

Vittel et son environnement.

(Congrès APBG Lorraine 1994)

F. GRAS : Université NANCY I, Laboratoire de Pédologie.

M. BENOIT : INRA, Directeur de la Station de MIRECOURT.

S. DORMAGEN Professeur de SVT

M. PATTE Professeur de SVT

I) LA LORRAINE.

La LORRAINE constitue le prolongement oriental du Bassin Parisien, limité à l'est par le Massif Vosgien. C'est une région de plaines et de plateaux (altitudes comprises entre 200 et 450 m) dont le substratum géologique est entièrement constitué de roches sédimentaires.

(Doc.1)

On distingue deux grandes régions :

- à l'Est : la " **Plaine Lorraine** " à relief monotone, faiblement vallonné, avec quelques esquisses de côtes, où dominent les marnes et marno-calcaires.

- à l'Ouest : le " **Pays des Côtes** " : l'alternance de séries marneuses et de séries calcaires dures, ainsi que le pendage des couches vers l'Ouest, ont favorisé l'apparition d'un relief classique de cuestas.

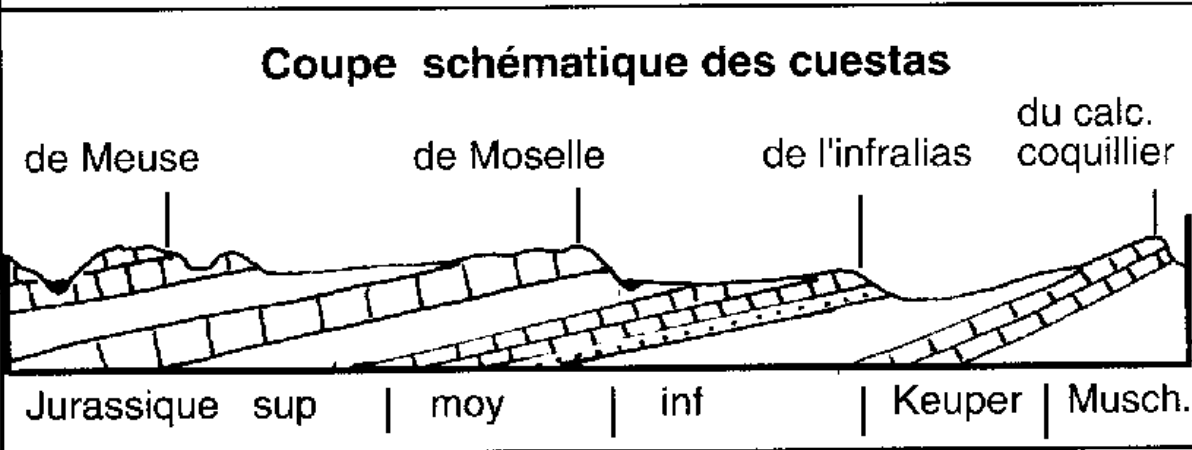
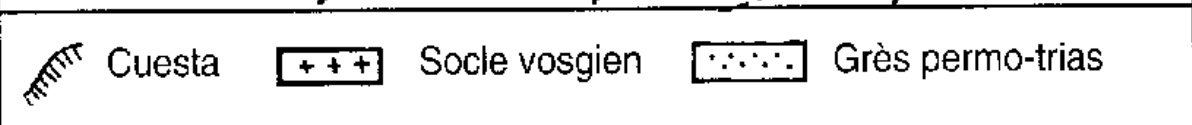
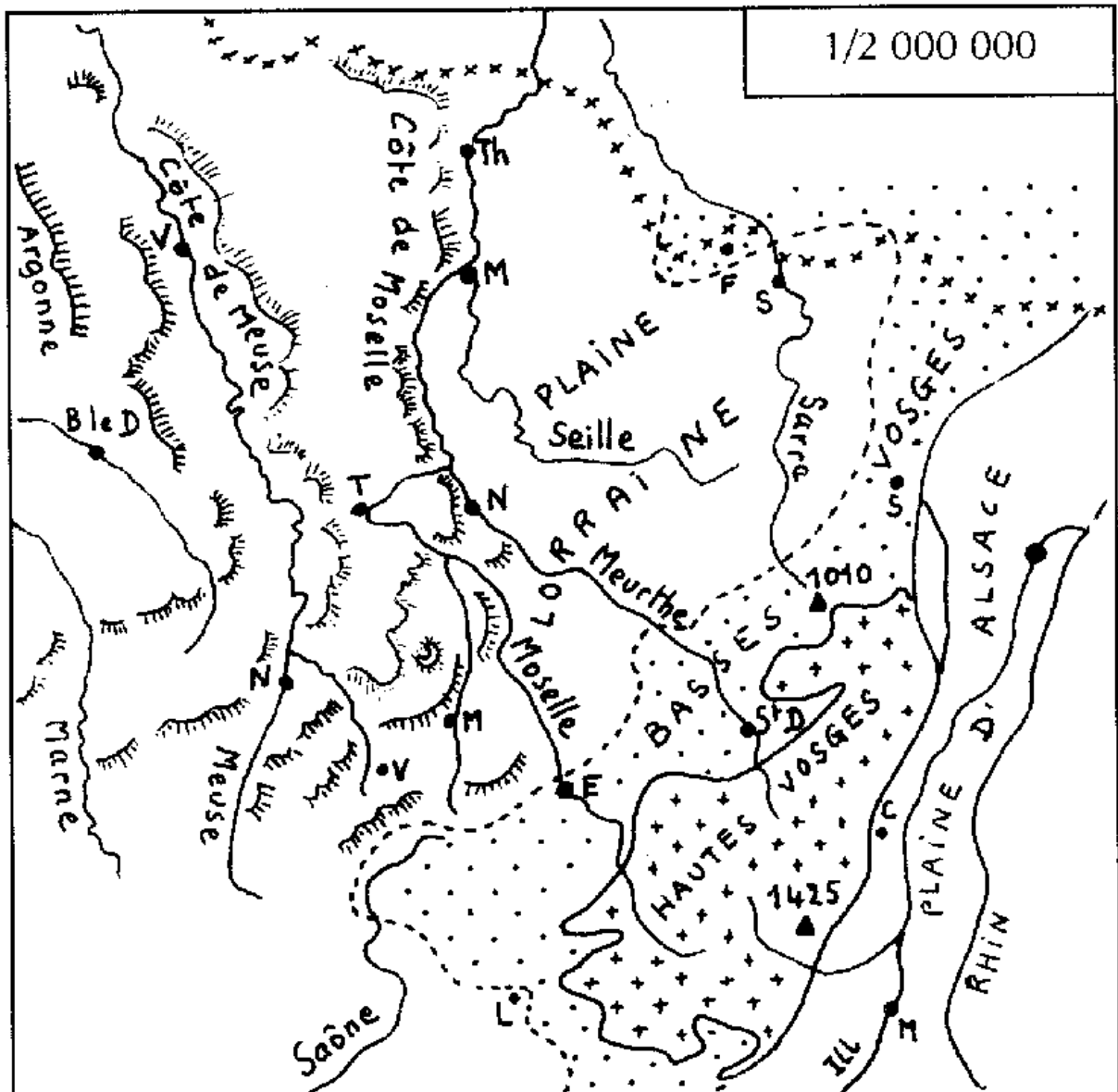
La Meuse, la Moselle et ses affluents (Madon, Meurthe, Seille, Sarre) drainent l'ensemble des eaux de la région vers le Nord. Les dépressions marneuses riches en sources, étangs, rivières, s'opposent aux plateaux calcaires seulement entaillés par des vallons secs.

