

Sociétés historiques et milieux humides. Un modèle systémique des données applicable aux marais continentaux de cuvette

PHILIPPE LEVEAU

Le temps est une dimension capitale des problèmes d'environnement. L'attention est ici portée sur le « temps long » des sociétés humaines. L'élaboration de ce concept a marqué une étape essentielle dans la relation entre historiens des sociétés et historiens des milieux naturels. Le développement de la recherche rend nécessaire d'en préciser les articulations avec les caractéristiques et les temporalités des milieux naturels.

D'une manière générale, les historiens (des sociétés) sont encore peu présents dans les débats et la recherche actuels sur l'environnement, qu'il s'agisse d'un milieu spécifique (milieu humide, milieu montagnard, ...) ou d'un espace menacé. De ce fait, la référence au passé perd généralement toute précision en deçà du xvii^e siècle. Cette absence est regrettable, car elle laisse libre cours au développement de schémas d'un déterminisme souvent naïf : on attribuera par exemple à un changement climatique ou à la montée des eaux marines tel ou tel mouvement de peuple ou l'écroulement de telle ou telle civilisation, et le débat s'en trouve obscurci par des dénonciations polémiques.

Cette situation est paradoxale ; en effet, la géoarchéologie, une archéologie de l'espace rural qui est caractérisée par une forte sensibilité à l'environnement et qui connaît un fort succès dans le monde anglo-saxon, fait de constantes références à la réflexion des historiens français sur le temps historique (Bintliff, 1991), concept proposé à la communauté scientifique par Fernand Braudel à la suite de sa thèse sur la Méditerranée et en particulier dans son fameux article des *Annales*, « La longue durée » (Braudel, 1958). Élaboré par un historien, ce concept a été exploité essentiellement par les économistes (Perrot, 1981). Mais son utilisation n'apparaît pas moins fondamentale dans le dialogue qui se développe entre sciences de la nature et sciences de la société (Walter, 1994).

Une première explication de cet état de fait réside sans doute dans les mots : retrouvant le terme « histoire » dans l'« histoire naturelle », les historiens

pensent que cette discipline est historique au sens où ils l'entendent, alors qu'il s'agit d'une toute autre chose : « histoire » n'est là que pour exprimer la place de la succession chronologique dans les causalités, l'irréversibilité du temps et « le rôle du hasard face aux hypothèses sur l'éternité des lois naturelles, le déterminisme absolu et l'éternel retour » (Brunet et al, 1992, 237). Mais au-delà du quiproquo sur le terme « histoire », se posent de vrais problèmes conceptuels, qui touchent à la notion d'échelles de temps. Il faut en effet admettre l'autonomie de systèmes temporels différents du temps historique traditionnel et bien distinguer les causes et les successions historiques. Le refus des causalités multiples écarte bien des historiens de l'approche « systémique » qui permet le dialogue avec les autres disciplines en prenant en compte les nécessaires simplifications de chacune, tandis que l'attachement à la notion de cause dominante nuit à la démarche interdisciplinaire.

PHILIPPE LEVEAU

Professeur d'archéologie, centre Camille-Jullian, université de Provence, 29, avenue Robert-Schuman, 13621 Aix-en-Provence cedex 1

Abstract: Historical societies and wetlands: a systematic model of data applicable to continental basin wetlands. The study of wetland (marshland) formations provides a useful approach to the study of human settlement. The exploitation of land characterised by excess water is controlled by the periodic cycles that are both natural and influenced by people. Consequently, an analysis of both natural and human processes means that we must consider the differences in temporal scale of these two processes. In a peasant economy the use of wetlands for agriculture is directly tied to climatic cycles, although technical progress and more complex social organisation allow such an enterprise if serious investment is undertaken. Two case-studies allow us to consider the ecological problems: the draining of *lacino* in Abruzzo (Italy) and that of the Mexico Basin. Multidisciplinary research (archaeologists, geomorphologists, historians, palynologists) in the Marais de Baux (Baux marshes), to the south of the Alpilles, near Arles, has provided a consideration of the concepts employed in this research. This allows us to propose a 'conceptual model of data' that is applicable to marshlands and continental basins.

La réflexion présentée ici a été nourrie de l'apport des discussions menées avec mes collègues de géographes, palynologues, historiens, géomorphologues, géographes, géomorphologues, et Pierre Livet (Cespec, épistémologie). Mais elle s'inscrit dans une perspective historique.

Les géographes physiciens sont plus sensibles à ces questions. Ainsi, il y a une dizaine d'années, sous le titre *La mobilité des paysages méditerranéens* (Biro, 1983), ils consacraient un volume d'hommages au géomorphologue Pierre Biro. L'analyse s'organisait autour de trois thèmes : mobilité sismotectonique, mobilité climatique, mobilité dans la gestion des paysages. Chaque thème s'inscrivait dans une échelle de temps différente : le premier dans les temps géologiques de l'histoire de l'écorce terrestre où le temps se compte par millions d'années ; le second dans les chronologies bioclimatiques quaternaires ; le troisième thème qui prend en compte le rôle de l'homme comme agent modificateur du milieu s'inscrit dans le temps vécu, la temporalité des sociétés historiques.

Échelles de temps et histoire des plans d'eau

La distinction de trois échelles de temps pose clairement le problème auquel est confrontée toute recherche établissant une relation entre histoire des sociétés et histoire des phénomènes naturels. Les deux premières mobilités envisagées par les géographes physiciens ne concernent évidemment pas l'histoire humaine et n'ont rien à voir avec la « longue durée » braudelienne.

De ce fait, la question des discontinuités est essentielle et appelle notre attention sur la notion complémentaire de « seuil » qui sert à désigner une rupture : les enregistrements naturels de la variabilité des paysages ne se produisent qu'au-delà de seuils ; leur franchissement produit un déséquilibre qui se traduit par une interruption enregistrée par les séries sédimentaires. De même, les modifications qui accompagnent le passage d'une formation sociale à une autre ne se manifesteront qu'à partir d'un seuil. Le temps social diffère du temps de l'environnement, mais ne se conforme pas plus que lui à la régularité du temps astronomique.

Le rôle des changements d'échelle est fondamental pour la recherche dans les disciplines historiques et dans leurs relations avec les géosciences (Stein, 1993). De ce fait, les modèles conceptuels des données¹ qui ont été proposés pour traiter de la relation entre hommes et milieux (ainsi Pinchemel, 1994 [figure 1] ; Morch, 1994, 108 ; McGlade, 1995) ont des difficultés à intégrer l'hétérogénéité et l'inégalité des rythmes du développement des sociétés historiques.

Les naturalistes qui prêtent attention à l'action de l'homme sur le paysage ont tendance à envisager celle-ci de manière unitaire ; pour la désigner, ils emploient le terme « anthropisation ». Adopté rapidement par les préhistoriens et valable à l'échelle de la mobilité climatique, ce concept est inadapté à l'étude des sociétés historiques dans la mesure où il ne prend pas en compte les différences fondamentales qui existent entre elles (Leveau, à paraître). L'action de l'homme sur le milieu est marquée par des discontinuités et des ruptures qui s'expliquent en effet par les techniques dont il dispose ; mais sa capacité à les utiliser est en relation directe avec le niveau de déve-

loppement des formations sociales. Une société n'utilisera pas toujours complètement la série des techniques auxquelles elle a accès ; les historiens parlent alors de « blocage des techniques ».

Pour les époques historiques, le « milieu humide » est particulièrement favorable à la mise en évidence de ce fait comme le montre bien la lecture des travaux qui ont conduit F. Braudel à introduire la notion de « longue durée ». Dans la partie de *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II* qui porte sur la part du milieu, il consacre quelques pages aux plaines méditerranéennes. Dans cette approche qui a fait date, il évoque la part de l'eau et de la maladie dans leur dépeuplement à l'époque de Philippe II. C'est là un thème récurrent chez les géographes et les aménageurs.

De fait, le marais et les zones humides occupent dans les pays riverains de la Méditerranée une place dont l'importance peut surprendre ceux qui associent le climat de ces régions à la sécheresse. Le milieu méditerranéen favorise en effet le développement de marais saisonniers ; les pluies torrentielles du printemps et de l'automne provoquent de brusques arrivées d'eau dans des zones basses où les écoulements sont insuffisants ou mal assurés du fait d'engorgements. Ce phénomène concerne plus particulièrement des zones intéressantes pour l'agriculture en raison de leur faible inclinaison et de l'intérêt agronomique des alluvions.

L'histoire des fluctuations du marais ou plus précisément l'étude des processus de paludification pourrait bien être un moyen privilégié pour saisir l'anthropisation des paysages. L'obstruction des écoulements entraîne en effet l'extension du marais. Le processus est aussi lié à un enrichissement agronomique des sols. Des terres bien drainées sont susceptibles de porter des champs de blé ou des herbages ; les terres inondables sont régénérées par les apports de limons. Mais n'en concluons pas trop vite que le marais n'intéresse que ceux qui cherchent les espaces à conquérir ! Ce milieu est attractif pour des populations qui y trouvent un complément alimentaire par la chasse des oiseaux, la pêche et le ramassage des mollusques ; c'est aussi une source de matières premières et on peut y amener paître les troupeaux. Cette utilité du marais ne caractérise pas obligatoirement les formations sociales primitives ; elle se retrouve à toutes les périodes de l'histoire, en particulier à la nôtre du fait de la place des espaces « ensauvagés » dans les activités de loisir (Picon, 1978).

L'utilisation des terres caractérisées par l'excès d'eau obéit à des cycles dont la périodicité est commandée simultanément par le milieu et par les sociétés ; l'étude de ce milieu permet donc une bonne observation des chaînes causales naturelles et anthropiques. Ainsi, dans une société ne disposant que d'un système technique simple (« économie paysanne »), leur mise en culture reste étroitement dépendante du climat, soit donc de ses cycles, alors que le progrès technique associé à une organisation sociale plus complexe permet aux collectivités agricoles de s'en affranchir. Mais de gros investissements sont nécessaires pour drainer ces terres et les préserver de crues ou évacuer celles-ci. Nous nous

¹ Il existe différents types de modèles : modèles statistiques, modèles analytiques, modèles prédictifs... Le modèle élaboré ici est un modèle conceptuel des données dont l'objectif est la représentation externe de ces dernières. Il n'est évidemment pas adapté à une exploitation informatique quelconque.

