

Activités archéologiques de l'École française de Rome

Chronique

Année 2007



Sites des activités archéologiques et des collaborations de l'École française de Rome en 2006-2007

PORTUS.

LA QUESTION DE LA LOCALISATION
DES OUVERTURES DU PORT DE CLAUDE :
APPROCHE GÉOMORPHOLOGIQUE

École française de Rome, Soprintendenza per i Beni archeologici di Ostia, Maison de l'Orient et de la Méditerranée et CNRS

Au I^{er} siècle ap. J.-C. l'empereur Claude fonde un port pour Rome sur le littoral deltaïque du Tibre. Au II^e siècle ap. J.-C., Trajan complète le dispositif en faisant construire un bassin hexagonal. Ce complexe portuaire est considéré comme le plus grand du monde méditerranéen antique. Aujourd'hui, les structures sont, en partie, recouvertes par les alluvions du Tibre et se retrouvent entre 2 et 3 km à l'intérieur des terres. Les fouilles classiques sont rendues difficiles en raison de la nappe phréatique, de la présence de l'aéroport international et de la croissance urbaine de la ville de Fiumicino. De nombreuses interrogations persistent sur la configuration et le fonctionnement du Portus.

Un programme de recherche en géoarchéologie portuaire a été lancé afin de faire progresser nos connaissances dans trois directions principales :

- 1) Le paysage préportuaire : pourquoi Claude a-t-il fait construire son port à 3 km au nord d'Ostie?
- 2) Configuration du port : où se situait l'entrée du port de Claude? Bénéficiait-il d'une ou de deux entrées?
- 3) Mobilité verticale : dans cette région deltaïque du Portus et d'Ostie, est-il possible d'obtenir la position précise du niveau marin antique par rapport au niveau marin actuel? Peut-on en déduire la profondeur des bassins et des fondations?

Méthodologie

L'étude classique des structures portuaires et de leurs sédiments se heurte au problème de l'omniprésence de la nappe phréatique. Dans la plupart des cas l'évacuation des eaux d'infiltration et la faible tenue des terrains sont à l'origine de nombreuses difficultés techniques et de surcoûts importants. Les parois moulées se révèlent être un moyen idéal, mais très onéreux, pour réaliser des fouilles archéologiques. Face à ce constat, nous avons élaboré une méthode de travail par carottages permettant une étude précise, moins coûteuse mais plus ponctuelle des sites portuaires. Au total, 24 carottages ont été réalisés dans le cadre de ce programme de recherche «PORTUS» (fig. 23).

La mise en œuvre d'une approche géoarchéologique permet une meilleure compréhension des paléoenvironnements littoraux, des processus morphodynamiques côtiers, ainsi que des logiques d'organisation de l'espace portuaire antique.

Fonctionnement d'un système portuaire type

Un port fonctionnel se définit par la combinaison de deux éléments : d'une part les structures portuaires (môles, quais...), constituant un contenant, d'autre part le volume des sédiments et le volume d'eau constituant le contenu. Le carottage permet l'accès au volume sédimentaire qui constitue l'objet d'étude principal du géoarchéologue. Il comprend trois sous-unités stratigraphiques (fig. 24 et 25) :

1. L'unité préliménique (du grec *limenos*, port) correspond à la période précédant la construction du port. L'intérêt de la recherche sur ce milieu pré-portuaire est double : elle peut amener à la détection de traces de peuplements anciens, antérieurs à la fondation du port, et nous renseigne sur la nature des paysages (sur quel type de milieu a été fondé le port : fleuve, lagune, baie marine?).
2. L'unité liménique correspond à la durée de vie du port. Elle est principalement composée de sédiments vaseux noirâtres, liés au processus de décantation dans un bassin artificiellement protégé. Du fait de ce mode calme et anoxique, les indicateurs paléoenvironnementaux sont très bien conservés, aussi bien sur le plan faunistique (macrofaune et microfaune), que palynologique, ou encore archéologique (épaves).
3. Après abandon du port, la sédimentation se poursuit et génère l'unité métaliménique. Ce faciès renseigne sur l'abandon du port qui peut avoir une cause naturelle (ensablement, tempêtes, mobilité tectonique...) ou anthropique (mauvais entretien des structures, conflits...).

La limite anoliménique indique la date d'abandon du bassin, elle peut être de deux types : soit fine, signant ainsi un changement brusque d'environnement; soit épaisse (transition progressive de faciès) traduisant un abandon plus lent du bassin.

Lorsque le port est en fonction, le second élément du contenu est le volume d'eau, défini par les deux interfaces le circonvenant : le niveau marin (variant au cours du temps en fonction des mouvements relatifs du niveau de la mer) et la limite mésoliménique. Lors de la fondation du port, la limite mésoliménique coïncide

