

1 DOSSIER THÉMATIQUE : GESTES RITUELS. DE LA TRACE À L'INTERPRÉTATION

ACTUALITÉ DE LA RECHERCHE

GÉOSCIENCES ET ARCHÉOLOGIE : INTERACTIONS, COMPLÉMENTARITÉS ET PERSPECTIVES

- 114 Bruno GAVAZZI**
Heureuses rencontres. Vers le développement d'approches intégrées en géosciences et archéologie
- 119 Jean-Paul BRAVARD**
Dialogue interdisciplinaire : de l'unité stratigraphique aux interactions culture-environnement
- ▶ **129 Ferréol SALOMON**
Les origines d'Ostie : quelles interactions avec la dynamique d'embouchure ? (Delta du Tibre, Italie)
- 141 Quentin BORDERIE, Rowena Y. BANERJEA, Stéphane BONNET, Yannick DEVOS, Cristiano NICOSIA, Christophe PETIT, Ferréol SALOMON, Nathalie SCHNEIDER, Barbora WOUTERS, & Patrice WUSCHER**
Géoarchéologies des contextes urbains : mieux comprendre les modalités de l'artificialisation des géosystèmes
- 158 Patrice WUSCHER, Christophe JORDA, Quentin BORDERIE, Nathalie SCHNEIDER & Laurent BRUXELLES**
De la formation géologique à la tranchée : trouver et comprendre les sites archéologiques menacés par les travaux d'aménagement du territoire
- 176 Morgan MILLET & Michel GUÉLAT**
Les vestiges antiques de Rennaz-Noville (Vaud, Suisse) et leur contexte sédimentaire : nouvelles évidences de l'écroulement du *Tauredunum*
- 188 Théophile PIAU, François BÉTARD, Fabienne DUGAST, Gilles ARNAUD-FASSETTA & Vincent VIEL**
Dynamique géomorphologique holocène et occupation humaine dans le bassin-versant de l'Eure (Bassin de Paris, France) : potentiels d'une approche géoarchéologique multiscalaire et diachronique
- 205 Dominique SCHWARTZ, Vincent ROBIN, Pierre ADAM, Philippe SCHAEFFER, Anne GEBHARDT, Pierre-Alexis HERRAULT, Benjamin KELLER, Daniele DAPIAGGI, Claire STEVENEL, Maxime THISS, Martine TRAUTMANN & Damien ERTLEN**
Les géosciences au service de l'archéologie agraire. Une étude de cas sur les rideaux de culture de Goldbach (68)
- 217 Étienne MANTEL, Stéphane DUBOIS, Jonas PARÉTIAS, Victor VISQUESNEL-SCHLOSSER, Corentin VOISIN, Bruno GAVAZZI & Matthieu RICHARD**
Étudier l'occupation d'une ville : les enjeux du PCR « Topographie générale et insertion territoriale de l'agglomération antique de *Briga* »
- 231 Charlène MOREL**
Un modèle pour comprendre l'influence de l'état de la recherche, des processus post-déposition et de l'attractivité sur la découverte des sites archéologiques dans le Kochersberg (Bas-Rhin, Alsace, Grand-Est, France)
- 241 Lizzie SCHOLTUS**
Spatialisation des découvertes, modélisation du passé. L'informatique au service de l'archéologie
- 254 Guillaume HULIN & François-Xavier SIMON**
Inrap et géophysique : vers une approche raisonnée
- 260 Hugo REILLER, Matthieu FUCHS, & Bruno GAVAZZI**
Approche multi-méthodes expérimentale pour l'étude d'un site d'occupation romaine et médiévale à Horbourg-Wihr
- 272 François-Xavier SIMON, Julien GUILLEMOTEAU, Guillaume HULIN, Joachim RIMPOT, Julien THIESSON & Alain TABBAGH**
De nouvelles perspectives pour les applications des méthodes électromagnétiques basse fréquence en archéologie
- 283 Rémy WASSONG & Bruno GAVAZZI**
Apport des prospections magnétiques haute résolution à la compréhension d'un habitat protohistorique : l'exemple du site de hauteur fortifié du Maimont
- 294 VARIA**

LES ORIGINES D'OSTIE : QUELLES INTERACTIONS AVEC LA DYNAMIQUE D'EMBOUCHURE ? (DELTA DU TIBRE, ITALIE)

Ferréol SALOMON¹

¹ UMR 7362 Laboratoire Image, Ville, Environnement ; UNISTRA/CNRS ;
ferreol.salomon@live-cnrs.unistra.fr

RÉSUMÉ

Les origines d'Ostie ont fait l'objet de nombreuses études archéologiques et historiques. Selon les auteurs anciens, la fondation d'Ostie est attribuée à Ancus Martius qui aurait régné entre 646 et 616 av. J.-C. Cependant les données archéologiques disponibles à Ostie ne permettent pas de remonter avant le IV^e/III^e s. av. J.-C. Dans cet article nous nous proposons d'examiner ce désaccord chronologique dans une perspective géoarchéologique.

À partir d'une synthèse géomorphologique et chronostratigraphique, on observe que l'éventuelle Paléo-Ostia d'Ancus Martius aurait été fondée à la fin d'une période de forte progradation (IX^e et VI^e s. av. J.-C.) et au début d'une longue période d'érosion du lobe d'embouchure.

Au cours de cette même période, le chenal d'embouchure du Tibre migre vers le sud jusqu'au IV^e/III^e s. av. J.-C. Il semble ainsi inévitable qu'un éventuel noyau de peuplement fondé à l'embouchure même du Tibre à la fin du VII^e s. av. J.-C. aurait été rapidement affecté par une érosion littorale et possiblement fluviale.

The origins of Ostia have been the subject of numerous archaeological and historical studies. According to ancient authors, the foundation of Ostia is attributed to Ancus Martius who would have reigned between 646 and 616 BCE. However, archaeological data available at Ostia do not support the existence of the city before the 4th-3rd century BCE. In this article we examine this chronological disagreement through a geoarchaeological perspective.

Based on geomorphological and chronostratigraphic data available for the Tiber Delta, we observe that the timing of the foundation of Paleo-Ostia by Ancus Martius corresponds to the end of a period of strong progradation (9th – 6th BCE) and to the beginning of a long period of erosion of the river mouth promontory. During this same period, the lowermost channel of the Tiber migrated towards the south until the 4th – 3rd century BCE. Thus, it seems inevitable that any settlement founded right at the mouth of the Tiber at the end of the 7th century BCE would have been eroded by the combined action of the river and the waves in the middle of the 1st millennium BCE.

MOTS-CLÉS

Géoarchéologie,
géomorphologie fluvio-littorale,
antiquité romaine,
Ostie,
Paléo-Ostia,
embouchure,
delta du Tibre,
Italie.

KEYWORDS

Geoarchaeology,
geomorphology,
Roman period,
Ostia,
Palaeo-Ostia,
river mouth,
Tiber delta,
Italy.

Article accepté après évaluation par deux experts selon le principe du double anonymat

Les origines d'Ostie font l'objet d'un large débat depuis le XIX^e s. Le cœur du problème est l'inadéquation entre les données historiques et les données archéologiques. La tradition littéraire antique fait remonter la fondation d'Ostie à Ancus Martius, quatrième des sept rois de Rome (646 à 616 av. J.-C. d'après la chronologie de Varron), alors que les faits archéologiques font remonter sa fondation au IV^e/III^e s. av. J.-C. [1]. Cette datation est associée à la forteresse primitive d'Ostie, le *castrum*. Cette forteresse marque profondément l'urbanisme de la ville pour les époques républicaine et impériale. Elle fut découverte et fouillée par G. Calza [2].

