

Occupation du sol et contraintes fluviales dans le delta du Rhône (France du Sud)

Gilles ARNAUD-FASSETTA*, Corinne LANDURÉ**

RÉSUMÉ

Depuis 1995, une équipe de recherche pluridisciplinaire travaille autour d'une problématique ayant pour objet l'occupation du sol dans le delta du Rhône, ses origines et le contexte fluvial dans lequel elle s'est développée. Sur la plaine deltaïque du Rhône, soumise à de nombreuses fluctuations paléohydrologiques, cette étude tente de définir l'impact des contraintes du milieu sur les processus de mise en place des habitats et de l'exploitation du terroir. L'ana-

Depuis 1995, une équipe de recherche pluridisciplinaire travaille autour d'une problématique ayant pour objet l'occupation du sol dans le delta du Rhône, ses origines et le contexte fluvial dans lequel elle s'est développée. Sur la plaine deltaïque du Rhône, soumise à de nombreuses fluctuations paléohydrologiques, cette étude tente de définir l'impact des contraintes du milieu sur les processus de mise en place des habitats et de l'exploitation du terroir. L'analyse de la cartographie des gisements, les résultats des fouilles archéologiques associés à des carottages sédimentologiques⁽¹⁾ ont permis de retracer l'évolution du peuplement dans son contexte paléoenvironnemental, du V^e s. av. J.-C. au X^e s. ap. L'alluvionnement rhodanien n'apparaît pas comme une contrainte à l'installation durable des hommes sur les bras fluviaux du delta. Les habitats occupent de manière préférentielle les rives du Rhône, malgré les entraves imposées par le milieu naturel (débordements, déplacement des bras et paludification, par exemple).

ABSTRACT

Since 1995, an interdisciplinary team has been working on the problem of land development on the Rhône delta, its origins, and the fluvial context in which it has evolved. This study attempts to define the impact of the environmental hazards on the history of settlements and land exploitation on the Rhône delta plain, which has undergone numerous hydrologic changes. The study of mapped sites and the results of archaeological digs associated with sedi-

* Institut de géographie, CAGEP, URA 903 du CNRS, université de Provence, 29 avenue Robert Schuman, 13621 Aix-en-Provence Cedex.

** Service régional de l'archéologie (Direction régionale des affaires culturelles, Provence-Alpes-Côte d'Azur), 23 boulevard du Roi René, 13617 Aix-en-Provence Cedex.

(1) Les carottages sédimentologiques, effectués avec un carottier à piston stationnaire, ont été réalisés par M. Guillemard (Centre d'Études Techniques de l'Équipement - Laboratoire régional des Ponts-et-Chaussées d'Aix-en-Provence).

ment cores have allowed the evolution of the settlement from 500 BC to 1000 AD to be retraced within its paleoenvironmental context. The Rhône sediment drift does not appear to have been a problem for man's long-term settlement on the river channels. The inhabitants occupied preferentially the Rhône banks, displacing their settlements according to the river's meandering, despite environmental hindrances (hydrologic crises).

Introduction

Présentation du programme de recherche "Delta du Rhône"

Un programme rassemblant des chercheurs d'horizons divers a démarré en 1995, avec pour but d'étudier l'évolution de l'occupation humaine dans le delta du Rhône, de l'Antiquité à la période moderne⁽²⁾. Prospections aériennes et prospections pédestres constituent la base de l'enquête de terrain ; en parallèle, le traitement des photographies aériennes et des images satellitaires permet d'analyser la morphologie du paysage rural. À ces informations s'ajoutent les résultats des fouilles archéologiques et des études paléoenvironnementales pluridisciplinaires menées sur des sites localisés aux abords de l'étang de Vaccarès (sites de Cabassolle, du Carrelet, des Combettes et de Mornès) ainsi qu'à Arles (fig. 1). Ces travaux nous éclairent sur la mise en place et l'évolution chronologique des sites au cours d'une longue période, dans un milieu particulièrement contraignant et instable. Ils permettent ainsi de mieux caractériser l'occupation d'une région humide, *a priori* peu favorable à l'installation humaine, mais qui, en raison de la présence du Rhône, et grâce à une situation privilégiée à l'aval d'un axe de circulation fluviale important et à proximité d'importants centres urbains antiques tels qu'Arles et Marseille, occupe une place privilégiée dans l'histoire de la Provence.

Cadre géographique

D'est en ouest, le delta du Rhône est aujourd'hui partagé en trois zones : à l'ouest du petit Rhône, en région Languedoc, la petite Camargue ; à l'est du grand Rhône, le Grand-Plan-du-Bourg, qui n'a pas encore fait l'objet de prospections systématiques dans le cadre de ce programme ; entre les deux bras du Rhône, la Camargue, où se concentrent l'ensemble de nos opérations de terrain.

Il faut distinguer un zonage nord-sud et est-ouest. Au nord de l'étang de Vaccarès s'étend le "delta sec", complètement émergé et cultivé ; dans ce secteur se trouvent

(2) Programme collectif de recherche "Delta du Rhône". Initiateur du projet : Service régional de l'archéologie, Direction régionale des affaires culturelles, Provence-Alpes-Côte d'Azur. Opération financée par le ministère de la Culture et le Conseil général des Bouches-du-Rhône.

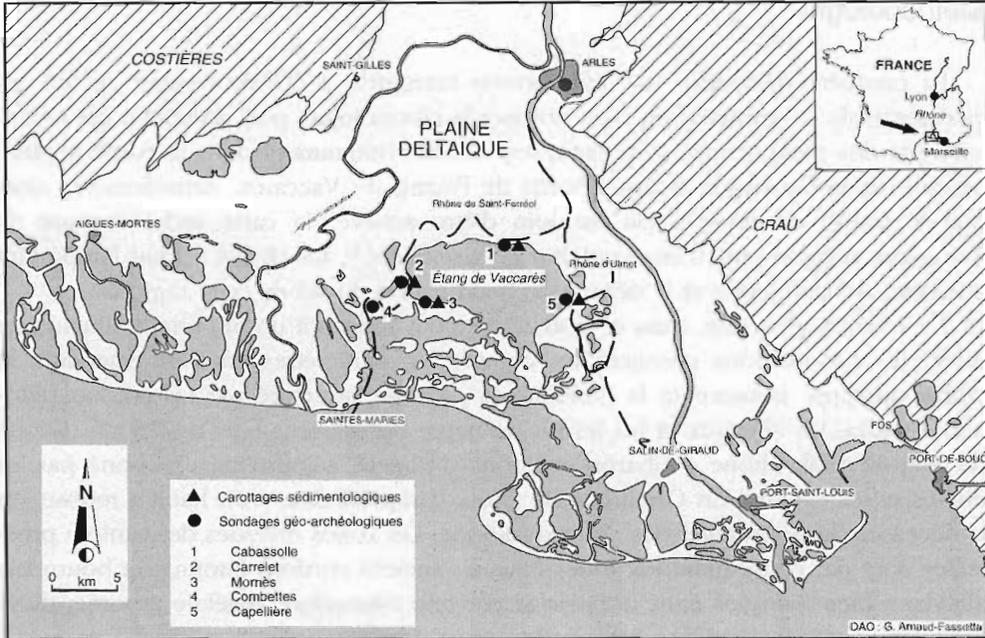


Fig. 1. Localisation des sites étudiés dans le delta du Rhône.

les étangs d'eau douce. Au sud du Vaccarès, une partie du delta est construite depuis le Néolithique ; humide et salée, marquée par une végétation halophyte, elle correspond au domaine des chevaux, des taureaux et de l'exploitation saline. À l'ouest, les levées de berge fossiles trahissent dans le paysage les anciens cours du Rhône, qui a progressivement "glissé" vers l'est.

Occupation du sol

Historique des recherches

La Camargue n'est pas une terre inconnue des archéologues ; des érudits et des historiens tels que H. de Gérin-Ricard ou encore F. Benoît y ont exercé leurs talents, et la carte archéologique d'A. Blanchet mentionnait déjà de nombreux gisements (dix-sept sites pour la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer et vingt-quatre pour la commune d'Arles ; Gérin-Ricard, 1934 ; Blanchet, 1936 ; Benoît, 1952). À l'époque, les chercheurs ont surtout retenu la découverte de céramiques grecques (Benoît, 1965). Plus récemment, à l'occasion de la réalisation du tronçon d'autoroute Arles-Nîmes, un établissement du haut Moyen Âge a été partiellement exploré sur les bords du petit Rhône, à Augery-de-Corrèges (Cathma, 1993).

Méthodologie

La première démarche que nous avons entreprise a été de repérer au sol ces gisements, de les caractériser, d'en préciser la chronologie, puis d'enrichir cet inventaire par des prospections systématiques, menées notamment dans la partie septentrionale de la Camargue et aux abords de l'étang de Vaccarès. Actuellement, alors que le travail de prospection est loin d'être achevé, la carte archéologique de Camargue compte plus d'une centaine de gisements⁽³⁾. Ce chiffre traduit l'important potentiel archéologique et la densité de l'occupation du sol de cette région.

