

## Article

---

« Tectonique et dynamique fluviale du Würm à l'Holocène à la confluence Saône-Rhône (France) »

Jean-Paul Bravard

*Géographie physique et Quaternaire*, vol. 51, n° 3, 1997, p. 315-326.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/033130ar>

DOI: 10.7202/033130ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

---

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

---

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : [info@erudit.org](mailto:info@erudit.org)

# TECTONIQUE ET DYNAMIQUE FLUVIALE DU WÜRM À L'HOLOCÈNE À LA CONFLUENCE SAÔNE-RHÔNE (FRANCE)

Jean-Paul BRAVARD, UFR de géographie, Université de Paris-Sorbonne, 191, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, France.

**RÉSUMÉ** Les travaux classiques réalisés sur le cours aval de la Saône ont mis en évidence le fait que la nappe alluviale würmienne se trouve à une altitude inférieure à celle du cours d'eau actuel ; elle est par ailleurs en position déprimée par rapport à la terrasse fluvio-glaciaire, considérée comme étant de même âge, qui se développe en rive gauche du Rhône sur le site de Lyon. L'interprétation communément admise privilégie le facteur tectonique qui serait responsable de la subsidence de la plaine de la Saône et de la surrection relative de la région de Lyon. Des observations nouvelles et la reprise d'observations anciennes négligées conduisent à proposer un schéma d'évolution postglaciaire sensiblement différent. La position déprimée des alluvions würmiennes de la Saône dans la région de Villefranche-sur-Saône correspondrait à un niveau d'érosion fluviale tardiglaciaire (Allerød) en relation avec un niveau de base rhodanien incisé par rapport au niveau actuel de la plaine alluviale. La réaccumulation holocène du Rhône, rapidement acquise, aurait provoqué une accumulation régressive de la Saône ; un affluent du Massif central à forte charge, l'Azergues, a pu jouer un rôle dans l'établissement du profil en long de la Saône aval dans la deuxième moitié de l'Holocène et contribuer à créer un effet barrage ayant favorisé la sédimentation fine de la Saône dans son lit majeur. Cette forte contribution des processus fluviaux à la mise en place du remplissage alluvial n'exclut pas celle des processus tectoniques qui ont très probablement joué un rôle important à l'échelle du Quaternaire. On propose ici de combiner les deux facteurs explicatifs en relativisant le rôle de la surrection dans le secteur de la confluence Rhône-Saône et de la subsidence sur la Saône aval depuis le maximum du Würm.

**ABSTRACT** *Tectonics and fluviodynamics at the Saône-Rhône confluence from the Würm to the Holocene (France).* Classical studies dealing with the downstream course of the Saône River have enlightened the fact that the altitude of the gravelly Würmian alluvial level is lower than the modern river bed. Moreover, this level stands lower than the Würmian fluvio-glacial terrace of the Rhône at Lyon. The common opinion is that tectonics is responsible for the subsidence of the alluvial plain of the Saône and for the surrection of the Lyon area. New field evidence and the use of neglected ancient observations allow to propose a new set of interpretations about postglacial evolution. The low position of Würmian alluvium in the region of Villefranche-sur-Saône is explained by fluvial incision during the Lateglacial period, the lowered Rhône River being the base level of the Saône. The early Holocene accumulation in the Rhône valley induced a regressive accumulation in the lower Saône valley. Moreover, the Azergues River, a tributary of the Saône flowing from the Massif Central and delivering a high bedload, may have played a role in the control of the long profile of the lower Saône. It may have dammed the Saône upstream its confluence and increased the deposition of fine material by floods in the alluvial valley of the Saône. The probable important contribution of fluvial processes to the history of sedimentation does not preclude the role of tectonics, the efficiency of which having been proved during the Quaternary era. Then this contribution combines fluvial processes and tectonics and reappraises the weight of fluvial processes in the geomorphology of the lower Saône River since the Upper Würmian maximum.

**ZUSAMMENFASSUNG** *Tektonik und Flusssdynamik vom Würm bis zum Holozän am Saône-Rhône-Zusammenfluss.* Die am unteren Lauf der Saône durchgeführten klassischen Studien zeigen klar, dass die Höhe des Alluvialniveaus im Würm niedriger war als die des gegenwärtigen Wasser-niveaus; ausserdem ist sie niedriger im Verhältnis zur fluvio-glazialen Terrasse, die sich am linken Ufer der Rhône bei Lyon entwickelt, und die man für genauso alt hält. Die allgemein gültige Interpretation bevorzugt den tektonischen Faktor als Grund für das Nachsitzen der Saône-Ebene und der relativen Hebung der Gegend von Lyon. Neue Beobachtungen und die Wiederaufnahme alter vernachlässigter Beobachtungen führen zum Vorschlag eines ganz verschiedenen postglazialen Evolutions-schemas. Die gesunkene Position der Würm-Alluvia der Saône in der Gegend von Villefranche-sur-Saône soll einem fluvialen spätglazialen (Allerød) Erosions-Niveau entsprechen, verbunden mit einem eingeschnittenen Grundniveau der Rhone im Verhältnis zur heutigen Höhe der Alluvialebene. Die sehr schnell geschehene Wiederaufschüttung der Rhone im Holozän soll zu einer regressiven Aufschüttung der Saône geführt haben ; der Azergues, ein mächtiger Zufluss aus dem Massif Central, mag bei der Festlegung des Profils entlang der unteren Saône in der zweiten Hälfte des Holozäns eine Rolle gespielt und zur Bildung eines Dammeffekts beigetragen haben, welcher die feine Sedimentation der Saône in ihrem Hauptbett begünstigte. Dieser wesentliche Beitrag der fluvialen Prozesse bei der Alluvial-Auffüllung schliesst den der tektonischen Prozesse nicht aus, welche höchstwahrscheinlich im ganzen Quartär eine wichtige Rolle gespielt haben. Hier schlägt man vor, die zwei Erklärungs-Faktoren zu kombinieren, indem man die Rolle der Hebung im Bereich des Zusammenflusses Rhône-Saône und die des Nachsitzens im Unterlauf der Saône seit dem Maximum des Würm relativiert.

## INTRODUCTION

Le fossé tectonique de la Saône (fig. 1A), actif depuis l'Éocène, est situé entre le socle du Massif central à l'ouest et, à l'est, la chaîne plissée du Jura charriée vers l'ouest. Les dépôts lacustres de l'Oligocène ont été recouverts par la molasse tertiaire puis par environ 100 m de dépôts plio-pléistocènes dont la géométrie est affectée par la permanence de mouvements tectoniques qui ont entretenu la migration de la Saône vers l'ouest (fig. 1B). Les caractéristiques hydrologiques actuelles de la Saône sont remarquables en ce sens que ce cours d'eau de plaine au régime océanique (type pluvio-évaporal) connaît des crues débordantes longues de plusieurs semaines, le lit majeur jouant le rôle d'un efficace réservoir d'expansion. Pour un bassin-versant d'une superficie de 29 950 km<sup>2</sup> et une longueur de 482 km, la Saône a un module annuel de 410 m<sup>3</sup>/s et un débit de crue centennale de 4 300 m<sup>3</sup>/s à Chalon. Le bassin compte 2 600 km<sup>2</sup> de zones inondables, l'essentiel étant localisé dans la vallée de la Saône. La raison principale de l'extension spatiale et de la durée remarquable des crues de la Saône est la faiblesse de la pente entre Verdun-sur-le Doubs et Mâcon (fig. 2), dans ce tronçon traditionnellement qualifié de

« Grande Saône ». De 0,00013 entre Gray et Verdun, la pente s'abaisse à 0,00001 entre Verdun et Mâcon avant de se redresser à 0,00011 entre Mâcon et Anse et à 0,00021 entre Anse et Lyon (Astrade, 1996). Dotée d'un tracé très rectiligne et très stable à l'amont d'Anse, la Saône aval possède les reliques d'une morphologie en tresses corrigée au XIX<sup>e</sup> siècle par des travaux d'endiguement.

Un autre caractère remarquable de la Saône est la richesse archéologique de la plaine dont les alluvions superposent sur plusieurs mètres des niveaux d'âges divers, les plus anciens étant attribués au Paléolithique.

L'interprétation classique repose sur le rôle de la tectonique qui aurait eu pour effet de provoquer la subsidence relative du tronçon médian. De là, la faiblesse de la pente et une capitalisation continue des sédiments fins dans un lit majeur parcouru par un cours d'eau stable et, de ce fait, incapable de remanier ses alluvions.