Le climat appartient au type semi-continentale.

Les précipitations, assez régulièrement réparties sur toute l'année, sont moins abondantes dans la plaine (Nancy, moyenne : 737mm.) que sur le versant occidental des Vosges (900 - 1500.mm.). Le bilan en eau met en évidence des excédents presque toute l'année. Seul un léger défaut peut apparaître en juillet-août.

Les plateaux calcaires donnent naissance à des sols secs souvent superficiels, occupés par des forêts.

Les sols lourds, développés sur marnes, sont plutôt réservés aux prairies et aux cultures.



Doc. 1

II) LA REGION DE VITTEL

1 - MILIEU NATUREL.

Relief.

La région qui fait l'objet de cette excursion se développe entre deux cuestas aux revers boisés, orientées Sud-Ouest / Nord-Est : la côte du Muschelkalk, au Sud et la côte du Keuper, au Nord.

Elle se présente comme un plateau légèrement ondulé, d'altitude moyenne comprise entre 425 et 450 mètres et fortement incisé par deux petits cours d'eau : le Petit Vair et le ruisseau de Bellefontaine.

Climat.

Le climat est caractérisé par des précipitations relativement abondantes (Mirecourt : moyenne 842 mm) et par un contraste net entre les températures moyennes du mois le plus froid (0°7 C. en Janvier) et du mois le plus chaud (17°3 en Juillet).

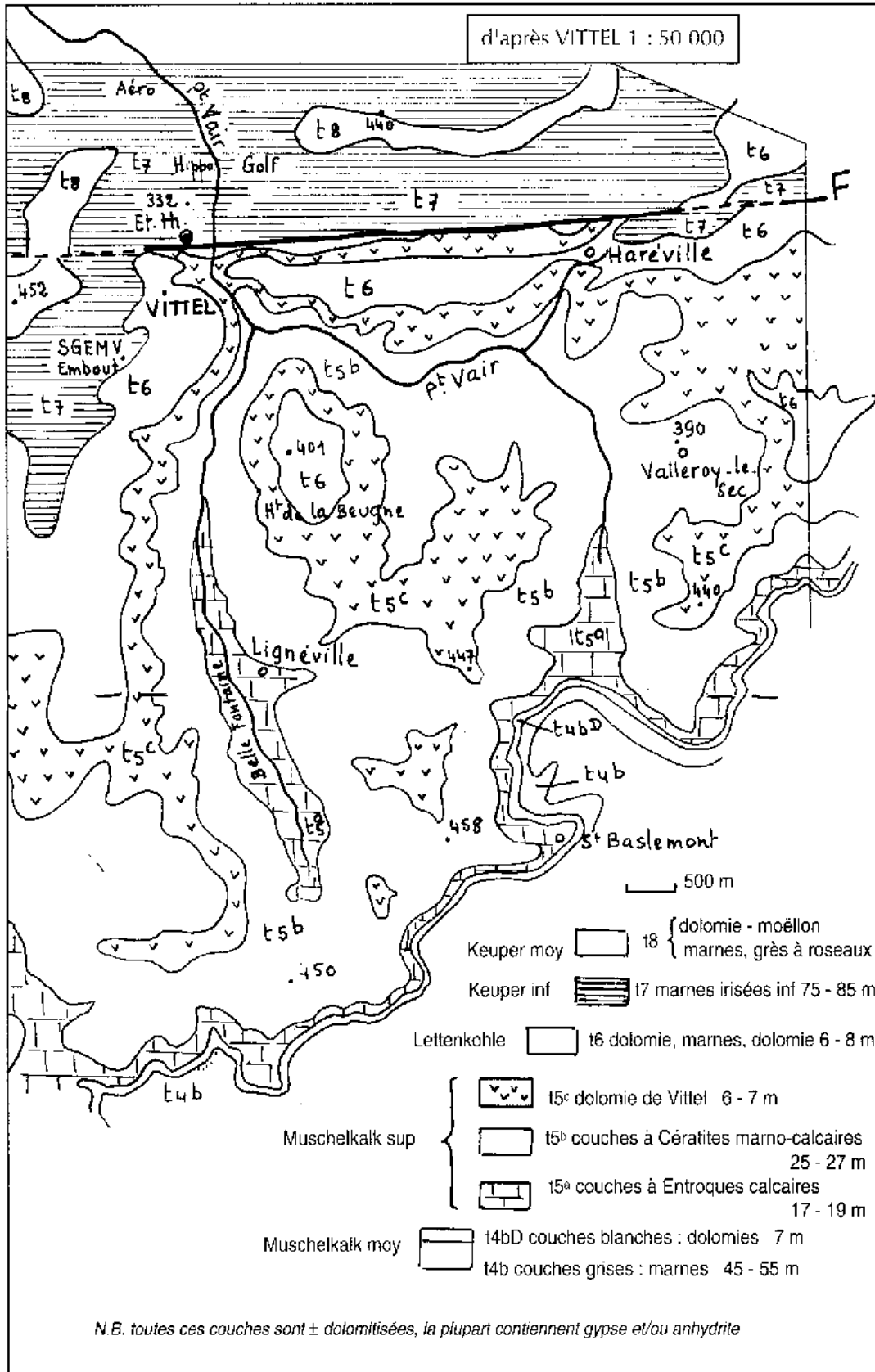
Affleurements géologiques.

Les affleurements géologiques appartiennent au **Muschelkalk supérieur.**

Se succèdent les couches suivantes, des plus anciennes aux plus récentes :

- **Calcaires à entroques** (t5a) : 17-19 m.
- **Couches à Cératites** (t5b : 25-27 m, succession de niveaux d'argiles et de bancs calcaires.
- **Dolomie de Vittel** (t5c) : 6-7 m, dolomie tendre et poreuse.
- et : **Lettenkhole** (t6) : 6-8 m, succession de niveaux argileux, dépôts sableux et de bancs de dolomie compacte.

Les coupes E-W et NW-SE (Doc.2) rendent compte du pendage des couches, en direction du NW et de l'existence d'un accident majeur : la faille de Vittel. Cette faille rectilinéaire, de direction N 85-90 E et passant au niveau de la grande source de Vittel, joue un rôle important dans les mouvements d'eau souterraine.



Carte des affleurements géologiques

Gîtes d'eaux minérales.