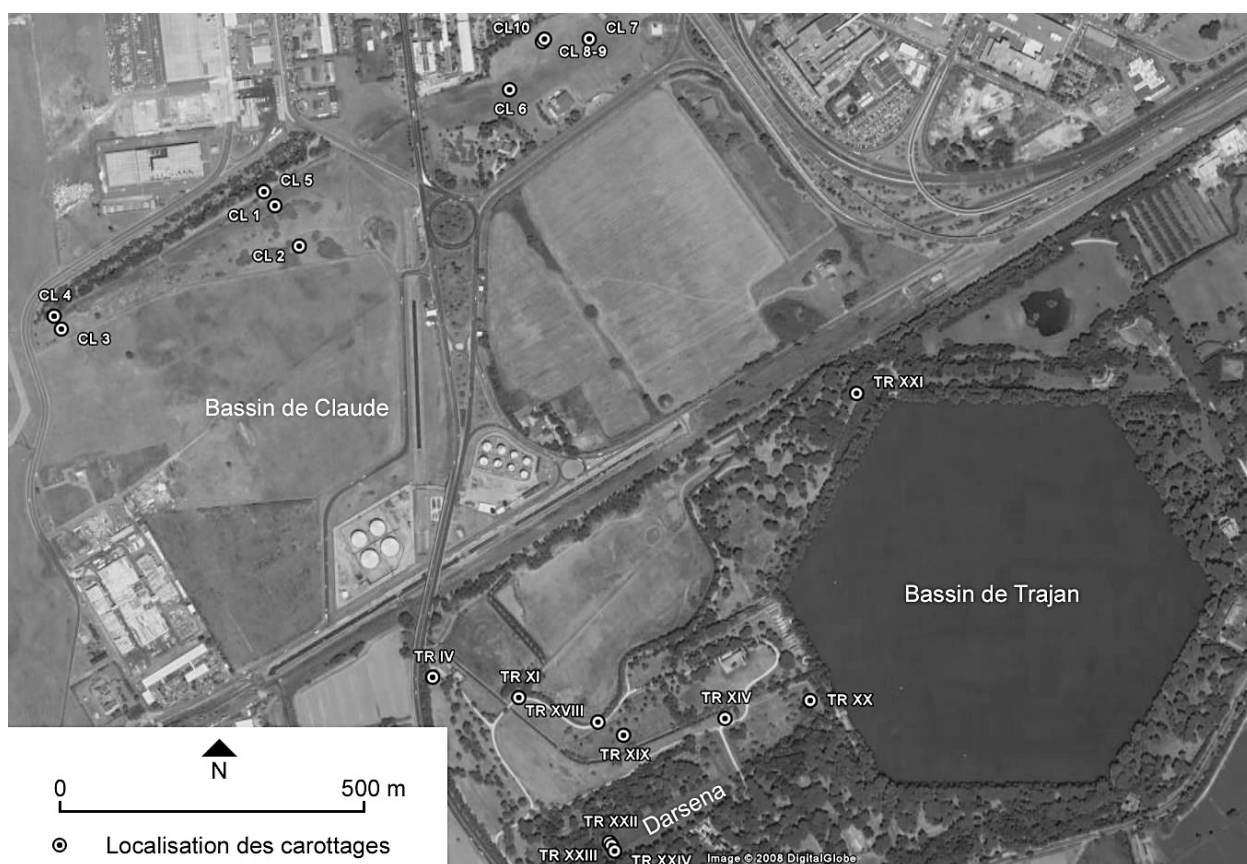


Fig. 23 - Portus. Localisation des carottages.

avec la limite katoliménique (marquée sur le plan sédimentaire par une rupture nette du grossier au fin). Elle évolue ensuite naturellement vers le haut à mesure que le port s'envase (c'est l'exhaussement du fond marin). La différence altimétrique entre le niveau marin et la limite mésoliménique (fond marin) correspond à la hauteur de colonne d'eau. Cette dernière peut être mise en relation avec les tirants d'eau des bateaux pour en déduire les types de bateaux pouvant accéder aux quais. Seules les phases de curages permettent de maintenir en fonction les bassins en maintenant l'épaisseur de colonne d'eau nécessaire.

Les indicateurs des paléoenvironnements

Indicateurs biologiques

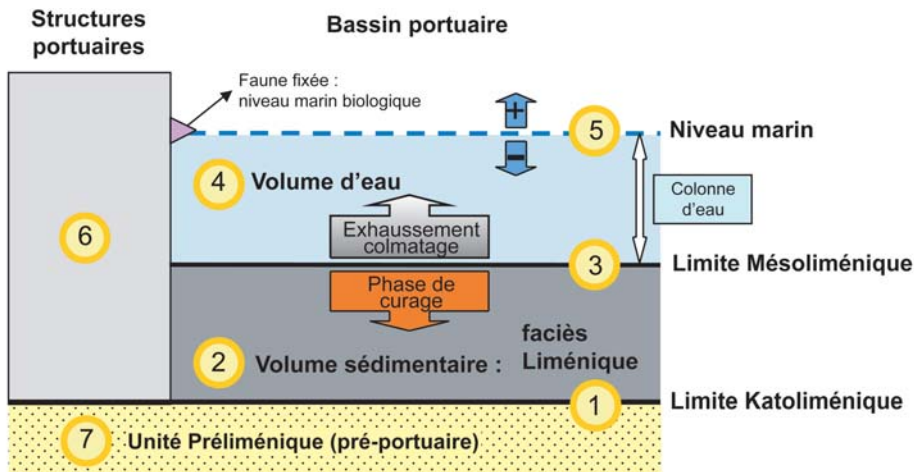
L'étude des indicateurs biologiques est fondée sur la démarche actualiste qui consiste à émettre l'hypothèse que l'écologie des faunes étudiées n'a pas changée au cours de l'Holocène. En appliquant ce principe, il est possible d'utiliser la macrofaune et la microfaune dans la reconstitution des paléoenvironnements.

L'intérêt de la macrofaune dans la reconstitution des paléo-environnements

La méthodologie repose donc sur l'analyse comparée des assemblages macrofaunistiques fossiles antiques et des assemblages actuels. Elle s'appuie sur les peuplements biocénotiques des écosystèmes actuels en Méditerranée. Les assemblages macrofaunistiques permettent de mettre en évidence la construction d'un bassin portuaire par un changement à la fois qualitatif et quantitatif. Pour les échantillons provenant des ports de Rome, la détermination n'est pas encore terminée et nous présenterons qu'une partie des résultats.

Microfaune : présentation et utilisation comme indicateur écologique d'un milieu au cours de l'Antiquité

Le mode de vie des différents ostracodes (micro crustacés protégés par deux valves) est conditionné par des facteurs primordiaux (salinité et température des eaux) et des facteurs secondaires (substratum, végétation, profondeur et régime hydrodynamique). La densité



Le contenant

6 Structures portuaires (môles, quais...)

Un double Contenu

2 Volume sédimentaire composé de vases portuaires

4 Volume d'eau

Les 3 limites

1 Limite Katoliménique : date de fondation du port limite inférieure de la séquence de vases portuaires

3 Limite Mésoliménique : fond marin en accrétion limite supérieure de la séquence de vases portuaires

5 Niveau marin biologique

Fig. 24 - Portus. Coupe théorique d'un bassin portuaire antique en activité.

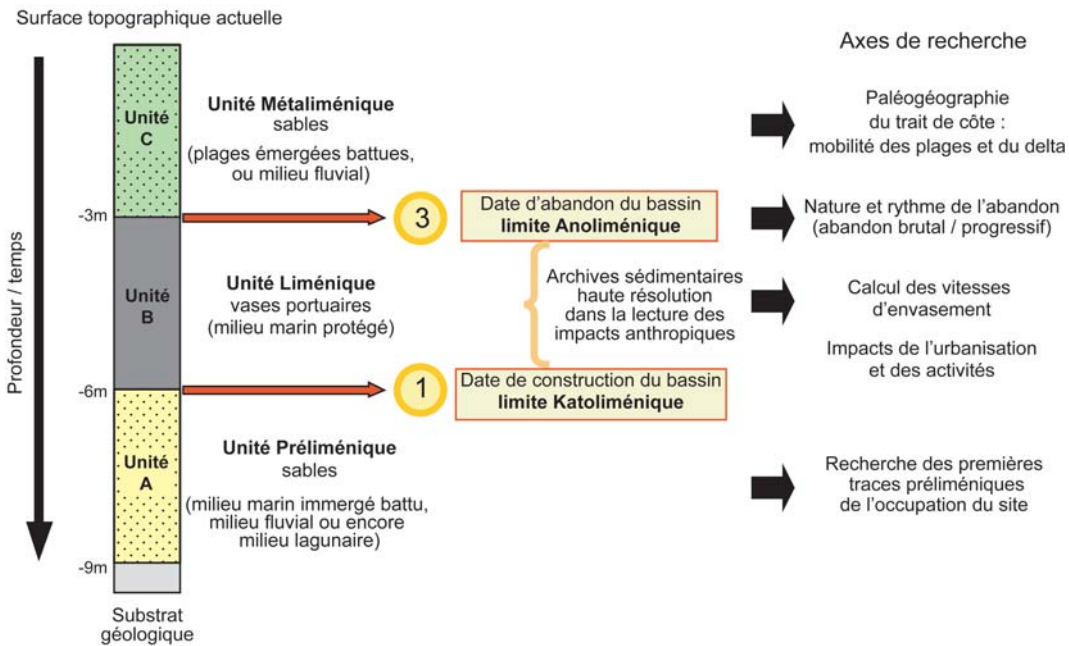


Fig. 25 - Portus. Trois faciès classiques observés par carottages dans un bassin portuaire antique colmaté.

faunique et la diversité spécifique apportent également des renseignements sur les caractères du milieu.

