

**STRUCTURE GEOLOGIQUE ET HYDROLOGIE
DES FONDS DE TOUL, VAL DE BELLEFONTAINE.
(OUEST DE NANCY)***

Pierre L. MAUBEUGE

RESUME

A. Etude hydrogéologique détaillée du Plateau de la Forêt de Haye à l'Ouest de Nancy. Cartes tectoniques. Relation des essais colorimétriques sur le plateau bajocien. Une étude très détaillée des célèbres Fonds de Toul et du Val de Bellefontaine est fournie. Les émergences aquifères considérables de ce secteur sont liées étroitement à la tectonique avec un mécanisme d'exurgence. Jusqu'ici, il était admis la présence de véritables sources. Vulnérabilité du plateau à la pollution et explication des résultats hydrologiques de la galerie captante de la Ville de Nancy, laquelle fut « un classique » dans ce domaine au début du siècle.

Il a fallu attendre 1934, pour, avec une étude fort importante de A. ROBAUX (1), disposer d'une carte structurale de la Forêt de Haye, et de ce fait, des Fonds de Toul. Très peu de temps après, l'atlas de BICHELONNE et ANGOT (2) donnait également des précisions sur ce secteur.

Aucune étude hydrogéologique n'est parue spécialement à propos des Fonds de Toul; on en verra l'originalité en hydrologie régionale.

IMBEAUX dans ses travaux fondamentaux d'hydrologie ne s'attarde pas au secteur Fonds de Toul-Bellefontaine (5).

Plus récemment, bien qu'il s'agisse d'un travail manuscrit, de diffusion confidentielle du point de vue impression, il y a lieu de signaler un Diplôme d'Etudes approfondies (3) sur la géologie et hydrogéologie du Plateau de Haye. On verra que penser des conclusions tectoniques; un fait est certain, en hydrogéologie, il est totalement ignoré et insoupçonné l'importance et la réalité des circulations karstiques sous le plateau de Haye et spécialement le secteur retenu ici.

* Note présentée à la séance du 10 avril 1975.

Les Fonds de Toul sont connus d'un nombre prodigieux d'humains, surtout depuis la circulation automobile, du fait qu'un des plus importants axes européens de circulation routière les franchit aux portes mêmes de Nancy. Ces gorges très profondes ont un intérêt pour les biologistes, avec des faits bien connus ; une faune et une flore froide montagnarde existent par endroits avec des secteurs plus chauds ; en effet, une énorme digue en remblais barre le vallon très encaissé, pour la route et modifie le microclimat (4) avec modification des courants d'air. Cette digue avait été amorcée avec une hauteur moindre dès le Duc Léopold, car il avait fait aménager la route Nancy-Toul (Paris-Strasbourg) à ce passage critique ; plus tard le remblais fut modifié à côté du tracé primitif (toujours visible au Sud) pour passer à l'horizontale. Ces années dernières de gigantesques travaux ont amené de nouvelles modifications, élargissement, du fait de la jonction de voies type autostrade, accompagnant une terrifiante saignée dans une des plus belles forêts de feuillus de France.

Un peu avant 1900, une série de recherches minières avait amené à faible distance au Nord du passage de la route, au-delà de la Malpierre*, à des puits de recherches. Le minerai de fer était trouvé mais aussi des venues d'eau avec des débits tels que certains fonçages avaient été impossibles pour l'époque, et les travaux très gênés. Une telle venue localisée n'avait pas frappé outre mesure les esprits. Et pourtant aucune source de la nappe de base du Bajocien n'est aussi importante et jamais un puits n'a donné autant d'eau, pour ainsi dire sur les affleurements.

D'autres faits pouvaient étonner.

A distance très appréciable au Sud, au cœur du plateau, la boutonnière de minerai de fer de Clairlieu (où était une abbaye Cistercienne ayant défriché quelques km² du secteur) montrait des anomalies hydrologiques.

Les sources des Cinq Fontaines et celle de Clairlieu-même, en contrebas de l'ex-ferme au pied de l'étang, dégorgaient dans un bassin fermé sans exutoire apparent. A certaines époques des crues bayaient le vallon depuis les 5 Fontaines avec des infiltrations se fai-

* A noter ce qui ne semble pas avoir retenu l'attention ou été l'objet de recherches, dans un replis de vallon contre l'autoroute non loin de La Malpierre, un curieux relief important, tronconique, boisé. Est-il d'origine humaine ancienne ?

sant un peu avant l'étang pour leur avancée extrême. Il était rare que des amorces de débordement se fassent de l'étang pour aller se perdre plus au Nord que la Maison forestière vers la lisière de forêt. Toujours, l'eau de l'étang se perdait rapidement à faible distance au Nord dans le secteur même où s'élevait l'Abbaye ruinée totalement.

J'ai connu ces lieux très jeune, puis y ai pratiqué des recherches géologiques dès mon adolescence ; j'en connais donc les moindres recoins. J'ai suivi, consterné, l'urbanisation terrifiante de ce val ravissant enchâssé dans la forêt et ai eu l'avantage de participer aux études d'établissement. De ce fait des investigations diverses géologiques et hydrogéologiques ont été possibles. Ainsi ont été élucidés des problèmes d'hydrologie pratique posés depuis le début du siècle. En effet, une galerie captante des eaux de la ville de Nancy, formidable travail avec plusieurs antennes sous la Forêt de Haye, en secteur interdit aux travaux miniers, a été réalisée passant en bordure Nord de la clairière de Clairlieu. Les travaux de IMBEAUX (5) sont connus à ce propos. On dut vite déchanter vu la baisse de rendement en eau, un soutirage des réserves étant effectué ; surtout, il fut constaté constamment un état bactériologique lamentable des eaux de la nappe du Bajocien ; chose étonnant bien des gens vu que la Forêt de Haye n'avait que quelques points habités par quelques personnes comme signalait IMBEAUX. Personne ne paraît avoir soupçonné ce qui était depuis toujours une certitude pour moi, que les eaux de Clairlieu allaient en partie à la galerie ; et que les pollutions d'une grosse ferme, deux maisons et 2 km² de cultures avec fumures considérables sur terrain calcaire à faible hauteur latérale à la galerie captante, étaient une évidence quant à la cause. J'avais retenu aussi (8) sans pouvoir rien assurer car il s'agissait de documents manuscrits (lus mais non retrouvés) que BRACONNIER (?) avait vu une relation de ces pertes avec la source de Maréville près de Laxou, peut-être sur la base de salinisation. C'était en fait peut-être une simple hypothèse à laquelle j'ai attaché alors beaucoup d'importance vu la notoriété de BRACONNIER en géologie. Vu les résultats présentés ici, les faits sont peut-être bien moins certains pour cette liaison.