Le principal gîte d'eau minérale exploité à Vittel, appelé **GITE B**, occupe la partie inférieure des Calcaires à entroques et les "Couches blanches" du Muschelkalk moyen. Les eaux de cette nappe, qui est en charge, sont recueillies soit par forage, soit par écoulement artésien (GRANDE SOURCE). L'impluvium de cette nappe s'étend, au sud de la faille de Vittel, jusqu'au rebord de la Côte du Muschelkalk.

Un deuxième gîte, plus superficielle, appelé **GITE A**, se trouve à la limite du Keuper et de la Lettenkolhe. Bien que plus limité que le gîte B, il fait l'objet de pompage à la SOURCE ESSAR et d'exploitation artésienne à la SOURCE HEPAR.

Enfin, une nappe suspendue existe également dans la Dolomie de Vittel. Elle a pour plancher les Couches à Cératites généralement imperméables en profondeur.

Sols.

Les sols du périmètre de protection de la nappe de Vittel se répartissent suivant quatre grandes catégories :

- les trois premières correspondent aux trois couches géologiques affleurant sur ce périmètre : t5b, t5c, t6.

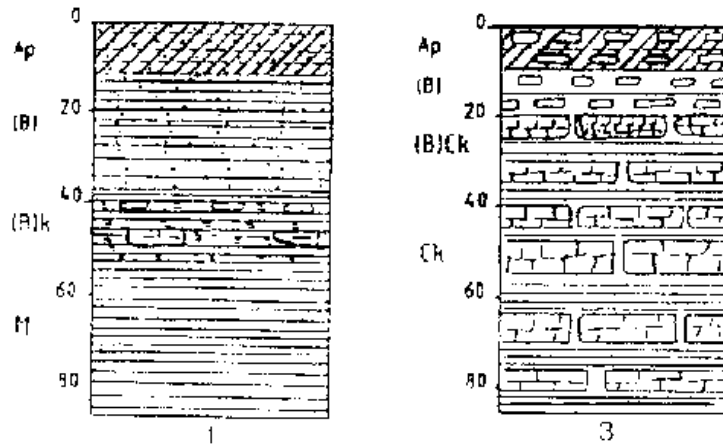
- la quatrième catégorie représente les sols développés sur les dépôts alluviaux de fond de vallée et les dépôts colluviaux de pente. (Doc.3 et Doc.4)

La carte pédologique détaillée a été établie.

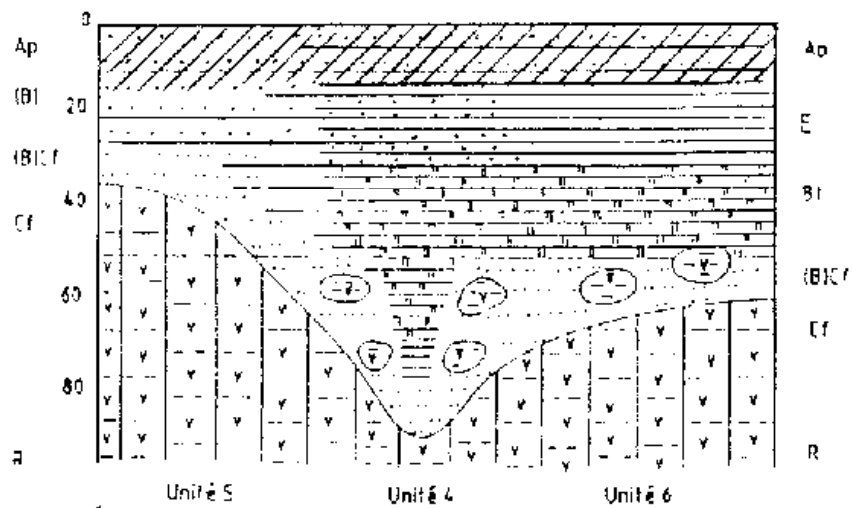
On peut y repérer dix unités de sol présentes dans ce périmètre.

- Sols bruns : 3 unités sur couches à cératites (t5b).
- Sols bruns calcimagnésiques : 4 unités sur dolomie de Vittel (t5c).
- Pélosols : 1 unité sur marnes de la Lettenkohle (t6).
- Sols bruns : 2 unités sur dépôts alluviaux et colluviaux.









SOLS SUR COUCHES A CERATITE (sols bruns)



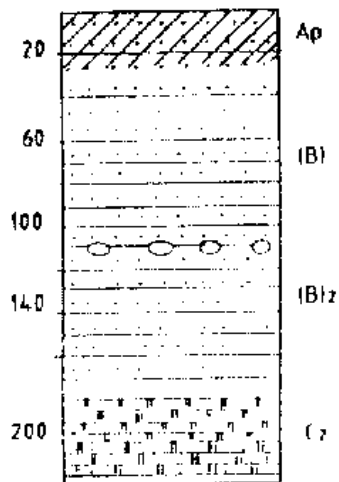
SOLS SUR DOLOMIE DE VITTEL (sols bruns calcimagnésiques)



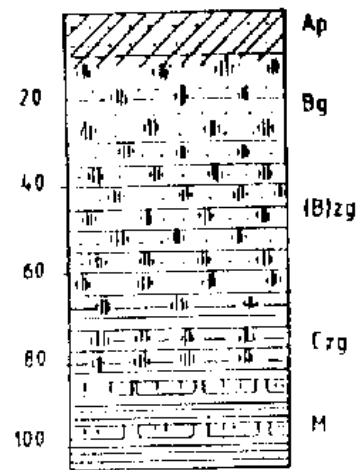
LEGENDE DES SYMBOLES UTILISES

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|---|
|  | Horizon humifère grumeleux actif |  | Précipitation localisée de fer ferrique |
|  | Argile |  | Roche mère en cours d'altération |
|  | Limon |  | Roche mère calcaire non altérée |
|  | Horizon d'accumulation de carbonate |  | Roche mère dolomitique non altérée |

SOLS ALLUVIAUX ET COLLUVIAUX (sols bruns)

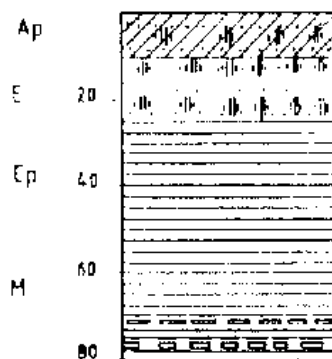


7















8

MARNES ET ARGILES DE LA LETTENKOHLÉ (pélosols)



9

LEGENDE DES SYMBOLES UTILISES

	Horizon humifère grumeleux actif				Précipitation localisée de fer ferrique
	Argile				Roche mère en cours d'altération
	Limon				Roche mère calcaire non altérée
	Horizon d'accumulation de carbonate				Roche mère dolomitique non altérée

Doc 4 - Schémas des profils de sols de différentes unités pédologiques du périmètre de VITTEL.

2 - L'AGRICULTURE SUR LE PERIMETRE DE PROTECTION DE LA NAPPE.

