CONTEXTE

Le fleuve Tibre, que vous venez de parcourir en bateau, nait des Apennins et précisément du Mont Fumaiolo (en Romagne). Le fleuve nait donc dans la région de l'Emilie-Romagne au Nord-Est de l'Italie, il traverse la Toscane, passe par l'Ombrie et arrive donc dans le Latium où il traverse Rome pour se jeter dans la Mer Tyrrhénienne Centrale (à Fiumicino/Ostie).

Son parcours est long environs **400 Km** et il est **le troisième fleuve le plus long d'Italie**, et le plus important de l'Italie centrale.



FIG. 1 - Mappa fiumi d'Italia

Le Tibre se jette donc dans la Mer Tyrrhénienne près de Fiumicino et Ostie (où vous êtes arrivés à l'aéroport) avec un delta de 2 bras : un naturel (Fiumara grande) qui donne origine à la vraie embouchure et un bras artificiel creusé dans l'époque romaine (Canal de Trajan).



FIG. 2 – Il delta del Tevere

Le Tibre, avec sa portée moyenne annuelle à l'embouchure de 240m³/s et ses pleines, apporte à la mer et en particulier sur le littoral du bas et du haut Latium, des sédiments fins et gros qu'il ramasse le long de son parcours. Il représente donc la plus importante source d'approvisionnement des sédiments pour les plages.

Les sédiments plus fins qui arrivent à la mer sont pris par les courants marins du littoral et transportés au Nord et au Sud de son embouchure, tandis que les sédiments plus gros, en étant plus lourds, restent plutôt autour de l'embouchure.

Avec ses pleines le **fleuve Tibre**, n'apporte pas seulement des sédiments, mais aussi une énorme quantité de **déchets** (**végétaux**) **et** (**plastiques**) de différente nature, attachés aussi chimiquement aux sédiments ou dissous dans l'eau. Le Tibre apporte en mer des **substances organiques et polluantes de différente nature et origine.**

LES SEDIMENTS ET L'EROSION COTIERE

Pourquoi c'est important que les fleuves apportent à la mer les sédiments ?

Parce que les sédiments apportés dans la mer par les fleuves et qui sont ensuite pris en charge par les courants marins du littoral, ils sont distribués sur les plages en les alimentant. C'est grâce au travail des fleuves et des courants marins si chaque année que nous allons à la mer, nous trouvons notre belle plage en bonne santé, spacieuse et riche de sable. Nos plages sont alimentées non seulement par les sédiments des fleuves, mais aussi par le vent qui transporte les débris des rochers du littoral. Les sédiments qui forment les plages peuvent aussi être soustraits aux plages mêmes, par exemple à cause du vent ou à cause de l'homme.

Les plages ont un propre équilibre dynamique.

Qu'est-ce que cela signifie?

Un littoral est en équilibre quand les apports des sédiments (par ex. des fleuves, de l'érosion des côtes rocheuses et du transport éolien) sont en égal quantité que les pertes (par ex. à cause du vent, action de l'homme, glissement).

L'équilibre et dynamique car la soi-disant ligne de côte est stable si on l'observe dans une longue période de temps (mois ou années) tandis que si on l'observe dans une période plus brève, la côte avance ou recule.

Pour mieux comprendre : d'un été à l'autre, la plage que nous fréquentons devrait avoir la même amplitude, tandis que si en hiver vous faites une promenade sur cette même plage, vous remarquerez que l'amplitude est considérablement réduite par rapport à l'amplitude de l'été.

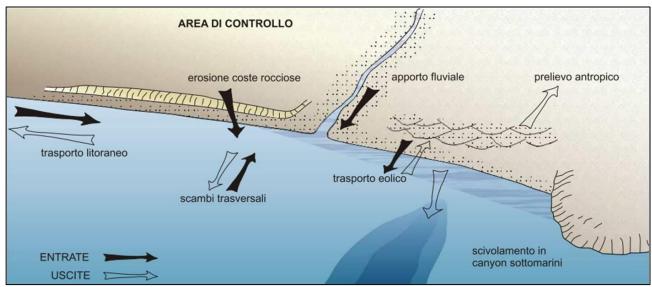


FIG. 3 – équilibre du littoral

Les altérations du cycle des sédiments, dues à des causes naturelles et anthropiques sont en train de déterminer un contant recul du littoral (érosion côtière) dans le Latium come dans de nombreuses régions italiennes. D'autres nombreux pays aussi ont le meme problème avec ce phénomène qui a assumé une importance mondiale.

