



BRGM

# REGION DE BRETAGNE

PLAN MINIER BRETON

MATERIAUX DE CARRIERE

1987

RECHERCHES DE SABLES CALCAIRES (FALUNS)

DANS LES COTES DU NORD

88 SGN 508 BRE

JUIN 1988

P. BOS

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service Géologique Régional Bretagne

14, avenue Sergent-Maginot - 35000 RENNES - Tél.: 99.30.94.51

RESUME

Dans le cadre du Plan Minier Breton, les recherches de roches utilisables comme amendement calcomagnésien ont été entreprises à partir de 1984, à la suite du Bilan technico-économique des produits de carrières de Bretagne qui a montré l'importance des besoins en produits de chaulage de l'agriculture bretonne et l'insuffisance des approvisionnements.

Les travaux se sont orientés initialement vers la reconnaissance de cibles de calcaire massif dans la partie occidentale de la Bretagne (Finistère et Côtes-du-Nord). Poursuivis jusqu'au début de 1988, au titre du sujet "Matériaux de carrière" du programme 1985, ils font l'objet d'un rapport séparé.

La reconnaissance d'accumulations de sables calcaires de faluns d'âge miocène (# 15 millions d'années) a été initié dans le cadre du sujet "Substances utiles de l'ère tertiaire" du programme 1986. Des épaisseurs d'intérêt économique potentiel ont été mises en évidence dans l'extension, sur la commune de St Juvat, à l'Ouest de la Rance, du bassin déjà connu et exploité pour l'eau sur les communes de Tréfumel et le Quiou, à l'Est de la Rance, dans les Côtes-du-Nord au Sud de Dinan.

La poursuite des travaux dans le cadre du sujet "Matériaux de carrière" du programme 1987 a permis de reconnaître la structure du bassin, sorte de gouttière étroite atteignant 30 à 40 m de profondeur dans les schistes du substratum. Le remplissage de falun y dépasse 34 m d'épaisseur sous un recouvrement d'argile rouge à cailloutis grossier de 2 à 6 m et plus, croissant de la plaine vers le plateau.

Le gisement potentiel se situe dans l'axe du sillon sur une longueur de 800 à 1 000 m et une largeur de 100 à 150 m. la réserve, en première approximation pour une épaisseur exploitable de 20 m peut être estimée entre 1 et 1,5 million de m<sup>3</sup> soit 1,2 à 1,8 million de tonnes de produits bruts secs, sous réserve de l'absence de niveaux indurés.

Les teneurs en chaux de ces sables, comprises entre 43 et 51 %, d'après les analyses des échantillons de sondage à la tarière, les rendent comparable au maërl, algue calcaire draguée en mer et utilisée comme amendement à l'état brut ou pulvérisé.

Les teneurs en insoluble, constitué de sable quartzeux, y sont par contre supérieures 9 à 20 % au lieu de 2 à 5 %.

La caractérisation du pouvoir amendant, par la valeur neutralisante et la solubilité carbonique, montre la similitude de ces produits.

Les faluns contiennent également des oligo éléments : cuivre, zinc, manganèse, molybdène comme le maërl.

Le coût d'extraction des faluns est inférieur à celui du maërl. Une petite carrière avec une production très limitée subsistant à Tréfumel dans le périmètre du captage, le commercialise à un prix identique à celui du maërl de St Malo, mais les exploite à moindre frais. Le prix de vente de ces produits, ramené à la tonne d'équivalent CaO, en fonction de la quantité de CaO contenue par chaque amendement, est compris entre

. 145 et 200 F/t pour les amendements bruts maërl, trez, falun.

. 670 à plus de 1 000 F/t pour les amendements pulvérulants (maërl et calcaire broyés, chaux)

Ces prix s'entendent rendu à la ferme, dans le Finistère et le Nord de l'Ille-et-Vilaine ou l'Est des Côtes-du-Nord.

Sur la base de ces données, il semble donc qu'un marché potentiel existe dans un rayon d'une quarantaine de km pour le falun de St Juvat.

Si le sujet suscite un intérêt de la part d'industriels, une reconnaissance plus détaillée sera nécessaire pour une cubature exacte des réserves et une programmation d'extraction.