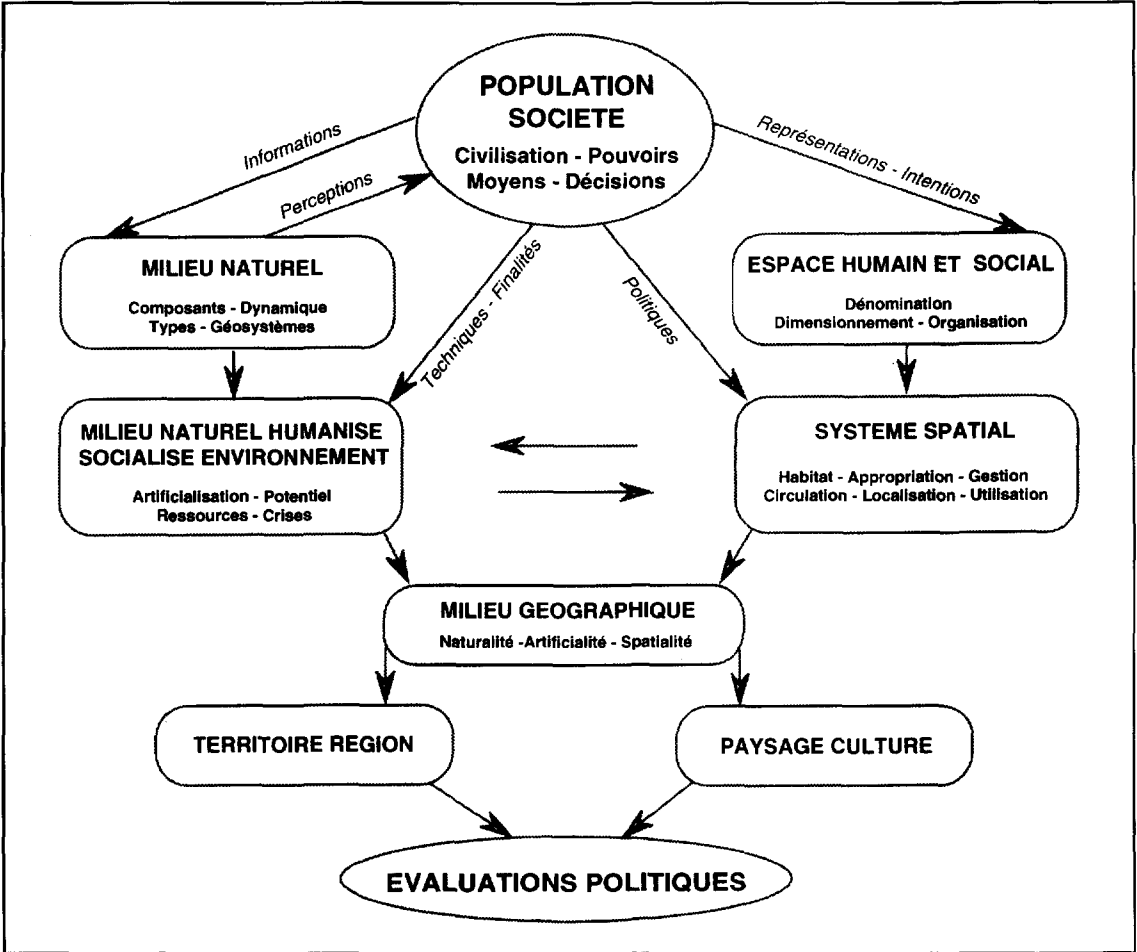


Figure 1. La relation homme-milieu : articulation des notions, concepts et processus définis dans l'ouvrage de P. et G. Pinchemel, *La face de la Terre* (1994). Orienté vers la représentation de « notions d'humanisation, de spatialisations et d'écriture géographique », soit vers l'espace plus que vers le temps, ce schéma exprime les choix du géographe mais il intègre les concepts de civilisation et de culture alors qu'une majorité de géographes physiciens continue à n'envisager que l'« intemporel » Homme (d'après Pinchemel, 1988, 11-12).

appuierons sur une importante littérature historique pour présenter deux cuvettes continentales occupées par des marais à l'état « naturel » durant l'Holocène et ayant connu une évolution similaire : le lac Fucin et le bassin de Mexico. Puis nous présenterons une étude en cours sur une cuvette de dimension réduite à propos de laquelle il était plus aisé de conduire dans la diachronie une étude pluridisciplinaire. Les espaces en jeu apparaissent difficilement comparables : le bassin de Mexico occupe près de 10 000 km², le Fucino, moins de 200 km² ; quant à la vallée des Baux, elle n'atteint pas le dixième de cette surface ! De ce fait, l'étude de ces cuvettes se prêtait à une modélisation.

Les Romains et l'assèchement du lac Fucin

Dès les premiers temps de la République (v^e-iv^e siècles avant J.-C.), les Romains, héritiers du savoir étrusque, s'étaient attaqués à la maîtrise des nombreuses

dépressions mal drainées qui existent en particulier dans les zones volcaniques d'Italie centrale entre le Latium et les Abruzzes (figure 2). Ces travaux comportaient la construction d'émissaires pour évacuer les eaux en excès, lutter contre les crues et gagner à l'agriculture une frange marécageuse dont l'importance était liée au fonctionnement naturel du plan d'eau. Au 1^{er} siècle après J.-C., le drainage du lac Fucin constitue la plus célèbre des réalisations des ingénieurs romains. L'historien latin Suétone rangeait d'ailleurs cette entreprise parmi les grands travaux qui, avec la construction d'un nouvel aqueduc pour Rome, l'*Anio Novus*, et la création du port d'Ostie, devaient assurer la gloire de l'empereur Claude (*Vita Claudii*, 20). La galerie était longue de 5 640 m et les travaux de construction demandèrent 11 ans (de 41 à 52) et occupèrent 30 000 hommes. La superficie asséchée par Claude était d'environ 50 km² tandis que le lac résiduel couvrait 90 km². Un demi-siècle plus tard, les travaux d'Hadrien portèrent la superficie asséchée à 80 km² et réduisirent le lac à 60 km².

Pour la construction de l'émissaire, Claude fit appel à des personnalités capables d'avancer d'impor-

tantes sommes d'argent ; il semble s'agir de grands propriétaires de la région qu'intéressaient les qualités agricoles des terres gagnées. Une terre nouvellement drainée convient aux pâturages ; ceux du lac Fucin devaient être d'autant plus appréciés que la région est montagneuse et son climat méditerranéen. Elles se prêtent également à la céréaliculture. Or le ravitaillement en grain de la capitale, mais aussi des villes italiennes, constituait un souci constant des empereurs de Rome. De riches personnages durent mettre en place de petits exploitants qui assurèrent l'entretien du système. Selon toute vraisemblance, l'ouvrage cessa de fonctionner au milieu du vie siècle de notre ère. De multiples tentatives d'assèchement furent faites après l'époque romaine. Les plus connues sont celle de Frédéric II, au XIII^e siècle, et, à moindre degré, celle d'Alphonse d'Aragon ; l'un et l'autre tentèrent d'assurer le drainage des bords du lac. C'est seulement en 1862 que Frantz Major de Montricher acheva le creusement d'un canal assurant l'évacuation de ses eaux grâce aux moyens techniques offerts par l'avènement de l'ère industrielle ; il réalisait ainsi une bonification totale des terres du lac Fucin par assèchement complet du plan d'eau (Leveau, 1993).

Ici interviennent les notions d'échelle de temps et de seuil dont il a déjà été question. Elles permettent

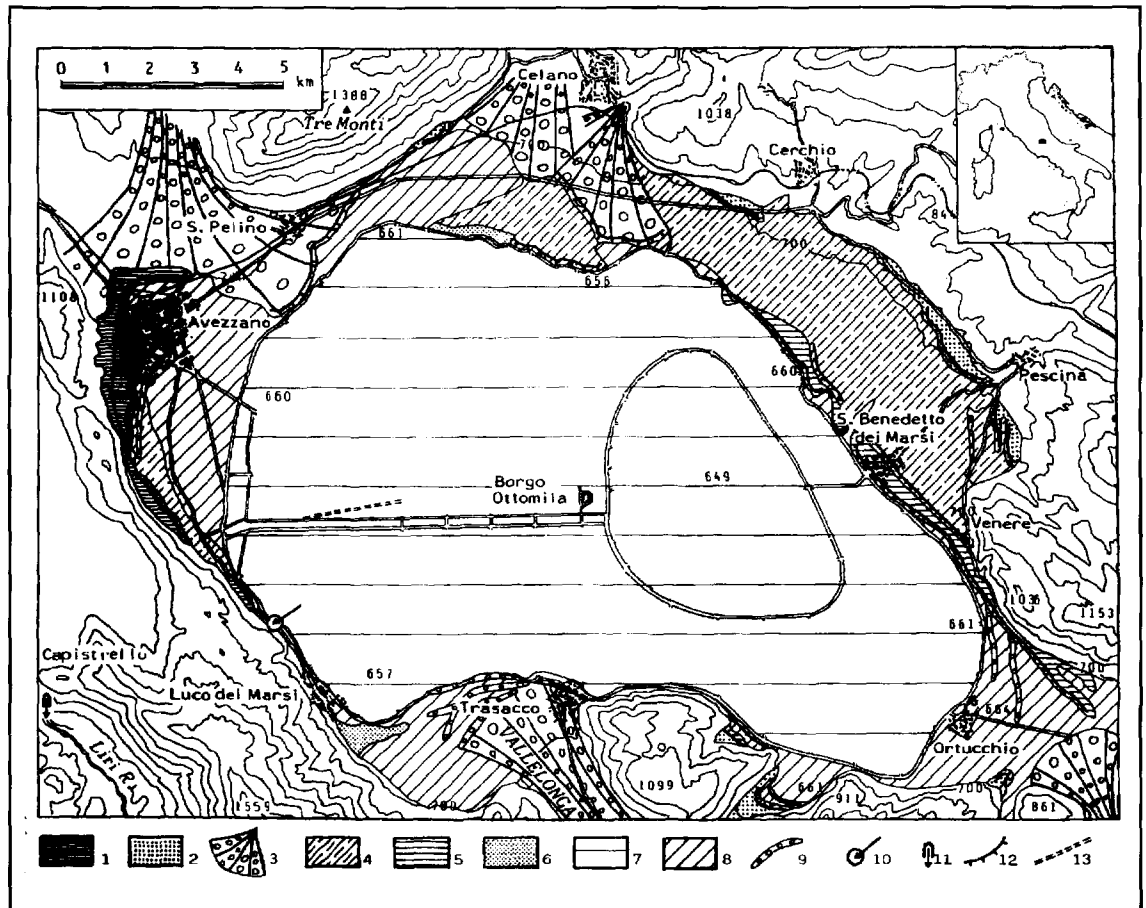
d'opposer des formations sociales et des périodes de l'histoire de l'Italie. À l'époque romaine impériale, les échanges connaissent un développement remarquable par rapport à l'époque républicaine ; de moins en moins « paysanne », l'économie rurale est de plus en plus pénétrée par le capital urbain qui privilégie des productions destinées au marché urbain. Mais le seuil chronologique est l'avènement des techniques de percement de galeries qui différencient radicalement l'Italie de l'époque industrielle de celle des temps qui précèdent. Les ingénieurs de Claude ne pouvaient assécher le lac ; un émissaire en stabilisait le niveau. Avant l'ère industrielle, il était exclu de réaliser un drainage total au sens où nous l'envisageons. Au XIX^e siècle, les progrès techniques permirent le creusement d'émissaires dont les débits étaient sans mesure commune avec des galeries réalisées dans le passé.