Si on se reporte tout au Nord, en direction de Champigneulle, une autre curiosité est à signaler.

On peut, du moins à pied aisément, gagner cette direction en se heurtant au remblais des fonds de Toul. Il est manifeste que l'on est constamment dans une vallée sèche pittoresque redevenue sauvage de-

puis que les militaires ont abandonné plusieurs champs de tir jadis très fréquentés. Évidemment, rien n'autorise à penser qu'un cours d'eau profond suit plus ou moins la vallée ; on peut penser à une fossilisation de relief par tarissement du cours d'eau qui y travaillait l'érosion.

La vallée de Bellefontaine frappe par divers aspects.

À certaines époques en bordure de la route de Champigneulle entre les puits B et C (jamais plus en amont que C) il apparaît une source donnant naissance à un ruisseau de fort débit s'écoulant vers le Vieil Etang et le Pont des Vaches vers Champigneulle. Très rapidement, et sur une grande partie de l'année, la vallée en sous-bois est complètement sèche avec allure d'oued car encombrée de pierres. Personne, pas même dans des rapports pourtant nombreux sur les ressources en eau de la Forêt de Haye, au cours des projets ou recherches, ne s'est attardé à ce fait. L'hydrogéologue averti y voit des présomptions d'une résurgence.

Le Vieil Etang plus en aval ne tient pas d'eau et il est à se demander, malgré sa digue, s'il a jamais été fonctionnel. Je l'ai fait barrer à nouveau au cours de mes interventions ; il tient un peu d'eau un certain temps ; celle-ci s'infiltre et se perd. Comme il y a non loin de-là la prise d'eau de Champigneulle en face du vallon du Noirval, on peut penser que le ralentissement obtenu avec décalage de réinfiltration retarde d'une petite période l'abaissement trop rapide de la prise en période de manque d'eau.

Sur la berge Sud existe depuis longtemps le captage de la ville de Frouard. Malgré mes mises en garde sur l'effet réciproque, manquant totalement d'eau à ce moment, Champigneulle, en toute simplicité, est venu creuser une recherche tout contre, un peu en amont. Bien entendu, ceci a fait fléchir les venues des captages antérieurs de Frouard et déclenché une querelle inter-communale.

Ces recherches d'eau ont donné des coupes précieuses, avec pendage des terrains calcaires et du minerai laissant présumer que l'on était tout contre le passage de la faille bien connue du plateau de Frouard. D'autres fouilles ont été faites dans le haut du vallon du Noirval en entrant en forêt donnant des cotes précieuses du minerai. D'ailleurs, l'adduction d'eau faite par Champigneulle avec tranchées le long de la route, a montré que le minerai affleurait un temps en direction du carrefour du Chêne Bardeau : par conséquent mes levés de la carte géologique au 50.000^e étaient faux à cet en-

droit. (C'est donc bien un peu avant ce carrefour que se situe l'affleurement du conglomérat dit « Conglomérat de la Forêt de Haye » des anciens collectionneurs, point signalé par FABRE (6), sous un autre nom (Forêt de Slage), et d'où provient l'holotype même du *Poecilomorphus schlumbergeri*, Ammonite rare).

Plus en aval, l'étang du Pont des Vaches tient bien l'eau et est alimenté par les crues du ruisseau pérenne issu de La Malpierre et le filet indigent qui en reste annuellement à partir du Vieil étang. La digue a été très bien aménagée par les Brasseries de Champigneulles. Des sources dans la berge alimentent aussi l'étang. Un captage a été tenté à travers le minerai du côté Nord de l'étang un peu en amont de la digue ; d'autres prises sont tout contre et en aval Nord de la digue. Ce sont ces eaux qui ont longtemps servi de support à un label commercial « les eaux pures des sources du vallon de Bellefontaine » ; il a prudemment disparu au fil des années au moins par intuition. Le catastrophique manque d'eau des brasseries fait que, à l'étiage, on tente de pomper sur le trop plein et les captages aval Nord pour renvoyer dans l'étang et conserver l'eau au maximum. Une faible venue se voit aussi en bord de route du côté Est de la digue.

Bien avant cela, l'étendue marécageuse considérable du fond de vallée, où il y eut jadis des étangs paraît-il, qui finit à l'ex-cartonnerie aux faubourgs sud de Champigneulles, un peu avant l'autostrade, était parcourue seulement par un maigre ruisseau. On peut d'ailleurs se demander si les *Petromyzon* s'y trouvent toujours sur les pierres, curiosité zoologique.

On ne peut donc qu'être frappé depuis les Fonds de Toul, par l'existence d'une vallée qui s'élargit progressivement avec une série d'étangs virtuels (anciens) et actuels ; avec un cours d'eau assez indigent. A partir du Pont des Vaches donc de l'étang des Brasseries on est définitivement sur fond de vallée totalement argileux (Toarcien supérieur). Il a fallu des débits antérieurs énormes pour façonner cette vallée. Les sources visibles telle celle du vallon du Noirval côté Nord ont des débits infimes : c'est l'exutoire de la nappe bajocienne, à ses échancrures, par sources véritables. D'autres nombreuses, sont sous les éboulis bajociens calcaires avec cours subsuperficiel.