Cet article a pour objet de présenter, à la lumière d'observations récentes, un nouveau schéma d'interprétation générale de la dynamique alluvionnaire de la basse vallée de la Saône. Il réévalue l'importance des facteurs morphoclimatiques et des fluctuations hydrodynamiques enregistrées

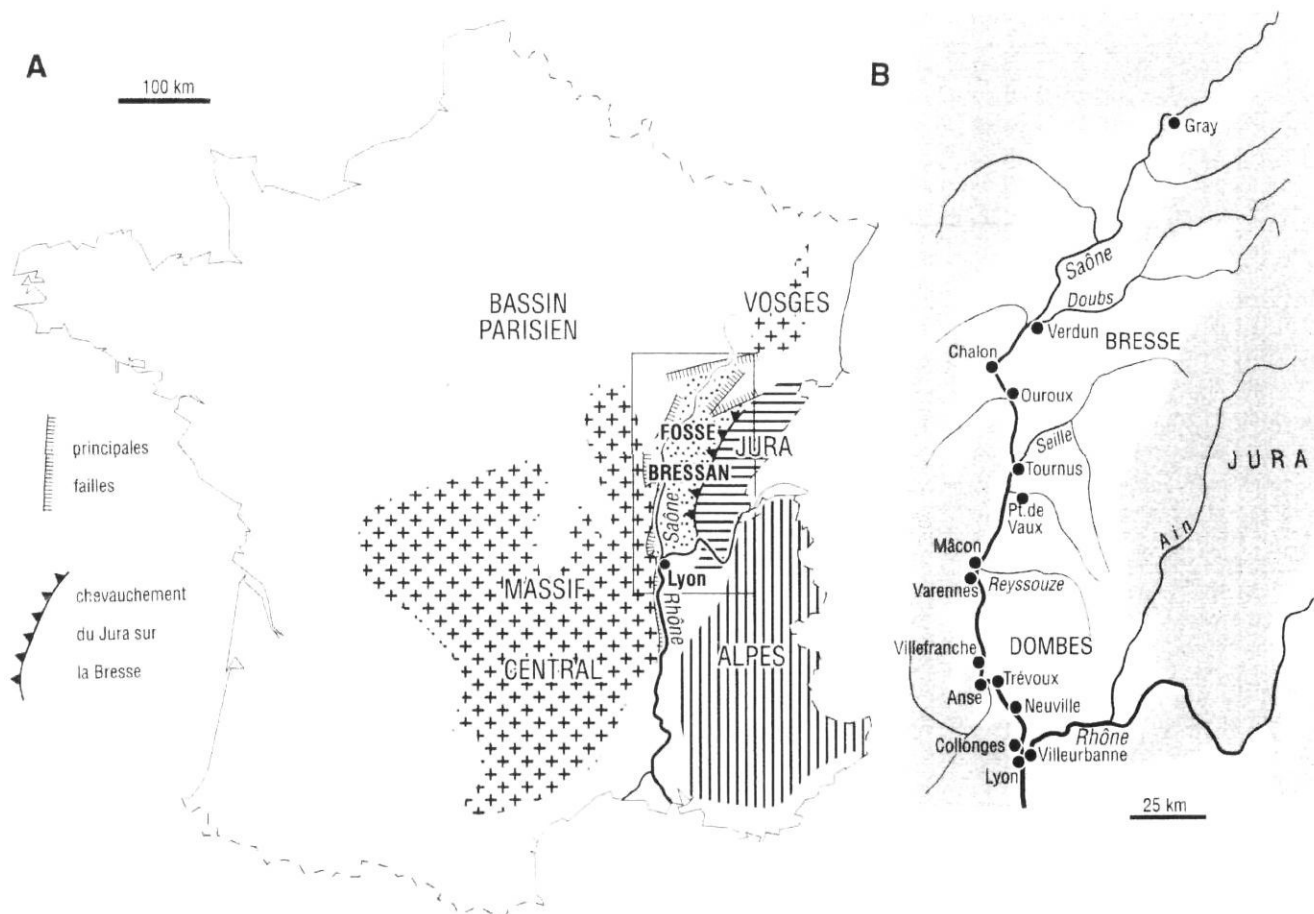


FIGURE 1. Localisation du secteur d'étude. A- Schéma morphostructural simplifié de la France de l'Est. B- Le réseau hydrographique de la Saône.

Location of the studied area. A- Simplified morphostructural sketch of eastern France. B- The hydrographic network of the Saône River.

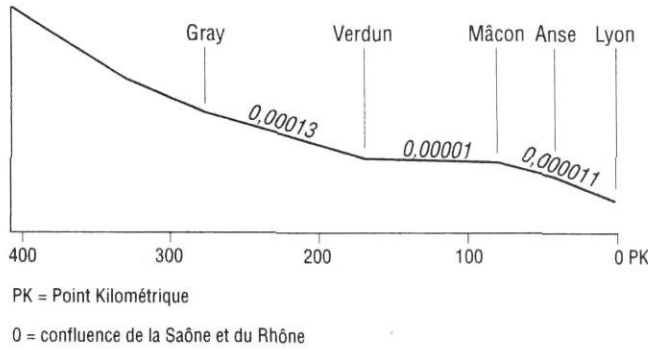


FIGURE 2. Profil en long simplifié du talweg de la Saône  
Schematic long profile of the Saône River

depuis le Postglaciaire dans une vallée de région tempérée par rapport aux facteurs tectoniques habituellement considérés.

**ÉTAT DE LA QUESTION :  
VERS L'HYPOTHÈSE TECTONIQUE**

**LA STRATIGRAPHIE DES ALLUVIONS WÜRMIENNES  
DE LA SAÔNE**

La terrasse de Villefranche-sur-Saône (175-180 m), d'une hauteur relative de 6 à 11 m par rapport à l'étiage de la Saône (169 m), est, depuis Delafond et Depéret (1894), attribuée au Würm sur le critère du mélange d'une faune chaude remaniée attribuée à l'Interglaciaire Riss-Würm et d'une faune froide « probablement » würmienne associée à la présence d'éclats de silex levalloiso-moustériens qui datent le sommet de l'accumulation (Bourdier, 1961 ; Monjuvent et al., 1973). Le loess superficiel renferme la faune à caractère froid, würmienne, et daterait du Pléniglaciaire (Monjuvent, 1968). Selon Petit (1993), la terrasse serait d'âge inter Riss-Würm et la couverture loessique remonterait au début du Würm. Il note que l'altitude relative de la terrasse augmente vers l'aval (5 m

au confluent de la Seille et de la Saône, à l'aval de Tournus ; 10 m à Villefranche et 12 m à Neuville) (fig. 4).

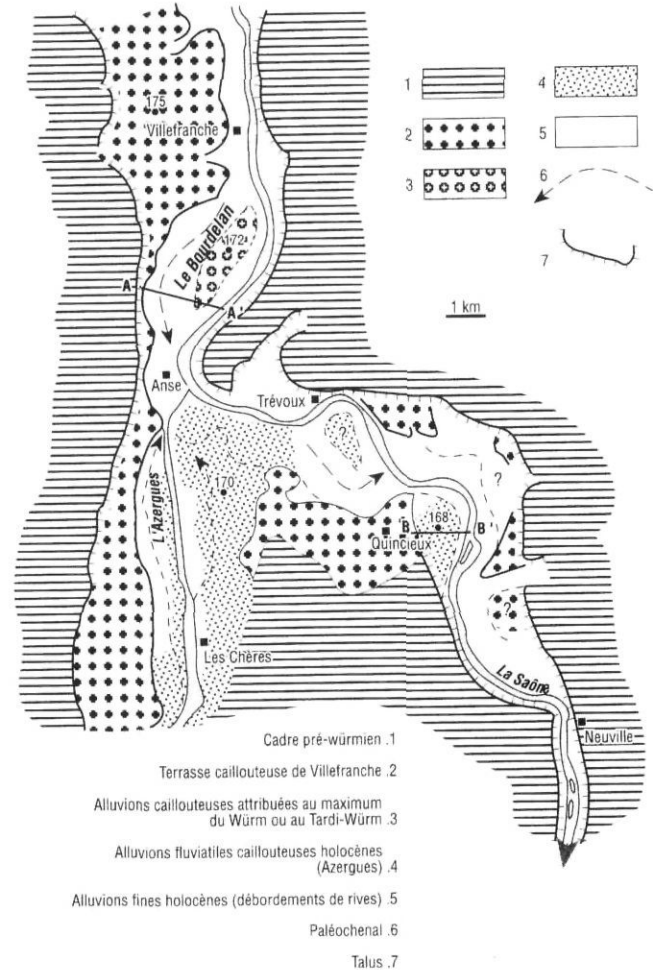


FIGURE 4. Les formations du Quaternaire récent entre Villefranche-sur-Saône et Neuville.

*Recent Quaternary deposits between Villefranche-sur-Saône and Neuville.*

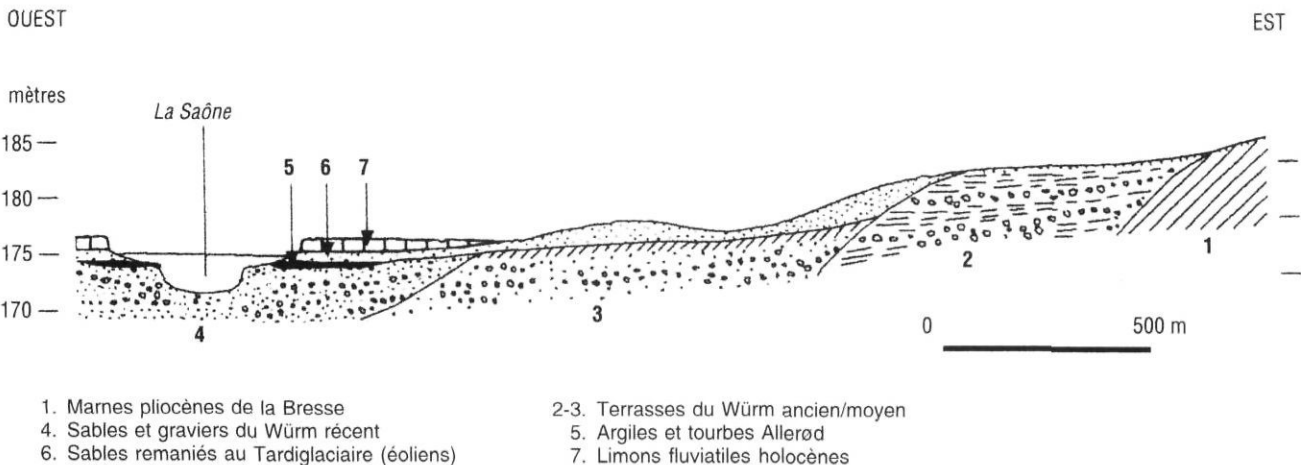


FIGURE 3. Coupe stratigraphique du remplissage sédimentaire de la vallée de la Saône dans la région d'Ouroux (d'après Thévenot, 1973, simplifié).

