

EVOLUTION DES PALEOENVIRONNEMENTS FLUVIAUX DANS LA PLAINE DELTAIQUE DU RHONE DE L'ANTIQUITE AU HAUT MOYEN AGE D'APRES LA GEOMORPHOLOGIE ET L'ANTHRACOLOGIE

1- INTRODUCTION

Une fouille géoarchéologique a été entreprise en 1995 sur le delta du Rhône au lieu-dit *Le Carrelet* (rive ouest de l'étang de Vaccarès). Ce site archéologique fluvial a été fouillé et étudié en détail par une équipe de recherche pluridisciplinaire. En marge de la fouille limitée par la présence de la nappe phréatique, plusieurs sondages réalisés à la pelle mécanique ont été ouverts (**figure 1**). Les résultats présentés ici sont extraits de ces différents travaux.

L'objectif de cette étude est double :

- 1 - Décrire les stratigraphies alluviales afin de (i) discriminer les séquences sédimentaires, (ii) caractériser les milieux de sédimentation et (iii) définir le comportement paléohydrologique du Rhône en termes de fréquences de débordement et d'intensité des dynamiques fluviales.
- 2 - Identifier les essences végétales présentes dans les sédiments d'un ancien bras du Rhône et les interpréter en termes d'évolution paysagère et d'activités humaines.

Le résultat de ce travail apporte de nouvelles informations sur les caractères paléohydrologiques et paléoécologiques du Rhône dans son delta au cours de l'Antiquité et du haut Moyen Age. L'apport de l'archéologie à l'étude de l'environnement contribue à une meilleure périodisation paléohydrologique. Réciproquement, cette plus grande connaissance du milieu "naturel" doit conduire à une meilleure compréhension de l'occupation du site, notamment l'adaptation des hommes aux fluctuations hydrosédimentaires du Rhône.

Une plaine alluviale deltaïque est soumise à la triple contrainte de la dynamique fluviale (occurrence des inondations, divagations), de la variation de la nappe phréatique et des oscillations du niveau marin. La problématique sera donc de s'interroger sur l'éloignement du chenal du fleuve, l'intensité et la fréquence des épisodes de crue, le battement de la nappe phréatique (proximité de l'étang de Vaccarès) et le rapport entre le fleuve et le niveau marin moyen durant la période d'occupation du site.

2- Cadre GEOGRAPHIQUE et historique

2-1 - Le delta du Rhône

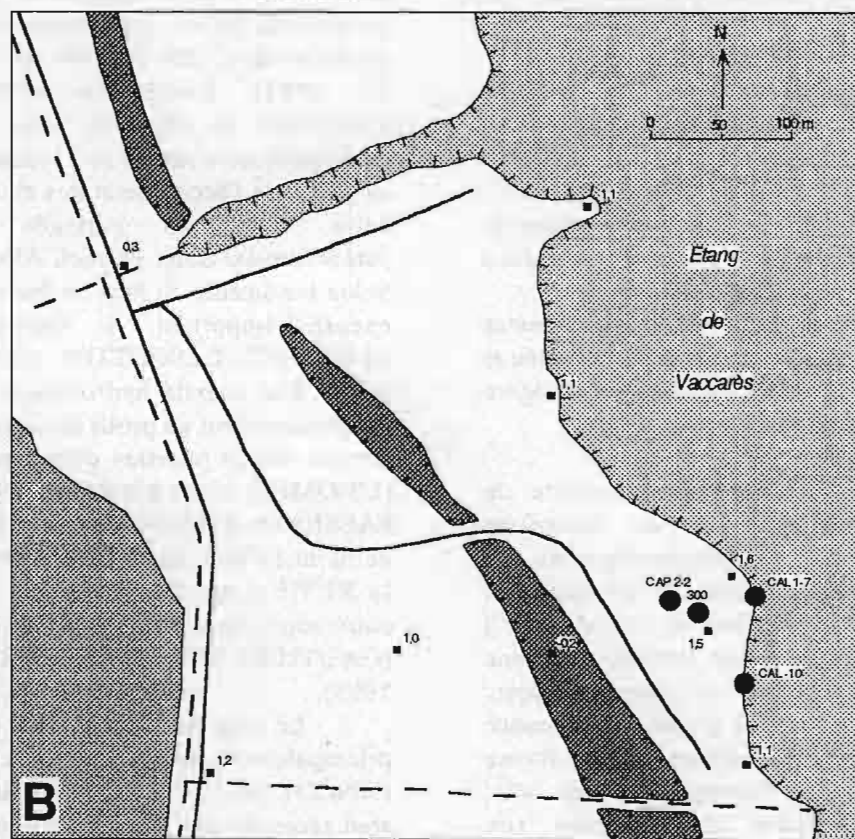
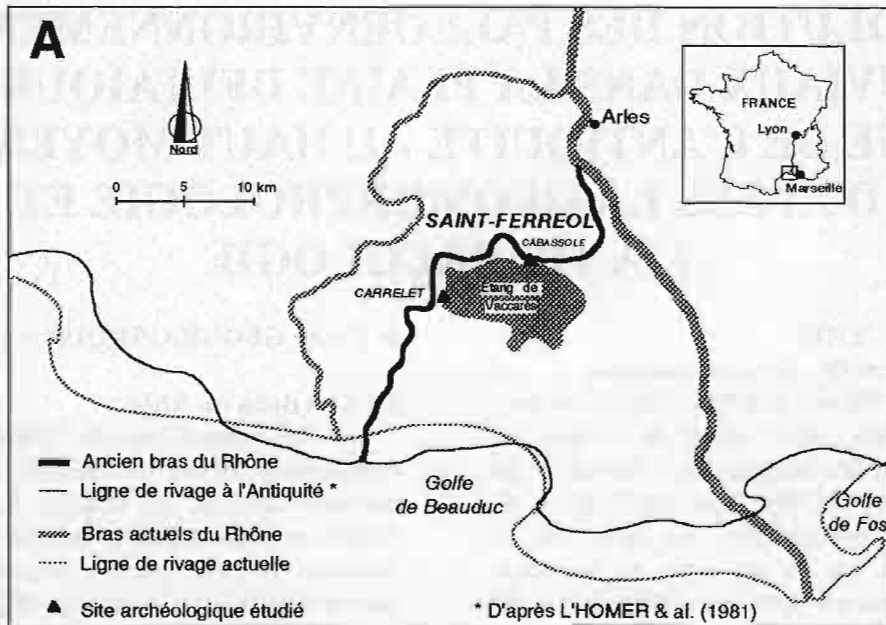
Au coeur de la plaine deltaïque rhodanienne, le site du Carrelet est situé sur le bourrelet alluvial de l'ancien bras de Saint-Ferréol et à proximité immédiate de l'étang de Vaccarès. Le tracé terminal du paléochenal reste encore visible dans le paysage (**figure 1**).

Le Rhône de Saint-Ferréol occupe une place centrale dans l'histoire de la construction du delta du Rhône, représentant le bras majeur du delta entre 7200 et 6000 BP (L'HOMER & al., 1981). L'évolution hydrologique du paléochenal au cours de l'Age du Fer et de l'Antiquité reste encore mal connue. On sait tout au plus que l'écoulement des eaux fluviales du delta est alors partagée entre trois paléochenaux: Saint-Ferréol, Albaron et Ulmet. Selon les auteurs, le bras de Saint-Ferréol serait encore important à l'époque romaine (GAUTHIER-DESCOTTES, 1879; L'HOMER, 1987). Son activité hydrologique s'estomperait progressivement au profit du Rhône d'Ulmet, ce dernier restant pourtant d'importance médiocre (L'HOMER, 1987; STOUFF, 1993; ARNAUD-FASSETTA & PROVANSAL, 1993). Le cours de Saint-Ferréol aurait cessé de fonctionner dès le XI^{ème} s. ap. J.C., mais son lit fut curé et entretenu sous forme de roubine jusqu'en 1440 (GAUTHIER-DESCOTTES, 1879; STOUFF, 1993).

Le bras de Saint-Ferréol demeurerait la principale voie navigable antique (GAUTHIER-DESCOTTES, 1879). Sur ses anciennes rives sont recensés des sites archéologiques, pour la plupart antiques (RUSSEL, 1942, COLLECTIF DELTA DU RHONE, 1995).

2-2 - Le Rhône et son bassin-versant

La dynamique fluviale du Rhône dans son bassin-versant est marquée tout au long de l'Holocène par une succession de crises hydrologiques entrecoupées de phases de moindre intensité alluviale. Ces conditions paléohydrologiques ont été, selon les périodes, plus ou moins favorables à l'installation des hommes aux abords du fleuve.





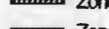





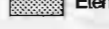
- | | | | |
|---|---|--|-------------------------------|
|  | Zone fossile du bras de Saint-Ferréol.
Zone déprimée et asséchée en été. |  | Chemin |
|  | Zone déprimée temporairement en eau |  | Roubine |
|  | Zone relativement "élevée" du bourrelet alluvial fossile de Saint-Ferréol |  | Point coté (m N.G.F) |
|  | Etendue d'eau permanente (étang) |  | Coupe stratigraphique étudiée |
|  | Escarpement (< 1,5 m) | | |

Fig. n°1 : carte de localisation. A. Le Rhône de Saint-Ferréol. B. Le site du Carrelet

Plusieurs crises hydrologiques sont enregistrées depuis l'Age du Fer sur l'ensemble du bassin-versant rhodanien:

- 1- Au cours de la Tène (500-100 av. J.C.), les travaux de SALVADOR & al. (1993) décrivent une phase d'intense activité alluviale qui entraîne l'érosion des dépôts de berge et du paléochenal rhodanien. D'autres travaux plaident également en faveur d'une crise hydrologique bien marquée en Basse Provence (JORDA & PROVANSAL, 1989).
- 2- Entre 30 av. J.C. et 150 ap. J.C., une nouvelle phase de crues est observée dans la moyenne vallée du Rhône. Celle-ci conduit à l'abandon des sites en bordure du fleuve au profit des marges de la vallée (SALVADOR & al., 1993). On observe alors à Vienne une surélévation des bas quartiers romains de l'ordre de 2 à 3 mètres. L'épaisseur des dépôts de débordement, composés de limons verdâtres, atteint 2 mètres (BRAVARD & al, 1990). Entre 50 et 150 ap. J.C., les planchers alluviaux du bassin valdainais (Drôme) connaissent un exhaussement progressif lié à la recrudescence de crues débordantes (BERGER, 1995).

