



HAL
open science

Pour une histoire de l'hydraulique agricole: méthodologie et études de cas (France, États-Unis)

Nicolas Bernigaud, Grégory Gaucher, Guillon Sébastien, Purdue Louise,
Berger Jean-François

► To cite this version:

Nicolas Bernigaud, Grégory Gaucher, Guillon Sébastien, Purdue Louise, Berger Jean-François. Pour une histoire de l'hydraulique agricole: méthodologie et études de cas (France, États-Unis). Christelle Ballut; Patrick Fournier. Au fil de l'eau, Ressources, risques et gestion du Néolithique à nos jours, PU Blaise-Pascal, pp.175-188, 2013, 978-2-84516-555-7. hal-04414845

HAL Id: hal-04414845

<https://hal.science/hal-04414845>

Submitted on 24 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



Au fil de l'eau

Ressources, risques et gestion
du Néolithique à nos jours

Études réunies et présentées par
Christèle BALLUT et Patrick FOURNIER



maison des sciences
de l'homme

Pour une histoire de l'hydraulique agricole : méthodologie et études de cas (France, États-Unis)

Nicolas BERNIGAUD, Grégory GAUCHER, Sébastien GUILLON,
Louise PURDUE et Jean-François BERGER



Cet article présente des études menées conjointement aux États-Unis (Arizona) et en France (Isère) sur des réseaux de fossés et de canaux fossiles, dans une optique socio-environnementale développée depuis une quinzaine d'années en vallée du Rhône (Berger, 2000). En dépit de l'intérêt croissant de la communauté archéologique pour l'étude des paysages agraires, la (géo)archéologie des réseaux hydrauliques y tient encore une place assez marginale. Elle permet pourtant d'identifier leurs fonctions (irrigation, drainage, canalisation) et les productions agricoles associées, ainsi que leurs périodes d'utilisation en relation avec les contraintes d'entretien (curage, faucardage) liées aux dynamiques hydrosédimentaires.

Méthode d'étude de l'hydraulique agricole

Repérages des réseaux fossilisés et interprétation fonctionnelle

D'anciennes structures hydrauliques aujourd'hui disparues sont révélées par les clichés aériens sous forme de traces fossiles linéaires, qui figurent parfois sur des plans et cartes anciens. Ces documents, que l'on peut géoréférencer grâce à un logiciel SIG et charger dans un GPS, permettent de se diriger sur le terrain à l'aplomb des structures ensevelies pour réaliser des coupes transversales ou longitudinales à la pelle mécanique ou manuellement. On peut ainsi étudier la forme des structures excavées et leur remplissage sédimentaire, plus ou moins bien préservés de l'activité agricole moderne et de l'érosion hydrique. Les profils stratigraphiques sont systématiquement dessinés, décrits et échantillonnés en vue d'analyses multi-proxy.

La morphologie des structures hydrauliques et la nature de leur comblement sédimentaire permettent de leur attribuer une ou plusieurs fonctions hydrauliques. Les canaux destinés à l'irrigation ou à la navigation, branchés au réseau hydrographique, présentent des profils plus larges que profonds et sont remplis d'alluvions (sables ou limons), dans lesquelles peuvent

s'interstratifier des lamines brunes organiques. Les fossés de drainage, plus profonds que larges, sont en revanche plutôt colmatés par des sédiments terrigènes de couleur sombre (fig. 1).

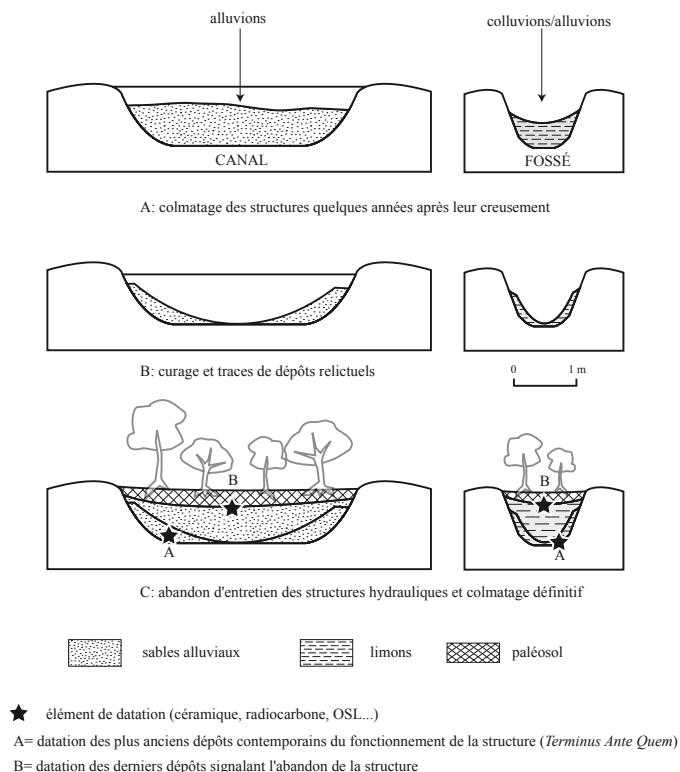


Fig. 1 : Schéma théorique de la dynamique de colmatage des structures hydrauliques agricoles.