L'agriculture est une activité importante. La part de la forêt et des surfaces urbanisées ne dépasse pas 20% de la surface totale. (Surface totale = 4360 ha soit, environ, 9 km sur 5 km).

Le double processus qui caractérise l'agriculture française, diminution du nombre d'exploitations et augmentation de la superficie par exploitation, est très net dans cette région : entre 1954 et 1989, le nombre des exploitations a diminué de moitié alors que la superficie moyenne par exploitation est passée de 27 à 59 ha.

Il s'agit, de tout temps, d'une agriculture fondée sur la production laitière. Le dynamisme de cette agriculture se traduit par une augmentation des effectifs bovins, multipliés par 2.5 entre 1954 et 1989, et notamment des effectifs de vaches laitières. L'intensification de la production laitière se traduit par une production individuelle élevée (5000 l / V.L./ an) et par un chargement global moyen de la surface fourragère important (1.3 U.G.B.* / ha). (* : U.G.B.= Unité Gros Bétail soit 1 bœuf de 600 kg.)

Cette intensification s'accompagne d'un changement au niveau de l'alimentation, et donc des systèmes de production, avec l'apparition notamment du maïs - fourrage à partir de 1970-1975.

L'augmentation des rendements céréaliers est obtenue grâce aux progrès génétiques et, surtout, par l'utilisation croissante des engrais ainsi que des produits phytosanitaires et des herbicides.

3 - EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE

Ajoutons que l'évolution démographique de cette petite région contraste avec celle de la Lorraine méridionale. En effet, alors que la population de celle-ci ne cesse de décroître depuis le milieu du XIX e siècle, Vittel et les 5 communes du périmètre ont plus que doublé leur population. Le thermalisme a évité à cette petite zone de devenir " un désert humain ".

III) AGRICULTURE ET QUALITE DES EAUX : Le programme A.G.R.E.V.

1 - LE PROBLEME POSE.

Depuis le début des années 80, la Société Générale des Eaux Minérales de Vittel (S.G.E.M.V.) constate une augmentation lente, mais régulière, des taux de nitrates dans la nappe, conjointe à une évolution semblable, mais plus accentuée, dans les eaux de surface. C'est pourquoi cette société s'est tournée vers une équipe de chercheurs de différentes disciplines et appartenant à différents organismes de recherche (I.N.R.A., C.N.R.S., C.E.M.A.G.R.E.F. = Centre d'Etudes du Machinisme Agricole, du Génie Rural et des Eaux et Forêts) et leur a posé la **question** suivante :

- " **Quelles sont les modifications des pratiques et des systèmes de production agricole susceptibles d'enrayer l'accroissement des taux de nitrates dans les eaux de drainage alimentant la nappe hydrominérale ? Dans quelles conditions ces modifications peuvent-elles être mises en œuvre ?** "

Au départ de cette recherche, plusieurs **hypothèses** de travail ont été définies :
--- Le maintien et le développement d'une agriculture locale performante, maîtrisant ses effluents, dépend du fonctionnement et de l'évolution du **système agraire***

--- Pour étudier ce système agraire, trois types de sous-systèmes sont à considérer :

- 1) Les systèmes socio-économiques définis par les acteurs concernés et leurs activités sur le périmètre de protection.
- 2) Les systèmes biotechniques qui interviennent dans la production des nitrates.
- 3) Les hydrosystèmes dans lesquels s'organisent la circulation de l'eau et le transfert des nitrates.

** : Le terme de **système agraire** est employé, généralement, pour caractériser dans l'espace, l'association des productions et des techniques mises en œuvre par une société en vue de satisfaire ses besoins. Il exprime, en particulier, l'interaction entre un système bio-écologique représenté par le milieu naturel et un système socio-culturel à travers des pratiques agricoles.*

--- Il s'agit d'une **recherche-action** qui vise, à la fois, à l'élaboration de connaissances scientifiques et à la résolution de problèmes internes aux organisations reliant les acteurs. En particulier : les agriculteurs et la Société des Eaux sont considérés comme des partenaires de la recherche.

2 - L'ORGANISATION DU PROGRAMME A.G.R.E.V.

Le programme **A.G.R.E.V.** (**AGR**iculture **E**nvironnement **V**ittel) a démarré en 1989. On peut schématiquement dégager les étapes suivantes :

- Elaboration d'un premier diagnostic du système agraire fournissant un état des lieux de l'agriculture et une connaissance globale du système hydrologique.
- Mise en place des premiers outils d'analyse et des dispositifs de mesure :
 - > élaboration de la carte agro-pédologique,
 - > étude du comportement hydrique des sols,
 - > mesure des transferts de nitrates (avec des "bougies poreuses"),
 - > élaboration d'un indicateur de balance azotée à la parcelle (**B.A.S.C U L E.** = **B**alance **A**zotée **S**patialisée des systèmes de **C**ulture de l'**E**xploitation),
 - > analyse des pratiques agricoles susceptibles de participer au risque de pollutions, etc...
- Etablissement des premiers modèles et bilans.
- Recherche de pratiques alternatives et simulation économique du niveau des exploitations.
- Elaboration des propositions techniques et économiques débouchant sur un "**cahier des charges.**"

On insistera, lors de l'excursion, sur les principaux résultats acquis au cours du premier programme AGREV (1989-1992).

3 - DIVERSITE DES SYSTEMES D'EXPLOITATION.

37 exploitations ont fait l'objet d'une enquête en 1989-1990.

Les exploitations familiales individuelles sont majoritaires (70%) ; les autres sont en GAEC.

Les agriculteurs sont relativement jeunes (40 ans en moyenne). La succession est assurée, pratiquement, dans une exploitation sur deux.

Les exploitations du site sont de grande dimension pour le département : 55% sont supérieures à 87 ha et 21% possèdent entre 8 et 42 ha.

4 - EVOLUTION DES SYSTEMES DE CULTURE.

Le périmètre se caractérise par une égalité entre les **surfaces toujours en herbe**, (localisées essentiellement sur les Couches à Cératites et sur la Lettenkohle) et les **terres cultivées** (majoritaires sur la Dolomie de Vittel).

La répartition des cultures montre, depuis 1980, une nette croissance du colza et du maïs et une croissance continue des céréales d'hiver (blé et orge) aux dépens des céréales de printemps (blé et orge de printemps).

Fondé sur la production laitière, l'élevage bovin est très largement dominant. L'effectif moyen des troupeaux est de 46 vaches avec une production de 5000 litres de lait / V.L./ an. La surface fourragère représente, en moyenne, 63% de l'exploitation, avec une prédominance de prairies permanentes et, seulement, 4 ha de luzerne et 3 ha de prairie temporaire. L'ensilage de maïs constitue une part essentielle de la ration hivernale des troupeaux.

5 - HYDROSYSTEMES COMPLEXES

L'hydrogéologie du périmètre est complexe et encore peu connue.

En effet, l'alimentation de la nappe B par les eaux pluviales implique une fissuration de l'écran constitué par la Couche à Cératites.