Paradoxalement, les travaux menés en Basse Provence dans le delta de l'Arc et le marais des Baux décrivent des paysages partiellement asséchés entre le deuxième Age du Fer et l'Antiquité romaine (du II^{ème} s. av. J.C. au II^{ème}-III^{ème} s. ap. J.C.) (PROVANSAL, 1992). De plus, un apaisement des dynamiques érosives a été mis en évidence dans les Alpes du Sud (JORDA, 1992).

Par ailleurs, de nombreuses phases d'hydrologie plus calme ont rythmé l'évolution paléohydrologique du Rhône:

- 1- A l'Hallstatt (750 av. J.C.), les travaux de SALVADOR & al. (1993) mettent en évidence une atténuation de l'activité alluviale rhodanienne. Au cours de cette période, les hommes s'installent le long des berges du Rhône à Montagnieu dans l'Ain (VITAL & al., 1985). La sédimentation est alors limitée aux zones les plus déprimées du bourrelet alluvial rhodanien et les dépôts alluviaux sont peu épais (environ 10 cm).
- 2- Antérieurement à 30 av. J.C., une phase d'accalmie hydrologique est enregistrée sur plusieurs sites de la moyenne vallée du Rhône (SALVADOR & al, 1993). A la faveur d'une activité alluviale déficiente et d'une incision du chenal, l'habitat s'installe alors très bas dans le lit mineur et la plaine d'inondation du fleuve (BRAVARD & al, 1990).
- 3- Au cours de la période romaine, une phase d'hydrologie plus calme est décrite dans la moyenne vallée du Rhône (SALVADOR & al., 1993). Cette période, qui paraît acquise aux II^{ème}-III^{ème} s. ap. J.C., est marquée par l'installation des hommes dans

la plaine alluviale (BRAVARD & al, 1990). Cette phase de récession hydrologique peut être corrélée au fonctionnement hydro-sédimentaire du marais des Baux en Basse Provence. En effet, les travaux de PROVANSAL & al. (à paraître) mettent en lumière une installation des hommes dans les zones basses de la vallée consécutivement à un abaissement de la nappe phréatique alimentant le marais au cours de la période romaine. L'interaction entre le marais des Baux et le Rhône restant à affiner, l'hypothèse est donc que le Rhône, au cours de la période romaine, pourrait s'être écoulé plus bas, générant une activité moins "débordante" du fleuve et un abaissement de la nappe phréatique. Les sites des Alpilles enregistrent également un apaisement de la morphogénèse (JORDA, 1989).

En conclusion, l'histoire paléohydrologique du Rhône ne coïncide pas forcément avec celle enregistrée sur les sites de la Basse Provence et des Alpes du sud.

Le delta du Rhône correspond au prolongement dans le sud de la France d'un bassin-versant vaste et varié. Situé en Basse Provence, il pourrait toutefois avoir enregistré des phases durables de crue externes à cette région. En fait, les crises paléohydrologiques observées sur le site du Carrelet sont-elles le reflet du contexte géomorphologique en Basse Provence et/ou de l'ensemble du bassin versant rhodanien?

3- GEOMORPHOLOGIE DU SITE DU CARRELET

3-1- Méthodes d'analyse des paléo-environnements

Nous avons travaillé sur une série de coupes stratigraphiques de 5 à 10 mètres de longueur et d'une hauteur variant de 1,5 à 3,5 mètres. La stratigraphie des terrains fluvio-deltaïques apparaît rapidement illisible dès lors que l'on désire reconstruire avec précision l'histoire de l'environnement et les phases d'occupation humaine qui s'y rattachent. Il a donc fallu adopter une méthode rigoureuse afin de séparer les différentes séquences de crue.

La hiérarchisation des corps sédimentaires étudiés s'est appuyée sur les travaux de MACAIRE (1990). Une *séquence* de crue se compose d'une ou plusieurs *couches*. Correspondant à un épisode de débordement du Rhône, chaque séquence est généralement composée à la base d'un dépôt "grossier" attribué à la phase de montée des eaux du fleuve puis d'une couche plus fine souvent riche en matière dissoute (carbonates) et caractérisant la phase de décrue.

L'identification des séquences alluviales s'est appuyée sur quatre types de données:

- *Les données archéologiques* : certaines constructions, comme les aménagements de berge, découvertes sur le site peuvent nous renseigner sur l'intensité des dynamiques et la géométrie du chenal. Leur existence n'est jamais remise en cause par les crues. Plus utiles, des périodes d'installation durable ou temporaire des hommes dans la plaine alluviale (habitat, cimetière...) témoignent soit d'une diminution du rythme des inondations, soit d'une émergence temporaire du milieu. L'interprétation de ces structures et leur relation avec le milieu "naturel" apparaissent donc comme essentielles.

- *Les relevés stratigraphiques de terrain* : ils rendent possible la visualisation des couches sédimentaires et leur extension géographique.

- *La coloration des dépôts* : variant du vert au brun en passant par le blanc, ces changements de couleur reflètent vraisemblablement des singularités minéralogiques (c'est à dire les sources d'apport dominantes) et/ou géochimiques (teneur en carbonates et en matière organique).

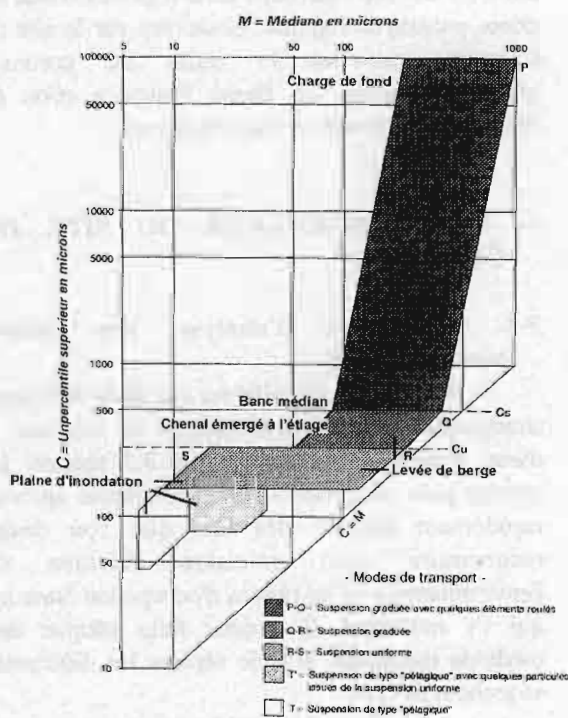


Fig. n°2: Diagramme CM des milieux de sédimentations fluviales actuels dans la plaine deltaïque rhodanienne (Petit Rhône) et des modes de transport associés (ARNAUD-FASSETTA, 1996 modifié).

- *La granularité et la teneur en carbonate de calcium*: la granulométrie repose sur l'interprétation

de paramètre tel que le grain moyen (*TMM*, FOLK & WARD, 1957), indicateur de la compétence du flux hydrique, mais surtout sur l'image CM diachronique (PASSEGA, 1957; BRAVARD, 1983). La méthode de l'image CM a permis en outre une différenciation satisfaisante des dépôts fins de la plaine d'inondation et des levées de berge. L'image CM représentée sur la **figure 2** présente la gamme des milieux de sédimentation fluviaux qu'il est actuellement possible de rencontrer dans la plaine deltaïque rhodanienne. Le diagramme CM actuel sert de référent sédimentologique pour l'interprétation des paléodiagrammes CM.

La combinaison de la granularité avec la teneur en carbonate de calcium a permis de distinguer de manière plus ou moins satisfaisante les différentes phases de dépôt. Les résultats semblent évidents concernant la partie inférieure des coupes (entre les phases IV et V, cf. *infra*). La variation de ces deux paramètres décrit ensuite une évolution plutôt tendancielle.

La datation des séquences alluviales a été effectuée soit par les vestiges archéologiques, soit par le radiocarbone.

3-2 - Les coupes stratigraphiques

Les coupes sont particulièrement intéressantes dans la mesure où les structures et le matériel archéologique s'inscrivent dans des stratigraphies alluviales complexes et permettent de dater avec précision l'évolution paléohydrologique du site pendant plus d'un millénaire. Six phases paléohydrologiques ont été mises en évidence (**figure 3**).

La phase I correspond à des sables gris à structure entrecroisée. Il s'agit d'une levée de berge dont le sommet culmine à -0,60 m NGF. Le Rhône s'écoule alors environ 1,5 à 2 mètres en dessous du niveau 0 NGF. Un enrochement constitué de blocs calcaires (taille: 30 à 60 cm), d'une hauteur d'environ 1,5 mètres et de 6 mètres de largeur apparente, scelle la partie sommitale de la berge. Il marque la limite sud-est du chenal de Saint-Ferréol. Cet enrochement est comparable, par la taille, l'ajustement et la forme des blocs, à ceux que l'on rencontre sur les berges actuelles des chenaux rhodaniens sur le delta. Sa mise en place est antérieure au I^{er} s. ap. J.C. (cf. *infra*).

S'appuyant sur l'enrochement de berge, la phase II est constituée de sables gris organiques dans lesquels abondent des bois de flottage (tamaris, aulne et peuplier) ainsi qu'un bois taillé dans une branche de cornouiller (cf. *infra*) daté entre 17 et 211 ap. J.C. (Ly-7321) et plus probablement du I^{er} s. ap. J.C. Ce faciès est caractéristique d'un dépôt de berge sous aquatique

mis en place en bordure du chenal dans des conditions de faible énergie.

La phase III correspond à une accumulation de limons argileux organiques à

litage horizontal centimétrique. Il s'agit d'un dépôt fin du chenal de Saint-Ferréol (colmatage du pied de berge?). Il signale que les dynamiques de forte énergie se sont déplacées vers l'ouest.