Les Espagnols et l'assèchement du bassin de Mexico

Le drainage du lac Fucin constitue, avec celui du Fayoum en Égypte, la réalisation exemplaire de l'Antiquité. Alain Musset en a rapproché l'histoire de

Figure 2. Le Fucino, données géologiques et aménagements (d'après Ciraudi, 1989, fig. 1).

1. Terrasse d'érosion par les vagues d'Avezzano.
2. Terrasse d'accumulation littorale de Pescara.
3. Cône de déjection torrentiel.
4. Glacis d'érosion sur roches tendres de Pescara-San Benedetto.
5. Terrasse d'érosion par les vagues de San Benedetto-Venere.
6. Terrasse d'accumulation littorale de Luco.
7. Extension du lac au début de notre ère.
8. Glacis d'érosion sur roches tendres d'Avezzano-Celano-Vallelonga-Ortucchio.
9. Cordons. 10. Dolines.
11. Sources fossiles de Capistrello.
12. Rebord de terrasse.
13. Canal romain.



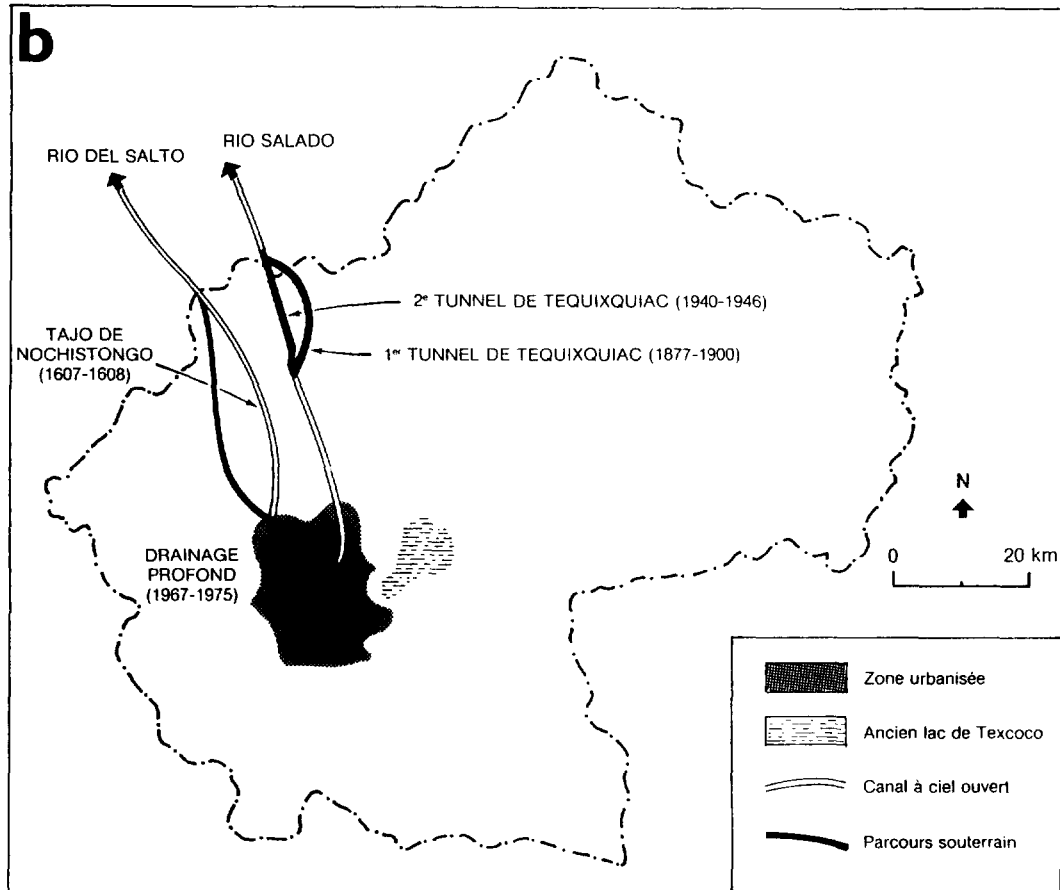
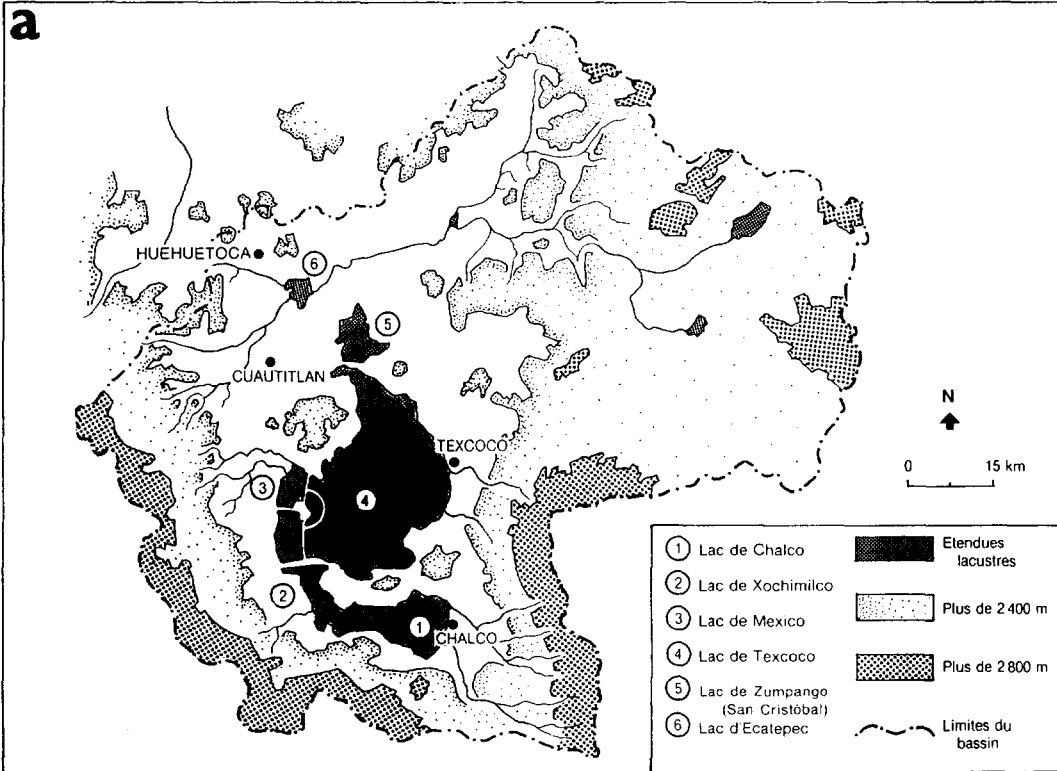


Figure 3. La réduction des plans d'eau dans le bassin de Mexico.
 a. Les lacs du bassin de Mexico au xv^e siècle ;
 b. La *desagüe* aujourd'hui (Musset, 1991, carte 3, p. 90 et carte 11, p. 368).

² Dans son numéro du 14 novembre 1992 (« Mexique : la bataille de l'air et de l'eau », l'envoyé spécial du Monde reproduisait les propos de l'écrivain Homero Aridjis, président du groupe des Cent, une organisation d'intellectuels pour l'écologie. Rappelant que la cathédrale qui s'est déjà enfoncée de 2,40 m s'affaisse de plus en plus vite au rythme de 7,4 cm par an, il constatait : « La ville de Mexico est une aberration humaine. Cette ville qui a été construite sur l'eau, comme Venise, va mourir faute d'eau. Le séisme de 1985 était un avertissement, l'absence d'eau dans le sous-sol ayant contribué à augmenter la violence de secousses. »

³ Historien dans le groupe de travail que nous constituons, j'avais cherché à attirer l'attention sur la relativité des données utilisées dans le débat qui actuellement porte sur l'étang de Berre (EDF, l'étang de Berre et l'archéologie, dans *L'Histoire*, n°170, octobre 1993, p. 92-95). L'arrivée des eaux de la Durance dans cette lagune en fait une zone deltaïque. Mais on oublie de dire que le taux de salinité de l'étang a connu une histoire dont la fluctuation la plus récente est liée à son ouverture récente à la navigation maritime. L'urbanisation de la région a provoqué une perte d'identité. Manifestement derrière le débat écologique, il y a la recherche d'une identité que l'on assimile au paysage du début de ce siècle. L'approche historique de paysages que l'on croit « naturels » relative et dédramatisé le changement écologique.