*Stratigraphic transect of the sedimentary fill of the Saône valley in Ouroux area (after Thévenot, 1973, simplified).*

Delafond et Depéret (1894) ont également proposé l'hypothèse d'une nappe postérieure emboîtée dans la terrasse de Villefranche. Il se serait d'abord produit un épisode de creusement de la vallée du Rhône et de la Saône qui aurait amené le talweg à une altitude de 143 m à Trévoux, de 152 m à Villefranche et de 166 m à Pont-de-Vaux. Ensuite, le remblaiement caillouteux à grande faune (*Elephas primigenius*, *Equus caballus*), attribué au Würm, aurait atteint la cote 170-172 m dans la région de Villefranche (fig. 3, unité 4). Bourdier (1961) a également attribué à cette nappe du Würm les graviers du fond de la Saône en se fondant sur la présence d'une faune froide (*Elephas primigenius*) remontée à l'occasion des dragages. Le gravier de fond de vallée est ensuite attribué au maximum du Würm par Monjuvent (1968) puis par Petit (1993).

Cette nappe caillouto-sableuse emboîtée a été décrite récemment par Combiér et Floss (1994) sur le site de Varennes-lès-Mâcon. Il s'agit de « sables et de graviers, interstratifiés de cordons de galets ; de structure complexe, ils se sont accumulés sur une dizaine de mètres d'épaisseur » et sont datés de la seconde moitié de la dernière glaciation grâce aux restes de faune et à la présence de matériel gravettien (vers 25 000 BP).

Monjuvent (1968, 1973) a, par ailleurs, décrit une terrasse de 170 m ou « plaine des Chères » (altitude relative de 2 à 3 m par rapport aux alluvions du lit majeur) présente en rive droite dans le secteur de la confluence de l'Azergues (fig. 4, unité 4). Quoiqu'inondable, ce bas niveau dont le matériel, d'origine locale, a été amené par l'Azergues, est également attribué au Würm et serait postérieur à la terrasse de Villefranche mais antérieur au maximum du Würm du fait de la présence d'un recouvrement limoneux épais de 1 m ; celui-ci ne serait pas fluviatile mais « dériverait par altération, d'un loess récent ». Mouterde *et al.* (1978) font de cette terrasse des Chères (Fx5) un niveau fluvio-glaciaire contemporain de la terrasse de Villeurbanne alors que, dans son prolongement nord, la carte géologique de Villefranche (Monjuvent *et al.*, 1973) considère que la plaine de l'Azergues est formée d'alluvions modernes. Monjuvent, auteur des tracés pliocènes et quaternaires de cette carte, ne reprend cependant pas l'hypothèse d'un niveau tardiglaciaire qu'il a formulée en 1968.

#### LES ARGILES TARDIGLACIAIRES DU LIT MINEUR DE LA SAÔNE ET LES LIMONS DE DÉBORDEMENT HOLOCÈNES

Des argiles grises ou bleues, encore dites « argiles de la Caille », souvent tourbeuses, sont connues depuis longtemps en bordure du lit mineur de la Saône à Collonges (Falsan et Locard, 1866), Ouroux-sur-Saône (Ferry, 1868). Parfois encore visibles à l'étiage, elles sont en position relativement déprimée par rapport à la ligne d'eau moyenne de la Saône, les barrages à écluses des années 1870 ayant conduit à un relèvement du niveau. Ces argiles sont surmontées par 3 à 4 m de limons de débordement beiges contenant des niveaux archéologiques étagés du Néolithique à l'époque gallo-romaine (fig. 3., unité 5 et 7).

Combiér (1969) a décrit ces argiles grises épaisses de quelques décimètres à Varennes-lès-Mâcon ; il s'agit d'un

horizon tourbeux noir à mollusques daté de 11 850±190 BP (Ly - 849) et assimilé par l'auteur aux argiles de la Caille. Cet horizon, contemporain de l'oscillation d'Allerød, se raccorde aux strates de base d'une formation sableuse épaisse de plusieurs mètres mise en place par transport éolien mais localement reprise par les crues (fig. 3, unité 6) ; ces niveaux sableux, qui pourraient correspondre au remaniement des dépôts caillouto-sableux du substrat ou de nappes sableuses proches, contiennent à la base trois niveaux épi-magdaléniens légèrement postérieurs à la tourbe (Ayrolles et Combiér, 1976).

Ce niveau tourbeux à mollusques et débris végétaux a été retrouvé localement par Thévenot (1973) dans les berges de la Saône à Ouroux ; par analogie avec le niveau daté par Combiér, Thévenot lui attribue un âge allerød.

#### L'HYPOTHÈSE DE LA SUBSIDENCE RELATIVE DE LA PLAINE DE LA SAÔNE

Journaux (1956, p. 400), remarquant que la terrasse de Villefranche a une altitude constante entre la confluence de la Seille et Neuville et la même altitude que la terrasse de Villeurbanne, en avait déduit que celle-ci avait joué le rôle d'un barrage pour les alluvions de la Saône. Journaux avait proposé l'hypothèse de la subsidence pour expliquer l'épaisseur considérable (9 à 20 m) des alluvions post-würmiennes à Châlon (leur base est localement de 8 m inférieure à celle de l'étiage de la rivière actuelle) ; il ne l'avait pas appliquée à l'absence de pente de la terrasse de Villefranche. Celle-ci contient pourtant un matériel grossier nécessitant une pente pour son transport vers l'aval. Journaux avait également admis un « léger creusement » du remblaiement des argiles de la Caille à l'Holocène ; il en voulait pour preuve le raidissement du profil en long de la Saône à l'aval de Trévoux. Son interprétation, tout en privilégiant le rôle de la tectonique, faisait déjà appel à la paléodynamique fluviale mais, faute de preuves, elle ne connut pas de suite.

Bourdier (1961) a repris l'hypothèse de la subsidence et l'a étendue vers l'aval. Ainsi, la position des alluvions würmiennes du fond de la vallée de la Saône, qui se tiennent d'environ 15 m en contre-bas des alluvions de la terrasse de Villeurbanne, est attribuée à la subsidence (Bourdier, à la différence de Journaux, ne fait plus correspondre les terrasses de Villefranche et de Villeurbanne). Selon Bourdier, cette subsidence caractériserait également le secteur proche de Lyon puisque 30 m de sables et graviers ont été retrouvés à Collonges.

Après Russo (1952), Monjuvent (1968) n'exclut pas, en complément, la possibilité d'un soulèvement glacio-isostasique de la région lyonnaise depuis le Würm. Ce soulèvement serait susceptible d'avoir accentué la dénivellation enregistrée entre la terrasse fluvio-glaciaire de Villeurbanne et les alluvions würmiennes du fond de Saône, mais son amplitude ne serait que très faible. Notant que Bourdier (1961) ne s'explique pas le brusque accroissement de la pente de la Saône en aval de Trévoux, mais sans reprendre à son compte l'hypothèse de Journaux (1956) qui en fait un niveau de creusement actuel dans la nappe würmienne, Monjuvent l'interprète par la poursuite du mouvement de subsidence de

la plaine de la Saône au post-Würm, mouvement qui serait accompagné par un « relèvement concomitant de sa bordure méridionale » dans le cadre d'un processus de bascule. Selon Petit (1993), le relèvement de la partie méridionale de la vallée de la Saône se serait accompagné d'une incision du Rhône par rapport à la terrasse de Villeurbanne datée du maximum würmien (processus d'accommodation négative) alors que la Saône alluvionnerait faiblement dans le secteur de Villefranche (accommodation proche de zéro) ; cette constatation permet à Petit (1993) de proposer un taux de soulèvement différentiel entre Lyon et Villefranche voisin de 0,3 à 0,5 mm/an depuis 20 000 ans. Ce mouvement d'ensemble serait modulé sous l'influence de facteurs tectoniques locaux. Petit en veut pour preuve la variation longitudinale de l'épaisseur de la sédimentation post-romaine (0,45 m ± 0,10 m entre Tournus et le confluent de la Reyssouze, à Mâcon, contre 1,25 m ± 0,20 m entre ce secteur et Villefranche), établie à partir de la compilation de données de fouilles, variation qui serait due à la tectonique.

