



HAL
open science

Les alluvions de la plaine du Forez : l'intérêt de la recherche morphologique

Alain Le Griel

► **To cite this version:**

Alain Le Griel. Les alluvions de la plaine du Forez : l'intérêt de la recherche morphologique. Loire et l'aménagement ligérien, Oct 1978, France. pp. 163-176. halshs-00773178

HAL Id: halshs-00773178

<https://shs.hal.science/halshs-00773178>

Submitted on 11 Jan 2013

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.

LES ALLUVIONS DE LA PLAINE DU FOREZ :

L'INTERET DE LA RECHERCHE MORPHOLOGIQUE

par A. LE GRIEL

L'hydrologie est la discipline la plus indispensable à la connaissance du milieu naturel d'un bassin-versant puisqu'elle permet d'appréhender son élément majeur : l'eau courante. Elle n'est pas, cependant, le seul aspect de la géographie physique à servir aux responsables de l'aménagement. En prenant l'exemple de la Loire Forézienne, notre propos va essayer de démontrer l'intérêt de la recherche géomorphologique pour les activités humaines.

Les terrasses alluviales qui accompagnent le lit majeur des principaux cours d'eau ont toujours attiré les hommes. Ceux-ci ont apprécié la qualité d'un espace de circulation particulièrement aisé, proche de l'eau, mais à l'abri des crues. Ils ont ainsi choisi ce site pour établir nombre de leurs villes. A ce stade d'utilisation, la notion de terrasse restait assez primaire : toute surface plane perchée au-dessus du lit majeur pouvait convenir. Aujourd'hui le recours à la géomorphologie est devenu indispensable car le besoin d'une délimitation très précise des terrasses s'est imposé avec l'exploitation du substratum alluvial qui les sous-tend. Les alluvions des rivières constituent pour notre monde moderne une double source de richesses : elles renferment une nappe phréatique dont elles assurent l'épuration dans un temps où les eaux de surface sont de plus en plus polluées, — elles sont composées par des matériaux indispensables à la construction.

Dans un premier paragraphe nous illustrerons l'urgence des recherches sur les alluvions dans notre région ; dans un deuxième nous verrons les méthodes utilisées jusqu'à présent et la place que pourrait y tenir la géomorphologie.

I. — DES RESSOURCES INDISPENSABLES AUX ACTIVITES HUMAINES

Allongé du nord au sud le long du cours de la Loire, notre département semble avoir été délimité pour bénéficier des avantages offerts par le fleuve. Possédant montagnes et plaines, c'est-à-dire une topographie qui permet à la fois une bonne alimentation du bassin versant et le développement d'un système de terrasses, ce département apparaît donc comme privilégié pour tout ce qui concerne les alluvions ; il l'est peut-être par rapport à d'autres, mais une rapide étude va nous montrer que des problèmes risquent de se poser sous peu.

A. — L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE :

Si l'abondance des eaux est certainement pour une grande part à l'origine de l'essor économique de l'agglomération stéphanoise et de la mise en valeur récente de la plaine du Forez¹, toute réflexion prospective débouche sur une évidence : les disponibilités actuelles seront demain insuffisantes. Cette remarque doit être nuancée en soulignant que cette insuffisance se traduira moins en termes quantitatifs que qualitatifs : seule l'eau potable risque de soulever de véritables difficultés. En reprenant les chiffres avancés par plusieurs études², nous dresserons un tableau de ce qu'est et de ce que va devenir la consommation en eau du département de la Loire : au début des années 1970 les quantités utilisées se répartissaient ainsi par ordre d'importance : agriculture : 63 millions de mètres cubes par an, population : 46 millions, industrie : 35 millions. Soit en tout 144 millions de mètres cubes ou un débit continu moyen de 4,5 mètres cubes par seconde. On estime que les exigences de l'an 2000, avec l'augmentation de la consommation par habitant et celle du nombre des consommateurs, se situeront aux alentours de 250 millions de mètres cubes : 117 millions de

1. Le canal du Forez a permis l'irrigation des cultures pendant la période estivale, période de déficit en eau pour la végétation.

2. *Connaissance de la Loire*, numéro consacré à l'eau, juillet 1972. Rapport sur l'alimentation en eau potable des collectivités publiques présenté devant le Conseil départemental de l'hygiène par R. Castex, directeur départemental de l'agriculture, septembre 1974.

