

CAHIERS DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SUD (XI)

CENTRE D'ORSAY

91405 ORSAY CEDEX
☎ 9416750



ASPECTS DE LA GÉOLOGIE DE L'ILE-DE-FRANCE SUD

Ce cahier a été élaboré à l'occasion d'une exposition de géologie régionale organisée en mars 1982, au Centre Scientifique d'Orsay, par une équipe de géologues coordonnée par A. POISSON et par la Cellule d'Information et de Diffusion Scientifique dirigée par F. PREVOST.

N° 3 - Mars 1982

50F

APPORT DES DONNÉES GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES À L'AMÉNAGEMENT RÉGIONAL

R. COJEAN - Centre de Géologie de l'Ingénieur
Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris
60, boulevard Saint-Michel - 75272 PARIS Cédex 06

1 - INTRODUCTION

Géographes et historiens ont longtemps discuté de l'influence du milieu naturel sur la structure de l'habitat, sur les modes d'exploitation du sol, sur le développement des villes. Aujourd'hui il apparaît que l'organisation de l'espace résulte de nombreux déterminismes : technologiques, économiques, sociologiques et environnementaux.

Nous nous proposons de montrer à partir de l'exemple du Nord du Hurepoix, comment les facteurs de l'environnement -et principalement les facteurs géologiques et géotechniques- ont été pris en compte dans le passé et doivent l'être encore plus aujourd'hui.

2 - L'ENSEIGNEMENT DU PASSÉ : PALAISEAU AU XIXÈME SIÈCLE

Autrefois l'intuition et le bon sens suffisaient à l'homme pour s'adapter au milieu naturel. Equilibre et harmonie s'établissaient peu à peu, parfois à la suite de nombreux échecs. Considérons ainsi le village de Palaiseau (Essonne). Il semble que ce village se soit développé au départ en tant que ville-relai sur le trajet d'une grande et ancienne voie de communication : la route Paris - Chartres. Ceci posé, tous les éléments qui contribuent à définir le site sont alors utilisés de façon positive (Fig. 1 et 2).

Le village, à l'origine village-rue, s'est installé à flanc de coteau, le long d'une ligne de sources, zone d'affleurement de la nappe d'eau souterraine des "Sables de Fontainebleau". Situé sur un versant exposé au S.E., il est à l'abri des vents dominants qui balayaient le plateau supérieur, à l'écart de l'insalubrité du fond de la vallée et des inondations que provoquent les gros orages. Les habitants ont cultivé des vignes sur les basses pentes argilo-caillouteuses et bien exposées. Le fond de la vallée a été laissé aux prairies. Sur les sables des versants on a planté des châtaigniers pour en tirer du bois pour divers usages (tonnellerie en particulier). Sur le bord du plateau où le limon est peu épais ou inexistant, on a exploité des meulières à fleur de sol et des grès au sommet des sables, pour la construction et le pavage des chemins. Plus tardivement on a



Fig. N°1. Le Village - rue
de PALAISEAU.

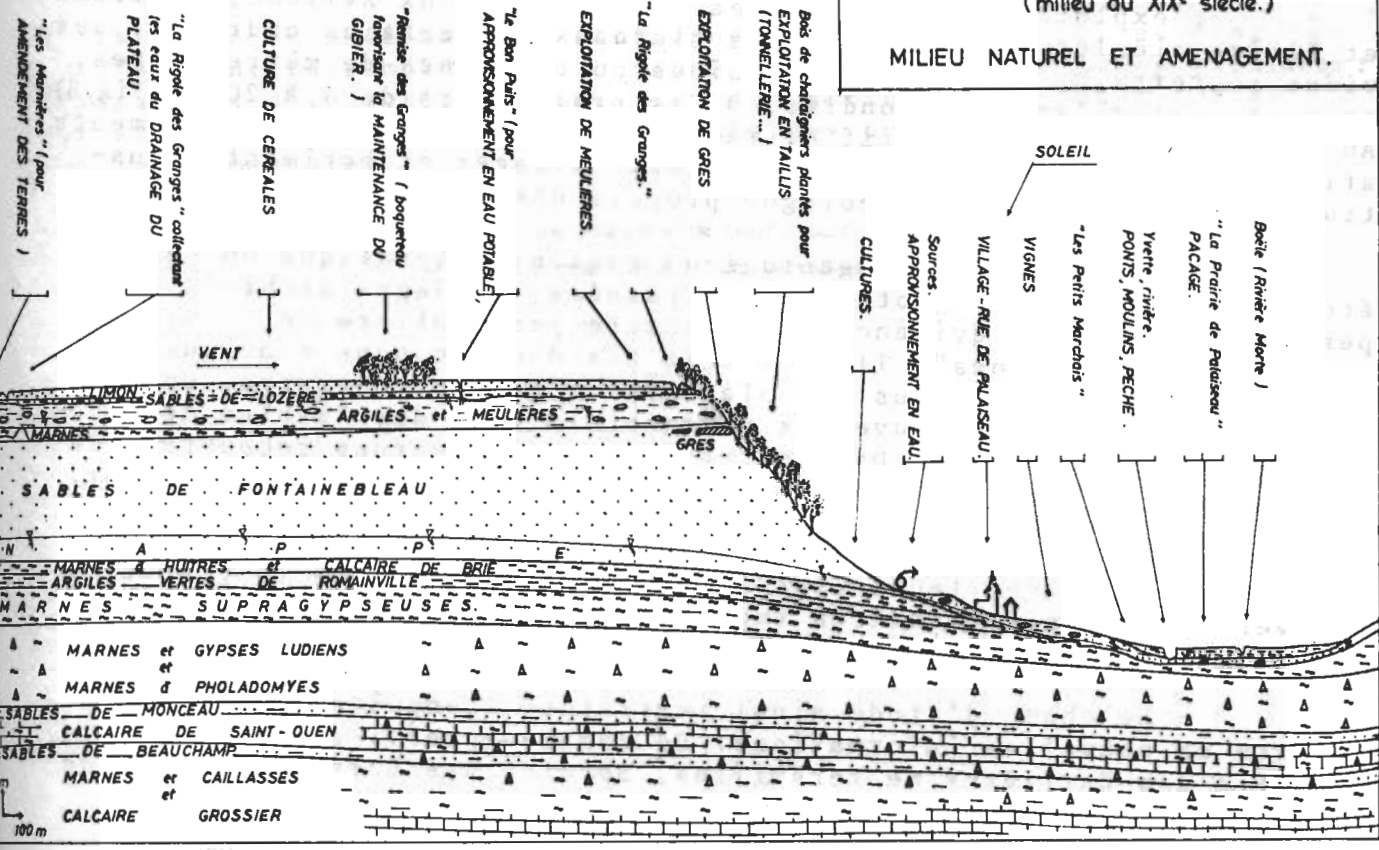
(Extrait de la Carte Agricole,
Géologique, Parcellaire, Statistique.)
1851.

N.W.

S.E.

Fig. N°2. La Commune de PALAISEAU.
(milieu du XIX^e siècle.)

MILIEU NATUREL ET AMENAGEMENT.



lancé des cultures de diverses céréales sur le plateau même. Enfin, dans le but d'amender les terres trop acides et argileuses du plateau, des niveaux de marnes ou de calcaire pulvérulent ("Marnes de Trappes") ont été exploités. Des puits et chambres souterraines (marnières) ont ainsi été creusés de façon artisanale à partir du plateau (Fig. 2 et 3)

Ces diverses activités se sont concrétisées peu à peu au cours des siècles. La relative lenteur de leur réalisation leur a permis de s'adapter au milieu naturel, de la meilleure façon, sans jamais lui faire violence. Aujourd'hui la commune de Palaiseau, comme bien d'autres dans la région parisienne, connaît une expansion trop rapide, phénomène qui va s'accroissant depuis un demi siècle. Bien des difficultés apparaissent. Certaines d'entre elles sont directement liées aux facteurs géologiques et géotechniques de l'environnement, comme nous allons le voir.