Datation

Ces structures hydrauliques peuvent être datées par du mobilier archéologique, comme des tessons de céramiques. Toutefois, leur rareté dans les secteurs éloignés des sites d'habitat nécessite souvent de recourir aux datations radiocarbone sur des macrorestes végétaux (brindilles, graines...) conservés dans les sédiments humides. Dans le milieu aride d'Arizona, où la matière organique est rarement préservée, on peut employer la méthode de datation par luminescence stimulée optiquement (OSL), basée sur les propriétés de rayonnement du quartz (Berger, 1986).

Comme les fossés et canaux commencent à se colmater immédiatement après leur creusement, on peut en estimer la durée d'utilisation en réalisant plusieurs datations dans l'épaisseur du remplissage sédimentaire. Celle obtenue à la base doit être considérée comme postérieure (*terminus ante quem*) à la mise en service de la structure, bien qu'elle puisse en être proche, si les curages successifs ont épargné les premiers dépôts. La datation de la partie supérieure du comblement indique la période d'abandon définitif.

Analyses paléoenvironnementales et reconstruction du paysage agraire

Le remplissage sédimentaire des structures peut donner lieu à un faisceau d'analyses paléoenvironnementales.

Il est possible d'observer très finement la nature des dépôts dans les canaux grâce à leur étude micromorphologique (Gebhardt, 1988 ; Leroyer, Krier, 1991 ; Berger, 2000). Optant pour cette approche encore peu développée, L. Purdue tente de définir des marqueurs hydrosédimentaires, pédologiques, pédoclimatiques et paléoécologiques (fig. 2), diagnostiques de modes d'utilisation et d'entretien des canaux indiens d'Arizona. Les référentiels sont établis grâce à des canaux modernes, où l'impact de l'homme et du climat sur la dynamique sédimentaire est le mieux connu.

	Marqueurs micromorphologiques		Restitution
Dynamique sédimentaire	Texture (% quartz) Forme et taille des grains Tri/pédrographie Distribution et laminations Microstructure Agréats de sols	➔	Paléohydrologie Source sédimentaire Erosion des sols et ruissellement
Dynamique pédologique et paléoécologique	Matière organique Porosité Characées/Cyperacées Croûte pédologique/revêtement Microstructure	➔	Activité biologique et végétation Niveau de la lame d'eau Circulation de l'eau Rythme sédimentaire
Dynamique pédoclimatique	% charbons et forme Traits micro-cristallins	➔	Régime des feux Stagnation et évaporation de l'eau

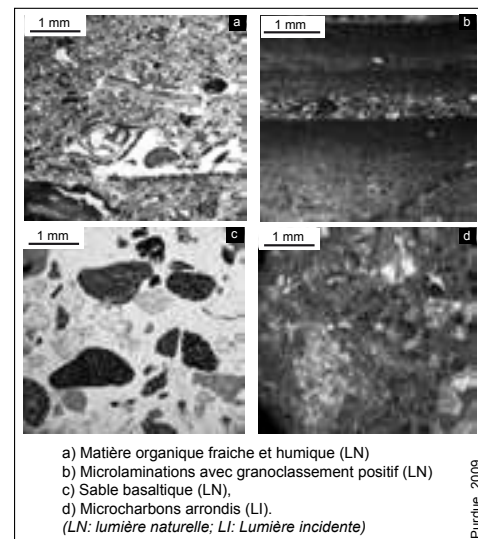


Fig. 2: Marqueurs sélectionnés pour l'étude micromorphologique des remplissages de canaux ; microphotographies associées.

On peut aussi utiliser la palynologie qui s'intéresse aux enregistrements fossiles de la pluie pollinique émise par la végétation aux alentours. Grâce à un échantillonnage réalisé dans les différents faciès sédimentaires de comblement, une histoire de la végétation associée à ces réseaux hydrauliques est écrite. Dans les marais de l'Isle Crémieu (Isère), des marqueurs polliniques dits « d'anthropisation » sont définis et déterminés (Brun, 2007) en vue de préciser la nature des productions associées à ces structures.

L'irrigation Hohokam dans le bassin aride de Phoenix (Arizona, États-Unis)

Le bassin de Phoenix couvrant 1 250 km², est traversé par deux cours d'eau principaux, la Salt et la Gila River, s'écoulant respectivement dans la zone urbaine de Phoenix et la Gila River Indian Reservation (fig. 3). Le régime climatique y est semi-aride bimodal (précipitations moyennes annuelles de 200-300 mm), caractérisé par des pluies estivales locales et érosives, de plus amples pluies hivernales et des températures moyennes annuelles autour de 22-23°C (enregistrements de 1948-2007, Western Regional Climate Center, 2008).