Il y a un paradoxe dans cette vallée : le pendage général des couches est vers l'Ouest ; il est donc clair que la vallée est à contre-

pendage et même à pendage inverse de l'écoulement des eaux. Le dé-gorgement de la nappe est fatalement lui aussi à contre-pendage.

Rappelons d'ailleurs qu'un peu plus au Nord le cours de la Moselle entre Liverdun et Pompey est lui aussi rigoureusement dans le sens inverse du pendage géologique, sur fond de vallée des argiles du Toarcien.

TECTONIQUE :

Or, si on tente de préciser les faits, comme je pense le démon-trer, on constate que la tectonique et des circulations karstiques expliquent totalement l'hydrogéologie et indirectement la morpholo-gie de ces curieux vallons.

J'ai repris une esquisse tectonique du secteur.

Ainsi, j'ai utilisé tous les documents miniers certains en cause. J'ai repris des levés détaillés aussi bien pour la révision des feuil-les au 50.000^e de Nancy et Toul (avec notons-le des fonds topogra-phiques d'une précision inconnue lors des premiers levés avec les Plans directeurs de guerre ; alors seuls précieux documents mais aux courbes de niveau parfois effroyablement imprécises, ou fausses). J'ai repris aussi des levés de grand détail avec fouilles auxiliaires sur les niveaux repères ; et implanté et suivi une ultime campagne de sondages sur le gisement calcaire exploité par la Sté SOLVAY ; cette campagne a emporté la décision d'abandonner l'exploitation cernée par l'urbanisation et compliquée par les failles découvertes. Elle s'était révélée une nécessité quand j'eus signalé qu'une faille bien mise en évidence par les travaux auto-routiers semblait se diriger droit vers le champ d'exploitation et ne correspondait pas du tout aux tracés et liaisons admis par ROBAUX. (Cette faille restera long-temps magnifiquement visible et hurlante de part et d'autre de l'autostrade, à hauteur des croisements, car elle longe avec une faible obliquité la voie elle-même, un temps du moins. C'est la faille jadis bien visible dans une petite carrière maintenant dis-parue vu les travaux).

Par ailleurs, si on tente d'utiliser le résultat d'une campagne de forages fait de La Malpierre à l'embranchement du chemin du Chêne Bardeau (17 trous) une esquisse structurale est possible. Vu le départ géologique de certains et le fait que le plan imper-

méable est en cause, la base de la formation ferrifère a été suivie ; ceci reste possible à petite échelle régionale comme ici (on verra ci-après qu'il est inadmissible de l'employer à échelle régionale vaste) et surtout si on prend la disparition du pied même de la couche inférieure.

C'est que, avant la guerre de 1939, la ville de Nancy sachant que les vieux puits au minerais avaient donné beaucoup d'eau, avait pensé à capter cette eau. Ainsi, elle a fait une campagne de sondages pour esquisse tectonique et recherche d'indices d'eau*.

(Nous rencontrons là un fait curieux. Appelée par la ville de Champigneulle pour ses problèmes graves d'eau, il m'était communiqué un rapport d'un service se voulant hydrogéologique ayant signalé ces recherches et déclaré que les résultats étaient totalement inconnus ; or ils semblent dans un domaine largement public. D'où le conseil (intéressé) de faire une campagne de géophysique pour préciser la structure tectonique. Ce qui fût fait, bien des collectivités ou particuliers étant enclins à faire confiance à ceux qui se présentent comme spécialistes. Chose curieuse mais non inattendue a priori, les résultats de la géophysique (résistivité) ont admis la nécessité d'une faille dans le vallon et d'une cuvette tectonique. C'est très intéressant de vérifier par une voie indépendante un résultat par ailleurs autrement certain et solidement établi ; mais on peut évidemment se demander si cela est l'intérêt des contribuables (car au détriment d'autres réalisations) bien que servant la survie de services hydrogéologiques par ailleurs pléthoriques sur l'hexagone français.)

On peut donc être assuré que les résultats cartographiques présentés ici ont un haut degré de précision. La première carte rassemble les données de la campagne de forages de la ville de Nancy complétées par des courbes structurales sur d'autres niveaux repères du Bajocien à l'Est. (On se remémorera qu'en 1942 encore, avant que je signale les niveaux repères systématiques de toute la série jurassique, on ignorait la réalité d'une surface taraudée, d'extension constante, au toit de l'« Oolithe miliaire inférieure » ; en bref, le plus souvent, l'intervenant ne savait pas quel niveau repère il devait suivre, seules les Argiles de Levallois du Rhétien semblant depuis

* PIERRON rapporte qu'en 1924, trois puits de recherches pour la ville de Nancy, ont donné aux essais de pompage le chiffre (énorme) de 3.000 m³ par jour aux basses eaux. Les recherches de la ville seraient donc bien plus anciennes que communément admis. Cet auteur a-t-il confondu le résultat des recherches de minerais de fer ?

JOLY au début du siècle, le repère constant et valable de la série ; chose peu vraisemblable pour un jeune géologue, de nos jours, en Lorraine). Une seconde carte intègre tous les renseignements plus vers Nancy avec les sondages récents du massif calcaire (sondages archivés au fichier du code minier avec toutes les précisions voulues).