3 - EXEMPLES D'INTERVENTIONS PONCTUELLES DU GÉOLOGUE -

Suite au développement récent de l'urbanisation dans les vallées comme sur les plateaux (urbanisation pavillonnaire, ville nouvelle de Saint-Quentin en Yvelines), de nombreuses interventions ponctuelles ont été sollicitées de la part du géologue. Nous en avons retenu ici 4 exemples.

3.1 - LA DETECTION DES CAVITES SOUTERRAINES

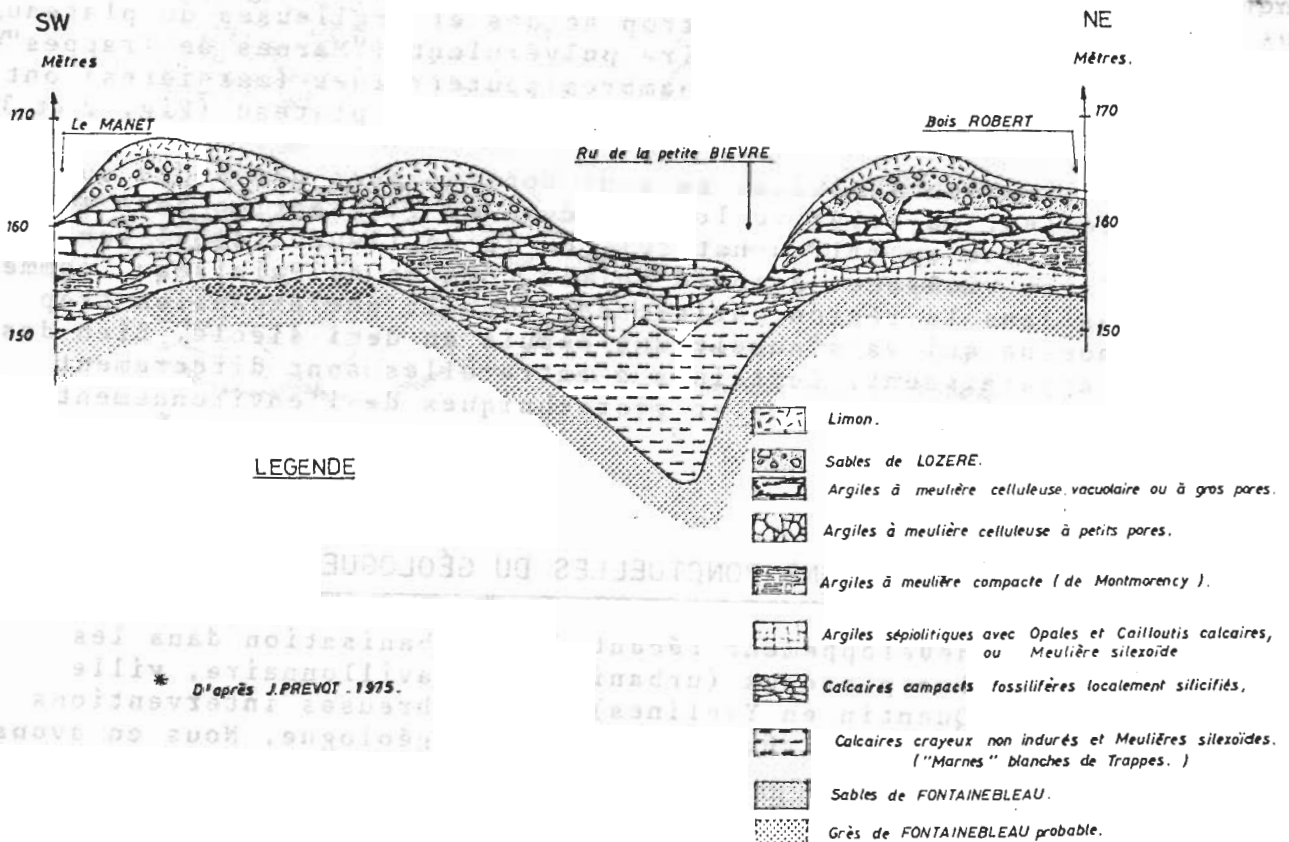
L'exploitation des "Marnes de Trappes" aux XVII^{ème}, XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles a laissé sur les plateaux en certains endroits, des vides souterrains de quelques dizaines ou centaines de mètres cubes, souvent partiellement effondrés, à des profondeurs de 5 à 20 m (Fig.3). Aujourd'hui il est impératif de retrouver exactement ces emplacements afin d'assurer au mieux la sécurité des ouvrages et bâtiments construits sur ces sites. Le géologue propose une démarche en 4 temps :

- La connaissance géologique régionale (pratique du terrain, études géologiques et géotechniques passées, sondages archivés...) permet de mettre en évidence la structure particulière de ce niveau des "Marnes de Trappes". Il ne s'agit pas d'une couche continue et d'épaisseur constante sous les plateaux. C'est au contraire, un remplissage de chenaux et cuvettes marquant le toit des "sables de Fontainebleau" (Fig. 4). Dans certains cas, ces marnes recouvrent le sommet des rides entre chenaux, mais alors sur une faible épaisseur. Il est donc possible, grâce à ces données de réaliser un zonage géologique et un zonage du risque, faisant apparaître les zones où les marnes existent avec leurs plus fortes épaisseurs et où le risque de trouver d'anciennes marnières importantes est le plus grand.

- Le champ d'étude ainsi restreint, l'enquête documentaire apporte de nouvelles informations. De nombreux services d'archives (Service des Carrières de Versailles, Service des Cartes et Plans de

Fig. N°4 COUPE SCHEMATIQUE DE LA FORMATION DE BEAUCE A St QUENTIN-EN-YVELINES.

(D'APRES LES DONNEES DES SONDAGES ET LES OBSERVATIONS DE TERRAIN) *



la Bibliothèque Nationale, Cartothèque de l'I.G.N., Archives départementales) ont rassemblé des documents anciens relatifs à ces marnières : déclarations d'intention d'ouverture de carrière, anciennes cartes géologiques, agronomiques, statistiques des comices agricoles, monographies communales... (Fig. 3 et 5).

Fig. N°3 Coupe d'une marnière de Guyancourt (tiré d'un document du Service des Carrières de Versailles - 1850.)