Elle nécessitera la maîtrise foncière des terrains et des démarches préalables pour résoudre les différents problèmes liés à l'environnement qui pourront être soulevés.

La création d'une activité industrielle dans une zone purement agricole et de quelques emplois, la mise sur le marché d'un produit avantageux pour les cultivateurs présentent un intérêt économique local.

Sur un plan régional plus large, il faut souligner que la substitution au maërl non valorisé, d'un produit similaire présente aussi un intérêt économique, compte tenu de la précarité des réserves en maërl, de la limitation de leur dragage par des quotas, des conflits avec les activités de la pêche ou avec la protection de la stabilité de certaines plages. De plus le maërl peut avantageusement faire l'objet de traitement pour fournir des produits à forte valeur ajoutée dans différents domaines.

SOMMAIRE

	Page
<u>INTRODUCTION</u> .....	9
<u>1 - LES FALUNS MIOCENES - BASSIN DE TREFUMEL - LE QUIOU - ST JUVAT</u> .....	11
1.1 - LA FORMATION DES FALUNS .....	11
1.2 - LE BASSIN DE FALUNS DE TREFUMEL - LE QUIOU ET DE ST JUVAT .....	12
<u>1.2.1 Le bassin à l'Est de la Rance (Le Quiou-Tréfumel)</u> ...	15
<u>1.2.2 - Le bassin à l'Ouest de la Rance (St Juvat)</u> .....	16
1.3 - TRAVAUX DE RECONNAISSANCE DU BASSIN A L'OUEST DE LA RANCE .....	16
1.4 - RESULTATS DES TRAVAUX .....	17
<u>1.4.1 - Topographie du substratum schisteux</u>	18
<u>1.4.2 - Epaisseur des faluns</u>	18
<u>1.4.3 - Epaisseur du recouvrement</u>	21
<u>2 - GISEMENT POTENTIEL DE MATERIAUX CALCAIRES DE ST JUVAT</u>	24
2.1 - CARACTERISTIQUES DU GISEMENT POTENTIEL	24
<u>2.1.1 - Géométrie du gisement</u>	24
<u>2.1.2 - Taux de découverte</u>	25
<u>2.1.3 - Niveau piézométrique de la nappe</u>	25
<u>2.1.4 - Réserves exploitables potentielles</u>	26
2.2 - NATURE ET QUALITE DES MATERIAUX	27
<u>2.2.1 - Echantillonnage et caractéristiques des faluns</u>	27
<u>2.2.2 - Analyses et essais sur les échantillons</u>	28
2.2.2.1 - Carbonatométrie	29
2.2.2.2 - Analyses multiélémentaires	30
2.2.2.3 - Essais spécifiques aux amendements	30

<b><u>3 - LE MARCHE DES CARBONATES CALCOMAGNESIENS EN BRETAGNE</u></b>	<b>33</b>
<b>3.1 - LA DEMANDE - LES DIFFERENTS DOMAINES D'UTILISATION</b>	<b>33</b>
<u>3.1.1 - Neutralisation et minéralisation des eaux</u> <u>de consommation</u>	33
<u>3.1.2 - Composants minéraux pour l'alimentation animale</u>	34
<u>3.1.3 - Amendements agricoles</u>	35
<b>3.2 - L'OFFRE - LES PRODUITS UTILISES</b>	<b>38</b>
<u>3.2.1 - Nature des produits</u>	38
<u>3.2.2 - Prix des amendements</u>	39
3.2.2.1 - Marché du Finistère	39
3.2.2.2 - Marché du Nord de l'Ille-et-Vilaine et de l'Est des Côtes-du-Nord	41
<b>3.3 - ADEQUATION DE L'OFFRE A LA DEMANDE</b>	<b>44</b>
<b>3.4 - PLACE DES FALUNS DANS CE MARCHE</b>	<b>45</b>
<b><u>4 - VALORISATION POTENTIELLE DU GISEMENT DE ST JUVAT</u></b>	<b>49</b>
<b>4.1 - PERIMETRE EXPLOITABLE ET ENVIRONNEMENT</b>	<b>49</b>
<b>4.2 - EXPLOITATION POTENTIELLE</b>	<b>51</b>
<b>4.3 - COUTS DE MISE SUR LE MARCHE - OBJECTIFS DE VENTE</b>	<b>52</b>
<b>4.4 - INTERET ECONOMIQUE LOCAL ET REGIONAL</b>	<b>53</b>
<b><u>CONCLUSION</u></b>	<b>55</b>
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>	<b>58</b>

