

Le « fleuve à augite » dans le Bassin parisien : nouveaux éléments d'interprétation*

Jean Pierre LARUE (1)

The "augite river" in the Paris Basin: new interpretations

Géologie de la France, n° 3, 1999, pp. 11-16, 3 fig., 2 tabl.

Mots-clés : Augite, Minéral lourd, Alluvion, Pléistocène inférieur, Paléogéographie, Bassin parisien.

Key words: Augite, Heavy minerals, Alluvium, Lower Pleistocene, Palaeogeography, Paris Basin.

Résumé

L'étude géomorphologique de l'interfluve Loire-Seine et l'analyse sédimentologique de nouveaux échantillons, montrent que le chenal à augite s'achevait dans une cuvette d'accumulation située au nord de Gien. Des déformations tectoniques sont à l'origine du basculement de la Loire vers l'Atlantique au Pléistocène inférieur.

Abridged English version

The term "augite river" (Cavelier et al., 1993; Pasquiou, 1994, 1995; Tourenq and Pomerol, 1995) is the name given to the first flow of a palaeo-Allier-Loire-Seine channel that rose in the Massif Central and transported a lot of augite, a volcanic mineral. From the Grande Limagne to Briare, this palaeocourse is marked by the Ft terrace, dated at 1.75 Ma (Pastre, 1987), but farther downstream it becomes very uncertain because the terrace shape disappears and the augite content fluctuates.

A series of cross sections and drill holes in the detrital deposits of the Loire-Seine interfluve has enabled us, on the basis of sedimentological and geomorphological analysis, to identify the augite formation among the other detrital sheet deposits, i.e. the Sologne and the Bourbonnais sands. Sample locations are given on Figure 1 and in Table 1. The

drill holes (Fig. 1) and cross-sections A, B, C and D (Figs. 2 and 3) show that the augite formation is inset in the Sologne and Bourbonnais formations. The large thickness of the augite formation north of Gien reflects its accumulation in a subsident basin; it is here affected by tectonic distortions.

Thus from Briare the "augite river" passed into a subsident basin located north of Gien, where it deposited a sandy alluvium enclosing augite minerals. This sedimentation explains the decrease in augite content farther downstream and at the outlet of the basin. Tourenq and Pomerol (1995) record a very low augite content in the high terraces of the Seine river.

After the settling of the augite formation, tectonic distortion caused the Loire river to curve toward the Atlantic. Uplift of the Gien region and the Forêt d'Orléans forced the Loire to take a more southerly course near Argent-sur-Sauldre (Pasquiou, 1995). A southeast/north-west flexure from the Loing valley to the Eure valley favoured erosion of the detrital deposits in the uplifted zone by the conquering tributaries of the Seine. This fluvial erosion explains why the augite is present in the Loing middle terrace and also in the Seine valley.

The Loire-Seine junction did not, as suggested by Tourenq and Pomerol

(1995), persist until the Late Pleistocene. Valley incision only began after the diversion of the Loire course towards the Atlantic.

Introduction

Les termes « fleuve à augite » ou « fleuve des sables à augite », utilisés par Cavelier *et al.* (1993), Pasquiou (1994 et 1995), Tourenq et Pomerol (1995), désignent le premier écoulement chenalisé d'un paléo-Allier-Loire-Seine dont la provenance du Massif central est attestée par la prédominance d'un minéral volcanique : l'augite, souvent aciculaire ou denticulée. Dans le bassin de l'Allier, la nappe Ft qu'il a laissée est datée de 1,75 Ma par Pastre (1987). Jalonné par de minces placages alluviaux, le tracé du paléocours est facile à suivre de la Grande Limagne d'Auvergne à la région de Briare, par contre, plus en aval, l'incertitude prévaut, en raison de fluctuations rapides des teneurs en augite et d'une délimitation délicate du paléochenal au sein de plusieurs nappes détritiques. L'étude géomorphologique de l'interfluve Loire-Seine et l'analyse sédimentologique de nouveaux échantillons, prélevés à la faveur d'affleurements ou grâce aux sondages réalisés par la société Géocentre, montrent que le chenal à augite s'achevait dans une cuvette d'accumulation située au nord de Gien.

* Manuscrit reçu le 29 mai 1999, accepté le 16 septembre 1999.

(1) Géodynamique des milieux naturels et de l'environnement. Université de Paris XII-Val de Marne, 94010 Créteil Cedex.