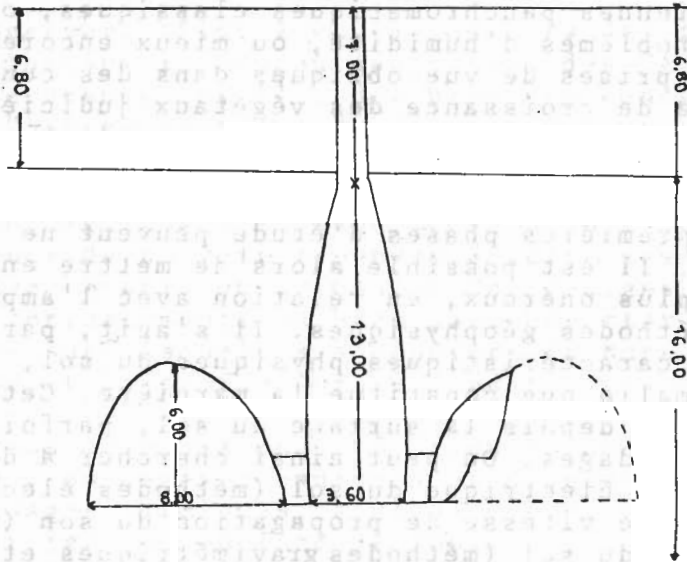
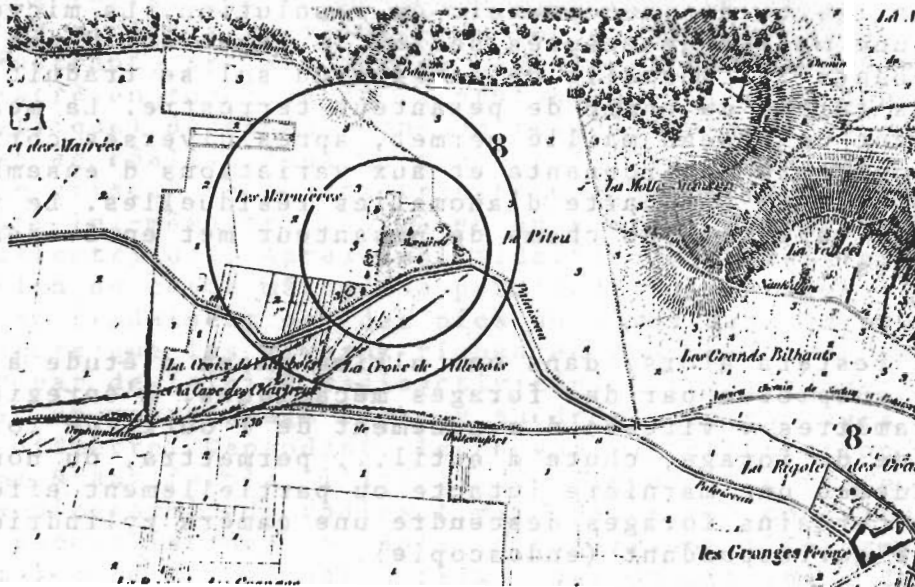


Fig. N°5 Lieu-dit "Les Marnières" et implantation précise des marnières de Palaiseau. (tiré de la carte Agricole, Géologique, Parcellaire et Statistique de la Commune de Palaiseau - 1851.)



Par ailleurs, l'observation des photographies aériennes et les techniques de la photo-interprétation permettent dans certains cas de localiser avec précision ces anciennes marnières. Qu'elles soient ou non effondrées, leur présence introduit une anomalie dans le sol qui se traduit dans la microtopographie, l'humidité, la couleur et les propriétés thermiques du sol nu, la croissance des végétaux. Elles peuvent apparaître alors sous forme de petites taches sombres sur les missions aériennes panchromatiques classiques, ou infra-rouge mieux adaptées aux problèmes d'humidité, ou mieux encore sur des missions spéciales avec prises de vue obliques dans des conditions atmosphériques et de phase de croissance des végétaux judicieusement choisies.

- Ces deux premières phases d'étude peuvent ne pas donner entière satisfaction. Il est possible alors de mettre en oeuvre des moyens de détection plus onéreux, en relation avec l'ampleur d'un projet donné : les méthodes géophysiques. Il s'agit, par ces méthodes, de mesurer certaines caractéristiques physiques du sol, localement perturbées par l'anomalie que constitue la marnière. Cette mesure se fait de façon indirecte depuis la surface du sol, parfois entre sol et sondage ou entre sondages. On peut ainsi chercher à détecter une anomalie de résistivité électrique du sol (méthodes électriques, magnéto-telluriques), de vitesse de propagation du son (méthodes sismiques), de densité du sol (méthodes gravimétriques et microgravimétriques). L'anomalie sera d'autant mieux détectable que le contraste sera grand, c'est-à-dire que la marnière sera grande, non effondrée, et proche de la surface.

La taille restreinte des marnières des plateaux de Trappes et Palaiseau fait que les différentes méthodes géophysiques sont pratiquement à la limite de leur pouvoir de résolution. La microgravimétrie, avec une maille de mesures serrée, a cependant donné quelques résultats probants : l'anomalie de densité du sol se traduit par une variation très faible du champ de pesanteur terrestre. La mesure de ce champ suivant un réseau maillé permet, après diverses corrections dues à la topographie environnante et aux variations d'ensemble dites régionales, d'obtenir une carte d'anomalies résiduelles. Le tracé de courbes d'égalé variation du champ de pesanteur met en évidence des "zones suspectes".

- Il restera alors, dans une ultime phase d'étude à confirmer ces zones suspectes par des forages mécaniques. L'enregistrement de divers paramètres : vitesse d'avancement de l'outil de forage, perte de fluide de forage, chute d'outil... permettra, ou non, de mettre en évidence une marnière intacte ou partiellement effondrée. On a pu, dans certains forages descendre une caméra cylindrique et filmer le vide correspondant (endoscopie).

Après ces détections de cavités souterraines, le géologue intervient encore par des recommandations relatives au confortement de ces carrières (remblaiement, injections de coulis...) ou relatives au choix du type de fondation (fondations spéciales superficielles, fondations profondes sur pieux traversant les anciennes marnières...)

3.2 - LA DETERMINATION DU POURCENTAGE ROCHEUX DES ARGILES A MEULIERE

On observera (Fig. 2 et 4) que lors des travaux de terrassement sur les plateaux le niveau géologique des "Argiles à meulières" ou formation de Beauce est l'un des premiers concernés après les limons et les "Sables de Lozère" généralement peu épais. Or ce matériau pose un problème essentiel : comment connaître le pourcentage rocheux de meulières (et la taille des blocs correspondants) par rapport à la phase argileuse. Il est important à l'issue d'une campagne de reconnaissance de pouvoir répondre à cette question afin de pouvoir rédiger avec précision un Cahier des Charges auquel se fiera une entreprise de terrassement, ou bien pour apporter des hypothèses de calcul valables sur lesquelles s'appuiera le bureau d'étude chargé de choisir le type et la profondeur de fondation.

Diverses méthodes ont été mises en oeuvre pour répondre à cette question : sondages mécaniques et diagraphie de radioactivité naturelle, sondages sismiques, analyse d'échantillons prélevés en sondage, en carrière ou en fond de fouille (étude pétrographique des blocs de meulière, étude des minéraux argileux de la gangue argileuse).

- La diagraphie de radioactivité naturelle repose sur le principe suivant : toutes les formations géologiques renferment un très faible pourcentage de substances radioactives, sensiblement constant et caractéristique (d'autant plus important que la matière organique et les minéraux argileux sont abondants). Le rayonnement gamma, le plus pénétrant, produit par la désintégration de ces substances est enregistré en fonction de la profondeur à l'aide d'une sonde (tube métallique) descendue dans un trou de forage. La mesure de ce rayonnement se réalise dans la sonde par l'intermédiaire d'un scintillomètre (un cristal de Quartz transforme chaque rayon gamma en un petit éclair lui-même transformé en un courant électrique par une cellule photoélectrique). Après amplification ce courant est enregistré. L'utilisation de cette méthode a permis de montrer que les niveaux d'argiles se traduisent par des pics ou dômes dans la courbe de radioactivité alors que les niveaux riches en gros blocs de meulière se traduisent par de faibles radioactivités. Cette méthode permet donc de préciser un pourcentage rocheux au droit des sondages destructifs de faible diamètre. Cependant, le pouvoir de pénétration des rayonnements gamma étant faible, l'information recueillie reste très ponctuelle. La diagraphie de radioactivité naturelle constitue donc une aide à la reconnaissance des sols en valorisant l'information obtenue par de simples sondages destructifs (par opposition à des sondages carottés de plus grand diamètre).