Dans cette querelle entre la tradition littéraire et des faits archéologiques, la géoarchéologie tente elle aussi d'apporter des éléments de réflexion. En accord

avec J. Le Gall [3], A.G. Segre [4] et C. Giraudi [5], il est selon nous essentiel d'associer le destin de la ville d'Ostie à celui de l'évolution de l'embouchure du Tibre. Dès l'origine, la ville est intimement liée à cette embouchure. Le nom même d'Ostie (*Ostia*) est inspiré du terme *ostium* qui signifie « embouchure » en latin. Cependant, une d'embouchure est un point extrêmement mobile dans l'espace et dans le temps, dépendant tout autant de la position du littoral que du chenal du fleuve. Des travaux récents montrent que l'embouchure du Tibre a affecté l'Ostie archéologique [6]. La « Paléo-Ostia » des textes aurait elle aussi pu être touchée par cette dynamique d'embouchure. Nous souhaitons ici tester cette hypothèse.

Depuis maintenant 20 ans, de nombreuses opérations géoarchéologiques ont été réalisées à Portus et à Ostie. Nous proposons ici une synthèse des données morphologiques et chronostratigraphiques renseignant les modifications littorales et fluviales survenues à l'embouchure du Tibre au cours du 1^{er} millénaire av. J.-C. (fig. 1). Nous proposons ensuite de replacer la fondation de la Paléo-Ostia d'Ancus Martius dans le contexte morpho-dynamique de l'embouchure du Tibre du milieu du 1^{er} millénaire avant J.-C.

- [1] MARTIN 1996 ; ZEVI 1996 ; 2001 ; 2002.
- [2] CALZA *et al.* 1953.
- [3] LE GALL 1953, p. 64.
- [4] SEGRE 1986.
- [5] GIRAUDI, TATA & PAROLI 2009.
- [6] SALOMON *et al.* 2018.

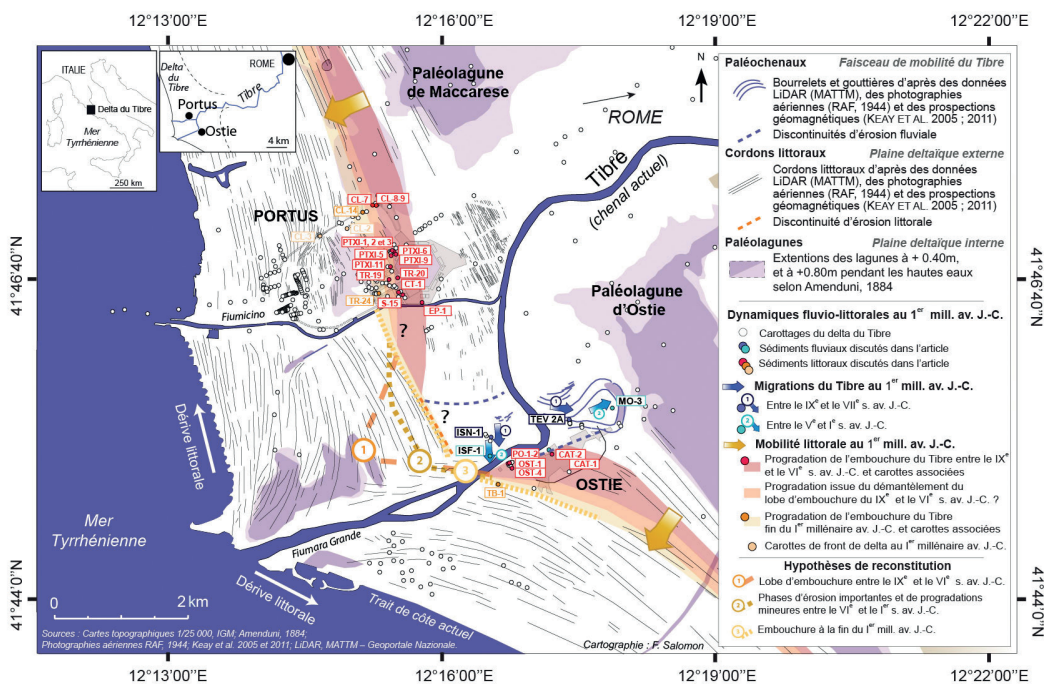


Figure 1
 Carte synthétique des données disponibles pour reconstituer la dynamique de l'embouchure du Tibre au milieu du 1^{er} millénaire av. J.-C. (F. Salomon).

CONTEXTE HISTORIQUE ET ARCHÉOLOGIQUE

Les textes antiques s'accordent tous pour attribuer la paternité de la fondation d'Ostie à Ancus Martius [7]. Si la plupart des auteurs ne s'attardent pas sur la question, quelques-uns apportent quelques précisions. Ainsi, Tite-Live [8] nous fait-il savoir que la fondation d'Ostie fait suite à la conquête du delta du Tibre sous Ancus Martius. Selon ce même auteur, la création de la ville fut accompagnée par la construction de salines. Aurelius Victor [9] et Ennius [10] lui attribuent déjà un rôle de port, mais cette fonction pourrait être plus tardive [11]. La première mention historique précise d'Ostie ne date que des années précédant 278 av. J.-C. [12], alors que des navires carthaginois y furent envoyés pour défendre Rome contre Pyrrhus [13]. Rome manquait à cette époque d'une force navale suffisante. Pendant la première guerre punique, c'est de Rome que partiront les bateaux, et non d'Ostie [14].

À l'entrée « Ostia » du *De verborum significatu* du lexicographe Festus [15], le commentaire est pour le moins troublant [16]. Festus dénonce un abus de langage dans le fait d'utiliser « Ostia » au pluriel. Il n'y aurait selon lui qu'une seule ville d'Ostie, fondée par Ancus Martius qui lui donna son genre féminin (*ostium*, l'embouchure, est neutre, Ostia, la ville, est féminin). Il précise que l'on doit utiliser « Ostia » pour la ville et pour la colonie fondée ensuite, mais en aucun cas cela ne justifie pour lui l'utilisation du pluriel. Le pluriel « Ostiae », qui semble un abus de langage, est-il dû uniquement au changement de statut de la ville ou à plusieurs sites successifs d'Ostie ? Est-il aussi possible d'envisager que plusieurs embouchures aient existé simultanément avec une Ostie composée de plusieurs sites ?

Les inscriptions sont une autre source textuelle. Elles offrent une information directe, n'ayant subi aucune reformulation ou faute de transcription au cours du temps. Malheureusement, une seule inscription mentionne les origines d'Ostie qu'elle place sous Ancus

Martius et sa date est tardive (II^e s. ap. J.-C.). Cette inscription illustrerait plutôt une tradition historique romaine déjà bien établie [17].

Les découvertes archéologiques ne peuvent guère nous faire remonter avant le IV^e s. av. J.-C. [18]. Ce bâtiment est couramment daté du IV^e/III^e s. av. J.-C., mais sa datation peut varier entre la fin du V^e s. et le début du III^e s. av. J.-C. [19]. Il s'agit d'une construction en tuf à scories élevée selon un plan rectangulaire et dont les dimensions sont de 194 x 126 m. Le *castrum* fixe le *cardo* et le *decumanus* de la ville. Autour de cette forteresse, des constructions commencent à s'installer à partir du III^e s. av. J.-C. [20]. Le *castrum* est le cœur de l'Ostie républicaine et impériale. Les indices archéologiques disponibles attestant d'une origine plus haute de la ville se réduisent à quelques céramiques, terres cuites, statuettes etc. en des quantités et des concentrations qui ne permettent pas de conclure à la présence d'un site d'implantation précis [21].

Si une Ostie antérieure au *castrum* a existé (Paléo-Ostia), elle ne se trouverait peut-être pas dans l'enceinte de ce *castrum*. Depuis le XIX^e s., archéologues et historiens ont proposé de nombreuses hypothèses pour la localisation de Paléo-Ostia. En 1829, L. Canina (fig. 2) proposait une localisation originelle d'Ostie proche du *Borgo* actuel d'*Ostia Antica* [22]. Selon lui, Paléo-Ostia se serait déplacée vers l'ouest en suivant la progradation du rivage et de l'embouchure du Tibre (fig. 2). Le déplacement du centre urbain d'Ostie était déjà associé à une possible mobilité de l'embouchure au 1^{er} millénaire av. J.-C. Au XX^e s., l'hypothèse d'un sanctuaire archaïque est proposée à la place d'Ostie avec la découverte de terres cuites architecturales datées entre la fin du VI^e s. av. J.-C. et le IV^e s. av. J.-C. auxquelles F. Zevi ajoute une sculpture architecturale du V^e s. av. J.-C. [23]. F. Coarelli [24] propose une hypothèse originale puisqu'il localise Paléo-Ostia non plus sur la rive gauche mais sur la rive droite du Tibre. Il appuie son hypothèse sur des critères topographiques renseignés

[7] Cicéron, *République*, II, 3, 5 et 18, 33 ; Eutrope, I ; Polybe VI, 11a, 6 ; Florus I, 4, 2 ; Pline *Histoire naturelle*, III.56 ; Strabon, V, 3, 5.