La ville de Champigneulle a, ces années dernières, fait un forage à l'emplacement du puits C du groupe industriel Pont-à-Mousson, là où on savait exister un débit considérable mesuré lors du fonçage. Ce n'était pas la peine de faire tant d'études géophysiques savantes et onéreuses pour exploiter un renseignement connu de tous, par un forage. Chose d'autant plus étonnante que si un périmètre de protection était proposé, il n'était pas un instant douté qu'il s'agisse d'une émergence de la nappe donc d'une source vraie ; pas un instant, l'origine, les trajets de l'eau, donc les pollutions actuelles ou à venir, n'étaient abordés, chose plus capitale que des investigations géophysiques, luxe coûteux dans l'affaire.

On voit qu'en fait l'émergence de la venue d'eau focalisée, qui est une exurgence et non pas une source véritable, (et déjà presque une resurgence, on le verra), tient ses caractères de la tectonique. On est sur une faille drainante flanquée d'un petit rejet éclaté, dans une cuvette. C'est une sorte d'écaille d'huître éclatée. Quoi de plus normal que l'eau y soit piégée remontant à la faveur du mouvement général et du point bas, drainé par failles. Il est curieux d'ailleurs d'entendre bouillonner bruyamment l'eau dans le forage de la ville de Champigneulle, chose ne se produisant pas dans une nappe. On comprend dès lors que de l'eau vienne de l'Ouest selon une cote de débordement général du secteur noyé avec des apports de diaclases de toutes les petites vallées sèches latérales, véritable eau de karst naissant ; mais surtout il s'y ajoute et on en a la preuve colorimétrique ci-après, des apports probablement importants venus de très au Sud depuis Clairlieu.

Fort peu d'eau vient du Nord-Est ; et les mines, surtout celle de Boudonville où existe une forte cuvette tectonique bizarrement niée malgré les preuves par LARCHER (avec d'autres faits prouvés par les mines et recherches Solvay d'ailleurs), drainent cette eau au N.E. Par contre, la faille dans l'axe de la vallée draine encore de l'eau en quantités non négligeables difficile à saisir car focalisée. (Face au puits A, un sondage à cet effet dans le minerai, a donné un peu d'eau mais en débit insuffisant pour un captage). On a ainsi des

sources importantes en bordure du Vieil Etang, objet des prises rivales de Frouard et Champigneulles ; mais aussi au moins en partie jusqu'à l'étang des Brasseries. Paradoxalement, et chose peu pensable alors, les relations colorimétriques y ont été en effet trouvées. Il faut donc admettre que le panneau aquifère du Fort de Frouard ne dégorge pas au Sud spécialement par la faille bien connue, comme on pouvait le croire. Mais bien au contraire, l'eau coule souterrainement à contre-pendage loin au Nord ; elle continue donc en profondeur le trajet, cachée avec débits très très atténués, du cours d'eau qui a jadis sculpté les fonds de La Malpierre-Bellefontaine.

Essais colorimétriques :

Une série de colorations a été faite dans le secteur nous intéressant, spécialement dans le cadre du devenir des eaux se perdant dans le bassin fermé de Clairlieu.

Le 13 février 1973, à 16 heures, j'ai déversé 10 kg de fluoresceine dans l'étang de Clairlieu vers son exutoire. Malheureusement l'écoulement n'est pas fort et le 10 mars, 25 jours après, il y a encore une coloration verte visible à l'œil, à distance.

Sans qu'il soit possible de déterminer la vitesse exacte (d'où un second essai) du transfert, jusqu'au 10 mars, il est observé une émission vert intense à la sortie de la galerie des eaux de Hardeval, ex-galerie des eaux potables de Nancy. La coloration a pu continuer après, mais les observations ont cessé.

Uniquement au moyen des fluocapteurs, on décèle 18 jours après l'injection, une coloration verte faible à la galerie de Monvaux sur la Moselle ; à la source de Champigneulles, également faible de même à la Source des Aulnes à Maron et un peu après à la source captée au milieu du village, route de Villers. La source du Vieil Etang ne révèle rien. C'est un mois après que les fluocapteurs sont positifs aux sources de la Flye, à la Mine de Frouard (coloration forte), au forage de Champigneulles (coloration forte). Au Pont des Vaches la coloration est incertaine (je ne disposais pas de fluorimètre à l'époque).

Pour tenter de voir la vitesse de passage dans la galerie des eaux de Hardeval, une autre coloration est faite le 29 mars 1973, à 19 heures, un kilogramme de fluoresceine est mis cette fois en bout de rigole de l'étang, dans le coulant près de son infiltration.

Seule la galerie de Hardeval est surveillée. Le lendemain matin, à 7 heures, elle n'est pas colorée. A 19 h 30, l'eau est devenue vert intense.

Vu ces résultats, dans le cadre de ma collaboration avec le Service d'Aménagement des Eaux de la Région lorraine, j'ai procédé à deux autres colorations.

Le 19 mai 1973, à 19 heures, profitant d'un orage, j'ai mis 7 kg de fluoresceine dans l'écoulement du collecteur des eaux pluviales de la zone urbanisée du Champ-le-Bœuf en aval de la bretelle d'autoroute venant de Metz vers Toul.

Le 21 au matin, aucune coloration n'est visible ou sensible aux fluocapteurs, dans le Vallon de Bellefontaine ou aux sources de la Flye.

Les fluocapteurs sont négatifs à 12 jours au Vieil Etang ; positifs forts au 16^e jour pour la résurgence légèrement en aval du forage de La Malpierre de la ville de Champigneulle, ainsi qu'au captage du Vieil Etang, et au trop plein du captage des sources des Brasseries de Champigneulle. A la source de la Flye à Liverdun c'est positif fort à 24 jours d'intervalle.

L'ex-camp américain de la Forêt de Haye avait une station d'épuration non fonctionnelle depuis mais drainant toutes les eaux usées de l'aire ; ces eaux vont à une perte naturelle en tête d'un thalweg généralement sec. Aussi, le 6 août 1973, j'ai déversé la masse considérable de 15 kg de fluoresceine dans l'écoulement des eaux usées, en fin d'après-midi.

