I	V	O	R	E						
11					R	A	C	I	N	E	S								

b) Le chou marin



FICHE TECHNIQUE 26 : LE TOURISME CÔTIER PEUT-IL STIMULER L'ÉCONOMIE SANS ENDOMMAGER L'ENVIRONNEMENT ?

Symboles :

- * légèrement nocif
- ** modérément nocif
- *** très nocif

Il est possible que vos élèves remplissent ce tableau différemment !

Activité	Plages de sable, dunes	Plage de galets	Plate-forme littorale	Dans la mer	Quels problèmes environnementaux sont causés par cette activité ?
Pique-niques	**	**			Détritus. Cela encourage aussi les mouettes à voler de la nourriture !
Véhicules tout-terrain	***	***	***		Érosion. Endommagement et dérangement de la faune et de la flore.
Chercher des animaux dans les flaques laissées par la mer			**		Destruction de faune et de flore.
Équitation	***	**			Écrase la faune et la flore.
Chiens	**	**			Crottes. Destruction de nids d'oiseaux.
Hors-bords	*	*	*	**	Dérangent la faune et la flore. Très bruyants.
Feux de camp	***	***			Détruit la végétation. Les pierres chaudes peuvent brûler les pieds des humains et les pattes des animaux. La chaleur fait exploser le silex en fragments acérés.
Camping	*	*			Écrase la végétation. Détritus.
Collecte de matériaux sur la plage.	***	***			Érosion et modification de l'environnement.

Cette fiche technique pourrait bien entendu former la base d'une sortie scolaire, par exemple combinée à celle proposée dans la fiche technique 8, et incorporer des exercices sur les galets ou les dunes de sable

Lors d'un travail sur le terrain, recommandez aux élèves d'être polis et de respecter les consignes de santé et de sécurité de votre école. En particulier, rappelez à vos élèves de :
Rester par groupes de trois (ou plus)
Ne jamais suivre personne !
Faire attention à la circulation.



Parmi les questions et diagrammes statistiques qui pourraient être inclus :

- Totaux : Ce chiffre a-t-il changé au fil des ans ? Parviennent-ils à attirer plus de touristes ? Un graphique linéaire serait utile.
- Combien d'argent a dépensé chaque visiteur ? Qu'ont-ils acheté ? Il serait utile de diviser les sommes en : moins de 10€, entre 10 et 20€, plus de 75€. On peut afficher les résultats sous forme de graphiques en barres.
- Hautes/basses saisons : Quels mois sont les plus et les moins fréquentés ? Graphique en barres.
- Le voyage : distance et temps : Divisez en groupes de distances et utilisez des barres divisées.
- Ville d'origine : Le sud-est de l'Angleterre est proche du tunnel sous la Manche, vous rencontrerez donc sans doute des visiteurs de toute l'Europe. Carte de flux.
- Passent-ils des vacances à proximité ? Ils sont classifiés en tant que touristes venant d'assez loin et ayant l'intention de passer quelques jours dans la région : ce sont des personnes visitant la région.
- Sont-ils venus de chez eux aujourd'hui ? Dans ce cas, il s'agit plutôt de loisirs et de récréation que de tourisme. Ce sont donc des habitants de la région.
- Quel mode de transport ont-ils utilisé ? Une bonne affiche peut être produite à l'aide d'un graphique à barres divisées.
- Auraient-ils utilisé les transports en commun s'ils avaient été plus fréquents, meilleur marché et mieux promulgués ?
- Tranches d'âge ? Quelles tranches d'âge utiliseriez-vous, et pourquoi ? Combien d'enfants les accompagnent, et quel âge ont-ils ? Diagramme en camembert.
- Classe sociale ? Comment les définir et les diviser ? Ceci a-t-il un effet sur la façon dont ils utilisent le parc ? Diagramme en camembert.
- Qu'ont-ils fait durant leur visite du parc ? Présentez une liste des activités possibles, avec des cases à cocher. Graphique en barres, graphique en camembert.
- Possibilité de poser toutes sortes de questions sur la préservation de l'environnement.
- Quelles autres infrastructures aimeraient-ils pouvoir utiliser ? Discutez pour savoir si cela serait une bonne idée.
- Y a-t-il quelque chose qu'ils n'ont pas aimé ?
- Combien de temps ont-ils passé dans le parc ? 1 heure, 2, 3, 4, 5, etc. Graphique en barres.
- Ont-ils réfléchi à leur impact sur l'environnement durant la visite du parc ? Si c'est le cas, quels impacts pensent-ils avoir sur l'environnement ? Répartir en catégories et préparer un graphique en barres.
- Toutes les méthodes adéquates de création de graphiques et diagrammes statistiques ont-elles été exploitées ?
- À partir de celles-ci, possibilité de choisir les 10 questions les plus pertinentes pour un débat en classe.

