

L'édification de la plaine deltaïque du Bas Argens (Var, France) durant la Protohistoire et l'Antiquité. Application d'un modèle numérique 2D à l'archéologie

In: Méditerranée, Tome 102, 1-2-2004. Geosystèmes montagnards et méditerranéens. Un mélange offert à Maurice Jorda. pp. 47-54.

Citer ce document / Cite this document :

Dubar Michel. L'édification de la plaine deltaïque du Bas Argens (Var, France) durant la Protohistoire et l'Antiquité. Application d'un modèle numérique 2D à l'archéologie. In: Méditerranée, Tome 102, 1-2-2004. Geosystèmes montagnards et méditerranéens. Un mélange offert à Maurice Jorda. pp. 47-54.

doi : 10.3406/medit.2004.3339

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit_0025-8296_2004_num_102_1_3339

Abstract

The alluvial plain of the lower Argens progressively built up of sediment deposition at the end of the post-glacial advance. Several important archaeological sites like Les Escaravatiers and Forum Julii are found in this low valley. Our research sought to establish how these ancient settlements were established in relation to the alignment of the shoreline. A model integrating delta geometry and sedimentary process is proposed to reconstruct migration of the shoreline. The curve obtained enables one to know at any one time the position of the riverbank line. During protohistory, the riverbank line rapidly progressed downstream. At the peak occupation period of the Escaravatiers site to the sixth to fifth century BC transition period, the riverbank line is clearly downstream from the site and thus cannot explain the choice of the settlement site. Later, ca. 50 BC, the riverbank line was still somewhat upstream from Forum Julii when the city was founded. Maritime access then possible from the lower Argens perhaps explains the choice of its implantation. This study clearly shows that the sediment accumulation and silting up of the lower end of the valley forced modifications in the port installations.

Résumé

La plaine alluviale du Bas Argens s'est constituée par remblaiement alluvial et progradation des terres à la fin de la transgression postglaciaire. Plusieurs sites archéologiques importants comme Les Escaravatiers et Forum Julii se trouvent dans cette basse vallée. On s'intéresse à l'implantation de ces sites en rapport avec la position de la ligne de rivage. Pour restituer la migration de la ligne de rivage, un modèle intégrant à la fois la géométrie du delta et les processus sédimentaires est proposé. La courbe obtenue permet de connaître à tout moment la position de la ligne de rivage. Durant la Protohistoire, la ligne de rivage progresse rapidement vers l'aval. Au moment de l'apogée du site des Escaravatiers, à la transition VIe-Ve siècle av. J.-C, le rivage est nettement en aval du site et ne peut expliquer le choix du lieu de son implantation. Plus tard, vers 50 av. J.-C, la ligne de rivage est encore un peu en amont de Forum Julii quand la cité est fondée. L'accès maritime alors possible par le Bas Argens explique peut-être le choix de l'implantation. On montre clairement que la progradation et l'ensablement de la très basse vallée obligent à modifier les installations portuaires.

L'édification de la plaine deltaïque du Bas Argens (Var, France) durant la Protohistoire et l'Antiquité Application d'un modèle numérique 2D à l'archéologie

*Construction of the deltaic plain of the lower Argens (Var, France)
in protohistory and antiquity. Archaeological application of a two-
dimensional numerical model*

Michel DUBAR*

Résumé - La plaine alluviale du Bas Argens s'est constituée par remblaiement alluvial et progradation des terres à la fin de la transgression postglaciaire. Plusieurs sites archéologiques importants comme Les Escaravatières et Forum Julii se trouvent dans cette basse vallée. On s'intéresse à l'implantation de ces sites en rapport avec la position de la ligne de rivage. Pour restituer la migration de la ligne de rivage, un modèle intégrant à la fois la géométrie du delta et les processus sédimentaires est proposé. La courbe obtenue permet de connaître à tout moment la position de la ligne de rivage. Durant la Protohistoire, la ligne de rivage progresse rapidement vers l'aval. Au moment de l'apogée du site des Escaravatières, à la transition VI^e-V^e siècle av. J.-C., le rivage est nettement en aval du site et ne peut expliquer le choix du lieu de son implantation. Plus tard, vers 50 av. J.-C., la ligne de rivage est encore un peu en amont de Forum Julii quand la cité est fondée. L'accès maritime alors possible par le Bas Argens explique peut-être le choix de l'implantation. On montre clairement que la progradation et l'ensablement de la très basse vallée obligent à modifier les installations portuaires.

Abstract - The alluvial plain of the lower Argens progressively built up of sediment deposition at the end of the post-glacial advance. Several important archaeological sites like Les Escaravatières and Forum Julii are found in this low valley. Our research sought to establish how these ancient settlements were established in relation to the alignment of the shoreline. A model integrating delta geometry and sedimentary process is proposed to reconstruct migration of the shoreline. The curve obtained enables one to know at any one time the position of the riverbank line. During protohistory, the riverbank line rapidly progressed downstream. At the peak occupation period of the Escaravatières site to the sixth to fifth century BC transition period, the riverbank line is clearly downstream from the site and thus cannot explain the choice of the settlement site. Later, ca. 50 BC, the riverbank line was still somewhat upstream from Forum Julii when the city was founded. Maritime access then possible from the lower Argens perhaps explains the choice of its implantation. This study clearly shows that the sediment accumulation and silting up of the lower end of the valley forced modifications in the port installations.

Introduction : les problèmes archéologiques

En Provence orientale, entre le massif des Maures et celui de l'Estérel, la partie la plus aval de la vallée de l'Argens est une plaine alluviale étroite et triangulaire (fig. 1). Comme pour les autres fleuves côtiers de la région, cette plaine correspond au toit d'un important remblaiement constitué au cours de la remontée

postglaciaire et holocène de la mer, entre 10000 et 3000 BP¹ (DUBAR et ANTHONY, 1995). Vers 6000 BP, la mer pénétrait profondément dans les terres de plus de 11 km, et la basse vallée était transformée en *ria* (fig. 1). Peu après, la progradation des terres commence. La ligne de rivage migre alors du fond de la *ria* en direction de la ligne de rivage actuelle. Cette migration se termine aux périodes historiques et dure ainsi plus de deux millénaires.