Une étude de cette fissuration par des géologues de l'Université PARIS JUSSIEU est en cours.

De plus, l'aquifère superficiel (nappe suspendue et nappe A) est à l'origine d'une trentaine de sourcettes dont l'écoulement est permanent ou temporaire. Ces nappes, dont la teneur en nitrate peut atteindre 50 mg/l, sont sans doute en relation avec la nappe B plus profonde.

Dans le cadre du **programme A.G.R.E.V.**, l'effort des chercheurs s'est porté sur **l'étude des caractéristiques hydriques et hydrodynamiques de la couverture pédologique.**

Les mesures sur le terrain et les analyses de laboratoire ont montré que les 4 grandes catégories de sols avaient des comportements, vis-à-vis de l'eau, très différents.

- Sur **Couches à Cératites** : les sols, peu profonds et souvent caillouteux, ont une réserve utile inférieure à 50 mm. L'écoulement des eaux, en hiver, dépend de la topographie.

* Si celle-ci est plane, l'eau stagne pendant quelques jours, voire quelques semaines.

* Si elle est inclinée, l'eau circule latéralement. Une partie de cette eau peut rejoindre des zones d'infiltration préférentielle.

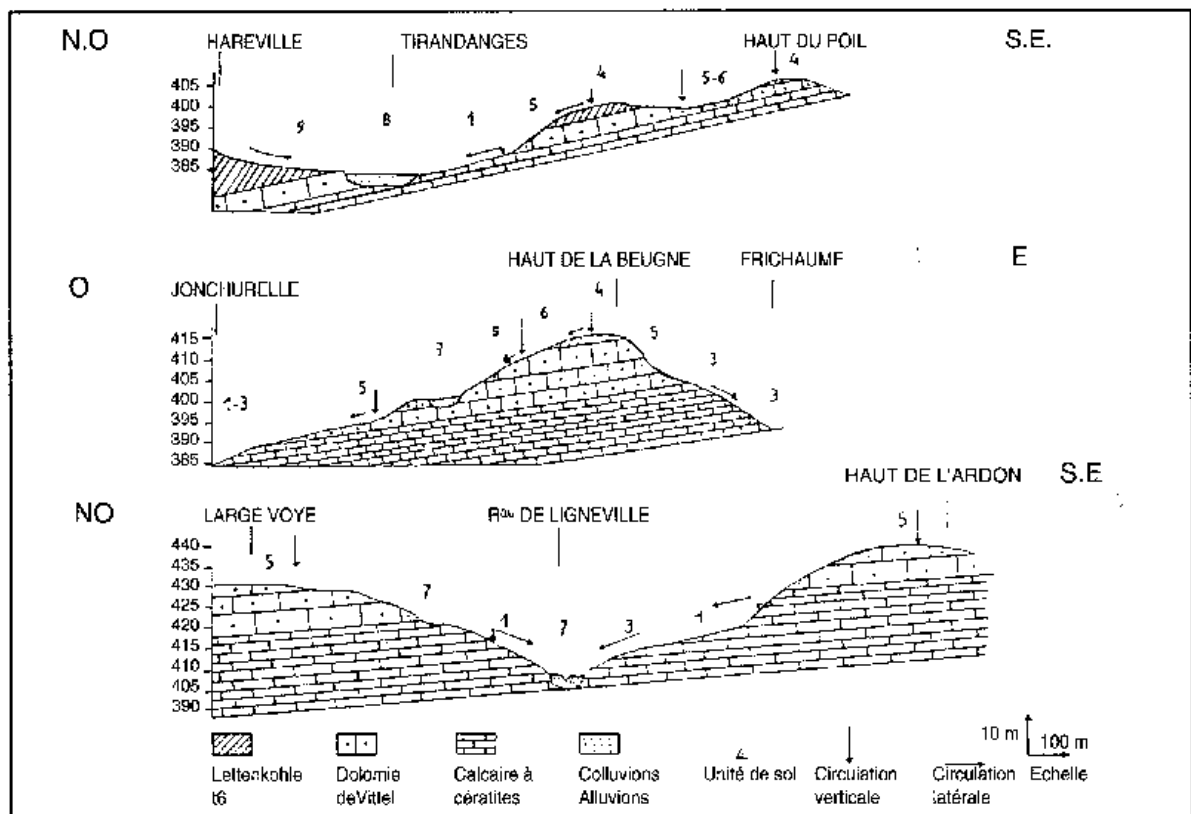
- Sur **Dolomie de Vittel** : les sols sont généralement plus profonds et plus poreux. Leur

réserve utile est le plus souvent supérieure à 100 mm. En outre, la roche poreuse contient également de l'eau, qui, en été, pendant les périodes sèches, peut contribuer à ré-humecter le sol. Ce sont des sols relativement perméables dans lesquels l'écoulement est essentiellement vertical et le ressuyage assez rapide.

- Sur **Lettenkohle** : le substrat argileux, imperméable, provoque la formation d'une nappe temporaire, très superficielle, notamment dans la partie nord du périmètre.

- Enfin, **sur alluvions** : les sols, généralement profonds, ont une réserve utile élevée (100 mm), mais, en raison d'une diminution en profondeur de la macroporosité et, surtout, en raison des apports d'eau par ruissellement sur les versants, ces sols sont engorgés une grande partie de l'hiver.

La combinaison entre le comportement hydrique des sols et la morphologie du terrain induit plusieurs modes de circulation dont on trouvera des exemples sur le Doc.5.



Doc 5 - Coupes schématiques indiquant le sens des écoulements de l'eau dans trois secteurs du périmètre de Vitel

Par ailleurs, l'utilisation d'un **système d'information géographique (ARC INFO) permettant de gérer les données spatiales** concernant les sols, les occupations agricoles, les limites du bassin versant, etc..., a montré une bonne correspondance entre les types de sols et leur occupation.

Sur couches à Cératites et sur Lettenkohle : la prairie permanente prédomine alors que, sur dolomie, les cultures assolées, depuis longtemps pratiquées, ont récemment envahi la presque totalité de la surface.

Sur les alluvions, occupées traditionnellement par des prairies, celles-ci sont fréquemment retournées pour être mises en culture.

6 - UNE AUGMENTATION DES TENEURS EN NITRATE DUE A L'EVOLUTION RECENTE DES SYSTEMES DE CULTURE.

Pour étudier l'influence des systèmes de culture sur la qualité des eaux, deux échelles d'observation ont été privilégiées : le bassin versant et la parcelle agricole.

Les variations de débit et de teneurs en nitrates ont été analysées sur 19 sourcettes.

A une même époque, les concentrations moyennes varient entre 2.9 mg/l pour un bassin versant essentiellement boisé et 49.2 mg/l pour un bassin versant occupé à 90% par des cultures (céréales d'hiver : 44 % , colza : 22 % , maïs : 11 % , luzerne : 11 %).