[8] Tite-Live, I, 33, 6-9.

[9] Aurelius Victor, *De viris illustribus*, V, 3.

[10] Ennius, *Histoires*, Frag. 22.

[11] Zevi 2001b.

[12] LE GALL 1953, p. 64.

[13] Valère Maxime, III, 10.

[14] Polybe, I, 29 ; Florus, II, 2.

[15] Festus, s.v. Ostia, p. 214 Lindsay.

[16] CÉBEILLAC-GERVASONI, CALDELLI & ZEVI 2006, p. 22.

[17] CÉBEILLAC-GERVASONI, CALDELLI & ZEVI 2006 ; CIL, XIV, Suppl. 4338.

[18] ZEVI 2001, 2002.

[19] CALZA *et al.*, 1953 ; MARTIN 1996 ; ZEVI, 2001, 2002.

[20] ZEVI 2001a.

[21] ZEVI 2002.

[22] CANINA 1838.

[23] MINGAZZINI 1947 ; ZEVI 1971.



Figure 2

Hypothèse de la localisation d'Ostie comme une « course à la mer » d'après Canina (1829). On y voit apparaître les mentions « Ostie des rois », à l'est, et « Ostie impériale », à l'ouest, dans le sens d'une progression du littoral vers l'ouest (L. CANINA, 1829).

par les auteurs anciens, en l'occurrence Denys d'Halicarnasse [25]. Paléo-Ostia fut aussi positionnée loin de l'embouchure. J. R. Brandt [26] suppose que Ficana ait été la première Ostie, sur le Monte Cugno à l'apex du delta du Tibre. D'autres auteurs, comme J. Le Gall [27], A. G. Segre [28], C. Giraudi [29] proposent une mobilité fluvio-littorale et supposent que la ville aurait suivi l'embouchure.

CONTEXTE GÉOARCHÉOLOGIQUE

Lorsque l'on se penche aujourd'hui sur une carte du delta du Tibre, on ne peut qu'être frappé par le tracé très particulier du fleuve. Pénétrant dans la plaine deltaïque, le chenal du Tibre adopte un tracé général d'est en ouest. Au lieu de poursuivre cette trajectoire et se jeter directement dans la mer, le Tibre change brusquement de direction à environ 5 km du littoral actuel pour s'orienter vers le sud. Il s'agit de la grande courbure du Tibre qui mène au site antique d'Ostie. Cette configuration laisse ainsi penser qu'un changement majeur du tracé du Tibre se serait produit, à une période donnée, vers le sud. Dans la partie

distale du delta, le Tibre aurait abandonné le compartiment central pour occuper le compartiment sud. Selon de nombreux auteurs, une défluviation se serait produite entre le IX^e s. et le IV^e s. av. J.-C. [30]. Une telle reconstitution postulerait ainsi en faveur d'une localisation possible de Paléo-Ostia dans le secteur de Portus.

Le premier à poser une telle hypothèse est A.G. Segre en 1967 dans une note explicative à la carte géologique [31]. Par rapport aux recherches plus récentes, Segre propose une datation assez basse de cette défluviation, la faisant remonter seulement au V^e/III^e s. av. J.-C. Segre semble s'être inspiré de l'inadéquation « textes-vestiges archéologiques » pour créer son cadre chronologique. Depuis une dizaine d'années, les données chronostratigraphiques se sont accumulées. Des dépôts mis en place sous influence fluviale en-dessous de Portus furent observés par plusieurs équipes de recherche [32]. Ces données suggèrent une forte influence fluviale dans les dépôts pré-portuaires de Portus datant de la première moitié du 1^{er} millénaire av. J.-C. Des dépôts similaires datés de la même époque furent aussi observés sous le port d'Ostie [33]. Plus récemment des études paléoenvironnementales

[24] COARELLI 1988.

[25] Denys d'Halicarnasse, III, 44, 4.

[26] BRANDT 2002.

[27] LE GALL 1953.

[28] SEGRE IN DRAGONE *et al.* 1967 ; SEGRE 1986.

[29] GIRAUDI 2009.

[30] DRAGONE *et al.* 1967 ; SEGRE 1986 ; GIRAUDI, TATA & PAROLI 2007 ; 2009 ; BELLOTTI *et al.* 2011.

[31] SEGRE in DRAGONE *et al.* 1967.

[32] GIRAUDI, TATA & PAROLI 2007 ; 2009 ; GOIRAN *et al.* 2008 ; 2010.

[33] GOIRAN *et al.* 2014 ; HADLER *et al.* 2015.

dans le delta du Tibre ont permis d'apporter des clés d'identification pour les dépôts fluviaux et littoraux en contexte d'embouchure [34].

La publication de nombreux résultats issus de prospections géomagnétiques [35] et l'acquisition récente de données LiDAR [36] permettent aujourd'hui de compléter l'interprétation des photographies aériennes et satellites. Des traces de paléochenaux du Tibre sont observables dans la zone du paléoméandre d'Ostie [37] et au sud de l'Isola Sacra [38] (fig. 1). Partout ailleurs, la plaine de progradation du Tibre est recouverte de cordons littoraux (fig. 1). Dans cet article nous nous proposons de synthétiser ces données morphologiques de surface et de les combiner avec les informations issues des travaux géoarchéologiques effectués de Portus [39] à Ostie [40].

SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOMORPHOLOGIQUES ET CHRONOSTRATIGRAPHIQUES DISPONIBLES POUR RECONSTRUIRE L'ÉVOLUTION DE L'EMBOUCHURE DU TIBRE AU 1^{ER} MILLÉNAIRE AV. J.-C.

Cette synthèse s'appuie sur un travail cartographique et chronologique. La figure 1 synthétise des données paléo-morphologiques essentielles pour reconstruire les dynamiques passées du delta du Tibre. Elle présente aussi la localisation des carottages sélectionnés pour cette étude. La figure 2 combine les datations au radio-carbone disponibles pour reconstruire la dynamique d'embouchure du Tibre au 1^{er} millénaire av. J.-C.

La plaine deltaïque du Tibre présente trois ensembles géomorphologiques distincts : la plaine deltaïque interne, la plaine deltaïque externe et le faisceau de mobilité du Tibre (fig. 1). La plaine interne est occupée

par des paléolagunes qui ont été bonifiées à la fin du XIX^e s. Elles ont été cartographiées à partir des cartes d'Amenduni géoréférencées [41]. La plaine externe correspond à la plaine de progradation du delta du Tibre. Cet espace est caractérisé en surface par des cordons littoraux mis en place depuis le milieu de l'Holocène [42]. De nombreux cordons ont été cartographiés sur la base de photographies aériennes prises par la *Royal Air Force* pendant la Seconde Guerre mondiale [43]. Le delta du Tibre était alors encore très peu urbanisé. D'autres cordons littoraux ont été identifiés à partir de données LiDAR [44], et d'images issues de prospections géomagnétiques [45]. Enfin, le faisceau de mobilité du Tibre qui traverse d'est en ouest la plaine deltaïque interne et externe, est marqué par des morphologies fluviales. Parmi celles-ci, le plus significatif est le paléoméandre d'Ostie. Ce dernier a pu être cartographié avec précision grâce à une photographie prise par ballon en 1911 [46]. D'autres morphologies fluviales peuvent aussi être observées comme les bourrelets de convexité sur les photographies aériennes au nord du paléoméandre d'Ostie [47] et sur des images issues de prospections géophysiques au sud de l'Isola Sacra [48].