Étude sur le fleuve Loire réalisée par la Direction Départementale de l'Équipement (Service des Infrastructures), 1975.

mètres cubes pour la population, 90 millions pour l'industrie et 45 millions pour l'agriculture. Ces derniers chiffres représentent un débit continu de près de 8 mètres cubes/seconde, ce qui est supérieur au débit d'étiage de la Loire certaines années !

Si plus de la moitié de ces quantités, presque la totalité de l'eau nécessaire aux activités industrielles et agricoles, peut être prélevée soit au « fil de l'eau » sur la Loire ou ses affluents, soit dans les retenues existantes ou en projet³, toutes les eaux destinées à la population doivent répondre aux normes de l'hygiène et ne peuvent être utilisées, au moins directement, à partir des eaux de surface.

L'eau potable provient de trois origines différentes :

- les sources, surtout utilisées en montagne, qui ont un débit faible limitant leur utilisation ;
- les eaux de surface qui se rangent elles-mêmes en deux catégories :
 - les eaux de bassin versant amont, rassemblées dans des barrages-réservoirs de dimensions modestes et assez bien protégés contre la pollution ; légèrement traitées elles sont propres à la consommation, mais elles constituent des ressources d'un coût élevé ;
 - les eaux de rivière, celles que nous avons évoquées pour les utilisations agricoles et industrielles. Elles présentent un danger de pollution qui risque de s'accroître avec le temps. Si cette pollution est aujourd'hui « naturelle » — elle correspond aux périodes d'étiage très prononcé, le faible débit ne permettant plus au cours d'eau de « s'auto-épurer » — elle risque de s'accroître avec le développement des activités humaines. Au dire même des hygiénistes, il est impossible, dans l'état actuel des connaissances, d'éliminer tous les produits nocifs rejetés de façon permanente ou accidentelle et cela malgré les stations d'épuration. Avec ce dernier procédé, seule l'élimination des matières organiques est satisfaisante, les produits chimiques, les détergents, les hydrocarbures, les sels métalliques demeurent dans l'eau dans une proportion qui pourrait devenir inquiétante. Dans de telles conditions, les meilleures sources d'alimentation en eau potable sont constituées par la troisième origine possible :

3. On ne peut manquer d'évoquer à ce propos les très importants aménagements envisagés pour régulariser le cours de la Loire en écrétant les crues et en soutenant les étiages. Trois barrages ont été prévus : La Serre de la Fare (160 millions de m³) ; Cublaze sur le Lignon vellave (150 millions de m³) ; Villerest (250 millions de m³).

— les nappes phréatiques. Elles bénéficient d'une épuration remarquable grâce au rôle de filtre joué par le substratum qui les contient ; elles sont surtout importantes dans un matériel poreux comme les alluvions. Les dépôts dans lesquels s'inscrit le lit majeur des cours d'eau, contiennent fréquemment des volumes d'eau supérieurs à leur propre cubage !

Lorsque l'épaisseur des nappes alluviales est très importante comme dans le cas des fleuves issus de la haute montagne, on dispose d'un moyen idéal d'alimentation en eau potable. Dans la vallée du Rhône, par exemple, les alluvions aquifères qui ont au moins une quinzaine de mètres d'épaisseur procurent une eau de bonne qualité à des puits dont le débit horaire varie entre 100 et 500 mètres cubes. En estimant aujourd'hui, comme le font la plupart des statistiques, les besoins à environ 350 litres par personne et par jour (tous les besoins, y compris agricoles et industriels, étant confondus) on constate qu'une telle nappe phréatique peut largement servir à la desserte d'importantes concentrations urbaines.

Certes, la Loire forézienne n'est pas le Rhône : les dépôts qu'elle a accumulés dans les fossés qu'elle traverse, sont loins de correspondre à ceux de l'avant-pays alpin. Le recours à sa nappe phréatique s'est pourtant déjà révélé intéressant pour l'alimentation des collectivités de moyenne importance de la plaine du Forez et du Roannais. De nombreux captages ont, en effet, été implantés dans les alluvions de la basse vallée. Celles-ci ont une épaisseur variant entre quatre et six mètres au plus, les puits qui s'y trouvent ont des débits horaires maximums compris entre 10 et 50 mètres cubes. Actuellement la nappe du lit majeur est utilisée aux limites de ses possibilités. Elle est par ailleurs menacée par l'exploitation des sables et des graviers dont nous parlerons plus loin. Ces deux raisons ont fait que l'administration — la Direction Départementale de l'Agriculture — a entrepris des études sur d'autres gisements d'alluvions susceptibles de contenir de l'eau potable. Certaines communes rurales — Bellegarde-en-Forez et Saint-André-le-Puy — sont alimentées par des forages qui y ont été aménagés. Plus colmatés que les alluvions récentes, donc moins perméables, mais par contre plus étendus dans l'espace, les dépôts qui jalonnent les terrasses pourraient constituer un réservoir d'eau potable de qualité. Pour cela, ils méritent déjà des recherches précises.