Environ 42% des plages italiennes est en érosion (Pranzini et al., 2015)

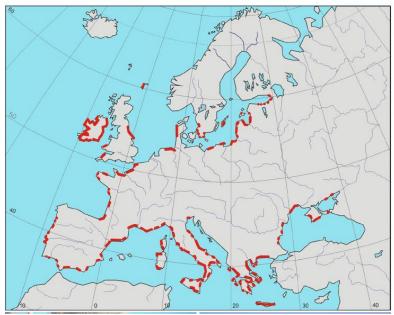


FIG. 4 – Erosion cotière: en rouge les point des cotes qui sont en train de reculer en europoe (de Pranzini et al., 2015)

Parmi les principales causes anthropiques qui réduisent l'apport des sédiments on peut citer :

- La réalisation de bassin (ou réservoirs) artificiels à travers la construction de digue le long des fleuves qui soustraient des grandes quantités de sédiments que les fleuves non peuvent plus verser en mer ;
- Des prélèvements incontrôlés des sédiments du lit du fleuve (en général le sable et le gravier prélevé sont utilisés pour faire du ciment et du béton).

Aussi le durcissement du littoral n'aide pas et limite la capacité du mouvement des sédiments en causant de graves phénomènes d'érosion.

Qu'est-ce que l'on veut dire avec le terme durcissement du littoral?

Si vous vous rappelez ce que l'on a dit précédemment sur l'équilibre dynamique des plages et sur comment les sédiments bougent le long de la cote et aussi de la mer vers la cote (et le contraire) vous pouvez facilement imaginer ce qui se passe si sur une plage, ou près d'une plage, on construit un établissement balnéaire en ciment, avec une salle de gym, un sauna, une piscine, un restaurant ou si on construit devant l'établissement balnéaire une barrière ou des panneaux rigides pour protéger l'établissement.

Les constructions sur le sable boquent le mouvement naturel et saisonnier des sédiments de la plage en dehors de l'eau vers celle sous l'eau et le contraire, tandis que les murs rigides de défense boquent complètement le naturel transport des sédiments le long de la cote.

Nous sommes sur le Littoral de Ostie, le plus long d'Italie, on laisse derrière nous l'embouchure du



FIG.. 5- Front de mer

En regardant vers votre droite vous pouvez observer attentivement des structures artificielles (barrières et panneaux) qui protègent la cote de l'érosion.

Observez les barrières parallèles à la cote et les panneaux perpendiculaires au rivage jusqu'à la jetée. (Image 6 A-B).

Dans ce trajet, jusqu'à la Jetée (Image 7), la promenade est longée par une piste cyclable et différents accès à la plage. Les établissements balnéaires sont bas e plus éloignées l'un de l'autre.





FIG. 6 – Barrières et panneaux vus du haut (A) et de la route (B)





FIG. 7 – La jetée

De la jetée jusqu'au canal des Pêcheurs il y a un trajet où les établissements balnéaires sont si grands qu'il est difficile même de voir la mer. Depuis quelques années les propriétaires des établissements sont obligés (avec une ordonnance municipale) à laisser ouvert un accès à la plage. Mais encore aujourd'hui ce trajet le long de la cote est connu comme le long mur. (Image 8)

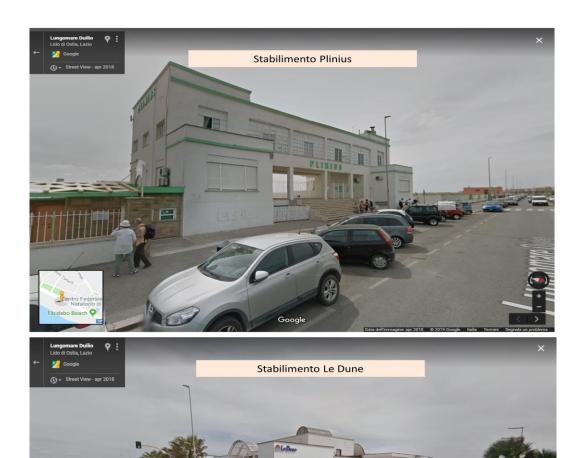


FIG. 8 – Certains exemples d'établissements le long de la cote.