* UMR 6130, Centre d'études Préhistoire Antiquité Moyen Âge, CNRS, Sophia-Antipolis, 06560Valbonne. dubar@cepam.cnrs.fr
1 - Toutes les dates ¹⁴C fournies sont des dates BP non calibrées. Les dates BC apparaissant en fin d'article sont elles calibrées en utilisant le logiciel *Oxcal* version 3.3 (BRONK RAMSEY C., 1999).

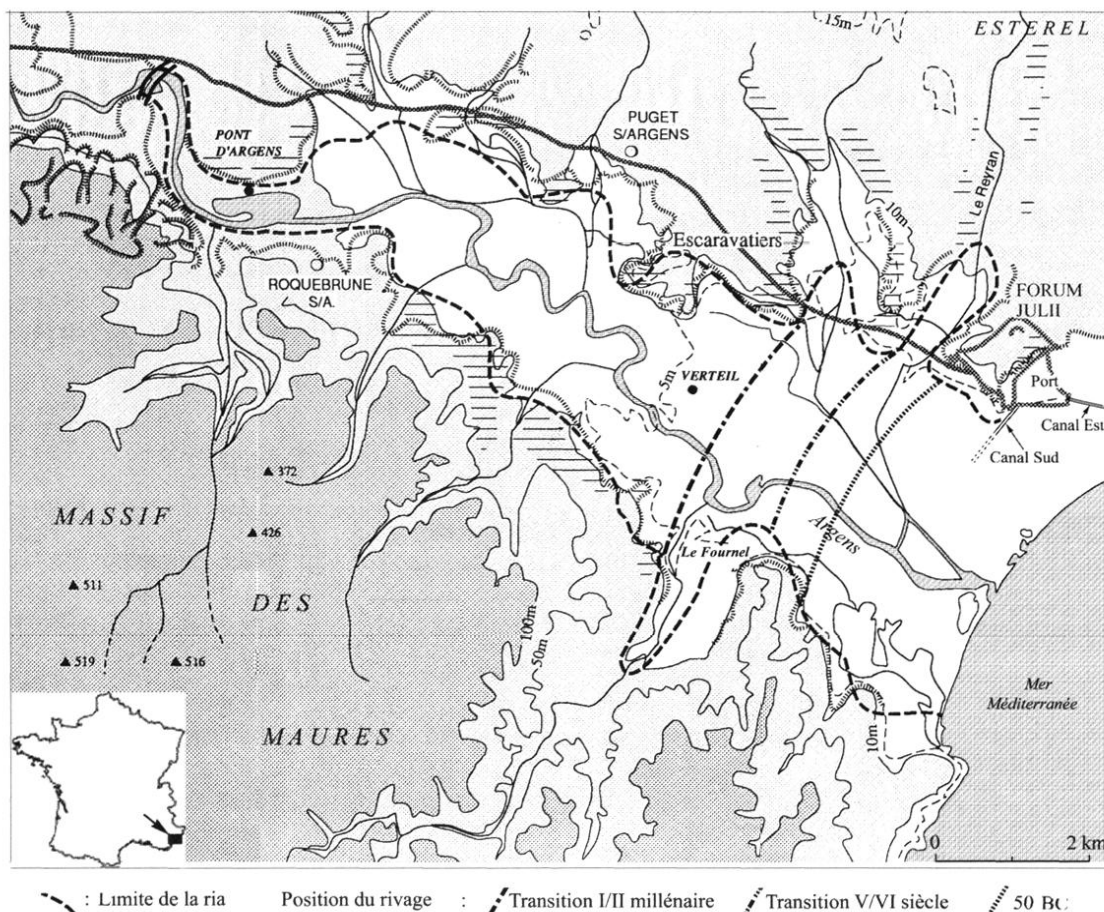


FIG. 1 - BASSE VALLÉE DE L'ARGENS : LOCALISATION ET CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Les limites de la *ria* holocène lors du maximum transgressif (vers 6000 BP non calibré) et trois positions-clés du rivage au cours de la progradation obtenues par la courbe simulée (fig. 6)

En arrière de la ligne de rivage, la plaine alluviale s'installe peu à peu, permettant l'extension du domaine dulçaquicole.

Cette basse vallée fut densément occupée pendant l'âge du Fer avec le site des Escaravatiers et pendant l'Antiquité avec la cité de *Forum Julii*. L'histoire de ces sites majeurs et de leur relation avec la migration de la ligne de rivage au cours du temps intéresse les archéologues (FICHES *et al.*, 1995 ; BERTONCELLO, 1999) et sera l'objet du présent article.

Le site des Escaravatiers correspond à une importante occupation de la fin du VI^e siècle au I^{er} siècle av. J.-C. Il est situé sur un promontoire rocheux, sur le bord de la vallée, à une vingtaine de mètres au-dessus de la plaine alluviale. Les recherches archéologiques récentes (FICHES *et al.*, 1995) attestent que ce site fut le principal point d'occupation de la basse vallée avant la période romaine. Après la colonisation romaine le site ne fut pas déserté mais supplanté par *Forum Julii* qui devint une importante cité de la province romaine de Narbonnaise. Cette cité est mentionnée en 43 av. J.-C. par Cicéron et fut vraisemblablement créée vers le milieu du premier siècle av. J.-C. *Forum Julii* situé à 5 km en aval des Escaravatiers est aussi en bordure de la plaine alluviale, sur un promontoire rocheux, à 1,5 km de la ligne de rivage actuelle et du golfe de Fréjus.