B. — LES SABLES ET LES GRAVIERS :

Si le problème des ressources en eau préoccupe à juste titre administrateurs et techniciens locaux, une seconde question, mettant en

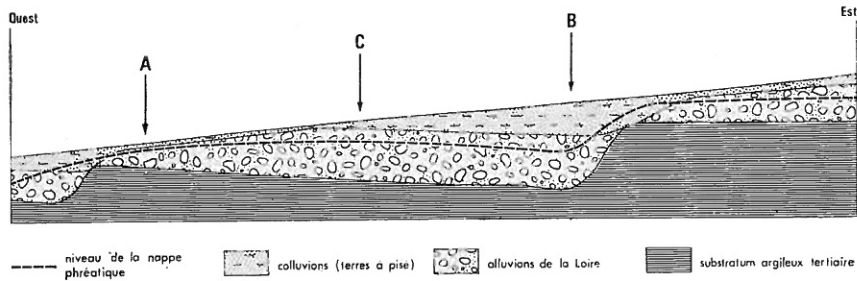


Fig. 1. — Disposition des alluvions et sondage électrique

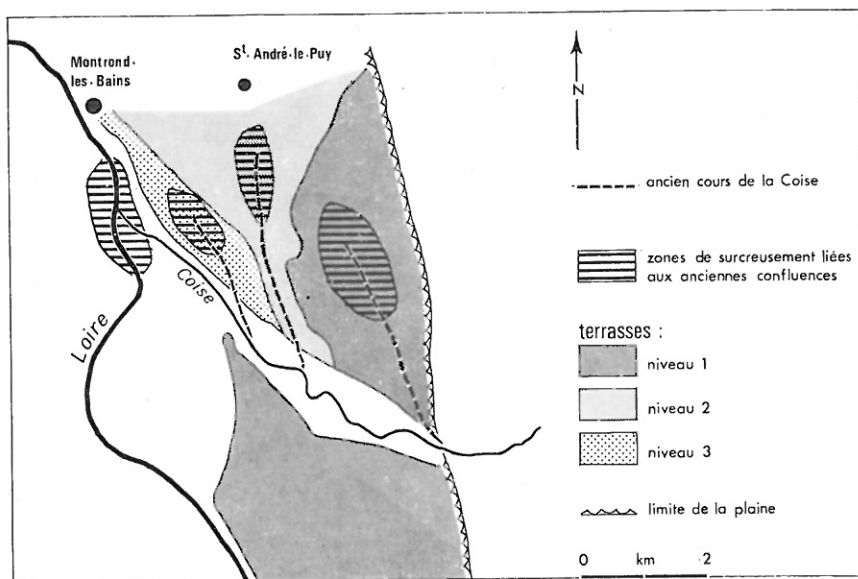


Fig. 2. — Phénomènes de surcreusement dans les alluvions de la Loire

jeu des problèmes économiques importants retient l'attention des mêmes protagonistes : celle de la collecte des sables et des graviers.

Eléments de base des équipements modernes (constructions de toute nature mais aussi travaux de terrassement), les sables et les graviers, matériaux pondéreux, sont naturellement recherchés, pour une question de prix de revient, à proximité la plus immédiate possible de leur lieu de mise en œuvre.