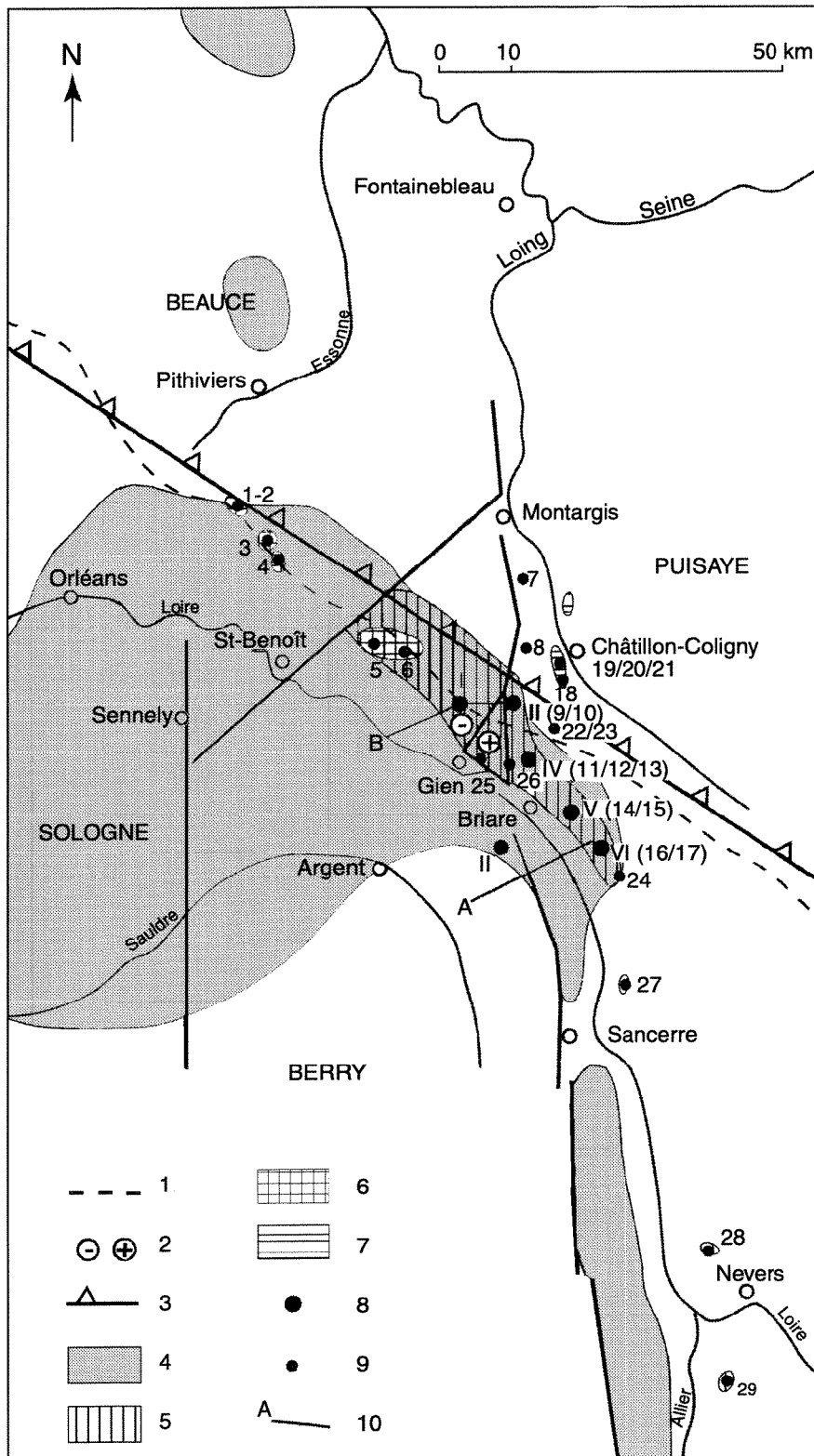


Fig. 1.- Carte de localisation.

1 : ligne de partage des eaux ; 2 : soulèvement postérieur à 1,75 Ma, centre de la cuvette d'accumulation de la formation à augite ; 3 : faille ou flexure ; 4 : extension des sables tertiaires (de Sologne, du Bourbonnais, de Châtillon et de Lozère) ; 5 : nappe du fleuve à augite ; 6 : cailloutis culminants ; 7 : terrasse du Loing ; 8 : forages (I : La Billerie, II : Le Chênay, III : S La Bussière, IV : La Maison Mallet, V : La Rive des Bois, VI : W La Boisotte) ; 9 : échantillon analysé ; 10 : tracé des coupes A et B de la figure 2.

Fig. 1.- Location map.

1: Drainage divide; 2: uplift, subsidence; 3: fault or flexure; 4: Sologne, Bourbonnais, Châtillon and Lozère sands; 5: augite river sheet alluvium; 6: upper gravels; 7: Loing terrace; 8: drill holes (I: La Billerie, II: Le Chênay, III: S La Bussière, IV: La Maison Mallet, V: La Rive des Bois, VI: W La Boisotte); 9: analysed sample; 10: cross-sections A and B of Fig. 2.