Éléments de datation : la datation au C14

La méthode de datation utilisée est celle du radio-carbone. En effet, la présence de fragments de céramique dans les carottes est assez rare et les quelques tessons restent souvent difficiles à déterminer et donc à dater. Dans cette étude, les échantillons datés ont tous une origine marine. La méthode de datation au radio-carbone, appliquée au milieu marin, implique cependant des précautions d'emploi.

Analyses sédimentologiques d'une carotte réalisée dans le port de Trajan : TRXIX

Le carottage a été effectué dans le chenal qui mène du port de Claude à l'entrée du bassin hexagonal de Trajan (fig. 23). La carotte TRXIX atteint la profondeur de -9 m sous le niveau marin actuel (fig. 26).

Unité sédimentaire basale A : sables lités stériles

L'unité inférieure de la carotte se compose de sables stériles lités sur 50 cm. Leur proportion varie entre 60% à 70% tandis que la fraction limono-argileuse représente entre 30% et 40% du poids total à sec des échantillons.

Unité B et C : sables vaseux coquilliers à posidonies

Le faciès de ces unités B et C est celui des sables vaseux coquilliers à fibres de posidonies. Ce faciès se développe sur 2 m. La base est datée de 3100 BP, soit -980 à -775 av. J.-C. La fraction sableuse reste majoritaire à la hauteur de 70% avec une proportion de limons et d'argiles de l'ordre de 30%. Le contenu macrofaunistique est peu diversifié et les coquillages sont pour une grande part brisés : les *Cerastoderma edule glaucum* sont l'espèce dominante. Leur forme déjetée dénote un milieu dessalé. Cette espèce est caractéristique des lagunes euryhalines et eurythermes. Plusieurs populations d'ostracodes apparaissent (fig. 26). Huit espèces ont été observées. Ces différents stocks sont le reflet d'autant d'influences : marin, phytal côtier, embouchure, saumâtre, eau douce. On remarque notamment l'arrivée de *Cyprideis torosa*, connue pour être une espèce opportuniste et colonisatrice de nouveaux milieux. Ce milieu est à la fois ouvert sur la mer et connaît des apports d'eau douce importants.

Unité D et E : des vases coquillières à posidonies

Les unités D et E se composent d'une alternance d'argiles sableuses et limoneuses. Ces vases sont riches

en matière organique et en coquilles. Ce faciès riche en bioindicateurs se développe sur 4,2 m. Il présente un éventail plus large de la macrofaune : trois espèces sont recensées. L'espèce dominante reste le *Cerastoderma edule glaucum*. La valve de *Lutraria cf. lutraria* juvénile est synonyme d'un environnement sablo-vaseux. Les *Hydrobia* sp sont les marqueurs d'un milieu saumâtre. On trouve également des *Tapes decussatus* et des *Cyclope neritea*. Par ailleurs, les six assemblages d'ostracodes sont représentés (fig. 26). 21 espèces ont été dénombrées : les 2/3 appartiennent à l'assemblage lagunaire dont les représentants sont les *Cyprideis* et les *Ponthocythères*. Trois valves de *Tyrrhenocythère*, ont été déterminées comme appartenant à un environnement d'eaux sulfatées, supposant une influence continentale forte. Par ailleurs, des foraminifères ont été aperçus : des *Orbulines* qui sont des foraminifères planctoniques mais surtout des *Ammonia becarri tepida*, indicateurs de dessalure.

Unité F : des sables gris beiges coquilliers

L'unité D est épaisse de 60 cm Le faciès devient plus sableux : on observe des sables gris beiges coquilliers. Cette unité a été datée de 2125 BP, soit 180 à 430 ap. J.-C. La texture globale du sédiment est ainsi dominée par une proportion considérable de sables, soit 70% à 80% du poids total à sec de l'échantillon brut. Deux nouvelles espèces signalent un changement majeur des conditions environnementales. On note l'existence des *Tellina serrata* : ces espèces se rencontrent dans les milieux détritiques envasés. Les *Hydrobia acuta* se sont développées en quantité à cet étage : ce sont des indicateurs d'eaux saumâtres. Pour l'ostracofaune, les influences du domaine marin, disparaissent (fig. 26). La présence de tiges calcifiées de charophytes, plantes d'eau douce, réaffirme la coupure du site avec le domaine marin.

Analyses sédimentologiques de la carotte CL 7 réalisée dans le secteur nord-est du port de Claude (fig. 23)

La base de la carotte CL7 atteint 8,5 m sous le niveau marin actuel (fig. 27). Au total, elle se compose de 8 unités stratigraphiques comparables aux carottes CL6, CL8 et CL9 situées à proximité, dans ce secteur de la passe nord (fig. 28).

Unité basale A : sables lités stériles

De -8,5 m à -7,9 m de profondeur sous le niveau marin actuel, se développe une unité de sables lités jaune-beiges. Les sables représentent 50% à 70% du