Les fluocapteurs sont positifs 18 jours après, au captage de la Brasserie de Champigneulle ; positifs faibles après 48 jours à la source de la Flye. Ultérieurement, je me suis aperçu que l'eau du puits devant la Mairie d'Aingeray, et celle de la source communale, au Nord du village au pied de la côte et au contact de la vallée alluviale, étaient positifs faibles, de façon nette, aux fluocapteurs ; ceci a duré fort longtemps. La vitesse de transfert y est inconnue.

Résultats hydrologiques :

A coup sûr, plusieurs réputations d'apparence solidement établie sont sorties fort ternies de ces essais. A commencer par celle mythique des « eaux pures des sources du Vallon de Bellefon-

taine » base d'un slogan commercial. Il a d'ailleurs disparu peu après des invocations publicitaires, sans grand bruit. Celle aussi des eaux de la Flye, où des processions venaient religieusement s'approvisionner en eau de table surtout depuis l'apparition du phénomène « eaux de table minérales » avec prix corrélatif. On comprend la cause de bien des pollutions*, ne serait-ce qu'à l'époque où seule la ferme de Clairlieu, ses purins et épandages apportaient des éléments nutritifs (?) à l'eau. La démonstration éclatante est faite que la galerie captante des eaux de la Ville de Nancy, heureusement maintenant hors service, prenait une grande partie de ses venues des infiltrations directes du vallon de Clairlieu ; il n'y avait pas grande filtration possible en tel massif calcaire et vu la rapidité de la percolation. Se démontre ainsi par une autre voie que les innombrables analyses bactériologiques, la certitude d'une pollution de cette eau qui a alimenté Nancy pendant un quart de siècle. Dès le début, les analyses montraient une eau bactériologiquement polluée. Il est étonnant que IMBEAUX, excellent hydrologue, n'ait eu aucune idée ou intuition à ce propos, signalant pourtant lui-même les analyses défavorables. Cette galerie ayant coûté une fortune, devait selon les prévisions assurer à Nancy des quantités énormes d'eau d'excellente qualité. Il fallut accroître le système captant, sans grand résultat, amélioré, par une antenne de direction rabattante au Sud vers Chaligny.

Que des flux partent vers Maron à la Source des Aulnes et vers Monvaux n'est pas pour étonner ; d'ailleurs, la galerie de Monvaux draine l'eau d'une immense surface du plateau, par les travaux miniers dépilages compris ; certains de ces travaux sont relativement proches du bassin de Clairlieu : le pendage général permet un écoulement dans ce sens de l'eau du bassin fermé hors de l'effet karstique. Mais si une forte part du drainage se fait par la galerie captante, qui en certains secteurs, à la visite, montrait quand c'était possible, des véritables veines aquifères cascadantes, un exutoire se fait vers le Nord. Il communique avec les sources du secteur de Bellefontaine, qui sont en réalité des résurgences pour le point voisin du captage de Champigneulle par forage, et des exurgences ailleurs. Y a-t-il un karst véritable sous les vallées sèches des Fonds de Toul, ou un réseau de fentes, plus ou moins larges : c'est difficile à dire.

* Comme signalé, IMBEAUX (5) avait dès le début du captage de la Forêt de Haye, reconnu que les analyses bactériologiques dénotaient des pollutions fécales. Aussi, il est étonnant de lire chez PIERRON (9), que vers la fin de 1918 et début 1919, des contaminations légères, souvent d'origine végétale, y furent anodinement constatées.

Vu les volumes d'eau apparents au puits de recherche pour minerais et au forage de Champigneulle, il y a peu de doute qu'il y a au moins des fentes importantes à courant d'eau vif et permanent. L'engorgement des boyaux fait qu'il y a résurgence à certains moments de l'année à La Malpierre. Bien entendu, il y a les apports pluviométriques propres au secteur. La coloration de l'exutoire de l'autostrade focalisant le résultat d'un impluvium, montre bien l'apport venu de l'Est et du Nord-Est. Ceci prouve aussi les dangers pour la nappe de tout écoulement contaminant sur le massif calcaire. On comprend que le captage des eaux de la Ville de Nancy a contribué à affaiblir les venues du vallon de Bellefontaine. On comprend aussi qu'un mécanisme de soutirage latéral a pu détourner une grosse partie des eaux allant jadis au Nord et ayant permis d'établir des étangs artificiels successifs dans cette vallée ; étangs aujourd'hui anémiques ou quasi asséchés, sinon asséchés toute l'année. Si la pluviométrie a pu évoluer et que les quantités actuelles ne sont plus celles du passé, quand s'est modelée la vallée, le détournement est certain. Il a d'ailleurs fallu des débits bien plus forts : comment expliquer la morphologie de vallées sèches convergeantes vers le vallon de Bellefontaine, vallées aujourd'hui sans le moindre écoulement, sauf ruissellements localisés en cas d'orages violents.

Le plus curieux est bien l'existence d'un transfert vers le Nord, dans le secteur de l'éperon Nord de Frouard. Il est vrai qu'une faille peut - et doit donc - jouer un rôle drainant vis-à-vis des secteurs très au Sud. Le paradoxe est bien que l'eau du secteur du Pont des Vaches ne vient pas du Nord, mais en partie de loin au Sud ; la faille du Fort de Frouard n'a aucun rôle hydrogéologique à ce propos, contrairement à ce que j'ai cru longtemps en analyse régionale menant à des conclusions supposées évidentes. L'eau paraît bien prendre des circuits capricieux et ne pas se préoccuper outre mesure de la tectonique de détail ou même générale, en réseaux calcaires.

Les relations très au Nord avec le point aquifère important de la Flye ont finalement un aspect logique. Ces sources exactement à l'ennoyage du minerais de fer et de la base du Bajocien à la trouée du plateau calcaire de Haye par la Moselle, sont au point Nord-Ouest, le plus extrême de l'écoulement de surface possible d'une immense surface de drainage.