Les archéologues qui ont travaillé dans la basse vallée de l'Argens et à *Forum Julii* se sont demandé si les deux sites ne furent pas intentionnellement construits à une certaine distance de la ligne de rivage pour se protéger et observer d'éventuels envahisseurs arrivant par la mer. Pour vérifier cette hypothèse il est nécessaire de pouvoir connaître à chaque moment de la Protohistoire et de l'Antiquité la position de la ligne de rivage. Ceci est possible en utilisant les données géologiques et chronologiques maintenant disponibles sur le remblaiement alluvial du Bas Argens et en les appliquant dans un modèle simple de progradation de la plaine alluviale. On s'intéressera aussi, toujours en relation avec cette position de la ligne de rivage, aux vicissitudes du port antique de Fréjus.

1. Les données sur le delta holocène de l'Argens

1.1. Contexte bio-environnemental et taux de sédimentation

L'Argens prend sa source en Provence occidentale mais son orientation plein-est l'amène au-delà des Maures, c'est-à-dire en Provence orientale où il reçoit des affluents importants comme la Nartuby ou l'Endre. Son régime est donc fortement influencé par le climat de la Provence

orientale. Plusieurs séquences polliniques permettent de connaître l'environnement holocène de cette région. Ce sont en particulier les diagrammes de :

- Tourves vers l'ouest (NICOL-PICHARD, 1987)
- Pont d'Argens dans la vallée de l'Argens elle-même (DUBAR *et al.*, 1993)
- Biot à l'est (NICOL-PICHARD et DUBAR, 1998).

Pour l'époque qui nous intéresse c'est-à-dire de l'Atlantique au Sub-Atlantique, de 7500 BP au début de l'ère chrétienne, ces spectres montrent une assez bonne stabilité du couvert végétal où la chênaie caducifoliée domine. Des particularités phytosociologiques observées par endroits (prédominance du chêne vert, des pins ou de l'aulne) sont liées à des conditions édaphiques ou écologiques locales. La transition Atlantique-Subboréal (vers 4500 BP) n'est pas nettement marquée. Cette modification faible du couvert forestier au cours de la deuxième moitié de l'Holocène en Provence orientale par rapport à la Provence occidentale, a déjà été clairement notée (DUBAR *et al.*, 1986 ; NICOL-PICHARD, 1987). En conséquence de cette stabilité du couvert forestier, les processus d'érosion devaient être constamment maintenus à un faible niveau. Ceci est bien montré par l'homogénéité

de faciès et de granulométrie des dépôts deltaïques de l'Argens : il n'y a pratiquement aucune variation verticale dans les carottes, les dépôts étant toujours des limons, plus ou moins argileux ou sableux (fig. 2). Cette monotonie dénote une grande stabilité des apports. Ce point est capital pour l'application du modèle proposé ci-après.

1.2. Le fonctionnement deltaïque

Le remblaiement holocène de la basse vallée de l'Argens s'est constitué, comme tous ceux des autres basses vallées de la *Riviera*, lors de la remontée postglaciaire et holocène du niveau marin. Plusieurs courbes de remontée sont disponibles sur le littoral méditerranéen français, dans le golfe du Lion (ALOISI *et al.*, 1978 ; ALOISI *et al.*, 1984 ; MORHANGE *et al.*, 1996 ; LAMBECK & BARD, 2000) et pour la Provence orientale et la région de Nice (DUBAR & ANTHONY, 1995). La dissemblance d'une courbe à l'autre peut être expliquée par l'hétérogénéité des données en particulier des datations ^{14}C utilisées dans l'étalonnage et leur entière validité (cf. l'effet réservoir sur les carbonates des coquilles marines) ou par l'imprécision sur la profondeur d'eau afférente à chaque échantillon daté.

La courbe locale du littoral niçois mentionnée ci-dessus, qui sera utilisée comme référence dans la présente étude, a été construite grâce à une série de carottages réalisés dans les différents estuaires de la *Riviera* française (à l'est de l'Estérel). Les datations utilisées ont été obtenues sur des tourbes ou sur des fragments végétaux terrestres déposés dans le delta, la profondeur de dépôt étant estimée par l'étude des microfaunes planctoniques. Cette courbe montre que de 12000 BP à 7000 BP, la mer remonte rapidement (environ 7 mm/an vers 10000 BP), ennoyant les basses vallées et les transformant en *rias*. Dans ces *rias*, la profondeur d'eau reste faible car l'apport sédimentaire est suffisant pour combler l'espace gagné par la remontée : le système deltaïque s'édifie alors rapidement par rétrogradation des biseaux. À partir de 7000 BP, la vitesse de remontée diminue assez fortement (environ 5 mm/an). Le rapport de la vitesse de remontée eustatique et du taux d'apport sédimentaire fluvial (supposé constant pour chaque vallée) détermine le point de transgression maximum. Ce point varie d'une *ria* à l'autre en fonction de l'apport sédimentaire (qui varie d'une vallée à l'autre) et aussi en fonction de la morphologie de la *ria* (cf. l'espace disponible). Quand ce point est atteint, l'espace disponible n'étant plus suffisant, le matériel sédimentaire est exporté vers l'aval : le phénomène de progradation débute et conduit au cours du temps à la constitution de la plaine alluviale. La ligne de rivage migre peu à peu vers l'aval.

Le delta holocène de l'Argens est caractérisé par sa très faible pente (0,15%). Son remblaiement tardiglaciaire et holocène a été recoupé entièrement (plus de 100 m) dans le sondage du Fournel (GOUVERNET, 1968), situé à environ trois kilomètres du rivage actuel. Il fut daté et interprété uniquement sur la base de l'étude microfaunistique (BLANC, 1968).