27601 - Une méthode géophysique plus globale est représentée par le sondage sismique qui consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes élastiques dans les couches du sous-sol. Ces ondes sont obtenues en provoquant un ébranlement du sol (le choc d'une masse sur une plaque métallique posée sur le sol). Après diverses réfractions sur les couches du sous-sol ces ondes sont captées en surface par des géophones. Les vitesses de propagation étant caractéristiques de chaque formation (en fonction de sa nature, de sa texture, de son état d'altération ou de fissuration), il est possible par ce paramètre de différencier des niveaux d'argiles à meulières à pourcentages de blocs ou de dalles variables. Une limite théorique de la méthode réside cependant dans le fait que les vitesses doivent aller en croissant avec la profondeur, et que les couches du sous-sol doivent être continues. Or, les différents niveaux d'argiles à meulière étant souvent lenticulaires et le pourcentage rocheux n'allant pas toujours en croissant avec la profondeur (malgré un certain ordonnancement dans la succession des types de meulière - J. PREVOT 1975 - Fig. 4) les résultats des campagnes géophysiques réalisées par nous sur les plateaux de Trappes - Palaiseau ont été parfois d'interprétation délicate. Il est apparu indispensable de disposer de sondages mécaniques de référence permettant un étalonnage sérieux. A cette condition les campagnes géophysiques de sismique - réfraction apportent une information de qualité permettant une interpolation relativement rigoureuse entre données de sondages mécaniques.

27602 - Une autre approche très intéressante du problème est donnée par J. PREVOT (1975) qui a mis en évidence des corrélations entre la taille des blocs et le pourcentage rocheux des argiles à meulières d'une part et divers paramètres d'autre part dont le type pétrographique de meulière (meulière celluleuse à gros pores, à petits pores, meulière bréchiforme, meulière compacte...), la couleur des argiles de la gangue, et spécialement la taille des cristaux de silice des meulières et la teneur de la gangue argileuse en kaolinite. Ces corrélations ont été établies à partir de nombreuses observations en carrière ou en fond de fouille. L'analyse au laboratoire des échantillons prélevés en sondage permet alors de passer d'une information ponctuelle (le sondage) à une information de volume (par l'intermédiaire des corrélations évoquées ci-dessus).

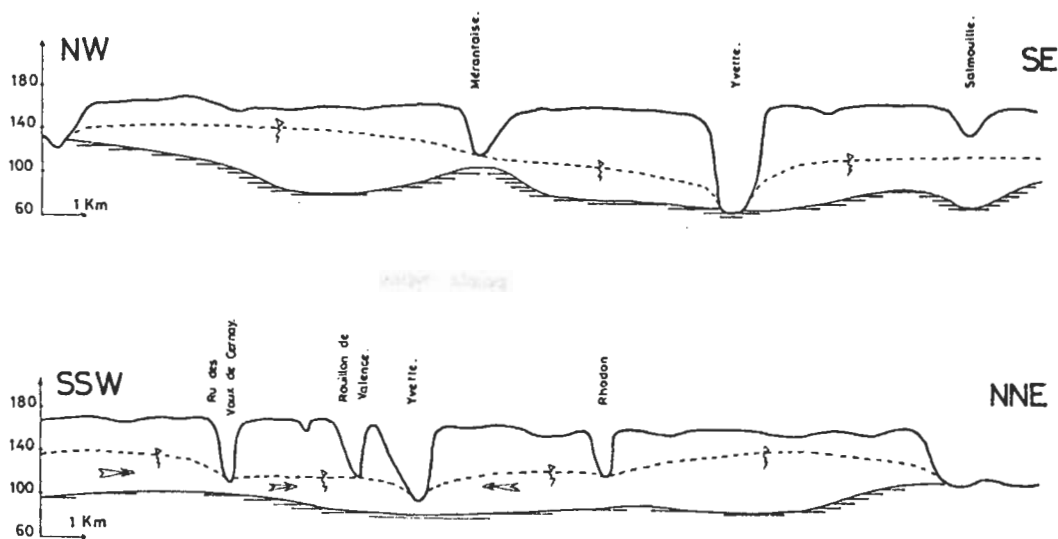
3.3 - LA PROTECTION DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

On peut observer qu'un ensemble de textes législatifs et réglementaires relatifs aux eaux de surface comme aux eaux souterraines existent déjà (cf. en particulier J. LAMARQUE 1973). Il faut noter que dans ce domaine le rôle du géologue est reconnu puisque de nombreux textes prescrivent de consulter "le géologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique". C'est le cas pour ce qui concerne les créations de cimetières, les ouvertures de décharges contrôlées, les rejets de produits liquides polluants, la délimitation des périmètres de protection des ouvrages de prélèvement d'eau souterraine pour l'alimentation des collectivités humaines. Ces interventions restent cependant très ponctuelles.

Dans la région étudiée, nous avons pu mettre l'accent sur l'importance d'une nappe d'eau souterraine : la nappe des Sables de Fontainebleau évoquée au début de cet article (Fig. 2). Cette nappe donne de nombreuses sources d'émergence dans les vallées entaillant les plateaux (Bièvre, Yvette, Mauldre), ou des zones de marais et de roselières dans les vallons moins encaissés (Rhodon, Méranthaise...) (Fig.6). Elle est déjà exploitée sur les plateaux pour l'alimentation en eau potable, mais aussi à des fins industrielles ou agricoles. Il semble que cette nappe ne soit pas encore surexploitée. Les réserves relativement faibles cependant n'en font pas une ressource susceptible de répondre à la demande induite par le développement de la ville nouvelle (divers concessionnaires répondent à cette demande par de l'eau pompée dans la nappe de la Craie ou des alluvions de la Seine en aval de Paris). La qualité de cette eau souterraine doit cependant être préservée. Toute pollution du fait du développement des agglomérations (pertes des réseaux de collecteurs d'eaux usées, décharges...) doit être combattue.

L'établissement d'une Carte de Vulnérabilité à la pollution constituerait une information scientifique de base susceptible d'être directement utilisée par les planificateurs et les hygiénistes. Il s'agirait d'analyser un ensemble de facteurs contrôlant les risques de pollution des eaux souterraines : nature, perméabilité et épaisseurs des terrains de surface non saturés (effet de filtre du sol lors des transits d'éventuels polluants depuis la surface, dans la zone non saturée), dynamique de la nappe souterraine (directions et vitesses de propagation des polluants entraînés par l'écoulement de la nappe, effet de dispersion, fixabilité des polluants par l'aquifère), renouvellement de la nappe (persistance de la pollution après suppression du foyer). Sur ces bases, une cartographie de vulnérabilité de la nappe des Sables de Fontainebleau serait très positive.

Fig.6.-COUPES SCHEMATIQUES DE LA NAPPE OLIGOCENE.



3.4 - LA CONCEPTION DES ETANGS - REGULATEURS ANTI-CRUES :

Ce dernier exemple montre que le milieu naturel n'est pas un simple support pour les activités humaines mais qu'il faut savoir "composer avec lui".