La relation de la perte de Velaine (dont la pollution est une véritable pollution organisée à l'intervention humaine), avec les points d'eau de la Flye et d'Aingeray, est tout aussi logique.

Il doit y avoir des écoulements de l'Ouest puisque cette perte du camp américain communique aussi avec Bellefontaine. Ceci est normal, les venues de Bellefontaine étant un trop plein de débordement de la nappe aquifère s'étendant sous tout le plateau et pas drainée (travaux miniers insignifiants vers Liverdun) hors de l'exutoire de la Flye, au Nord de la route Toul-Nancy, à l'Ouest des Fonds de Toul.

Sauf pour la galerie des eaux de Nancy, où un écoulement massif se traduit par une coloration verte hurlante et soutenue, on est en face de dilutions considérables. Il a fallu en effet la méthode du charbon actif pour déceler le colorant. Des millions de m³ d'eau sont donc en cause ; néanmoins, il y a des filets préférentiels et certainement des écoulements par ces filets, sans quoi les liaisons n'auraient pas cet aspect dynamique : apparition décalée, puis disparition. On verra qu'une relation de la Flye avec les effluents du camp de Haye a été faite de façon fortuite avec un autre traceur*.

Il a pu y avoir des effets d'atténuation, par des mécanismes variés, connus, de la coloration là où elle est faible. Mais il faut plutôt envisager une forte dilution.

On retrouve somme toute la notion d'isotropie à la vulnérabilité des massifs calcaires. Si le massif est anisotrope aux circulations il y a quand même relations globales ; d'ailleurs comment l'effet pluviométrique soutenant une nappe pourrait-il jouer autrement ?

Même diffus, les filets traduisant des courants dans la masse de la « nappe » matérialisent le danger quant à des pollutions chimiques ou biologiques. Le transfert est possible. Et les eaux de la Flye et Aingeray se sont elles aussi révélées biologiquement polluées. On s'explique ainsi par exemple un cas foudroyant d'hépatite vi-

* Posant des charbons fluocapteurs au pied de la falaise de la Flye, je sentais inopinément une odeur de chlore persistante à la manche de mes vêtements, mouillés ; vérifiant l'eau, j'y percevais une forte odeur d'hypochlorites ou de chlore. La chimie confirmait les faits. Allant vérifier au Camp de Haye ce qu'il en était, je décelais une bonne douzaine de charges en plastique ayant contenu de l'eau de Javel pour usages ménagers, près du point d'infiltration des égouts. Peu après, des informations indirectes me confirmaient que l'administration du camp alertée par le résultat des traçages versait à tout hasard utile des hypochlorites dans l'effluent des égouts. Il reste curieux que le colorant arrive à des doses de dilution considérables, mais que le traceur chloré, versé somme toute en quantités infimes par rapport aux réserves aquifères et au débit des « sources » de la Flye, marque de façon aussi intense.

rale pour un habitant du Château de la Flye convaincu de consommer une eau excellente. Elle l'était jusqu'à l'établissement du camp de la Forêt de Haye et à ses déversements d'effluents (en secteur domanial par ailleurs ; bel exemple à méditer du respect de l'interdiction du principe des puits perdus et de la protection des nappes aquifères par les services de l'État).

Le système de fissuration intense à la limite d'un karst véritable est à déduire des vitesses des écoulements. Nous avons encore bien des imprécisions parfois importantes. Il eut fallu des surveillances impliquant des moyens dont je ne disposais pas, livré à moi seul. (A la galerie de Hardeval, débouchant à l'étang du Séminaire de Lasnée, les occupants permanents n'avaient même pas observé que la pièce d'eau était verte et le ruisseau cascadaït en vert de façon insolite. J'ai constaté dans mes essais sur la Vaize, dans la Meuse, que tout un village n'avait pas vu et ne voyait pas la coloration vert pâle de la résurgence, trouvant l'eau pas différente, ou quasiment comme d'habitude, où déjà vue souvent ainsi).

Les trajets permettent de calculer, depuis Clairlieu, évidemment en ramenant les circuits à des lignes droites, ce qui n'est pas forcément la vérité, des vitesses de liaisons. Captage du Vieil Etang : passé 12 mètres/heure ; Mine de Frouard : passé 23 m./h. ; Source de la Flye : passé 14 m./h. ; Source de Maron Nord : passé 11 m./h. ; Galerie de Hardeval : passé 21 m./h. Il est possible aussi que, selon la saison ou les précipitations, ces vitesses soient plus fortes.

En résumé : nous voyons l'extrême vulnérabilité du plateau calcaire de Haye à des pollutions chimiques ou biologiques quant à la nappe aquifère de base du Bajocien. Les déversements dans le sous-sol d'eaux usées devraient être formellement interdits. Il n'a pu être expérimenté le réseau d'égoûts de Sexey-en-Haye mis en place ces années dernières. Il se déverse un peu en aval de la perte du camp de Haye. Il n'y a aucun doute à avoir quant au résultat au moins pour des liaisons avec les prises d'eau d'Aingeray en aval ; peut-être aussi avec la Flye.

Des liaisons préférentielles sont totalement inattendues.

Si l'érosion, la tectonique, expliquent parfaitement des points aquifères comme les sources de la Flye à Liverdun, ou celles du vallon de Bellefontaine un fait nouveau apparaît pour ces dernières.

La très forte venue absolument insolite de La Malpierre est une simple exurgence ; le caractère intermittent de la « source » en aval même du forage de Champigneulle parlait déjà dans ce sens avec l'importance des débits soudains.