Pour la région stéphanoise, deux sources de provenance ont été utilisées jusqu'ici en part à peu près égale : les graviers rhodaniens de la région de Givors et ceux des bords de la Loire, principalement exploités dans le secteur Andrézieux-Bouthéon - Montrond-les-Bains. Dans cette dernière zone, la plus intéressante pour Saint-Etienne, l'exploitation s'est faite au long des berges, là où les décapages nécessaires en même temps que l'importance de la couche des graviers sableux semblaient rendre l'extraction la plus rentable. Cela s'est traduit au début des années 70 par l'apparition d'un premier problème : l'accroissement de la demande à la fin de la précédente décade a entraîné une utilisation anarchique des sols ; creusés d'excavations profondes de trois ou quatre mètres, ceux-ci ont été rendus impropres à toute autre activité par la présence de la nappe phréatique. Cette situation n'est pas originale, elle se retrouve partout en France où l'exploitation de ballastières est en cours. Elle devient cependant de plus en plus délicate avec l'augmentation des besoins ; elle oppose entre eux les gens qui tirent travail ou revenus des ballastières à ceux qui vivent de l'utilisation traditionnelle du sol ou qui désireraient trouver des paysages moins « lunaires » pour construire leur habitation. Devant ces difficultés les pouvoirs publics ont, dans un premier temps, limité l'ouverture de nouveaux chantiers en renforçant la législation en vigueur. Mais ils ont dû aussi se résoudre, devant l'urgence des besoins, à une analyse plus approfondie du problème. Des groupes d'étude ont été réunis par l'administration préfectorale de plusieurs départements ; il en a été ainsi dans la Loire. Une enquête portant sur la demande en gravier et sur les possibilités d'approvisionnement a été réalisée en 1974 ; voici ses conclusions très rapidement résumées :

Sur le plan des besoins, plusieurs hypothèses de consommation pour les trente dernières années du siècle ont été formulées à partir des données 1960-1970. La fourchette raisonnable a été estimée à 250-350 millions de tonnes pour l'ensemble du département, soit 200 à 280 millions de tonnes pour la région stéphanoise. En considérant la crise actuelle, c'est vraisemblablement le premier chiffre, le plus bas, qui doit être retenu. Si l'on rapproche ce chiffre de celui des ressources, on s'aperçoit de l'acuité du problème : l'ensemble des alluvions de la basse vallée de la Loire dans la plaine du Forez,

d'Andrézieux à Balbigny, a été évalué par les géologues du Bureau de Recherches Géologiques et Minières à 260 millions de tonnes ⁴.

Afin de pourvoir au ravitaillement en sables et graviers de l'agglomération stéphanoise, il faudrait donc transformer tout le lit majeur de la Loire en un véritable marécage, supprimer les meilleures terres agricoles du département et abandonner les ressources en eau potable de la nappe phréatique. Cette solution est évidemment absurde et impossible à envisager. En respectant les contraintes minimales, les cubages encore disponibles dans la zone exploitée aujourd'hui, représenteraient en poids la moitié du chiffre précédent soit 150 millions de tonnes. Les besoins ne seraient alors couverts qu'aux trois-quarts et une trentaine de kilomètres carrés de marécages serait malgré tout créée.

On pourrait voir dans ces chiffres un bilan assez favorable en pensant que la différence entre besoins et ressources sera fournie par la deuxième source d'approvisionnement utilisée jusqu'ici : les sables et graviers du Rhône. Or, un raisonnement simple démontre que les exportations de la région de Givors vers Saint-Etienne ne dureront pas très longtemps. Elles sont actuellement permises par des conditions d'exploitation bien meilleures que dans le Forez — les nappes d'alluvions sont plus épaisses, ce qui compense le prix du transport — et surtout par le peu d'intérêt de Lyon pour un éventuel ravitaillement dans cette zone. La métropole Rhône-Alpes est à 25 kilomètres de Givors, elle préfère importer des graviers de l'est lyonnais beaucoup plus proche (moins de 20 kilomètres). Il est cependant certain qu'avec l'aménagement de sa banlieue et la création de villes-satellites, l'épuisement des gisements en cours d'exploitation, l'augmentation de ses propres besoins, Lyon sera amenée à concurrencer et à supplanter Saint-Etienne sur le marché de Givors. Dans dix ans au plus toute la production de ce secteur se fera au bénéfice de Lyon.

L'urgence de découvrir de nouvelles ressources a poussé les pouvoirs publics à prospecter dans l'espoir de reconnaître de nouveaux gisements. Une étude portant sur les alluvions anciennes de toute la plaine du Forez a été entreprise par le B.R.G.M. Dans ce domaine, comme dans celui déjà évoqué de l'eau potable, les alluvions anciennes constituent le plus sûr moyen d'approvisionnement pour demain ⁵.

4. Ce chiffre est particulièrement sûr car la nappe en question a été bien circonscrite ; en plus des ballastières actuelles, de nombreux sondages, dont ceux pour la recherche d'eau, l'ont traversée.

5. D'autres sources d'approvisionnement ont été envisagées, en particulier le concassage. Cette solution est peu rationnelle compte-tenu de son prix de revient et des techniques qu'elle met en œuvre.