## LES OBSERVATIONS NOUVELLES

### LA PLAINE DE LA SAÔNE AU NORD D'ANSE

Au nord d'Anse, la plaine alluviale de la Saône, large de 3 km, est accidentée par des bombements d'une hauteur relative de 4 à 5 m, qui sont hors du lit majeur moderne. Lors d'une étude réalisée entre Villefranche et Anse, la sédimentation holocène a révélé que le bombement du Bourdelan d'Anse (sommet à 172 m NGF ; fig. 4) est formé d'une masse caillouteuse culminant à 169,60 m et qu'elle est elle-même surmontée par un dépôt de sable et limons n'excédant pas une épaisseur de 2,40 m (fig. 6, A-A'). Comme une étude archéologique fine réalisée dans la partie sud du bombement à partir d'un sol actuel coté 168,50 m, a montré que la sédimentation n'a pas été supérieure à 0,80 m depuis le Néolithique, la partie sommitale du bombement est donc restée insubmersible à l'Holocène (Bravard, 1990). À 172 m, celui-ci est donc probablement würmien (20 ka), comme le proposent Combier et Floss (1994), alors que les graviers de fond de Saône sont traditionnellement attribués au maximum du Würm. La tendance à la subsidence à l'Holocène a donc pu être mise en doute ou, tout du moins, l'ampleur qu'on lui conférerait jusque-là (Bravard, 1990).

Monjuvent (1973) avait, néanmoins, interprété ces bombements comme des éléments de la terrasse de Villefranche dénivelés par l'effet de la subsidence. Dans ce cas, on comprend mal comment la subsidence de la Saône depuis le maximum du Würm aurait pu abaisser le niveau des cailloutis à 163 m dans le paléo-chenal situé à l'ouest du Bourdelan (fig. 4) et encore plus bas sous la Saône actuelle, tout en maintenant à l'abri des crues des bombements würmiens situés au cœur de la plaine à une altitude de 170-172 m (fig. 6 A). Sans nier l'effet probable de la subsidence, nos observations nous avaient conduit à émettre deux hypothèses : soit les bombements étaient des reliefs de dissection fluviale post-würmiens atténués par la sédimentation holocène, soit ils correspondaient pour partie à une construction fluviale ou éolienne (Combier, 1969) tardiglaciaire et éo-holocène.

Par ailleurs, le fond du paléo-talweg situé à l'ouest du Bourdelan d'Anse est à une altitude de 163 m, soit environ 2 m en contrebas du plancher caillouteux holocène qui prolonge vers l'aval le bombement du Bourdelan (fig. 6. A-A'). Le fonctionnement du talweg est antérieur à 8140 ± 80 BP (Ly 4541) mais le banc caillouteux qui le borde à l'est a achevé sa formation plus tardivement, comme en témoigne la présence de restes d'hélophytes (plantes semi-aquatiques) datés 6340 ± 350 BP (Ly 4540) dans la partie sommitale de l'accumulation caillouteuse qui termine au sud le Bourdelan (à 165 m).

### LA BASSE VALLÉE DE L'AZERGUES

La plaine alluviale de la basse vallée de l'Azergues est un cône de déjection formé d'alluvions caillouto-sableuses à dominante siliceuse originaires de la bordure orientale du Massif central (fig. 4). L'âge des dépôts de cette plaine est récent. En 1972, Mandier a obtenu une date non publiée de 780 ± 120 BP (Ly 754) sur un bois fossile trouvé dans les alluvions caillouteuses de la « terrasse des Chères ». Par ailleurs, l'analyse des archives (Bedin, 1987) a permis de démontrer que cette plaine était un espace de divagation de l'Azergues à l'époque moderne ; la rivière se jetait dans la Saône par des « embouchures multiples » au XVII<sup>e</sup> siècle, coulait par le hameau d'Ambérieu en 1704 (il en reste un pont construit cette année-là) et conserva ce bras jusqu'à 1764 ou 1773. Un chenal unique et endigué, passant par Anse, fut creusé et il a peu changé depuis. Dans les années 1850, la relative stabilisation du tracé s'accompagna d'un phénomène d'incision du lit de l'Azergues dû à un excès d'extraction à Anse ; interdite en 1855 au niveau du bourg d'Anse, l'extraction du gravier sableux fut autorisée et recommandée à partir de 1863 sur l'ensemble du cours aval de l'Azergues, de manière à faciliter le transit des eaux de crue qui menaçaient les digues. Ce fut le point de départ d'une politique de calibrage du lit mineur qui a conduit à un enfoncement total de plusieurs mètres et fait considérer à tort que la plaine alluviale du XVIII<sup>e</sup> siècle pouvait être une terrasse fluvio-glaciaire.

### LA BASSE TERRASSE DE QUINCIEUX

La plaine alluviale de la Saône au niveau de Quincieux, non inondable, est formée d'un soubassement caillouteux culminant aux environs de 168 m et entaillé par des chenaux larges et peu profonds dont le fond est à 166 m (fig. 4 et 6 B-B'). Sous les limons de recouvrement, la prospection archéologique réalisée en préalable à la construction de l'autoroute A 46 Nord a révélé des installations gauloises du 1<sup>er</sup> siècle avant J.-C. sur la marge de l'un de ces chenaux colmatés, sur le site de Limas ; des foyers ont été découverts dans le remplissage. Par ailleurs, un kilomètre à l'aval, du matériel protohistorique non en place a été découvert au sommet d'une paléo-berge à la cote 166 m (Paillet-Méniscus *et al.*, 1989).

Le niveau fluviale caillouteux de Quincieux, quoique situé environ 5 km à l'aval du Bourdelan d'Anse, est à une altitude supérieure au fond du paléo-talweg de la Saône au Bourdelan (fig. 6. A-A'), en voie de remplissage par les dépôts issus de suspension au Boréal (163 m). Il est même plus élevé que le sommet du banc caillouteux localisé à l'aval du

Bourdelan (165 m) et dont la mise en place s'achève à l'Atlantique.

Cette observation nous conduit à émettre l'hypothèse selon laquelle l'Azergues (surface du bassin versant : environ 850 km<sup>2</sup>) serait responsable de l'entrée d'une forte charge grossière dans la vallée de la Saône à l'aval d'Anse (fig. 9). Cet apport a produit un double effet de contrainte sur la Saône :

– un effet de « contrôle amont » qui réduit la pente de la Saône et favorise la mise en place d'une épaisse sédimentation régressive à base de fines issues de suspension. L'orientation sud-nord du cours de l'Azergues, soit à contre-pente du cours de la Saône, et sa forte pente ont renforcé cet effet de barrage (fig. 1 et 4). Ce blocage expliquerait la constatation faite par Petit (1993) d'une sédimentation post-romaine plus forte dans le secteur de Villefranche-sur-Saône qu'à l'amont. Une pente faible et la très forte cohésion des matériaux formant les berges ont aussi favorisé une stabilité quasi-parfaite du lit de la Saône à l'Holocène.

– un effet sur le profil en long qui a été raidi en aval, non par l'effet d'une incision à partir du niveau de base du Rhône (Journaux, 1956) ou de la tectonique (Bourdier 1961 ; Monjuvent, 1973 ; Petit, 1993) mais *par l'ajustement au transport de la charge de fond caillouteuse*.

Se pose enfin la question de l'âge de cette formation caillouteuse issue du bassin versant de l'Azergues. Elle paraît être postérieure à 6000 BP, mais l'altitude du banc caillouteux construit à 165 m à la fin du 7<sup>e</sup> millénaire BP à Bourdelan peut plaider en faveur d'un exhaussement du plancher caillouteux commencé antérieurement. Cette formation caillouteuse est de toute façon antérieure au 2<sup>e</sup> Âge du Fer. Des recherches ultérieures à entreprendre à l'aval du confluent actuel devraient permettre de préciser la chronologie de l'accumulation.

#### LA PLAINE DE VAISE

La plaine alluviale de la Saône à Vaise (163-164 m) est localisée dans un élargissement de la vallée entaillé dans le socle du Massif central (fig. 5). Les fouilles de sauvetage réalisées par le Service archéologique de la ville de Lyon et celles effectuées par l'Association française d'Archéologie nationale sur le tracé du périphérique Nord ont permis de suivre un niveau sableux dégradé, à une altitude voisine de 175 m contre le versant ouest, soit à une altitude relative de 10 m au-dessus du niveau de la plaine de Vaise (Bravard *et al.*, soumis). Rue Sergent Berthet, une date de 17 560 ± 180 BP (Lyon 26-OXA 4406) a été obtenue par O. Franc sur des fragments de bois flotté contenus dans le sable grossier et du limon, à une altitude absolue de 163,45 m, soit à 10-12 m sous la surface sommitale d'une terrasse plaquée contre le substratum cristallin (fig. 6 C-C'). Il s'agit très probablement d'une accumulation de sédiments fins, mis en place par des processus fluvio-lacustres, par suite de l'effet barrage d'une accumulation fluvio-glaciaire rhodanienne, ce que laisse voir la carte géologique de Lyon (Fx5). Ce niveau de Vaise pourrait alors être corrélé au maximum du Würm récent à l'origine de la terrasse de Villeurbanne (fig. 5 et 6 D-D' ; Mandier, 1988).