Les points de carottage proviennent d'une base de données qui réunit stratigraphies et datations absolues obtenues sur le delta du Tibre (fig. 1) [49]. Les données littorales sont issues principalement d'études menées à Portus [50] et à Ostie [51]. Les données fluviales sont une synthèse de publications s'intéressant au paléoméandre d'Ostie [52] ou aux paléochenaux d'embouchure [53]. Sur la figure 3, seules les datations des carottes réalisées en milieu fluvial et littoral avec des datations du 1^{er} millénaire av. J.-C. ont été reportées. Les datations issues des cordons littoraux mis en place antérieurement et postérieurement ne sont pas présentées dans cet article. La description

[34] SALOMON 2013 ; SALOMON *et al.* 2018.

[35] KEAY *et al.* 2005 ; KEAY & PAROLI 2011 ; GERMONI *et al.* 2018.

[36] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – MATTM – Geoportale Nazionale.

[37] ARNOLDUS-HUYZENDVELD & PAROLI 1995 ; SHEPHERD 2006 ; SALOMON *et al.* 2017.

[38] GERMONI *et al.* 2018.

[39] Principalement : GIRAUDI, TATA & PAROLI 2009 ; GOIRAN *et al.* 2010 ; SALOMON *et al.* sous presse.

[40] Principalement : GOIRAN *et al.* 2014 ; HADLER *et al.* 2015 ; SALOMON *et al.* 2018.

[41] AMENDUNI 1884.

[42] BELLOTTI *et al.* 1994 ; GIRAUDI 2004 ; BICKET *et al.* 2009.

[43] Aerofototeca Nazionale, Rome - RAF, 1944.

[44] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – MATTM – Geoportale Nazionale.

[45] KEAY *et al.* 2005 ; KEAY & PAROLI 2011 ; GERMONI *et al.* 2018.

[46] SHEPHERD 2006 ; SALOMON *et al.* 2017.

[47] Aerofototeca Nazionale, ROME - RAF, 1944.

[48] GERMONI *et al.* 2018.

[49] SALOMON *et al.* 2013.

[50] GIRAUDI, TATA & PAROLI 2009 ; GOIRAN *et al.* 2011 ; SALOMON 2013.

[51] GOIRAN *et al.* 2014 ; HADLER *et al.* 2015 ; SALOMON *et al.* 2018.

[52] SALOMON *et al.* 2017 ; HADLER *et al.* 2020.

[53] SALOMON, GOIRAN, PLEUGER, *et al.*, 2014 ; SALOMON *et al.* 2018, sous presse.

des stratigraphies est disponible dans les publications d'où ont été extraites les données présentées (**tableau 1**). La plupart des datations proviennent de carottages réalisés dans les bassins portuaires d'Ostie et Portus ou dans les canaux de Portus. Seules les parties inférieures de ces carottes ont été considérées pour cet article. Les dépôts portuaires ou de canaux ont été retirés. Cependant, quelques carottes présentent les stratigraphies originelles littorales (S15, CAT-2, OST-4, EP-1, CL-4 et TB-1) ou fluviales (ISF-1, MO-3 et TEV-2A) jusqu'à la surface actuelle.

Les datations par radiocarbone de la figure 3 ont toutes été recalibrées sur OxCal [54]. La courbe de calibration IntCal13.14c a été utilisée pour calibrer le matériel organique d'origine terrestre (matière organique, fragments de végétaux, bois, os charbons) [55]. Pour le matériel d'origine marine, la courbe de calibration marine Marine13.14c a été utilisée [56], avec une correction du delta R pour les coquilles marines ($\Delta R = 57 \pm 30$) et pour les posidonies ($\Delta R = 72 \pm 30$). Cet âge réservoir local a été calculé pour les côtes du Latium et publié il y a quelques années [57]. Sur la figure 3 les couleurs des dates calibrées et corrigées correspondent au matériel daté.

Pour la reconstruction de la dynamique fluviale, seul l'indicateur chronologique a été reporté sur la figure 3.A. Chaque groupe de date est associé à la carotte analysée. En revanche les dates issues de dépôts littoraux ont été reportées sur un diagramme âge-profondeur (**fig. 3.B**). Il est ainsi possible de mettre en lien la sédimentation avec l'évolution du niveau marin relatif. Peu de données sont disponibles pour reconstruire l'évolution du niveau marin dans le delta du Tibre au cours de ces trois derniers millénaires. La courbe relative reconstruite ici se base sur le niveau marin biologique identifié sur le môle nord de *Portus* et daté du III^e/V^e s. ap. J.-C. [58]. Pour des modélisations du niveau marin relatif au niveau régional (Latium), nous renvoyons aux publications de Lambeck *et al.* [59] et Vacchi *et al.* [60]

[54] <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/OxCal.html>

[55] REIMER *et al.* 2013.

[56] *Ibid.*

[57] GOIRAN *et al.* 2011, p. 174.

[58] GOIRAN *et al.* 2009.

[59] LAMBECK *et al.* 2010.

[60] VACCHI *et al.* 2016.

CAROTTES SÉDIMENTAIRES	LOCALISATION	DONNÉES SÉLECTIONNÉES	TYPES DE DÉPÔT	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
MO-3	Fiume Morto	Paléoméandre d'Ostie	Fluvial	SALOMON <i>et al.</i> 2017
TEV-2A	Fiume Morto	Paléoméandre d'Ostie	Fluvial	HADLER <i>et al.</i> 2020
ISF-1	Sud de l'Isola Sacra	Paléochenal d'embouchure	Fluvial	SALOMON <i>et al.</i> 2014 ; 2018
ISN-1	Sud de l'Isola Sacra	Paléochenal d'embouchure (dépôts de canaux exclus)	Fluvial	SALOMON <i>et al.</i> sous presse
CT-1 ; PTXI-1, 2, 3, 5, 6, 9, 11 ; EP-1	Portus	Environnements pré-portuaires (dépôts de canaux exclus)	Littoral	SALOMON 2013
CL-2, 3, 7, 8-9, 14 ; TR-19, 20, 24	Portus	Environnements pré-portuaires (dépôts portuaires exclus)	Littoral	GOIRAN <i>et al.</i> 2010 ; 2011
S15	Portus	Environnements pré-portuaires	Littoral	GIRAUDI <i>et al.</i> 2009
PO-1, 2	Ostie	Environnements pré-portuaires (dépôts portuaires exclus)	Littoral	GOIRAN <i>et al.</i> 2012 ; GOIRAN <i>et al.</i> 2014
OST-1, 4	Ostie	Environnements pré-portuaire (dépôts portuaires exclus)	Littoral	HADLER <i>et al.</i> 2015
CAT-1, 2	Ostie	Paléodynamiques deltaïques sous Ostie	Littoral	SALOMON <i>et al.</i> 2018

Tableau 1

Carottes sédimentaires et types de dépôts associés – Les dépôts pré-portuaires ou pré-canaux du 1^{er} millénaire av. J.-C. ont été uniquement sélectionnés pour cette étude.

DYNAMIQUES FLUVIALES AU 1^{ER} MILLÉNAIRE AV. J.-C. : UNE MIGRATION VERS LE SUD

En sédimentologie, l'identification de la charge de fond du fleuve est essentielle pour attester de la présence d'un paléochenal. Pour le delta du Tibre, ce faciès a été analysé précisément dans les canaux de Portus [61] et dans le paléoméandre d'Ostie [62]. Il s'agit d'un dépôt de sables moyens à grossiers avec des petits graviers entre 2 et 4 mm. Parfois des galets de taille centimétrique peuvent aussi être observés. Plus proche de l'embouchure, les paléochenaux du Tibre présentent une intercalation fine de passées de sables fins à grossiers et de petits graviers [63].