De manière générale, dans cet environnement soumis à un important alluvionnement, les prospections prennent en compte les paramètres environnementaux et taphonomiques, notamment la mobilité du paysage, structuré par les cordons littoraux fossiles, les chenaux et les levées de berge des anciens bras du Rhône (Rhône de Saint-Ferréol, Rhône d'Albaron et Rhône d'Ulmet), aujourd'hui cloisonné par les digues et les canaux. En Camargue, le choix d'implantation d'un habitat repose sur la nécessité de se protéger des crues du Rhône. Les zones investies de manière privilégiée sont par conséquent les zones hautes : anciens cordons littoraux et bourrelets alluviaux bien marqués dans le paysage par une couverture végétale arborée, différente des sansouires qui caractérisent les terres marécageuses.

Nous avons adopté une méthode de prospection systématique, dont l'efficacité est depuis longtemps démontrée : prospections par parcelles cadastrales suivant des axes espacés de 5 à 10 m, en fonction de la lisibilité du terrain, et ramassage exhaustif du matériel (Zadora-Rio, 1987 ; Parodi *et al.*, 1987). Cependant, en raison de l'étendue de notre aire d'étude (environ 56 000 ha) et des contraintes naturelles très fortes, il n'est pas envisageable de prospecter l'ensemble des terres. Les prospections de surface sont donc réalisées sur de petites zones, en fonction des indices fournis par la microtopographie, la toponymie, la photo-interprétation, la bibliographie ou les renseignements oraux.

Outre l'immensité des surfaces à parcourir, le travail de prospection rencontre deux obstacles majeurs : la nature inondable des terrains une partie de l'année dans le sud du delta et l'extension de l'agriculture industrielle dans le nord. La création de rizières, qui implique d'importants travaux de nivellement, a en effet provoqué la disparition des zones surélevées propices à l'implantation des habitats. Les zones de concentration de matériel ont fait l'objet d'une prospection plus fine, permettant de recueillir tous les marqueurs chronologiques disponibles et de définir avec précision l'ampleur et la nature des vestiges. Malgré cela, la hiérarchisation des gisements s'avère, dans certains cas, extrêmement difficile⁽⁴⁾.

(3) Sites répertoriés dans la base de données DRACAR du Ministère de la Culture.

(4) Cette difficulté a été mise en avant lors des prospections de l'autoroute Arles-Nîmes ; le site d'Augery de Corrèges, habitat du haut Moyen Âge qui couvre au minimum 10 ha, a été repéré au sol à partir de 10 tessons répartis sur 1 000 m² (Cathma, 1993).

Évolution de l'occupation du sol

Après les avoir rassemblés en larges séquences chronologiques, nous présentons ici les résultats encore partiels de cette étude. Le découpage chronologique adopté repose sur une documentation incomplète, et demandera à être reconsidéré ultérieurement⁽⁵⁾.

V^e-IV^e s. av. J.-C. (fig. 2)

Actuellement, les premières traces d'occupation mises en évidence en Camargue se placent aux alentours du V^e s. av. J.-C., avec quatre gisements bien localisés. Cela mérite d'être souligné, puisqu'en Languedoc, dans des milieux similaires de type lagunaire, des habitats plus anciens, du Bronze final en particulier, ont pu être mis

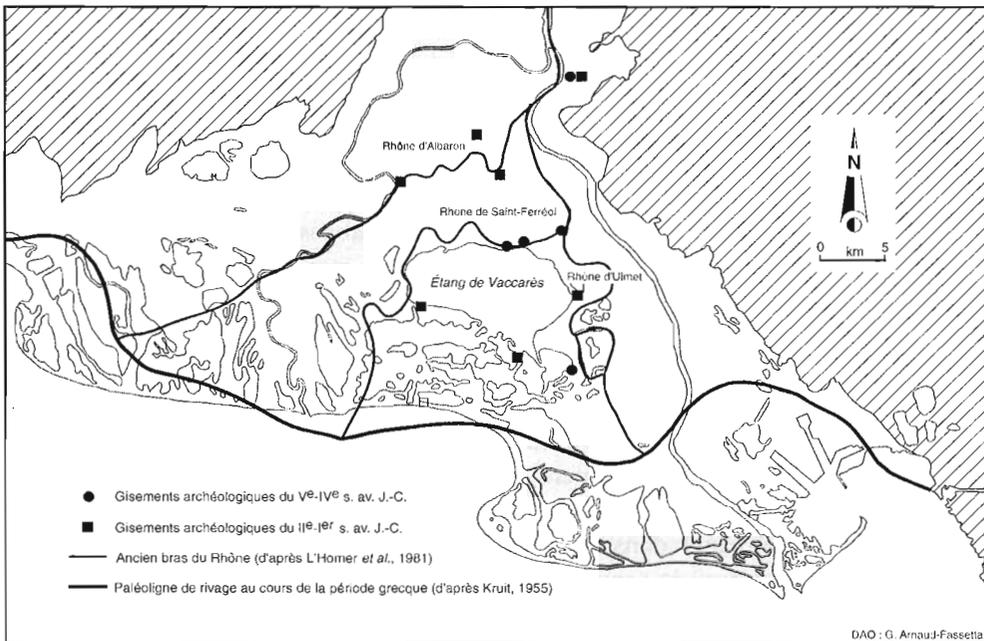


Fig. 2. Répartition des sites archéologiques du delta du Rhône du V^e s. au I^{er} s. av. J.-C.

(5) Faute de datation précise des sites par la céramique, la période gallo-romaine est abordée de manière globale ; seuls quelques gisements des III^e-IV^e s. ap. J.-C. sont bien calés chronologiquement. Une autre restriction importante concerne les limites chronologiques de cette étude, puisque nous n'allons pas au delà du X^e s. ap. J.-C. ; il est en effet impossible d'aborder la période médiévale en l'absence de tout travail sur les sources écrites.

en évidence (Michelozzi, 1992). Les premiers habitats sont principalement localisés sur les rives de l'étang de Vaccarès, dont les falaises vives offrent des coupes propices à l'observation de niveaux qui, ailleurs, sont enfouis.

Le site grec de Cabassolle a fait l'objet d'une reconnaissance plus précise visant à en définir l'étendue (fig. 1). Il se trouve actuellement totalement immergé et couvre une superficie de 300 m² à environ 10 m de la rive nord de l'étang. Le matériel archéologique, remanié dans une couche d'argile dure, est constitué pour l'essentiel de fragments d'amphores massaliètes, ainsi que de fragments de céramiques attiques et une cruche en pâte claire massaliète⁽⁶⁾. L'ensemble de ce matériel illustre l'influence que Marseille exerçait sur le delta et le rôle commercial qu'ont pu jouer ces établissements, installés à la fois au bord de l'étang de Vaccarès, qui communiquait avec la mer par l'intermédiaire de graus, et à proximité des bras du Rhône, voies de communication vers l'arrière-pays. Cependant, il s'agit de petits établissements, en rien comparables au site d'Espéran (Saint-Gilles), perçu comme un relais commercial de Marseille dans le delta du Rhône (Bats, 1986).

II^e-I^{er} s. av. J.-C. (fig. 2)

Les six sites que l'on peut attribuer à cette période s'implantent, comme précédemment, sur les rives de l'étang de Vaccarès, mais également dans la partie nord du delta, à proximité du Rhône d'Albaron. Les deux gisements, localisés au sud de l'étang de Vaccarès, se présentent comme de petits établissements. Le site de Mornès est un petit habitat dont la partie nord a été spoliée par l'étang (fig. 1) ; il occupe environ 1 000 m² sur une petite éminence encore bien matérialisée dans le paysage. Le mobilier céramique qu'il nous livre indique une période d'occupation très courte, entre -75 et -25⁽⁷⁾. Ce matériel est constitué majoritairement de céramiques importées (campanienne, céramique ibérique, bols à reliefs et amphore italique) qui trahissent, à l'instar de ce que nous avons pu constater pour la période précédente, les liens étroits que ces installations pouvaient entretenir avec le littoral et les circuits commerciaux maritimes (Arcelin, 1979 ; Congès, 1987).

Un gisement implanté dans la plaine alluviale, au nord du Rhône d'Albaron, occupe une vaste superficie (environ 2 ha) et connaît une période d'occupation du I^{er} s. av. J.-C. au I^{er} s. ap. Il constitue l'implantation la plus ancienne mise en évidence concrètement dans la partie septentrionale du delta. Il est impossible, faute d'éléments déterminants trouvés en prospection, d'en définir sa vocation. Il paraît cependant logique de l'interpréter comme un établissement agricole ; il s'agirait alors

(6) Forme Lattara CL-MAS 525 (Py, 1993).