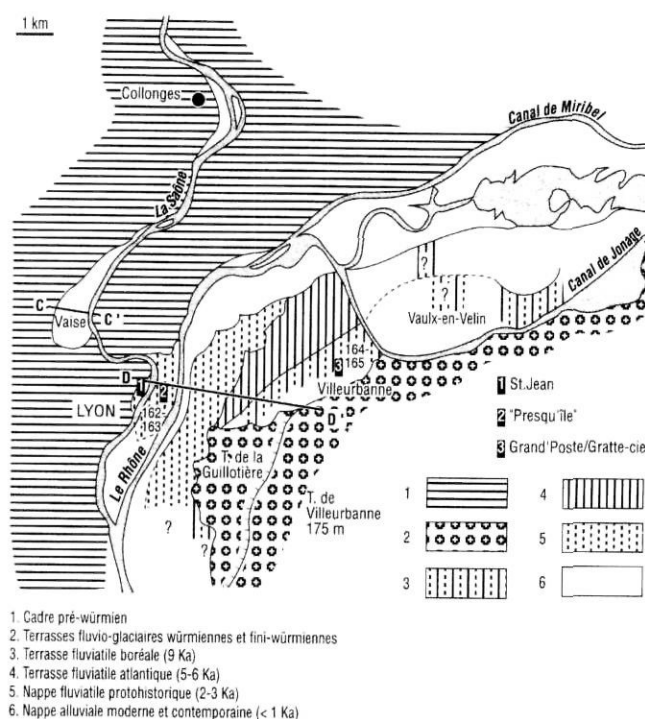


FIGURE 5. Les formations du Quaternaire récent dans la plaine du Rhône à Lyon.

*Recent Quaternary deposits in the alluvial plain of the Rhône River at Lyon.*

Les fouilles archéologiques ont également permis de progresser dans la connaissance du plancher caillouteux de la plaine de la Saône à Vaise. À la fin de la phase de creusement du Bölling, la rivière a probablement remanié de manière superficielle des dépôts caillouteux würmiens antérieurs à la mise en place de la terrasse fluvio-lacustre. Ce plancher caillouteux se tient aux environs de la cote 157-158 m alors que le sommet des alluvions fines situées sous le remblai urbain est à 163 m (fig. 6 C-C'). Le niveau argilo-tourbeux de la Caille a été retrouvé par O. Franc et son âge allerød confirmé par datation de matériel organique :

– Place de Paris : 11 899 ± 119 BP (Ly - 6107) à la cote 159,40.

– Place Valmy : un niveau de feuilles et brindilles situé à 60 cm au-dessus du cailloutis de base (155,30 m NGF) a été daté 11 957 ± 138 BP (Ly - 6545) alors qu'un niveau de composition identique était daté 11 883 ± 119 BP (Ly - 6544) à + 140 cm.

La présence d'un bas niveau alluvial tardiglaciaire (Allerød) est donc confirmée sur le cours inférieur de la Saône à proximité immédiate du confluent avec le Rhône. Ce niveau était sans doute sous la dépendance de celui du Rhône, un processus d'érosion régressive pré-Allerød ayant facilement débarrassé l'accumulation sableuse fluvio-lacustre de la Saône mise en place au maximum du Würm récent et remanié le fond caillouteux de la plaine de Vaise.

## LE SITE DE LYON

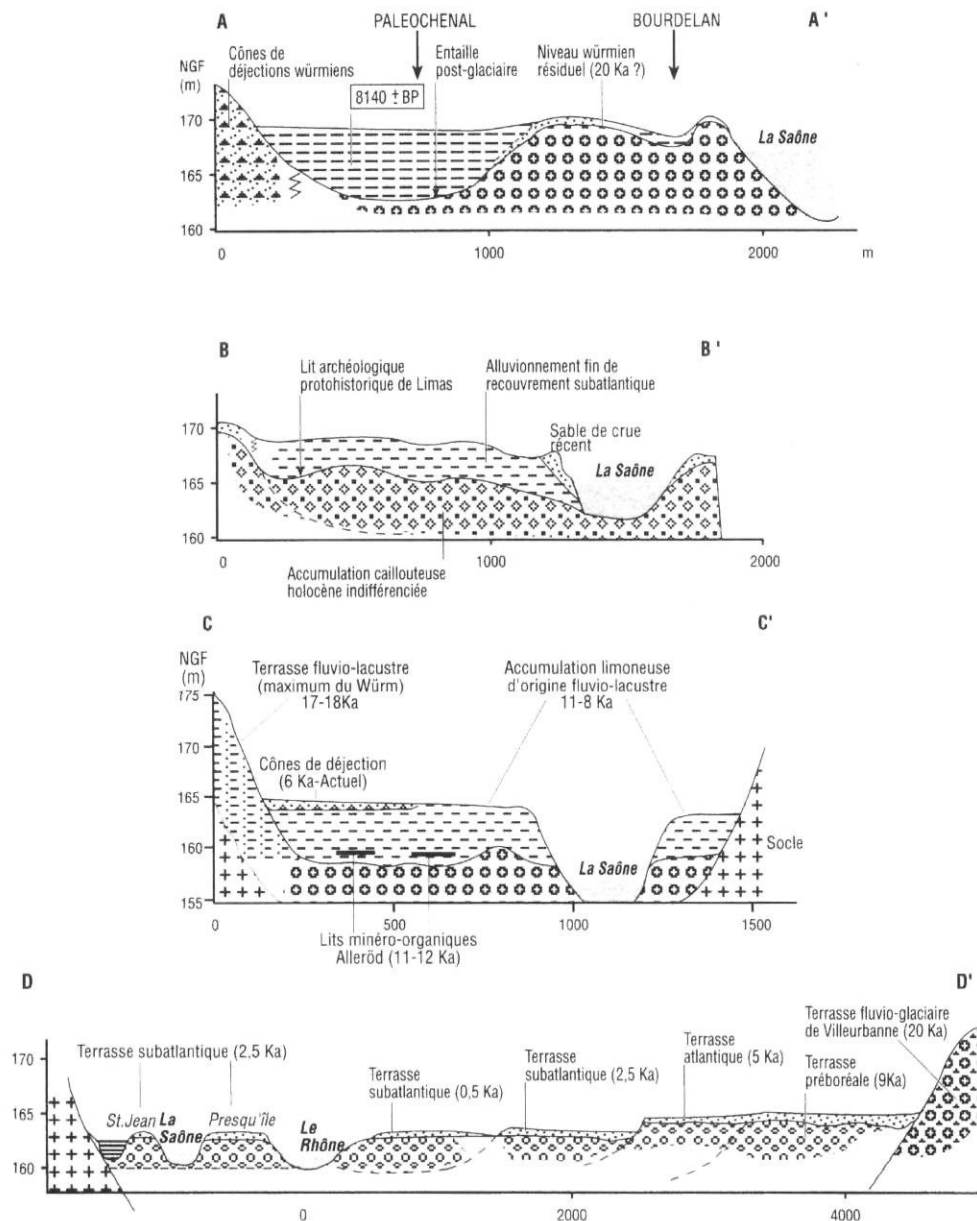
Le site de Lyon est caractérisé par la confluence du Rhône et de la Saône (fig. 5 et 6 D-D'). Le Rhône a une pente de 0,0009 et a connu une tendance à l'exhaussement et un style en tresses lors des périodes de forte activité hydrodynamique (2700 - 2400 BP, 600 - 100 BP ; Bravard *et al.*, 1992). Au sortir du défilé entaillé dans le socle du Massif central, la Saône actuelle coule au pied du plateau cristallin de Fourvière. La stratigraphie du sous-sol de l'île Saint-Jean et de la « presqu'île » entre Saône et Rhône présente la superposition de deux unités sédimentaires avec, à la base, plusieurs mètres de sable de Saône ravinés par un dépôt caillouteux rhodanien épais de 6 à 11 m. Le toit du dépôt sableux présente une pente en direction du cours du Rhône actuel. On

avait proposé l'hypothèse selon laquelle le niveau de base du Rhône aurait été à une altitude inférieure à l'actuelle, à une époque indéterminée de l'Holocène ; la confluence Saône-Rhône se serait trouvée sous la rive gauche du Rhône actuel (Bravard, 1986). Les observations précédentes font penser que ce bas niveau peut avoir été acquis dès avant l'Allerød.

Il avait été également remarqué que la pente de la terrasse tardi-würmienne issue du glacier rhodanien (Mandier, 1988) en rive droite du haut Rhône à l'amont de Lyon, est nettement plus forte que celle de la plaine holocène. Il convient donc d'admettre que les alluvions tardi-würmiennes passaient sous le niveau de la plaine holocène à Lyon. La terrasse fluvio-glaciaire à l'amont de Lyon est aujourd'hui

FIGURE 6. Coupes stratigraphiques montrant la structure du remplissage de fond de vallée. A-A' : la Saône à l'amont d'Anse ; B-B' : la Saône à Quincieux ; C-C' : la Saône à Vaise ; D-D' : le Rhône à Villeurbanne.

Stratigraphic transects showing the bottom fill structure. A- the Saône upstream of Anse ; B-B' : the Saône at Quincieux ; C-C' the Saône at Vaise ; D-D' : the Rhône at Villeurbanne.



N-B : la datation concerne le faciès caillouteux des terrasses



perchée de plusieurs mètres alors qu'elle est fossilisée sous plusieurs mètres d'alluvions holocènes sur le site de Lyon (Bravard, 1986). On est donc conduit à admettre que *le niveau de la Saône à l'Allerød était en relation avec le niveau déprimé du niveau du plancher caillouteux du Rhône* (Bravard *et al.*, sous presse).