LISTE DES TABLEAUX

	Page
I - Résultats des carbonatométries sur les échantillons de sondages de St Juvat .....	29
II Résultats des analyses multiélémentaires (I.C.P.) des échantillons de sondage de St Juvat .....	30
III Caractéristiques agronomiques d'amendement des échantillons de sondage de St Juvat .....	31
IV Principaux produits carbonatés utilisés comme amendement en Bretagne .....	38
V Prix des amendements commercialisés dans le centre Finistère en décembre 1987 (et déc. 1986 pour les chaux) .....	40
VI Prix des amendements commercialisés dans le Nord de l'Ille-et-Vilaine et l'Est des Côtes-du-Nord (avril 1988) ...	42
VII Estimation des coûts annuels à l'hectare d'amendement par différents produits .....	43
VIII Caractéristiques comparées du Trez, du Maërl, du falun de St Juvat .....	46

LISTE DES FIGURES ET CARTES

	Page
Fig. 1 - Localisation du bassin de falun de Tréfumel - Le Quiou - St Juvat (éch. 1/250 000)	13
Fig. 2 - Limite des faluns miocènes de Tréfumel - Le Quiou - St Juvat (d'après carte géologique 1/50 000 - feuille Caulnes modifiée)	14
Fig. 3 - Coupes transversale et longitudinale à travers le bassin de St Juvat	23
Fig. 4 - Dimensions possibles des fouilles d'extraction	26
Fig. 5 - Localisation des zones favorables à l'exploitation et des contraintes d'environnement - Ech. 1/10 000	50
Planche I Carte du substratum des faluns - Localisation des sondages - Epaisseur des faluns Ech. 1/10 000	19
Planche II Carte des épaisseurs de découverte Ech. 1/10 000	19

LISTE DES ANNEXES

**ANNEXE 1 - Coupes des sondages**

**ANNEXE 2 - Définitions et spécifications des "Amendements calcaires"  
et "Amendements calcaires et magnésiens" d'après la norme  
AFNOR NF. U.44.001**

**ANNEXE 3 - Informations professionnelles sur le chaulage**

**ANNEXE 4 - Nature et prix des amendements commercialisés dans les  
régions de Dinan, St Malo et Combourg**

## INTRODUCTION

Le présent rapport expose les résultats des travaux du sujet n° 5 "Matériaux de carrière" inscrit au programme 1987 du Plan Minier Breton, conformément à l'article 2 de la convention du 1er septembre 1987.

Ce sujet a pour objectif la mise en évidence de cibles d'intérêt industriel pouvant conduire à une ouverture d'exploitation de substances non concessibles, relevant du régime des carrières.

Les matériaux utilisables comme amendement calcaire ou calcomagnésien ont été retenus comme objectif prioritaire dans le "Bilan technico-économique des produits de carrière de Bretagne" réalisé en 1984, compte tenu de l'importance des besoins en produits de chaulage de l'agriculture bretonne. Les terres acides du Massif armoricain nécessitent un apport de chaux et de magnésie soit pour "redresser leur pH" initial, soit pour le maintenir ensuite et contrebalancer le départ dû au lessivage et à la consommation des cultures.

La chaux favorise l'assimilation des fertilisants par les plantes donc leur développement. De ce fait elle contribue à réduire les excédents de produits nitrates apportés par les fumures organiques.

Dans l'ouest de la Bretagne, une étude des approvisionnements a montré que la moitié des produits de chaulage provenait de matériaux marins (maërl et sable coquillier ou traez) utilisés à l'état brut en majeure partie, l'autre moitié étant constituée de produits élaborés (calcaire broyé, chaux) d'un prix beaucoup plus élevé à la tonne de CaO utile. Ces produits viennent tous de l'extérieur de la Bretagne et leur coût est grevé par les prix des transports.