(7) L'identification de ce matériel, dont l'étude définitive est en cours, a été réalisée avec l'aide de M. Py et de F. Gateau pour les amphores italiennes.

de la plus ancienne *villa* reconnue aujourd'hui entre les bras du Rhône. La création de cet établissement doit sans doute être replacée dans le cadre de la mise en valeur agricole des terres humides de Camargue, mise en valeur qui concerne également l'ensemble du territoire de la colonie d'Arles (Leveau, 1993 a et b).

Du I^{er} s. av. J.-C. au IV^e s. ap. (fig. 3 et 4)

Les quarante-huit sites pris en compte indiquent bien la multiplication des établissements durant les premiers siècles de notre ère, dans la partie nord du delta⁽⁸⁾. Ces sites s'installent de manière préférentielle sur les bourrelets alluviaux, le long des bras du Rhône, sur les terres fertilisées par les alluvions du fleuve. Cette dynamique, dont nous saisissons les prémices au I^{er} s. av. J.-C., est liée à l'exploitation des terres agricoles situées aux abords de la colonie d'Arles (Leveau, *à paraître*). Actuellement, les résultats de nos prospections, faute de fournir une hiérarchisation des sites qui distinguerait les grands domaines des établissements satellites, ne permettent pas de

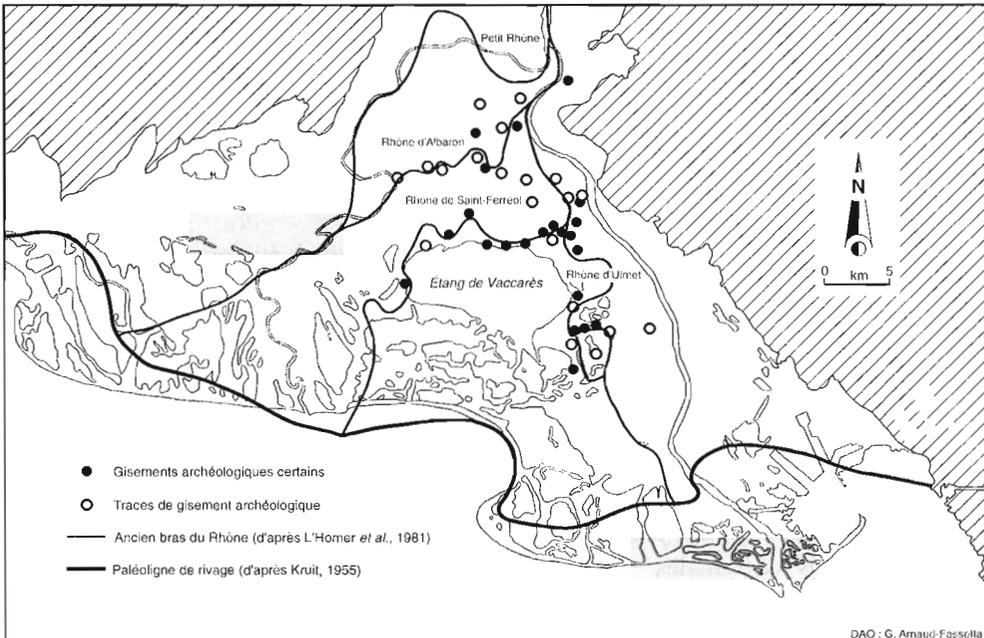


Fig. 3. Répartition des sites archéologiques du delta du Rhône pendant la période gallo-romaine.

(8) La carte présentée pour la période gallo-romaine couvre une période très large, de sorte que des sites qui ne sont pas contemporains figurent sur un même document.

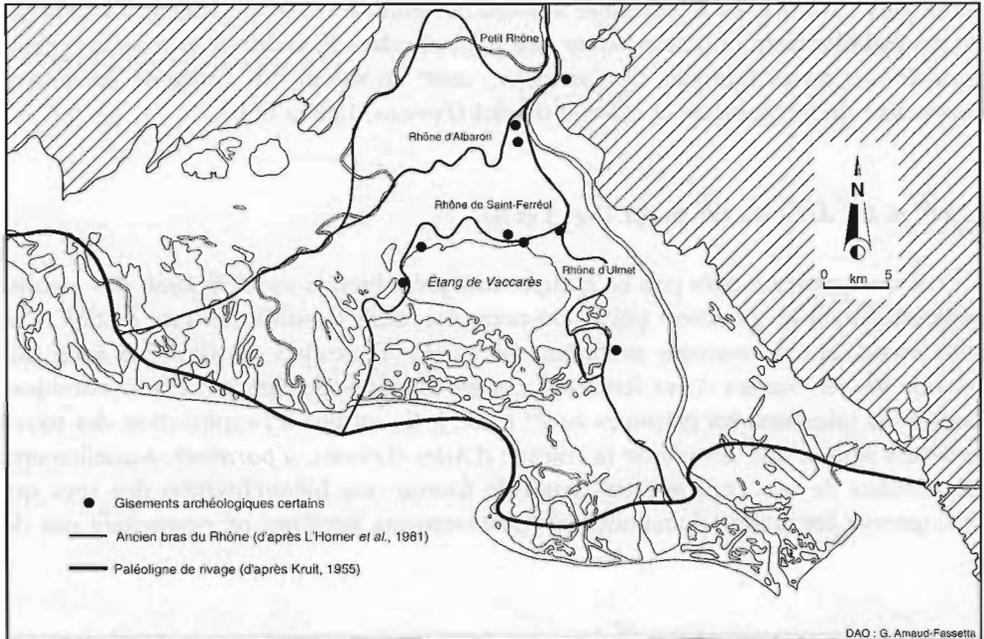


Fig. 4. Répartition des sites archéologiques du delta du Rhône aux III^e-IV^e s. ap. J.-C.

mettre en évidence l'organisation de ce terroir. G. Chouquer, qui a tenté de discerner les traces de l'organisation de l'exploitation de ces terres, les attribue au cadastre colonial d'Arles (Chouquer, Favory, 1992).

Parmi les sites appartenant à la période gallo-romaine, quelques gisements des III^e et IV^e s. ap. J.-C. ont pu être déterminés **avec davantage** de précision. Ils se répartissent le long des bras du Rhône (Rhône de Saint-Ferréol et Rhône d'Ulmet) et sur le pourtour de l'étang de Vaccarès, délaissant les zones méridionales humides. De nouveaux habitats sont créés à la fois au nord et au sud, mais il semble, cependant, que les zones de contact entre le fleuve et l'étang aient joué un rôle déterminant.

C'est au IV^e s. ap. J.-C. que le site du Carrelet, où les premières traces d'occupation remontent au I^{er} s. ap. J.-C., connaît une phase d'expansion, avec le développement d'activités artisanales (bassins de salaison) et peut-être d'une activité métallurgique (Martin, *à paraître*) (fig 1). Sur le site de Cabassolle, un important établissement se développe à la fin du IV^e s. ap. J.-C., au nord du site grec repéré dans l'étang (Richier, 1996). Nous ne disposons pas de données précises concernant la longue période qui sépare ces deux phases d'occupation, mais une continuité n'est pas à exclure, dans la mesure où les fouilles réalisées au bord de l'étang livrent du matériel gallo-romain. Le déplacement de l'habitat à proximité du lit mineur du Rhône de Saint-Ferréol, effectué à la faveur d'une période de stabilité hydrologique,

a pu être motivé par la volonté de conquérir de nouvelles terres agricoles et/ou de se rapprocher d'une importante voie de communication.

V^e-VI^e s. ap. J.-C. (fig. 5)

Durant cette période, les créations sont nombreuses ; elles concernent l'ensemble des secteurs déjà occupés précédemment et ceux, plus méridionaux, aujourd'hui peu propices à l'installation humaine.

Le site des Combettes est un exemple de ces créations antiques tardives en milieu humide (fig 1). Une prospection de surface et la réalisation de trois sondages ponctuels ont révélé la création d'un habitat aux V^e-VI^e s. ap. J.-C., dans une zone vide de constructions antérieures. Il connaît trois phases d'activité principales, caractérisées par des niveaux de sols charbonneux qui alternent avec des niveaux de crues, avant d'être définitivement abandonné aux alentours du X^e s. ap. J.-C. L'emprise du site des Combettes, évaluée à environ 2 ha, ainsi que la nature des vestiges mis en évidence par les prospections de surface et les sondages permettent de rattacher cet établissement à un habitat groupé. La mise en place de cet habitat sur une levée de berge, à proximité immédiate du fleuve, aux environs du VI^e s. ap. J.-C., n'est pas un phénomène isolé, mais se place dans une dynamique qui semble amorcée, dans cette partie de la Camargue, dès le IV^e s. ap. J.-C.