celle d'une autre très grande entreprise, le drainage du bassin de Mexico (Musset, 1991). La ville de Mexico est installée dans une dépression fermée dont le centre était occupé par une nappe d'eau (figure 3a). La société indienne avait adapté son agriculture et son système de communication à l'abondance des eaux. Les digues aztèques ne servaient pas seulement à protéger la ville contre l'inondation ; elles avaient pour fonction de contrôler le niveau de l'eau pour les chinampans. Ces « jardins flottants » étaient constitués d'un treillis de joncs et de branches sur lequel on disposait de la terre. Dans cet ensemble vivaient des oiseaux et des poissons que les populations lacustres capturaient. Les autres ressources étaient le roseau et le sel des lagunes. Un réseau complet de digues, de barrages, d'écluses et de canaux protégeait la ville de l'inondation en régulant le niveau des lacs. Le réseau de canaux servait aussi à la navigation et jouait un rôle essentiel dans l'organisation de l'espace. Les Espagnols intervinrent « à la romaine ». Ils développèrent un système d'aqueducs amenant une eau nécessaire à la vie urbaine. Afin d'écartier les risques d'inondation, une série de canaux et de galeries évacuaient ces mêmes eaux et celles qui s'écoulaient naturellement vers le bassin. Le drainage présentait en outre un réel intérêt économique : dès le début du XVI^e siècle, les Espagnols s'intéressaient aux terres dégagées par le recul des lacs : drainées, elles pouvaient être excellentes, en particulier pour le bétail indispensable à l'alimentation de Mexico. En outre, cette solution technique dans la lutte contre l'inondation présentait un grand avantage pour les conquérants ; elle privait les Indiens de l'avantage que leur procurait leur excellente connaissance du réseau de canaux en cas de révolte. Alain Musset montre donc que les techniques hydrauliques introduites par les Espagnols imposèrent un mode nouveau d'utilisation du bassin qui impliquait la dissolution des cultures indigènes. Associée au développement d'une mégapole, la quasi disparition des lagunes qui occupaient le bassin de Mexico (figure 3b) est maintenant considérée comme une catastrophe écologique majeure² dont l'origine est recherchée dans un projet politique (détruire la société indienne). La causalité est multiple et la recherche des responsabilités doit prendre en compte le système physique et le système technique. La peur de l'inondation n'est pas un fantasme des Espagnols, mais correspond à une donnée climatique nouvelle, une forte pluviosité durant le Petit Âge glaciaire des Temps modernes. C'est dans ce contexte de peur du déluge, qu'il faut replacer le projet d'assèchement des ingénieurs, « démiurges » de l'époque romantique : le progrès technique permettait de construire des galeries assurant la vidange du bassin alors que les galeries antérieures ne permettaient qu'une stabilisation du plan d'eau. Ainsi l'ingénieur moderne pouvait-il poursuivre et réaliser à l'échelle du Nouveau Monde le projet qui venait de l'être à celle, plus modeste, du Fucino !

L'histoire « naturelle » du bassin de Mexico entre donc dans une série, celle des plans d'eau occupant le fond de bassins fermés. On en saisit le grand intérêt pour une histoire des sociétés par une approche à partir des paysages : ceux-ci enregistrent

également la variable climatique et celles des activités agricoles. Leur niveau dépend de l'équilibre existant entre leur alimentation qui est une fonction du climat et des hommes (qui construisent des aqueducs) et une évacuation par des vidanges naturelles ou artificielles dont l'efficacité est liée aux apports solides susceptibles de la boucher. Or ces apports reflètent l'agressivité climatique sur des versants plus ou moins protégés par une végétation ; l'histoire de celle-ci dépend du climat et de la mise en valeur agricole. On voit ici l'interférence des deux mobilités dont la a été question plus haut. Mais la troisième mobilité, la mobilité sismotectonique qui relève de l'échelle géologique, intervient dans la mesure où les exutoires naturels ou artificiels peuvent être affectés par des secousses tectoniques.

Une dépression méditerranéenne dans la longue durée : la vallée des Baux

Les exemples présentés illustrent la complexité des phénomènes en jeu. Il était plus commode de les étudier dans une dépression dont la taille réduite favorisait la conjonction des approches archéologique, historique et sédimentologique. D'une manière générale, l'étude de la vallée des Baux s'inscrit dans la logique qui conduit les archéologues à considérer les sédiments comme des documents archéologiques utilisables pour la compréhension des sites d'habitat et de l'espace habité (Brochier, 1988). Elle s'inscrit aussi dans une recherche que, naturalistes et historiens/archéologues des paysages, nous poursuivons sur les interrelations des sociétés humaines et de leurs environnements au cours de l'Holocène dans l'espace régional provençal. Après un travail sur un plan d'eau intérieur, l'étang de Berre³, nous menons, depuis plusieurs années, une recherche sur la cuvette des Baux et son bassin d'alimentation (Leveau et Provansal, 1993) (figure 4).

Proche de la Camargue et d'Arles, cet espace juxtapose, en effet, trois unités paysagères caractéristiques du milieu méditerranéen : un massif calcaire, un plateau et une dépression humide (figure 5). En position dominante sur la marge nord de la dépression, le massif calcaire des Alpilles constitue un château d'eau, dont les ressources sont largement exploitées. Ses apports hydriques reflètent la variabilité pluviométrique du climat méditerranéen. Les collines en roches tendres du versant sud, les sols et les formations pléistocènes héritées nourrissent les apports sédimentaires dans la dépression. Au sud, le plateau de Crau correspond aux épandages pléistocènes d'une paléo-Durance. Ses cailloutis perméables sont responsables d'une sécheresse caractéristique d'une zone qui, jusqu'à la construction d'un canal amenant au XVI^e siècle les eaux de la Durance (le canal de Crau), est restée uniquement pastorale. Mais ils constituent un important aquifère qui alimente les sources les plus abondantes du périmètre de la dépression.

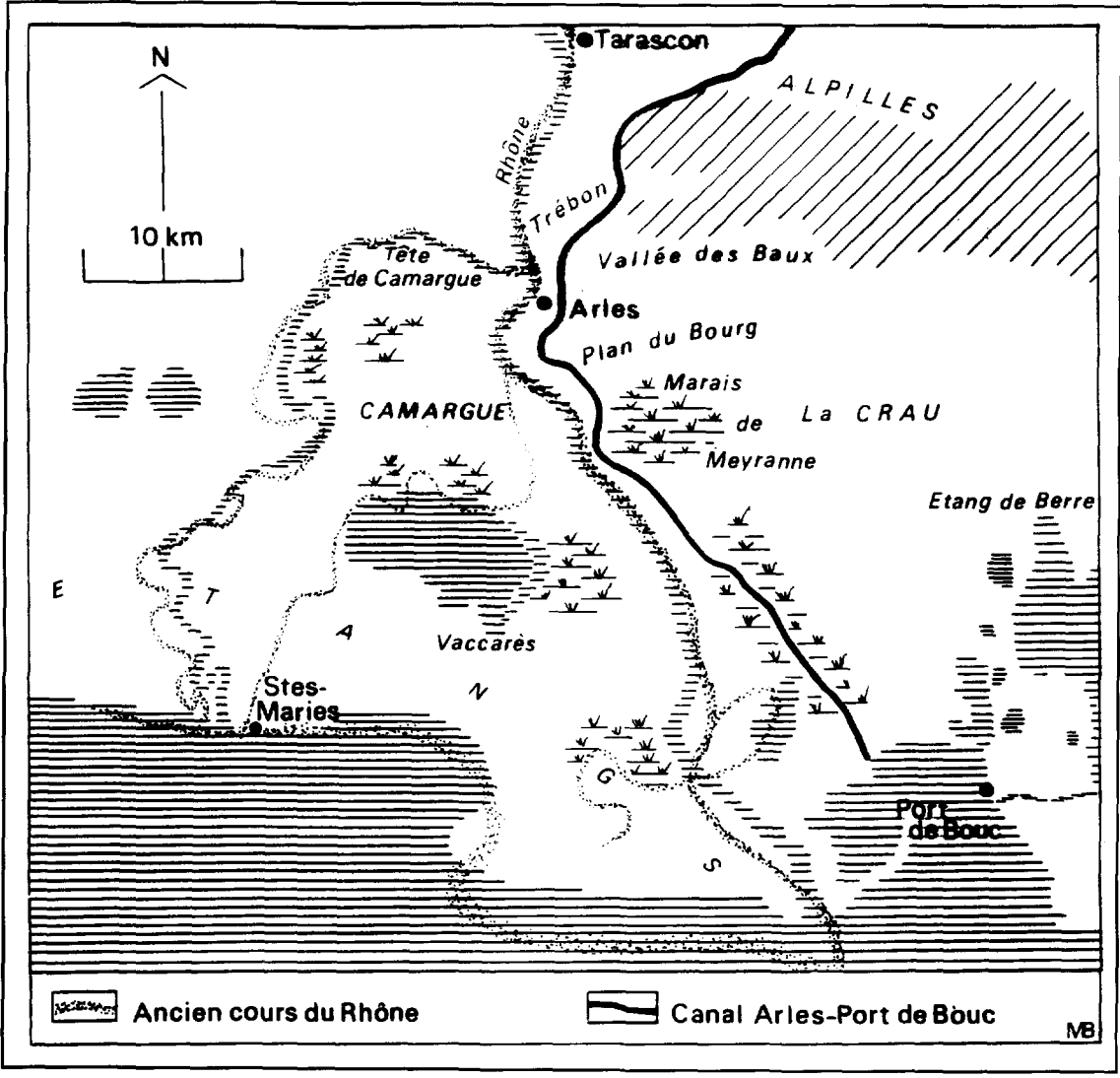


Figure 4. Les zones humides du bas Rhône. Actuellement l'essentiel des zones humides deltaïques correspond à la Camargue. Elles s'étendaient autrefois beaucoup plus largement dans la vallée du Rhône et sur ses marges. À l'est, de Tarascon au plan du Bourg situé au sud d'Arles, le canal du Viguierat collecte les eaux de drainage, dont celles qui sont issues du canal de la Vallée des Baux.

La vallée des Baux, elle-même, en position déprimée entre les Alpilles et le plateau de Crau, communique mal avec la vallée du Rhône et la zone deltaïque située immédiatement à l'aval ; elle en est séparée par un étroit goulet. Depuis le début du *xx^e* siècle, la vallée dont le fond se situe autour des cotes 1,5 à 3 m au-dessus du niveau marin, est maintenue hors d'eau par pompage. Son horizontalité actuelle résulte du colmatage sédimentaire d'une topographie plus complexe : des forages ont montré qu'il convenait de distinguer au moins deux cuvettes et que le creux le plus marqué se trouvait à l'est. Ainsi, par rapport à la plaine et au delta du Rhône soumis à l'influence du fleuve, elle présente l'intérêt d'être presque complètement isolée du fleuve ; à l'exception de quelques crues majeures du Rhône, elle ne reçoit d'apports sédimentaires et hydriques que d'un bassin versant d'ampleur limitée. Cette simplicité, d'ailleurs toute relative, présente un grand intérêt pour l'élaboration de modèles utilisables pour les régions voisines, comme la Camargue, qui sont soumises à l'action de

facteurs naturels dépendant d'autres zones climatiques. L'hétérogénéité radicale des données qui sont à l'origine des variations du plan d'eau, nous a conduits à élaborer une modélisation systémique. La collaboration entre naturalistes et historiens mettait en œuvre des protocoles qu'il était intéressant de conceptualiser dans un souci d'efficacité et par désir (intellectuel) de clarifier les relations entre nos disciplines.