Les mesures de lixiviation (=transfert) des nitrates, dans les sols à l'échelle parcellaire, ont fait appel à trois méthodes différentes de calcul.

- Par mesure des teneurs moyennes en nitrates de l'eau du sol extraite à l'aide de **bougies poreuses** (Doc.6) : un suivi bimensuel a été réalisé depuis 1989, sur 13 sites installés dans des parcelles agricoles.

- Par mesure des stocks d'azote minéral (N nitrate et N ammoniacal) dans le sol, au début de l'hiver : la proportion de nitrate lessivé est calculée en faisant appel à une équation (équation de BURNS).

- Par mesures des pertes hivernales obtenues en comparant les stocks d'azote du sol au début et à la fin de l'hiver.

L'interprétation des différents résultats obtenus conduit aux **constats** suivants :

* Prés de fauche : - - - - - NO₃⁻ < 20 mg/l.

* Prairies paturées : - - - - - NO₃⁻ < 30 mg/l.

Les concentrations dépendent de la charge instantanée d'une part, de l'apport d'azote d'autre part.

* Prairies artificielles (Luzerne) : NO₃⁻ = 25-30 mg/l

La luzerne insérée dans un assolement joue un rôle épurateur très net. Mais le retournement de cette luzerne, surtout à l'automne, provoque une remontée rapide de la teneur en nitrates à un niveau comparable à celui observé sous les cultures antérieures. De même, le retournement de prairie a un effet important qui illustre bien le risque de lessivage de nitrates lors du passage d'un système prairial à un système cultivé.

* Rotation traditionnelle (céréales - luzerne)

avec apports d'azote minéral réduit : les teneurs en nitrates demeurent faibles : 5-20 mg/l

* Succession de cultures avec intercalation de maïs.

Les teneurs en NO₃⁻ varient entre : 40 et 150 mg/l

Tout dépend du passé cultural et des quantités d'azote apportées.

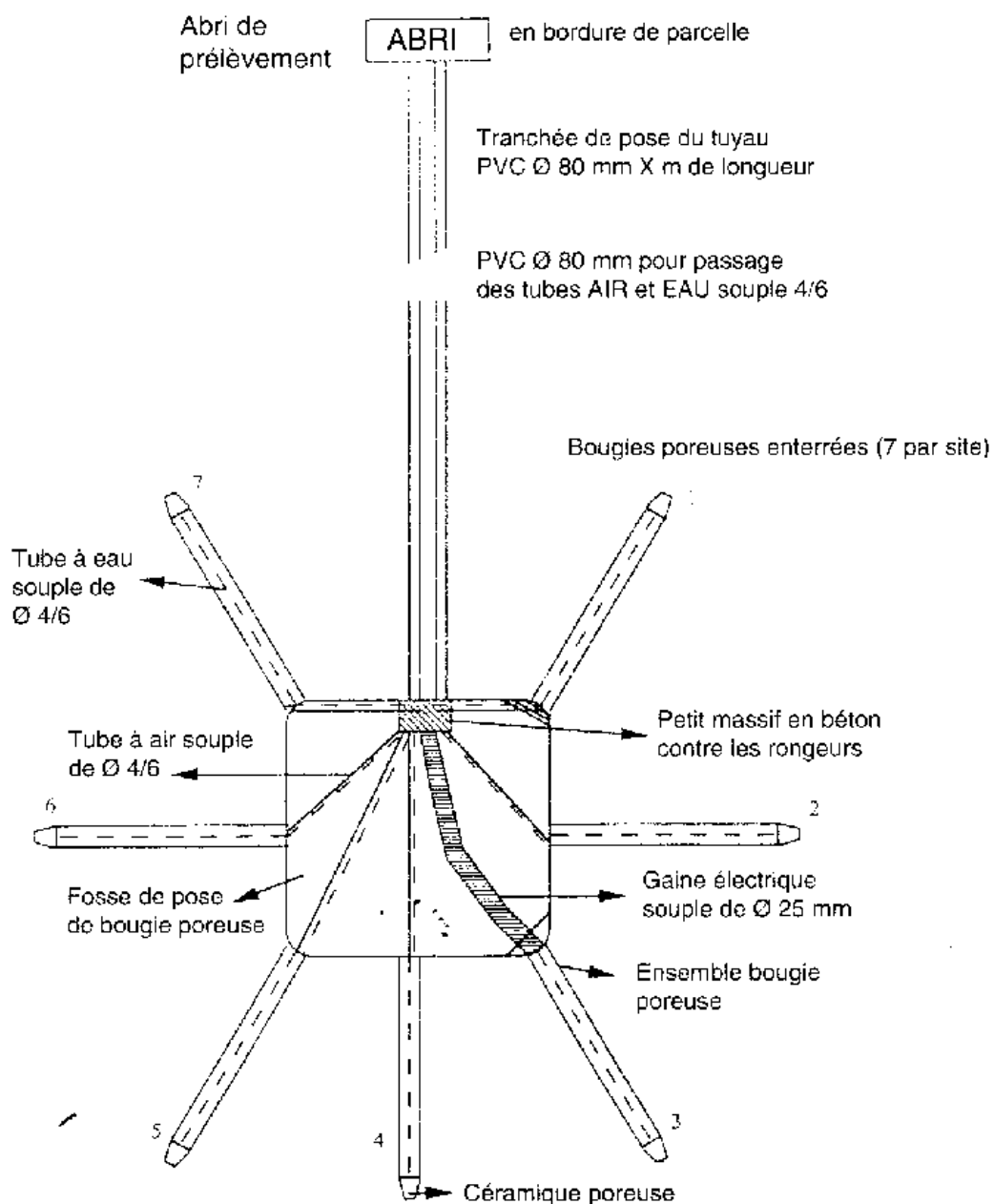
Une bonne partie des fumiers des exploitations est concentré sur les parcelles de maïs.

Il est indéniable que la culture du maïs aggrave considérablement les risques de lessivage en hiver et au printemps.

POSITIONNEMENT DE SITE A BOUGIES POREUSES EN SITUATION AGRICOLE

pour la mesure de la concentration en nitrates sous les racines

La récupération des solutions s'effectue en bordure de parcelle agricole sans avoir à pénétrer dans celle-ci.



Doc 6 - Un dispositif *in situ* qui n'entrave en rien l'exécution des pratiques agricoles (travail du sol, pâturage...)

7 - UNE GESTION DIFFICILE DES APPORTS AZOTES.

Pour évaluer l'ampleur de la surcharge azotée des parcelles agricoles et déterminer les pratiques incriminées, un indicateur a été utilisé : la **Balance Azotée Spatialisée des Systèmes de Culture de l'Exploitation (BASCULE)**. Cet indicateur repose sur le calcul : "Entrée d'azote - Sortie d'azote" par parcelle et par an.

On cherche à savoir si les entrées azotées dans les systèmes de culture (engrais minéraux ou organiques) sont supérieures ou inférieures aux sorties (récoltes mécaniques ou pâturage).