Le développement de l'urbanisation conduit à une forte imperméabilisation des sols (toitures, parkings, voirie...). Là où l'eau stagnait ou s'infiltrait dans le sous-sol, aujourd'hui elle ruisselle. Là où l'eau ruisselait ou s'écoulait lentement dans des rigoles de drainage, dans des ruisseaux ou de petits cours d'eau au tracé sinueux et aux rives encombrées de végétation, aujourd'hui elle se déplace rapidement dans des réseaux de collecteurs qui se substituent au réseau hydrographique naturel. Le bilan hydrologique relatif au bassin versant considéré se trouve donc fortement modifié avec pour conséquence une augmentation du ruissellement au dépens de l'infiltration et un accroissement des débits de pointe lors des crues (Fig. 7 et 8). On a pu calculer ainsi au sujet du bassin versant du centre principal de la ville nouvelle de Saint-Quentin en Yvelines que lors d'une crue décennale le débit à l'exutoire du bassin versant serait de $60 \text{ m}^3/\text{s}$ après urbanisation, l'aval ne pouvant recevoir que

Fig. 7. Influence de l'urbanisation

sur un hydrogramme de crue.

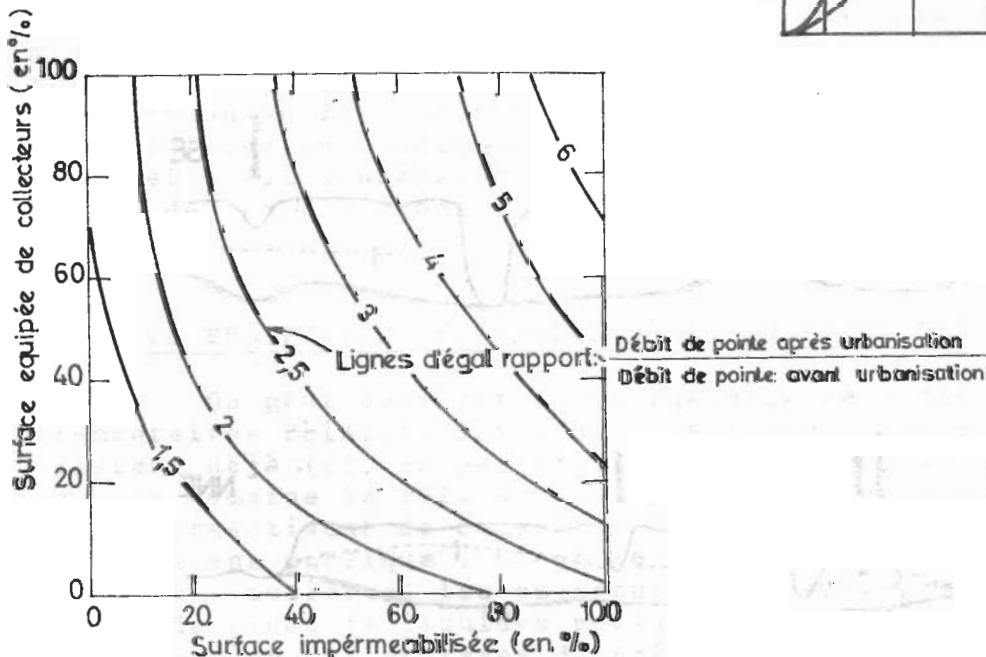
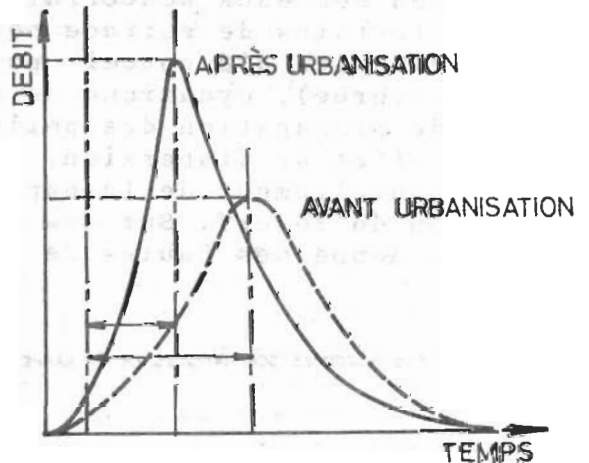


Fig. 8. Effet de l'urbanisation sur la crue annuelle moyenne :
(bassins versants de 2.5 km^2 environ.)
Données de l'USGS - 1968

l m³/s. Des solutions techniques existent. Dans le cas de la ville nouvelle, elles ont consisté à retenir provisoirement les volumes d'eau excédentaires dans des étangs régulateurs (ou bassins d'orage) pour ne les relâcher ensuite que lentement au rythme de décharge des terrains naturels. Le choix de ce type de solution n'est pas neutre vis-à-vis du phénomène de l'urbanisation. En effet, réaliser de tels équipements, c'est consommer de l'espace (environ 8 % des surfaces imperméabilisées). En obtenir un maximum d'efficacité, c'est les localiser au centre des zones les plus imperméabilisées (urbanisation dense, zones d'activités). Leur rôle structurant dans le développement de la ville n'est donc pas négligeable et apparaît comparable à celui de la voirie. L'intégration de ces étangs dans le tissu urbain impose bien souvent un traitement de ces espaces en zones de loisirs : les étangs restent en eau tout au long de l'année, le stockage se réalisant dans une zone supérieure de marnage. Bien que le système d'assainissement soit évidemment de type séparatif, il importe de contrôler la pollution du ruissellement urbain pour éviter une altération trop grande du biotope que représentent ces étangs (faune, flore algale, végétation des rives). Diverses grilles, pièges à sable, à huile, ou des techniques de partition des débits (les premiers flots les plus pollués après une averse étant dirigés vers le réseau d'eaux usées) permettent d'atténuer cette pollution.

Enfin, la localisation de ces étangs régulateurs ne peut se faire indépendamment du milieu naturel. Des facteurs topographiques, géologiques et hydrogéologiques interviennent dans le choix de leur localisation. S'il faut les implanter aux points bas pour récupérer l'eau par simple gravité, il faut aussi que le niveau géologique dans lequel est créé le bassin d'orage soit suffisamment imperméable pour retenir l'eau (dans le cas contraire, un traitement coûteux des fonds s'impose). Les terrassements relativement importants pour aménager le bassin et la réalisation de la digue aval font appel au géologue et au géotechnicien. Enfin, il faut que les infiltrations à partir du fond du bassin (jamais totalement imperméable) ne viennent pas altérer des nappes d'eau souterraine de qualité.

Dans la mesure où il est nécessaire de prévoir la localisation de ces étangs très tôt dans le déroulement des études d'urbanisme (réservations foncières souhaitables dès l'établissement des documents d'urbanisme SDAU et POS), on observe que l'intervention du géologue se réalise ou devrait se réaliser très tôt en amont des études.

4 - LES INTERVENTIONS GLOBALES DU GÉOLOGUE

Si le géologue peut apporter des éléments de décision dans les différentes phases des études, il apparaît, comme nous venons de le souligner par un exemple, que son intervention est d'autant plus efficace qu'elle se réalise dès le stade des études préliminaires. Nous sommes même convaincus que son action, comme celle d'autres spécialistes du milieu naturel, doit se situer dans une large perspec-

tive de "planification écologique". Nous adoptons ici dans leurs principes les idées développées par L. Mc HARG (1969) aux U.S.A. et reprises en Europe et en France sous diverses formes (Cf. M. FALGUE 1980 en particulier). Ces interventions globales doivent conduire à la réalisation de documents synthétiques relatifs à l'aptitude des sols à tel ou tel usage, relatifs aux risques naturels, aux ressources naturelles, relatifs à la sensibilité des milieux en tant qu'écosystème.