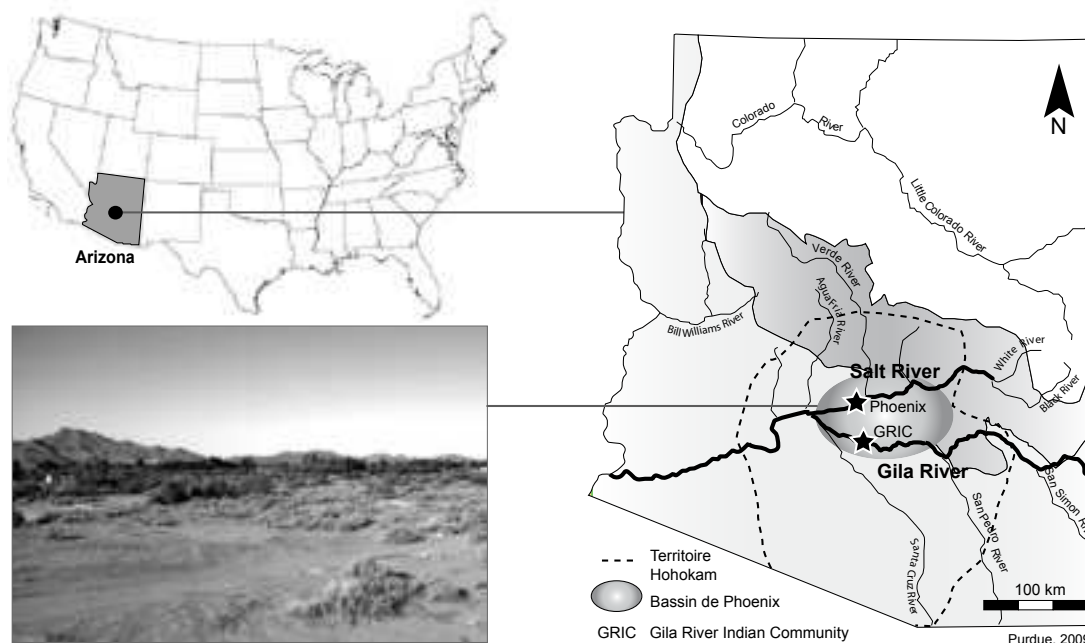


Fig. 3: Le bassin de Phoenix en Arizona (États-Unis d'Amérique).

Dans ce secteur géographique, la tribu paléo-indienne Hohokam s'est maintenue pendant presque un millénaire (IV^e-XV^e siècle apr. J.-C.), grâce à une organisation socio-politique complexe (Doyel, 1979 ; Gumerman, 1991) et une irrigation gravitaire très performante. Des canaux dérivait l'eau de la rivière pour la distribuer dans des canaux secondaires puis tertiaires qui amenaient l'eau sur les champs (fig. 4). Mais, haricot, courge ont été les principales productions alimentaires sur ces parcelles ; le coton et l'agave ont également été cultivés à des fins textiles. Étant donné la dépendance aux conditions environnementales et à la ressource en eau, il est envisageable que la stabilité des systèmes hydrauliques ait été éprouvée par des phénomènes naturels (crue, sécheresse, incision des lits fluviaux, etc.) qui ont pu jouer un rôle

dans le déclin des Hohokam. Des travaux d'archéologie préventive menés par des compagnies privées ont permis d'étudier le remplissage sédimentaire de 70 canaux dans le bassin de Phoenix et d'en analyser 21 en micromorphologie.

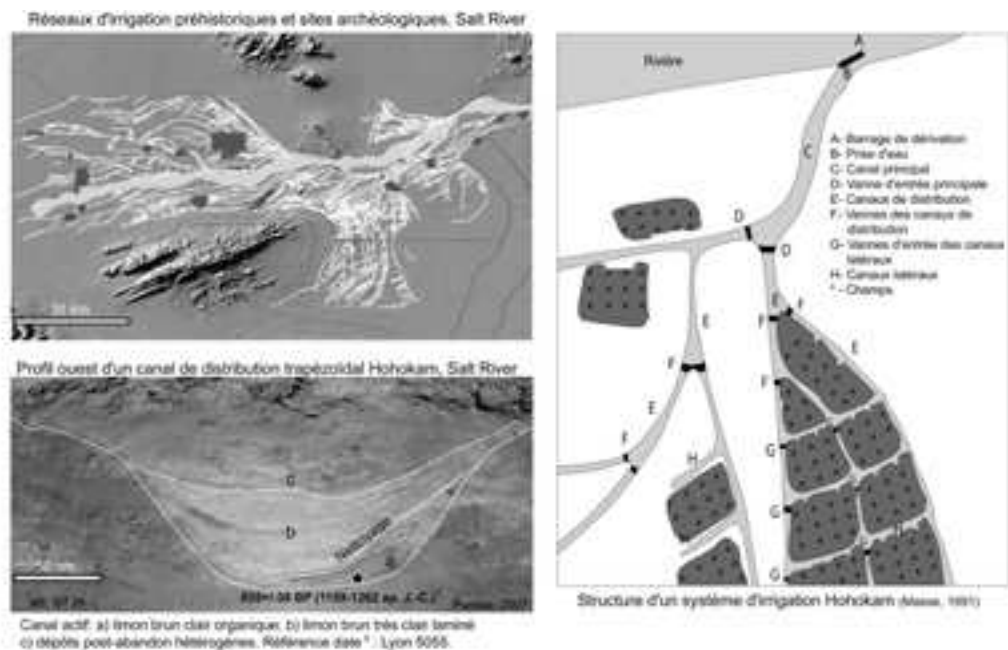


Fig. 4: Configuration des systèmes d'irrigation Hohokam et de leur probable parcellaire; exemple d'étude d'un canal de distribution.