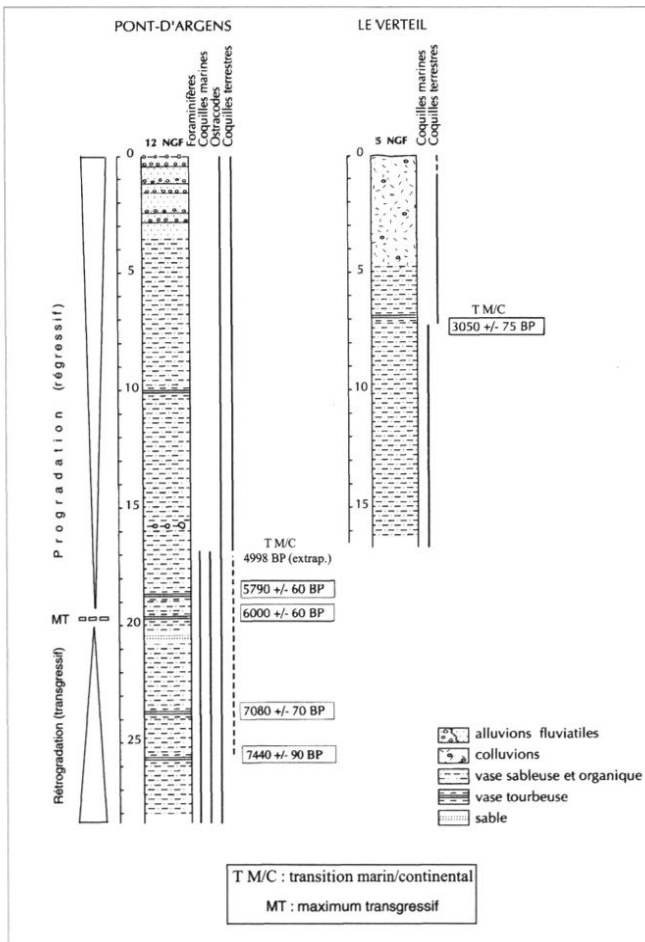


FIG. 2 - COLONNES STRATIGRAPHIQUES DES SONDRAGES DE PONT D'ARGENS ET DU VERTEIL

L'étalonnage ^{14}C est en dates BP non calibrées (Ly : Laboratoire du Radiocarbone de Lyon). L'extrapolation de la date de la transition marin-continental à Pont-d'Argens est expliquée dans le texte et sur la fig. 3.

L'étalonnage chronologique précis de la partie supérieure du remblaiement du Bas Argens a été assuré par des datations ^{14}C sur deux carottages réalisés en deux points éloignés du delta dans le cadre du programme Grands Projets d'Archéologie Métropolitaine du CNRS (FICHES *et al.*, 1993) :

- 1/ dans la partie amont de l'ancienne *ria* à Pont d'Argens ;
- 2/ dans la partie moyenne au Verteil.

Les deux colonnes stratigraphiques sont reproduites sur la figure 2 avec les informations concernant la lithologie, la biostratigraphie, les dates ^{14}C et la dynamique marine (DUBAR *et al.*, 1993).

La transition marin/continental est un niveau-repère stratigraphique très intéressant car il représente la ligne de rivage de l'instant donné au point du carottage. Cette transition a été repérée sur les deux carottages en question. Elle est datée directement au Verteil par ^{14}C de 3050 ± 75 BP (Ly 5889). À Pont-d'Argens ce niveau, identifié par le changement de faunes à 16,70 m, n'a pas pu être daté directement par datation ^{14}C . L'âge a été calculé par extrapolation des dates ^{14}C disponibles en utilisant la vitesse de sédimentation. On s'est assuré auparavant que la compaction dans la tranche de terrain considérée est homogène. Les valeurs de la vitesse sédimentation v constituent une série dégressive de coefficient 0,14 (fig. 3). En appliquant ce coefficient, la pente de la droite extrapolée est de 1,43 (la vitesse de sédimentation correspondant est de 0,24 cm/an) et l'âge de la transition marin/continental ressort à 4998 BP.

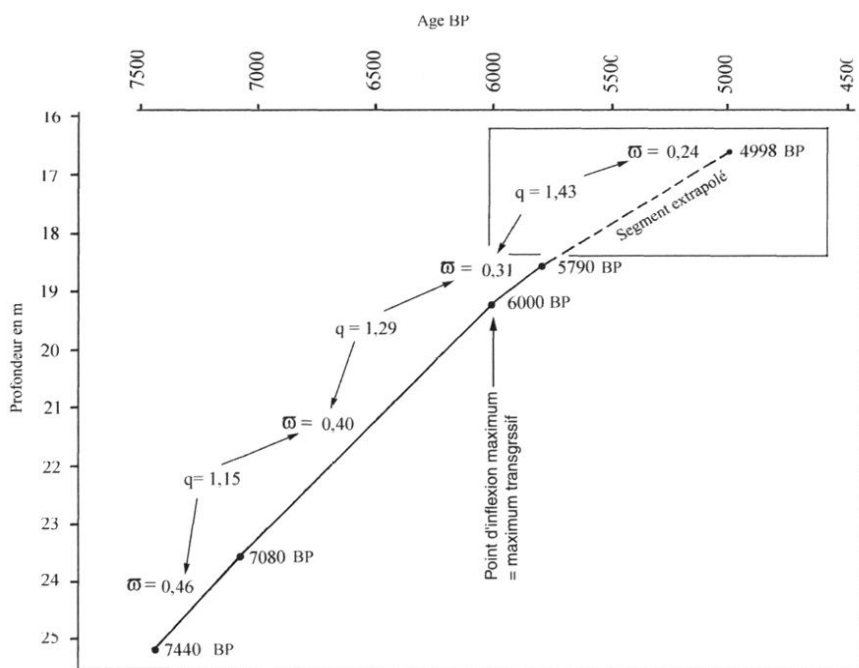


FIG. 3 - CAROTTAGE DE PONT D'ARGENS: EXTRAPOLATION DE L'ÂGE DE LA TRANSITION MARIN/CONTINENTAL

Elle est réalisée en utilisant la vitesse de sédimentation (le coefficient de dégressivité q est obtenu en faisant le rapport des valeurs successives des vitesses de sédimentation v). Le point d'inflexion maximum se situe vers 6000 BP (non calibré). Ce point précède de peu le maximum transgressif.