II. — REMARQUES SUR LES METHODES D'ETUDES DES ALLUVIONS ANCIENNES

Sondées par les techniciens du Génie Rural et de l'équipement dans leur quête de l'eau potable, délimitées par les géologues du B.R.G.M. à la recherche des nappes de graviers, les alluvions anciennes des fleuves de France semblent avoir été suffisamment inventoriées dans le cadre des études « appliquées » pour que la recherche « fondamentale » présente le moindre intérêt.

Un tel point de vue paraît à priori logique ; c'est celui exprimé ouvertement par un bon nombre de responsables de l'administration. Nous voudrions tenter de démontrer l'erreur de ce raisonnement.

A. — RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET RECHERCHES PRATIQUES :

De quelles méthodes dispose-t-on pour réunir le maximum d'informations sur les alluvions anciennes ?

L'étude des dépôts fluviaux relève de deux sciences : la géologie et la géomorphologie. La première intervient dans la mesure où les alluvions font partie du sous-sol mais par tradition cette science s'est désintéressée des formations superficielles parmi lesquelles se rangent sans conteste les nappes alluviales. C'est donc essentiellement la géomorphologie — qu'elle soit pratiquée par des géologues ou des géographes ; que ceux-ci soient universitaires ou techniciens — qui s'en préoccupe. De fait, les alluvions sont étroitement liés aux replats qu'elles créent en s'accumulant et les critères topographiques rentrent pour une bonne part dans leur repérage.

Sur le plan scientifique, les méthodes d'étude des terrasses ont été mises au point récemment⁶. Ce retard s'explique par les graves erreurs que la géomorphologie a commises à ses débuts, son caractère trop dogmatique ayant abouti à des théories stérilisantes⁷. Le retour

6. Il est impossible de citer tous les auteurs qui ont contribué à la mise au point de ces méthodes, nous tenons simplement à rappeler ici que l'article de J. TRICART, *Méthodes d'étude des terrasses*, paru dans le bulletin de la Société Géologique de France en 1947 est historiquement le plus important.

7. La théorie de l'eustatisme qui met en relation les terrasses et les variations de niveau de la mer en est un excellent exemple pour la géomorphologie fluviale. Etablie au début du siècle par de Lamothe et Déperet, elle a empêché tout progrès jusqu'en 1950.

à l'observation, base des sciences naturelles, a permis la mise au point de l'analyse dynamique ; celle-ci est à l'origine du renouveau de la discipline. En effet, c'est grâce à la description minutieuse du comportement actuel des cours d'eau que l'on a découvert un certain nombre de règles auxquelles l'alluvionnement obéit. On doit d'ailleurs remarquer que la plupart de ces observations ont été réalisées à l'occasion de recherches pratiques. L'impérieuse nécessité de disposer d'importants moyens pour parvenir à des résultats dans l'étude de la dynamique et dans la reconnaissance du substratum explique ce fait. Le recours aux modèles réduits ou aux sondages représente des investissements élevés dont l'universitaire bénéficie rarement. Mais pour être utilisés avec une efficacité maximum, ces moyens réclament en contre-partie de la réflexion et une vision large des phénomènes ; ils doivent s'intégrer dans une étude synthétique puisqu'ils n'apportent que des informations ponctuelles. Les corrélations que l'on peut établir entre différents sondages pour essayer de reconstituer le plancher des nappes alluviales, donc les différentes étapes de l'action du fleuve, sont par exemple de première importance.

Il est possible d'affirmer sans crainte de se tromper que dix sondages sur lesquels on a réfléchi, en apprennent éventuellement plus qu'une centaine implantés de façon empirique.

La différence entre « techniciens » et « scientifiques » se situe à ce niveau : dans le cadre de leurs recherches tournées vers la satisfaction d'un besoin précis, les ingénieurs disposent de possibilités financières suffisantes. Mais, ayant pour seul but l'efficacité, presque la rentabilité, ils n'ont ni le recul, ni le temps nécessaire pour exploiter tous les renseignements fournis par leurs immenses moyens. Ils travaillent, par ailleurs, souvent « en parallèle » sans le savoir, ou en s'ignorant volontairement car appartenant à des administrations plus ou moins rivales. On aboutit ainsi à une sorte de gaspillage des moyens mis en œuvre.

Les différents travaux menés sur les alluvions de la plaine du Forez vont nous permettre d'illustrer ces remarques. Il convient d'abord de donner une idée de l'ampleur des différentes recherches pratiques entreprises. Justifié par l'importance des besoins soulignée dans le paragraphe précédent, un tel déploiement de personnel et de techniques laisse songeur l'universitaire.