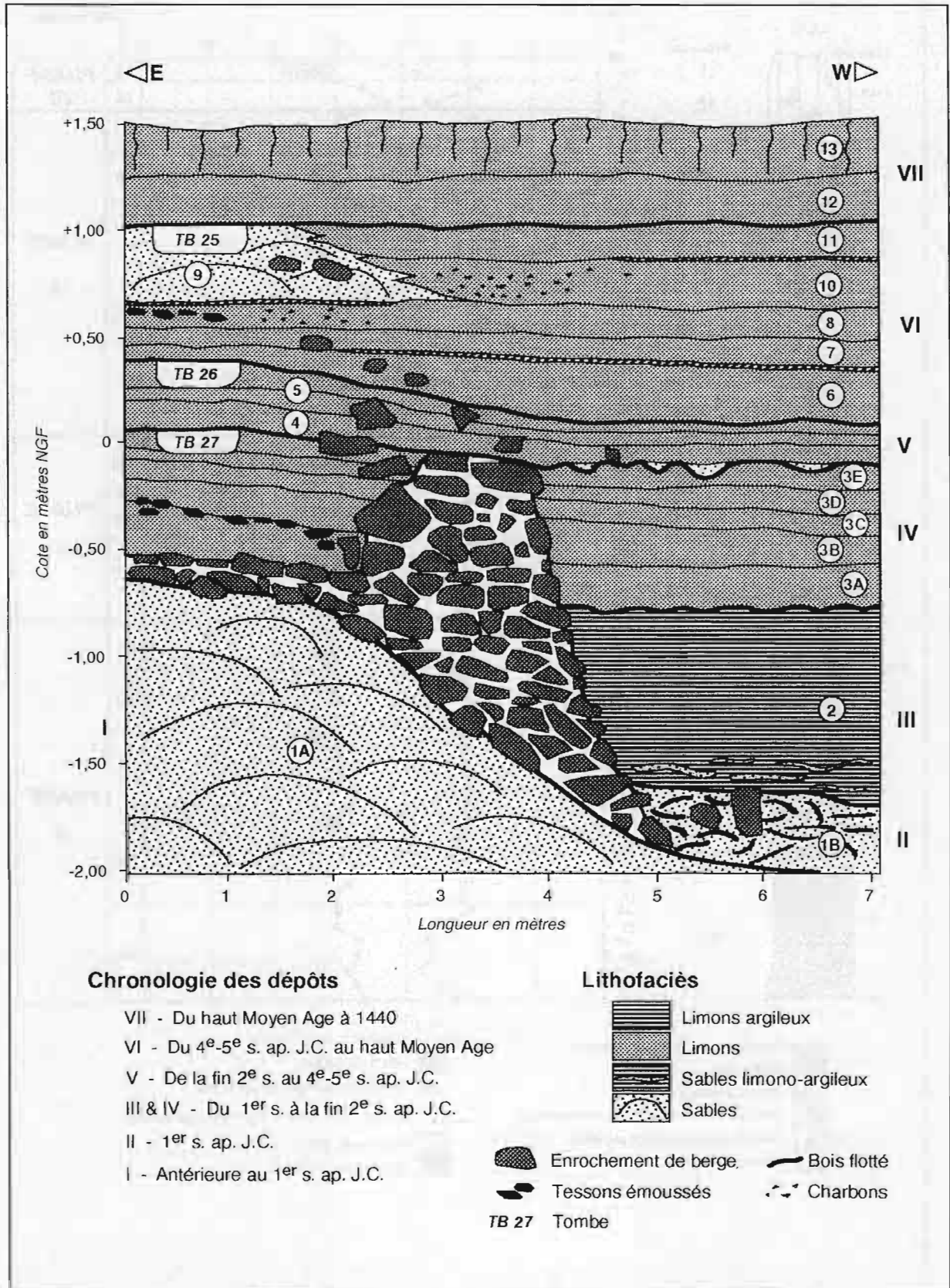


Fig. n°3: coupe 300 du Carrelet.

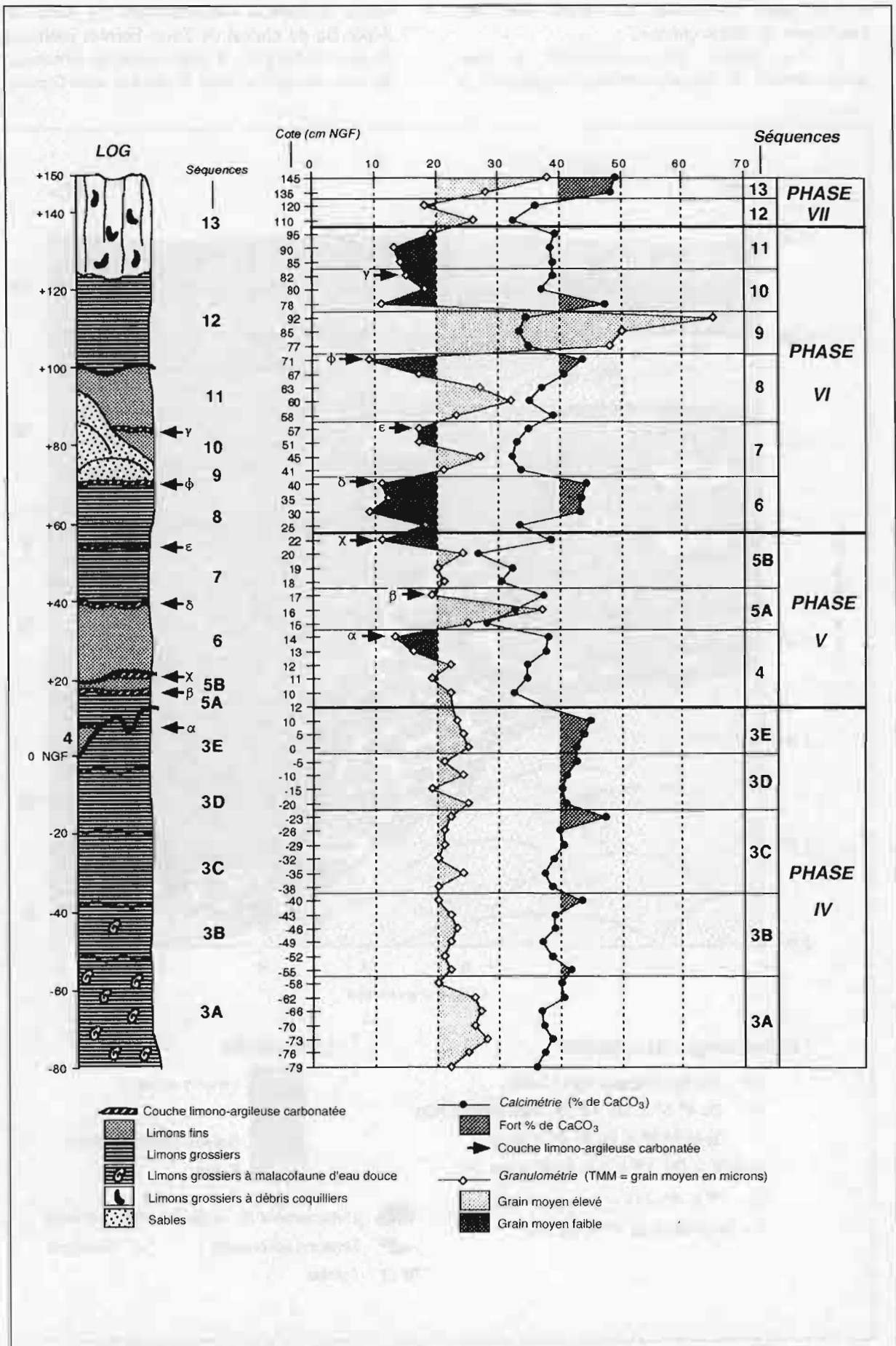


Fig. n°4: Analyse sédimentologique de la coupe 300 du Carrelet.

La phase IV est représentée par cinq séquences alluviales d'une épaisseur de 85 cm (**figure 4**). Elles sont composées de limons verdâtres homogènes. L'environnement de dépôt correspond à de la suspension uniforme (**figure 5**). Les points sont très regroupés sur le diagramme, évoquant une certaine constance de la dynamique fluviale. Le passage de la séquence 3A à 3B est marquée par une couche de céramiques informes correspondant à un sol de fréquentation non daté. Le taux de CaCO_3 est corrélé positivement aux niveaux les plus grossiers et il s'accroît vers le haut, évoquant des circulations post sédimentaires et peut être une esquisse de pédogénèse au sommet de la phase?

Ces séquences alluviales correspondent à des dépôts de débordement du bras de Saint-Ferréol. Le chenal du Rhône se situe alors à une centaine de mètres à l'ouest, compte tenu de la finesse des dépôts. Cette séquence a été mise en place entre le 1^{er} s. et la fin du 2^e s. ap. J.C. (tombe 27). Le taux de sédimentation est important (0,6 cm / an).

La phase V correspond à trois séquences alluviales composées de limons vert-brun d'une épaisseur inférieure à 40 cm. Nous observons au sommet de chaque séquence un dépôt limono-argileux carbonaté (**figure 4**). L'environnement de dépôt correspond à de la suspension uniforme (**figure 5**).

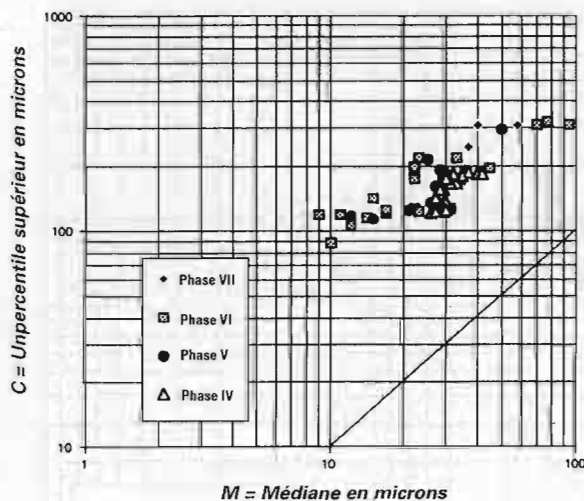


Fig. n°5: Analyse diachronique des séquences sédimentaires du Rhône de Saint-Ferréol par l'image CM.

L'image de ces dépôts est plus étalée que précédemment, traduisant l'inconstance des conditions hydrologiques du moment, tantôt plus calmes, tantôt plus intenses. Le taux de CaCO_3 est inversement corrélé à la granulométrie et pourrait correspondre au dépôt de la charge en suspension-solution à la fin de chaque épisode de crue. Il s'agit de trois dépôts de débordement mis en place entre la fin du II^{ème} s. et le IV^{ème}-V^{ème} s. ap. J.C. (tombe 26). Le taux de sédimentation devient faible (0,1 cm/an).

La phase VI est marquée par l'épaisseur importante (100 cm) des six séquences alluviales qui la constituent. Il s'agit dans l'ensemble de séquences limoneuses vert-brun couronnées par des dépôts limono-argileux carbonatés (**figure 4**). L'image granulométrique montre des sédiments mis en place par suspension uniforme (**figure 5**). L'allongement de l'image sur le diagramme CM ainsi que l'irrégularité du TMM évoquent des dynamiques plus contrastées que lors des autres phases hydrologiques. Nous mettons en fait en évidence une accentuation des irrégularités granulométriques en rapport avec une variation de la compétence hydrologique du fleuve, déjà amorcée lors de la phase précédente.