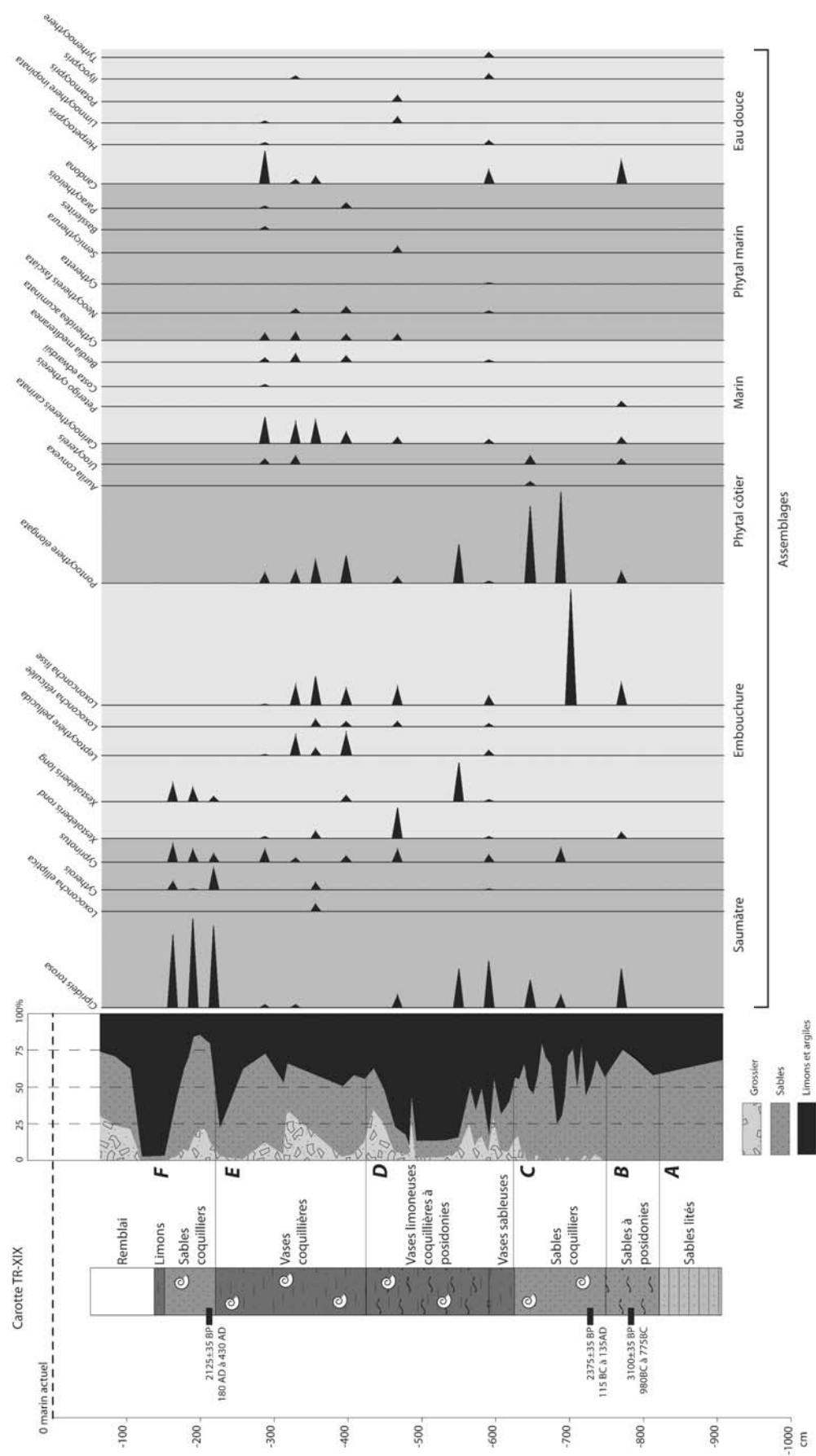


Fig. 26 – Portus. TR XIX microfaune.

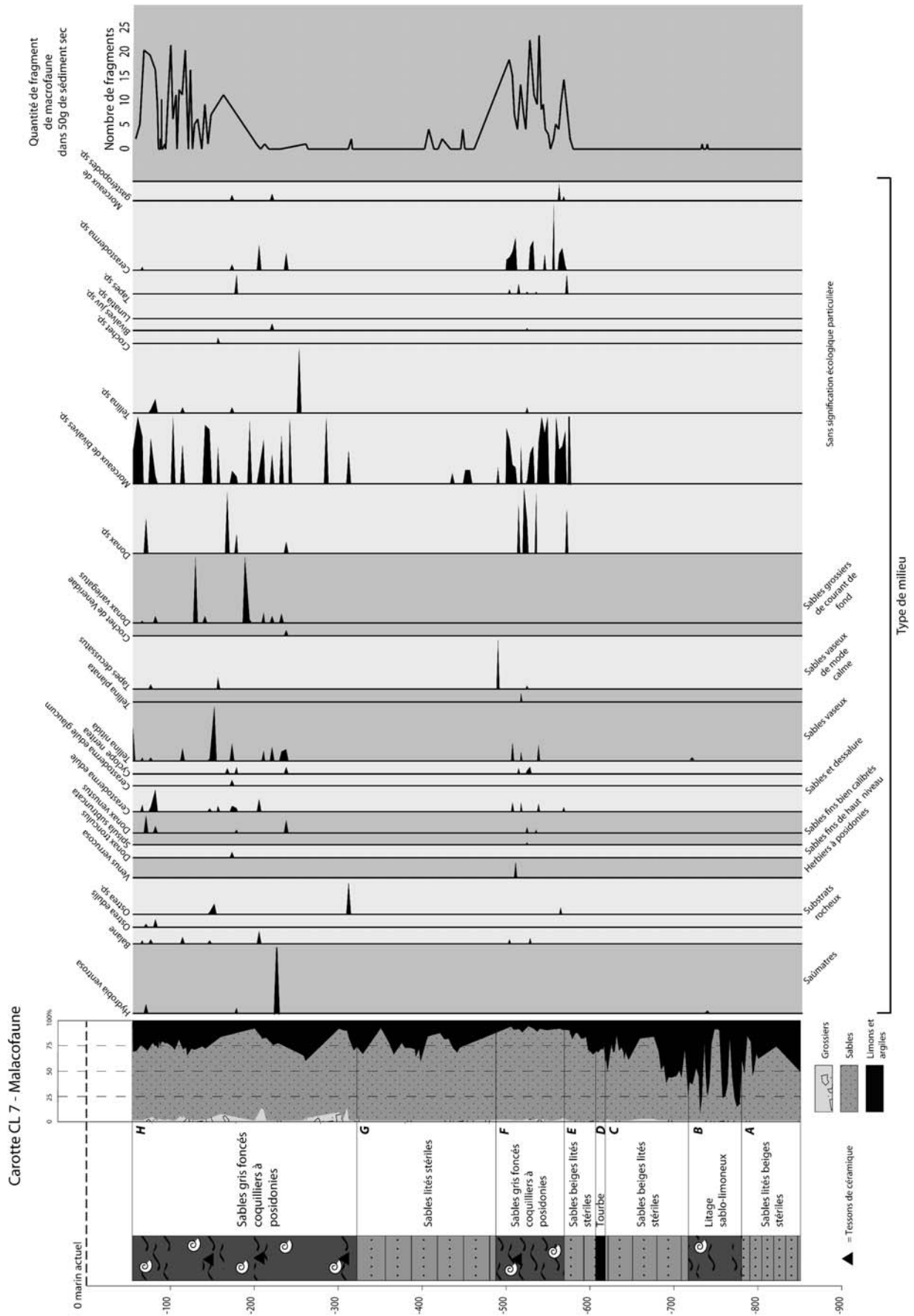


Fig. 27 – Portus. CL7 malacofaune.