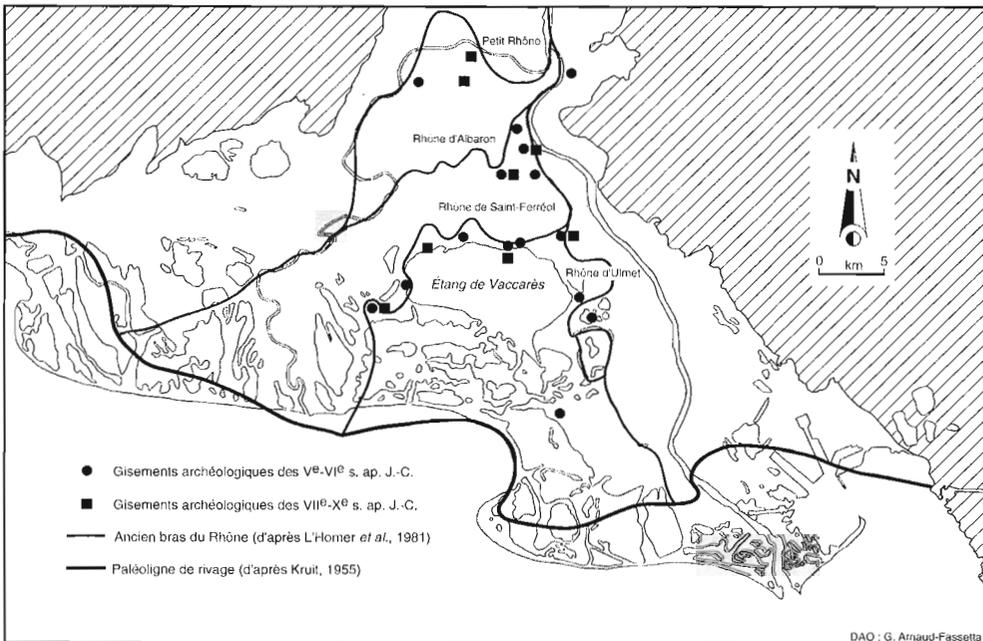


Fig. 5. Répartition des sites archéologiques du delta du Rhône du V^e s. au X^e s. ap. J.-C.

La multiplication des sites dans ce secteur, qui s'accompagne sans doute d'un accroissement du peuplement, indique peut-être une période de développement économique liée à l'exploitation des ressources du fleuve et des étangs et à l'utilisation du fleuve comme voie de communication. Parmi les ressources exploitées et échangées, le sel devait figurer en bonne place et constituer, comme dans d'autres régions similaires, un enjeu économique majeur (Raynaud, 1989). Outre les bassins de salaison des sites du Carrelet et de Notre-Dame-d'Amour, on peut imaginer la présence de marais salants (Benoît, 1952 ; Martin, *à paraître*) ; au XIII^e siècle, des salines sont situées aux abords de l'étang de Vaccarès, entre Villeneuve et Méjanès (Stouff, 1986, p 915) ; il est vraisemblable que l'origine de cette activité est antérieure⁽⁹⁾.

VII^e-X^e s. ap. J.-C. (fig. 5)

La vitalité démographique et économique mise en évidence pour l'Antiquité tardive semble se poursuivre durant tout le haut Moyen Âge⁽¹⁰⁾. L'habitat des Combettes continue d'être occupé, et, sur le site de Cabassolle, les vestiges mis en évidence pour la période carolingienne semblent correspondre à une activité artisanale.

Aux alentours des IX^e-X^e s. ap. J.-C., les signes d'un changement sont perçus ; un seul site nouveau, qui connaît d'ailleurs une période d'occupation courte, est à signaler. Les habitats des Combettes et de Cabassolle, installés sur les rives du Rhône de Saint-Ferréol, sont simultanément abandonnés, alors que ce bras du fleuve se colmate peu à peu. Il est évidemment tentant de mettre en corrélation les deux phénomènes et de réfléchir sur l'impact réel du fleuve dans l'implantation et l'abandon des habitats. La proximité du fleuve pouvait offrir plusieurs avantages (rives surélevées, à l'abri des inondations, à proximité des terres fertiles favorables aux activités agricoles, voies de communication, richesses naturelles), mais il est difficile de définir le ou les éléments déterminants pour le choix d'un emplacement donné.



(9) À partir du XVI^e siècle, les salines localisées au nord de l'étang déclinent, puis disparaissent.

(10) Ces premiers résultats, fondés sur quelques campagnes de sondages localisées aux abords de l'étang de Vaccarès et sur des prospections au sol encore trop restreintes, ne doivent pas être considérés comme définitifs ; ils traduisent une réalité locale qui n'est pas forcément valable à l'échelle du delta. Une évolution similaire, marquée par un essor pour l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge, a été constatée dans d'autres régions (Parodi, 1987).

Évolution des paléo-environnements fluviaux

Introduction

Problématique

La plaine deltaïque du Rhône représente une importante zone de sédimentation du système fluvial ; l'alluvionnement régulier perpétré par le fleuve d'une part et la proximité du niveau de base d'autre part sont favorables à l'émersion de la plaine deltaïque, sur laquelle prédominent des processus d'accumulation. La plaine d'inondation constitue ainsi un milieu privilégié d'enregistrement en continu de la sédimentation.

Les alluvions mises en place depuis plusieurs millénaires par les eaux de crue du Rhône portent les marques des fluctuations des débits liquides et solides, liées à la variabilité paléohydrologique et climatique du bassin-versant. Le delta du Rhône se situe, en effet, à l'exutoire d'un système fluvial complexe où se combinent plusieurs tendances climatiques, chacune ayant une influence sur le régime des crues (Pardé, 1925). La tendance méditerranéenne est caractérisée par une importante variabilité intra-annuelle des écoulements et une intensité maximale des événements hydrologiques. Les travaux récents ont montré à ce propos que les crues d'origine "méditerranéenne" étaient généralement celles par qui transitent la majeure partie des alluvions sur le delta (Pont, 1992 ; Caritey, 1995). La tendance océanique correspond au contraire à des pluies mieux réparties sur l'année, qui génèrent des crues moins violentes.

L'histoire du Rhône est ponctuée de crises hydrologiques et de phases d'hydrologie plus calmes. Un premier scénario de cette histoire paléohydrologique a été retracé par J.-P. Bravard et son équipe, dans les parties supérieure et médiane du bassin-versant. Leur travaux ont mis en lumière des fluctuations de la charge solide et des flux liquides et décrit de nombreuses métamorphoses fluviales au cours de l'Holocène récent (Bravard *et al.*, 1990 ; Bravard *et al.*, 1992 ; Salvador *et al.*, 1993). Traitant de la haute et moyenne vallée du Rhône, ils n'ont pu cependant intégrer la composante méditerranéenne du système fluvial.

Le but de ce travail est 1) de retracer l'évolution de la dynamique fluviale dans le delta du Rhône au cours de l'Holocène récent et 2) d'évaluer les contraintes qu'elle impose à l'occupation du sol. La sédimentologie permet une approche des dynamiques sédimentaires : la granularité des dépôts rend compte, en effet, des variations de la compétence des flux et permet d'établir une succession d'états paléohydrologiques du Rhône attribuables à des tendances climatiques à l'échelle séculaire ou pluriséculaire.

Cadre morphologique du delta

La construction holocène du delta du Rhône est le fruit d'une interaction complexe entre les dynamiques fluviale et marine ; elle s'est effectuée en deux grandes

étapes. La remontée eustatique tardi- et post-glaciaire de la mer Méditerranée favorise la mise en place d'un prisme sablo-limoneux d'origine marine ou lagunaire. À partir de 6000 BP, la décélération de la remontée du plan d'eau facilite la progradation des apports fluviaux et provoque de nombreuses divagations du fleuve sur la plaine deltaïque émergée (Kruit, 1955 ; Duboul-Razavet, 1956 ; Oomkens, 1970 ; Aloisi *et al.*, 1975 ; Pons *et al.*, 1979 ; L'Homer *et al.*, 1981).

Si beaucoup d'auteurs se sont intéressés à l'étude de la frange littorale et *off shore* du delta, l'analyse de la dynamique fluviale et la variabilité des flux hydriques-solides dans la plaine deltaïque, au cours de l'Holocène récent, restent un thème peu abordé. Les travaux de L'Homer *et al.* (1981) ont permis d'établir une chronologie des bras rhodaniens. Entre 7200 et 6000 BP, le Rhône de Saint-Ferréol constitue la branche principale de la plaine deltaïque. Le ralentissement de la transgression marine, combiné à l'abondance de la charge sédimentaire et à l'unique embouchure de ce bras, favorise la progradation rapide du delta (stade pointu). À partir de 6000 BP, la progression deltaïque se ralentit, et un delta de type digité se met en place, lié à la division des écoulements fluviaux en trois branches (Saint-Ferréol, Albaron-Peccais et Ulmet). La chronologie et le fonctionnement hydrologique de ces trois paléochenaux restent très mal connus pour les périodes qui nous intéressent (Âge du Fer, Antiquité et haut Moyen Âge). Leur abandon serait effectif au cours du Moyen Âge (Stouff, 1993).