Passés devant la Ligue Navale on passe sur le canal des Pêcheurs. Il s'appelle ainsi parce que c'est un point d'accès à la mer pour les embarcations des pêcheurs qui vivent dans le bourg et qui survivent de la petite pêche artisanale et de la pêche des coquillages d'intérêt commercial comme les palourdes.

Ce canal se bouche périodiquement parce que les sédiments apportés par le canal à la mer n'arrivent pas à être transportés au nord ou au sud le long des plages par les courants marins parce que l'embouchure du canal à été prolongée vers la mer, ceci a modifié les courants et donc la dynamique des sédiments. Dans la partie au nord du canal les sédiments s'accumulent et la plage est plutôt ample (Image 9), tandis qu'au sud, les sédiments manquent parce qu'ils sont bloqués au nord et la plage est en érosion. (Image 9).

Puisque selon la loi, les sédiments qui sont déplacés du canal devraient être analysés avant de pouvoir les utiliser pour n'importe quelle activité (par exemple la reconstruction d'une plage), jusqu'à aujourd'hui une entreprise est chargée déplacer les sédiments et de les accumuler le long du canal. Une dune perpendiculaire à la plage s'est ainsi formée et en été il y a même des plantes typiques des dunes qui y naissent! (Image 10)

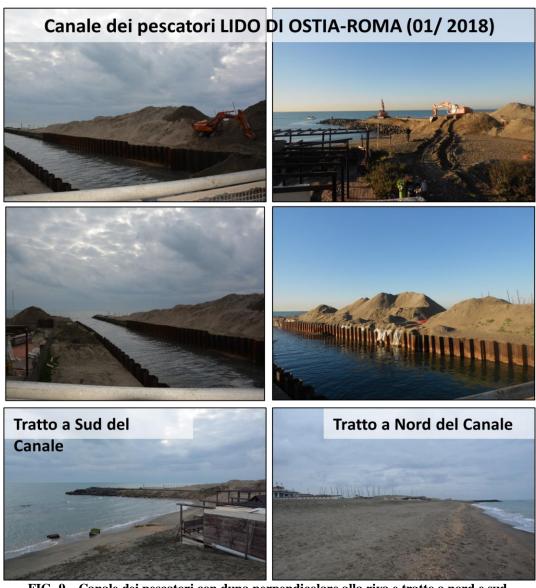


FIG. 9 – Canale dei pescatori con duna perpendicolare alla riva e tratto a nord e sud



FIG. 10 - Canal des pêcheurs et la dune perpendiculaire à la cote avec la typique végétation

En continuant le long de la cote en passant par la route littorale qui conduit à Torvaianica, on traverse la réserve de l'Etat du Littoral Romain et vous pourrez observer une promenade protégée, complètement différente de celle que nous avons vue jusqu'à présent.

Pendant le trajet je vous raconte quelque chose sur les plastiques et les micropolatiques et les micropollutions organiques qui arrivent à la mer à travers les pleines du Tibre.

DECHETS: PLATIQUES ET MICROPLASTIQUES

Le Tibre, avec ses pleines, verse dans la mer des grandes quantités de déchets. Pendant l'hiver les grandes houles qui intéressent le littoral apportent sur les plages des déchets constitués en grande partie de plastiques et microplastiques.

Malheureusement, comme nous aurons l'occasion de le voir en faisant une halte plus tard, sur la plage on va trouver, surtout dans cette période, différents déchets apportés par le fleuve et par les vagues.