Une étude avait montré que la basse terrasse préboréale de la Grand'Poste de Villeurbanne (9090 ± 150 BP, Ly 3746) est à la cote 164 m (Bravard et Evin, 1989). Une *très importante réaccumulation grossière s'est donc produite, sans doute au Dryas final et au Préboréal* (11-9 Ka BP) et l'on a pu cartographier cette formation à l'amont de Lyon (Bravard *et al.*, 1991). La formation atlantique (6 à 5 000 BP) se trouve dans le même plan en rive gauche du Rhône, mais une incision d'ampleur encore inconnue s'est produite entre *ca* 5000 BP et *ca* 3000 BP, avant une nouvelle accumulation datée du Premier Âge du Fer. Les bancs caillouteux datés de l'Âge du Fer dans la presqu'île à Lyon se tiennent entre 162 et 163 m et témoignent de l'existence d'un cours d'eau en tresses (Macé *et al.*, 1991). Les réaccumulations survenues depuis le Dryas final ont sans doute produit un effet barrage vis-à-vis de la Saône, mais on ignore si l'incision antérieure à l'Âge du Fer s'est traduite par un processus d'entaille régressive dans le remplissage de la vallée de la Saône.

### PROPOSITION DE RECONSTITUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE

Une synthèse de l'ensemble des éléments précédemment exposés peut être tentée. Les principales étapes de la mise en place des alluvions de la Saône et du Rhône seraient les suivantes :

1. La subsidence de la plaine de la Saône a porté la terrasse de Villeurbanne (antérieure au maximum du Würm) à une altitude voisine de celle de la terrasse de Villeurbanne attribuée au maximum du Würm (20 Ka BP), soit aux environs de 175 m (fig. 8-1).

2. Il n'est pas exclu que la terrasse de Villeurbanne ait subi une légère surrection, mais on ne possède aucune donnée à ce propos. Dans la suite de la discussion, on ne pourra évoquer que l'éventualité de mouvements relatifs.

3. Le remplissage du maximum würmien de la plaine de Saône (20 000 BP ?) a été disséqué par une forte érosion régressive en provenance de la plaine du Rhône (fig. 8-2). Ce processus, d'âge pré-allerød, a été commandé par la dynamique du retrait glaciaire dans la vallée du haut Rhône. Ce creusement pourrait remonter au Bölling et les accumulations sableuses de Varennes-lès-Mâcon au Dryas moyen (12 000 - 11 800 BP), sans exclure des remaniements à l'Allerød.

Dans cette hypothèse, l'abaissement du niveau de base rhodanien rendrait compte de la dissection des bombements caillouto-sableux de la plaine de la Saône à l'amont de la confluence de l'Azergues jusqu'à la cote 163 m, de la vidange sédimentaire de la plaine de Vaise jusqu'à la cote 157 m et de la présence des alluvions de la Saône sous le site de Lyon à une cote minimale voisine de 152-153 m. La découverte de faunes froides würmiennes dans le lit de la Saône est

compatible avec cette hypothèse puisque la dissection a raviné la masse des alluvions du maximum würmien. Le sommet du cailloutis du bombement du Bourdelan (170 m) serait contemporain de la terrasse de Villeurbanne (20 000 BP) ou d'un niveau de retrait, comme la terrasse de la Guillotière dans Lyon. La tectonique post-würmienne a pu déniveler cette paléo-surface de quelques mètres, ce qui explique une inversion de pente entre le Bourdelan et Villeurbanne ou une absence de pente entre le Bourdelan et la terrasse de la Guillotière (fig. 8).

4. Les argiles grises de la plaine de la Saône datées de l'oscillation de l'Allerød à Varennes-lès-Mâcon (11 850 ± 190 BP, Ly 849, Combier, 1969 ; Thévenot, 1973), considérées comme contemporaines des argiles lacustres de la Caille (Falsan et Locard, 1866), et indubitablement synchrones des sites de la plaine de Vaise, se seraient mises en place *dans un fond de vallée surcreusé par la Saône et non pas abaissé par l'effet de la subsidence*. Le style fluvial devait être très différent du style en tresses contemporain du fonctionnement tardi-würmien. L'interprétation de la position du plancher caillouteux de la Saône à Vaise par subsidence se heurte, en effet, à une contradiction de taille (fig. 6 C-C' et 7) : le même secteur de la région lyonnaise serait, selon les uns, soumis à une surrection lorsqu'il s'agit d'expliquer le soulèvement relatif de la terrasse de Villeurbanne, selon les autres, soumis à un phénomène de subsidence lorsque des dépôts post-würmiens sont à une cote inférieure au niveau actuel de la Saône.

L'argile a pu se déposer dans un milieu fluvial caractérisé par une dynamique calme ; on ne trouve pas trace de transport par charriage. Est-ce dû à un changement radical des conditions morphodynamiques, à des effets de barrage créés par l'accumulation éolienne ou à l'effet de la subsidence à l'amont de Mâcon qui serait responsable d'un basculement de la pente jusqu'à une valeur inférieure à la force tractrice critique ? Les études réalisées dans le haut bassin du Doubs ne révèlent pas de tarissement des flux détritiques à l'Allerød malgré le développement de la couverture forestière (Campy *et al.*, 1994 a, b). La colonisation forestière et la pédogenèse à basse altitude peuvent cependant avoir fortement réduit le volume des entrées sédimentaires, le transit de charge de fond dans l'axe de la Saône, et rendu le bilan de l'eau faiblement excédentaire dans les fonds de vallées. Dans ce milieu

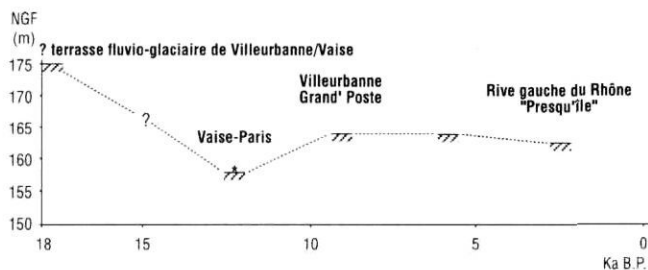


FIGURE 7. Évolution de l'altitude de la bande active fluviale (bancs de galets) depuis 18 000 BP à Lyon.

*Change in the elevation of the altitude of the fluvial active tract (cobble bars) since 18 000 BP at Lyon.*

stabilisé, les argiles déposées en milieu fluvial pourraient partiellement provenir de l'érosion de la couverture loessique qui s'est déposée très tardivement sur les versants, jusque vers 14 000-13 000 BP.

5. La remontée du plancher alluvial caillouteux du Rhône (fig. 5, 6 D-D', 7, 8-3) est acquise à la fin du Préboréal (9000 BP) sur le site de Lyon, mais elle a pu débuter dès le Dryas final (11-10 000 BP). L'essentiel des matériaux provient du déstockage des dépôts morainiques du Jura et des alluvions fluvio-glaciaires de la basse plaine de l'Ain (fig. 9). La nature des chenaux fluviaux observés à la surface du remplissage démontre l'existence d'un style en tresses. Campy *et al.* (1994 a, b) ont montré que le détritisme grossier se prolonge jusque vers 9000 BP dans la chaîne du Jura, où l'érosion des bassins versants est dominée par la cryoclastie et le ravinement des couvertures morainiques. Dans des milieux de basse altitude de la France moyenne et dans les Alpes du Sud, la cryoreptation sur versants et la gélivation active des corniches ont été passagèrement réactivées au Dryas III (Van Vliet *et al.*, 1991 ; Jorda, 1986). Concernant le Rhône tardiglaciaire, on remarquera qu'aucune datation n'a encore été obtenue après 11 800 BP dans la région lyonnaise, cette charnière semblant marquer la fin de la sédimentation de nature organique et peut-être le retour à la sédimentation de nature minérale.

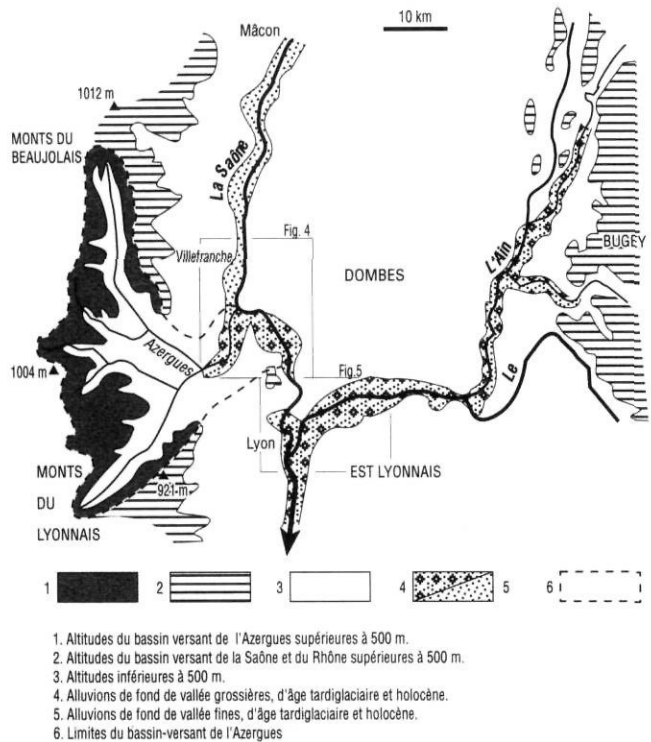
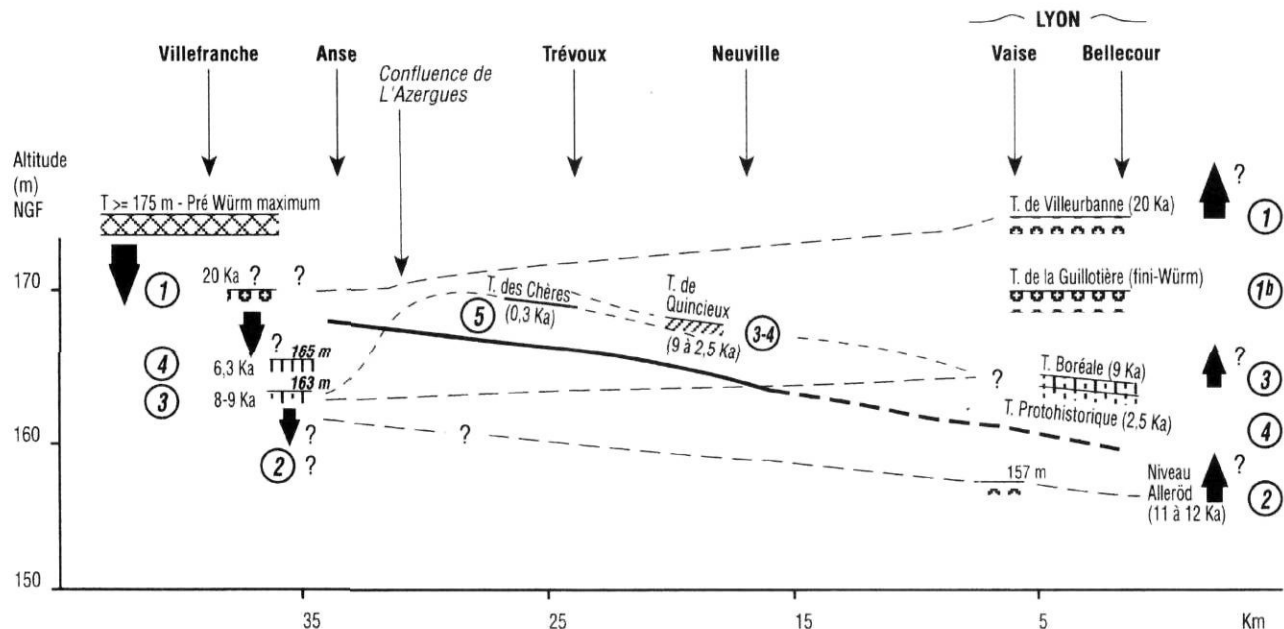