Méthodologie

Types de sites

Cette étude s'appuie sur l'analyse stratigraphique de six sites répartis sur deux paléochenaux de la plaine deltaïque (le Rhône de Saint-Ferréol et le Rhône d'Ulmet) et sur le grand Rhône d'Arles, en tête du delta (fig. 1). Ces sites occupent deux positions géographiques particulières. Certains se placent dans un méandre (Capellière, Fumemorte et Combettes) ; d'autres se situent dans une section plus rectiligne du cours d'eau (Cabassolle, Carrelet et Arles). Leur position géographique va influencer les dynamiques fluviales. Les secteurs à méandre représentent des zones de piégeage sédimentaire ; les secteurs rectilignes seront moins favorables à la sédimentation. Signalons également que, sur le site d'Arles, les dynamiques naturelles sont sans doute influencées par le contexte urbain.

Les sites ont pu être inondés par les eaux de crue du Rhône jusqu'à l'époque contemporaine. Ils ne le sont plus depuis l'achèvement des digues insubmersibles, au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle, qui ont concentré les eaux de débordement dans les ségonnaux et réduit efficacement leur extension dans la plaine deltaïque émergée, même si les événements hydrologiques exceptionnels récents (octobre 1993, janvier 1994...) ont montré que l'ouverture accidentelle de

brèches dans les digues du Rhône pouvait encore entraîner la submersion partielle des terres camarguaises.

Identification des séquences alluviales

Sur chaque site, nous avons cherché à discerner les séquences de crues du Rhône. La séparation des phases de dépôt, difficile au demeurant, s'est appuyée sur trois types de données :

– Les données sédimentologiques, à savoir la granularité des sédiments. Cette approche intègre l'interprétation des paramètres statistiques (texture, grain moyen, indice de tri et asymétrie) et la méthode de l'image CM (Passega, 1957 ; Bravard, 1983). En termes dynamiques, cette dernière permet une bonne discrimination des milieux de sédimentation fluviaux, puisque chaque milieu fluvial occupe toujours la même position sur les multiples images CM, que l'on étudie les milieux naturels holocènes ou antérieurs.

– Les données malacologiques. L'identification des espèces de mollusques continentaux (terrestre ou aquatique) présentes dans certains dépôts a permis de restituer l'ambiance paléoécologique des milieux de sédimentation⁽¹¹⁾.

– Les vestiges archéologiques. Ils peuvent être utilisés comme indicateurs des conditions paléoenvironnementales, mais leur valeur reste très inégale ; l'interprétation des structures et la relation qu'elles entretiennent avec le milieu de sédimentation apparaissent essentielles. Sur les sites étudiés, le développement d'un sol d'occupation dans la plaine d'inondation suppose un milieu temporairement émergé ou un ralentissement du rythme des débordements. Certaines constructions comme les aménagements de berge, découvertes sur le site du Carrelet, peuvent être utiles pour permettre d'interpréter l'intensité des paléodynamiques et la géométrie du chenal ; leur existence n'est jamais remise en cause par des périodes de plus fort débordement. *A contrario*, la présence de bacs à saumure de poisson sera d'une utilité plus limitée, car ceux-ci peuvent avoir été construits au niveau de la nappe phréatique saumâtre.

La chronologie des unités sédimentaires s'est appuyée sur les vestiges archéologiques ou sur des datations radiocarbone obtenues sur des macrorestes végétaux⁽¹²⁾.

(11) Les analyses malacologiques ont été effectuées par F. Magnin (Institut Méditerranéen d'Écologie et de Paléoécologie, URA 1152 CNRS. Faculté des Sciences et Techniques de Marseille-Saint-Jérôme).

(12) Les datations radiocarbone ont été réalisées par C. Oberlin (Laboratoire de ¹⁴C de Lyon, Centre de Datation par le Radiocarbone. Université Claude Bernard-Lyon-I).

Typologie des états paléohydrologiques

Chaque site fournit un enregistrement paléohydrologique qui n'a de signification régionale que s'il est validé sur un nombre important de sites. Certaines tendances sédimentaires ont été observées sur plusieurs sites du delta ; d'autres sont, en revanche, plus discrètes et témoignent de conditions hydrologiques ou sédimentaires peut-être plus locales.

Sur la base d'une comparaison des caractères granulométriques des mêmes milieux de sédimentation, on distingue trois types de fonctionnement paléohydrologique.

Des crises hydrologiques

Les crises hydrologiques correspondent à des dynamiques fluviales de forte intensité. Les séquences alluviales sont caractérisées par des dépôts "grossiers" (sables fins et limons) homogènes qui impliquent une compétence élevée et constante du flux hydrique (fig. 6). Les taux de sédimentation généralement observés sont importants, compris entre 1,5 et 3,5 mm/an. Les milieux rivulaires sont soumis à des débordements fréquents. Ces périodes seraient favorables aux divagations du fleuve. On assiste à un repli de l'habitat dans des zones protégées des inondations, consécutivement à l'abandon des zones proches du chenal principal. Dans le contexte urbain d'Arles, ces phases de crise hydrologique correspondent à de hauts niveaux d'inondation.

Des périodes d'apaisement hydrologique

Ces périodes sont caractérisées par des dynamiques fluviales de faible intensité. Les dépôts fins (limons argileux) indiquent de la décantation sur les rives du fleuve, liée à une faible compétence et une hydrolicité réduite (fig. 6). Les taux de sédimentation sont globalement compris entre 0,5 à 0,8 mm/an. Ces conditions de faible énergie et les cotes minimales atteintes par les crues sont favorables à l'installation des hommes sur les berges proches et le lit d'inondation proximal.

Des périodes intermédiaires d'irrégularité hydrologique

Les phases d'irrégularité hydrologique se placent entre les deux états précédents. Elles sont caractérisées par de très fortes oscillations granulométriques d'une lamine à l'autre. Les dépôts grossiers (sables limoneux) alternent avec des niveaux de crues beaucoup plus fins (limons argileux) ; l'image CM des dépôts, de forme ovoïde très

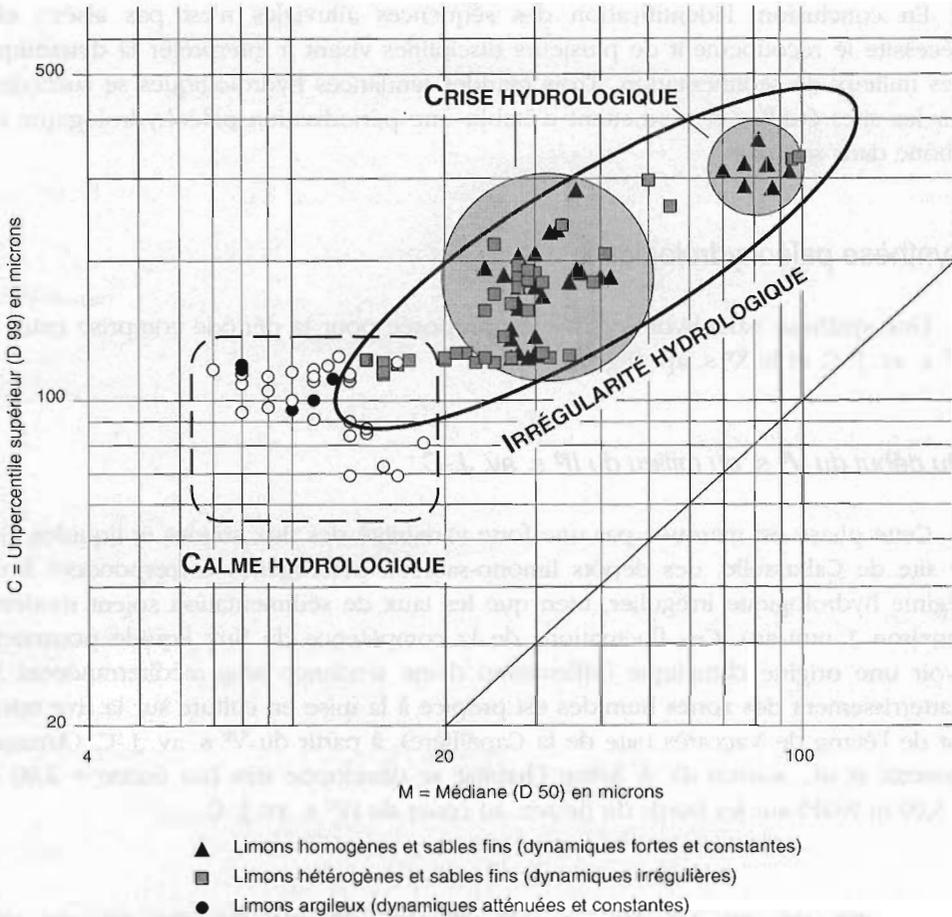


Fig. 6. Représentation des dynamiques fluviales par l'image CM des dépôts de la plaine d'inondation.

allongée, traduit bien cette hétérogénéité granulométrique (fig. 6). Ce phénomène revêt trois significations :

- Soit la charge solide arrivant sur le delta est très hétérogène.
- Soit l'instabilité latérale du chenal est très forte, ce qui force le fleuve à s'éloigner, puis à se rapprocher, dans un laps de temps très court. Cette instabilité serait alors le signe de l'inadaptation morphologique du fleuve aux paramètres hydrologiques tels que le débit liquide et la charge solide ; elle favoriserait les divagations du cours d'eau (Poinsart, 1992).
- Soit le régime hydrologique du fleuve est très inconstant et implique une forte variabilité pluri- et intra-annuelle des écoulements. Elle pourrait traduire un régime hydrologique irrégulier, de tendance plus "méditerranéenne" (?). Cette dernière hypothèse est, du reste, la plus vraisemblable.