Les données géomorphologiques et sédimentologiques

Aux confins de la Beauce, de la Sologne et de la Puisaye, la ligne de partage des eaux entre les bassins de la Seine et de la Loire suit une direction NW-SE et passe à moins de 10 km de la Loire dans la région de Gien (fig. 1). L'interfluve présente un ensellement qui ne dépasse pas 170 m d'altitude alors que de part et d'autre les buttes du nord de Gien atteignent 188 m et les collines de la bordure de la Puisaye excèdent les 200 m. Cette topographie peut faire envisager des échanges entre les deux bassins, d'autant plus que l'interfluve est constitué de formations détritiques provenant de la Loire. On trouve en effet plusieurs accumulations à dominante sableuse : la formation des sables de Sologne se développe surtout à l'ouest de Gien, celle des sables du Bourbonnais et la nappe du fleuve à augite suivent la Loire actuelle et entrent en contact avec les sables de Châtillon qui se distinguent mal des sables de Sologne. Au nord-ouest de Briare, l'ensellement se termine par l'escarpement d'orientation méridienne, de 20 m de commandement, limitant le plateau de Gien qui dépasse 180 m d'altitude. Cet abrupt se prolonge au sud de la Loire et s'amplifie dans la région de Sancerre.

Les sondages I à VI localisés sur la figure 1 et les coupes A, B, C et D des figures 2 et 3 montrent que la nappe à augite qui est emboîtée dans les formations de Sologne et du Bourbonnais présente une épaisseur croissante vers l'aval. L'identification de cette nappe est assurée par la détermination des minéraux lourds (tabl. 2).

- Situé au nord de Gien, sur une butte servant de ligne de partage des eaux entre Loire et Seine, le forage de la Billerie (I) a traversé 34 m de formations détritiques avant d'atteindre le calcaire lacustre tertiaire (Pasquiou, 1994). Les échantillons analysés par Etienne révèlent que les 18 premiers mètres renferment un cortège volcanique identique à celui de la nappe du fleuve à augite et que les 12 m suivants contiennent des quartz de ponces typiques des sables du Bourbonnais. Les argiles inférieures pourraient appartenir aux sables de Sologne, car elles sont dépourvues d'éléments volcaniques et riches en feld-

N° éch	Lieu-dit	Carte 1/50 000	Coordonnées	Altitude	Profondeur	Lithologie
1	Châtillon	Bellegarde-du-Loiret	594-338,5	168 m	0,80 m	Sables
2	Châtillon	Bellegarde-du-Loiret	594-338,5	168 m	1,80 m	Sables
3	Montvolant	Bellegarde-du-Loiret	597-333,5	170 m	1 m	Sables gris
4	Les Caillottes	Bellegarde-du-Loiret	597,6-332,5	170 m	1 m	Sables ocre-rouille
5	NE Carrefour d'Orléans	Châteauneuf/Loire	613,2-314,3	174 m	2 m	Sables
6	NE Carrefour d'Orléans	Châteauneuf/Loire	613,2-314,4	155 m	0,60 m	Sables
7	NW Pressigny-les-Pins	Montargis	321,5-629,7	118 m	2 m	Sables
8	E Les Bézards	Châtillon-Coligny	632,8-312,4	139 m	0,60 m	Sables argileux
9	S La Bussière	Châtillon-Coligny	630,5-303,8	169 m	1 m	Sables
10	S La Bussière	Châtillon-Coligny	630,5-303,8	169 m	3 m	Sables
11	La Maison Mallet	Gien	630,3-297,7	165,6 m	2 m	Sables argileux
12	La Maison Mallet	Gien	630,3-297,7	165,6 m	5 m	Sables argileux
13	La Maison Mallet	Gien	630,3-297,7	165,6 m	8 m	Sables argileux
14	La Rive des Bois	Gien	636,2-290,3	175,2 m	2 m	Sables
15	La Rive des Bois	Gien	636,2-290,3	175,2 m	4 m	Sables
16	W La Boisotte	Gien	639,8-286,9	184 m	2 m	Sables
17	W La Boisotte	Gien	639,8-286,9	184 m	3 m	Sables
18	Maltaverne	Châtillon-Coligny	637,3-312	142 m	5 m	Sables
19	Maltaverne	Châtillon-Coligny	637-313	140 m	6 m	Sables
20	Maltaverne	Châtillon-Coligny	637-313	140 m	4 m	Sables
21	Maltaverne	Châtillon-Coligny	637-313	140 m	1 m	Sables
22	NE Escrignelles	Châtillon-Coligny	637,4-302,5	170 m	0,40 m	Sables argileux
23	NW Escrignelles	Châtillon-Coligny	625-303,4	175 m	0,40 m	Sables argileux
24	W Vaupy	Gien	639,5-284,8	170 m	0,60 m	Sables
25	La Crépinière	Gien	624,9-297,7	178 m	0,60 m	Sables
26	La Forêt	Gien	628,5-297	180 m	1 m	Sables
27	La Bohême	Cosne-sur-Loire	647,3-263,5	200 m	0,60 m	Sables
28	La Brosse	Nevers	662,7-227,8	236 m	0,60 m	Sables
29	Gimouille	Sancoins	657,7-214,4	225 m	0,60 m	Sables
30	Vendègre	Maringues	681-108,3	385 m	0,80 m	Graves
31	Saint-Bonnet-ès-Allier	Thiers	671,3-83,2	426 m	1 m	Graves

Tabl. 1.- Localisation et lithologie des échantillons étudiés.