Il apparaît que la démarche la plus logique est la suivante :

1°) Collecte des informations scientifiques de base : il faut noter que la valeur scientifique de ces informations est très variable et que celle-ci sont spatialement très hétérogènes. On se heurte ici à l'absence de "banques de données environnementales". S'il existe des documents cartographiques de base à des échelles convenables (topographie, géologie du substratum....) on peut regretter que des documents similaires soient plus rares dans les domaines suivants : géomorphologie, pédologie, climatologie et microclimatologie, hydrogéologie, végétation, sensibilité des écosystèmes.

2°) Choix des données les plus pertinentes à retenir en fonction de l'usage potentiel défini. M. FALQUE (1980) propose de retenir 2 niveaux d'agrégation de l'information. Un premier niveau fait correspondre à des "descripteurs" du milieu naturel des facteurs d'aménagement. Un deuxième niveau fait correspondre à ces facteurs d'aménagement des usages potentiels du sol.

Ainsi, par exemple, l'usage potentiel du sol : urbanisation dense sera définie à partir d'un ensemble de facteurs d'aménagement dont : le confort climatique, l'aptitude des terrains aux fondations, l'aptitude à l'assainissement pluvial, la sensibilité des paysages. Chacun de ces facteurs d'aménagement résulte lui-même d'un ensemble d'informations scientifiques de base. Ainsi l'aptitude des terrains aux fondations est définie à partir des descripteurs suivants : caractéristiques géotechniques du substrat, profondeur de la nappe phréatique, stabilité d'ensemble du terrain.

Des tableaux ou matrices font passer des descripteurs aux facteurs d'aménagement, puis de ceux-ci aux usages potentiels du sol. L'élaboration de ces tableaux fait appel au jugement des spécialistes du milieu naturel comme des planificateurs et des utilisateurs (élus...).

On peut penser que le rôle des naturalistes -géologues, en particulier- doit se cantonner dans 2 domaines principaux :

- établissement de banques de données environnementales ;
- définition rigoureuse des relations descripteurs du milieu naturel / facteurs d'aménagement.

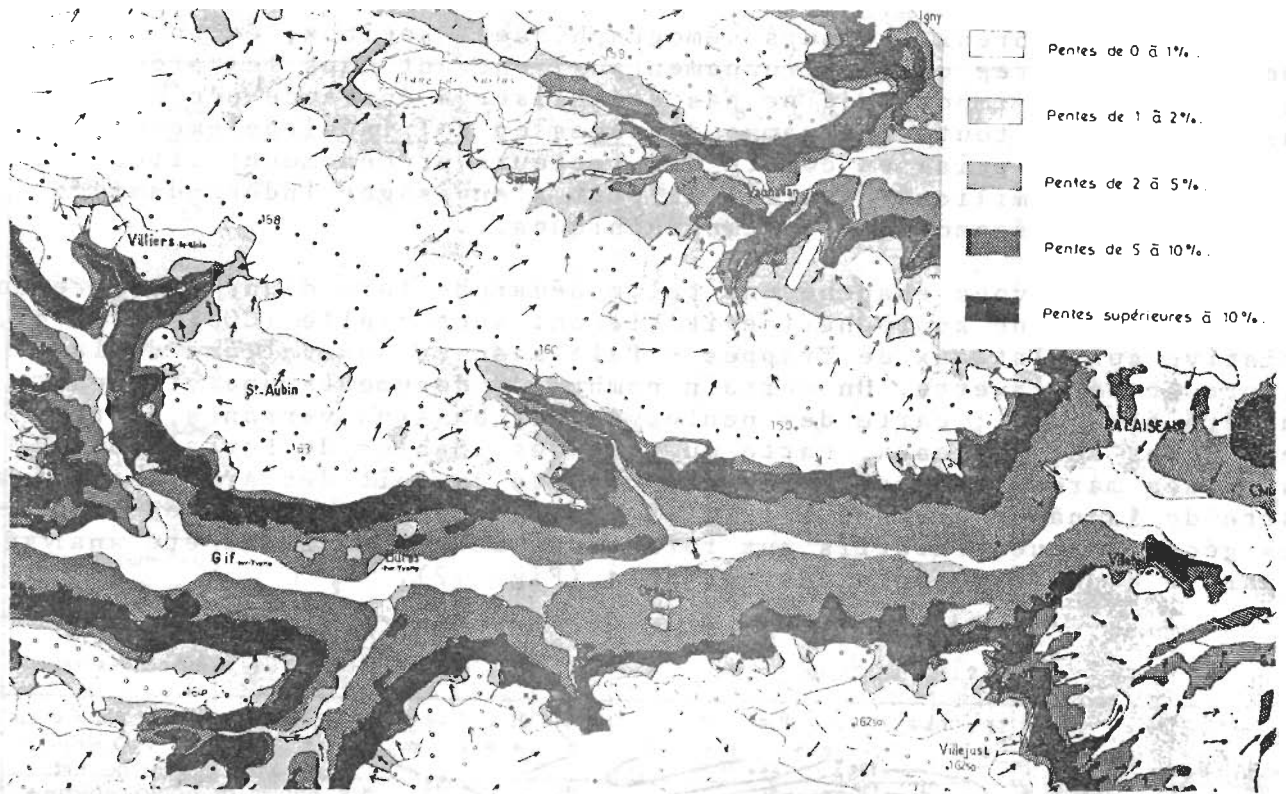


Fig. 9 ... Extrait de la Carte des pentes et Bassins versants.
Document original au 1/50.000