En conclusion, l'identification des séquences alluviales n'est pas aisée ; elle nécessite le recouplement de plusieurs disciplines visant à interpréter la dynamique des milieux de sédimentation. Trois grandes tendances hydrologiques se succèdent sur les sites étudiés et permettent d'établir une périodisation paléohydrologique du Rhône dans son delta.

Synthèse paléohydrologique

Une synthèse paléohydrologique est proposée pour la période comprise entre le V^e s. av. J.-C. et le X^e s. ap. (fig. 7).

Du début du V^e s. au milieu du II^e s. av. J.-C.

Cette phase est marquée par une forte variabilité des flux solides et liquides. Sur le site de Cabassolle, des dépôts limono-sableux hétérogènes correspondent à un régime hydrologique irrégulier, bien que les taux de sédimentation soient modérés (environ 1 mm/an). Ces fluctuations de la compétence du flux liquide pourraient avoir une origine climatique (affirmation d'une tendance plus méditerranéenne ?). L'atterrissement des zones humides est propice à la mise en culture sur la rive nord-est de l'étang de Vaccarès (site de la Capellière), à partir du V^e s. av. J.-C. (Arnaud-Fassetta *et al.*, *soumis à*). À Arles, l'habitat se développe très bas (entre + 2,00 et + 3,00 m NGF) sur les bords du fleuve, au cours du IV^e s. av. J.-C.

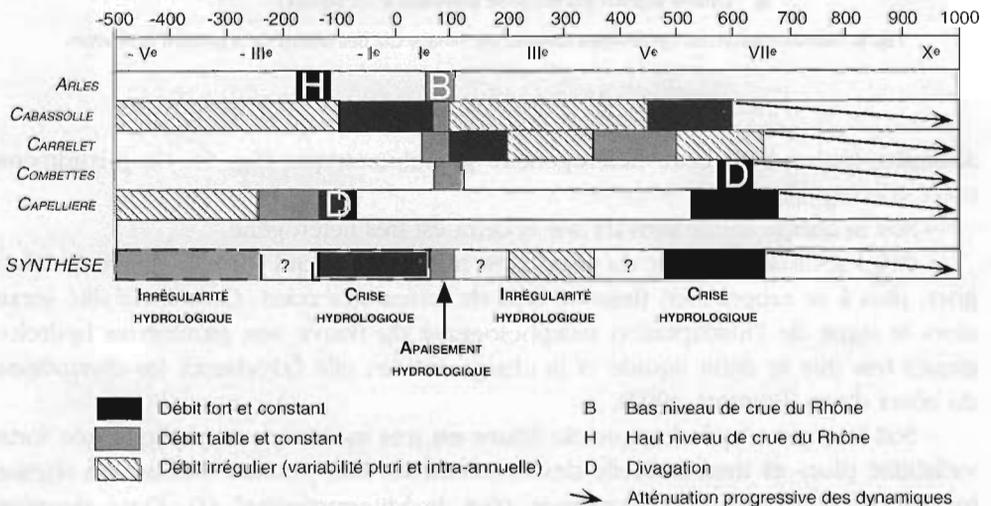


Fig. 7. Synthèse paléohydrologique du Rhône dans son delta.

Du milieu du II^e s. av. J.-C. au milieu du I^{er} s. ap.

Une série d'arguments hydrologiques et sédimentaires signalent l'existence d'une crise hydrologique. Le site de Cabassolle enregistre une recrudescence d'apports "grossiers" (limons sableux) ainsi qu'une abondante charge limoneuse très homogène, entre le I^{er} s. av. J.-C. et la première partie du I^{er} s. L'élévation de la compétence s'accompagne d'un renforcement des taux de sédimentation (environ 2,1 mm/an). Une divagation du paléochenal d'Ulmet est observée vers le I^{er} s. av. J.-C., sur le site de la Capellière. Sur les rives du grand Rhône d'Arles, le site des Cryptoportiques enregistre des niveaux d'inondation atteignant une position très élevée (entre + 5,25 et + 5,65 m NGF), au cours de la première partie du II^e s. av. J.-C. ; une telle cote est aujourd'hui atteinte par des crues de fréquence décennale dont le débit représente environ 7 000 m³/s⁽¹³⁾.

Seconde moitié du I^{er} s. ap. J.-C.

Au cours de cette période, la plaine du Rhône est marquée par un bref apaisement significatif des dynamiques fluviales (réduction granulométrique des dépôts de débordement sur le site de Cabassolle, colmatage latéral d'un chenal sur les sites du Carrelet et des Combettes). À Arles, les niveaux de crue se déposent à une cote inférieure à + 2,00 m NGF, sur le site du Cirque de Trinquetaille, vers le I^{er} s. ap. J.-C.

Du début du II^e s. au milieu du V^e s. ap. J.-C.

Cette période reste mal définie. En amont, les niveaux de crue du grand Rhône d'Arles atteignent des cotes très élevées (entre + 5,00 et + 6,00 m NGF), de la fin du III^e s. à la fin du V^e s. ap. J.-C. Sur les sites de Cabassolle et du Carrelet, un régime hydrologique irrégulier caractérise le Rhône, entre le début du III^e s. et le V^e s. ap. J.-C., bien que les taux de sédimentation dans la plaine d'inondation soient faibles (de 0,8 à 1 mm/an), et les débordements moins fréquents. Le site du Carrelet enregistre une crise hydrologique pendant tout le II^e s. ap. J.-C. (Arnaud-Fassetta et Chabal, *à paraître*). Des conditions d'énergie atténuées permettent aux hommes de bâtir des *villae* et de développer une zone d'activité (bassins de salaison...) en bordure du chenal principal du fleuve, au cours des IV^e-V^e s. ap. J.-C.

(13) Il convient toutefois de rester prudent dans l'interprétation des anciennes cotes atteintes par le fleuve par rapport aux actuelles, car la profondeur du fond du chenal a pu varier.

Du milieu du V^e s. à la fin du VII^e s. ap. J.-C.

L'ensemble des résultats convergent en faveur d'une dégradation des conditions hydrologiques ; deux sites indiquent un renforcement de la compétence du flux hydrique associée à l'accélération des taux de sédimentation (1,6 à 2,7 mm/an). En termes d'occupation du sol, cette période est caractérisée par un abandon des zones proches du chenal principal (site de Cabassolle).

Du début du VIII^e s. au X^e s. ap. J.-C.

Au cours de cette période, une atténuation sensible des conditions d'énergie est observée sur l'ensemble des sites étudiés. Sur les sites de Cabassolle et du Carrelet, la plaine d'inondation enregistre une réduction de la taille des sédiments transportés (donc de la compétence du courant) et des taux de sédimentation (environ 0,5 mm/an). Une réduction progressive des dynamiques est confirmée sur le site des Combettes (fig. 8 ; Arnaud-Fassetta et Landuré, *soumis à*).

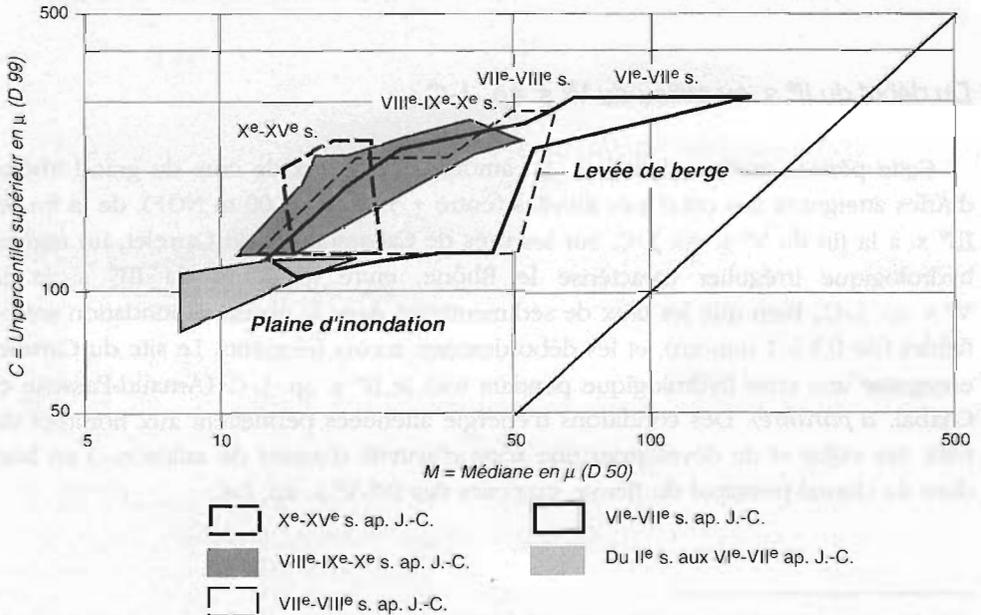


Fig. 8. Atténuation progressive des dynamiques fluviales sur le site des Combettes au cours du haut Moyen Âge.