En nous limitant à l'action des pouvoirs publics, les gisements d'alluvions ont été étudiés par, au moins, trois organismes différents.

— La Direction Départementale de l'Agriculture, disposant d'un crédit de plusieurs dizaines de millions de centimes, a fait pratiquer près d'une vingtaine de sondages mécaniques entre 1955 et 1975, pour la seule plaine du Forez.

— Agissant dans le cadre de la recherche des graviers, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières a utilisé une somme de trente mille francs en 1971 pour dresser une « ébauche cartographique des gisements probables d'alluvions dans le Forez », carte établie grâce à sa banque des données du sous-sol. D'autres crédits plus importants lui ont été attribués par la suite pour confirmer sur le terrain ce premier travail.

— Le Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de Lyon, enfin, a réalisé une étude sur le parcours de la future autoroute Saint-Etienne-Clermont-Ferrand ; celle-ci détermine la nature exacte du sous-sol et précise pour leur utilisation éventuelle l'extension et l'épaisseur des gisements alluviaux. Le sérieux de ce rapport apparaît dans la panoplie des techniques utilisées pour reconnaître le substratum ; elles vont du sondage sismique à l'emploi de la tarière à main. Les résultats de plus de cent cinquante sondages mécaniques et autant de sondages électriques y figurent. Le caractère le plus remarquable de ce travail réside cependant dans la volonté de son auteur de comprendre l'organisation des nappes alluviales sans se contenter de les décrire.

En regard de ces quelques études, la recherche scientifique sur les alluvions du Forez paraît bien « légère ». L'attitude souvent pleine de suspicion de l'ingénieur vis-à-vis du chercheur peut s'en trouver justifiée. Lorsqu'au début des années soixante, les techniciens se sont intéressés au Forez, ils disposaient pour les aider dans leurs investigations de deux ouvrages : les thèses de E. Chaput et P. Duclos, tous deux géologues de formation ⁸.

— Chaput s'est préoccupé exclusivement du problème des terrasses. Son travail qui date de 1917 est cependant très dépassé ; il se proposait à l'époque d'illustrer le schéma « imaginé » par son maître Deperet ⁷. Il distingue ainsi tout un système de replats jalonnés d'alluvions entre le cours actuel de la Loire et deux cents mètres d'altitude relative. Bien qu'il ait été en partie repris par la carte géologique au 1/80 000^e ce schéma est aujourd'hui abandonné ; plusieurs de ces niveaux n'existent pas.

— Ingénieur au Centre de l'Énergie Atomique, P. Duclos a soutenu et publié une thèse sur la géologie de la plaine en 1967. Devant l'importance des moyens dont il a bénéficié — toute la logis-

⁸. E. CHAPUT, *Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents*, Annales de l'Université de Lyon, 1917. P. DUCLOS, *Géologie et minéralisations uranifères de la plaine tertiaire du Forez*, Centre à l'Énergie Atomique, 1967.

tique du C.E.A. — on serait tenté de suivre ses conclusions. Or, on reste confondu devant son interprétation : les alluvions foréziennes sont pour lui des dépôts fluviaux tertiaires interstratifiés dans les argiles plastiques vertes, sédiments les plus récents de la plaine, qu'il date de la première moitié du Miocène. Si ces alluvions affleurent à des altitudes différentes, c'est par suite de mouvements tectoniques : elles auraient été dénivelées par des failles.

Les alluvions quaternaires se limiteraient à la seule vallée de la Loire.

Une telle vision est inacceptable ; la démonstration en est très facile à faire : les sables qui parsèment la rive droite de la Loire jusqu'aux plus hautes altitudes relatives, sont accompagnés par des galets de phonolite (jusqu'à 10 % du spectre pétrographique). Ces galets proviennent du bassin versant de la Loire supérieure dans lequel les sucus phonolitiques n'ont été mis en place qu'au Pliocène. On doit en conclure l'âge postérieur des alluvions. L'erreur commise par P. Duclos s'explique par l'inadaptation à l'étude des formations superficielles des moyens du C.E.A., destinés à reconnaître les couches profondes.

On comprend, en fonction de ces remarques, l'obligation pour les techniciens intéressés par les alluvions de reprendre toutes les données du problème, en se passant de l'avis des chercheurs qui avaient traité la question. Ce n'est pas pour autant que l'on doit condamner l'utilisation du raisonnement scientifique puisque, comme nous allons essayer de le montrer, des renseignements utiles peuvent être tirés d'une réflexion exhaustive.