Pour le 1^{er} millénaire av. J.-C., les sédiments fluviaux les plus anciens ont été retrouvés dans la carotte TEV-2A réalisée dans le pincement du pédoncule du paléoméandre d'Ostie [64], et à la base de la carotte ISN-1 réalisée dans le canal Portus-Ostie [65]. Cette mobilité fluviale est datée entre le IX^e et le VII^e s. av. J.-C. Des sédiments fluviaux plus récents, datés entre le V^e et le I^{er} s. av. J.-C., ont été identifiés dans la carotte MO-3, réalisée dans les derniers bourrelets de convexités en face de l'apex du paléoméandre d'Ostie et dans la carotte ISF-1, prélevée sur la rive droite du Tibre actuel en face de la Torre Bovacciana.

La combinaison de ces données chrono-sédimentaires confirme le modèle général d'évolution du paléoméandre d'Ostie et du paléochenal d'embouchure du Tibre esquissé et publié récemment [66]. Le 1^{er} millénaire av. J.-C. est caractérisé par une migration du paléochenal d'embouchure du Tibre du nord vers le sud et par la formation du paléoméandre d'Ostie vers l'est. Il est possible aussi que le paléochenal d'embouchure se soit contracté au cours de ce millénaire. Le faisceau de mobilité du Tibre à la fin de l'Holocène se trouve dans la zone sud de l'Isola Sacra. Il est limité au nord par les dépôts de cordons littoraux identifiés par prospections géomagnétiques [67], et au sud par les carottes OST-4 et CAT-2 qui présentent une sédimentation uniquement littorale pour le 1^{er} millénaire av. J.-C. [68]. Entre le IV^e/III^e s. et le I^{er} s. av. J.-C.,

le paléochenal du Tibre au nord du *castrum* d'Ostie se déplacera légèrement vers le nord [69]. Au cours du 1^{er} millénaire av. J.-C., il est envisageable que le chenal du Tibre ait aussi emprunté différents paléochenaux de manière simultanée dans l'espace de mobilité du Tibre défini précédemment [70].

DYNAMIQUES LITTORALES AU 1^{ER} MILLÉNAIRE AV. J.-C. : FORMATION D'UN IMPORTANT LOBE D'EMBOUCHURE SUIVI DE SON ÉROSION

Les stratigraphies littorales de Portus à Ostie présentent toutes une stratigraphie similaire [71]. Il s'agit de dépôts sableux très bien triés avec de fines laminations horizontales limono-sableuses à sablo-limoneuses. Cette régularité des dépôts est interrompue à des profondeurs allant de 9 m à 6 m sous le niveau marin actuel. Entre ces profondeurs, on observe alors des laminations obliques et entrecroisées, un mauvais tri des particules et une interstratification de niveaux sableux, limoneux et organiques. Ces niveaux organiques ont souvent été prélevés pour datation aussitôt la carotte extraite. Ces dépôts entre 9 et 6 m ont été interprétés comme étant associés aux barres immergées le long du littoral [72]. En-dessous de ces niveaux de barres immergées le grain moyen est inférieur à 200 µm (sables fins à très fins), et prend des valeurs supérieures à 200 µm au-dessus (sables moyens à grossiers) [73].

Une forte progradation du trait de côte entre le IX^e et le VI^e s. av. J.-C. avait déjà été identifiée sous Ostie [74]. Ce travail de synthèse démontre que cette progradation peut être observée d'Ostie à Portus. Les carottes CAT-2 et OST-4 à Ostie mais aussi S15 et EP-1 à Portus sont essentielles. La sédimentation peut être suivie de la base des carottes, à environ 10m de profondeur, jusqu'à la surface. Ces carottes, en particulier, démontrent la progradation du trait de côte dans la première partie du 1^{er} millénaire av. J.-C. Les datations au radiocarbone réalisées dans les 7 premiers mètres sous le niveau marin actuel mais

[61] SALOMON et al. 2014.

[62] SALOMON et al. 2017.

[63] SALOMON et al. 2014 ; 2018.

[64] HADLER et al. 2020.

[65] SALOMON et al. sous presse.

[66] SALOMON et al. 2017 ; 2018.

[67] KEAY & PAROLI 2011 ; GERMONI et al. 2018.

[68] HADLER et al. 2015 ; SALOMON et al. 2018.

[69] SALOMON et al. 2018.

[70] *Ibid.* ; HADLER et al. 2020.

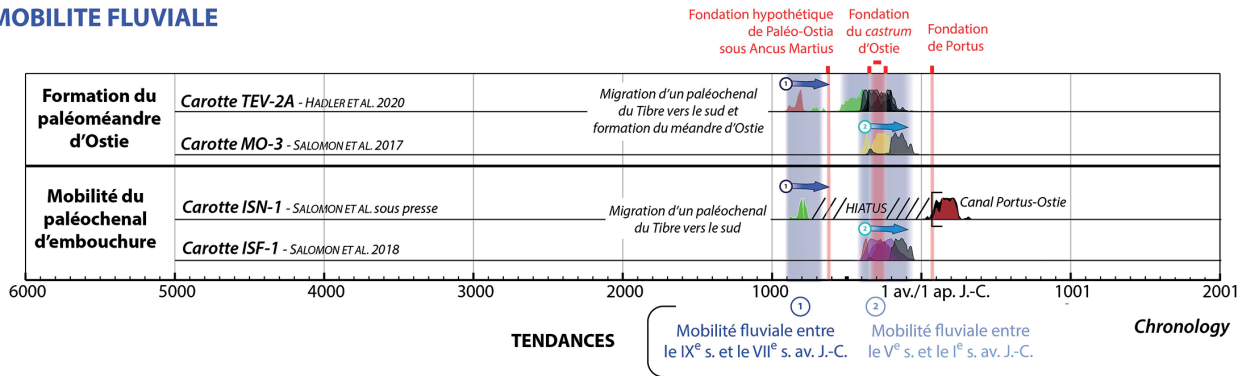
[71] GIRAUDI, TATA & PAROLI, 2009 ; SALOMON 2013 ; GOIRAN et al. 2014 ; HADLER et al. 2015.

[72] SALOMON 2013 ; voir NOLI, DE GIROLAMO & SAMMARCO 1996 pour la caractérisation sédimentaires des barres immergées du delta du Tibre dans l'actuel delta.

[73] SALOMON 2013.

[74] SALOMON et al. 2018.