Discussion

Cette étude constitue une première approche des fluctuations paléohydrologiques du Rhône enregistrées dans son delta au cours de l'Holocène récent ; elle en souligne la complexité ainsi que l'originalité pour certaines périodes de l'histoire. La sédimentologie permet de montrer la succession de trois types de dynamiques fluviales : les crises, des périodes de fonctionnement irrégulier et des phases d'apaisement hydrologique.

Deux phases inégales de crises hydrologiques ont été reconnues :

– La première, du milieu du II^e s. av. J.-C. au milieu du I^{er} s. ap., est caractérisée par des écoulements à forte compétence, et homogènes. Elle n'est pas représentée sur tous les sites du delta du Rhône, mais toutefois suffisamment présente pour être confirmée. Elle apparaît synchrone avec la crise démontrée en moyenne vallée du Rhône par les travaux de Salvador *et al.* (1993) ; les sites de basse Provence n'enregistrent pas cette crise (Jorda et Provansal, 1996). Partiellement généralisée aux sites du delta et d'intensité plus réduite, celle-ci pourrait, par conséquent, refléter l'activité spécifique du bassin moyen du Rhône, fonctionnant en Provence comme un organisme allogène.

– La seconde affecte tous les sites du delta du Rhône du milieu du V^e s. à la fin du VII^e s. ap. J.-C. Elle coïncide avec les résultats des études conduites dans l'ensemble du bassin-versant, y compris en basse Provence (Provansal, 1992 ; Jorda, 1992 ; Gadiolet *et al.*, 1993). Il s'agit d'une crise hydrologique majeure pour le fleuve.

Une phase de répit hydrologique a été mise en évidence au cours de la seconde moitié du I^{er} s. ap. J.-C. Elle s'accorde en cela avec les données connues du Rhône moyen et de la basse Provence (Leveau et Provansal, 1989 ; Bravard *et al.*, 1992). Il convient cependant de souligner l'originalité du Rhône par rapport à la basse Provence. Cette pause hydrologique apparaît de très courte durée sur l'ensemble du système fluvial rhodanien, y compris sur le delta (moins d'un siècle), alors qu'elle semble s'étendre beaucoup plus longuement en basse Provence (deux à trois siècles au moins).

Deux phases probables d'irrégularité hydrologique caractérisent le Rhône dans son delta. Il s'agit en fait de périodes de transition où les changements hydrologiques et sédimentaires s'effectuent progressivement :

– La première, couvrant la période du début du V^e s. au milieu du II^e s. av. J.-C., s'inscrit dans le cours d'une histoire hydrologique par ailleurs très contrastée. Les travaux effectués dans le bassin-versant rhodanien et en basse Provence mentionnent une crise hydrologique qui affecterait de manière plus ou moins diffuse une grande partie de la Tène (Jorda et Provansal, 1989 ; Salvador *et al.*, 1993 ; Provansal, 1995 ;

Jorda et Provansal, 1996 ; Berger, 1996). Cette importante activité hydrologique s'apaiserait au cours des II^e-I^{er} s. av. J.-C., liée à un climat de tendance plus sèche (Leveau et Provansal, 1989 ; Bravard *et al.*, 1992).

– La seconde s'étend du début du II^e s. au milieu du V^e s. ap. J.-C. et semble indiquer une montée progressive des niveaux hydrologiques. Cette dégradation des conditions hydrologiques est plus précoce dans le Rhône moyen, où les auteurs mentionnent une série de crises hydrologiques entre le I^{er} s. et le III^e s. ap. J.-C. (Bravard *et al.*, 1990 ; Arlaud *et al.*, 1991 ; Bravard *et al.*, 1992 ; Salvador *et al.*, 1993 ; Gadiolet *et al.*, 1993 ; Verot-Bourrely *et al.*, 1995 ; Berger, 1996). Elle n'est ressentie qu'à partir du IV^e-V^e s. ap. J.-C. en basse Provence, avec un décalage d'un à trois siècles par rapport au Rhône moyen (Leveau et Provansal, 1989 ; Provansal, 1992 ; Jorda, 1992 ; Ballais *et al.*, 1993 ; Jorda et Provansal, 1996).

Conclusion

La découverte de nombreux gisements archéologiques inconnus jusqu'à ce jour vient confirmer la richesse du delta du Rhône en vestiges, pour la période comprise entre le V^e s. av. J.-C. et le X^e s. ap. ; les anciennes découvertes sont maintenant replacées dans un contexte plus large qui permet de mieux comprendre le mode de peuplement de cette zone.

Au cours de cette période, les sites archéologiques occupent la partie proximale de la plaine d'inondation du Rhône. Cette occupation des zones basses n'est pas forcément en accord avec les données historiques, qui décrivent, notamment à l'Âge du Fer, un repli de l'habitat vers les zones hautes, pour s'écarter des plaines basses insalubres.

Le travail du géographe a montré clairement les fluctuations de l'hydrodynamisme du fleuve dans son delta, entre le V^e s. av. J.-C. et le X^e s. ap. ; mais un lien direct entre les conditions naturelles et l'occupation du sol n'est pas évident. S'il est vrai que la construction des *villae*, aux IV^e-V^e s. ap. J.-C., s'est effectuée à la faveur d'une hydrologie plus calme, l'occupation des V^e-VII^e s. ap. J.-C. apparaît, en revanche, en pleine crise hydrologique majeure du fleuve... De même, l'apaisement hydrologique de la seconde partie du I^{er} s. ap. J.-C. ne semble pas avoir déclenché un essor significatif de l'habitat à cette époque.

En fait, l'alluvionnement rhodanien ne peut être considéré comme une contrainte à l'installation durable des hommes sur les bras fluviaux du delta ; les habitats occupent de manière préférentielle les rives du Rhône, malgré les entraves spécifiques à la plaine deltaïque (débordements, déplacement des bras et paludification). La mise en valeur des milieux humides de Camargue répondrait donc plus à une dynamique de peuplement et à une logique économique qu'à une nécessité imposée par le milieu naturel.

Remerciements

Les auteurs tiennent à adresser leurs plus vifs remerciements à Mireille Provansal (Institut de Géographie - Université de Provence) et Michel Pasqualini (Service Régional de l'Archéologie, Direction Régionale des Affaires Culturelles, Provence-Alpes-Côte d'Azur) pour leur aide apportée à la réalisation de ce manuscrit.

Bibliographie

- ALOISI (J.-C.), MONACO (A.), THOMMERET (J.), THOMMERET (Y.), 1975.- Évolution paléogéographique du plateau languedocien dans le cadre du Golfe du Lion. Analyse comparée des données sismiques, sédimentologiques et radiométriques concernant le Quaternaire récent. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, XVII, 2, 1, p. 13-22.
- ARCELIN (P.), 1979.- La céramique modelée au I^{er} siècle av. J.-C. dans les Bouches-du-Rhône. Thèse université d'Aix-Marseille-I, 351 p.
- ARLAUD (G.), LUROL (J.-M.), LE NEZT-CELESTINS (M.), 1994.- Les fouilles de la presqu'île à Lyon. *Archeologia*, 294, p. 58-66.
- ARNAUD-FASSETTA (G.), CHABAL (L.), à paraître.- Évolution des paléoenvironnements fluviaux dans la plaine deltaïque du Rhône de l'Antiquité au haut Moyen Âge d'après la Géomorphologie et l'Anthracologie. In : Actes du Colloque "Crau, Alpilles et Camargue. Histoire et Archéologie". Arles, novembre 1995.
- ARNAUD-FASSETTA (G.), DE BEAULIEU (J.-L.), SUC (J.-P.), PROVANSAL (M.), WILLIAMSON (D.), GADEL (F.), LEVEAU (P.), GIRESSÉ (P.), ALOISI (J.-C.), ÉVIN (J.), DUZER (D.), soumis à.- Holocene fluvial processes and paleoenvironments in the Rhône delta (southern France). *Estuaries*.
- ARNAUD-FASSETTA (G.), LANDURÉ (C.), soumis à.- Le site des Combettes : histoire hydrologique du Rhône et peuplement en Camargue au cours de l'Antiquité et du haut Moyen Âge. *Géographie physique et Quaternaire*.
- BALLAIS (J.-L.), JORDA (M.), PROVANSAL (M.), COVO (J.), 1993.- Morphogenèse holocène sur le périmètre des Alpilles. In : (Leveau P., Provansal M., Dir.) *Archéologie et environnement : de la Sainte-Victoire aux Alpilles*. Aix-en-Provence, université de Provence, p. 515-547.
- BATS (M.), 1986.- Le territoire de Marseille grecque. *Études Massaliètes*, 1, p. 31.
- BENOIT (F.), 1952.- Industrie de pêche et de salaison, l'archéologie sous-marine en Provence. *Revue d'études ligures*, 18, Bordighera, p. 294-295.
- BENOIT (F.), 1965.- *Rocherches sur l'bellénisation du midi de la Gaule*. Aix-en-Provence.
- BERGER (J.-F.), 1996.- Climat et dynamique des agrosystèmes dans la moyenne vallée du Rhône. In : (APDCA Éd.) "Le III^e siècle en Gaule narbonnaise. Données régionales sur la crise de l'Empire". Sophia Antipolis, p. 299-332.
- BLANCHET (A.), 1936.- (sous la direction de), *Forma Orbis Romani. Carte des Bouches-du-Rhône*, F. Benoît, Paris, 232 p.
- BRAVARD (J.-P.), 1983.- Les sédiments fins des plaines d'inondation dans la vallée du Haut-Rhône (approche qualitative et spatiale). *Revue de géographie alpine*, 71, 4, p. 13-36