Table 1.- Location and lithology of the studied samples.

spaths. La forte épaisseur de la formation supérieure riche en augite témoigne d'une accumulation dans une cuvette subsidente située au nord de Gien.

- Plus au sud, les sondages réalisés pour la construction de l'autoroute A 67 indiquent que la nappe du fleuve à augite, moins épaisse, s'encaisse tantôt dans les sables de Sologne, tantôt dans ceux du Bourbonnais. Le sondage IV, situé à La Maison Mallet, au nord de Briare, à 165 m d'altitude, témoigne du ravinement de la nappe du fleuve à augite (éch. 11 à 2 m de profondeur) dans les sables du Bourbonnais (éch. 12 à 5 m de profondeur et 13 à 8 m de profondeur) qui dépassent 6 m d'épaisseur. Au sud-est de Briare, à La Rive des Bois, à 175 m d'altitude, le sondage V révèle que la nappe du fleuve à augite (éch. 14 à 2 m de profondeur) s'emboîte dans les sables de Sologne (éch. 15 à 4 m de profondeur).

Si la nappe du fleuve à augite correspond pour l'essentiel à la terrasse de 60 m d'altitude relative par rapport à la Loire actuelle, bien décrite par Chaput (1917), elle s'abaisse toutefois à 40 m d'altitude relative entre Bonny et la faille de Sancerre (fig. 3). Les coupes C et D souli-

gnent que les nappes détritiques anciennes, y compris celle du fleuve à augite, sont dénivelées par le soulèvement du petit horst triangulaire situé à l'est de Gien et par la probable flexure NW-SE passant au nord d'Escrignelles. Entre La Bussière et Briare, la topographie de la nappe du fleuve à augite présente une légère pente vers le sud.

Vers le nord-ouest, le pourcentage d'éléments volcaniques diminue très rapidement et l'augite disparaît brutalement au sein des « cailloutis culminants », au nord-ouest de la butte du Carrefour d'Orléans (tabl. 2, éch. 1, 2, 3, 4). En revanche, au nord de l'abrupt proche de la ligne de partage des eaux entre les bassins de la Seine et de la Loire, environ 40 m en contrebas de la nappe du fleuve à augite, on retrouve de forts pourcentages d'augite dans la partie inférieure de la nappe alluviale ancienne du Loing (18), dans les dépôts de Pressigny-les-Pins (7) mais également au sommet de la molasse du Gâtinais, à l'est des Bézards (8). Plus en aval, Tourenq et Pomerol (1995) signalent de l'augite en très faible quantité dans les hautes terrasses de la Seine.

Les implications paléogéographiques

Ces données tendent à prouver que le fleuve à augite débouchait à partir de Briare dans une cuvette subsidente où il déposait des alluvions sableuses, mieux classées que celles situées plus en amont, comme au sud et au nord de Nevers. Un rejeu de la faille de Saint-Benoît-sur-Loire (Debrand-Passard *et al.*, 1998) pourrait rendre compte de l'arrêt brutal des augites vers le nord-ouest. L'écoulement direct vers la Seine, décrit par Tourenq (1972), Tourenq et Pomerol (1995) et Debrand-Passard (1995), aurait probablement laissé des témoins plus riches en augite que ceux observés dans le bassin de la Seine. La dilution dans le matériau remanié des sables tertiaires (Pasquiou, 1995) est peu probable car les alluvions de la nappe Ft traversent la cuvette bourbonnaise, en conservant des taux d'augite supérieurs à 50 % dans la région de Nevers (tabl. 2, éch. 28 et 29). Par contre, l'hypothèse de Germaneau (1971) et Germaneau *et al.* (1972) d'un stock détritique réalisé sur les hauteurs séparant Gien et Montargis est plus proche des faits. Cependant, cette sédimentation n'est pas