Cette même courbe permet de repérer le point d'inflexion maximum de la remontée marine vers 6000 BP, ce qui est conforme à la courbe précitée (DUBAR & ANTHONY, 1995). Dans la vallée de l'Argens, ce point correspond à peu près au maximum transgressif.

La formation de la partie amont du delta est représentée sur la figure 4 par un schéma étalonné dans le temps et dans l'espace. La géométrie des corps sédimentaires rend compte à la fois du caractère plat de la basse vallée, du fonctionnement en eau très peu profonde (inférieure à 5 m d'après le type planctonique) et de l'homogénéité de l'apport sédimentaire (vases et sables).

2. La migration de la ligne de rivage

2.1. Le modèle de progradation deltaïque en 2D

La *ria* de l'Argens est considérée comme un triangle isocèle (fig. 5) avec un angle de sommet $2\alpha = 18^\circ$ et une hauteur de 13000 m. On admet que la progradation s'effectue sur un fond plat et subhorizontal qui correspond à la limite supérieure du système transgressif (fig. 4). Cette simplification permet de travailler sur un modèle simple en deux dimensions.

Si on considère que le taux d'apport fluvial est à peu près constant et si la basse vallée avait ses bords parallèles il serait possible de représenter la progradation par une ligne droite τ (τ étant le taux moyen de progradation et t le temps). Mais la basse vallée étant triangulaire, la progradation n'est pas une fonction rectiligne et s'écrit $\tau t - ft$, f étant une fonction du second degré d'une série dégressive. On peut établir géométriquement cette fonction, en considérant le triangle isocèle du bas Argens.

Avec un pas de temps constant, l'avancement (la progradation) de la ligne de rivage peut être modélisée par un accroissement constant de la surface en réponse à un apport fluvial constant. Cet accroissement correspond à l'adjonction successive de trapèzes additionnels notés S1, S2, S3, etc. sur la figure 5. Comme la progression de la surface est constante (à pas de temps constant), les trapèzes deviennent de plus en plus courts : leur hauteur (p) décroît. Ce raccourcissement respecte par construction l'égalité de surface d'un trapèze au suivant. Ce raccourcissement correspond à la suppression d'un petit trapèze

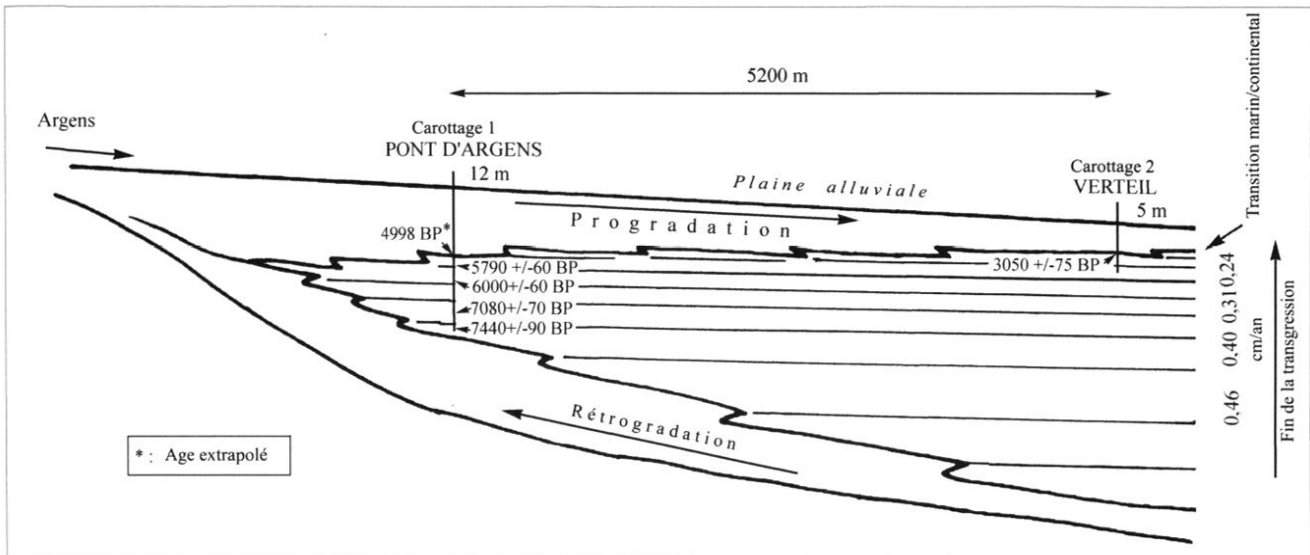


FIG. 4 - LES PROCESSUS SÉDIMENTAIRES DU DELTA HOLOCÈNE DE L'ARGENS
Les différents paramètres utilisés dans les calculs sont indiqués sur la figure. Les âges ¹⁴C sont non-calibrés.

(Δz) qui compense exactement la surface de quatre petits triangles Δs :

Soit Mo la petite base du trapèze, Mo+2m la grande base du trapèze, Mo+2(m-n), la petite base du petit trapèze Δz.