- 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'Âge du Fer à la fin de l'Antiquité : proposition d'interprétation. *In* : *X^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'histoire*, Antibes, octobre 1989. "Archéologie et espaces", p. 437-452.
- BRAVARD (J.-P.), VÉROTF-BOURRÉLY (A.), SALVADOR (P.-G.), 1992.— Le climat d'après les informations fournies par les enregistrements sédimentaires fluviales étudiés sur des sites archéologiques, *Les nouvelles de l'archéologie*, 50, p. 7-14.
- CARITEY (C.), 1995.— *L'évolution de l'embouchure du Rhône du milieu du XVII^e à la fin du XIX^e siècle. Relations avec le régime du fleuve*. Maîtrise université d'Aix-Marseille-I, 100 p.
- CATHMA, 1993.— Céramiques languedociennes du haut Moyen Âge (VII^e-IX^e s.), études micro-régionales et essai de synthèse. *Archéologie du Midi médiéval*, XI, p. 11-228.
- CHOUQUER (G.), FAVORY (F.), 1992.— *Les arpenteurs romains, théorie et pratique*.
- CONGÈS (G.), 1987.— Poterie modelée, poterie tournée. *Archéologie d'Entremont au musée Granet*, Aix-en-Provence, p. 144.
- DUBOUL-RAZAVIT (C.), 1956.— Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du delta du Rhône. *Mémoires de la Société géologique de France*, 76, 234 p.
- GADIOLET (P.), MARTIN (S.), BRAVARD (J.-P.), 1993.— Données nouvelles sur le paléo-environnement holocène de la bordure septentrionale des "Balmes viennoises" (Isère). *Revue géographique de l'Est*, 4, p. 267-279.
- GÉRIN-RICARD (H. de), 1934.— La Camargue dans l'Antiquité, remarques et fouilles récentes. *VII^e congrès et fêtes du Rhône*, Union générale des Rhodaniens, Marseille.
- JORDA (M.), 1992.— Morphogénèse et fluctuations climatiques dans les Alpes françaises du sud de l'Âge du Bronze au haut Moyen Âge. *Les nouvelles de l'archéologie*, 50, p. 14-21.
- JORDA (M.), PROVANSAL (M.), 1989.— Le site de Glanum et l'histoire de l'environnement. *Les dossiers d'archéologie*, 140, p. 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). *Bulletin de la Société géologique de France*, 167, 1, p. 159-168.
- KRUIT (C.), 1955.— *Sediments of the Rhone delta*, Verhandelingen van het Koninklijk Mijnbouwkundig Genootschap, Geologische serie deel 15, p. 359-501.
- 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. *Oceanis*, 7, 4, p. 389-408.
- LEVEAU (P.), PROVANSAL (M.), 1989.— Construction deltaïque et histoire des systèmes agricoles. Le cas d'un petit delta : étang de Berre. *In* : Actes du Colloque "Deltas et sociétés", Arles, 16 juin 1989, 21 p.
- LEVEAU (P.), 1993a.— Arles et les plaines du bas Rhône dans l'Antiquité : colonisation militaire romaine et milieu naturel (à propos des moulins de Barbegal et du canal de Marius). *Geographia Antiqua*, II, p. 51-62.

- LEVEAU (P.), 1993b.— Milieu naturel et histoire économique : Arles antique et son espace agricole. In : P. Leveau et M. Provansal (Dir.), *Archéologie et environnement, De la montagne Sainte-Victoire aux Alpilles*, Aix-en-Provence, p. 485-514.
- LEVEAU (P.), à paraître.— La paludification des plaines littorales de la France méditerranéenne : héritage antique et évolution du milieu. In : Actes du Colloque "Castrum VII". Rome, octobre 1996.
- MARTIN (L.), à paraître.— Le Carrelet en Camargue, bassins de salaison et occupation de l'Antiquité tardive. Actes du Colloque "*Crau, Alpilles et Camargue. Histoire et archéologie*", Arles, novembre 1995.
- MICHELOZZI (A.), 1982.— L'habitat protohistorique en Languedoc oriental (VIII^e-I^{er} s. av. J.-C.). *ARALO*, 10, Caveirac, p. 16.
- OOMKENS (E.), 1970.— Depositional sequences and sand distribution in the postglacial Rhône delta complex. In : Morgan (Ed.), *Deltaic Sedimentation modern and ancient*, p. 198-212.
- PARDE (M.), 1925.— *Le régime du Rhône. Étude hydrologique*. Thèse université de Grenoble, 2 vol.
- PARODI (A.), RAYNAUD (C.), ROGER (J.M.), 1987.— La Vaunage du III^e au milieu du XII^e siècle. *Archéologie du Midi médiéval*, V, p. 3-59.
- PASSEGA (R.), 1957.— Texture as characteristic of clastic deposition. *Bull. of Petrol. Geol.*, 41, p. 1952-1984.
- POINSART (D.), 1992.— *Effets des aménagements fluviaux sur les débits liquides et solides. L'exemple du Rhône dans les plaines de Miribel-Jonage et de Donzère-Mondragon*. Thèse université Lyon-III, 501 p.
- PONS (A.), TONI (C.L.), TRIAT (H.), 1979.— Édification de la Camargue et histoire holocène de sa végétation. *Terre et vie, Rev. écol.*, 2, p. 13-30.
- PONT (D.), 1992.— *Caractérisation de la charge en suspension du Rhône au niveau du palier d'Arles lors d'une crue importante*. Rapport final du groupe de travail "Apports à la Méditerranée", Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. Laboratoire de biologie animale et d'écologie, Écologie des systèmes fluviaux, 25 p.
- PROVANSAL (M.), 1992.— Le rôle du climat dans la morphogénèse à la fin de l'Âge du Fer et dans l'Antiquité en basse Provence. *Les nouvelles de l'archéologie*, 50, p. 21-27.
- PROVANSAL (M.), 1995.— The role of climate in landscape morphogenesis since the Bronze Age in Provence, southeastern France. *The Holocene*, 5, 3, p. 348-353.
- PY (M.), 1993.— Dicocer, dictionnaire des céramiques antiques (VII^e s. av. n. è.-VII^e s. de n. è.) en Méditerranée nord-occidentale (Provence, Languedoc, Ampurdan). Lattara, 6, Lattes, p. 624 p.
- RAYNAUD (C.), 1989.— Archéologie du paysage autour de l'étang de l'Or (Hérault). Choix, contraintes et méthodes de prospections. *Archéologie en Languedoc*, 2/3, p. 59-80.
- RICHER (A.), 1996.— Le site de Cabassolle. Delta du Rhône, programme de recherche 1996-1988. Rapport intermédiaire SRA, T I, p. 57-92.
- SALVADOR (P.-G.), BRAVARD (J.-P.), VITAL (J.), VORUZ (J.-L.), 1993.— Archaeological evidence for Holocene floodplain development in the Rhône Valley, France. *Z. Geomorph. NF*, 88, p. 81-95.

- STOUFF (L.), 1986.— Arles à la fin du Moyen Âge, Aix-en-Provence.
- STOUFF (L.), 1993.— La lutte contre les eaux dans les pays du Bas-Rhône aux XII^e-XV^e siècles. L'exemple du pays d'Arles. *Méditerranée*, 3, 4, p. 57-68.
- VÉROT-BOURRÉLY (A.), ARGANT (J.), BRAVARD (J.-P.), CHAIX (L.), 1995.— Le paléo-environnement du site de Gorde du Loup (Lyon 9^e) : les signes matériels de la dégradation d'après l'étude interdisciplinaire du gisement. In : *XV^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins*. "L'Homme et la Dégradation de l'Environnement", p. 43-77.
- ZADORA-RIO (É.), 1986.— La prospection archéologique et l'évolution de la notion de site. In : "La prospection archéologique, paysage et peuplement". *Documents d'archéologie française*, 3, p. 11-13.