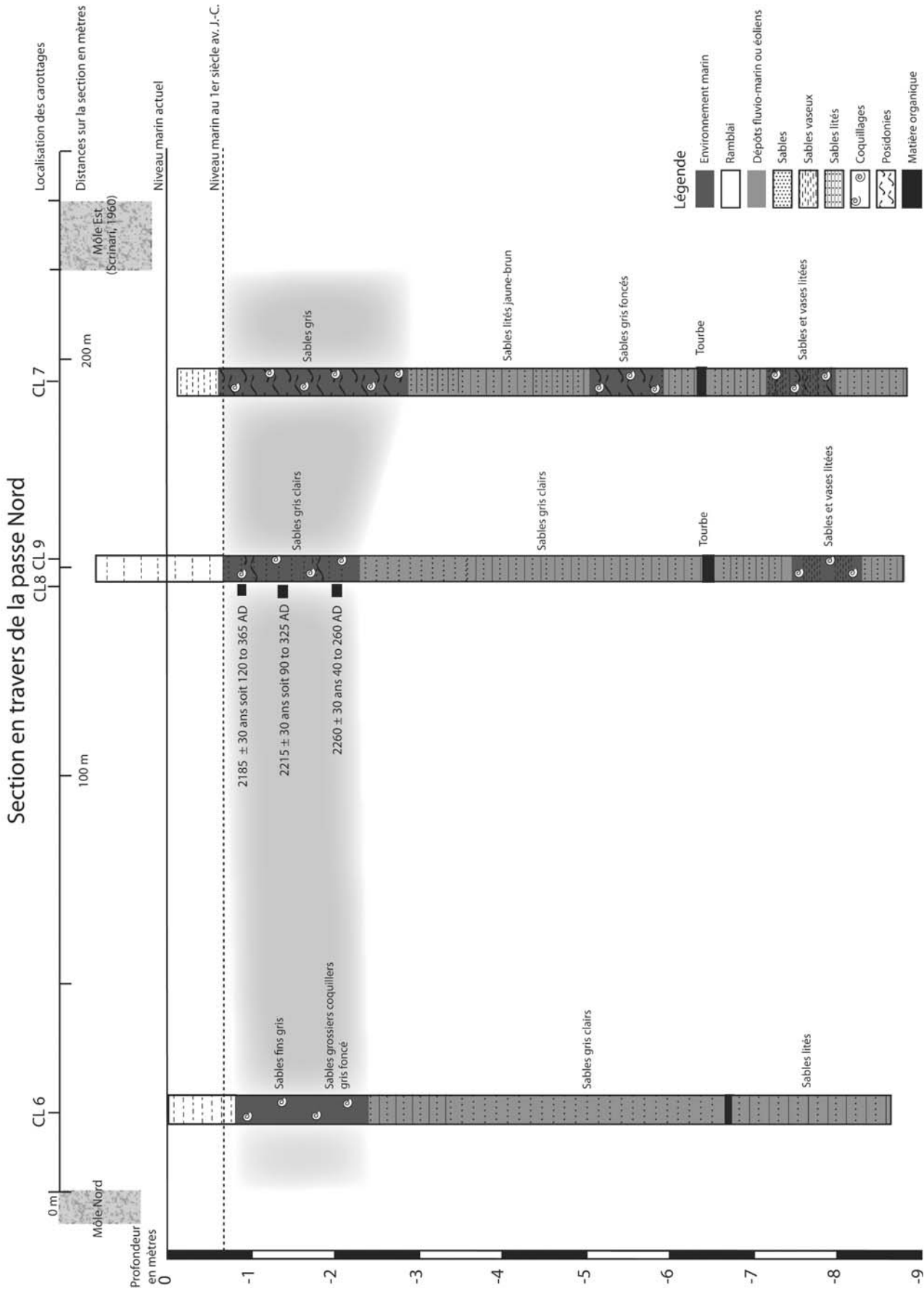


Fig. 28 - Portus. Section en travers de la passe Nord.

pois total à sec de la texture totale. Les limons et argiles représentent les 30% à 50% restant. La répartition granulométrique des sables présente un histogramme unimodal avec un grain moyen de 130 μm . L'indice de tri est bon (-0,51). Cette unité basale est totalement stérile.

Unité sédimentaire B : litage sablo-limoneux riche en ostracofaune

De -7,9 m à -7,3 m, on observe des alternances marquées de lits argilo-limoneux (95% du poids total de l'échantillon) de couleur grise et des lits sableux brun gris (90% du poids total à sec du sédiment). L'hydrodynamisme, révélé par le grain moyen, est peu élevé (0,18/0,19 mm). L'indice de tri est bon. La totalité de la macro et microfaune collectée se trouve dans les lits argilo-limoneux. Ces derniers sont riches en fibres de posidonies. En revanche, l'ensemble des lits sableux sont stériles. La macrofaune se compose d'une *Tellina nitida* indicatrice d'un milieu sablo-vaseux et d'une *Hydrobia ventrosa* vivant en milieu saumâtre (fig. 27). L'ostracofaune montre deux associations majoritaires. Le peuplement saumâtre rassemble 50% des individus présents (*Cypri-deis*). Les individus marins représentent 30 à 40% avec une prédominance du phytal côtier (*Pontocythere elongata*). L'ostracofaune d'eau douce varie entre 5 et 15% (*Candonidae*, *Ilyocypris*, *Herpetocypris*). Les espèces lagunaires (au sens strict) sont représentées de manière anecdotique.

Unités sédimentaires C et E : sables beiges lités stériles

Ces deux unités C (entre 7,30 m et 6,24 m) et E (entre 6,18 m et 5,80 m) présentent un faciès comparable mais sont séparées par un niveau organique noirâtre que l'on a associé à une unité sédimentaire D. L'unité C se compose de sables beiges lités dans lesquels s'observent beaucoup de lamines orangées/rouges, riches en oxydes de fer. À la base de l'unité C, la proportion des fractions sableuses et limono-argileuses est équivalente. Vers le sommet, un net enrichissement en sable se produit (60% à 80% du poids total à sec des échantillons). La fraction grossière est peu présente avec quelques gravillons émoussés d'environ 2,5 mm de diamètre. L'unité E se compose de sables lités beige-gris du même type que l'unité C. La fraction sableuse est majoritaire avec 70% à 80% du poids total à sec des échantillons. La fraction grossière est quasi inexistante. Le grain moyen est faible à moyen (160 μm pour l'unité C et 230 μm pour l'unité E). L'indice de tri est plutôt moyen (-0,77 à -0,72). Ces deux unités sont stériles.