On est loin des prévisions théoriques des écoulements qui avaient été formulées dans des études parfois fort sérieuses ; et les études tectoniques de détail sont loin de donner un schéma général explicatif certain des écoulements souterrains. Il fallait s'attendre à une concordance non absolue de la tectonique avec les écoulements d'ensemble, d'un massif calcaire karstifié ou à réseau de fentes. Il y aurait donc lieu, dès lors de ne pas mettre comme élément fondamental dans les études, des réalisations laborieuses de cartes structurales étoffant des rapports au détriment d'investigations de terrain et expérimentations. Ce genre d'études de bureau devient un rite étoffant trop de diplômés de débutants alors que ce ne sont que prétextes à exercices. Certains croient, par là, poser la géologie structurale comme auxiliaire indispensable de la vie moderne... Les points exutoires de la « nappe » (très imparfaite car combinée au karst) sont naturels, donc connus ; aucune de ces études ne peut en inventer vérifiables à l'exploration pour implanter par exemple des sondages. C'est un fait d'expérience que seuls les travaux miniers drainants, par effet lysimétrique, peuvent saisir d'innombrables filets d'eau, ou recouper des veines focalisées (mouvantes avec le drainage artificiel) ; et saisir ainsi l'eau en des endroits inattendus ; mais un résultat est certain, bien établi dans le Pays-Haut au bassin minier très exploité : c'est au détriment des émergences pré-existantes.

Observations au travail LARCHER :

Tout travail, à commencer certes par le présent peut être objet d'analyse critique ; il reste à voir l'importance et la portée des critiques formulables. Dans le cas du travail examiné ici, heureusement non imprimé, et qui n'est qu'une étude de débutant, quelques remarques importantes doivent cependant être fournies. Il est en effet étonnant que les documents graphiques portent une sorte de label officiel d'un service s'occupant des eaux naturelles, vu ces remarques fondées.

Il est hors de doute qu'il y eut quelques profits à l'auteur, si ses mentors les avaient connus ou voulu retenir, à utiliser les

travaux hydrogéologiques de JOLY (8) et ceux de MAUBEUGE (7), dans le bassin ferrifère. Il y a quelques enseignements certains à en tirer, même si on estime que les auteurs ont fait leur temps.

Les résultats par traçages colorimétriques apportés ici, prouvent que les sens d'écoulement des nappes retenus, sont quelque peu théoriques si l'importance des sources de la Flye n'est pas négligée. (pp. 47-49 et carte) Le problème des sources de Bellefontaine est totalement ignoré, ce qui déconcerte le lecteur. Quant à l'écoulement général vers le Fond de Monvaux, il semble ignorer le rôle artificiel, drainant, des traçages et vastes dépilages de la mine.

On comparera avec profit la carte structurale ici présentée pour le secteur Bellefontaine, avec celle de ce travail fournie pour le toit l'Aalénien (c'est-à-dire sommet du minerai de fer, ou Toarcien supérieur nouveau sens). A la rédaction de ce travail, les travaux de l'autoroute entre les Fonds de Toul et les 5 Tranchées montraient parfaitement la faille jusque là méconnue à relier à celle décelée par les travaux de la mine de Maron. Ceci modifie profondément nos connaissances de tout un secteur de la Forêt de Haye. J'ai aussi décrit des passages visibles de faille entre la Poste de Velaine et Gondreville. Aussi stupéfiante est l'ignorance du passage de la faille du cimetière de Velaine recoupée par forage carotté, forage connu du travail. Dans tous les cas la coupe détaillée précise, était archivée aux documents du Code Minier (fichier régional) consulté. On comprend mal que les spécialistes ayant guidé et encadré ce travail n'aient pas signalé ces points, parmi d'autres ; d'autant qu'un service officiel concernant les eaux intervenait de son côté dans ce travail en le patronant.

La carte structurale de la même région, tracée au toit du Toarcien (Grès supraliasique) laisse fort perplexe le spécialiste du bassin ferrifère que je crois être. Et on s'interroge dès lors sur la portée et utilité de tels travaux sortis bruyamment en France, avec une cadence inquiétante, dans la formation de jeunes spécialistes en géologie et hydrogéologie. Qui connaît le bassin ferrifère et la Lorraine sait la grande difficulté à tracer la limite du faciès « Grès supraliasique » sur des coupes fraîches. Que dire dans des sondages qui n'ont pas été étudiés par des géologues, avec des seules données d'archives ? Certes il est logique de chercher comme plan d'écoulement de l'eau, le niveau imperméable, mais c'est un horizon fluctuant qui est suivi. Quand la pratique montre que l'eau coule en fait dans le sommet de cette formation, n'est-on pas en face de purs exercices de style et non pas d'études structurales servant la géologie appliquée ! Que penser de

l'utilité des stéréogrammes laborieusement élaborés par obligation dans un rituel d'étude des roches calcaires, alors que d'innombrables traçages colorimétriques, (et les expériences ici relatées) prouvent que l'eau a des trajets fort capricieux en massifs calcaires. Sans compter, qu'un sondage ou un front de taille donne des directions de cassures, mais à faible distance, une cassure inopinée, à vide important, conductrice aquifère, peut prendre un trajet bien différent...

On a quelque peu l'impression que la géologie qui se veut à tout prix appliquée, et considérée socialement, se met parfois dans la situation d'un mathématicien moderne (donc « bourbakien ») qui se voudrait créateur des épures d'un pont suspendu ou d'un vaisseau spatial.

On n'est que médiocrement étonné de voir que ce travail ignore totalement que la faille de Frouard (Fort) joint fatalement celle du Val d'Osnes, recoupée par les travaux miniers ; en effet, les tranchées de l'autostrade ont montré un plan de faille de rejet important et de sens tel, avec orientation précise, que seule cette cassure peut être en cause ; elle est ainsi l'origine de l'énigmatique témoin le plus oriental de Bathonien inférieur dans la Forêt de Haye, que j'avais porté non limité par faille, sur la feuille de Toul au 50.000^e.