Ces dépôts correspondent à des dépôts de débordement mis en place entre le 4^e-5^e s. ap. J.C. et le haut Moyen Age (tombe 25). Le sommet de la séquence 10 a été daté par radiocarbone entre 437 et 631 ap. J.C. (Ly-7320) et plus probablement du 6^e s. ap. J.C. La séquence 9, très sableuse, correspond à une berge temporaire d'un petit chenal de crue (*crevasse splay*). Le taux de sédimentation atteint 0,4 cm/an.

La phase VII correspond à deux séquences alluviales limoneuses. La séquence terminale contient du matériel coquillier en abondance provenant de l'étang de Vaccarès. L'image granulométrique est décalée vers le haut du diagramme, indiquant que le dépôt contient des fragments de tessons non datés (**figure 5**). Il s'agit des dépôts de débordement terminaux des différents chenaux du Rhône qui se sont succédés entre le haut Moyen Age et la fin du XIX^{ème} s. ap. J.C., date des derniers endiguements sur le delta (STOUFFE, 1993). Le taux de sédimentation diminue très fortement (0,07 cm/an).

3-3 - Résultats sédimentologiques et paléohydrologie

L'identification des séquences alluviales et le dénombrement des épisodes de crue a permis de quantifier la périodisation paléohydrologique du fleuve. La datation des séquences, soit par la céramique, soit par le radiocarbone, a permis d'esquisser une chronologie précise des dépôts alluviaux et de proposer une vitesse de sédimentation (ou d'exhaussement) sur la plaine

deltaique du Rhône, à proximité d'un bras fossile, de l'Antiquité jusqu'au haut Moyen Age (**figures 7 et 8**).

1- Deux phases d'activité fluviale accrue ont été mises en évidence. La première (phase IV) concerne la période comprise entre le 1^{er} s. et la fin du 2^e s. ap. J.C. La seconde (phase VI) fait référence à l'Antiquité tardive. Elles sont marquées par un nombre d'épisodes de crue élevé, des dépôts alluviaux épais (80 à 100 cm), un taux de sédimentation élevé (0,4 à 0,6 cm / an) et une instabilité des berges du fleuve (**figure 7**). Elles sont encadrées et séparées par trois phases de "calme hydrologique relatif". La première (phase III) est immédiatement postérieure au 1^{er} s. ap. J.C. Elle est marquée par un apaisement de l'activité hydrologique du Rhône de Saint-Ferréol dont le chenal est en voie de colmatage latéral.

La seconde (phase IV) prend naissance à la fin du II^eme s. ap. J.C. et perdure jusqu'au IV^eme-V^eme s. ap. J.C. Elle correspond à l'installation des hommes sur le limon de crue du champ d'inondation proximal (inhumations, construction d'un bâtiment à vocation artisanale, de bassins à salaison de poisson et d'une villa), la rareté des épisodes de crue et la faible épaisseur des dépôts alluviaux (moins de 40 cm). L'atténuation de l'hydrodynamisme du bras de Saint-Ferréol à cette époque est peut être à l'origine du choix des hommes de s'installer de manière durable aux abords du cours d'eau. En effet, il est fort possible que la réduction des apports détritiques ait

entraîné une incision du chenal, contribuant à un abaissement du niveau moyen du Rhône. Ceci aurait eu pour effet d'abaisser le niveau de la nappe phréatique et de limiter les débordements du fleuve, favorisant alors l'installation des hommes dans la plaine alluviale. Au cours de la période antique, les conditions hydrologiques de faible énergie ont sans doute facilité la navigation sur le Rhône dans sa plaine deltaïque. Les travaux de STOUFF (1993) attestent par ailleurs d'une situation comparable au cours de la période médiévale.

La dernière (phase VII) correspond au Moyen Age. Elle marque l'atterrissement final du Rhône de Saint-Ferréol.

2- La plupart des gisements archéologiques se retrouve dans l'étang de Vaccarès, ce qui montre que le plan d'eau était plus réduit au cours de l'Antiquité.

3- La phase IV (1^{er} s.-fin II^eme s. ap. J.C.) est marquée par une granulométrie relativement homogène, la taille moyenne des particules oscillant entre 20 et 30 microns. Nous expliquons ce phénomène par une certaine régularité des conditions hydrologiques du fleuve à cette période. Au contraire, les phases suivantes (phases V à VII) voient une accentuation progressive des irrégularités granulométriques, avec des niveaux plus grossiers et des passées beaucoup plus fines, liées à des débits liquides et/ou solides relativement inconstants.

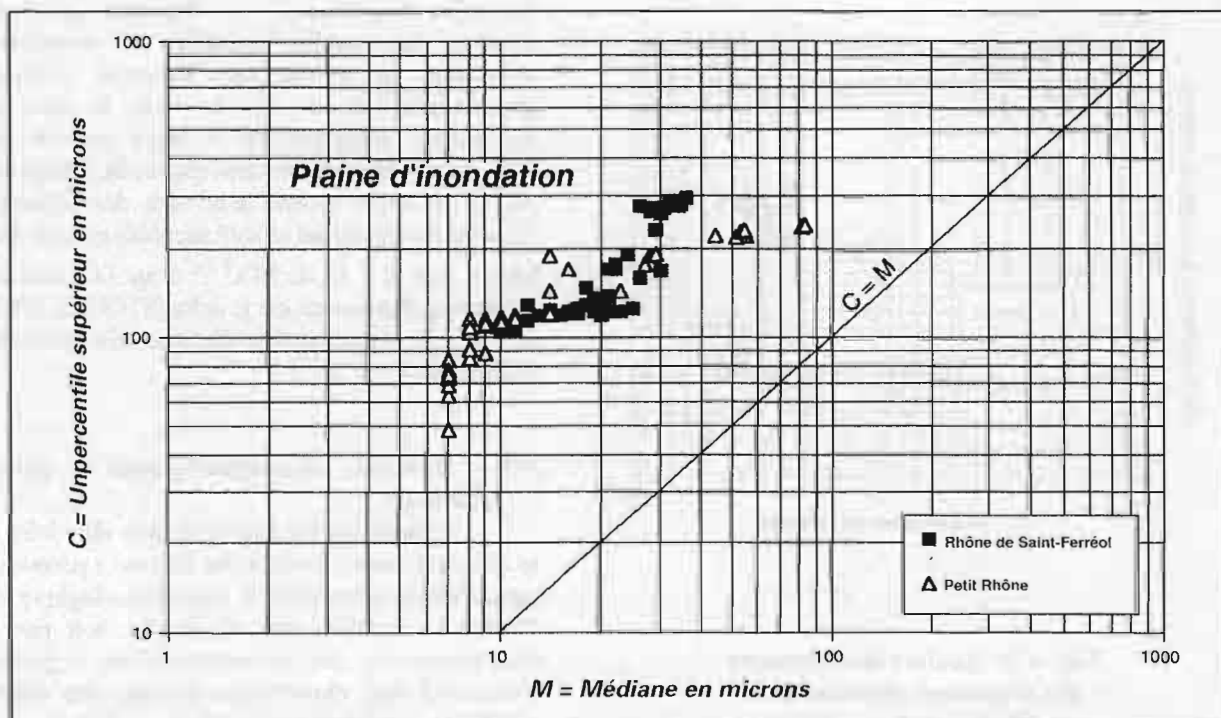


Fig. n°6: Diagramme CM des dépôts de la plaine d'inondation du Rhône de Saint-Ferréol. Comparaison avec les dépôts de débordement actuels du Petit Rhône. Tous les sites représentés sont en rive concave.

4- Cette étude a montré la disparité des dynamiques fluviales du Rhône tout au long de l'Antiquité et du haut Moyen Age. Il nous a semblé intéressant de comparer le paléochenal de Saint-Ferréol avec le Petit Rhône, bras secondaire du delta et actuellement en voie de colmatage (**figure 6**).

Cette comparaison met en lumière des singularités notables tant au niveau des conditions de dépôt que du type de matériel sédimentaire piégé lors des crues. La figure 6 représente l'image CM des paléoenvironnements fluviaux au cours de l'Antiquité et des milieux de sédimentation actuels (en rive concave). L'image CM de la plaine d'inondation à l'époque antique est plus concentrée. Au contraire, celle des dépôts de débordement actuels du Rhône est beaucoup plus dilatée et enrichie de particules très fines. Faut-il y voir l'effet des digues qui privent le fleuve actuel des parties distales de son champ d'inondation?

5- L'identification des séquences alluviales s'est appuyée sur le repérage de niveaux limono-argileux carbonatés (**figure 4**). L'origine de ces carbonates est complexe. Le ruissellement d'eau chargée en carbonates issus de la dissolution des pierres de construction ne paraît pas l'hypothèse à retenir. Les couches très carbonatées peuvent avoir une origine fluviale, les carbonates se déposant à la fin de chaque crue par décantation (phases V et VI). Ils peuvent également signer une évolution post-sédimentaire (phase IV). Ponctuant chaque fin de séquence par des pics riches en CaCO_3 , ces niveaux limono-argileux blanchâtres se sont avérés être des marqueurs pertinents des discontinuités stratigraphiques, d'ordinaire très discrètes, entre les séquences alluviales de la plaine deltaïque du Rhône (**figure 4**, exemples : entre 5A et 5B, entre 6 et 7, entre 8 et 9, etc...)

4- ETUDE ANTHRACOLOGIQUE

Le delta du Rhône n'a jamais auparavant fait l'objet d'une étude anthracologique. Des charbons de bois et du bois gorgé d'eau ont été prélevés lors de sondages à la pelle mécanique, pour les sites du Carrelet principalement (berge ouest de l'étang de Vaccarès) et de Cabassole (berge nord de l'étang de Vaccarès) (**figure 1**). Prélevés hors habitat, les charbons de bois et le bois gorgé d'eau sont issus des sédiments du Rhône de Saint-Ferréol. Les phases ayant livré des échantillons sont datées entre 17 et 211 ap. J.C. (probablement le I^{er} s. ap. J.C.) et une période comprise entre le haut Moyen Age et 1440. Les échantillons carbonisés révèlent aussi un grain de blé et un fruit de Pin pignon, rares témoins directs de l'alimentation antique en Camargue.

Une difficulté immédiate est que l'on travaille sur 100 % de ligneux mais provenant d'un environnement qui, depuis 5300 BP environ, est un paysage alluvial plat, très marqué par le sel, à première vue assez défavorable à la végétation forestière, excepté localement sur les anciennes dunes et levées de berge (Triat-Laval, 1978; Pons & al., 1979). En l'absence d'information directe sur le taux de boisement, les fluctuations absolues des forêts au cours du temps sur la base des seuls ligneux sont donc difficiles à connaître. Les hypothèses s'appuient néanmoins sur la liste et les proportions entre essences.