Formation	N° Ech.	Zircon	Tourmaline	Monazite	Corindon	Rutile	Brookite	Anatase	Grenat	Andalousite	Sillimanite	Staurotide	Disthène	Epidote	Hornbl verte	Hornbl brune	Augite	Orthopyrox	Sphère	Olivine	Zircon volcanique	Piéonaste	Quartz de poceos	Feldsp
SS	10	60	10	3		1			1	2	2	16	2	2										19
	15	67	10	1		3		1		6	1	9	1	1								1		
	32	23	4			2		1	1	15	2	19	2	1	1									25
SB	9	38	13	1		2	1		2	8	2	25	1	2		2	2						*	23
	12	59	17	4		1			2	4	1	7	1			2	1						*	20
	13	61	11	2		3		1		5	2	11	2					1				1	*	22
	30	27	4			2			2	10	2	16	2		5	2	2	1						21
CC	1	26	24	1		2	1			7	1	28	8						1					19
	2	47	16	1		1				9	3	18	1	1							*			24
	3	26	16			1			1	15	2	34	3						1					14
	4	53	17	2		1				3	1	17	3							1				12
FA	5*	28	17	2					2	5		17				5	19		1					
	6*	11	10	2					3	3		10			29	3	25		1					
	11	31	4	1		2			4	4	1	26	3	1		2	20	2	1	1	*			15
	14	55	3			5			4	3	1	5	4	2	3	2	11	2	1					8
	16	10	5	2					8	4	1	18	5			6	35	6						17
	17	31	6	1		3			8	4	4	14	3	2	8	3	6	3	3					14
	22	33	15	1		4			5	9	2	13	3		1	5	6	2	1		*			6
	23	28	17			5			3	7	3	17	1	2	3	2	8	3	1					9
	24	4	1					1	4	1	1	1				1	6	73	3	5				14
	25*	15	10	3					6	1	1	12	2		6	7	29		1					
	27*	6	6	2					4	3		11			46	2	7		2					
	28*	1	3	1					5	5		3			17	3	46		3	3				
	29*								1							5	54							38
	30*	1							1	1					1	6	72		2	1				
31*	1	1													40	35		18						
NR	21	8	2		4			4	5	2	14	3	2	13	3	18	13	2	6					12
	7*	20	26	2				8	7		12			2	5	9			3					
	8	13	6		2	1		9	2	1	3	2		3	3	47	7	1	1					17
	18*	3	5	1				8	3		8				1	6	62		1	1				
TL	12	12						8	4		8			2	5	39			2					
	19	17	21		1					11	2	43	4		2									9
	21	14	25	1	1	1		1		14	2	35	4	1										11
	15	23	1	1	1		1		12,5	2	39	4	1	2									10	

Tabl. 2.- Composition en minéraux lourds et teneur en feldspaths des échantillons localisés sur la figure 1 et le tableau 1. Les échantillons avec astérisque ont été analysés par H. Pelletier, Laboratoire de Géologie de Clermont Ferrand, les autres l'ont été par R. Etienne, Laboratoire rhodanien de Géomorphologie. S S : sables de Sologne ; S B : sables du Bourbonnais ; C C : cailloutis culminants ; F A : nappe du fleuve à augite ; N R : dépôts remaniés ; T L : terrasse du Loing.

Table 2.- Heavy minerals and feldspar composition of the detrital sheets (samples locations on Fig. 1 and in Table 1). S S : Sologne sands; S B : Bourbonnais sands; C C : upper gravels; F A : augite river sheet alluvium; N R : reworked deposits; T L : Loing terrace.