Par ailleurs, il est simplement effarant de voir niée obstinément la faille de Clairlieu, si importante dans le massif de Haye. Elle a été réellement recoupée par les travaux miniers et ceci est sur tous les plans y compris la carte du bassin ferrifère lorrain dite carte Pelletier au 50.000^e. Un mouvement anticlinal est imaginé pour expliquer les affleurements ; les courbes de niveau sont évidemment aisément malléables quand on les dessine sur une carte structurale, mais les faits eux sont moins souples. On ne peut faire grief de l'ignorance de la mise en évidence totale de cette faille du côté Nord du vallon de Clairlieu face à l'ex-ferme ; les travaux de fouilles pour déterminer cette faille ont été fait par la Société de construction Le Nid, antérieurement à ce travail et ont pu échapper ; encore que les fouilles étaient visibles de loin. Cette faille était recherchée car elle est la base des études que j'ai menées pour trouver un exutoire aux eaux pluviales de ce bassin fermé mis en lotissement urbain. A noter aussi que les travaux ont ultérieurement montré une faille ignorée jusqu'ici au SO même de la ferme et expliquant les affleurements du minerai de fer avec une boutonnière en côtes aberrantes par rapport au minerai affleurant sous la Maison forestière.

Pour en revenir à l'hydrologie, il est curieux de noter (p. 46) que les nappes aquifères du Bajocien supérieur et Bathonien des morts-terrains sont niées quant à leur existence pratique. Il est intéressant de signaler à ce propos que, en 1944, il a été foncé un puits profond préalable à la carrière Solvay du Haut-du-Lièvre, que j'ai implanté et étudié comme tous les autres travaux de l'époque. Traversant les calcaires marneux de l'horizon à *Clypeus Ploti* et toute la hauteur de l'Oolithe Milière inférieure, sans aucun indice d'humidité, cet ouvrage a montré des traces d'humidité tout en bas du calcaire oolithique quand les filets marneux annoncent les Marnes de Longwy ; un coup de mine a amené les ouvriers à dégager des pierres à la pioche, pour libérer brutalement un flot d'eau montant de suite de plusieurs décimètres et les conduisant à sauter dans la benne en exigeant le rappel ; l'eau est montée ensuite lentement de plusieurs mètres. On est là exactement dans l'axe de la cuvette de Boudonville, à son point le plus bas ; les travaux miniers drainent pourtant en partie en-dessous, comme les anciens captages de la ville de Nancy. La tectonique explique parfaitement le caractère ascendant de l'eau, et l'écran marneux une nappe captive, nappe suspendue au-dessus de celle de base du Bajocien, la principale. Il y a donc bien des nappes réelles dans les morts-terrains.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ROBAUX A. — Etude géologique de la région de la Forêt de Haye. Nancy, 1934, 1 Br., 32 pp., 2 Pl.
- (2) BICHELONNE et ANGOT. — Le Bassin ferrifère de Lorraine. Texte et Atlas 1939.
- (3) LARCHER Jean-Michel. — Etude préliminaire géologique et hydrogéologique du plateau de la Forêt de Haye. (Rapport de stage pour l'obtention du diplôme d'études approfondies de géologie appliquée, Hydrogéologie. Polycopié, 78 pp. + 6 planches et cartes tirées sous le titre Agence Financière de Bassin Rhin--Meuse et Ecole Nationale Supérieure de Géologie Appliquée.
- (4) TETRY A. — Contribution à l'étude de la faune de l'Est de la France (Lorraine). Bull. Soc. Sc. Nancy, Mémoires, n° 111, 1939, 453 pp.
- (5) IMBEAUX. — Avant projet de captation des eaux souterraines de la Forêt de Haye. Nancy, 1897, 1 Br...
IMBEAUX et VILLAIN. — Captation des eaux souterraines de la Forêt de Haye. Nancy, 1902, 1 Br...

- (6) FABRE G. — Sur la base de l'Oolithe inférieure dans les environs de Nancy, Bull. Soc. Geol. Fr., T. XXVI, 1869.
- (7) JOLY H. — Les relations des ruisseaux souterrains de la région de Tucquegnieux avec les venues d'eau souterraines. Rev. Industrie Minière, Mémoires, 15 mai 1924, n° 154.
- (8) MAUBEUGE P.L. — Quelques données hydrogéologiques et géochimiques sur les eaux souterraines dans le bassin ferrifère lorrain. Bull. Technique Chambre Syndicale Mines de Fer de France, n° 111, 2^e Trim. 1973, pp. 81-86 (Bibliographie complète).
- Le réseau karstique de l'Aroffe (Lorraine centrale). Ibid. Sous presse.
- Etudes stratigraphiques sur la formation ferrifère de Lorraine et ses morts terrains. 487 pp., fig., 15 profils et cartes, éd. privée Metz 1972.
- Coupes géologiques nouvelles en Lorraine (feuilles Etain, Toul, Veze-lise, Gondrecourt et Châtenois). Bull. Carte Geol. Fr., n° 273, T. LIX, 1963, pp. 39-54.
- Géologie du bassin de Clairlieu et de ses abords. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., pp. 59-60, 1944, N° 5.
- (9) PIERRON René. — L'eau de source à Nancy (Sources communales et particulières). Etude historique, chimique et bactériologique. Jarville-Nancy, 1927, 1 Vol., 152 pp. (Thèse, Pharmacie).
-

Note : La publication des cartes de ce travail a été possible grâce à une aimable subvention de l'Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse.



- : Courbes de niveau du toit de l'colline militaire intérieure
- - - : du mur de la formation terrifiée
- - - : du toit des calcaires à Polypliers
- - - : Failles avec sens du rejet

Echelle : 1/10 000

860

878

878

877

120

119

119

119

118

117

890

878

878

877

J.R.