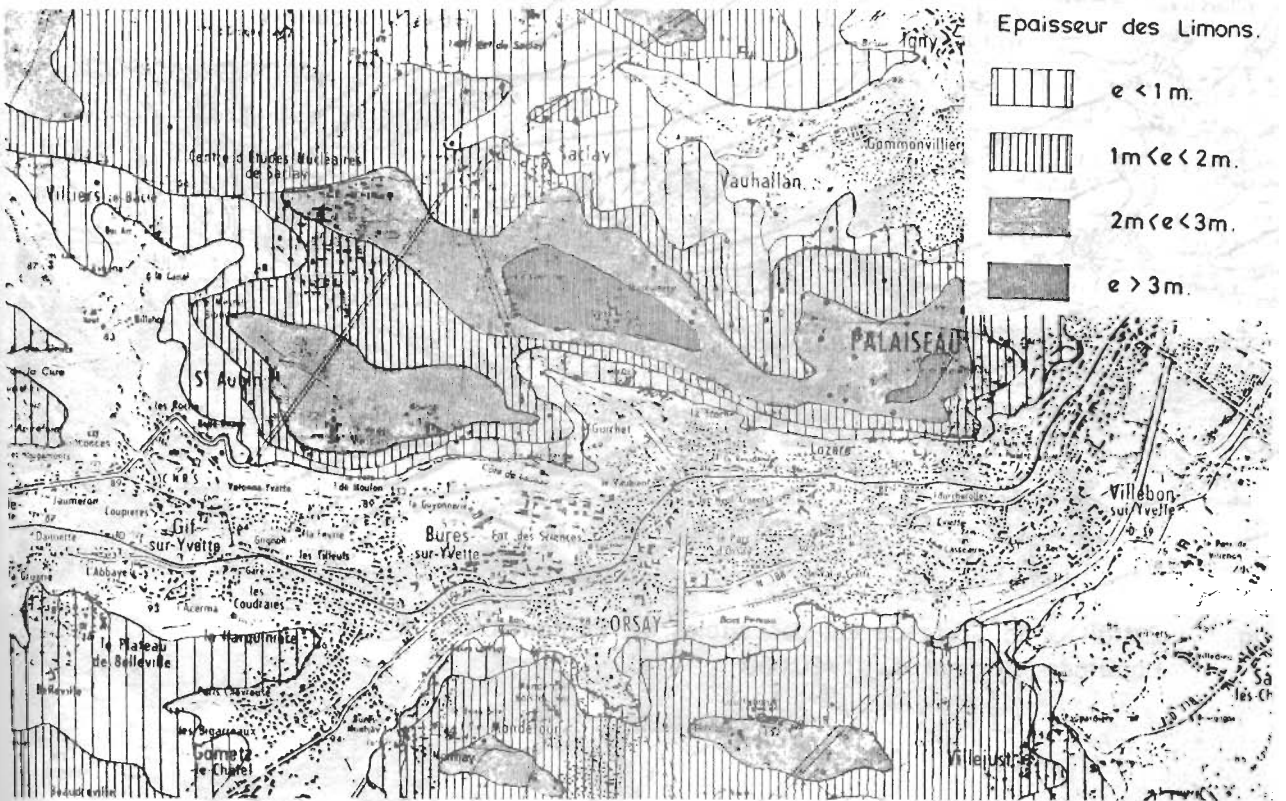


Fig. 10 ... Extrait de la Carte des épaisseurs des limons.
Document original au 1/50.000

De nombreux facteurs démographiques, sociaux, économiques, techniques (autres que environnementaux) entrant dans les processus de décision, il importe de ne pas formaliser à outrance une démarche jusqu'à définir toute une gamme d'usages du sol inévitablement remis en cause par la prise en compte des facteurs précédemment cités. La protection des milieux naturels ne peut s'envisager indépendamment des situations économiques, démographiques...

Nous avons ébauché une telle démarche lors d'une thèse récente à partir d'une approche inévitablement sectorielle (COJEAN, 1975), relative aux plateaux de Trappes - Palaiseau et aux vallées de la Bièvre et de l'Yvette. Un certain nombre de documents analytiques ont été élaborés : carte des pentes et des bassins versants, carte des limons des plateaux, carte du toit des Sables de Fontainebleau, carte des marnières, carte des grès, carte du toit des Argiles Vertes, carte de la nappe oligocène (Fig. 9, 10, 11 par exemple). Les problèmes géotechniques relatifs aux formations de versants ont été analysés à partir d'une typologie des versants (Fig. 12).

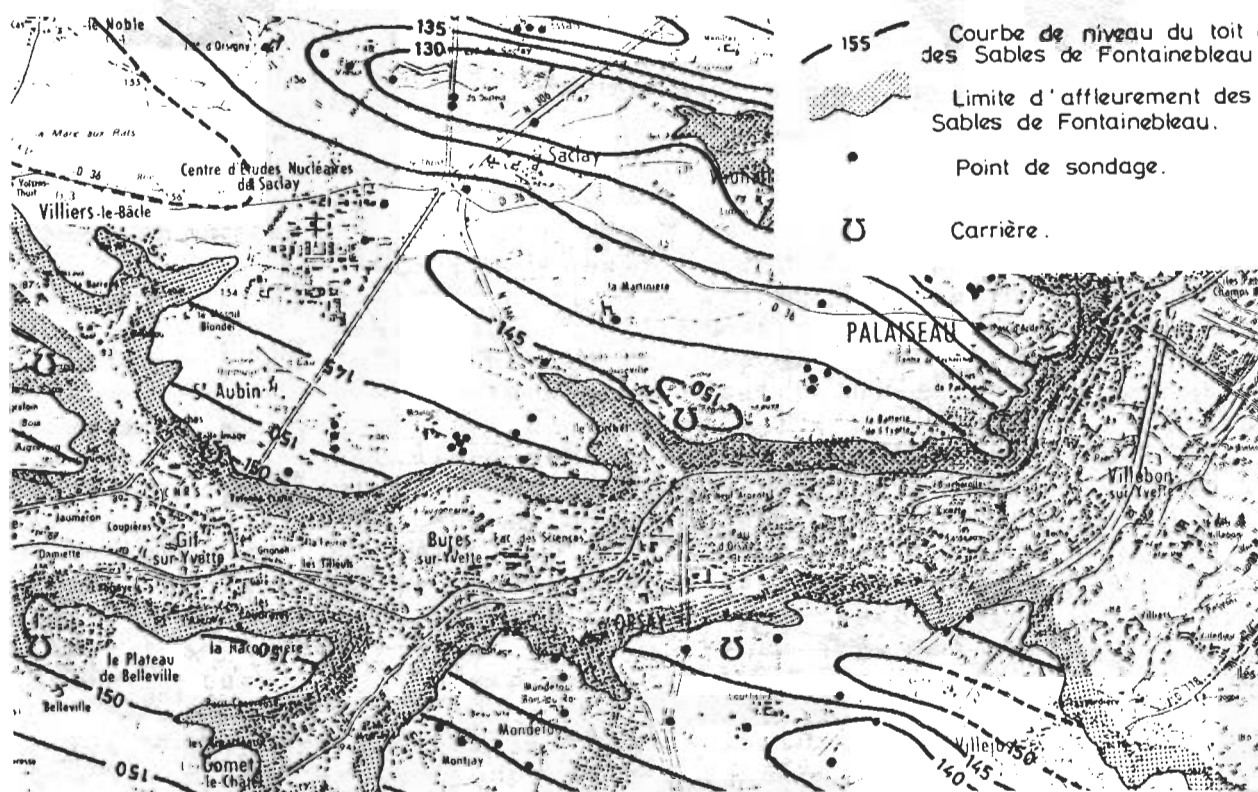
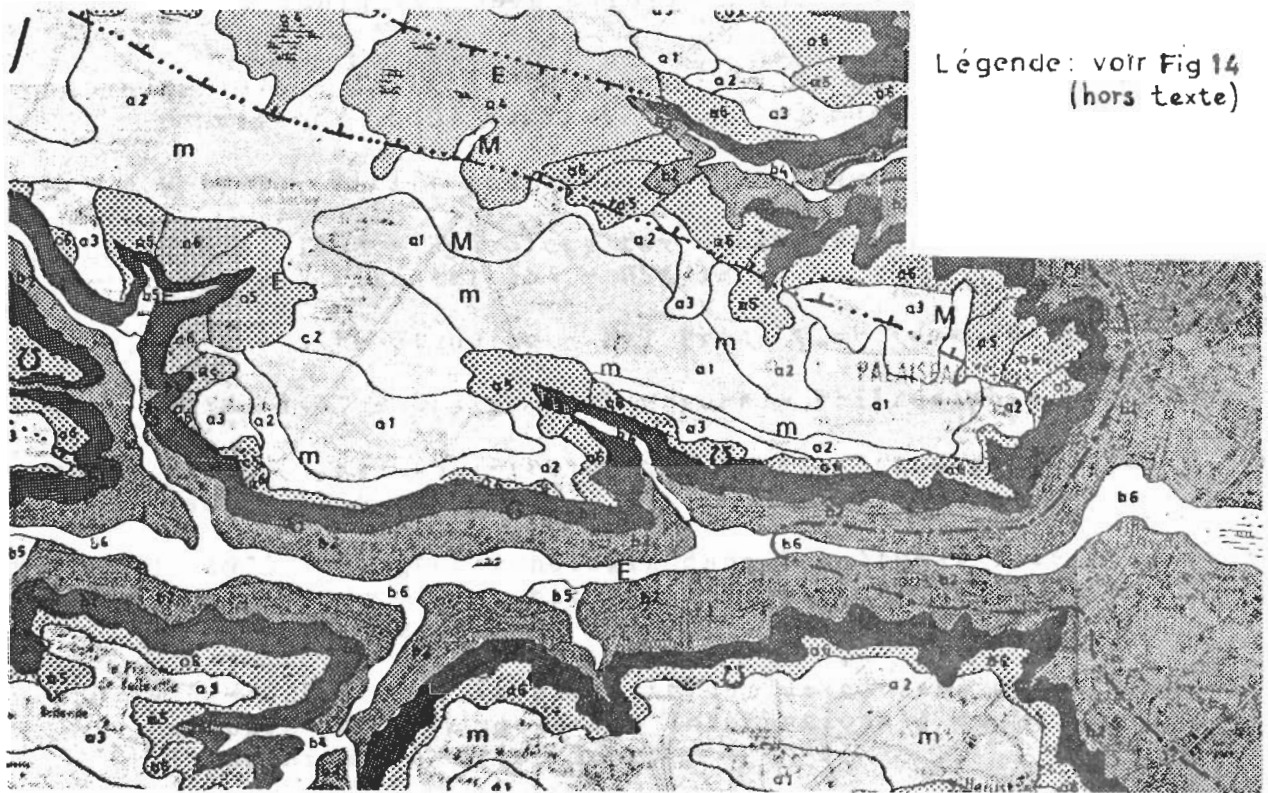