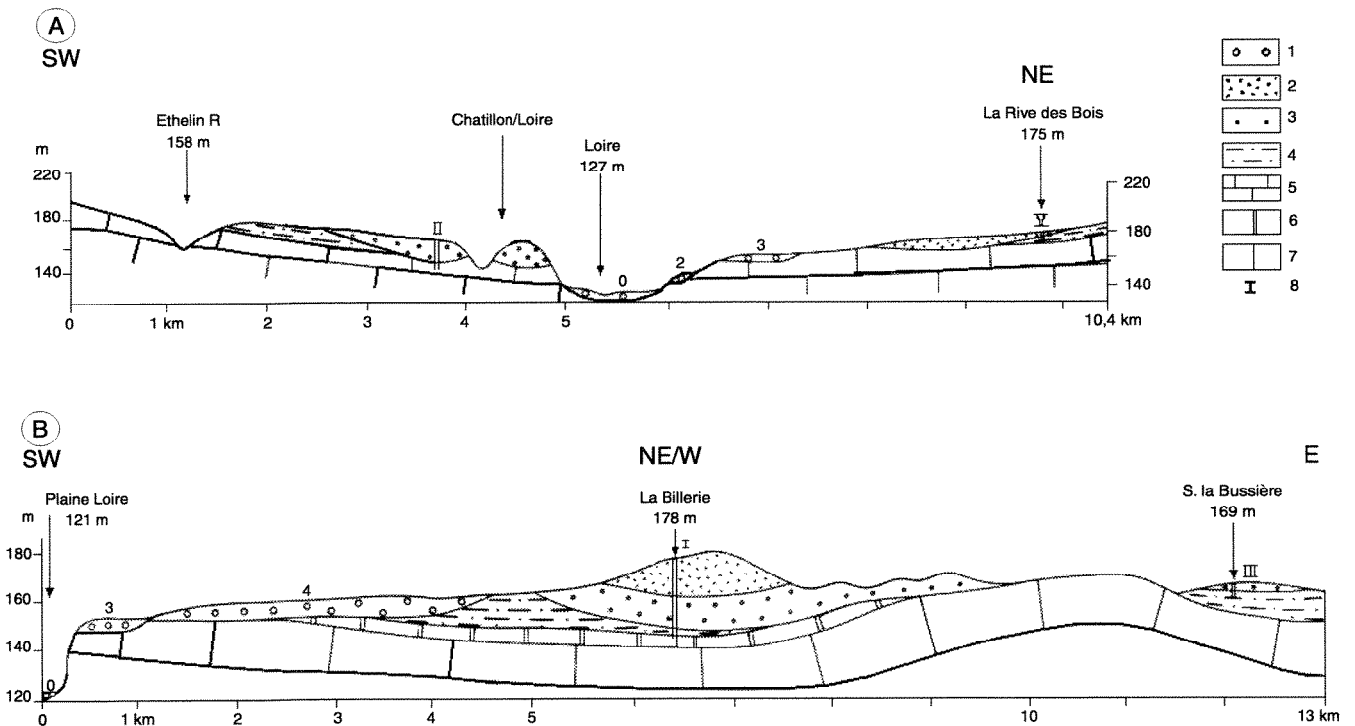


Fig. 2.- Coupes transversales aux nappes détritiques de la Loire. A : au droit de Châtillon-sur-Loire. B : au nord de Gien, recoupant la ligne de partage des eaux Loire-Seine. 1 : alluvions quaternaires (0 : plaine alluviale, 2 : moyenne terrasse, 3 : haute terrasse, nappe de Dampierre, 4 : nappe de Cerdon) ; 2 : nappe du fleuve à augite ; 3 : nappe des sables du Bourbonnais ; 4 : nappe des sables de Sologne ; 5 : substrat éocène et crétacé ; 6 : calcaire lacustre tertiaire ; 7 : calcaire crétacé ; 8 : sondage.

Fig. 2.- Geological sections: A: near Châtillon-sur-Loire. B: near Gien, across the Loire-Seine drainage divide. 1: Quaternary alluvium (0: alluvial plain, 2: middle terrace, 3: Dampierre high terrace, 4: Cerdon sheet); 2: augite river sheet alluvium; 3: Bourbonnais sands sheet; 4: Sologne sands sheet; 5: Eocene and Cretaceous basement; 6: Tertiary lacustrine limestone; 7: Cretaceous limestone; 8: drill hole.

« villafranchienne » comme l'affirment les auteurs précédents, mais date du Pléistocène inférieur (1,75 Ma). Au nord-ouest, les alluvions dépourvues d'augite des « cailloutis culminants » sont probablement un peu plus récentes. En effet, les analyses palynologiques effectuées sur ces cailloutis culminants de la Forêt d'Orléans par G. Farjanel du BRGM (notice de la carte de Bellegarde-en-Loiret, 1984) confortent cette hypothèse car aucun pollen caractéristique du Miocène ou du Pliocène n'a été décelé. La position topographique actuelle de ces alluvions implique, depuis leur mise en place en fond de vallée, un déblaiement considérable de matériaux surtout au nord où elles dominent le plateau de Beauce d'une cinquantaine de mètres, à moins que la tectonique n'explique une partie de cette dénivellation. Le système de pédimentation exposé par Freydet *et al.* (1989) ne peut être retenu à partir du moment où les « cailloutis culminants » ne sont plus considérés comme miocènes. Au nord de l'accumulation, la position anormalement basse des dépôts riches en augite suppose, soit une dénivellation d'origine tectonique de 40 m, soit un remaniement des dépôts par les affluents de la Seine. Cette dernière hypothèse est étayée par la faible altération du matériel qui est également plus grossier et plus épais, et par la présence d'une coulée de solifluction interstratifiée dans les alluvions de Pressigny-les-Pins (Larue, 1979).

Le basculement définitif de la Loire vers l'ouest ne peut s'expliquer que par des déformations tectoniques postérieures à la mise en place de la nappe du fleuve à augite. Au basculement vers le sud de la surface d'érosion jalonnée par les sables de Lozère, montré par Freydet *et al.* (1989), il faut ajouter le soulèvement du môle de Gien et de la Forêt d'Orléans qui interrompt l'écoulement vers le nord, déjà ralenti par la subsidence précédente, et contraint la Loire à trouver une voie plus au sud, près d'Argent-sur-Sauldre (Pasquiou, 1995). Une flexure majeure semble se dessiner depuis la partie amont de la vallée du Loing au sud-est jusqu'à la vallée de l'Eure au nord-ouest (fig. 1 et 3). Ce soulèvement favorise l'ablation des dépôts détritiques par les affluents conquérants de la Seine qui transportent une partie des matériaux des nappes des sables du Bourbonnais et surtout du fleuve à augite, expliquant ainsi la