(Doc 7a et (Doc 7b)

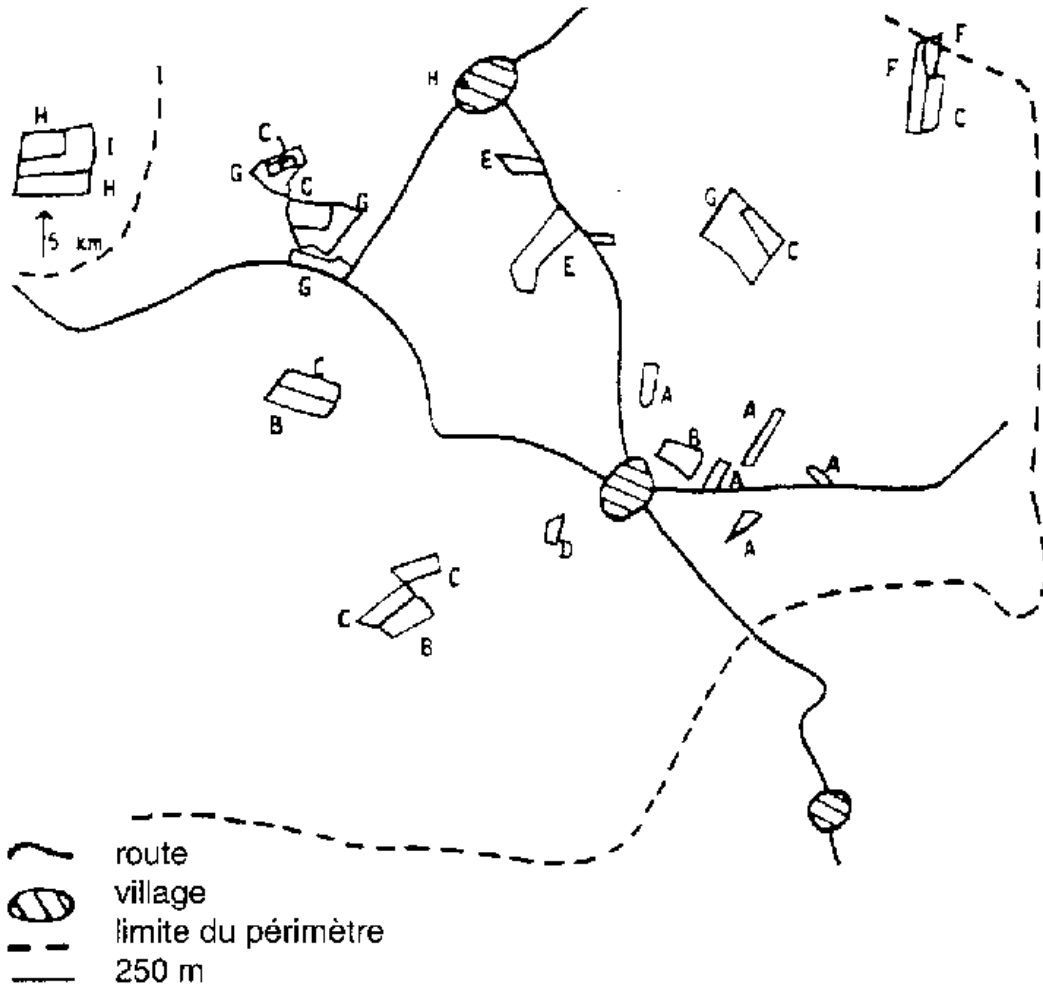
- Si cette **balance** s'avère **positive**, cela indique que le système de culture "s'enrichit" en azote. Ce gain peut se traduire de deux façons : soit il est perdu vers les ressources en eau (ou en air, par volatilisation), soit il est conservé dans le sol. Dans tous les cas, une balance positive crée un risque, à terme non connu, risque traduisant "l'agressivité" d'un système de culture.





- Si cette **balance** s'avère **négative**, cela indique une diminution du risque que le système de culture fait courir au milieu.

(Dans le calcul de la BASCULE de l'ensemble des parcelles situées sur le bassin d'alimentation, seules sont prises en compte les parcelles à balance positive car, même en retenant l'hypothèse optimiste que les parcelles à balance négative produisent de l'eau de bonne qualité, elles ne produisent malheureusement pas "d'anti-nitrates".)

Les premiers résultats montrent que, dans la quasi-totalité des cas, les fortes surcharges azotées sont liées aux apports de déjections animales (fumiers, lisiers). N'entrant pas dans le raisonnement de la fertilisation azotée des agriculteurs et épandues avec des matériels ne permettant pas de limiter les doses, ces déjections entraînent des excès compris entre : 50 et 250 kg N / ha /an.

**Plan parcellaire de l'exploitation servant d'exemple.
Localisation des systèmes de culture :**

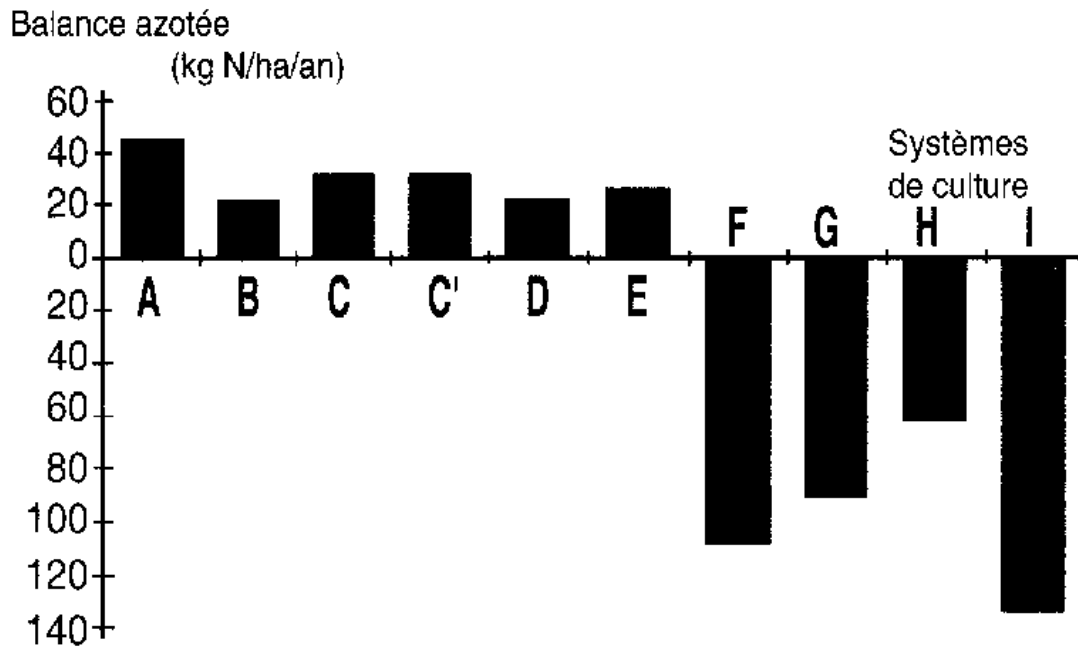


-  route
-  village
-  limite du périmètre
-  250 m

Systemes de culture :