$$(1) \Delta z = [Mo + 2(m-n) + Mo + 2m] p / 2$$

$$= (Mo + 2m - 2n + Mo + 2m) p / 2$$

$$= (2Mo + 4m - 2n) p / 2$$

$$= (Mo + 2m - n)p$$

Dans le petit triangle s :

$$m = \tau t \operatorname{tg} \alpha \quad (t \text{ est le temps et } \tau \text{ le taux de progradation moyen})$$

$$n = p \operatorname{tg} \alpha$$

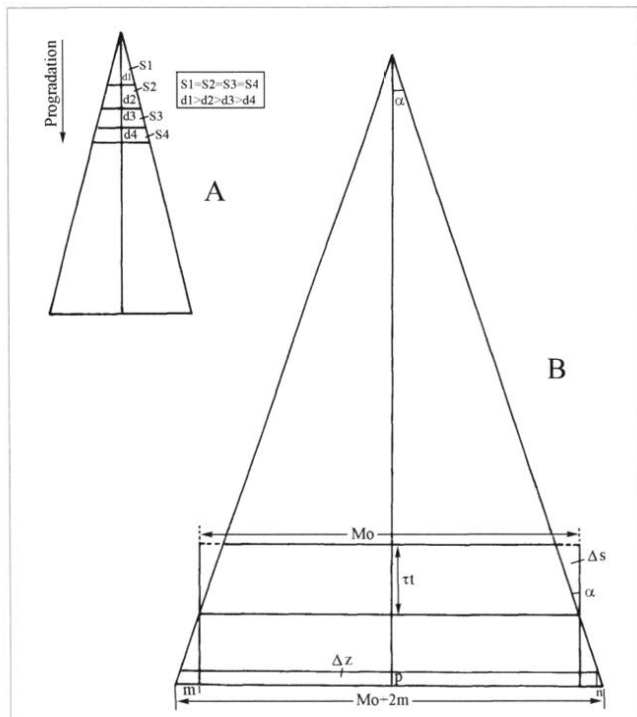


FIG. 5 - MODÈLE DU DELTA HOLOCÈNE DE L'ARGENS

A : principe de la modélisation de la progradation : avec un pas de temps constant, l'agrandissement de surface est constant et ainsi la ligne de rivage suit une fonction décroissante.

B : éléments de géométrie utilisés dans le modèle

$$\Delta z = (Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha - p \operatorname{tg} \alpha) p$$

$$(2) \Delta s = h m / 2$$

$$h = \tau t \quad m = \tau t \operatorname{tg} \alpha$$

$$\Delta s = (\tau t)^2 \operatorname{tg} \alpha / 2$$

$$\text{par définition : } \Delta z = 4 \Delta s$$

$$(Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha - p \operatorname{tg} \alpha) p = 4 (\tau t)^2 \operatorname{tg} \alpha / 2 = 2 (\tau t)^2 \operatorname{tg} \alpha$$

$$p^2 \operatorname{tg} \alpha - p (Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha) + 2 (\tau t)^2 \operatorname{tg} \alpha = 0$$

Le discriminant de cette équation est :

$$(3) \Delta = (Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha)^2 - 8 \operatorname{tg} \alpha^2 (\tau t)^2$$

Les deux solutions sont :

$$(4) p = \frac{(Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha) \pm \sqrt{(Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha)^2 - 8 \operatorname{tg} \alpha^2 (\tau t)^2}}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

Ainsi la progradation dans le delta est obtenue en soustrayant la valeur de p à la progradation linéaire τ t :

$$(5) d = \tau t - \frac{(Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha) \pm \sqrt{(Mo + 2 \tau t \operatorname{tg} \alpha)^2 - 8 \operatorname{tg} \alpha^2 (\tau t)^2}}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

2.2. Application numérique : la migration de la ligne de rivage au cours du temps

En utilisant cette équation, avec itération du temps, la courbe de progradation de la ligne de rivage obtenue pour le premier millénaire avant J.-C. est produite sur la figure 6.

Le site du Verteil est utilisé comme point d'origine du calcul, c'est-à-dire que Mo est la largeur de la vallée en ce point au temps t = 0, soit 2500 m pour la période qui nous intéresse.

On sait que la ligne de rivage (ou la transition marin/continental) se trouve en ce point à la date non-calibrée ¹⁴C de 3050 ± 75 BP, c'est-à-dire bien avant le début de la période considérée. Cette date doit être calibrée pour être raccordée aux dates «historiques» BC.

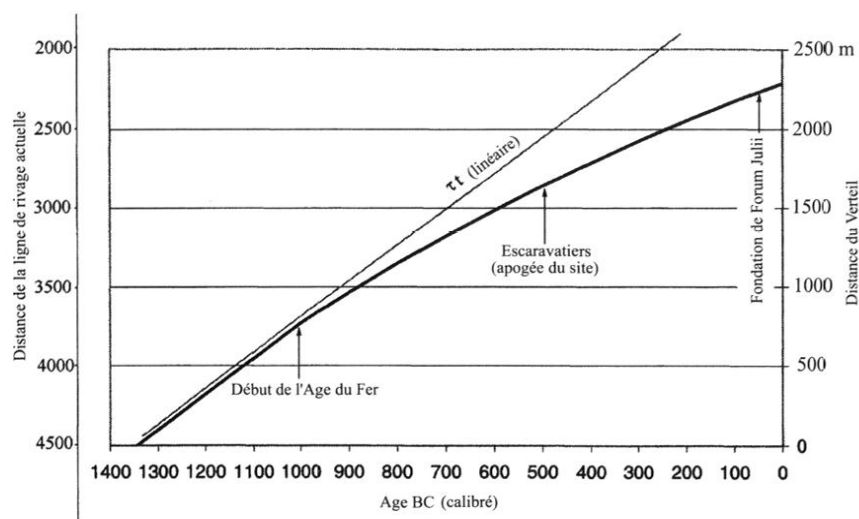


FIG. 6 - COURBE SIMULÉE DE PROGRADATION DANS LE DELTA DE L'ARGENS POUR LES 1400 ANNÉES AVANT L'ÈRE CHRÉTIENNE

La courbe dévie de la droite π selon une fonction décroissante du second degré

Pour simplifier les calculs, la marge d'erreur est supprimée et un seul chiffre doit être retenu. L'âge de 3050 BP correspond à l'intervalle 1307-1381 BC sur la courbe de calibration de C. BRONK RAMSEY, (1999). Le point moyen de cet intervalle est 1344 years BC comme le montre la courbe de calibration (fig. 7) : cet âge est celui retenu pour le calcul.