A. MOBILITE FLUVIALE



B. MOBILITE LITTORALE - Datations des cordons littoraux du 1^{er} millénaire av. J.-C.

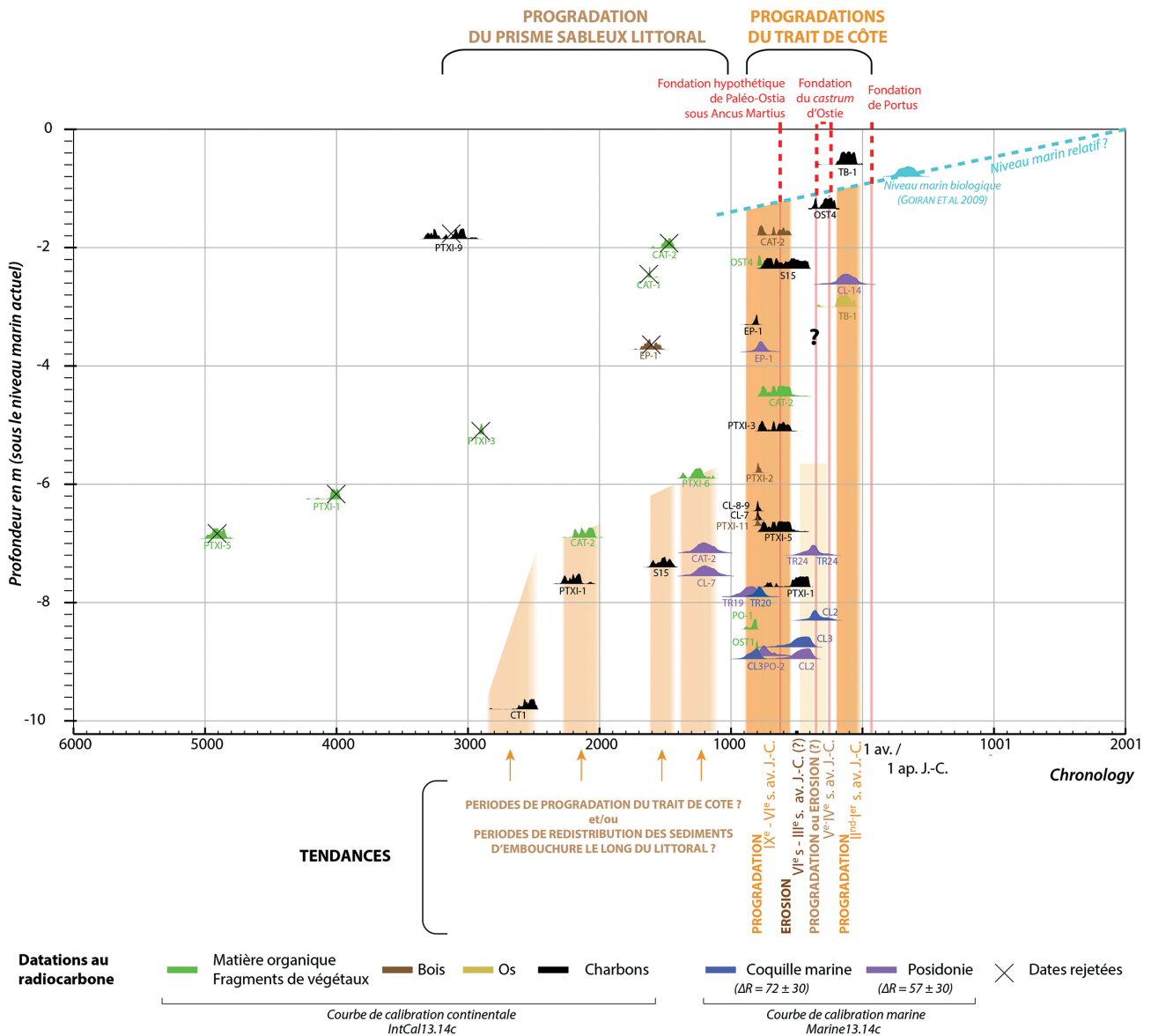


Figure 3

Chronologie de la mobilité fluviale et littorale du I^{er} millénaire av. J.-C. à l'embouchure du Tibre (F. Salomon). Les résultats de cette synthèse pourraient suggérer que le castrum était un site de repli face à l'érosion fluviale et littorale.

bien antérieures au 1^{er} millénaire av. J.-C. ont été rejetées de l'interprétation (**fig. 3**). Il s'agit d'éléments organiques remobilisés par le fleuve et déposés en domaine littoral. Nous rappelons ici que les carottes sélectionnées dans ce travail sont issues uniquement du groupe de cordons littoraux mis en place au 1^{er} millénaire av. J.-C. Les sables déposés entre 6 et 10 m de profondeur sous le niveau marin actuel et juste antérieur au 1^{er} millénaire av. J.-C. correspondent à la mise en place du front de delta (domaine littoral immergé).

La forte courbure des cordons littoraux observée en plan au sud d'Ostie suggère la formation d'un lobe d'embouchure émergé pénétrant assez loin le domaine marin entre le IX^e et le VI^e s. av. J.-C. (**fig. 1**). Une inflexion similaire des cordons littoraux peut être observée plus à l'ouest de la plaine deltaïque du Tibre, de part et d'autre du Fiumara Grande (**fig. 3**). Ces derniers cordons correspondent à une progradation très rapide du lobe d'embouchure au cours du XVI^e s. ap. J.-C. La formation de ce lobe au Petit Âge Glaciaire peut être reconstruite grâce à des cartes anciennes [75]. Les cartes du début du XVII^e s. permettent de voir le démantèlement du lobe d'embouchure par l'érosion. Les sédiments déposés à l'embouchure furent ensuite redistribués le long du littoral suivant les dérives littorales vers le nord et vers le sud [76]. Une forte érosion paraît aussi suivre la formation du lobe d'embouchure du IX^e/VI^e s. av. J.-C. Aucune inflexion significative des cordons littoraux n'est observée à l'ouest d'Ostie dans les dépôts directement postérieurs au 1^{er} millénaire av. J.-C. Aucun lobe d'embouchure ne peut être associé au paléochenal de la carotte ISN-1. Une discontinuité d'érosion est envisagée entre cette carotte et les cordons littoraux observés juste à l'ouest (pointillés jaunes numérotés 3 sur la figure 3). Il est possible que cette érosion ait débuté juste après la mise en place du lobe d'embouchure datée du IX^e/VI^e s. av. J.-C., et qu'elle se soit poursuivie au cours du 1^{er} millénaire av. J.-C. Nous supposons qu'une partie de la progradation enregistrée au sud et au nord de l'embouchure soit associée au démantèlement de ce lobe.

La dynamique littorale aux V^e et IV^e s. av. J.-C. est encore difficile à caractériser (Fig. 3). Aucun carottage ne permet de dater clairement la formation d'un

cordons littoral à cette époque. En effet, les sables littoraux datés de cette époque sont en dessous de 6 m de profondeur sous le niveau marin actuel (carottes TR-24, PTXI-1, CL-2 et CL-3). Aucune sédimentation ne peut être suivie jusqu'à la surface dans les carottes réalisées. Deux hypothèses sont ainsi possibles : soit cette sédimentation infralittorale est issue d'une phase de progradation, soit elle est à associer au démantèlement du lobe d'embouchure formé au IX^e/VI^e s. av. J.-C.

La fin du 1^{er} millénaire av. J.-C. est associée avec une nouvelle phase de progradation. Les carottes TB-1 à Ostie et CL-14 à Portus enregistrent l'atterrissement de nouveaux espaces littoraux. Dans ce cas, les datations ont été réalisées dans les trois derniers mètres sous le niveau marin actuel. À cette époque l'embouchure est à situer à l'ouest du port d'Ostie en activité [77], entre ISF-1 (domaine fluvial de l'embouchure) et TB-1 (domaine littoral de l'embouchure).

PALÉO-OSTIA ET LES DYNAMIQUES D'EMBOUCHURE DU TIBRE AU 1^{ER} MILLÉNAIRE AV. J.-C.

La figure 1 propose une reconstitution de l'évolution du lobe d'embouchure du Tibre au cours du 1^{er} millénaire av. J.-C. Si la présence d'un important lobe d'embouchure formé entre le IX^e/VI^e s. av. J.-C. est démontrée, sa position et sa morphologie ne sont pas connues précisément. De même, les modalités et la durée exacte de son érosion sont encore inconnues.

Revenons maintenant à la question initiale ayant trait à l'existence d'un site originel d'Ostie fondé par Ancus Martius à la fin du VII^e s. av. J.-C. Les données géoarchéologiques permettent d'éclairer le contexte morpho-dynamique dans lequel cette Paléo-Ostia aurait été fondée. La figure 3 indique la fondation hypothétique de Paléo-Ostia, la période de construction du *castrum* et celle de Portus sur les chronologies fluviales et littorales. Il est à noter que le règne d'Ancus Martius (646-616 av. J.-C.) se place à un moment charnière entre la fin de la période de forte progradation de l'embouchure du Tibre et le début d'une longue phase d'érosion. La fondation d'un site à l'embouchure même du Tibre à cette époque aurait subi sans conteste une forte érosion au cours des décennies ou des siècles suivants. Cependant, nous ne souhaitons pas ici pré-supposer de la localisation exacte de Paléo-Ostia. La littérature archéologique et historique a proposé de nombreuses hypothèses de localisation pour cette ville d'Ostie originelle, allant d'Ostie à Portus [78] en passant par Ficana [79]. Ceci dépend en effet de l'acceptation du terme « embouchure » et de l'échelle

[75] SALOMON 2013.

[76] *Ibid.*

[77] GOIRAN *et al.* 2014.

[78] CANINA 1838 ; COARELLI 1988 ; MINGAZZINI 1947 ; ZEVI 2002.