Unité sédimentaire D : niveau organique entre -6,24 m et -6,18 m

L'unité D est une phase organique de 6 cm d'épaisseur qui s'inscrit entre les unités sableuses C et E. Ce niveau s'apparente à une tourbe (comm. pers. J. F. Berger et A. Laplace-Dolonde). Cette tourbe, très stratifiée, est composée d'éléments de matière organique. La présence de matière organique est marquée, mais les fibres sont peu nombreuses. Les grains organiques présentent une structure typique d'un assèchement. On trouve des restes végétaux indéterminés, des racines, des aiguilles de pin, des écailles de pomme de pin, des charbons de bois. Cet horizon est entouré de deux niveaux hydro-morphes ferriques. Cette unité est dite para tourbeuse avec une teneur en cendre supérieur à 50% (un horizon est dit tourbeux quand la teneur en cendre est inférieure à 50%). La minéralisation est imparfaite, ce qui a probablement été provoqué par la succession de phases humides et sèches. On observe des sables, du quartz peu émoussé et du gypse avec des chocs d'origine éolienne. On ne trouve par contre aucun bio indicateur faunistique. Cette tourbe est surmontée d'un niveau carbonneux.

Unité sédimentaire F :

Sables gris coquilliers à posidonies

De 5,80 m à 4,95 m, se développent des sables gris foncés avec des fibres de posidonies. L'unité se compose à 90% de sables et la fraction grossière atteint au maximum 2%. L'hydrodynamisme est plutôt fort : à la base, grain moyen de 0,32 mm puis de 0,29 mm au sommet. L'indice de tri varie entre moyen et bon (-0,63 à -0,71).

Les fibres de posidonies sont surtout très abondantes entre -5,40 m et 4,95 m. Des charbons de bois sont présents. Les coquilles intactes sont très peu nombreuses, la grande majorité est cassée, ce qui rend difficile la détermination de l'espèce. Néanmoins, nous repérons la présence de macrofaune caractérisant des milieux très différents (fig. 27). On trouve des espèces se développant dans le substrat rocheux (*Ostrea sp.*, *Balane*), les herbiers de posidonie (*Venus verrucosa*), dans les sables fins bien calibrés (*Spisula subtruncata*, *Donax venustus*), dans les milieux sableux (*Cerastoderma edule*, *Cyclope neritea*), ou sablo-vaseux (*Tellina planata*, *Tellina nitida*), et quelques espèces de sables vaseux de mode calme (*Tapes decussatus*). La microfaune est quasi-inexistante. Absence de foraminifères et présence de quelques ostracodes à -5,10 m de profondeur mais non représentatifs statistiquement d'un milieu, car trop peu nombreux.

Des fragments de céramique ont été trouvés dans

cette unité. Il y a un fragment d'amphore africaine (-5,20 m). Ces amphores ont été produites et importées à Rome entre le I^{er} et le VII^e siècle ap. J.-C., mais surtout aux II^e et IV^e siècles.

Unité sédimentaire G : sables lités stériles

L'unité G se développe entre -4,95 m et -3,30 m. Elle est majoritairement sableuse (60% du poids total à sec du sédiment) avec une couleur allant du jaune au brun. Trois principaux pics sableux sont observés à -4,45 m, -4,20 m et -3,50 m. Des éléments grossiers sont présents avec des tailles variant de 4mm à 2cm. Ils ont une forme aplatie. Le grain moyen est élevé pour cette unité (0,26 mm), le tri est plutôt bon (-0,62). La distribution est quasi symétrique (Skewness : -0,02) et normale (Kurtosis : 0,97). On ne compte qu'un morceau de bivalve cassé. La microfaune et les posidonies sont absentes.

Unité sédimentaire H : sables gris coquilliers à posidonies

L'unité se compose de sables gris foncés entre -3,3 m et -0,55 m. La proportion de sables varie entre 90% et 55%. C'est à la base de l'unité que les sables représentent 80% à 90% de la texture totale. La partie supérieure de cette unité se stabilise autour de 70% de sables. Les sables sont lités de couleur orangée à brune. La part des éléments grossiers évolue autour de 1%. Le grain moyen indique un hydrodynamisme fort à la base de ce dépôt (0,30 mm) et diminue vers le sommet (0,18 à 0,24 mm). De même, le tri passe de bon à la base (-0,65) à moyen au sommet (-0,90). On note cependant quelques variations brutales de texture. Mais dans l'ensemble les échantillons montrent un enrichissement en sables grossiers (Skewness : -0,05 à la base à 0,20 au sommet de l'unité). Vers -2,10 m et -3,10 m de profondeur, quelques morceaux de pouzzolane de plusieurs centimètres de grosseur sont présents. Un tessou de céramique est noté à -1,60 m. Il s'agit d'un fragment de panse d'amphore africaine poissée indéterminée. Il est probable que ce fragment soit d'une amphore tardive.

L'unité sédimentaire H est riche en fibre de posidonies. A la base, vers -3 m, on note même des aegagropiles (pelotes de posidonie). Quelques fragments de bois ont été recueillis au sommet de l'unité. La partie inférieure de l'unité concentre un important stock de débris coquilliers. Très peu d'individus sont intacts et déterminables. Quatre principaux stocks macrofaunistiques sont déterminés (fig. 27). Les biocénoses rhéophiles (présence de courants) se développent : on note *Donax*

venustus vivant dans les sables fins bien calibrés et des *Donax variegatus* inféodés aux sables grossiers des courants de fond (animaux filtrants qui ont besoin des courants de fond pour se nourrir). Viennent ensuite les *Tellina nidita* caractéristiques des sables vaseux. Puis, les *Cerastoderma edule* marqueur biologique d'un milieu sableux et quelques *Cerastoderma edule glaucum* vivant dans les milieux sableux en dessalure côtoient des *Hydrobia ventrosa* de milieux saumâtres. Enfin, quelques balanes, *Ostrea sp.* et *Ostrea edulis* vivant sur les substrats rocheux sont observées.

L'ostracofaune est absente dans la partie inférieure de l'unité H. Les premiers tests d'ostracodes sont repérés vers -1,40 m. Il faut toutefois indiquer la présence de foraminifères vers la base de cette unité (vers -2,60 m). Dans la partie supérieure de l'unité H, l'ostracofaune se divise en 3 groupes. Les individus vivants en milieu marin totalisent 70% et 80% de l'effectif total. Le phytal côtier (*Pontocythere elongata*) atteint 40 à 50% le phytal marin 30% (*Semicytherura incongruens*, *Semicytherura striata*, *Neocytherideis fasciata*...). Le reste des individus se répartit pour 15% dans les espèces se développant en lagune (*Loxococoncha pseudoelliptica*), et 5 à 15% indiquent un milieu saumâtre (*Cyprideis* et *Loxococoncha elliptica*).

Trois datations au radiocarbone ont été effectuées sur l'unité F de la carotte CL 9(8) proche de CL 7 (fig. 28). La base de l'unité est datée de 2260 BP ± 30 soit 40 à 260 ap. J.-C. La partie médiane indique 2215 BP ± 30 ans soit 90 à 325 ap. J.-C. Au sommet la datation est 2185 BP ± 30 soit 120 et 365 ap. J.-C.