La présente étude concerne une tranche de temps de 1000 à 1500 ans tout au plus. C'est une durée courte pour rechercher des variations de milieu ou de climat à partir de végétaux, puisque la végétation a une plasticité écologique qui lui permet de s'adapter à de petites variations de milieu (température, salinité...). De plus, certains effets de l'action de l'homme peuvent s'apparenter à des changements naturels: on peut penser en particulier aux rapports eau douce/sel/terre, qui ont dû être soumis autant aux aménagements volontaires qu'aux changements de régime du fleuve.

Enfin, l'ancien bras du Rhône et l'étang du Vaccarès ont dû déterminer dans le passé une mosaïque spatiale complexe de salinités et de zones d'humidité dans l'environnement local, qu'il n'est pas forcément facile de distinguer, dans la perception végétale que nous en avons, des variations temporelles de ces salinité et humidité. Il est donc utile de connaître les potentialités écologiques précises de chaque essence et, en attendant l'exploitation des sondages profonds, de se replacer dans une évolution du milieu holocène, apportée par les études palynologiques antérieures.

4-1- "Etat des lieux" paléo-écologique de la Camargue

Il est utile de rappeler les acquis des études antérieures concernant l'histoire environnementale holocène de la Camargue, en particulier d'après les sondages polliniques effectués par TRIAT-LAVAL (1978) et PONS & al. (1979). Ces études révèlent un paysage postglaciaire très différent du présent.

Le sondage pollinique des Frignants, juste au sud du site du Carrelet, va environ de 11000 BP à 5700 BP. A la précision qui nous concerne ici, il faut relever que:

- La végétation littorale arborée est plus importante qu'actuellement avant la fin du Néolithique, grâce à l'existence de terrasses alluviales caillouteuses quaternaires non encore recouvertes par les alluvions récentes, donc au relief beaucoup plus accusé qu'aux Ages des métaux.

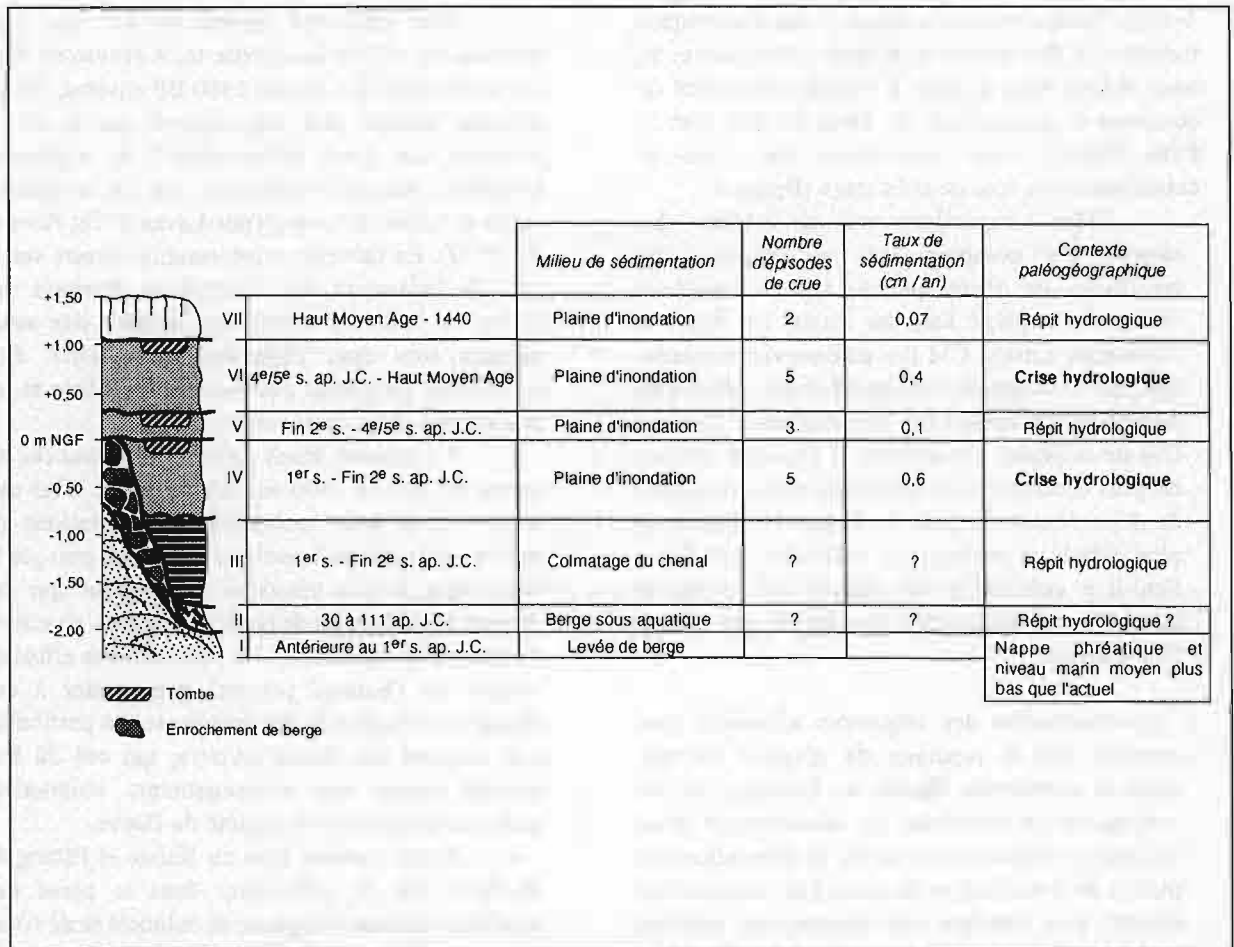


Fig. n°7: Synthèse chronostratigraphique du site du Carrelet.

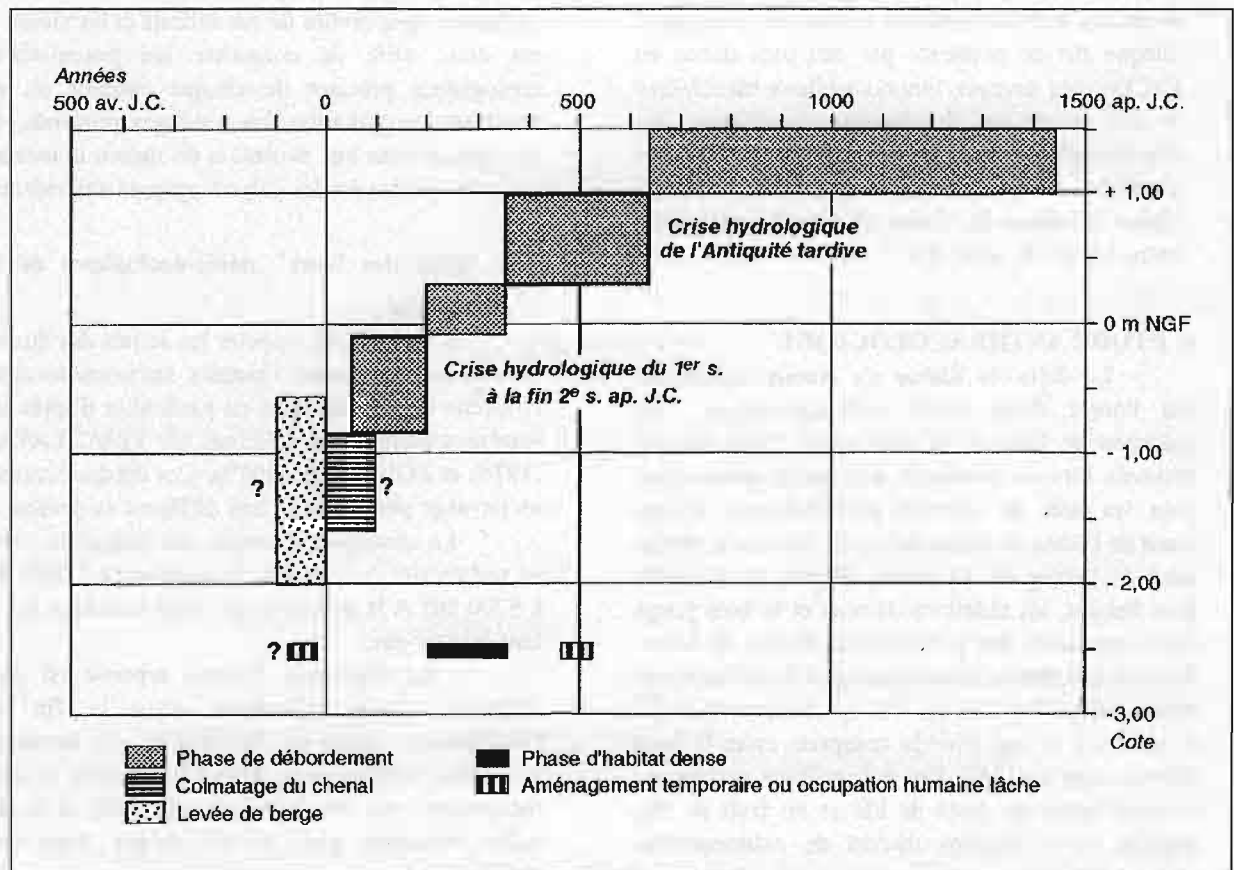


Fig. n°8: Diagramme chronostratigraphique du site du Carrelet - delta du Rhône.

- Le delta alluvial pratiquement plat, tel que nous le connaissons, n'est établi que vers 5300BP et à cette date la végétation arborée disparaît, si l'on en juge par un seul niveau subboréal/subatlantique des Frignants, et par le sondage d'Augery au nord-est du Vaccarès.

Si l'on entre dans le détail de l'évolution relative des essences, les auteurs notent qu'à cette époque les fréquences polliniques des arbres — Chêne pubescent, Chêne type Chêne vert, Pin(s), Hêtre, Sapin, Noisetier, Aulne, Orme, Bouleau et Frêne— chutent. Une difficulté interprétative tient à la mauvaise conservation des pollens de Peuplier; cette essence aurait en effet pu constituer la base de forêts nouvelles suite aux transformations du milieu alluvial induites par l'influence du fleuve et de l'eau douce. Son absence dans les pollens ne permet pas de le dire. Mais si une telle forêt avait existé, des essences comme l'Aulne, l'Orme et le Frêne auraient gardé une importance relative plus grande que celle que l'on observe. C'est pourquoi les auteurs concluent que les transformations du paysage ne sont pas seulement dues aux effets de l'installation d'une plaine alluviale, dominée par l'action de l'eau et du sel, mais aussi au rôle de l'homme, peut-être à l'agriculture.