B. — L'APPORT DE LA RECHERCHE MORPHOLOGIQUE... :

1° ... *Aux recherches d'eau potable :*

L'augmentation de la population des communes de la partie orientale de la plaine ayant poussé les collectivités locales à réclamer de nouveaux apports d'eau potable, les techniciens de la D.D.A. décidèrent de sonder les espaces plats qui s'étendent en rive droite de la Loire ; leurs essais furent au début timides car ils se trouvaient devant un problème : d'une part les archives indiquaient l'existence dans ce secteur de nombreux puits privés bien alimentés, mais d'autre part le document géologique le plus récent, une carte très précise accompagnant la thèse de Pierre Duclos, affirmait la présence d'un sous-sol très imperméable formé d'argiles plastiques. Comme la nature des sols

était en effet très argileuse⁹, ils furent eux-mêmes surpris par le résultat de leurs premières campagnes. Chaque fois ils pensèrent découvrir une nappe locale appartenant à une passée sablo-graveleuse de sédiments tertiaires. Ils procédèrent au « coup par coup » sans se soucier de trouver une logique d'ensemble ; le but uniquement pratique qu'ils s'étaient fixé ne les incitait pas à agir autrement. Intéressés par l'eau, ils prêtaient plus attention au bilan des pompages opérés sur chaque forage qu'aux caractéristiques des alluvions traversées ne cherchant à déterminer ni leur âge ni leur provenance. Leur travail étant axé sur les débits et les rabattements des nappes phréatiques, il leur était nécessaire de multiplier les sondages. Il faut d'ailleurs reconnaître qu'un raisonnement morphologique, même bien mené, n'aurait pu leur fournir dans ce domaine le moindre renseignement. Par contre, un tel raisonnement aurait été capable d'orienter de façon précise l'implantation des sondages.

Le caractère morphologique essentiel en liaison avec les nappes phréatiques est l'épaisseur des alluvions aquifères. Il est logique que les quantités d'eau soient proportionnelles au volume du substratum les contenant. Pour obtenir l'épaisseur de la couche d'alluvions, les ingénieurs du génie rural utilisent le sondage électrique, méthode qui rend des services mais n'est pas toujours très précise. Les gens de la D.D.A. ont employé cette méthode dans le Forez de manière à trouver les plus importantes voies d'écoulement de la nappe, ils ont orienté leurs lignes de sondage nord-sud, c'est-à-dire perpendiculairement au sens de circulation qui est ici est-ouest. Ignorant la disposition en escaliers des alluvions — voir figure I — ils ont souvent choisi comme tracé des sondages électriques des zones où la nappe était en partie tronquée par l'érosion (A) et des secteurs où les alluvions disparaissaient sous une épaisse couche de colluvions (B) ; plus rarement ils ont eu la chance de tomber dans la zone idéale pour eux, située à mi-chemin entre les deux points précédents (C).

Une étude morphologique précise aurait permis d'éviter ce tâtonnement, elle aurait pu fournir d'autres indications précieuses pour la recherche d'eau comme l'emplacement probable des zones de surcreusement. Localement les alluvions aquifères s'épaississent à l'occasion d'une légère dépression affectant le plancher de la nappe. Le phénomène s'explique à partir de la dynamique actuelle : on constate un encaissement plus prononcé du lit mineur des cours d'eau à hauteur des principales confluences ; il existe donc de nos jours une force de

9. Cf. l'explication que nous avons proposée : « les terres à pisé du Forez, étude d'une formation corrélative », A. LE GRIEL, *Revue Géographie de Lyon*, 1975, n° 3.

surcreusement. Il est facile d'admettre que cette force a aussi joué lors des grandes phases d'incision quaternaires. Les sondages confirment d'ailleurs le fait dans la basse vallée de la Loire. Pour retrouver les zones de surcreusement il suffit de rechercher les anciennes confluences.

En rive droite de la Loire deux rivières : la Loise et la Coise ont été capables de maintenir leurs vallées au sein des replats alluviaux, leur puissance de creusement étant capable de rivaliser avec celle du fleuve. Si la Loise, par son tracé direct, perpendiculaire au cours de la Loire, s'est maintenue dans cette position et a effacé tout phénomène de surcreusement en s'encaissant, la Coise, par contre, s'est déportée vers l'ouest durant le quaternaire. Elle a créé une vallée dissymétrique et a délaissé vers l'est ses anciennes zones de confluence — figure 2 —. C'est sous les niveaux de terrasse de sa rive droite qu'il faut rechercher les zones de surcreusement. Des sondages électriques et mécaniques ont recoupé dans la région de Saint-André-le-Puy l'une d'entre elles.