Cette étude a permis de distinguer quatre phases principales de fonctionnement, qui s'inscrivent bien dans les grandes étapes de l'histoire des Hohokam :

1. La Période Coloniale (750-950 apr. J.-C.) débute par une forte expansion des systèmes d'irrigation liée à un essor démographique. L'activité agricole s'organise dans le cadre familial qui se spécialise dans la construction de canaux paraboliques, qui ne sont que peu entretenus. En effet, les traces de curage sont absentes et des fragments de végétaux *in situ* — qui réduisent la vitesse de circulation de l'eau — ont été mis en évidence. Aucune trace de brûlis ne vient suggérer la destruction de cette végétation. Les flux hydrauliques, stables et réguliers, indiquent un système apparemment efficace.
2. La Période Sédentaire (950-1150 apr. J.-C.) où se produisent des précipitations intenses et érosives, est caractérisée par une sédimentation active et grossière dans les cours d'eau. On observe une évolution de la morphologie fluviale et des épisodes de colmatage accélérés dans les canaux jusqu'à leur abandon autour de 1150 apr. J.-C. Ces derniers sont toutefois nettoyés et recreusés avec une section trapézoïdale, plus facile

- à réaliser, bien que moins stable. On constate alors une réimplantation de l'habitat sur des terrasses élevées, la construction de palissades autour des villages, ainsi que l'apparition d'une société hiérarchisée et élitiste, ce qui semble révéler une compétition accrue pour l'eau.
3. La Période Early Classic (1150-1300 A.D) est marquée par une forte dynamique fluviale, des décharges grossières et une érosion locale forte, qui indiquent des flux hydrologiques intenses dans des systèmes d'irrigation déjà fragilisés. Les données paléodémographiques signalent une augmentation de la population et une persistance de l'habitat sur les hautes terrasses protégées des crues. Les nouveaux canaux paraboliques et trapézoïdaux construits au cours de cette période sont fréquemment entretenus grâce à une main d'œuvre supposée efficace et organisée.
 4. La Période Late Classic (1300-1450 A.D.) est caractérisée par une dynamique sédimentaire saisonnière et une faible érosion, qui suggèrent des systèmes d'irrigation efficaces. Les canaux exclusivement trapézoïdaux alors construits sont peu entretenus. Progressivement, dans le courant du XV^e siècle apr. J.-C., les villages occupés pendant presque un millénaire sont abandonnés pour des raisons toujours débattues. Les résultats obtenus suggèrent un abandon liés à des facteurs sociétaux internes, plutôt qu'à une désorganisation du système agraire en raison d'une crise hydroclimatique.

Les anciens systèmes hydrauliques des marais de l'Isle Crémieu (Isère, France)

L'Isle Crémieu se situe dans le département de l'Isère, à une quarantaine de kilomètres à l'est de Lyon. Il s'agit d'un plateau calcaire formant l'avant-pays tabulaire du Jura, bordé au nord et à l'est par le haut-Rhône et au sud par de grands marais, asséchés au début du XIX^e siècle.

La chronologie des systèmes hydrauliques

Depuis 2000, cette région fait l'objet de recherches coordonnées par J.-F. Berger dans le cadre du PCR (Programme Collectif de Recherche) « milieux et peuplement en Bas-Dauphiné ». Ce projet s'intéresse entre autres à l'étude des réseaux hydrauliques anciens, dans la continuité de l'opération « fossés et voirie » du TGV Méditerranée (Berger, 2000). Les premiers travaux ont été réalisés dans le marais du Grand Plan à St-Romain-de-Jalionas, conjointement à la fouille programmée de la *villa* du Vernai (Berger *et al.*, 2003 ; Royet *et al.*, 2004). Dans le cadre de thèses de doctorat (Bernigaud N. et Gaucher G.), les investigations se poursuivent aujourd'hui dans les marais de Bourgoin-La Verpillière et de Brangues-le Bouchage où les clichés aériens révèlent plus de 100 km de fossés et de canaux fossiles (fig. 5).