FIGURE 9. La fourniture en charge de fond au Rhône et à la Saône pendant l'Holocène.

*Bedload supply to the Rhône and the Saône during the Holocene.*



Le point kilométrique 0 est localisé au confluent de la Saône et du Rhône

— Niveau de la Saône en 1844, avant aménagements

① Chronologie relative des différents niveaux de drainage ou d'alluvionnement

Les flèches indiquent les mouvements relatifs liés à la tectonique. La taille est proportionnelle à l'intensité du déplacement. Les figurés des niveaux renvoient à ceux de la Fig.5.

N-B. T.= Terrasse

FIGURE 8. Altitude relative des niveaux fluvio-glaciaires et fluviaux (Würm-Holocène) dans la partie aval de la vallée de la Saône et dans la vallée du Rhône à Lyon.

*Relative elevation of the fluvio-glacial and fluvial levels (Würm and Holocene) in the downstream section of the Saône and in the valley of the Rhône.*

6. Il est logique d'admettre que l'exhaussement de la plaine alluviale du Rhône ait été responsable d'une phase d'accumulation régressive dans la vallée de la Saône à l'Holocène. L'épais dépôt sablo-limoneux de la plaine de Vaise, qui présente les caractères d'un faciès fluvio-lacustre, serait la conséquence du barrage exercé par l'accumulation rhodanienne, mais aucune donnée ne permet encore de l'affirmer. Compte tenu de l'altitude du plancher caillouteux rhodanien de la terrasse de Villeurbanne-Gratte-ciels au Préboréal (164 m) par rapport à l'altitude du niveau Allerød de Vaise (157 m), on peut supposer que l'alluvionnement fin, d'une épaisseur voisine de 7 m, a dû être acquis en 2 ou 3 millénaires.

7. À cette accumulation de sédiments fins déterminée en aval succède une importante accumulation de charge de fond en provenance de la vallée de l'Azergues (fig. 8-3,4,5). La partie sommitale de l'accumulation grossière de l'Azergues est historique, mais sa base pourrait se situer entre l'Atlantique et l'Âge du Fer (ca 6000 et 3000 BP), cette hypothèse restant à confirmer.

Cette accumulation caillouto-sableuse a conféré au plancher de la Saône aval une pente plus forte (0,00025), un style en tresses et créé un effet barrage vis-à-vis des eaux de la Saône à l'amont de la confluence. Il n'est pas exclu que le dépôt de charge de fond daté ca 6300 BP dans la plaine d'Anse, et plus haut de 2 m que le talweg daté ca 8100 BP en soit une manifestation. Par la suite, la sédimentation fine a presque achevé de combler les inégalités de la topographie héritées du Tardiglaciaire dans le secteur d'Anse-Villefranche ; la nature de cette sédimentation et la faiblesse de la pente du cours d'eau justifient l'existence d'un lit de Saône unique, étroit et profond.

8. On ne sait rien de la dynamique des flux et de l'évolution du profil en long de la Saône à l'Holocène récent mais l'incision du lit du Rhône à partir de la fin de l'Atlantique et deux phases de réaccumulation-tressage datées du Premier Âge du Fer et du Petit Âge glaciaire ont pu avoir des effets sur la Saône à l'aval du confluent de l'Azergues. La terrasse des Chères (170 m), antérieure au maximum du Würm selon Monjuvent (1968) ou corrélée avec la terrasse de Villeurbanne, selon la carte géologique de Lyon, doit être fortement rajeunie. Cette formation est, en fait, un niveau d'accumulation historique déposée par un cours d'eau en tresses.

## DISCUSSION

Il est admis, depuis les travaux de Mandier (1988), que le creusement maximal du Rhône dans les niveaux cataglaciaires du Würm récent s'est produit en fin de période froide. Dans la moyenne vallée du Rhône, les deux tiers du creusement avaient été acquis dès 15 000 BP. Brochier *et al.* (1991) ont, depuis, montré que le creusement s'est poursuivi, jusqu'à une cote inférieure au niveau actuel de la plaine alluviale. Au confluent de la Drôme et du Rhône, à 120 km au sud de Lyon, le creusement était totalement acquis dès avant 11 850 ± 400 BP (Ly - 849) jusqu'à la cote 87 m alors que le lit majeur actuel est à une altitude de 95,5 m. La nou-

veauté de cette contribution est de proposer que l'incision tardiglaciaire du Rhône est un phénomène qui a touché l'ensemble de la vallée à l'aval du confluent de l'Ain. Il a également eu des répercussions sur le cours de la Saône qui a subi un processus d'érosion régressive sensible au moins jusqu'à Villefranche-sur-Saône, comme le pressentait Journaux (1956). Il a été suivi par des étapes de réalluvionnement et d'incision complexes emmenées par le Rhône et par un affluent de la Saône, l'Azergues.

Cette interprétation, qui fait appel à la dynamique fluviale, relativise l'importance de la tectonique dans l'explication des caractères géomorphologiques des nappes würmiennes de la région lyonnaise puisqu'elle fait l'économie de la subsidence pour expliquer l'altitude du cailloutis würmien du fond de la Saône. La tectonique n'est cependant pas écartée pour autant de la démonstration puisque :

- le niveau daté ca 20 000 BP dans le secteur de Villefranche est en contre-bas de 5 m par rapport à la terrasse de Villeurbanne ou à un niveau égal à celui de la terrasse de la Guillotière.

- le niveau d'Anse daté de 9000 à 8000 BP est sensiblement à la même altitude que la terrasse préboréale de Villeurbanne (163-165 m). Si l'on admet le principe que la pente actuelle, voisine de 0,00025, assure le transport de la charge de fond caillouteuse issue pour l'essentiel de la vallée de l'Azergues, et compte tenu d'une distance de 25 km entre les deux sites, la dénivellation relative s'établit à 5-7 m (pour intégrer les irrégularités de la surface des niveaux d'accumulation). Cette dénivellation manquante serait due à la subsidence de la plaine de Saône et, peut-être, à une surrection du secteur lyonnais par relèvement isostatique. Le taux de subsidence relative serait donc en moyenne de 0,7 mm/an pendant l'Holocène et voisin de cette valeur depuis le Tardiglaciaire. Cette estimation est légèrement supérieure aux valeurs précédemment avancées, qui sont de 0,3 à 0,5 mm/an depuis 20 000 ans entre Lyon et Villefranche (Petit, 1993) et de 0,2 mm/an entre Tournus et Villefranche (Monjuvent, 1968).

Il n'est enfin pas exclu que l'étagement des basses terrasses holocènes mises en évidence dans la plaine alluviale du Rhône à Lyon soit en partie dû à l'influence de la tectonique de surrection (fig. 5). Le jeu de compensations isostatiques, proposé par Russo (1952), est une hypothèse plausible.

Cette interprétation a également le mérite de lever la contradiction qui a gêné les différents auteurs. En effet, si la plaine de la Saône est subsidente, on voit mal qu'elle ne le soit pas sur toute sa largeur. Or, la terrasse de Villefranche, remontant à l'inter Riss-Würm, est en position perchée par rapport au lit majeur. Si la tectonique de subsidence a joué, on conçoit mal qu'elle ait dénivélé sous le niveau de la Saône les cailloutis tardi-würmiens mais ait laissé à l'état de terrasse le niveau beaucoup plus ancien de Villefranche. L'introduction de l'hypothèse fluviale pour expliquer le bas niveau des cailloutis dans l'axe de la Saône est compatible avec l'hypothèse de la tectonique tout en permettant de résoudre les contradictions qui subsistaient.