Fig. 11... Extrait de la Carte du toit des sables de Fontainebleau
Document original au 1/50.000

Fig. 12 ... Problèmes géotechniques et Types de versants.

Type de Facteur géotechnique.	I	II	III	IV	V	VI		Fond de Vallée	VII			VIII			
						Haut de versant.	Bas		H	B	V	H	B	V	
Pente x6	5	1	15	2	15	15	2	0	15	2	0	15	2	0	
Formations superficielles	Epaisseur x 2	1	2	0	2	0	1	5	5	0	5	2	0	5	5
	Lithologie x 2	5	2	1	0	1	1	2	5	1	2	5	1	5	5
Formations sous- jacentes	Lithologie x 2	5	5	1	1	1	1	1	2	1	2	5	1	5	5
	Nappe x 3	2	2	0	0	0	0	0	5	0	5	15	0	5	15
Nappe de Form.Sup. (ou de fond de vallée) x 3	2	5	0	5	0	0	2	5	0	5	15	0	5	15	
Ruissellement x 1	1	2	0	2	2	5	5	0	0	2	0	0	2	0	
Aptitude aux travaux de Génie Civil.	T = 65 **	T = 47 ***	T = 94 *	T = 35 ***	T = 96 *	T = 101 *	T = 39 ***	T = 54 **	T = 94 *	T = 62 **	T = 114 *	T = 94 *	T = 74 **	T = 120 *	
Légende	15 Très défavorable. 5 Défavorable. 2 Indifférent. 1 Favorable. 0 Très favorable.					Coefficient multiplicateur de pondération			Topographie : 6 Lithologie : 6=2+2+2 Hydrogéologie : 6=3+3 Ruissellement : 1			Aptitude aux travaux de Génie Civil * (T>80) A déconseiller ** (50<T<80) Procédés spéciaux à mettre en oeuvre. (ex: rabattement de nappe, fondations profondes sur pieux.) *** (T<50) Pas de problèmes en général.			



Légende: voir Fig 14 (hors texte)

Fig. 13... Extrait de la Carte de zonage pour l'aménagement.
Document original au 1/50.000

Ces documents de type descripteurs, et quelques données supplémentaires, nous ont permis d'établir une carte de zonage pour l'aménagement (Fig. 13 et 14). S'y trouve défini un ensemble de 12 zones-types homogènes selon divers critères : géomorphologiques, géologiques, géotechniques, hydrologiques et hydrogéologiques, occupation du sol et divers (agriculture, forêt, paysage, microclimat). Ces 12 zones types se répartissent en 6 zones de plateau (3 zones de lignes de crête, 1 zone basse, 2 zones de bordure de plateau) et 6 zones de versants et fonds de vallées (1 zone de versant en pente forte, 2 zones de versant en pente faible, 3 zones de fond de vallée). Un tableau (Fig. 14) donne les caractéristiques principales de chaque type de zone qui sont interprétées en termes de facteurs d'aménagement ou d'usage potentiel du sol : aptitude aux fondations, aptitude aux terrassements, au réemploi des matériaux, aptitude à l'urbanisation, aux loisirs, zones à protéger.

La conclusion de ce travail, comme des expériences plus récentes, nous conduisent à mettre l'accent sur 2 aspects essentiels :

1) La notion de planification écologique doit s'appliquer non seulement à des zones rurales, mais aussi aux zones moyennement urbanisées comme c'est le cas de la région étudiée. Dans ce cadre des banques de données environnementales doivent être élaborées. Il sera alors possible de répondre valablement aux dernières lois sur les études d'impact et la protection de la nature.

2) Seules des équipes pluridisciplinaires de spécialistes du milieu naturel peuvent aboutir à l'élaboration de documents fiables susceptibles d'être pris en compte dans les processus de décision. Ces équipes doivent intervenir le plus tôt possible en amont des études et travailler en liaison étroite avec les planificateurs, mais aussi les élus.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNOULD M. 1969 - Aspects géologiques des problèmes d'urbanisme
Annales des P et C n°V - Sept. Oct. 1969 - pp 261 - 268.
- ARNOULD M. 1980 - Géologie de l'Ingénieur - Livre jubilaire de la
Soc. géol. de France 1830 - 1980. Mem. h. sér. Soc. géol. de
France 1980 - N° 10 - pp 405 - 413
- BERTRAND G. 1976 - Pour une histoire écologique de la France rurale
in Histoire de la France rurale. Tome 1 pp 34 - 113 Seuil Paris
- COJEAN R. 1975 - Contribution à une cartographie géotechnique pour
l'aménagement régional. Plateau de Trappes - Saclay - Vallées
de la Bièvre et de l'Yvette - Thèse Paris 142 p.
- FALQUE M. 1972 - Pour une planification écologique - L'irriguant n°59
Société du Canal de Provence - pp 4 - 21.
- FALQUE M. 1980 - La Provence littorale : un espace fragile et convoité
Contribution originale présentée en annexe de l'édition
française - Composer avec la nature de IAN L Mc HARG - Cahier
de l'IAURIF Vol. 58.59 - pp 161 - 183.
- GRISONNI J.C. - 1979 - Argiles à meulières et calcaire de Beauce en
Hurepoix Synthèse géologique - Rapport de Recherche LPC
n° 87 75 p.
- LAMARQUE J. 1973 - Droit de la protection de la nature et de l'environnement - LGDJ Paris 974 p. 1975 Supplément 132 p.
- LEGGET R.F 1973 - Cities and geology - Mc Grawhill - 624 p.
- LEOPOLD LUNA B. 1968 - Hydrology for urban land planning Geological
Survey - Circular 554 - USA 18 p.
- LYNCH K. 1971 - Site planning - MIT Press Cambridge 384 p.
- Mc HARG IAN L. 1969 - Design with nature - Philadelphie USA 198 p.
- PREVOT J. 1975 - Les meulières du Sud de la région parisienne - Thèse
Paris - 136 p.
- TRICART J. & 1973 - La géomorphologie dans les études intégrées d'aménagement du milieu naturel - Annales de géographie. t. LXXXII
n° 452 pp. 421 - 453
- UNESCO 1976 - Guide pour la préparation des cavités géotechniques
préparé par l'Association Internationale de Géologie de
l'Ingénieur - Paris, 26 p.