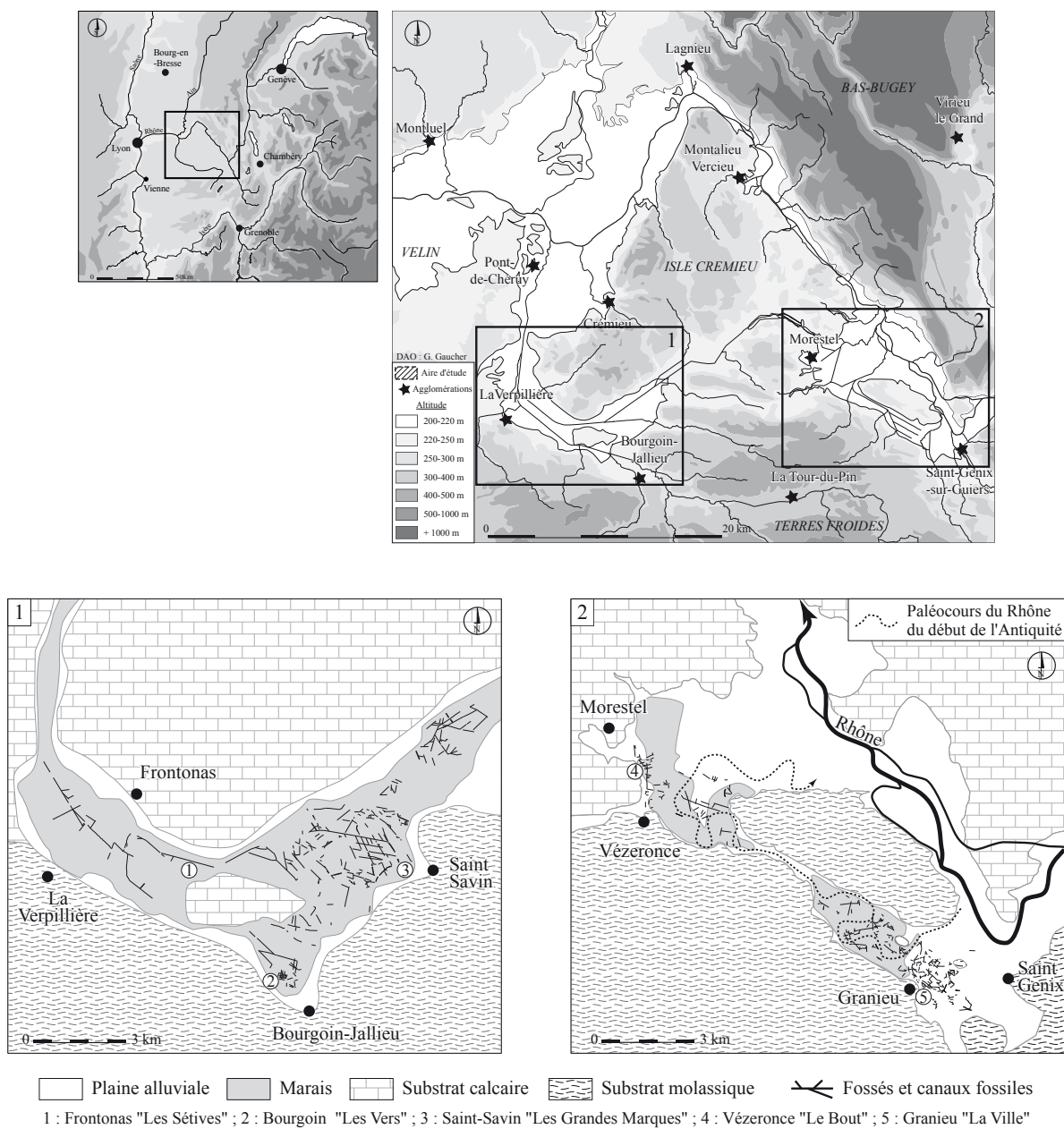


Fig. 5: Localisation des structures hydrauliques étudiées dans les zones humides de la région de l'Isle Crémieu.

Au total, près d'une cinquantaine de datations radiocarbone réalisées dans les remplissages sédimentaires d'une vingtaine de structures hydrauliques s'inscrivent dans un intervalle chronologique compris entre la fin de l'âge du bronze et la période mérovingienne. On distinguera trois phases majeures d'investissements :

1. À Frontonas « les Sétives », des canaux ont pu être datés du Hallstatt, voire de l'extrême fin de l'âge du bronze, qui a été une période de forte densification du peuplement. Ces structures ont, semble-t-il, été utilisées jusqu'au second âge du fer (Bernigaud, thèse en cours). Durant cette dernière période a été creusé un autre réseau de fossés dans le marais de Saint-Romain-de-Jalionas plus au nord, qui faisait partie du domaine d'un établissement laténien précédant la *villa* gallo-romaine du Vernai (Royet *et al.*, 2006).
2. À la fin de la Tène, de vastes réseaux de canaux ont été creusés dans le marais de la Verpillière et de Trept, alors que la région avait été conquise par Rome et intégrée à la province de Transalpine. Dans le courant du I^{er} siècle apr. J.-C., des portions de terrains hydromorphes ont été loties à Bourgoin-Jallieu « les Vers », St-Savin « les Grandes Marques » et Vézeronce « le Bout » (fig. 6), ces parcellaires étant entretenus pendant le Haut-Empire.
3. Enfin, de nouveaux systèmes de canaux ont été construits à la fin de l'Antiquité à Bourgoin-Jallieu « les Vers » et à Granieu « la Ville », alors que les Burgondes s'installaient dans la région. Dans l'état actuel des recherches, aucune de ces structures ne semble avoir été entretenues au-delà du VII^e siècle, les marais étant ensuite exploités comme pâture commune indivise, jusqu'à leur assèchement au début du XIX^e siècle.

Ces réseaux de structures hydrauliques constitués depuis la Protohistoire ont permis une exploitation agro-pastorale précoce des marais. L'étude pollinique des remplissages sédimentaires indique une forte représentation des herbacées (Cypéracées et Poacées). Cette observation nous a incités à les interpréter comme des systèmes d'irrigation de prairies humides, voués à la production de foin (Bernigaud *et al.*, sous presse). De plus, la découverte de macrorestes végétaux de céréales, vigne, chanvre, gourde et calebasse, ainsi que des arbres fruitiers (noyers, pruniers, châtaignier...), suggère une mise en culture partielle des terrains humides pendant la période gallo-romaine. De nombreuses lames minces réalisées restent encore à étudier en micromorphologie par J.-F. Berger, pour comprendre plus finement le fonctionnement de ces structures agraires.