4-2- Identification taxinomique des essences et potentialités écologiques

Les prélèvements dans les coupes hors habitat ont permis de recueillir environ 350 fragments (charbons et bois) divisés en 12 échantillons, 11 du Carrelet, 1 de Cabassole. On constate aux périodes étudiées une richesse en essences assez grande. Ces 16 essences peuvent être regroupées par affinités écologiques (**tableau 1**):

<i>Abies</i>	Sapin
<i>Alnus</i>	Aulne
<i>Cornus sp.</i>	Cornouiller
<i>Fagus</i>	Hêtre
<i>Fraxinus</i>	Frêne
<i>Juniperus</i>	Genévrier
<i>Olea europaea ssp. europaea</i>	Olivier
<i>Phragmites australis</i>	Roseau cf. Phragmite
<i>Pinus nigra ssp. salzmannii</i> - <i>Pinus silvestris</i>	Pin noir de salzmann - Pin sylvestre
<i>Pinus pinea</i>	Pin pignon (dont pignon)
<i>Populus</i>	Peuplier
<i>Rosaceae Pomoideae</i>	Rosacée Pomoïdée
<i>Tamarix</i>	Tamaris
<i>Ulmus minor</i>	Orme champêtre
<i>Vitis vinifera</i>	Vigne

Tableau n°1: Glossaire des essences identifiées (Rhône de Saint-Ferréol - Carrelet et Cabassole, 13)

4-2-1-Essences cultivées ou consommées

La Vigne est identifiée au début de la phase V (vers fin II^{ème} s. ap. J.C.), l'Olivier dans la phase VI (du IV^{ème}-V^{ème} ap. J.C. au haut Moyen Age). Il est intéressant de relever, pour le fragment d'Olivier, que l'anatomie est celle d'un Olivier cultivé (J.-F. TERRAL, comm. orale). On peut donc supposer sa culture sur la berge du Vaccarès.

Accompagnant le bois de Pin pignon présent dans toute la séquence, un fruit carbonisé de cet arbre (pignon) dans la fin de la phase IV témoigne très probablement de la présence locale ou micro-régionale de cet arbre adapté au milieu littoral. Un grain de blé (*Triticum sp.*) dans la phase VI ne prouve pas sa production locale mais seulement sa consommation. Les alluvions rhodaniennes conviennent à sa culture.

4-2-2- Essences inféodées à un niveau phréatique élevé (végétation riveraine)

Le Peuplier et l'Aulne (phases II et IV) sont inféodés aux rives des cours d'eau douce, soumises à un alluvionnement intense et à des inondations temporaires. Le *Populetum albae* est l'association végétale actuelle des berges du Rhône à basse altitude, avec le Peuplier blanc, des Saules, et d'autres feuillus. En zone littorale, l'Aulne glutineux n'est associé que de façon plus sporadique à l'association. Le fait que ces essences soient très rares ici dans les charbons de bois identifiés mérite d'être expliqué (cf. *infra*). Dans le bois gorgé d'eau (phase II), leur présence semble confirmer un arrachement direct depuis les berges.

4-2-3 -Essences mésophiles

Deux essences, le Frêne et l'Orme champêtre, ne sont pas dépendantes de la proximité immédiate des cours d'eau douce, mais nécessitent néanmoins une humidité assez élevée, telle celle des plaines alluviales. Dans leur présence ici plus régulière que celle du Peuplier et de l'Aulne on peut tout aussi bien voir une indication —concernant l'humidité édaphique— de boisements plus importants loin des berges du fleuve qu'au bord de celles-ci, qu'une indication —concernant la salinité— de terrains à la fois assez humides et relativement salés, toutefois moins salés que ceux qui bordent le Vaccarès actuellement, qui n'accueillent pratiquement que le Tamaris.

L'écologie antique du Hêtre, absent du littoral actuellement, est plus difficile à restituer. La palynologie confirme sa présence passée, jusqu'à des périodes historiques, en situation littorale (BERNARD, 1972, TRIAT-LAVAL, 1978). Régulièrement trouvé, bien que rare, dans des charbons de bois de sites préhistoriques et jusqu'au Moyen Age à basse altitude dans le sud de

la France (CHABAL, 1982 et 1991; DURAND & VERNET, 1987; BORREANI & al., 1992), il a pu soit profiter de formations forestières résiduelles plus fermées qu'actuellement (microclimat à évaporation réduite) avec des sols épais pédologiquement évolués, soit d'un hypothétique régime climatique moins sec en été. Il est donc très difficile de le localiser dans le delta du Rhône, cette localisation étant sans doute corrélative de la répartition des autres boisements, qui ne fait encore que l'objet d'hypothèses.

Le Cornouiller, identifié dans un objet façonné, gorgé d'eau (cf. *infra*), a pu exister dans le sous-bois de l'une ou l'autre de ces formations. Quant aux identifications de Rosacées Pomoïdées, elles peuvent se rapporter à plusieurs essences (Aubépine, Sorbier...) dont l'écologie a pu être voisine des précédentes, ou à des fruitiers.

4-2-4- Essence halophile et essence de marais

Le Tamaris, non exclusif des zones salées, est cependant l'un des seuls ligneux hauts spontanés de notre flore à résister à des salinités assez élevées. Sa présence régulière dans nos échantillons en fait une espèce locale majeure aux époques considérées, et très probablement une indication fiable de la salinité.

Le Phragmite ou roseau des marais nécessite par contre la présence d'eau douce (fossés, bras morts, cours inférieur des fleuves) ou à peine saumâtre (marais). Il n'apparaît qu'une fois, dans les charbons de bois, peut-être en raison de sa fragilité à l'état carbonisé.

4-2-5- Essence thermophile

Le Genévrier, abondant dans deux échantillons, ne peut pas être identifié jusqu'à l'espèce avec les techniques classiques.

La présence éventuelle de Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), serait très intéressante. Actuellement constitutif d'un boisement littoral climacique, par exemple en Camargue au Bois des Rièges, il peut constituer des boisements denses de type maquis élevé, thermophiles, assurant avec le Pistachier Lentisque la fixation des sables. Il est, ailleurs, associé au Pin pignon, au Chêne vert, etc...

Par contre, dans l'hypothèse où il s'agit du Genévrier oxycèdre ou Cade, on doit le rattacher à des boisements de type chênaie de l'intérieur des terres ou à ses stades de dégradation. En l'absence d'identification de Chêne, Filaire, etc..., à cette époque, la présence de Cade n'est pas la meilleure hypothèse.

4-2-6- Essences héliophiles

Deux espèces de Pins (au moins) sont identifiées : le Pin pignon et un Pin qui est soit le Pin noir soit le Pin sylvestre, deux arbres d'écologie différente mais d'anatomie voisine. Ces arbres ont en

commun d'être inféodés à la lumière, en particulier pour germer, ce qui en fait des espèces pionnières de terrains nus, clairières, etc..., et en ce sens favorisées par l'homme.

Actuellement, le Pin pignon en Camargue occupe des sols sablonneux et colonise les anciennes dunes (il redoute les embruns). Il peut en particulier constituer une strate haute au-dessus du Genévrier de Phénicie, de la Filaire à feuilles étroites, du Pistachier lentisque, en Petite Camargue; par le passé, il aurait pu partir des dunes pour coloniser, spontanément ou aidé par l'homme, les sols sablonneux de l'intérieur des terres tels ceux de la Provence cristalline (MOLINIER & MOLINIER, 1971). Sa présence dans le delta semble ici très probable.

En revanche, l'autre Pin trouvé ne correspond pas à une végétation locale connue actuellement. S'il provient de l'intérieur des terres, il peut s'agir du Pin noir de Salzmann dont l'aire passée est mal connue, ou du Pin sylvestre plus haut en altitude.

4-2-7- Essence d'affinité médio-européenne ou montagnarde

Le Sapin est présent dans deux échantillons antiques ou médiévaux. Plus encore que le Hêtre, il redoute la sécheresse estivale. Sa présence peut s'expliquer soit par un apport depuis l'intérieur des terres, soit par sa perdurance à basse altitude. C'est cette dernière hypothèse qui est retenue pour d'autres sites du Bas-Languedoc (CHABAL, 1991). Il n'est pas à exclure que la "fraîcheur" édaphique et microclimatique apportée par des forêts-refuges ait pu localement permettre à une espèce de Sapin de perdurer longtemps à basse altitude.

4-3- Chronologie et signification des échantillons de bois et charbons de bois

Deux répit hydrologiques (phases III et VII) reconnus par l'étude géomorphologique (cf. *supra*) ne sont pas représentés par les échantillons anthracologiques. En revanche, sont représentés:

-la phase II: probablement le I^{er} s. ap. J.C. (bois gorgé d'eau dans la levée de berge),

-la fin de la phase IV: dépôts de débordement avant la fin du II^{ème} s. ap. J.C. (crues fréquentes, *crise hydrologique*),

-le début de la phase V: dépôt de débordement vers la fin du II^{ème} s. ap. J.C., et phase IV: entre le II^{ème} s. et les IV^{ème}-V^{ème} s. ap. J.C. (*répit hydrologique*),

-la phase VI: dépôts de débordement entre les IV^{ème}-V^{ème} s. ap. J.C. et le haut Moyen Age (*crise hydrologique*).

La signification des charbons et du bois prélevés dans une zone occupée par l'Homme à

plusieurs périodes (ici principalement antique), pose toujours la question de l'origine et de l'usage de ce bois. La meilleure hypothèse pour les charbons de bois contemporains d'une présence humaine n'est pas a priori l'incendie *in situ* d'espaces plus ou moins naturels, mais plutôt une combustion dans un habitat, volontaire (bois de feu) ou involontaire (incendie de charpente), suivie d'un déplacement des résidus imbrûlés à plus ou moins courte distance, par éparpillement, par le vent, l'eau, etc... En particulier, l'étang de Vaccarès et le Rhône de Saint-Ferréol, très proches, ont pu contribuer à ce rôle de dispersion.

L'homme est un fort producteur de restes carbonisés dans l'habitat. La conservation de ceux-ci est bonne chaque fois que les facteurs mécaniques ne sont pas trop destructifs, grâce à un enfouissement. Celui-ci a pu être ici favorisé par les débordements du fleuve. C'est pourquoi les restes carbonisés issus de l'activité humaine ont ici des chances d'être majoritaires, même hors habitat, par rapport aux charbons provenant directement d'incendie de formations ligneuses. Si des charbons provenant de pratiques agro-pastorales ont été amenés de l'amont par le fleuve, c'est probablement une perception "sur-ajoutée" et non l'essentiel des restes. La présence, dans les échantillons considérés, de deux fruits carbonisés, ainsi que la diversité des essences au plan de leurs préférences écologiques (par exemple : Olivier-Pin-Orme dans un même échantillon), sont des arguments qui corroborent l'hypothèse de résidus domestiques, accumulés sur la durée, c'est-à-dire d'un apport différé depuis une végétation locale, micro-régionale ou plus lointaine. En revanche, le bois gorgé d'eau doit provenir, à l'exception d'un objet en bois travaillé, de bois arraché par l'eau sur les berges du bras de Saint-Ferréol. En effet, nombre de ces résidus ont un aspect "roulé".