Le paysage actuel – la transformation de la vallée des Baux en polder au début du *xx^e* siècle – résulte d'une « artificialisation » complète du milieu permise par le franchissement du seuil technologique dont il a été question. Aux Temps modernes, avait commencé une lutte contre la montée des eaux analogue à celle qui a été décrite à propos du lac Fucin et du bassin de Mexico. À cette époque, le milieu est difficile à drainer, car soumis à la contrainte climatique forte du Petit Âge glaciaire s'exerçant à la fois à l'échelle de l'ensemble du bassin versant rhodanien et à celle du géosystème local. En basse Provence, on assiste alors à une

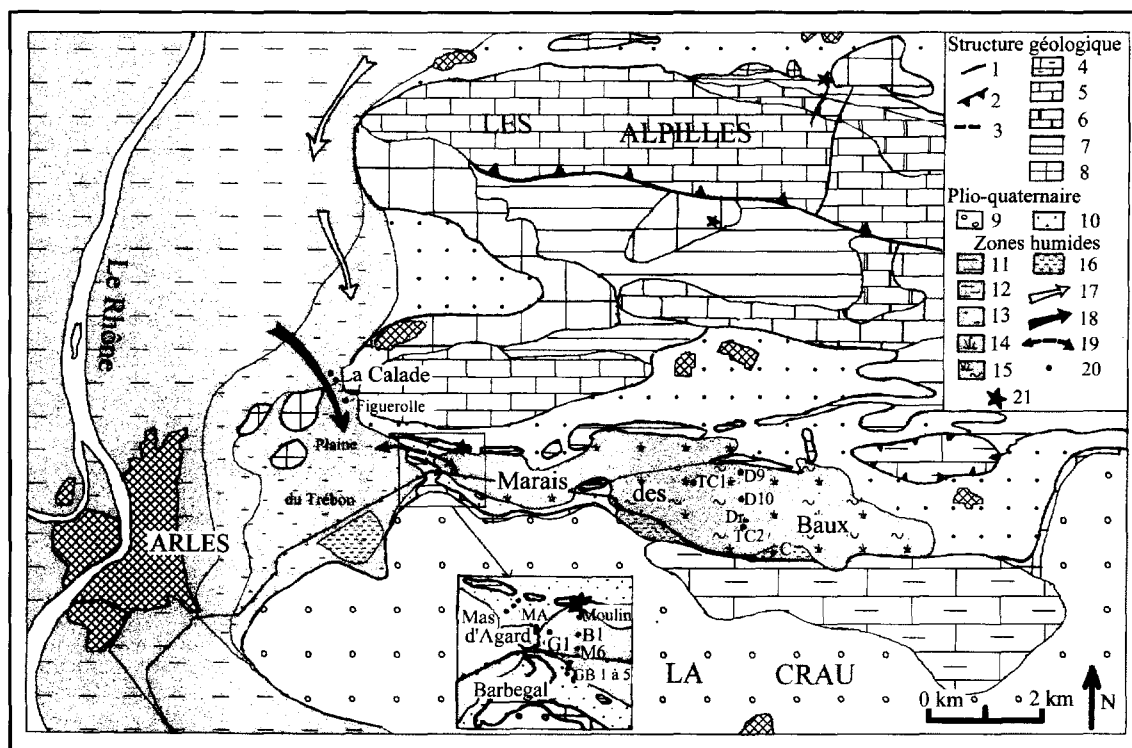


Figure 5. Le marais des Baux entre Crau, Alpilles et Rhône (H. Bruneton, d'après M. Jorda et M. Provansal, modifié). 1. Faille principale. 2. Chevauchement. 3. Axe anticlinal. 4. Inflexion synclinale. 5. Pendage. 6. Dolomies jurassiques. 7. Calcaires du Crétacé inférieur. 8. Calcaires durs de faciès urgonien. 9. Argiles, marnes et bancs calcaires du Crétacé supérieur. 10. Faciès molassiques miocènes. 11. Conglomérat de Crau plio-quadernaire. 12. Formations de versant würmiennes et holocènes. 13. Champ d'inondation proximal du Rhône. 14. Champ d'inondation distal du Rhône. 15. Champ d'inondation exceptionnel du Rhône. 16. Sédimentation locale à dominante détritique. 17. Sédimentation locale à dominante autochtone. 18. Étang actuels. 19. Chenal hypothétique de la Duransole. 20. Ancien chenal possible du Rhône (itinéraire des eaux d'inondation). 21. Communication phréatique. 22. Sondage étudié. 23. Site archéologique majeur.

recrudescence généralisée des écoulements à caractère torrentiel (apports brutaux saisonniers d'eau et de sédiments) et à la multiplication des crues du Rhône et de la Durance. Les berges du Rhône s'engraissent, son lit mineur s'élargit et se surélève, ce qui complique les problèmes de drainage et favorise la paludification.

Le paysage régional médiéval était traditionnellement défini par le développement du marais. Cela transparait au travers des études faites sur l'abbaye de Montmajour, une « île » au milieu des marais (Stouff, 1993). Dans les textes, les mentions de terres en eau dans la vallée des Baux sont fréquentes. Le marais présente sans doute également un intérêt stratégique comme frontière pour les communautés d'Arles et des Alpilles. Mais cette situation est remise en question par les entreprises de gain de terres ; au début du XIII^e siècle, les seigneurs des Baux renforcent le peuplement et l'exploitation de leurs terres. La composante climatique entre dans le changement d'attitude qui se produit à la fin du Moyen Âge ; l'augmentation de la pluviométrie liée au Petit Âge glaciaire a pu créer une contrainte jouant un rôle dans le changement d'attitude des collectivités agricoles par rapport aux plans d'eau artificiels.

Comme dans l'histoire que nous racontait Suétone à propos du lac Fucin où les peuples marse firent appel à l'empereur de Rome, l'action décisive qui

conduit à l'exondation est directement liée à l'affirmation de l'emprise du pouvoir central – royal en l'espèce : une délégation de la ville d'Arles rencontra Louis XIII et obtint l'envoi de l'ingénieur hollandais Van Ens. Cette affaire s'inscrivait dans le cadre de trois communautés politiques dont les intérêts s'opposaient : la ville de Tarascon qui voulait détourner les eaux arrivant par le bassin de la Duransole ; la vallée des Baux qui souhaitait évacuer les eaux reçues d'un bassin versant incluant les Alpilles et la Crau ; la ville d'Arles dont les campagnes étaient inondées par toutes ces eaux et en outre par celles du Rhône. Le pouvoir royal était seul en effet en mesure de vaincre la force de résistance des pouvoirs locaux et de pourvoir au manque de crédits.

L'œuvre de Van Ens a été louée à juste titre : les marais d'Arles et de Tarascon furent asséchés. Mais l'œuvre de l'ingénieur fut éphémère. Dès la fin du XVII^e siècle et jusqu'au XIX^e siècle, ses travaux se dégradèrent. Le dessèchement de la vallée des Baux fut le premier abandonné et les privilèges consentis à Van Ens furent annulés. L'action des ingénieurs du XIX^e siècle est à l'origine du paysage actuel dont l'existence peut être remise en question par les effets conjugués de la « crise » agricole actuelle et de l'intrusion du monde citadin dans les campagnes arlésiennes. La location de plans d'eau pour la pêche et la chasse aux oiseaux aquatiques est susceptible

d'apporter des ressources aux agriculteurs désireux de se maintenir. Cette activité entraînerait une modification remarquable du paysage, par la remise en eau d'espaces actuellement drainés et donc par un retour du marais. Celui-ci dépend par ailleurs de deux facteurs contradictoires. D'une part, le développement de l'irrigation en Crau accroît les apports hydrauliques des sources sur le périmètre sud de la cuvette des Baux. D'autre part, la réduction de la fréquence des crues depuis le début du xx^e siècle est liée à la fin du Petit Âge glaciaire et à la domestication presque totale du Rhône qui limite les risques d'inondation dans la plaine alluviale en amont d'Arles.

On comprend qu'en fonction des données actuelles et historiques, les archéologues aient toujours imaginé le paysage antique comme un paysage de marais et présenté la vallée des Baux comme une dépression emplie par l'eau. F. Benoit décrivait ainsi le milieu dans lequel les Romains construisirent les célèbres moulins de Barbegal : « Située en bordure des marais de Barbegal, qui s'étendaient entre la costière de Crau et la colline de Caparon et unissaient Arles à la région de Mouries (marais de la vallée des Baux), cette fabrique était reliée à la cité par une voie navigable, accessible aux radeaux des utriculaires, qui constituaient une batellerie de charroi, particulièrement appropriée aux bas-fonds qui entouraient Arles » (Benoit, 1940, 69). D'après une tradition, tout le pays autour d'Arles était noyé par les eaux et les relations étaient assurées par des radeaux. À proximité de la chapelle Saint-Gabriel, où est localisée une petite agglomération romaine (*Ernaginum*), on montre l'endroit où auraient abordé des embarcations légères. Le même rôle dans l'imaginaire du paysage de la fin du Néolithique et des débuts des âges des Métaux est dévolu au marais : son extension permet d'interpréter un autre ensemble archéologique remarquable, les hypogées de Fontvieille datés du troisième millénaire avant J.-C. Ces monuments funéraires se distinguent au sein d'un mégalithisme provençal par leur forme et leur conception : l'hypogée de la montagne de Cordes a 44 m de long. Leur gigantisme a été mis en relation avec un isolement géographique et une situation de « bout du monde ». Édifiés sur des îlots rocheux dans un paysage de marais, ces monuments seraient l'œuvre de groupes géographiquement isolés : la faiblesse des apports extérieurs aurait paradoxalement favorisé des créations originales à caractère monumental.