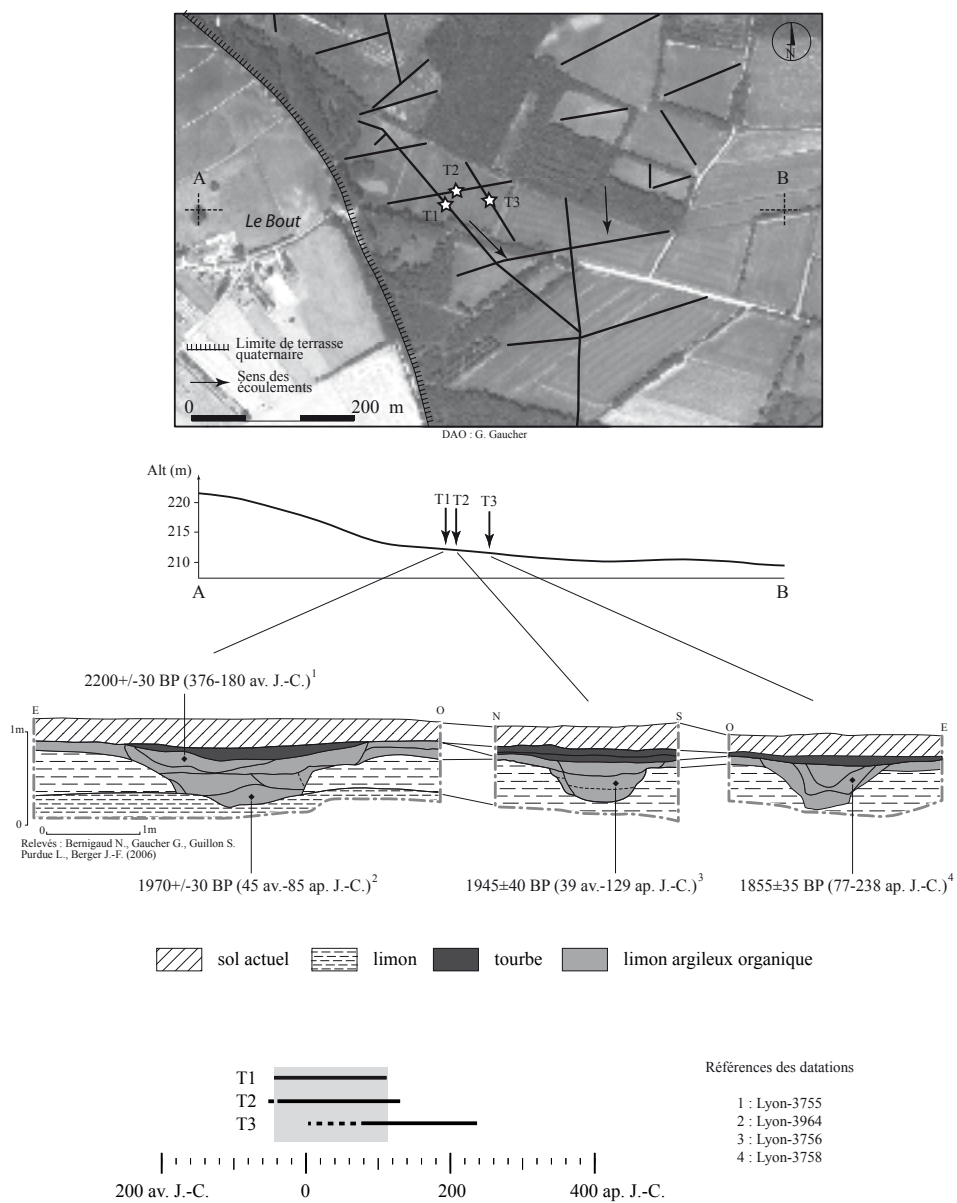


Fig. 6 : Morphologie, caractérisation sédimentaire et chronologie du réseau de drainage du Bout à Vézeronce-Curtin.

L'analyse pollinique d'un fossé des marais de l'Isle Crémieu (Isère, France)

Parmi les analyses polliniques réalisées dans les fossés et canaux fossiles des marais de l'Isle Crémieu, celle réalisée dans le fossé F.5 en bordure des marais de Bourgoin-la Verpillière au lieu-dit « le Vers » (ZAC de la Maladière), illustre bien le potentiel paléobotanique du remplissage sédimentaire des anciens fossés pour l'étude des paysages agraires passés (fig. 7).

La datation radiocarbone de 1580 ± 35 BP (410 à 561 apr. J.-C.) (Ly-13888) obtenue à la base du remplissage de la structure nous permet d'attribuer à la fin de l'Antiquité ou au début du Moyen Âge le fossé recouvert par un niveau tourbeux, qui se serait formé pendant la période carolingienne, d'après les études chronostratigraphiques réalisées dans le secteur.