2° ... Aux recherches de gravier :

Si l'apport du morphologue à l'hydrogéologue relève du détail, il en va différemment pour la recherche des alluvions en vue de leur extraction.

La reconstitution des niveaux de terrasse, travail de base de toute analyse de morphologie fluviale, implique leur repérage dans l'espace¹⁰. Les surfaces et les épaisseurs étant indiquées, les quantités de matériaux disponibles sont alors aisées à calculer. La seule chose que n'apporte pas le morphologue est la qualité des alluvions en regard de leurs éventuelles utilisations. En revanche il lui est possible par son approche globale du milieu naturel de proposer les solutions les moins mauvaises aux problèmes soulevés par leur exploitation.

Les ballastières concentrées aujourd'hui dans la basse vallée de la Loire, présentent deux inconvénients majeurs : elles menacent une nappe phréatique très utilisée — on connaît des exemples de contamination de puits situés à proximité d'anciennes gravières qui avaient été transformées en décharge publique ! — et elles prennent à l'agriculture leurs meilleures terres sans pouvoir les restituer.

10. Voir *L'évolution morphologique de la Plaine du Forez au Pliocène et au Quaternaire*, A. LE GRIEL Travaux du Laboratoire Rhodanien de géomorphologie, n° 1, p. 161 à 169.

11. La situation serait différente si les dépôts alluviaux étaient emboîtés les uns dans les autres, la nappe phréatique est alors commune au lit majeur et aux terrasses.

L'exploitation des alluvions anciennes s'impose dans ces conditions. Les terrasses de la rive droite constituent un gisement d'envergure : en ne retenant que les secteurs libres de contrainte — en éliminant les régions en voie d'urbanisation du sud de la plaine — elles représentent une réserve supérieure à 300 millions de tonnes utiles. Mais leur principal avantage réside dans les facilités d'exploitation offertes : les ballastières ouvertes dans les alluvions anciennes ne s'étendent pas aux dépens de sols riches, les varennnes sont des terres médiocres ; elles laissent de toute façon des surfaces réutilisables car la nappe phréatique peut être contrôlée beaucoup plus facilement que dans la basse vallée. Ce dernier point est le plus important ; l'exploitation de deux ressources contenues dans les alluvions, eau et graviers, se fait plus ou moins en concurrence : la collecte des matériaux pollue la nappe phréatique, la fait disparaître à la limite. Ce problème est sans solution dans les alluvions modernes à cause de leur unité tout au long du fleuve : les nuisances se répercutent à l'aval. On peut le résoudre lorsque les terrasses sont fractionnées dans le sens longitudinal et étagées dans le sens transversal ce qui est le cas dans le Forez. Les eaux provenant de l'infiltration des pluies mais aussi des petites rivières descendues des Monts du Lyonnais, se déplacent essentiellement Est-Ouest, depuis la terrasse la plus haute jusqu'à la plus basse. Il est donc possible d'entreprendre l'exploitation des alluvions à partir de l'aval sans crainte de répercussion sur la nappe phréatique. Le premier niveau qui domine de quelques mètres le lit majeur de Montrond-les-Bains jusqu'à Balbigny, offre un milieu d'extraction idéal : il est proche de la Loire pour le lavage des matériaux ; il se trouve en dehors de la basse-vallée donc au-dessus de sa nappe phréatique, ce qui évite la pollution et l'ennui d'un front de carrière noyé ; ses matériaux non altérés sont très proches dans leurs caractéristiques des alluvions modernes ; enfin il représente une réserve de 60 millions de tonnes utiles, ce chiffre est loin d'être négligeable et il soulagerait d'autant les zones actuelles d'extraction.

CONCLUSION

Si l'on devait préciser, en fonction de l'exemple développé, qualité et défaut de la recherche appliquée et de la recherche scientifique en géomorphologie, on pourrait dire de la première qu'elle est dotée de moyens puissants mais « dispersée » et de la seconde qu'elle est « réfléchie » mais sans outil efficace. Elles sont donc complémentaires ; il faut regretter qu'elles ne soient pas plus souvent menées de front.