Mais les plastiques ne se trouvent pas seulement sur les plages, avec le même principe des sédiments elles peuvent rester aussi au large et flotter jusqu'en pleine mer et intéresser les animaux marins (par ex. les tortues et les poissons) ou peuvent se déposer sur les fonds marins en endommageant les espèces animales et l'environnement du fond marin (ex. les végétaux marins comme les Prairies de Posidonia océanique, des espèces de coraux ...) (Image 11)

Comme vous avez entendu dire il y a une vraie guerre contre l'utilisation du plastique surtout pour les effets négatif sur l'environnement marin côtier et sur les animaux et végétaux marins.



FIG. 11 – Déchets sur la plage et en mer

Même si désormais on connait bien les effets des plastiques sur les organismes marins et sur les environnements côtiers, moins connus et moins étudiés sont les effets des microplastique sur les mêmes organismes et environnements. Les microplastiques peuvent dériver soit du brisement de

certaines plastiques que du mauvais traitement des substances qui les contiennent (ex. la pâte de dentifrice, les cosmétiques et les crème, les piles)

Quand nous arriverons à l'ISPRA de Castel Romano, vous aurez la possibilité de parler directement avec les collègues qui s'occupent de l'étude des plastiques et microplastiques dans l'environnement marin et vous pourrez leur poser toutes les questions que vous voulez.

MICROPOLLUANTS ORGANIQUES E NON-ORGANIQUES

Le Tibre verse en mer des grandes quantités de substances organiques et micropolluants organiques et non-organiques dissous dans l'eau ou liés chimiquement aux particules des sédiments.

Parmi les substances organiques on peut voir par exemple le phosphore, l'azote et le carbone organique qui sont, dans la juste quantité, des substances fondamentales pour la nourriture et le développement de nombreux organismes marins. Le problème nait quand une grande quantité de substances organiques se dépose et se concentre dans une certaine zone ou se dépose dans une zone demi-fermée avec peu de circulation d'eau. Dans ces cas on peut créer des zones non favorables à la vie.

Parmi les substances micropolluantes on peut avoir HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et les PCB (polychlorobiphényles) et parmi les micropolluants non-organiques les métaux lourds comme le mercure, le plomb... Si les métaux lourds entrent en grande quantité dans la chaine alimentaire, à travers les phénomènes de bioaccumulation et biomagnification, ils peuvent causer des dangers importants aux organismes marins et une fois mis dans le commerce aussi à l'homme.

Tra le sostanze microinquinanti organiche si possono annoverare IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e PCB (Policlorobifenili) e tra i microinquinanti inorganici i metalli pesanti (es. Mercurio, Piombo ecc...). I metalli pesanti in particolare se entrano in quantità consistenti nella catena alimentare, attraverso fenomeni di bioaccumulo e di biomagnificazione possono causare danni importanti agli organismi marini e, se questi sono di interesse commerciale, anche all'uomo. La surveillance des niveaux de ces substances dans les sédiments, dans les eaux et dans les organismes marins cotiers est d'une extreme importance et vous aurez l'occasion d'entendre parler de cela une fois entrés dans les laboratoires de l'ISPRA de Castel Romano.

HALTE auprès de L'ETABLISSEMENT BALNEAIRE MEDITERRANEA le long du littoral

La première chose que je vous conseille de faire est celle de regarder la différence avec le paysage que nous avons laissé derrière nous il y a quelques minutes.

Nous sommes dans la **Réserve du Littoral Romain.** Zone de Capocotta où les dunes côtières caractérisées par le maquis méditerranéen dominent le paysage.

En parcourant la passerelle on va traverser un paysage suggestif à travers les dunes côtières caractérisées par une riche et particulière végétation, pour arriver à la plage.

Les dunes qu'est-ce que c'est?

Les **dunes côtières** se forment quand le vent pousse le sable en tas qui avec le temps deviennent toujours plus grands. Quand naissent les premières plantes les tas de sable n'augmentent plus et deviennent des DUNES.

Les premières dunes, près de la mer, ont des petites plantes qui vivent peu de temps.