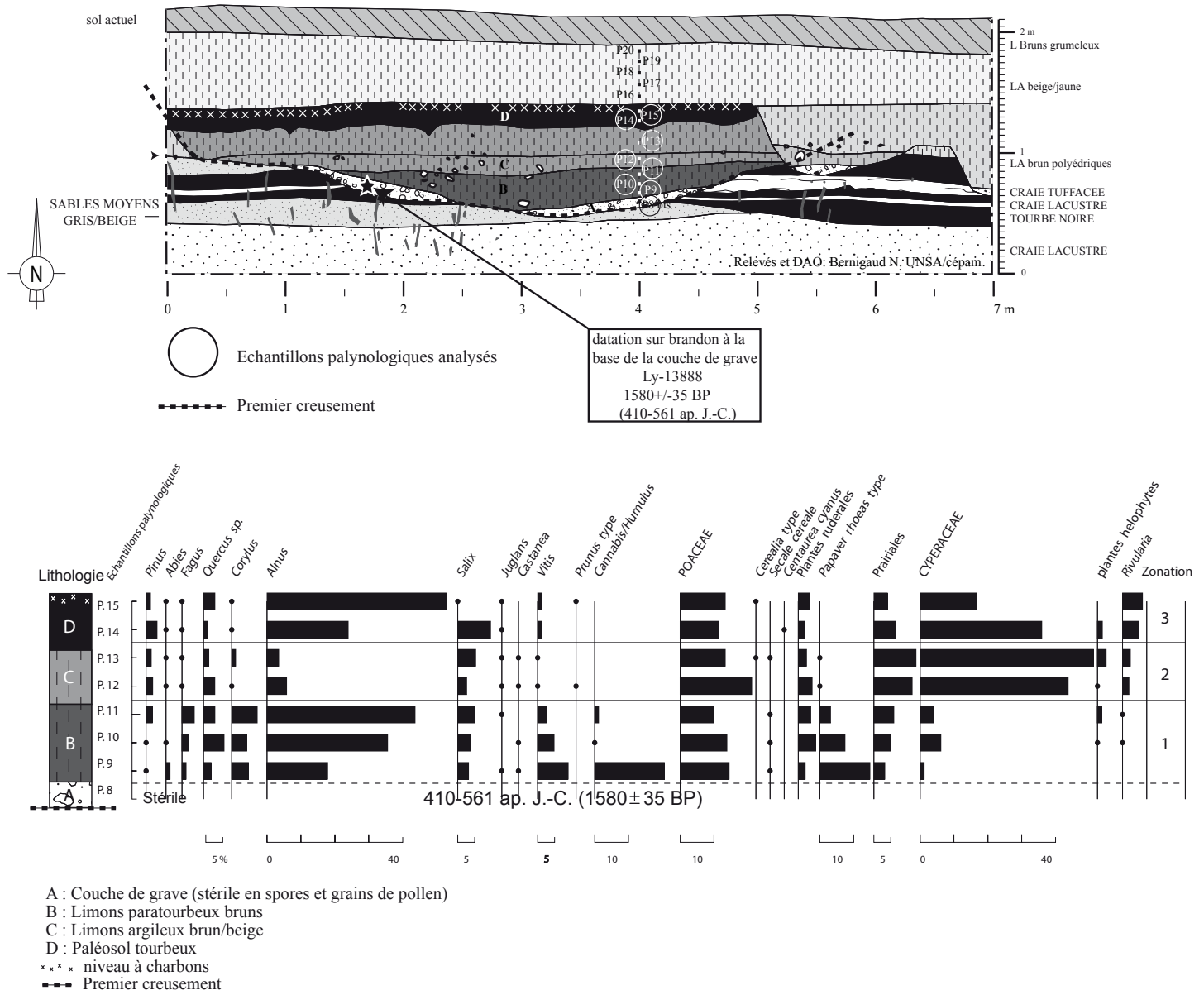
Nous distinguerons trois grandes phases dans l'évolution de la pluie pollinique déposée dans la structure pendant les périodes burgonde et mérovingienne (V^e-VII^e siècles).

Dans un premier temps (zone 1), la présence concomitante de grains de pollens de vigne (*Vitis*) et de son adventice le coquelicot (*Papaver rhoeas*) semblerait indiquer une mise en viticulture des parcelles et/ou des coteaux avoisinants. La présence du seigle (*Secale cereale*) conforte d'ailleurs l'hypothèse d'une mise en culture de ce secteur en bordure de marécage pendant l'Antiquité tardive. La forte représentation du type *Cannabis/humulus* (20 %) pourrait encore suggérer la culture du chanvre (*Cannabis sativa*) ou son rouissage, mais on ne peut exclure qu'il s'agisse de la liane sauvage du houblon (*Humulus lupulus*), dont le morphotype pollinique est identique.

Dans un second temps (zone 2), le paysage végétal change considérablement. La viticulture disparaît et le couvert forestier (aulne, chêne, noisetier, hêtre et saule) s'éclaircit au profit de prairies humides à Poacées, Composées et Cyperacées. Les faibles valeurs des plantes hélrophytes (enracinées sous l'eau) laissent penser qu'il pourrait s'agir de prairies humides à carex, éventuellement vouées à la fauche.

Enfin, la zone 3 marque l'abandon du fossé et de l'exploitation environnante, ce qui se traduit dans un premier temps par un appauvrissement en éléments nutritifs des eaux du fossé (comme en témoigne la présence de *Rivularia* sp. ; Ruiz Zapata *et al.*, 2006), conséquence d'une baisse des activités anthropiques. Dans un second temps, le développement massif en périphérie et sur les berges de végétaux ligneux entraîne, par décomposition de leur nécromasse, une eutrophisation du milieu.

Fig. 7 : Diagramme pollinique synthétique du fossé F.5 du lieu-dit « le Vers » (Isère, France); coupe du fossé associée, (S. Guillon).



Conclusion

L'étude récente des anciens réseaux hydrauliques par la (géo)archéologie et les analyses paléoécologiques portent en germe le renouvellement de la recherche sur l'histoire et l'archéologie du paysage, longtemps cantonnée à la seule observation des formes parcellaires dans la mouvance de l'archéomorphologie (Chouquer, 2000). Le développement des méthodes de datations absolues, ainsi que celui des analyses sédimentologiques et paléobotaniques permet aujourd'hui de porter notre regard sur la chronologie et la fonction de ces structures agraires, en relation avec les évolutions environnementales soumises à l'action des hommes et du climat.