Le fait que les échantillons de charbon de bois puissent être issus de bois de feu n'est pas une difficulté au plan de leur représentativité paléo-écologique. Au contraire, les résultats les plus riches de l'anthracologie proviennent de résidus archéologiques, qui apportent, plus que tous autres, la garantie d'une représentation synthétique du milieu environnant (CHABAL, 1992). Corrélativement, cette représentation n'est parfois pas limitée à l'environnement immédiat et un apport lointain pour une partie des restes peut toujours être discuté. Pour le cas qui nous occupe, deux risques surtout doivent être envisagés:

—un apport lointain de ligneux par l'homme en raison d'un manque de bois, soit que le delta soit déboisé par l'homme (ancienneté de l'occupation, intensité de l'exploitation), soit qu'il soit peu propice à la forêt (relatives halophilie ou hydromorphie), deux arguments déjà développés par les palynologues (PONS & al., 1979).

—un apport naturel de ligneux par le fleuve, arrachés des berges en amont, source d'approvisionnement en bois facile pour les populations locales.

4-4 - Interprétation paléo-écologique des bois et charbons de bois

La succession des 12 échantillons sur cette faible durée ne révèle pas de changements évidents (**tableau2**). Une interprétation sans considération diachronique a paru la plus prudente. En effet, les phases de débordement et de divagations du fleuve ont dû conserver un paysage en mosaïque et simplement modifier un peu la répartition de la végétation sans que notre perception à l'échelle spatiale de l'approvisionnement en bois de feu par les populations locales en soit affectée.

La palette d'essences aux potentialités adaptatives variées ne nous révèle pas directement leur situation écologique et spatiale, ni leur importance relative en termes de taux de boisement, ni même leur réelle importance relative entre elles.

Les faibles reliefs actuels, notamment les bourrelets alluviaux du bord des cours d'eaux, sont le lieu d'une tendance spontanée, actuelle, à la reforestation (MOLINIER & MOLINIER, 1971). Il ne faudrait donc pas généraliser à toute la Camargue le caractère défavorable à la forêt : il y a probablement pour la période antique, plus encore qu'actuellement, une mosaïque de milieux. Les plus salés n'accueillent que des espèces herbacées, alors que les faibles reliefs fixés, hors des atteintes du sel et des immersions saisonnières, sont favorables aux arbres. Entre les deux extrêmes, le rôle plus ou moins dominant de l'eau douce ou du sel ont dû déterminer la répartition des essences.

Sur cette base, peut-on interpréter le paysage? En termes de présence-absence, il semble acquis que la chênaie n'est pas ou peu présente dans le rayon d'action des populations ayant vécu au bord du bras de Saint-Ferréol et de l'étang de Vaccarès. En effet, ni les Chênes, ni les Filaires, l'Alaterne, le Lentisque, etc..., ne sont présents entre l'Antiquité et le Moyen Age. Seul le Genévrier pourrait appartenir à la chênaie, mais on a vu qu'il peut s'agir du Genévrier de Phénicie, formation qui peut être exempte de Chêne.

Les fréquences des essences en nombre de fragments par échantillon (**tableau2**) ne semblent pas très fiables. Certains échantillons ont un faible effectif, et une seule essence représente parfois 100% de l'échantillon, marquant un apport de caractère instantané, sans grand intérêt statistique.

Deux types de fréquences peuvent être considérées et comparées : les fréquences relatives et les fréquences d'apparition (**tableau 3**). Selon que l'on considère le nombre de fragments ou le nombre d'apparitions, le classement est différent :

Site	Carrelet		Carrelet		Carrelet		Carrelet		Carrelet		Carrelet		Carrelet		Carrelet		Carrelet		Carrelet		Fréquence absolue totale	Fréquence relative totale (%)			
	Sondage	300-1	330-1	340-1	390-3	CAL 1-7	CAP 2-2	330-2	330-2	CAL 1-7	CAL 1-10	CBP 2-1	310-8	CAL 1-7	4-5e s. au haut Moyen Age	VI	310-8	CAL 1-7							
Nature du dépôt	Couche	bois	charbon	charbon	charbon	charbon	3 & 4	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon	charbon						
Phase paléohydrologique	Datation	II	Fin IV										Début V	Fin 2e s. au 4-5e s. ap. J.C.											
Sapin																									
Aulne		5	5																		21,0	6,0			
Cornouiller (objet)		1																			5,0	1,4			
Hêtre			4	32																	1,0	0,3			
Frêne																					39,0	11,1			
Genévrier																					1,0	0,3			
Olivier cultivé																					76,0	21,6			
Roseau cf. Phragmite			1																		1,0	0,3			
Pin noir de Salzmann																					1,0	0,3			
Pin sylvestre																					16,0	4,5			
Pin pinon																					173,0	32,1			
Peuplier		1			14	34															2,0	0,6			
Rosacées Pomoidée																					2,0	0,6			
Tamaris		24	1		1	1															1,0	0,3			
Orme champêtre																					8,0	2,3			
Vigne																					1,0	0,3			
espace indéterminée					2																2,0	0,6			
Total		31	11	32	20	37	45	25	13	18	39	30	40	11							352	100			

Tableau 2 : identification des bois et charbons de bois prélevés dans les stratigraphies alluviales du Rhône de Saint-Ferréol (Carrelet et Cabassole).
Fréquences en nombre total et relatif de fragments.

- Fréquence relative décroissante (échantillons cumulés): **Pin pignon, Génévrier, Tamaris, Hêtre**, Sapin, Pin noir/Pin sylvestre, Orme champêtre, Aulne, espèce indéterminée, Peuplier, Cornouiller (objet), Frêne, Olivier, Rosacée Pomoïdée, Roseau cf. Phragmite, Vigne.

- Fréquence d'apparition ou ubiquité décroissante: **Pin pignon, Tamaris, Peuplier ou Aulne ou Orme ou Frêne, Orme champêtre Hêtre**, Génévrier, Peuplier, Sapin, Aulne, Cornouiller (objet), espèce indéterminée, Frêne, Olivier, Pin noir/Pin sylvestre, Rosacée Pomoïdée, Roseau cf. Phragmite, Vigne.

Le Tamaris qui est moins abondant que le Génévrier apparaît beaucoup plus régulièrement dans les échantillons: il est probable qu'il soit plus constant dans le paysage local, et prélevé dans la plupart des récoltes de bois de feu. En revanche, le Génévrier doit être plus localisé dans l'espace, mais à cet endroit très abondant : lorsqu'il fait l'objet d'un approvisionnement en bois, celui-ci est plus massif en quantité que celui du Tamaris.

	Fréquence absolue d'apparition dans les échantillons	Fréquence relative d'apparition dans les échantillons
Sapin	2	15
Aulne	1	8
Cornouiller (objet)	1	8
Hêtre	3	23
Frêne	1	8
Génévrier	2	15
Olivier cultivé	1	8
Roseau cf. Phragmite	1	8
Pin noir de Salzmann/Pin sylvestre	1	8
Pin pignon	8	62
Peuplier	2	15
Rosacée Pomoïdée	1	8
Tamaris	8	62
Orme champêtre	4	31
Vigne	1	8
Espèce indéterminée	1	8
Peuplier ou Aulne ou Orme ou Frêne	7	54

Tableau n°3: Fréquences d'apparition des essences identifiées en nombre total et relatif, ou ubiquité.

En conclusion, il semble que l'on doive imaginer les environs du site du Carrelet, pour l'ensemble de la période antique et médiévale considérée, comme un milieu très soumis, en mosaïque, au sel et à l'eau douce, probablement très peu boisé mais accueillant le Tamaris (probablement présent sur sols salés sur de faibles éminences topographiques), et des boisements de feuillus plus

ou moins inféodés à l'eau douce ou un peu salée, constants mais rares ou raréfiés (Peuplier, Aulne, Frêne, Orme champêtre). La place du Hêtre, totalement inconnu dans le paysage actuel, ne serait concevable que si l'on imagine des levées de terre suffisamment drainées et non salées pour accueillir des boisements anciens, comprenant peut-être aussi l'Orme champêtre. Dans ce cas, on peut s'étonner de l'absence totale de représentation du Chêne blanc, et s'interroger sur le rôle possible de l'Homme dans son éventuelle disparition, peut-être corrélative de la recherche de terres arables.

Un peu plus loin du site, des boisements de Pins —le Pin pignon plus activement— de Génévrier, des peuplements comprenant du Sapin ont été visités.

Pour partie, le bois peut aussi provenir d'un transport par le fleuve, comme en témoigne le bois gorgé d'eau qui peut venir de boisements riverains. Toutefois, cette hypothèse ne semble pas la meilleure à retenir, en raison de la très faible représentation du Peuplier et l'absence de Saule.

5 - CONCLUSION GENERALE

D'un point de vue paléohydrologique, cette étude a permis de mettre en évidence deux crises hydrologiques sur le delta du Rhône. La première, couvrant la période comprise entre le I^{er} s. et la fin du II^{ème} s. ap. J.C., peut s'accorder avec les résultats obtenus dans la haute et moyenne vallée du Rhône (BRAVARD & al., 1990; SALVADOR & al, 1993; BERGER, 1995). En revanche, elle apparaît plus originale par rapport aux résultats obtenus en Basse Provence, qui montrent notamment un assèchement des basses terres et une réduction des écoulements sur les versants et piémonts entre le II^{ème} s. av. J.C. et le II^{ème}-III^{ème} s. ap. J.C. (LEVEAU & PROVANSAL, 1989; PROVANSAL, 1992; JORDA & PROVANSAL, 1996). Les résultats obtenus dans les Alpes du sud mettent également en évidence un apaisement des dynamiques alluviales au cours de la même période (JORDA, 1992). La crise hydrologique du I^{er} s. jusqu'au II^{ème} s. ap. J.C. que nous avons mis en évidence sur le delta du Rhône peut apparaître comme l'expression d'une péjoration climatique (aggravée par l'anthropisation?) moins liée à la situation provençale qu'aux conditions climato-anthropiques plus générales du bassin-versant rhodanien.