- A : colza + fumier / blé / orge d'hiver
- B : luzerne (3 ans) / blé / orge
- C : maïs (3 ans) + fumier / blé / orge
- C' : maïs + fumier / blé / orge
- D : trèfle violet (2ans) / blé / orge
- E : parcs v. laitières (surface de base)
- F : foin + regain + pâturage vaches (surface additionnelle)
- G : foin + regain
- H : parcs à génisses (surface de base)
- I : ensilage + regain + pâturage génisses (surface additionnelle)

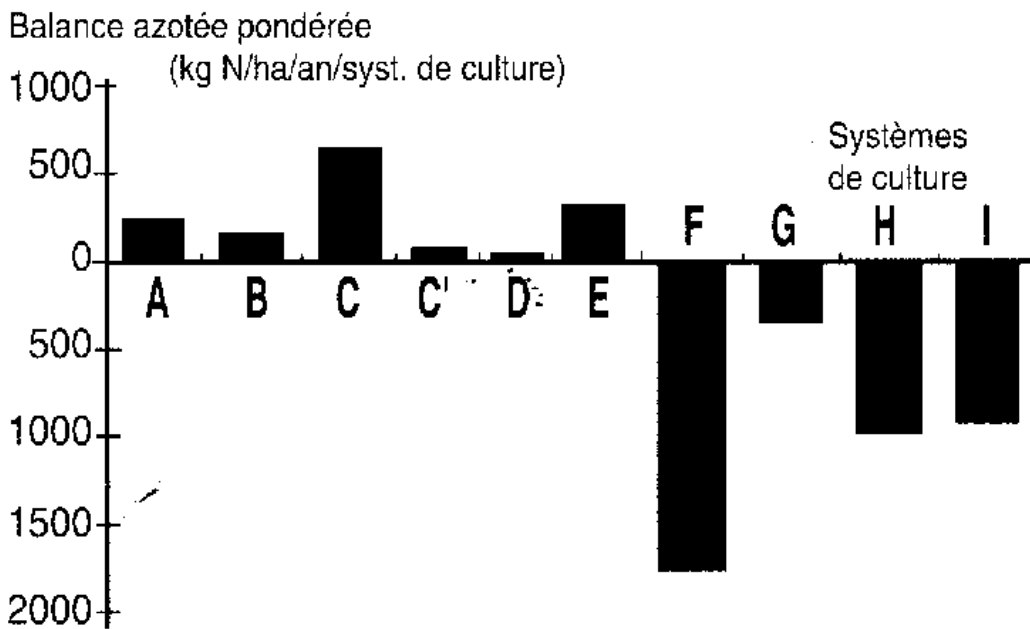
Balance azotée par hectare et par système de culture



Superficies des systèmes de culture (ha) :

5,3 7 20 2,8 1,4 12,5 16 4,3 15,8 7,5

Balance azotée pondérée par système de culture



8 - LES SOLUTIONS AGRONOMIQUES PROPOSEES.

S'appuyant sur les résultats précédents, une "**CHARTRE**" **des pratiques agricoles** a été élaborée, tenant compte de la double exigence :

- ne pas dégrader la qualité de l'eau :

pas de produits phytosanitaires,

une teneur en nitrates inférieure à 10 mg/l sous la zone racinaire.

- assurer, néanmoins, la pérennité d'une agriculture dynamique et rentable.

Les principales propositions techniques, qui tiennent compte de l'orientation actuelle des exploitations vers des systèmes de type polyculture - élevage, peuvent être résumées comme suit :

-a- Les cultures.

Les successions culturales doivent couvrir les sols, en particulier pendant l'hiver (Luzerne, prairies temporaires, céréales, par exemple).

La fertilisation azotée sera composée de fumier composté (10 à 30 tonnes par hectare), avec, éventuellement, un apport d'azote minéral qui sera, alors, limité à 30 à 50 Unités par hectare.

La fertilisation des cultures fourragères et des prairies permanentes sera à base de compost.

La pratique du désherbage mécanique, le choix des variétés résistantes et de produits non toxiques seront retenus contre les ennemis des cultures.

-b- L'élevage.

Le chargement des prairies pâturées sera limité à 1 UGB à l'hectare.

La ration des vaches laitières pendant l'hiver sera essentiellement à base de luzerne séchée en grange et de foin et regain.

Les déjections animales seront transformées en compost.

Les agriculteurs doivent donc disposer d'aires de stockage d'une capacité de trois mois minimum et d'une aire de compostage.

Cela implique que le logement des animaux soit paillé.

Ces propositions techniques sont soutenues par un programme de formation et de conseils aux agriculteurs pour le changement des pratiques agricoles et par un système de suivi des exploitations.

Enfin, une réorganisation du territoire agricole est une condition complémentaire. (Un remembrement est en vue en relation avec la réalisation d'un nouveau réseau routier comportant le contournement de VITTEL.)

L'entrée dans une phase active du changement suppose la mise en application de ce premier ensemble de propositions. Celles-ci constituent un cadre qui doit être complété et précisé par l'introduction de connaissances complémentaires, par un suivi scientifique et par une évaluation.

C'est pourquoi une deuxième étape de la recherche a été engagée depuis le début de l'année 1993, qui a été intitulée : " RECHERCHES POUR UNE PRATIQUE ET UNE THEORIE DU CHANGEMENT "

2 grands thèmes constituent ce nouveau programme :

A - L'eau et les changements des systèmes techniques.

- modélisation de la circulation de l'eau et du flux d'azote depuis la parcelle agricole jusqu'à la source dans un petit bassin versant.
- maîtrise des nouveaux systèmes de culture.
- maîtrise des systèmes d'élevage modifiés.

B - Conditions et conséquences économiques et sociales du changement dans les exploitations.

- gestion financière et économique.
- organisation de l'utilisation du territoire et localisation des productions.

De son côté, la Société Générale de Eaux Minérales de Vittel (SGEMV) propose aux exploitants concernés de mettre en œuvre, avec son soutien financier, les prescriptions contenues dans le " Cahier des charges " qui reprend les propositions concernant le changement des pratiques de cultures et d'élevage, ainsi que la création et la mise aux normes des bâtiments d'exploitation. A cet effet, elle a créé une société, appelée AGRIVAIR, dont le but est de soutenir les exploitants qui ont accepté, par convention, ce cahier des charges.

Bibliographie

AGRICULTURE ET QUALITE DES EAUX

Diagnostic et propositions pour un périmètre de protection 1989-1992.

334 pages, avec, en annexe, cartes pédologiques et carte d'occupation des sols, au 1/50000^{ème}.
Ouvrage collectif publié, en 1993, par l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) -
département de recherches sur les systèmes agraires et le développement.

147, rue de l'Université, 75341 PARIS Cedex 07.