Nous pouvons espérer que le développement de cette démarche pluridisciplinaire, qui touche aux préoccupations écologiques actuelles de notre société, permette d'éclairer à l'avenir tout un pan de l'histoire des paysages et des systèmes agraires qui les ont façonnés.

Bibliographie

- BERGER G.W., 1986 — « Dating Quaternary deposits by luminescence — recent advances », *Geoscience Canada*, 13, p 15-21.
- BERGER J.-F., 2000 — « L'étude géoarchéologique et paléoécologique de fossés bordiers historiques : Démarches, méthodes et apports à l'histoire agraire rhodanienne », GUILAINE J. (dir.), *Études rurales*, Dossier sur l'archéologie agraire, 153-154, p. 59-90.
- BERGER J.-F., ROYET R., ARGANT J., FOREST V., 2003 — « Une villa romaine en milieu humide : le Vernai à Saint-Romain-de-Jalionas (Isère) », FAVORY F., VIGNOT A. (dir.), *Actualité de la Recherche en Histoire et Archéologie agraires*, actes du V^e colloque AGER, Besançon, Presses universitaires Franche-comtoises, Annales littéraires, Série « Environnement, société et archéologie », 5, p. 157-172
- BERNIGAUD N., BERGER J.-F., ARGANT A., BOUBY L., BUI THI MAI, G. GAUCHER, LOPEZ-SAEZ J.-A., ROYET E., ROYET R., sous presse — « L'exploitation des prairies marécageuses de La Verpillière et du Grand Plan (Isère) de la Protohistoire au XIX^e siècle », GALOP D. (dir.), *Paysage et environnement. De la reconstitution du passé aux modèles prospectifs*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, Annales Littéraires ; Série « Environnement, sociétés et archéologie », p. 265-284 .
- BERNIGAUD N., 2012 — *Évolution des anthroposystèmes des marais de Bourgoin-La Verpillière et du Grand Plan (Isère), depuis le Néolithique jusqu'à la première guerre mondiale*, université de Nice-Sophia-Antipolis.
- BRUN C., 2007. *Archéophytes et néophytes. Pour une nouvelle détermination des marqueurs polliniques de l'anthropisation. Le cas des milieux cultivés et rudéraux de Franche-Comté*, thèse de doctorat, université de Franche-Comté, Besançon, 430 p.
- CHOUQUER G., 2000 — *L'étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*, Éditions Errance, Paris, 210 p.
- DOYEL D.E., 1979 — « The Prehistoric Hohokam of the Arizona desert », *American Scientist*, 67, p. 544-554.
- GAUCHER G., thèse en cours — *Occupation du sol et évolution de l'environnement en haute vallée du Rhône (bassins de Malville et des Basses Terres) depuis le Néolithique jusqu'à l'époque moderne*, université de Nice-Sophia-Antipolis.
- GEBHARDT A., 1988 — « Évolution du paysage bocager sub-atlantique en Morbihan. Apport de la Micromorphologie », *Bulletin de l'AFEQ*, 4, p. 197-203.
- GUMERMAN G., 1991 — « Understanding the Hohokam », GUMERMAN, G. (dir.), *Exploring the Hohokam: prehistoric desert peoples of the American Southwest*, Albuquerque, University of New Mexico Press, p. 1-27.
- LEROYER C., KRIER, V., 1991 — « Études environnementales des remplissages de fosses : premiers résultats micromorphologiques et palynologiques expérimentaux », *Archéologie expérimentale, Tome 2 — la Terre : l'os et la pierre, la maison et les champs, actes du Colloque International Expérimentation en archéologie : Bilan et perspectives*, Paris, Éditions Errance, p. 228-235.

- MASSE B.W., 1991 — « The quest for subsistence sufficiency and civilization in the Sonoran Desert », CROWN P.L., JUDGE W.J. (dir.), *Chaco and Hohokam*, New Mexico, School of American Research Press, p. 195-223.
- ROYET R., BERGER J.-F., BERNIGAUD N., ROYET E., 2004 — « La gestion d'un milieu humide : le site du Vernai et le marais du Grand-Plan à Saint-Romain-de-Jalionas (Isère), de La Tène au haut Moyen Âge », BURNOUF J., LEVEAU P. (dir.), *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture*, Paris, Éditions du C.T.H.S., p. 253-281.
- ROYET R., BERGER J.-F., LAROCHE C., ROYET E., ARGANT J., BERNIGAUD N., BOUBY L., BUI THI MAI, FOREST V., LOPEZ-SAEZ A., 2006 — « Les mutations d'un domaine de la Tène au haut Moyen Âge. Le Vernai à St-Romain-de-Jalionas (Isère) », *Gallia*, 63, p. 283-325.
- RUIZ ZAPATA M.B., GOMEZ GONZALEZ C., LOPEZ SAEZ J.A., GIL GARCIA M.J., SANTISTEBAN J.I., MEDIA-VILLA R., DORADOVALINIO M., VALDEOLMILLOS RODRIGUEZ A., 2006 — « Detección de la actividad antrópica durante el Holoceno, a través de la asociación de palinomorfos polínicos y no polínicos en dos depósitos higroturbosos (el berrueco y rascaria) en la sierra de Guadarrama, Madrid », *Revista Española de Micropaleontología*, 38 (2-3), p. 255-366.
- WESTERN REGIONAL CLIMATE CENTER, 2008 — « Historical climate information », www.wrcc.dri.edu.