La seconde, concernant l'Antiquité tardive, coïncide étroitement avec les résultats des études conduites en Basse Provence, dans les Alpes du Sud et en Europe du Nord (PROVANSAL, 1992; JORDA, 1992; FRENZEL, 1979). Il s'agit cette fois d'une crise hydrologique reconnue en Basse Provence ainsi que sur l'ensemble du bassin-versant rhodanien.

La période romaine (du II^{ème} s. au IV^{ème} s. ap. J.C.) est caractérisée par un répit hydrologique relatif du Rhône de Saint-Ferréol. La plaine deltaïque est alors partiellement à l'abri des inondations du fleuve. C'est à cette période que les berges du Rhône connaissent une installation humaine durable. Cependant, l'apparente "régularisation" du régime hydrologique du Rhône n'exclut pas quelques crues exceptionnelles: les débordements du fleuve sont toujours possibles, mais moins fréquents. Cette phase d'accalmie hydrologique a été prouvée tant sur les sites provençaux que dans la haute et moyenne vallée du Rhône (JORDA & al, 1990; BRAVARD & al, 1990; SALVADOR & al, 1993). Elle a également été montrée dans les Alpes du Sud (JORDA, 1992).

Concernant l'étude anthracologique, les bois et charbons de bois d'époque antique et médiévale semblent étroitement liés à l'activité humaine. En effet, les nombreuses essences recensées, notamment la Vigne, l'Olivier et des fruits consommés, présentent une diversité écologique qui ne signale pas uniquement les abords de l'étang ou du Rhône de Saint-Ferréol mais des milieux

écologiques variés. Il s'agit donc d'un apport fait de récoltes multiples et micro-régionales au moins, pour le bois de feu principalement.

Sur la faible durée appréhendée, l'information paléo-écologique de ces identifications n'est pas diachronique mais spatiale: les essences recensées mettent en évidence une mosaïque de milieux salés, d'eau douce ou de légères éminences (cordons, berges, dunes). Un apport plus lointain par le fleuve n'est pas exclu mais n'explique pas tout, en raison de la rareté du Peuplier et de l'absence du Saule.

Gilles ARNAUD-FASSETTA*
et Lucie CHABAL**

*Institut de Géographie, Université de Provence,
29, avenue Robert Schuman, 13621 Aix-en-Provence
Cedex

**Laboratoire de Paléobotanique, Environnement et
Archéologie UPRESA 5059 du CNRS,
Institut de Botanique, 163, rue Auguste Broussonnet,
34000 Montpellier

Références bibliographiques

- ARNAUD-FASSETTA G. & PROVANSAL M. (1993), "Etude géomorphologique du delta du Rhône: évolution des milieux de sédimentation fluviales au cours de l'Holocène récent", dans *Méditerranée*, 3, 4, pp 31-42.
- ARNAUD-FASSETTA G. (1996), "Les inondites rhodaniennes d'octobre 1993 et janvier 1994 en milieu fluvio-deltaïque. L'exemple du Petit Rhône", dans *Quaternaire*, 7, 2, p.
- BERGER J.F. (1995), "Facteurs anthropiques et naturels de l'évolution des paysages romains et protomédiévaux du bassin valdainais (Drôme)", dans (APDCA Eds.) *L'Homme et la Dégradation de l'Environnement. XV^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Juan-les-Pins, pp 79-114.
- BERNARD J. (1972), "Analyse pollinique du remplissage versilien de la grotte sous-marine de la Trémie (Cassis, Bouches-du-Rhône)", dans *C.R. Acad. Sc.*, 274, pp 46-49.
- BORREANI M., CHABAL L., MATHIEU L., MICHEL J.-M., PASQUALINI M. & PROVANSAL M. (1992), "Les îles d'Hyères, Var: histoire du peuplement et de l'environnement", dans *Documents d'Archéologie Méridionale*, 15, A.D.A.M. éd.
- BRAVARD J.P. (1983), "Les sédiments fins des plaines d'inondation dans la vallée du Haut-Rhône (approche qualitative et spatiale)", dans *R.G.A.*, 71, 4, pp 363-379.
- BRAVARD J.P., LE BOT-HELLY A., HELLY B. & SAVAY-GUERRAZ H. (1990), "Le site de Vienne (38), Saint-Romain (69), Sainte-Colombe (69). L'évolution de la plaine alluviale du Rhône, de l'Age du Fer à la fin de l'Antiquité: proposition d'interprétation", dans *Colloque "Archéologie et espaces", Xe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire*, octobre 1989, Antibes, pp 437-452.
- CHABAL L. (1982), *Méthodes de prélèvement des bois carbonisés protohistoriques pour l'étude des relations homme-végétation*, D.E.A. USTL, Montpellier, 54 p.
- CHABAL L. (1991), *L'Homme et l'évolution de la végétation méditerranéenne, des âges des métaux à la période romaine: recherches anthracologiques théoriques, appliquées principalement à des sites du Bas-Languedoc*, Thèse de doctorat, U.S.T.L., Montpellier, 435 p.
- COLLECTIF DELTA DU RHONE (1995), *Programme de recherche Delta du Rhône 1995-1997, rapport intermédiaire 1995*, Service Régional de l'Archéologie, 246 p.
- DURAND A. & VERNET J.-L. (1987), "Anthracologie et paysages médiévaux: à propos de quatre sites languedociens", dans *Annales du Midi*, Toulouse 4, nov.-déc., pp 397-405.

- FOLK & WARD (1957), "Brazos river bar, a study in the significance of grain size parameters", dans *Journal of Sedimentary Petrology*, 29, pp 3-27.
- FRENZEL B. (1979), "L'Homme comme facteur géologique en Europe", dans *Bull. de l'A.F.E.Q.*, 4, pp 191-199.
- GAUTHIER-DESCOTTES (1879), *Formation de la Camargue, Bouches du Rhône à travers divers âges*, Ed. Seguin, Avignon.
- JORDA M. & PROVANSAL M. (1989), "Le site de Glanum et l'histoire de l'environnement", dans *Les dossiers de l'Archéologie*, 140, pp 2-6.
- JORDA M. & PROVANSAL M. (1996), "Impact de l'anthropisation et du climat sur le détritisme en France du sud-est (Alpes du sud et Provence)", dans *Bull. Soc. géol. France*, 167, 1, pp 159-168.
- JORDA M. (1989), *Evolution géomorphologique holocène de trois sites archéologiques de Piémont des Alpilles (Maussane, Mouriès, Glanum)*, manuscrit non publié.
- Jorda M. (1992), "Morphogénèse et fluctuations climatiques dans les Alpes Françaises du sud de l'Age du Bronze au haut Moyen Age", dans *Les nouvelles de l'Archéologie*, 50, pp 14-21.
- JORDA M., PROVANSAL M. & ROYET R. (1990), "L'histoire "naturelle" d'un site de l'Age du Fer sur le piémont méridional des Alpilles", dans *Gallia*, 47, pp 57-66.
- L'HOMER A. (1987), Notice explicative de la carte géologique d'Arles au 1/50000^e, BRGM, 72 p.
- L'HOMER A., BAZILE A., THOMMERET J. & THOMMERET Y. (1981), "Principales étapes de l'édification du delta du Rhône de 7000 BP à nos jours; variations du niveau marin", dans *Oceanis*, 7, 4, pp 389-408.
- LEVEAU P. & PROVANSAL M. (1989), "Construction deltaïque et histoire des systèmes agricoles. Le cas d'un petit delta: l'Arc, étang de Berre", *Colloque Delta et Sociétés*, Arles, 16 juin, 21 p.
- MACAIRE J.J (1990), "L'enregistrement du temps dans les dépôts fluviatiles superficiels: de la géodynamique à la chronostratigraphie", dans *Quaternaire*, 1, 1, pp 41-49.
- MOLINIER R. & MOLINIER R. (1971), "La forêt méditerranéenne en Basse-Provence", dans *Bull. Muséum d'Hist. Nat. de Marseille*, T. XXXI.
- PASSEGA R. (1957), "Texture as characteristic of clastic deposition", *Bull. Petrol. Geol.*, 41, pp 1952-1984.
- PONS A., TONI C. & TRIAT-LAVAL H.(1979), "Edification de la Camargue et histoire holocène de sa végétation", dans *Terre et Vie*, Suppl. 2, pp13-30.
- PROVANSAL M. (1992), "Le rôle du climat dans la morphogénèse à la fin de l'Age du Fer et dans l'antiquité en Basse Provence", dans *Les nouvelles de l'Archéologie*, 50, pp 21-27.
- PROVANSAL M., LEVEAU P., BALLAIS J.L. & JORDA M. (à paraître), "Les moulins romains et le marais des Baux. Archéologie et paléoenvironnements, de la Protohistoire à l'Epoque Moderne", dans *Colloque de Ravello*, publication Communauté Européenne.
- RUSSEL R. J. (1942), *Geomorphology of the Rhône delta*, Association of American Geographers Annals, v. 32, pp 149-254.
- SALVADOR P.G., BRAVARD J.P., VITAL J. & VORUZ J.L. (1993), "Archaeological evidence for Holocene floodplain development in the Rhône valley, France. Z", dans *Geomorph. N.F.*, 88, pp 81-95.
- Stouff L. (1993), "La lutte contre les eaux dans les pays du Bas-Rhône au XIIIe-XVe siècles. L'exemple du pays d'Arles", dans *Méditerranée*, 3, 4, pp 57-68.
- TRIAT-LAVAL H. (1978), *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi- et postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône*. Thèse Doctorat ès Sciences, Aix-Marseille III, 343 p, 29 diag., 34 fig., 5 tabl.
- VITAL J., BRAVARD J.P., CHASTEL H., DE KLIJN H. SALVADOR P.G. & THIEROT F. (1985), Le site proto-historique et gallo-romain du Pré-de-la-cour. Rapport de fouille, 236 p.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier C. Landuré et M. Pasqualini du *Service Régional de l'Archéologie* d'Aix-en-Provence, L. Martin de l'*Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales*, Agence Méditerranée, Mireille Provansal et Frédéric Valentin de l'*Université de Provence*.

Groupe Archéologique Arlésien

CRAU, ALPILLES, CAMARGUE HISTOIRE ET ARCHEOLOGIE

Actes du colloque des 18 et 19 Novembre 1995

Actes réunis par Michel BAUDAT



*Edité par le Groupe Archéologique Arlésien
20, Place du Sauvage
13200 Arles*

Avec l'aide et le soutien
du Ministère de la Culture, Sous-Direction de l'Archéologie,
du Conseil Général des Bouches-du-Rhône,
de la Ville d'Arles

Arles 1997