Discussion et interprétations

Niveau marin antique et organismes marins fixés

Lorsque l'on étudie un site archéologique côtier, il est primordial de connaître la position altimétrique du niveau marin de l'époque. Ce «zéro topographique antique» permet de mieux comprendre les opérations d'aménagement urbain (réseau égout, nappe phréatique, orientation des pentes...). Le meilleur indicateur dont nous disposons est le niveau marin biologique. Sur des côtes rocheuses, des peuplements biologiques carbonatés spécifiques se fixent au niveau du zéro marin. Sur les côtes meubles deltaïques, la position d'un ancien zéro marin est plus difficile à obtenir. Les faunes ne sont pas fixées mais mobiles sur les fonds marins. Cette mobilité des organismes benthiques donne la position d'un niveau marin à l'échelle métrique. Mais lorsque les sociétés antiques implantent une structure portuaire les organismes biologiques viennent se fixer sur ces nouveaux substrats durs et artificiels que représentent les

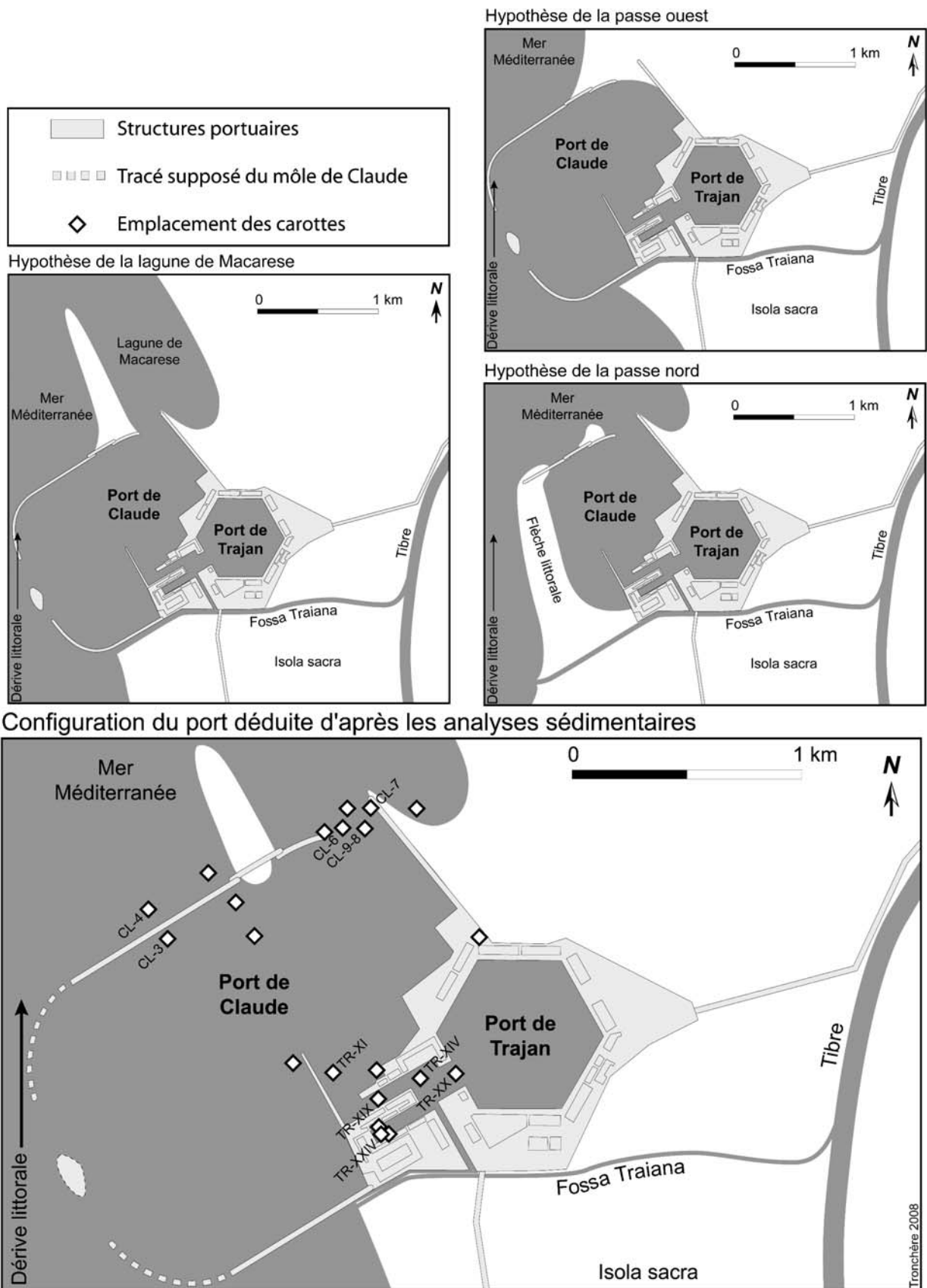


Fig. 29 - Portus. Hypothèses sur la configuration du Portus et résultats basés sur les analyses sédimentaires.

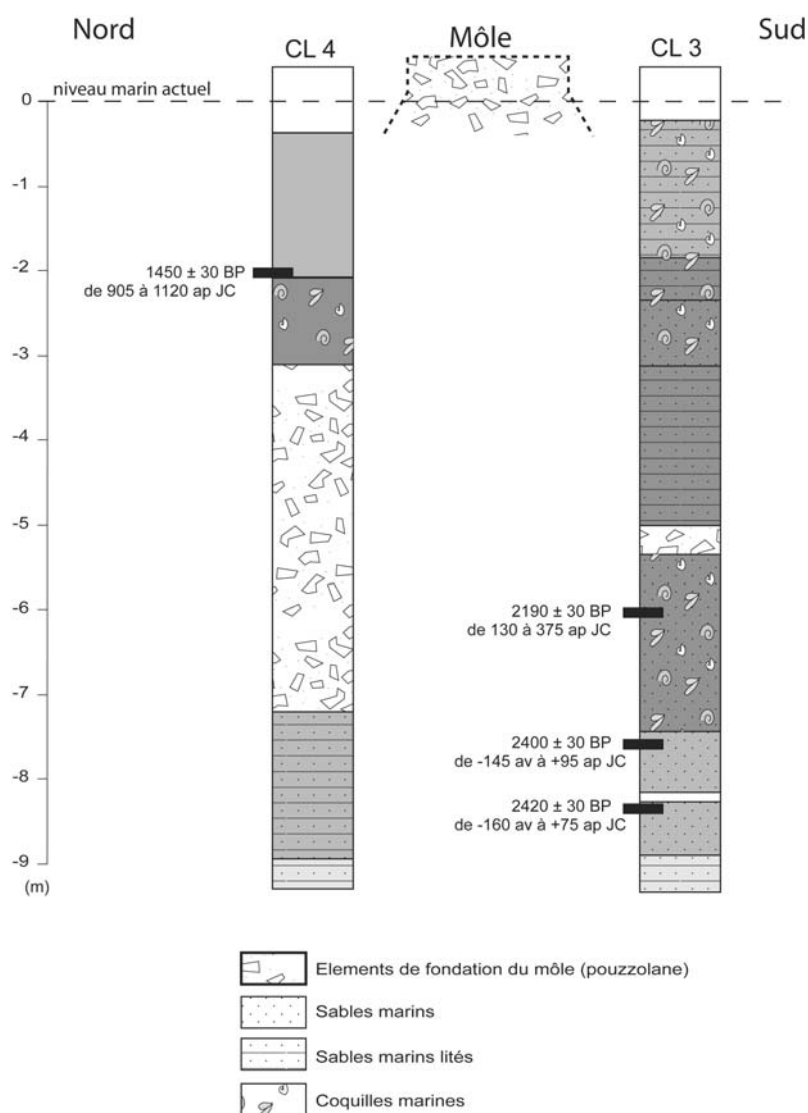


Fig. 30 – Portus. Stratigraphie de la section ouest du mole de Claude.