Mais les recherches archéologiques actuelles démentent totalement ces reconstitutions paysagères où l'idéologie joue un rôle essentiel. Élaborées au siècle dernier, à partir du paysage d'alors, lui-même déjà artificiel, elles légitimaient la mission de l'ingénieur moderne dans la lutte séculaire contre le marais et en même temps grandissaient le rôle de la puissance romaine qui la première aurait prétendu imposer sa volonté à la nature. L'étude stratigraphique de sondages ouverts sur la bordure nord du marais au pied des moulins à l'occasion des fouilles programmées effectuées en 1992 et 1993 à Barbegal avait montré qu'à l'époque romaine les bords de la dépression étaient hors d'eau (figure 6). Durant l'été

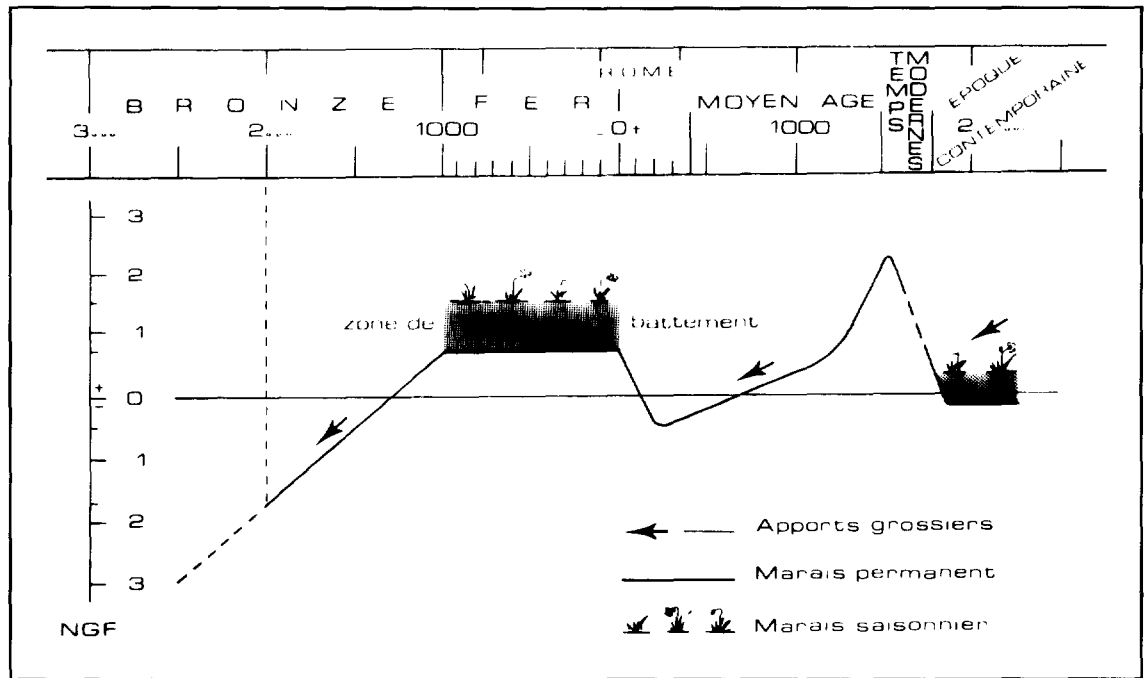
1996, une opération d'archéologie préventive effectuée à quelques centaines de mètres sur la bordure sud de la dépression a occasionné la découverte d'un établissement (village ?) daté des débuts des âges des Métaux. Son existence contredit les hypothèses relatives à l'isolement des sépultures mégalithiques.

Il est permis de proposer une première reconstitution de l'histoire des fluctuations du plan d'eau dans la cuvette depuis trois mille ans. La dépression des Baux n'est pas homogène. Un plan d'eau existe bien dans la partie orientale de la dépression dès le début de l'Holocène. Mais la montée des eaux dans la partie occidentale de la dépression a été progressive et marquée d'oscillations. Dans cette évolution, la période romaine apparaît caractérisée par une réduction des écoulements torrentiels, sans doute liée à des pluies moins abondantes et mieux réparties. Cette situation se traduit par un bas niveau relatif du marécage entre deux hauts niveaux, l'un correspondant à l'âge du Fer, l'autre à la période moderne. Ces hauts niveaux sont vraisemblablement en relation avec des fluctuations climatiques : la « crise » climatique datée entre le vi^e et le ii^e siècle av. J.-C. et celle du Petit Âge glaciaire à l'époque moderne. À partir de l'époque romaine, les conditions sociopolitiques jouent le rôle décisif : la construction d'un aqueduc alimentant les moulins, détourne des eaux aboutissant dans la cuvette orientale vers la cuvette occidentale qui fait par ailleurs l'objet d'un drainage. À la fin du Moyen Âge, la tendance naturelle à l'inondation est accentuée par l'augmentation de la nappe de Crau à la suite de la construction du canal de Craponne : mais surtout, la ville d'Arles construit sur le goulet de Barbegal un barrage qui élève brutalement jusqu'à la cote 5 m le niveau de l'eau qui s'était



Figure 6. Le site des moulins romains de Barbegal. Construits sur le versant sud du chaînon de la Pène, les moulins romains de Barbegal étaient alimentés par un aqueduc dont les arches (diagonale au centre de la photo) traversaient un vallon dont l'axe est parallèle à la vallée des Baux. Les fouilles, dont on voit l'emplacement au pied du chaînon, ont montré qu'à l'époque antique le plan d'eau n'arrivait pas au pied de l'usine (photo A. Chenet. CCI-CNRS).

Figure 7. Évolution du plan d'eau dans la partie occidentale de la vallée des Baux depuis le Chalcolithique (d'après M. Provansal et al, *Les moulins romains*, op. cit.) (le schéma a été modifié pour exprimer la relation existant entre le maximum moderne du plan d'eau et la construction d'un barrage au goulet de Barbégall).



équilibré vers 3 m NGF [nivellement général de la France] (Provansal, à paraître) (figure 7).

Ainsi, à l'époque romaine, le marais connaît une situation originale entre deux moments d'extension : le Rhône réduit l'extension de son champ d'inondation. Son niveau d'écoulement paraît inférieur aux cotes actuelles. Cela n'exclut pas des crues dont l'origine est à rechercher vers les zones climatiques non méditerranéennes dans lesquelles le fleuve développe son réseau (Bravard et al, 1992). L'hydrologie de la vallée des Baux est en effet en relation avec l'histoire du delta du Rhône, qui est très mal connue pour la fin de l'âge du Fer. Un niveau marin situé encore quelques décimètres sous le niveau actuel facilitait le drainage naturel de la plaine. À l'est, le fond du golfe de Fos pourrait correspondre à un paysage de lagunes littorales progressivement envahies par la mer. Dans cette situation arrivent les Romains qui installent la colonie d'Arles. La conquête agricole habituellement associée à cette intrusion a été favorisée par la conjonction d'une période de calme hydraulique et de la volonté politico-économique caractéristique de l'époque romaine appuyée sur des moyens considérables. Gardons-nous cependant de les exagérer ! Comme les Espagnols, les Romains se trouvaient en deçà d'un seuil : la technologie et les moyens dont ils disposaient leur permettaient au mieux de stabiliser les plans d'eau et non de les assécher.

sur des phénomènes observables selon des espaces de différentes dimensions (local, microrégional, régional, ...) et reposent sur des systèmes chronologiques hétérogènes (géologique, longue et moyenne durée historique). Il faut également prendre en compte la notion d'héritage et les principes de rétroaction. Le seul moyen de procéder à une intégration des données est d'élaborer une grille d'analyse « systémique ». Nous avons donc tenté de développer les modèles conceptuels des données déjà proposés en portant l'attention sur trois points : ajouter la variable temporelle ; préciser des degrés dans la capacité d'action ou de rétroaction d'un sous-système sur les sous-systèmes distingués ; y introduire les notions de complexité (ainsi pour le sous système hydraulique) ou d'évolution (par exemple pour le sous-système technique). Le modèle⁴ présenté ici (figure 8) permet d'évaluer la diversité des explications possibles aux situations observées à un moment donné et d'orienter la recherche vers tel ou tel acteur.

Dans la partie droite, celle qui concerne le volet anthropique, les distinctions intérieures aux sous-systèmes prennent en compte l'évolution historique. L'histoire des drainages montre en effet que les principes et la technologie nécessaires sont acquis très tôt, de sorte que la réalisation de telles entreprises n'est pas réservée aux détenteurs de savoirs scientifiques avancés. Mais dans le sous-système technique, des limites très nettes différencient les époques préindustrielle et industrielle. Ces réalisations ne mobilisent pas que des connaissances et des savoirs technologiques ; elles sont en rapport avec l'existence de pouvoirs forts, capables de contraintes sur les individus et les collectivités (système politique) ainsi qu'avec une économie d'échange (système d'échange). Ces changements technologiques sont à

⁴ Ce modèle a été réalisé pour les Journées du programme « Environnement, vie et sociétés » consacrées à la modélisation pour l'environnement (15-17 janvier 1996).

Longue durée, complexité et analyse systémique

On mesure la complexité de l'analyse en cours. Les données naturelles et historiques présentées portent