[79] BRANDT 2002.

spatiale considérée [80]. En revanche, les résultats géoarchéologiques permettent de cartographier les espaces affectés par l'érosion du 1^{er} millénaire av. J.-C. qui aurait pu faire disparaître des données archéologiques. Ainsi tout site archéologique fondé au milieu du 1^{er} millénaire av. J.-C. aurait pu être affecté par l'érosion s'il était situé : (1) à l'embouchure même du Tibre ; (2) au sud de l'Isola Sacra sur la rive gauche du fleuve ; (3) dans l'espace de mobilité du paléoméandre d'Ostie.

EN GUISE DE CONCLUSION

De nombreuses études sont encore nécessaires pour améliorer la reconstitution des dynamiques d'embouchure du Tibre. Cependant, les données réunies dans cet article permettent d'apporter des éléments de discussion concernant Paléo-Ostia.

Les données présentées dans cet article révèlent une forte progradation de l'embouchure du Tibre entre le IX^e et le VI^e s. av. J.-C. Il est très probable que cette forte progradation ait été rapidement suivie d'une érosion du lobe d'embouchure nouvellement formé. Cette tendance à l'érosion à l'embouchure se poursuit probablement jusqu'au I^{er} s. av. J.-C. malgré quelques pulsations de progradation au cours de la seconde moitié du 1^{er} millénaire av. J.-C. Ces déplacements

du trait de côte au 1^{er} millénaire sont accompagnés d'une migration du fleuve depuis le centre de l'Isola Sacra vers le sud au moins à partir du IX^e s. av. J.-C. et probablement d'une contraction du paléochenal d'embouchure. La migration du fleuve vers le sud semble se poursuivre jusqu'au IV^e/III^e s. av. J.-C.

Ce travail n'ambitionne pas de prouver l'existence de l'Ostie d'Ancus Martius, mais elle suggère le destin d'un site qui aurait été fondé à l'embouchure du Tibre à cette époque. Ce site aurait été érodé très rapidement, à une échelle décennale ou séculaire. Si nous nous replaçons dans un récit historique supposant l'existence d'une Paléo-Ostia à l'embouchure même du Tibre et fondée à la fin du VII^e s. av. J.-C., alors cette ville aurait été démantelée par l'érosion fluvio-littorale. Dans ce scénario, au lieu d'une « course à la mer » comme le suggère L. Canina avec un déplacement du site d'est en ouest (Fig. 2), la localisation du *castrum* d'Ostie pourrait être celle d'un site « de repli » succédant après une érosion à un site plus ancien. Au final, ce scénario permettrait de concilier les données de l'archéologie, celles de l'histoire et celles de la géoarchéologie. ■

[80] BHATTACHARYA & GIOSAN 2003.

[81] MORETTI 1993, p. 14-17.

REMERCIEMENTS

Je remercie ici la *Soprintendenza Speciale Archeologia Belle Arti e Paesaggio di Roma* et le *Parco Archeologico di Ostia* qui ont autorisé la réalisation de ces carottages géoarchéologiques. Je remercie en particulier Jean-Philippe Goiran, Jean-Paul Bravard, Fausto Zevi et Simon Keay pour leur soutien et leurs conseils qui permettent aujourd'hui la publication de cette synthèse. Merci enfin aux deux relecteurs anonymes qui ont contribué à enrichir cet article ainsi qu'à Bruno Gavazzi et Marie-José Morant pour leur travail d'édition.

BIBLIOGRAPHIE

AMENDUNI G., 1884, « Sulle opere di bonificazione della plaga litoranea dell'Agro Romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto, Maccarese e delle terre vallive di Stracciaccappa, Baccano, Pantano e Lago dei Tartari », *Relazione del progetto generale* 15/7, p. 36.

ARNOLDUS-HUYZENDVELD A. & PAROLI L., 1995, « Alcune considerazioni sullo sviluppo storico dell'ansa del Tevere presso Ostia e sul porto-canale », *Archeologia Laziale* 12, p. 383-392.

BELLOTTI P., CALDERONI G., DI RITA F., D'OREFICE M., D'AMICO C., ESU D., MAGRI D., MARTINEZ M.P., TORTORA P. & VALERI P., 2011, « The Tiber river delta plain (central Italy): Coastal evolution and implications for the ancient Ostia Roman settlement », *The Holocene* 21/7, p. 1105-1116.

- BELLOTTI P., CHIOCCI F.L., MILLI S., TORTORA P. & VALERI P., 1994**, « Sequence stratigraphy and depositional setting of the Tiber delta: integration of high-resolution seismics, well logs, and archeological data », *Journal of Sedimentary Research-Section B-Stratigraphy and Global Studies* 64/3, p. 416-432.
- BHATTACHARYA J.P. & GIOSAN L., 2003**, « Wave-influenced deltas: geomorphological implications for facies reconstruction », *Sedimentology* 50/1, p. 187-210.
- BICKET A.R., RENDELL H.M., CLARIDGE A., ROSE P., ANDREWS J. & BROWN F.S.J., 2009**, « A multiscale geoarchaeological approach from the Laurentine shore (Castelporziano, Lazio, Italy) », *Géomorphologie: Relief. Processus. Environnement* 4, p. 257-270.
- BRANDT J.R., 2002**, « Ostia and Ficana - Two Tales of One City? », *Mediterranean Archaeology* 15.
- CALZA G., BECATTI G., FLORIANI SQUARCIAPINO M., CALZA R., PENSABENE P., PIETROGRANDE A.L., BACCINI P., PAROLI L. & PAVOLINI C., 1953**, *Scavi di Ostia 1 1*, Roma.
- CANINA L., 1838**, « Sulla stazione delle navi di Ostia: sul porto di Claudio con le fosse indicate nella iscrizione scoperta l'anno 1836 e sul porto interno di Traiano e la fossa distinta col nome di questo imperatore », *Atti della Pontificia Accademia romana di archeologia* 8, p. 257-310.
- CÉBEILLAC-GERVASONI M., CALDELLI M.L. & ZEVI F., 2006**, *Epigraphie latine*, Paris.
- COARELLI F., 1988**, « I santuari, il Fiume, gli Empori », *Storia di Roma*, 1, p. 127-152.
- DRAGONE F., MANO A., MALATESTA A. & SEGRE A., 1967**, « Note illustrative del Foglio 149 Cerveteri della Carta Geologica d'Italia », *Servizio Geologico d'Italia* 4, p. 1-93.
- GERMONI P., KEAY S., MILLETT M. & STRUTT K., 2018**, « Ostia beyond the Tiber: recent archaeological discoveries in the Isola Sacra », in Mireille Cébeillac-Gervasoni, Nicolas Laubry & Fausto Zevi (dir.), *Ricerche su Ostia e il suo territorio*, Atti del Terzo Seminario Ostiense, Roma, École française de Rome, 21-22 ottobre 2015, Rome (Collection de l'École française de Rome 553).
- GIRAUDI C., 2004**, « Evoluzione tardo-olocenica del delta del Tevere », *Il Quaternario* 17, 2/2, p. 477-492.
- GIRAUDI C., TATA C. & PAROLI L., 2007**, « Carotaggi e studi geologici a Portus: il delta del Tevere dai tempi di Ostia Tiberina alla costruzione dei porti di Claudio e Traiano », *The Journal of Fasti Online*.
- GIRAUDI C., TATA C. & PAROLI L., 2009**, « Late Holocene evolution of Tiber river delta and geoarchaeology of Claudius and Trajan Harbor, Rome », *Geoarchaeology* 24/3, p. 371-382.
- GOIRAN J.-P., SALOMON F., MAZZINI I., BRAVARD J.-P., PLEUGER E., VITTORI C., BOETTO G., CHRISTIANSEN J., ARNAUD P., PELLEGRINO A., PEPE C. & SADORI L., 2014**, « Geoarchaeology confirms location of the ancient harbour basin of Ostia (Italy) », *Journal of Archaeological Science* 41, p. 389-398.
- GOIRAN J.-P., SALOMON F., PLEUGER E., VITTORI C., MAZZINI I., BOETTO G., ARNAUD P. & PELLEGRINO A., 2012**, « Résultats préliminaires de la première campagne de carottages dans le port antique d'Ostie », *Mélanges de l'École Française de Rome* 123/2, Chroniques.
- GOIRAN J.-P., SALOMON F., TRONCHÈRE H., DJERBI H., CARBONEL P., OGNARD C. & OBERLIN C., 2011**, « Géoarchéologie des ports de Claude et de Trajan, Portus, delta du Tibre », *Mélanges de l'École Française de Rome Antiquité* 123/1, p. 157-236.
- GOIRAN J.-P., TRONCHÈRE H., CARBONEL P., SALOMON F., DJERBI H., OGNARD C., LUCAS G. & COLALELLI U., 2008**, « Portus, la question de la localisation des ouvertures du port de Claude : approche géomorphologique », *Mélanges de l'École Française de Rome* 121/1, Chroniques, p. 217-228.
- GOIRAN J.-P., TRONCHÈRE H., COLALELLI U., SALOMON F. & DJERBI H., 2009**, « Découverte d'un niveau marin biologique sur les quais de Portus: le port antique de Rome », *Méditerranée* 112/1, p. 59-67.
- GOIRAN J.-P., TRONCHÈRE H., SALOMON F., CARBONEL P., DJERBI H. & OGNARD C., 2010**, « Palaeoenvironmental reconstruction of the ancient harbors of Rome: Claudius and Trajan's marine harbors on the Tiber delta », *Quaternary International* 216/1-2, p. 3-13.
- HADLER H., FISCHER P., OBROCKI L., HEINZELMANN M. & VÖTT A., 2020**, « River channel evolution and tsunami impacts recorded in local sedimentary archives - The 'Fiume Morto' at Ostia Antica (Tiber River, Italy) », *Sedimentology*.
- HADLER H., VÖTT A., FISCHER P., LUDWIG S., HEINZELMANN M. & ROHN C., 2015**, « Temple-complex post-dates tsunami deposits found in the ancient harbour basin of Ostia (Rome, Italy) », *Journal of Archaeological Science* 61, p. 78-89.
- KEY S., MILLETT M., PAROLI L. & STRUTT K., 2005**, *Portus: An Archaeological Survey of the Portus of Imperial Rome*, London.
- KEY S. & PAROLI L., 2011**, *Portus and its Hinterland: Recent Archaeological Research*, London.
- LAMBECK, K., ANTONIOLI, F. & ANZIDEI, M., 2010**. « Sea level change along the Tyrrhenian coast from early Holocene to the present », *Atti dei Convegni Lincei* 254, p. 11-26.
- LE GALL J., 1953**, *Le Tibre, fleuve de Rome dans l'antiquité*, Paris.
- MARTIN A., 1996**, « Un saggio sulle mura del castrum di Ostia (Reg. I, ins. X, 3) », dans A. Gallina Zevi & A. J. Claridge (dir.), *"Roman Ostia" revisited*, London (Archaeological and Historical Papers in Memory of Russell Meiggs, British School at Rome and Soprintendenza archeologica di Ostia), p. 19-38.
- MINGAZZINI P., 1947**, « Esisteva un abitato ostiense anteriore alla colonia romana ? », *Atti della Pontificia Accademia romana di archeologia. Rendiconti* 23-24, p. 75-83.
- NOLI P., DE GIROLAMO P. & SAMMARCO P., 1996**, « Parametri meteomarinari e dinamica costiera », *Il mare del Lazio*, Università "La Sapienza" di Roma, Regione Lazio Assessorato opere e reti di servizi e mobilità.
- REIMER P.J., BARD E., BAYLISS A., BECK J.W., BLACKWELL P.G., BRONK RAMSEY C., BUCK C.E., CHENG H.,**