Les dunes plus hautes ont des plantes plus grandes et résistantes, comme des hauts buissons. Les dunes les plus internes et à l'abri ont des plantes de différentes espèces qui vivent toute l'année. Enfin les dunes plus proches des bois ont des buissons et des petits arbres. (Image 12)

Les plantes des dunes ont des caractéristiques particulières qui les rendent capable de vivre dans un environnement extrême comme la plage : elles sont grasse pour retenir l'eau et supporter la chaleur, elles ont des racines fortes et profondes pour résister au vent et sont basses et rampantes pour se protéger du vent et du sel marin. (Image 13).

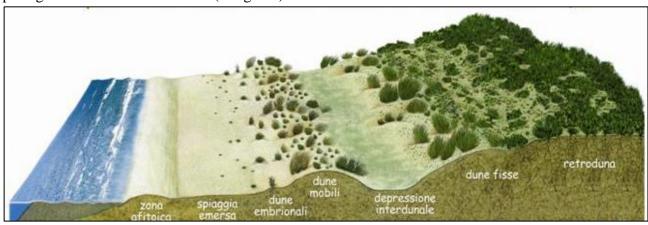


FIG. 12 – Profil de plage et disposition des dune côtières et leur végétation

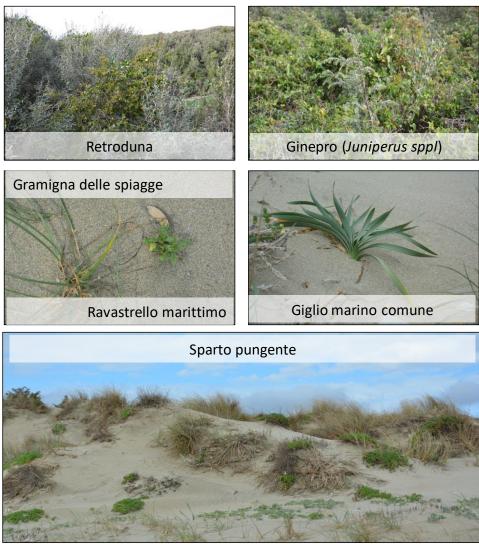


FIG. 13 – certaines plantes typiques des dunes.

La plage est constituée de zones qui témoignent l'entrée maximale de la mer sur la plage selon les évènements météorologiques marins. La limite interne se trouve sous la première dune où finissent les effets des vagues.

La ligne de brisement des vagues est la partie de la plage où se brisent justement les vagues. Il s'agit d'une partie plus ou moins grande, en fonction non seulement de l'inclination du sol, mais aussi en fonction de la force du mouvement des vagues et de l'ampleur des marées. C'est donc la dernière partie de la plage avant d'entrer en mer.

Si on a de la chance on peut observer un espèce d'escalier qui se forme sur la plage à cause, par exemple d'une tempête. La ligne de brisement des vagues en hiver représente, par exemple, le niveau maximum où arrivent les vagues pendant les tempêtes les plus fortes.

Le sable peut avoir différentes couleurs (foncé ou clair) en fonction de la composition des roches qu'il y a le long du cours d'eau mais les grains de sables peuvent aussi avoir des dimensions différentes (très fins, gros, petits cailloux, petites pierres).

Sur la plage on peut voir des petites ondulations (**ripples**) dues au soulèvement des grains de sable par le vent.

Sur la plage on peut trouver par exemple des **restes de coquillages**, des matériaux végétaux qui proviennent de la terre comme des branches, des troncs d'arbres, des feuilles et du matériel végétal

d'origine marine comme des feuilles mortes de la plante Posidonia océanique (typique de la Mer Mediterranée) compactes de façon à former comme un tapis appelé **banquettes**, on trouve aussi des petites boules ovales en **fibre de Posidonia**. (Image 14)



FIG. 14 – Alcuni degli elementi della spiaggia emersa

Dans la plage sous l'eau, de la ligne de brisement des vagues en avant, il est possible rencontrer des organismes marins animaux et végétaux : on trouve des coquillages, des vers marins, des crabes des bernard-l'ermite et des plantes endémiques comme la Posidonia océanique.