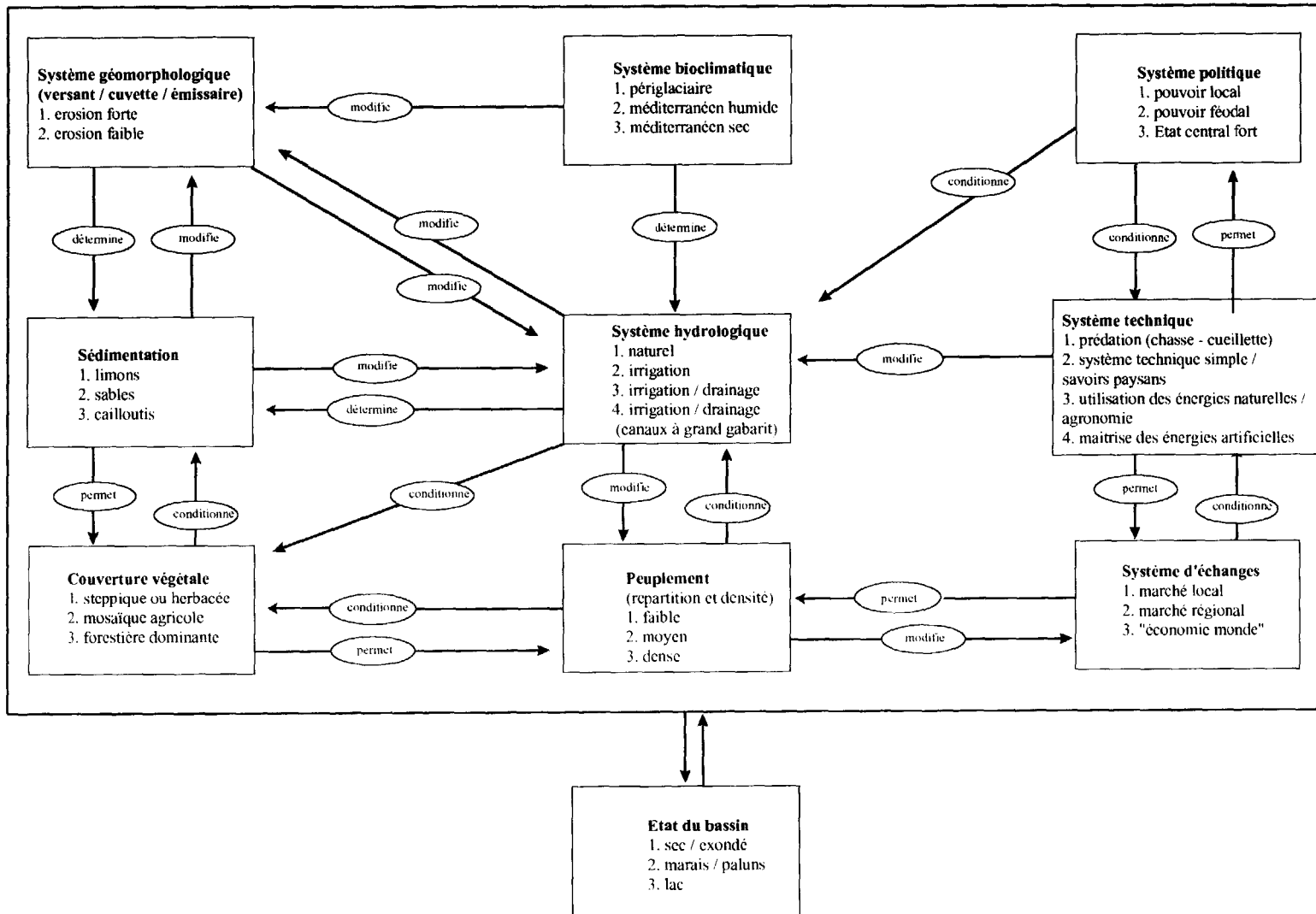


Figure 8. Modélisation conceptuelle des données relatives à la relation entre sociétés historiques et marais continentaux de cuvette. Une étude de cas (la dépression des Baux) permet de construire un modèle conceptuel représentant la structure des données. Un tel modèle présente trois intérêts : i) mettre en évidence la place des acteurs de la recherche et favoriser la pratique interdisciplinaire en intégrant en particulier les sciences humaines du passé (archéologie, histoire antérieurement à l'époque contemporaine) dans la collaboration entre sciences de la nature et sciences de la société ;

en général les rapports d'évaluation ont une vue simplifiée des interventions humaines antérieures au XVIII^e siècle et des rapports hommes-milieu ; ii) permettre la comparaison entre les zones endoréiques méditerranéennes. Il pourra être développé par l'intégration des données relatives aux zones humides du littoral et des vallées fluviales ; iii) identifier les échelles temporelles et spatiales à partir desquels des facteurs naturels ou anthropiques exogènes deviennent endogènes dans le système (problèmes des seuils, des changements aléatoires).

l'origine de grands aménagements et d'un « nouvel ordre » économique dont les effets sur les économies locales sont fondamentaux. Reprenant la question du marais des Baux, on observera que, si le progrès technologique a permis de le transformer en polder, son maintien est lié à la politique agricole de la CEE qui par exemple favorisera la riziculture. On démontre facilement que les marais ne sont pas des espaces stériles et hostiles à l'homme, mais qu'ils présentent en réalité un grand intérêt pour une économie « paysanne », c'est-à-dire n'ayant pas pour objectif une production commercialisable. Ainsi dans sa relation à l'environnement, l'époque romaine présente des caractéristiques qui tranchent avec celles des périodes qui la suivirent et la précédèrent. Durant toute la période médiévale et, à partir de la Renaissance, ses réalisations ont servi de modèles dans les entreprises de gains de terres contre l'eau. Les sources archéologiques ne permettent évidemment pas de dire que l'économie romaine fut capitaliste, mais elles montrent les capacités d'innovation de la société romaine et la place qu'occupèrent incontestablement des motivations liées aux caractères méditerranéen et commercial du système économique. Actuellement, les historiens médiévistes tendent à réviser leur estimation des entreprises de gains de terre à l'époque médiévale : les réalisations médiévales ont été sous-estimées et les réalisations antiques exagérées. Mais tout est une question d'échelle et de degré. L'originalité du comportement des Romains apparaît nettement quand on le compare au parti que les sociétés protohistorique et médiévale tirèrent du milieu : sans doute, celles-ci avaient-elles la capacité technique de le contrôler, mais elles n'en avaient pas la motivation ; elles entretenaient avec le milieu un rapport étranger à l'esprit de domination qui caractérise la mentalité romaine dans ses rapports avec les nations comme avec le milieu : Suétone rapporte que les architectes de l'empereur Néron « demandaient à l'art de réaliser ce qu'avait refusé la nature » (*Vita Neronis*, 31-5).

Dans la partie gauche du tableau ont été placées les données naturelles réduites à l'essentiel pour comprendre le fonctionnement de la vallée. Ainsi, dans le système géomorphologique envisagé du point de vue du transit des sédiments vers le fond de la vallée (système source-puits), il était essentiel de distinguer deux degrés, fort ou faible. Dans la couverture végétale protectrice des versants, il n'était pas nécessaire de différencier la végétation naturelle de celle créée par les systèmes agricoles. On voit ici l'intérêt d'avoir distingué dans ces sous-systèmes des modes d'action plutôt que des phases chronologiques.

Cette modélisation est fondée sur la reconnaissance de l'autonomie de systèmes temporels différents du temps que mesure l'horloge : liées à la sensibilité qu'ont les unes par rapport aux autres les dynamiques naturelles et les dynamiques sociales, ces temporalités – le temps vécu – n'existent pas en soi. Comme existent des « civilisations » ou des « cultures », à l'intérieur d'une histoire de la civilisation ou de la culture, ces temporalités émergent à

l'intérieur de cette « histoire immobile avec fluctuations lentes ou catastrophiques et phénomènes d'involution sur soi-même » que proposait Emmanuel Le Roy Ladurie dans sa leçon inaugurale au Collège de France (Le Roy Ladurie, 1974). Elles génèrent des systèmes hétérogènes : systèmes de type chaotique séparés les uns des autres par des ruptures brutales négatives (on parlera de « crises » et de « catastrophes ») ou/et positives (on parlera d'événements fondateurs), systèmes à temporalité périodique dont la conception est en relation avec une histoire cyclique. Ce schéma permet d'identifier les échelles temporelles et spatiales à partir desquelles des facteurs naturels ou anthropiques exogènes deviennent endogènes. Il met en évidence la complexité croissante du fait de l'intégration progressive des différentes données sociales.

Conclusion : la place de l'étude des périodes historiques dans le dialogue interdisciplinaire

Réalisé dans le cadre d'une recherche bien précise⁵ et exprimant un point de vue d'historien, le modèle conceptuel des données présenté pourrait favoriser des études comparatives portant sur des dépressions humides du même type, dont la carte dressée par Paul Ambert et Georges Clauzon montre qu'elles sont nombreuses dans le Midi (figure 9). Cette approche conceptuelle devra être étendue à l'étude des marais deltaïques et littoraux qui dépendent de paramètres climatiques et géomorphologiques beaucoup plus complexes⁶. Mais d'ores et déjà, il permet d'identifier les partenaires de la recherche, de les situer à une place qui varie selon la période et l'espace pris en compte et de proposer des réponses à des questions fondamentales telles que : à quelle échelle spatiale et à quel moment de l'histoire humaine, les données politiques, sociales ou économiques deviennent-elles importantes ? Il devient possible de préciser le contenu conceptuel de la notion d'anthropisation des milieux : l'homme paléolithique agissait *dans* les systèmes naturels, il s'y intégrait ; à partir du néolithique, il commence à agir *sur* eux et aménage le milieu (Leveau, à paraître). Cette évolution fondamentale doit être mieux prise en compte par les naturalistes : le rôle de l'historien n'est pas seulement d'identifier des « bruits » à éliminer pour restituer les évolutions climatiques.

Durant les périodes historiques, la documentation écrite et l'archéologie des paysages permettent d'appréhender la diversité de situations locales ou régionales, donc de constituer une géographie historique qui intègre les aspects humains et physiques de la discipline. En effet, si l'efficacité des sociétés qui est à l'origine des degrés de l'anthropisation est fonction de leur organisation, l'environnement conserve l'effet des disparités régionales et les sédiments en sont la signature. La création de milieux artificiels n'empêche évidemment pas le maintien de vastes

⁵ Dix mille ans d'histoire des paysages dans la vallée des Baux et ses bordures (piémont sud des Alpilles, bordure nord de la Crau, marais de Montmajour). Essai d'élaboration d'une grille d'analyse « systémique » des dynamiques paysagères holocènes d'une dépression méditerranéenne », projet retenu par le programme « Paysage ; évolution et dynamique » du département SHS du CNRS.

⁶ J'en ai donné un premier aperçu dans une communication au colloque « Zones côtières et plaines littorales dans le monde méditerranéen au Moyen Âge : défense, peuplement, mise en valeur » (Rome, 23-26 octobre 1996) organisé par l'École française de Rome et la Casa de Velazquez : « La paludification des plaines littorales de la France méditerranéenne : héritage antique et évolution du milieu », à paraître dans les Actes du colloque (*Castrum* VII).