ÉCHANTILLONNAGE :

- Essayez toujours d'utiliser un échantillon important et tiré au hasard. Variété d'âges, de ressources financières, hommes et femmes, etc.
- Si la classe travaille en groupes de deux ou trois pour poser les questions, les réponses peuvent être collationnées à la fin de l'exercice.
- Veillez à ce que les mêmes visiteurs ne soient pas abordés par plus d'un groupe.

DISCUSSION DES CONCLUSIONS DE L'ENQUÊTE :

- Comment les réponses pourraient-elles influencer l'aménagement futur du site ?
- Quels seraient les avantages économiques ?
- Quels seraient les avantages et les menaces pour l'environnement ?
- Est-il possible d'améliorer l'environnement ?



FICHE TECHNIQUE 27 : ÉTUDE DE CAS : SEVEN SISTERS COUNTRY PARK

Ce travail, combiné à d'autres fiches techniques, pourrait également former la base d'une sortie scolaire dans le parc.

1. RÉPONSE AUX EXERCICES SUR CARTE

b) TV 519995

c) Des méandres.

d) Des travaux humains ont été réalisés pour lui donner cette physionomie.

e) Vers le sud.

f) Entre 1,7 et 2 km.

g) Il s'agit d'une vallée plate, la zone inondable du fleuve Cuckmere, au travers de laquelle le fleuve déroule ses méandres. À l'ouest du fleuve, on trouve des criques ondulantes (les vestiges de criques de marais salants) et des fossés droits.

Les parois de la vallée sont raides et atteignent entre 60 et 80 mètres. (Ce sont les pentes des collines de craie des South Downs, mais il est impossible de le savoir à l'aide de la seule carte). On note une vallée à l'est qui mène à Foxhole Farm (TV523983). Elle est bordée par un certain nombre de vallées sèches qui descendent des collines.

Près de la mer se trouvent deux lagons (l'un d'entre eux est artificiel ; il a été creusé pour offrir un habitat de reproduction aux échassiers et autres oiseaux, mais c'est impossible à déduire de la carte).

Le fleuve suit une ligne assez droite pour se jeter dans la mer à Cuckmere Haven par le biais de son delta de galets. Au début du siècle dernier, il se jetait dans la mer sur l'est de la plaine inondable, sous la première falaise des Seven Sisters, puis il s'est déplacé vers l'ouest pour adopter sa position actuelle. Il est à présent maintenu en place par des structures appelées murs bajoyers.

2. ENQUÊTES AUPRÈS DES TOURISTES DANS LE PARC

a) $5\,491 / 1\,894 =$ environ 2,9.

f) **Problèmes liés aux variations saisonnières** : (Peuvent faire l'objet d'une discussion en classe)

Durant l'hiver, aucun problème d'affluence, mais si celle-ci pouvait être augmentée, les revenus du parc seraient plus élevés, ce qui serait utile pour payer les salaires des employés qui doivent conserver leurs postes.

Durant les vacances d'été, le parc atteint sa capacité maximum. Les nombreux visiteurs font du bruit et dérangent la faune et la flore. L'environnement qui attire tant de gens souffre sans doute de la présence de tant de visiteurs.

La principale solution pour contrôler le nombre de visiteurs est de limiter les places de parking.

4. ACTIVITÉS

b) Les principales activités sont l'exercice et l'observation dans le calme de la faune et de la flore.

c) Ce ne sont pas des activités prisées de la majorité de la population. (Qu'est-ce que cela suggère sur le type de visiteur du parc ?)

d) Les questions sur les types et longueurs des différentes balades sont mal rédigées et se recourent. On suppose que les personnes interrogées ont pu donner plus d'une réponse, car les pourcentages dépassent 100. Il serait donc intéressant de savoir combien d'amateurs de randonnées courtes/longues ont également piqué-niqué ou observé les oiseaux, etc.



5. NOUVELLES ACTIVITÉS

a) Ils semblent très satisfaits !

b) Parmi les autres infrastructures possibles, un observatoire à oiseaux et, dans le centre d'accueil des visiteurs, un aquarium reproduisant les habitats marins locaux. Il y aura sans doute beaucoup d'autres suggestions.