Le Verteil est situé à 1350 m en aval des Escravatiers.

Le taux de progradation t est calculé à partir des dates et des distances séparant les deux sites de Pont-d'Argens et du Verteil, c'est-à-dire $5200 : 1948 = 2.66$ m/an.

Le calcul prend en compte que la série d est décroissante, ainsi il y a une seule valeur à la solution de l'équation (5).

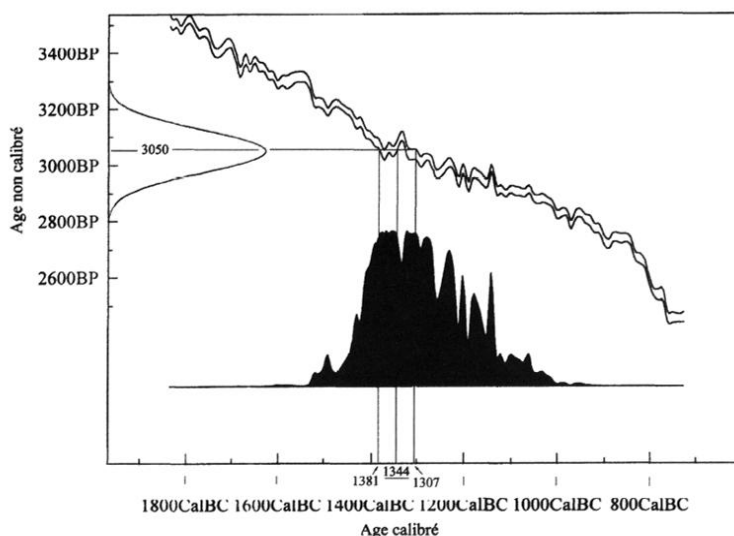


FIG. 7 - CALIBRATION DE L'ÂGE DE LA TRANSITION MARIN/CONTINENTAL DANS LE CAROTTAGE DU VERTEIL (3050 BP)

Elle est réalisée en utilisant la courbe Oxcal (BRONK RAMSEY, 1999) adaptée à une application numérique en supprimant l'intervalle de confiance (voir explication dans le texte).

L'erreur sur le résultat final est essentiellement inféodée aux marges d'incertitude des dates ^{14}C . En simplifiant on trouve :

$\delta d = 2 \delta t$ (δt est calculé par proportionnalité à partir de l'intervalle de calibration de la date de 3050 BP).

2.3. Résultats et commentaires

Trois positions de la ligne de rivage sont d'intérêt archéologique :

- celle de la transition I/II^e millénaire qui correspond approximativement au début de l'âge du Fer ;

- celle de 500 ans av. J.-C., qui correspond à la première occupation du site des Escravatiers ;

- celle de 50 ans av. J.-C. qui est celle de la fondation de *Forum Julii*.

Âges av. J.-C.	Intervalle de temps (depuis 1344 BC calibré) en années	Distance du site du Verteil (en m) d'après l'équation de progradation(5)	Distance du rivage actuel en m
I/II ^e millénaire	344 ± 37	772 ± 74	3727 ± 74
500 ans	844 ± 90	1659 ± 159	2841 ± 159
50 ans	1294 ± 139	2272 ± 217	2227 ± 217

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessus avec leur marge d'erreur.

Nous savons que lors de la transition I/II^e millénaire, la ligne de rivage était très nettement en aval du Verteil, nous la positionnons vers 772 m, ce qui correspond à une distance de 2 km environ en aval des Escravatiers (fig. 1).

À la transition v/v^e siècle, la ligne de rivage était située vers 2950 m en aval des Escravatiers, un peu en aval de la jonction avec le Reyran (fig. 1). Le Reyran est un affluent important de l'Argens inférieur, sur sa rive gauche. Probablement son apport alluvial n'était pas négligeable durant l'Holocène et contribuait au remblaiement de la partie la plus aval de la vallée. Le modèle utilisé ne peut tenir compte de cet apport sédimentaire latéral. Dans la très basse vallée, à proximité de la mer d'autres facteurs d'incertitude s'ajoutent, par exemple l'action érosive des courants qui peut réduire dans les derniers temps la vitesse de progradation des terres. Ainsi, la dernière donnée concernant la date de 50 BC est probablement entachée d'une incertitude assez importante.

3. Implications archéologiques

Il est possible de connaître avec les approximations signalées ci-dessus, la position du rivage et les différents stades de la construction du delta, en particulier durant la Protohistoire et l'Antiquité romaine.

Pour les problèmes archéologiques considérés, il est important de noter comment cette ligne de rivage se présentait lors de son avancée dans la *ria* en cours de comblement. Les reconstitutions de paysages réalisées à l'aide des analyses palynologiques sur les carottages (DUBAR *et al.*, 1993) montrent que entre le domaine continental et la mer existaient de vastes roselières. Ainsi le littoral n'était pas une simple ligne mais correspondait à une bande assez large, plus ou moins saumâtre.

3.1. Protohistoire

Durant l'époque protohistorique la ligne de rivage progressait rapidement vers l'aval. Au début de l'âge du Fer elle était déjà bien en aval du site des Escaravatières. Au moment de l'occupation la plus dense du site, au début du VI^e siècle, la ligne de rivage est à 2,9 km en aval du site. Cette distance considérable interdit de penser que le choix du site fut motivé par la proximité même du rivage, comme nous le supposons en début d'article. C'est plus probablement sa situation un peu au-dessus de la plaine alluviale qui justifie son implantation. Cette motivation semble d'ailleurs archéologiquement établie pour d'autres sites côtiers de l'âge du Fer de la Provence et du Languedoc (FICHES *et al.*, 1995).