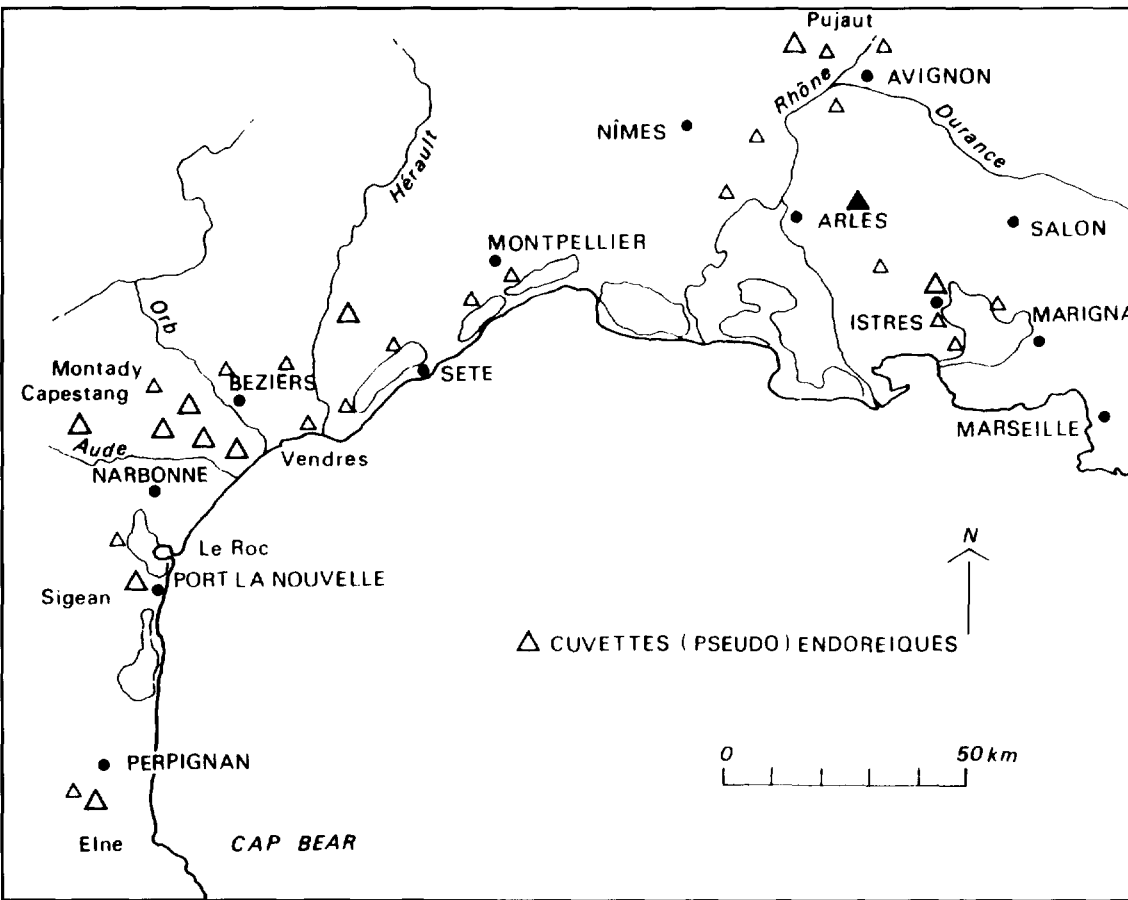


Figure 9. Les cuvettes pseudo-endoreïques de la France méditerranéenne. La vallée des Baux appartient à une série de dépressions fermées ou semi-fermées fréquentes dans le sud-est de la France. Sur la carte, elle est identifiée par le triangle noirci localisé au-dessus du nom de la ville d'Arles, quelques kilomètres à l'est de celle-ci (d'après Ambert 1992).

espaces qui continuent à évoluer selon les rythmes anciens : des distinctions dans la nature et le degré d'anthropisation permettent de saisir les fortes hétérogénéités régionales qui durant les périodes historiques ont caractérisé les « pays », les « terroirs » et les régions.

Accepter la perte d'autonomie indispensable à la recherche pluridisciplinaire ne signifie pas que toutes les disciplines doivent être placées sur un même plan : pour des raisons d'efficacité et pour des raisons scientifiques, le choix d'un pilote est indispensable. Le schéma systémique élaboré permet de comprendre pourquoi, dans la recherche sur l'histoire du climat, les disciplines historiques ne peuvent pas ambitionner de jouer le rôle moteur. L'anthropisation de l'atmosphère est un phénomène actuel ; ainsi, à l'échelle de la vallée, seul le système bioclimatique reste exogène (ce qui risque de changer du fait d'un lien entre engorgement de la vallée, remontée du niveau marin et effet de serre) et n'entretient aucun rapport de rétroaction avec le reste du système. Si l'on généralise, on comprend pourquoi les environnementalistes occupés à l'étude du « changement global » s'intéressent aussi peu à l'histoire. Mais la composante climatique n'est pas la seule et, lorsque, changeant d'échelle spatiale, on aborde une recherche portant sur un espace régional envisagé dans la durée, d'autres disciplines peuvent aspirer à jouer ce rôle de leader et parmi elles, la

géochronologie à condition qu'elle soit conçue comme l'approche spatiale globale des dynamiques naturelles et sociales de la formation des paysages.

Résumé : Sociétés historiques et milieux humides. Un modèle systémique des données applicable aux marais continentaux de cuvette.

L'étude des fluctuations du marais constitue un moyen privilégié pour analyser l'anthropisation des paysages. L'utilisation des terres caractérisées par l'excès d'eau obéit à des cycles dont la périodicité est commandée simultanément par le milieu et par les sociétés ; de ce fait, une bonne observation des chaînes causales naturelles et anthropiques oblige à tenir compte des différences entre temporalités. Dans une société à « économie paysanne », la mise en culture des zones humides reste étroitement liée aux cycles climatiques, alors que le progrès technique et une organisation sociale plus complexe permettent de s'en affranchir au prix de gros investissements. Deux exemples permettent de poser ce type de problème écologique : le drainage du Fucino dans les Abruzzes (Italie) et celui du bassin de Mexico.

Une recherche pluridisciplinaire (archéologues, géomorphologues, historiens, palynologues) portant sur les marais des Baux, au sud des Alpilles, près d'Arles, a nourri une réflexion portant sur les concepts utilisés dans ces recherches. Elle aboutit à proposer un modèle conceptuel des données applicable aux marais de cuvettes continentales.

BIBLIOGRAPHIE

Pour une étude générale des « milieux humides », on se reportera à l'ouvrage de W.-J. Mitsch et J.-G. Gosselink, *Wetlands*, ITP, New York, 1993. Du fait de leur capacité à enregistrer dans les sédiments les effets de l'histoire du milieu et des sociétés et à conserver les vestiges archéologiques des aménagements, les cuvettes ont donné lieu à un nombre considérable d'études. Cette dimension historique a été plus particulièrement exploitée pas les ingénieurs hydrauliciens allemands, en particulier G. Garbrecht (Brunschwig) et J. Knauss (Munich). Actuellement parmi les recherches importantes conduites en France, on citera les travaux du laboratoire de chronoécologie de Besançon (M. Magny, P. Pétrequin, H. Richard) sur les lacs jurassiens et ceux de M. Colardelle et É. Verdel sur le lac de Charavines

- Ambert P., Clauzon G. (1992). Morphogenèse éolienne et ambiance périglaciaire : les dépressions fermées du pourtour du golfe du Lion (France méditerranéenne). *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, suppl. Bd 84, 55-71
- Benoît F. (1940). L'usine de meunerie hydraulique de Barbegal (Arles). *Revue Archéologique* 19-80
- Bintliff J. (ed.) (1991). *The Annales School and Archaeology*, Leicester University Press, Leicester
- Birost P. (En hommage à) (1984). La mobilité des paysages méditerranéens. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, travaux II*
- Braudel F. (1958). Histoire et sciences sociales. La longue durée. *Annales ESC*, 13-4, 725-753 [reproduit dans *Écrits pour l'histoire*, Paris, Flammarion, 1968, 41-83]
- Braudel F. (1959). L'histoire des civilisations : le passé explique le présent. In : *Le Monde en devenir (Histoire, évolution, prospective)*. *L'Encyclopédie française*, t. XX, ch. 5, Paris, Larousse [reproduit dans *Écrits pour l'histoire*, Paris, Flammarion, 1968, 255-314]
- Brochier J.-L. (1998). Les sédiments : documents archéologiques. *Les Nouvelles de l'Archéologie* 31, 15-17
- Brunet R., Ferras R., They R. (1992). *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*, Paris, La Documentation française
- Burri E., Leveau P., Nicod J. (1995). Régulation romaine et drainage moderne du Fucino. *Karstologia* 25, 41-50
- Giraudi C. (1989). Lake levels and climate for the last 30 000 years in the Fucino area - a review. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 70, 249-260
- Le Roy Ladurie E. (1974). L'histoire immobile. *Annales ESC* 3, 673-692
- Leveau P., Provansal M. (1993). *De la Sainte-Victoire aux Alpes*. Publications de l'université de Provence, Aix-en-Provence
- Leveau P. (1993). Mentalité économique et grands travaux : le drainage du lac Fucin. Aux origines d'un modèle. *Annales ESC* 48, 3-16
- Leveau P. (à paraître). L'archéologie des paysages et les époques historiques : les grands aménagements agraires et leur « signature » dans le paysage (anthropisation des milieux et complexité des sociétés). *Mélanges Robert-Delort*
- McGlade J. (1995). An integrative multiscliar modelling framework for human ecodynamic research in the Vera basin, south-east Spain. In: *L'homme et la dégradation de l'environnement* (S. Van der Leuw, ed.), *XV^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, 20-22 octobre 1994, APDCA, Sophia Antipolis
- Morch H.F.C. (1994). Agricultural landscape: a geographer's considerations on the past. In: *Landuse in the Roman Empire* (Carlsen., Orsted and Skydsgaard, eds.), L'Erma di Bretschneider, Rome
- Musset A. (1991). *De l'eau vive à l'eau morte. Enjeux techniques et culturels dans la vallée de Mexico (xv^e-xix^e siècles)*, Paris
- Perrot J.-C. (1981). Le présent et la durée dans l'œuvre de F. Braudel. *Annales ESC* 3-15 (p.14, n. 33 aperçu des études sur le temps économique)
- Picon B. (1978). *L'espace et le temps en Camargue (essai d'écologie sociale)*. Arles, Actes Sud
- Pinchemel P. et G. (1988). *La face de la terre. Éléments de géographie*, Paris, Armand-Colin
- 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'époque moderne. In : *L'évolution du milieu physique durant la période historique sur le pourtour de la Méditerranée*, Ravello, 5-8 juin 1993.
- Stein J.K. (1993). Scale in archaeology, geosciences, and geoarchaeology. *Effects of Scale on Archaeologica and Geocientific Perspectives*. *Geological Society of America. Special Paper* 283, 1-10
- Stouff L. (1993). La lutte contre les eaux dans les pays du bas Rhône. xii^e-xv^e siècles. L'exemple du pays d'Arles. *Méditerranée* 80, 57-68
- Walter F. (1994). L'historien et l'environnement : vers un nouveau paradigme. *Natures Sciences Sociétés* 2, 31-39