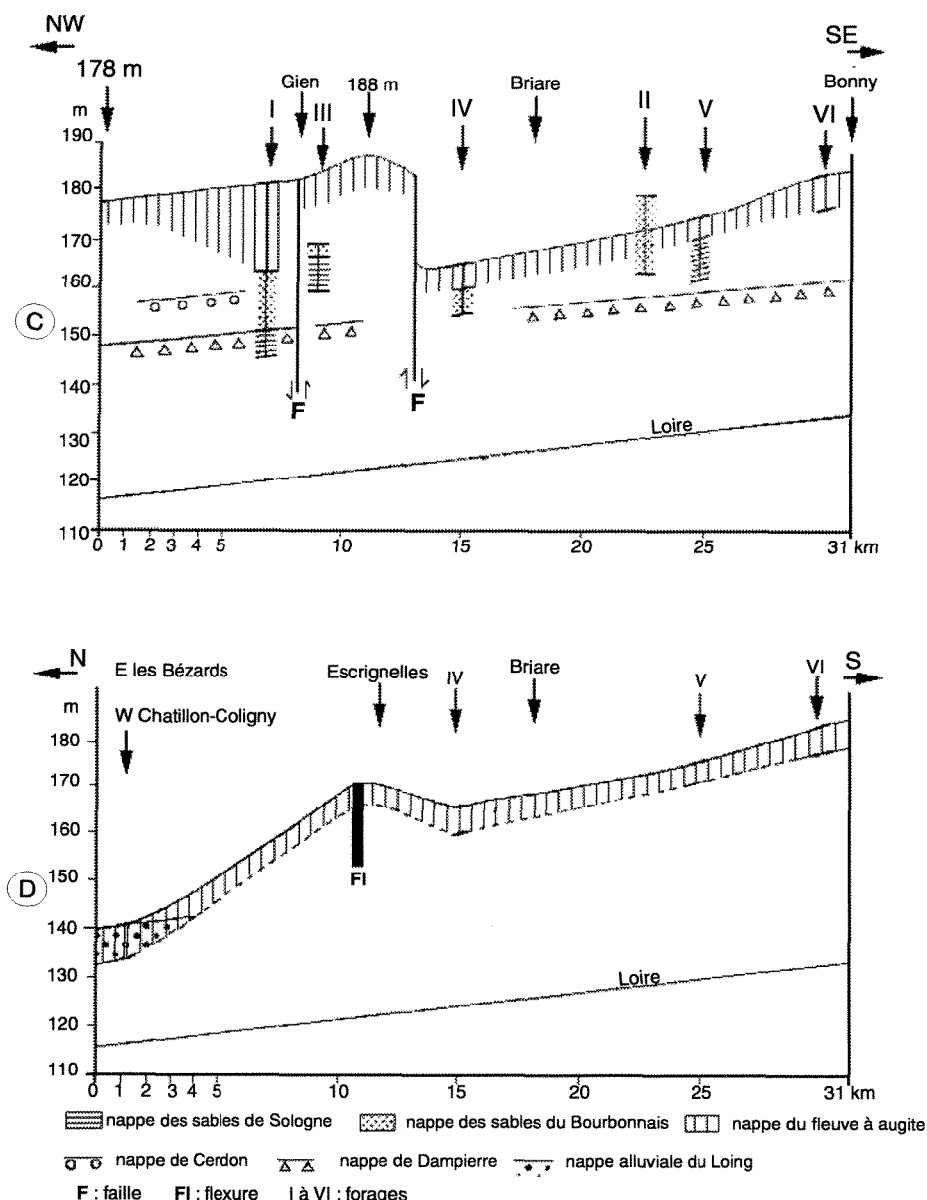


Fig. 3.- Profils longitudinaux de la Loire et des nappes détritiques anciennes dans la région de Gien. C : selon un axe NW-SE. D : selon un axe N-S.

Fig. 3.- Longitudinal profiles of the Loire and the old detrital sheets in the Gien district. C: NW-SE. D: N-S.

présence d'augite, 40 m en contrebas dans les terrasses du Loing et de ses affluents, et dans la vallée de la Seine. Dans la région de Châtillon-Coligny, la terrasse de 20 m d'altitude relative par rapport au Loing actuel présente une pente longitudinale inférieure à celle de la plaine alluviale, alors que les nappes d'origine périglaciaire ont en général une pente supérieure à celle des cours actuels (Larue, 1979). Cette situation plaide en faveur de déformations tectoniques postérieures à l'accumulation de cette nappe qui, de par son degré d'altération, pourrait dater du Saalien. Debrand-Passard *et al.* (1998) signalent le rejeu des

accidents régionaux : failles de Sennely et de Saint-Benoît-sur-Loire. La comparaison des nivellements NGF (1884-1900) et IGN (1964-1985), réalisée par Delfau et Lenôtre (1992) démontre la poursuite actuelle de ces mouvements verticaux, à savoir un très lent soulèvement de la Sologne et une subsidence plus forte pour la Touraine, la région de Montargis et le Sancerrois.