Les palourdes sont des mollusques avec deux valves qui vivent sous le sable à une profondeur de 6 à 10 mètres. Elles sont appréciées dans le commerce du poisson et elles sont utilisées pour des plats typiques locaux comme les pates aux palourdes et le long des cotes du Latium on peut voir fréquemment des pêcheurs avec leur barque typique ramasser les palourdes. (image 15)



FIG: 15 – telline et palourdes

En vous promenant sur la plage vous pouvez voir des étranges rochers avec des trous. En réalité il s'agit de sable agglutiné par un ver marin qui vit en colonies et formes des bioconstructions.

Vous pouvez trouver des bizarres formes dans le sable ; elles sont dues à l'action du ver marin qui creuse des galeries à l'intérieur du sable où il vit. D'un côté, où il a la tête, il aspire l'eau et le sable pour manger et respirer et ce cette façon il forme un petit creux de sable, de l'autre coté où il a le derrière, il produit ses excréments.

Quand l'eau est claire et la mer est calme, en se promenant à pieds nus dans l'eau on peut voir de petits animaux comme des petits **crabes** de sable ou quelques **bernard-l'ermite**. (Image 16)

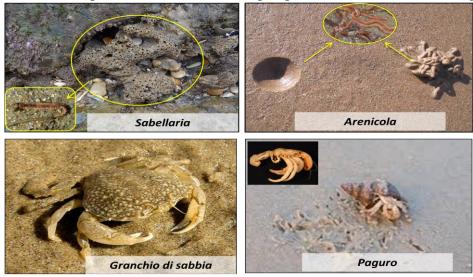


FIG. 16 – vermi e crostacei della spiaggia sommersa

Sur le fond de la mer, pas trop loin du rivage, c'est possible trouver les prairies Posidonia océanique, la seule plante endémique de la Méditerranée, composé par les mêmes éléments des plantes terrestres, c'est-à-dire des **racine**, **une tige et des feuilles.** La Posidonia océanique, comme les plantes terrestre, elle produit des **fruits et des fleurs**.

Les feuilles de Posidonia océanique sont disposées en éventail, elles sont larges environ 1 cm et peuvent être longues même 1 mètre, elles sont de couleur vert intense et leur fonction est purement de photosynthèse.

Les tiges présentent la caractéristique de pousser soit dans le sens horizontal que dans le sens vertical. Le mélange de tiges, de racine et de sédiments empiégés porte à la formation de « matte", typique formation à terrasse.

Posidonia abrite dans ses feuilles de nombreux organismes marins (Image 17)

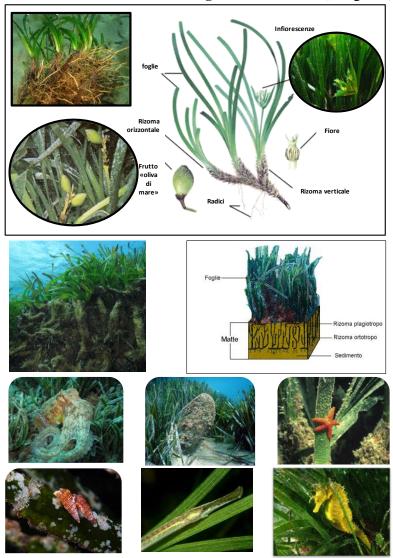


FIG. 17 - Posidonia oceanica: fusto foglie e radici, fiori e frutti, la matte, alcuni organismi marini

Donc Posidonia est:

- Une source principale d'oxygène, elle en produit jusqu'à 20 l/m² par jour
- Zone d'abri et nursery pour de nombreuses espèces
- Hot spots de biodiversité
- Ralentit l'érosion côtière et la diminution de l'ampleur des plages
- Elle stabilise et préserve l'érosion des fonds marins

Quand nous arriverons aux laboratoires de l'ISPRA de Castel Romano vous pourrez observer de plus près ces animaux et plantes.

E maintenant, promenez-vous librement, mais attention:

- 1) Observez avec tranquillité les dunes et la végétation, sans aller au-delà de la barrière en bois
- 2) Promenez-vous librement sur la plage et observez chaque chose sans ramasser aucun matériel de la plage, ni les déchets, ni les coquillages
- 3) Faites des photos si vous voulez
- 4) Ne prenez rien de la plage
- 5) Nettoyez-vous le mieux possible le sable de vos chaussures et habits avant de monter dans le bus