- EDWARDS R.L., FRIEDRICH M., GROOTES P.M., GUILDERTON T.P., HAFLIDASON H., HAJDAS I., HATTÉ C., HEATON T.J., HOFFMANN D.L., HOGG A.G., HUGHEN K.A., KAISER K.F., KROMER B., MANNING S.W., NIU M., REIMER R.W., RICHARDS D.A., SCOTT E.M., SOUTHON J.R., STAFF R.A., TURNEY C.S.M. & PLICHT J. VAN DER, 2013**, « IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP », *Radiocarbon* 55/4, p. 1869-1887.
- SALOMON F., 2013**, *Géoarchéologie du delta du Tibre : Evolution géomorphologique holocène et contraintes hydro-sédimentaires dans le système Ostie - Portus*, Thèse de doctorat en Géographie Physique / Géoarchéologie, Université Lyon 2, Lyon.
- SALOMON F., GOIRAN J.-P., BRAVARD J.-P., ARNAUD P., DJERBI H., KAY S. & KEAY S., 2014**, « A harbour-canal at Portus: a geoarchaeological approach to the Canale Romano: Tiber delta, Italy », *Water History* 6/1, p. 31-49.
- SALOMON F., GOIRAN J.-P., PLEUGER E., MAZZINI I., ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., GHELLI A., BOETTO G. & GERMONI P., 2014**, « Ostie et l'embouchure du Tibre », *Chronique des activités archéologiques de l'École française de Rome*, En ligne.
- SALOMON F., GOIRAN J.-P., BRAVARD J.-P., DELILE H., ATHANASSAS C.D., BALLANTYNE R.M., JUVIGNÉ E. & KEAY S., SOUS PRESSE**, « Geoarchaeology at Portus. The analysis of sedimentary cores from the centre of the port (Chapter 12) », in Keay S. *et al.*, *Portus*, sous presse.
- SALOMON F., GOIRAN J.-P., NOIROT B., PLEUGER E., BUKOWIECKI E., MAZZINI I., CARBONEL P., GADHOUM A., ARNAUD P., KEAY S., ZAMPINI S., KAY S., RADDI M., GHELLI A., PELLEGRINO A., MORELLI C. & GERMONI P., 2018**, « Geoarchaeology of the Roman port-city of Ostia: Fluvio-coastal mobility, urban development and resilience », *Earth-Science Review* 177, Supplement C, p. 265-283.
- SALOMON F., GOIRAN J.-P., PANNUZI S., DJERBI H. & ROSA C., 2017**, « Long-Term Interactions between the Roman City of Ostia and Its Paleomeander, Tiber Delta, Italy », *Geoarchaeology* 32/2, p. 215-229.
- SALOMON F., LEBRUN-NESTEROFF L., GOIRAN J.-P., BOETTO G., ROSA C., ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., GERMONI P., GHELLI A., MAZZINI I., VITTORI C. & ZAMPINI S., SOUS PRESSE**, « A multi-proxy analysis of the evolution of the Portus-Ostia canal », dans S. Keay *et al.* (éd.), *Archaeology of the Isola Sacra*, p. 56-76.
- SEGRE A.G., 1986**, « Considerazioni sul Tevere e sull'Aniene nel Quaternario. In: Il Tevere e le altre vie d'acqua del Lazio antico », *Archeologia Laziale* 7/2, p. 9-17.
- SHEPHERD E.J., 2006**, « Il "Rilievo Topofotografico di Osita dal Pallone" », *AArea II*, p. 15-38.
- VACCHI, MATTEO, MARRINER, NICK, MORHANGE, CHRISTOPHE, SPADA, GIORGIO, FONTANA, ALESSANDRO & ROVERE, ALESSIO, 2016**, « Multiproxy assessment of Holocene relative sea-level changes in the western Mediterranean: Sea-level variability and improvements in the definition of the isostatic signal », *Earth-Science Reviews* 155, p. 172-197.
- ZEVI F., 1971**, « Museo Ostiense, Nuove immissioni », *Soprintendenza alle antichità di Ostia*, p. 35.
- ZEVI F., 1996**, « Sulle fasi piu antiche di Ostia », dans A. Gallina Zevi & A. Claridge, "Roman Ostia" revisited: archaeological and historical papers in memory of Russell Meiggs, London, p. 69-89.
- ZEVI F., 2001**, « Les débuts d'Ostie », dans J.-P. Descoeurdes (dir.), *Ostia port et porte de Rome antique*, Genève, p. 3-9.
- ZEVI F., 2002**, « Origini di Ostia », dans C. Bruun & A.G. Zevi (éd.), *Ostia e Portus nelle loro relazioni con Roma*, Roma, p. 11-32.