Conclusion

Au Pléistocène inférieur, l'organisation hydrographique dépend plus de la tectonique que des fluctuations climatiques.

L'encaissement des vallées ne devient important qu'après le basculement de la Loire vers l'Atlantique. Même si Macaire (1984) a souligné que dans le sud-ouest du Bassin de Paris il existait moins de niveaux de terrasses que de cycles climatiques, il

est difficile d'imaginer une liaison Loire-Seine jusqu'au Quaternaire récent, comme le suggèrent Tourenq et Pomerol (1995). On ne trouve aucun témoignage morphologique d'un tel écoulement entre Briare et Montargis. Les augites des alluvions de la

Seine proviennent de remaniements, à partir du stock accumulé par le fleuve à augite au nord de Gien, et pour les alluvions récentes à partir des retombées éoliennes holocènes riches en minéraux volcaniques (Etienne et Larue, 1996).

Références

- Cavelier C., Clozier L., Debrand-Passard S., Pomerol C., Tourenq J. (1993) - Les écoulements fluviaux successifs issus du Massif central dans le Bassin parisien, tributaires de l'Atlantique ou de la Manche au Néogène-Pléistocène : relations avec la tectonique. Colloque Géologie de la France, SGF, BRGM, Paris.
- Chaput E. (1917) - Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents. *Ann. Univ. Lyon*, nouv. série, I, 41, 303 p.
- Debrand-Passard S. (1995) - Histoire géologique résumée du sud du Bassin parisien. *Bull. Inf. Géol. Bassin de Paris*, 32, 3, 15-25.
- Debrand-Passard S., Macaire J.J., Clozier L., Fleury R. (1998) - Particularités de l'évolution du système fluvial solognot dans le bassin de la Loire au Quaternaire. Corrélations possibles. *Géologie de la France*, 2, 55-68.
- Delfau M., Lenôtre N. (1992) - Mouvements verticaux actuels dans le Massif central et le sud du Bassin parisien. Comparaisons de nivellements. Rapport BRGM R 35 411 SGN/GEO 92, 35 p.
- Etienne R., Larue J.P. (1996) - Mise en évidence d'une troisième source de clinopyroxènes dans les alluvions de la Seine et de ses affluents méridionaux. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 323, (2a), 849-854.
- Freytet P., Dewolf Y., Joly F., Plet A. (1989) - L'évolution de la section Loire-Loing-Seine à la fin du Tertiaire. Réinterprétation géomorphologique des relations entre les Sables de Sologne et ceux de Lozère. Signification du complexe alluvial de la Montagne de Trin. *Bull. Inf. Géol. Bassin de Paris*, 26, 2, 49-57.
- Germaneau J. (1971) - Remarques sur la présence d'augites du Massif central entre Seine et Loire. *C.R. som. Soc. Géol. Fr.*, n° 8, 269.
- Germaneau J., Giresse P., Pelletier H. (1972) - Les apports volcaniques en Seine et Manche centrale. *Mém. BRGM, Fr.*, n° 79, 257-262.
- Larue J.P. (1979) - Les nappes alluviales de la Loire et de ses affluents dans le Massif central et dans le sud du Bassin parisien : étude géomorphologique. Thèse d'Etat Géographie, Clermont II, multigraphiée, 543 p.
- Macaire J.J. (1984) - Les vallées et formations alluviales plio-quaternaires dans le sud et le sud-ouest du Bassin de Paris : genèse et signification dynamique. *Bull. A.F.E.Q.*, 1-2-3, 37-40.
- Pasquiou X. (1994) - Les décharges détritiques sableuses tertiaires et quaternaires dans la région de Gien. *Mém. Maîtrise, Lyon II*, 177 p.
- Pasquiou X. (1995) - Etude des flux détritiques sableux tertiaires et quaternaires dans la région de Gien. *Bull. Lab. Rhodanien de Géomorphologie*, 33-34, 35-49.
- Pastre J.F. (1987) - Les formations plio-quaternaires du Bassin de l'Allier et le volcanisme régional (Massif central, France). Thèse Sciences, Paris VI.
- Tourenq J. (1972) - L'augite, indicateur stratigraphique et paléogéographique des épandages détritiques en provenance du Massif Central au Cénozoïque. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, Paris, 275, 9-12.
- Tourenq J., Pomerol C. (1995) - Mise en évidence, par la présence d'augite du Massif central, de l'existence d'une pré-Loire-pré-Seine coulant vers la Manche au Pléistocène. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, Paris, 320, (2a), 1163-1169.