Il est en conclusion souhaitable de combiner l'hypothèse tectonique et l'hypothèse de contraintes fluviales amont et aval. *Le secteur de la confluence de l'Azergues paraît être en position charnière entre :*

– la « Grande Saône » à l'amont d'Anse, qui subit la subsidence ainsi qu'un effet de barrage alluvial,

– et la Saône aval dont les caractères sont avant tout influencés par le jeu complexe des fluctuations des profils en long du Rhône et de l'Azergues sous influence hydro-climatique.

Les caractères du dessin en plan du Rhône et de la Saône à l'aval d'Anse, qui ont possédé un style en tresses dans les phases de réaccumulation holocène (Premier Âge du Fer, Petit Âge glaciaire), sont des arguments complémentaires en faveur de la réévaluation du poids de la dynamique fluviale dans l'interprétation de la genèse de ces milieux. Ces résultats montrent quelle est l'importance des études morphostratigraphiques des vallées alluviales pour les reconstitutions paléoclimatiques et tectoniques ; celles-ci ne peuvent s'appuyer sur la seule géométrie des surfaces topographiques en milieu alluvial.

#### REMERCIEMENTS

L'auteur remercie L. Astrade et O. Franc dont les informations originales ont permis d'étayer les hypothèses présentées, le Service régional de l'Archéologie de la Région Rhône-Alpes pour la mise à disposition de données non publiées ainsi que D. des Chatelliers, M. Cacard et C. Danière (UMR Environnement, Ville et Société) qui ont assuré la mise au net de l'illustration graphique. Les lectures critiques de S. Occhietti, H. van Steijn et A. Weisrock ont sensiblement amélioré la première version de l'article.

#### RÉFÉRENCES

- Astrade, L., 1996. La Saône en crue. Dynamique d'un hydrosystème anthropisé. Thèse de géographie, Université de Paris-Sorbonne, 358 p.
- Ayrolles, P. et Combier, J., 1976. Gisement épipaléolithique de Varennes-lès-Mâcon, Livret guide de l'excursion A8, Bassin du Rhône, Paléolithique et Néolithique, IX<sup>e</sup> Congrès UISPP, Nice, p. 129-133.
- Bedin, C., 1987. L'Azergues, un cours d'eau au régime torrentiel. Mémoire de maîtrise d'aménagement du territoire, Université de Lyon 3, 128 p.
- Bourdier, F., 1961. Le bassin du Rhône au Quaternaire, géologie et préhistoire. Thèse de Sciences, Paris, 2 vol., éd. du C.N.R.S., 658 p., 297 fig.
- Bravard, J.-P., 1986. Le Rhône, du Léman à Lyon. La Manufacture Éditeur, Lyon, 452 p.
- 1990. Observations nouvelles sur la dynamique fluviale de la Saône à l'Holocène, entre Villefranche et Anse (Rhône). *Revue géographique de l'Est*, 1 : 57-76.
- Bravard, J.-P., Vérot, A. et Salvador, P.-G., 1992. Le climat d'après les informations fournies par les enregistrements sédimentaires fluviaux étudiés sur des sites archéologiques. In M. Magny et H. Richard, éd., *Le climat à la fin de l'Âge du Fer et dans l'Antiquité (500 BC-500 AD)*. Méthodes d'approche et résultats, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 50 : 7-13.
- Bravard, J.-P. et Evin, J., 1989. Datation du remblaiement holocène dans un secteur de la plaine alluviale du Rhône à Villeurbanne (69). *Bulletin du Laboratoire rhodanien de Géomorphologie*, 23-24 : 2-10.
- Bravard, J.-P., Peiry, J.-L. et Gadiolet, P., 1991. La formation de la plaine alluviale holocène du Rhône à l'amont de Lyon. *Physio-Géo*, 22-23 : 167-172.
- Bravard J.-P., Franc, O. et Vérot, A., sous presse. Paléodynamique du site fluvial de Lyon. Essai de synthèse de 15 ans d'études géo-archéologiques. In J.-P. Bravard et M. Prestreau, éd., *Actes des entretiens de géo-archéologie*. Lyon, 17-18 nov. 1995. Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes.
- Brochier, J., Mandier, P., Argant, J. et Petiot, R., 1991. Le cône détritique de la Drôme : une contribution à la connaissance de l'Holocène du Sud-Est de la France. *Quaternaire*, 2, 2 : 83-99.
- Campy, M., Bichet, V., Di Giovanni, C., Richard, H. et Durand, A., 1994. Évolution des flux sédimentaires au cours du Postglaciaire : enregistrements dans le remplissage lacustre de Chaillexon (Doubs, France). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, t. 319, série II : 103-109.
- Campy, M., Bichet, V., Di Giovanni, C., Richard, H., Richard, J. et Olive, P., 1994. Évolution des flux de matière depuis 12 000 ans dans la haute vallée du Doubs (France). *Bulletin de la Société géologique de France*, 165 (4) : 381-400.
- Combier, J., 1969. Observations sur les dépôts quaternaires de la Saône inférieure et du Mâconnais. Livret guide de l'excursion « Alsace-Vosges-Bourgogne », 8<sup>e</sup> Congrès de l'INQUA, Paris, p. 88-100.
- Combier, J. et Floss, H., 1994. Nouvelles recherches sur le Paléolithique final de Varennes-Lès-Mâcon (Saône-et-Loire). *Travaux de l'Institut de Recherche du Val de Saône-Mâconnais*, 1 : 77-99.
- Delafond, F. et Depéret, C., 1894. Les terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignites et de minerais de fer. Étude des gîtes minéraux de la France, Imprimerie nationale, Paris, 332 p.
- Falsan, A., et Locard, A., 1866. Monographie du Mont d'Or lyonnais et de ses dépendances, Savy Éditeur, Lyon, 499 p.
- Ferry, H. (de), 1868. Les gisements archéologiques des bords de la Saône. Imp. E. Protat, Mâcon, 16 p.
- Jorda, M., 1986. Le Dryas récent : une crise morphoclimatique majeure dans les Alpes françaises du Sud. *Studia geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 20 : 11-28.
- Journaux, A., 1956. Les plaines de la Saône et leurs bordures montagneuses. Beaujolais, Mâconnais, Côte d'Or, Plateaux de la Haute Saône, Jura occidental. Étude géomorphologique. Thèse Université de Paris, Caron, Caen, 529 p.
- Macé, S., Vérot-Bourély, A. et Bravard, J.-P., 1991. Genèse et fonctionnement holocène de la plaine alluviale du Rhône à l'amont de Lyon. 116<sup>e</sup> Congrès national des Sociétés savantes, Chambéry, Préprotohistoire, p. 17-31.
- Mandier, P., 1988. Le relief de la moyenne vallée du Rhône au Tertiaire et au Quaternaire. Essai de synthèse paléogéographique. Documents du Bureau de la Recherche géologique et minière, 151, 3 tomes, 654 et 231 p., cartes.
- Mazenot, G., 1966. La faune malacologique des couches archéologiques de l'École nationale vétérinaire de Lyon, *Bulletin de la Société linéenne de Lyon*, 35 : 122-128.
- Monjuvent, G., 1968. Les formations pliocènes et quaternaires des environs de Villefranche-sur-Saône (Rhône). *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique* (2), 10 (3) : 255-275.
- 1973. Observations nouvelles sur le Plio-Quaternaire des Dombes (feuille de Villefranche-sur-Saône à 1/50 000). *Bulletin du Bureau de la recherche géologique et minière, Orléans, 2<sup>e</sup> sér.*, 1 (2) : 75-98.
- Monjuvent, G., Mouterde, R. et Loranchet de Montjamont, M., 1973. Carte Géologique de la France à 1/50 000, Villefranche-sur-Saône XXX-30. Bureau de la recherche géologique et minière, Orléans, 1 carte + notice 26 p.
- Mouterde, R., Russo, P., Thorat, M., Elmi, S., Pelletier, M., David, L., Demarcq, G. et Mazenot, G., 1978. Carte Géologique de la France à 1/50 000, Lyon XXX-31. Bureau de la recherche géologique et minière, Orléans, 1 carte + notice 39 p.
- Paillet-Méniscus, A. et Gadiolet, P., 1989. Rapport d'étude géomorphologique et sédimentologique du lit majeur de la Saône à Quincieux (69). Université Lyon III-Direction des Antiquités historiques et préhistoriques Rhône-Alpes, rapport 11 p.

- Petit, C., 1993. Un bassin d'avant-pays de type pelliculaire, la Bresse au Plio-Pléistocène. Thèse de géologie, Université de Dijon, 335 p.
- Russo, P., 1952. Observations nouvelles sur les terrasses de la Saône et leurs rapports avec les glaciations. Bulletin de la Société géologique de France, 6 (2) : 301-317. *Compte rendu de l'Académie des Sciences* 233 (13) : 699-700.
- Thévenot, J.-P., 1973. Le village préhistorique d'Ouroux-sur-Saône, Travaux du Centre de Recherches de Solutré, 1, 174 p.
- Van Vliet-Lanoe, B., Valadas, B. et Vergne, V., 1991. La Paléogéographie de l'Europe centre-occidentale au Weichsélien. *Quaternaire*, 2 (3-4) : 133-146.