6. PLAN DE GESTION

a)

Pour le plan :

Il satisfait les besoins de deux types de visiteurs : ceux qui restent dans les environs du centre et apprécient les infrastructures de la zone Honey Pot, mais n'ont pas vraiment l'intention d'aller à pied jusqu'à la mer ou d'étudier la faune et la flore. L'autre groupe de visiteurs, légèrement plus important, peut faire une balade intéressante et de plus en plus calme au fur et à mesure qu'ils s'approchent de la mer et où l'environnement paisible devrait leur permettre de profiter au mieux du superbe panorama et d'un vaste éventail d'espèces animales et végétales, terrestres et marines.

Contre le plan :

Les amateurs de faune et de flore pourraient s'inquiéter du fait que les oiseaux, tels que les martins-pêcheurs et les aigrettes, qui sont souvent proches des parkings de la zone « Honey Pot », ne sont pas suffisamment protégés. Les amateurs de faune et de flore qui ne peuvent pas aller à pied jusqu'à la mer aimeraient peut-être pouvoir bénéficier d'un mode de transport quelconque pour atteindre la plage. D'autres souhaiteraient peut-être un développement plus commercial de la zone du « Honey Pot », ou même de celle proche de la mer.

- Quels sont les verdicts des élèves ?
- Sont-ils d'accord avec les aspects négatifs ?
- Qu'est-ce qui n'est pas autorisé dans le parc ? Sont-ils d'accord avec ces interdictions ?

Conflits d'intérêt

b) Il est possible que l'éleveur veuille clôturer ses terres pour contrôler son bétail. Il est possible que cela soit contraire aux intérêts des randonneurs et autres personnes qui aiment passer du temps dans le parc.

Selon les spécialistes de la conservation, le bétail doit avoir accès aux pâturages à des moments de l'année extrêmement spécifiques pour permettre aux fleurs sauvages de pousser et de fleurir, et pour encourager la reproduction des oiseaux. Une fois que les fleurs ont germé et que les oiseaux sont partis, le pâturage est en général ouvert au bétail, ce qui permet de réduire la concurrence des plantes plus coriaces. Ce régime de pâture saisonnière peut ne pas répondre aux besoins de l'agriculteur.

Les spécialistes de la conservation, qui visent à augmenter la biodiversité, essaient d'éviter l'utilisation d'engrais qui favorisent l'herbe au détriment d'une flore plus diverse. Il est cependant possible que l'agriculteur veuille utiliser de l'engrais pour augmenter son rendement.

c) Règles de protection de la flore et de la faune

- Demeurer sur les chemins pour éviter de piétiner la végétation.
- Éviter de faire du bruit et de déranger la flore et la faune.
- Ne pas ramasser les plantes ou les animaux, afin que d'autres puissent en profiter.
- Prendre des photos, pas des spécimens.
- Garder les chiens en laisse.
- Ramasser ses ordures, y compris les crottes de chien.
- Ne pas faire de feu.

En plus de cela, le **Code de conduite du littoral** demande aux gens de :
Faire bien attention à remettre en place toute roche qu'ils ont manipulée.



Les raisons de cette règle :

Le côté exposé à la lumière et celui qui se trouvait à l'ombre, qui accueillent des types d'organismes différents, sont ainsi remis au bon endroit. Les organismes extrêmement spécialisés qui vivent dans l'ombre pourraient être détruits par le soleil, et vice-versa. Faites très attention à replacer les pierres dans la même position afin de n'écraser aucun organisme.

FICHE TECHNIQUE 28 : EFFETS DES DÉTRITUS LAISSÉS SUR LA PLAGESUR LES GENS, LA FAUNE ET LA FLORE

a) Origines des débris qui s'accumulent sur les plages

- visiteurs
- bateaux
- pêche
- fleuves
- égouts
- emportés par le vent depuis les terres
- dérive littorale, en provenance des plages plus à l'ouest

c)

- La proportion de débris qu'on peut attribuer aux **visiteurs de la plage** aux alentours des Seven Sisters semble largement inférieure à celle de la moyenne relevée par Beachwatch. Cela peut être dû au fait que l'enquête a été réalisée en juin, au début de la haute saison, plutôt qu'en septembre, vers la fin de la période estivale qui attire un grand nombre de visiteurs.
- Près des Seven Sisters, les gens doivent parcourir une distance importante à pied pour arriver à la plage. Ils sont donc moins susceptibles de jeter des débris que sur les plages proches d'un parking.
- La plage n'est jamais bondée, au contraire des plages de Brighton ou d'Eastbourne.
- **Les débris provenant de la pêche** semblent être plus importants près des Seven Sisters que dans les résultats de l'enquête de Beachwatch.
- **Les débris provenant des égouts** sont beaucoup moins nombreux près des Seven Sisters, car les eaux d'égouts ne sont pas rejetées à proximité.
- Le fleuve Cuckmere, qui se jette dans la mer à Cuckmere Haven, n'est pas très important, et il passe par une zone rurale. Il est donc rare qu'il transporte beaucoup de débris.

d) En général, la plage de Cuckmere Haven est propre. Cela est dû à l'endroit où elle se trouve et au bon travail du personnel du parc.