quais et les môles (fig. 24). Dans le milieu de sédimentation calme que représente un bassin portuaire, les bioindicateurs procurent une précision altimétrique d'ordre centimétrique.

Des lignes de coquillages ont été repérées, cartographiées, mesurées et analysées sur le mole de Claude et dans la Darsena. La datation au radiocarbone de ces organismes indique 2115 ± 30 BP soit 230 à 450 ap. J.-C. Cela indique, qu'au plus tard, au milieu du V^e siècle ap. J.-C. la Darsena et le secteur est du mole de Claude n'étaient plus en connexion / communication avec la mer.

La différence altitudinale entre la ligne de faunes fixées antiques et ces même faunes qui se développent sur les moles du port actuel de Fiumicino est de 80 cm

(données obtenues avec l'aide du topographe U. Colalelli). Le niveau marin biologique antique se situe à -80 cm sous le niveau marin biologique actuel. Autrement dit, depuis le III^e/V^e siècle ap. J.-C., une hausse relative du niveau marin de 80 cm s'est réalisée. Deux paramètres sont en jeu : d'une part un paramètre de subsidence (le delta s'enfonce sous son propre poids) et d'autre part un paramètre eustatique (monté du niveau marin suite au réchauffement climatique). Cet ancien niveau marin biologique calé chronologiquement et altimétriquement va permettre de mieux comprendre le fonctionnement du Portus et de préciser la profondeur des bassins et des fondations des moles à l'époque antique.

Le paysage pré-portuaire

L'étude stratigraphique des carottages réalisés dans le port de Trajan (dont la carotte TR XIX) montre, de la base au sommet, trois séquences sédimentaires distinctes : fluviale, marine et portuaire. La base de l'unité se compose de sédiments fluviaux du Tibre. La transition fluvio-marine brutale, positionnée à -8 m, est datée de 3100 BP soit -980 à -775 av. J.-C. La présence de sédiments marins implique la présence d'une forme en creux dans ce secteur de type paléo-embouchure. L'hypothèse proposée est qu'une embouchure du Tibre se positionnait dans ce secteur jusqu'au X^e/VIII^e siècle av. J.-C. Suite à un changement du cours du Tibre, la paléoembouchure se fait envahir par la mer. Des sédiments marins commencent à se déposer vers -8 m.

Autrement dit, sous le Portus, se trouve la trace de l'ancienne embouchure du Tibre qui se jetait alors en mer selon une orientation est-ouest, beaucoup plus rectiligne qu'aujourd'hui. Au X^e/VIII^e siècle av. J.-C., le fleuve a connu une défluviation qui lui a probablement fait prendre une direction sud avant de reprendre la direction ouest pour déboucher dans la mer, là où sera fondée 5 siècles plus tard la cité d'Ostie sur la rive gauche du méandre. Au I^{er} siècle ap. J.-C., c'est un paysage de type lagunaire que l'on pouvait observer. Au cours du temps la paléoembouchure a dû évoluer en lagune longiligne. Les ingénieurs de l'époque ont dû utiliser les potentialités de cette zone naturellement déprimée pour entamer les travaux.

Ces résultats confirment les travaux du Servizio Geologico Italiano qui publie en 1967 une carte géologique établie à partir de carottages indiquant un ancien cours du Tibre dans ce secteur. En 1986, A. G. Segre publie que cette paléo-embouchure date du X^e siècle av. J.-C. Ces travaux pionniers rendent le choix de Claude et de Trajan plus logique.

La configuration du bassin de Claude : la question des ouvertures

La configuration géographique du bassin de Claude reste très discutée et notamment la localisation des ouvertures (fig. 29). La première hypothèse, émise dès

le XVI^e siècle, implique une ouverture plein ouest encadrée par deux moles enveloppantes construits, en partie, en domaine offshore. La seconde hypothèse, proposée au XX^e siècle, se base sur la présence, à l'ouest, d'un long cordon dunaire formé par les sédiments du Tibre. Cet obstacle naturel contraint une configuration portuaire avec une ouverture au nord. La communication vers le nord pouvant se faire soit vers la mer soit vers l'ancienne lagune de Macarese. Les principaux carottages ont été réalisés le long du mole nord de Claude.

Dans son secteur ouest, la stratigraphie indique non pas un cordon dunaire sur lequel serait venu s'appuyer le mole, mais au contraire, des sédiments marins accumulés sur 9 mètres d'épaisseur (fig. 30). Le mole a donc été construit en domaine offshore. Une carotte réalisée dans le mole montre que ses fondations, composées d'éléments grossiers et de pouzzolane, descendent jusqu'à -7,2 m de profondeur (soit 6,4m sous le niveau marin antique) et reposent sur les sédiments marins datés entre le milieu du II^e siècle av. et le I^{er} siècle ap. J.-C. Une telle assise amène à reconsidérer la façon dont les ingénieurs ont conçu le port de Claude et de façon plus générale les ports à cette époque.

À l'opposé, les carottages réalisés dans le secteur est du mole, montrent une unité marine dont la base est à -3,2 m sous le niveau marin actuel. La base de ces sédiments a été datée entre le milieu du I^{er} siècle ap. et le milieu du III^e siècle ap. J.C. Il y avait bien une communication avec le domaine marin mais de faible profondeur. Il s'agissait d'une entrée secondaire ouverte vers la mer et destinée aux navires de faible tirant d'eau. À l'époque antique, l'épaisseur de la colonne d'eau n'excédait pas 2,4 m. Elle a fonctionné, au plus tard, jusqu'au milieu du IV^e siècle ap. J.-C. Les faunes indiquent que l'entrée nord était en communication avec la mer et non avec un milieu lagunaire.

Le port de Claude était donc muni d'une double entrée et les deux hypothèses de départ n'étaient donc pas antinomiques (fig. 29). Cette double entrée devait générer un courant dans le bassin afin de limiter l'ensablement. Ces premiers résultats géoarchéologiques permettent de faire progresser nos connaissances sur l'histoire des ports et indirectement celle de la navigation.