3.2. Antiquité

Comme nous l'avons indiqué il est difficile de donner des précisions sur l'étalonnage des derniers stades de la progradation du delta de l'Argens à l'époque romaine et au moment de la création de *Forum Julii*. Cependant, les

données archéologiques anciennes (FEVRIER, 1963) attestent que la ligne de rivage dans le Bas Argens n'avait pas encore atteint sa position actuelle. Si nous admettons que la ligne de rivage était encore un peu en amont, comme les calculs le montrent, nous pouvons penser que l'ancien port de Fréjus était connecté au bras de mer du Bas Argens par le canal sud (fig. 1) récemment mis en évidence par la télédétection (GEBARA et CHOUQUER, 1996). Ce canal daterait de la fondation de la cité et serait plus ancien que le canal est. Le canal est relié le port avec le golfe de Fréjus. Il remplaça probablement assez tardivement le canal sud qui était en proie à l'ensablement au fur et à mesure de la progradation du delta de l'Argens, et qui empêchait la navigation. Ce fut un peu plus tard vers la fin de l'Antiquité que la plaine alluviale s'est définitivement installée, avec la configuration que nous lui connaissons.

4. Perspectives

De nouvelles recherches et de nouveaux sondages sont actuellement réalisés par le Service archéologique de la municipalité de Fréjus en collaboration avec des chercheurs de l'Université d'Aix-Marseille et du CNRS, sous l'égide du Service de la Recherche archéologique du ministère de la Culture (PCR «Bas Argens»). Il faut souhaiter que les nouvelles données dans la très basse vallée permettent d'apporter des précisions sur les vicissitudes de la ligne de rivage dans ce secteur. Il sera ainsi possible de tester le modèle proposé dans le présent article et vraisemblablement de l'améliorer.

Remerciements - Je remercie le Professeur F. ZARA (Université de Lille) pour son aide dans la construction mathématique du modèle et J-M. CAROZZA (Université de Strasbourg) pour la relecture et la correction du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALOISI J.-C., FROGET C., L'HOMER A. et MONACO A., (1984), Précontinent et littoral in *Synthèse géologique du Sud-Est de la France* (coord. S. DEBRAND-PASSARD), Mémoire BRGM 125, p.559-561.
- ALOISI J.-C., MONACO A., PLANCHAIS N., THOMMERET J. & THOMMERET Y., (1978), The Holocene transgression in the golfe du Lion, Southern France : paleogeographic and paleobotanical evolution, *Geogr. Phys. Quat.*, 32, p.145-163.
- BERTONCELLO F., (1999), *Le peuplement de la basse vallée de l'Argens de la fin de l'âge du Fer à la fin de l'Antiquité*, Thèse de Doctorat, Aix-en-Provence.
- BLANC J.J., (1968), *Étude sédimentologique du Pliocène de Fréjus : le sondage du Fournel (Var)*, Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, 40, p.159-171.
- BRONK RAMSEY C., (1999), *Oxcal Program*, version 3.3, University of Washington.
- DUBAR M., DAMBLON F., NICOL-PICHARD S., VERNET J.L., CHAIX L., IRR F. et BABINOT J.F., (1986), L'environnement côtier des Alpes-Maritimes à la fin de la transgression versilienne d'après l'étude biostratigraphique du site de l'Étoile à Nice (Alpes-Maritimes, France), *Revue de Paléobiologie*, 5, p.289-310.
- DUBAR M. & ANTHONY E.J., (1995), Holocene Environmental Change and River-Mouth Sedimentation in the Baie des Anges, French Riviera, *Quaternary Research*, 43, 3, p.329-343.
- DUBAR M., BUI-THI M. et PICHARD S., (1993), Milieu naturel et anthropisation en Provence cristalline à l'Holocène, in J.L. FICHES *et al.*, *Rapport Grands Projets d'Archéologie Métropolitaine du CNRS*, Centre de Recherches Archéologiques, Valbonne, p.12-36.
- FEVRIER P.A., (1963), Forum Julii (Fréjus), Institut International d'Études Ligures, Bordighera, *Itinéraires ligures*, 13, 103 p.

- FICHES J.L., AUDOUZE F. et LEEUW S.V., (1993), *Hommes, espaces et techniques dans la région de Fréjus (Var)*, Rapport final du programme «Grands Projets d'Archéologie Métropolitaine» du CNRS, Centre de Recherches Archéologiques, Valbonne, 270 p.
- FICHES J.L., BÉRATO J., BRENTCHALOFF D., CHOUQUER G., DUBAR M., GAZENBEEK M., LATOUR J. et ROGERS G., (1995), Les habitats de l'âge du Fer et structures agraires d'époque romaine aux Escaravatières (Puget-sur-Argens, France), *Gallia*, 52, p.205-261
- GERABA C. et CHOUQUER G., (1996), Les parcelles antiques de la région de Fréjus, in G. CHOUQUER Ed., *Études sur les Parcelles*, Errance, Paris, p.91-103.
- GOUVERNET C., (1968), *Étude géologique de la plaine du Bas Argens*, Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, 40, p.173-192.
- LAMBECK K. & BARD E., (2000), *Sea-Level change along the French Mediterranean coast for the past 30 000 years*, Earth and Planetary Science Letters, 175, p.203-222.
- MORHANGE C., LABOREL J., HESNARD A. & PRONE A., (1996), Variation of relative mean sea level during the last 4000 years on the northern shores of Lacydon, the ancien harbour of Marseille, *Journal of Coastal Research*, 12 (4), p.841-849.
- NICOL-PICHARD S., (1987), Analyse pollinique d'une séquence tardi et postglaciaire de la végétation à Tourves (Var, France), *Ecologia mediterranea*, 13, p.29-41.
- NICOL-PICHARD S. & DUBAR M., (1998), Reconstruction of Late-Glacial and Holocene environments in Southeast France based on the study of a 66 m long core from Biot, Alpes-Maritimes, *Vegetation history and Archeobotany*, 7, p.11-15.
- Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Fréjus-Cannes et Livret-guide*, sous la direction de N. TOUTIN-MORIN (1994), BRGM, Orléans.