IMPACT SUR LA FAUNE ET LA FLORE ET LES HUMAINS

Il s'agit d'un exercice difficile car subjectif. Il est proposé pour aider les élèves à réfléchir en profondeur aux problèmes liés aux débris et à leur impact sur les humains, la faune et la flore.

b) Le classement proposé représente une réponse possible, mais ce n'est pas la seule.

Impact sur les humains	Type de débris	Impacts sur la faune et la flore
3	Filets et lignes de pêche	1
3	Planches en bois	6
2	Bouteilles en verre	3
1	Égouts	5
3	Bouteilles en plastique	3
3	Sacs en plastique	2



i)

IMPACTS SUR LES HUMAINS

Les égouts sont sans doute l'élément le plus dangereux, car ils peuvent propager l'hépatite, des infections de l'oreille et autres maladies. Le verre brisé représente un autre danger majeur. Les seringues et conteneurs de produits chimiques dangereux posent également un danger pour les humains.

Les **détritus marins** ont un impact nocif sur le tourisme, en particulier (pour les débris venant des égouts) ceux qui suggèrent une contamination de la mer et de la plage, qui font fuir les gens. Ceci pourrait dissuader de nombreux visiteurs et affecter l'économie locale. Les égouts peuvent contaminer les crustacés et mollusques et donc nuire à certains pêcheurs.

Les bouts de verre représentent un danger majeur, en particulier pour les enfants qui jouent dans le sable. Ce problème a tendance à se poser après les concerts et autres événements organisés sur des plages très fréquentées.

Les débris gâchent le paysage et rebutent les touristes potentiels.

Les débris dans la mer peuvent endommager les bateaux de plaisance et de pêche et accrocher les filets.

IMPACTS SUR LA FAUNE ET LA FLORE

La faune et la flore sont affectées avant tout de deux manières :

- En se **prenant dans les filets** et les lignes de pêche, ce qui est très dangereux, ou en se coinçant dans des bouteilles ou boîtes de conserve.
- En **ingérant** ou **avalant** les débris en plastique ou autre, qu'ils prennent pour de la nourriture.

Les espèces animales et végétales se prennent dans les filets :

Les filets de pêche jetés sont peut-être le plus grand problème, car ils flottent en mer et font des victimes parmi les phoques, les poissons et de nombreux oiseaux. On peut parfois voir leurs cadavres emmêlés dans des filets sur la ligne de rivage. Les lignes jetées par les pêcheurs peuvent également être fatales.

La faune et la flore peuvent prendre bouteilles et bidons pour des abris, mais les problèmes qu'ils causent les mettent en troisième position. Ils peuvent facilement piéger leurs occupants, qui finissent étouffés sur une plage brûlante, gelés sous l'effet du vent d'hiver ou morts de faim. Ces nouveaux abris peuvent aussi se laisser emporter par les courants marins et transporter la faune et la flore dans des zones où, en tant qu'espèce non-native, ils peuvent causer des problèmes écologiques.

Les espèces animales et végétales les ingèrent ou les avalent

L'ingestion de débris marins, en particulier du plastique, peut endommager les intestins des animaux et parfois les bloquer complètement. Résultat : l'animal meurt d'inanition.

Sur l'île de Mull, en Écosse, une baleine à bec de Cuvier, espèce très rare, s'est échouée sur la plage. L'entrée de son estomac était complètement bloquée par un long cylindre formé de sacs poubelle et de lignes de pêcheurs.

Certains plastiques contiennent des **toxines** qui peuvent endommager les systèmes immunitaires des mammifères marins, poissons et oiseaux qui les absorbent, et les rendre plus vulnérables aux infections. De très petits fragments de plastique toxique peuvent être absorbés par de minuscules invertébrés marins, qui pourraient être consommés par les poissons que nous mangeons, concentrant les toxines vers le sommet de la chaîne alimentaire.

L'effet global des débris sur les écosystèmes marins n'est pas entièrement compris, mais le problème s'aggrave sans cesse, et cela dans le monde entier, les débris flottant ou étant transportés par le vent dans les régions les plus isolées.