Toute source de production régionale d'amendement peut donc présenter un intérêt si elle présente les qualités suffisantes.

La recherche s'est orientée initialement vers des cibles de calcaire massif dans la partie occidentale de la Bretagne (Finistère et Côtes-du-Nord). Les travaux qui ont été menés sur différents sites jusqu'au début de 1988 au titre du programme 1985 du Plan Minier Breton (sujet n° 5 : "Matériaux de carrière") sont présentés dans un rapport séparé.

Par ailleurs, une cible intéressante d'un autre type de matériau utilisable comme amendement a été mise en évidence dans le cadre du sujet n° 6 "Substances utiles de l'ère tertiaire" du programme 1986 du Plan Minier Breton. Il s'agit des sables calcaires dénommés faluns, d'âge miocène, situés à l'Est des Côtes-du-Nord, dans une extension non reconnue d'un bassin par ailleurs exploité comme réservoir aquifère, celui de Le Quiou - Tréfumel.

Ce sont les travaux de reconnaissance de cette partie du bassin situé sur le territoire de la commune de St Juvat qui sont présentés ici.

## 1 - LES FALUNS MIOCENES - BASSIN DE TREFUMEL - LE QUIOU - ST JUVAT

### 1.1 - LA FORMATION DES FALUNS

Les faluns sont des sables coquilliers, coralliens et algaires, comportant une proportion de quartz détritique variable, mais dont les teneurs en carbonate peuvent atteindre 95 %.

Ils se sont déposés à l'époque miocène (# 12 millions d'années) dans une mer peu profonde qui a pénétré depuis l'Atlantique vers l'intérieur des terres, jusqu'en Anjou et en Touraine à partir de la Basse Loire, ainsi que vers le Nord en Basse Bretagne, avec une communication probable avec la Manche.

En Bretagne, il se sont accumulés dans des dépressions, limitées par des failles du socle des schistes briovériens ou des formations paléozoïques, dans lesquelles ils ont été préservés en de nombreux sites : Lohéac, Chartres de Bretagne, St Grégoire, Gahard, Feins, Landujan, Médréac, etc... en Ille-et-Vilaine ; Plouasne, Tréfumel - le Quiou, St Juvat dans les Côtes-du-Nord.

La lithologie de ces dépôts peut être assez complexe et comporter des différenciations comme l'ont montré les reconnaissances successives du bassin aquifère de Le Quiou - Tréfumel.

Les faluns proprement dits, sables meubles, peuvent être cimentés et donner des lentilles d'une sorte de calcaire grossier baptisé "pierre de jauge" et utilisé localement comme pierre de taille, observable dans les murs des maisons anciennes des bourgs.

Des niveaux d'autres roches carbonatées sont également présents au milieu des faluns :

- . marnes ou argiles à foraminifères
- . calcaires très fins issus de boues à coccolithes
- . dolomies diagénétiques, issues d'une évolution postérieure au dépôt des sédiments.

#### 1.2 - LE BASSIN DE FALUNS DE TREFUMEL - LE QUIOU ET DE ST JUVAT

Parmi les différents "bassins" de faluns miocènes cités plus haut, celui de Tréfumel - Le Quiou - St Juvat au Sud de Dinan, à l'Est des Côtes-du-Nord, est un des plus importants (fig. 1 et 2).

Sa connaissance n'est cependant pas homogène. Il est traversé par la vallée de la Rance qui le partage en deux unités distinctes. Celle de la rive Est a fait l'objet de nombreux travaux conduisant à une représentation assez précise. Celle de la rive Ouest, sur la commune de St Juvat n'a fait l'objet d'aucuns travaux de reconnaissance.

Par ailleurs les formations superficielles recouvrant les faluns y sont plus abondantes.

Elles comprennent :

- . des argiles sableuses rouges associées à des cailloutis grossiers
- . des alluvions hétérogènes du lit majeur de la Rance, grossièrement graveleuses, à matrice argilo sableuse ou purement argileuses.

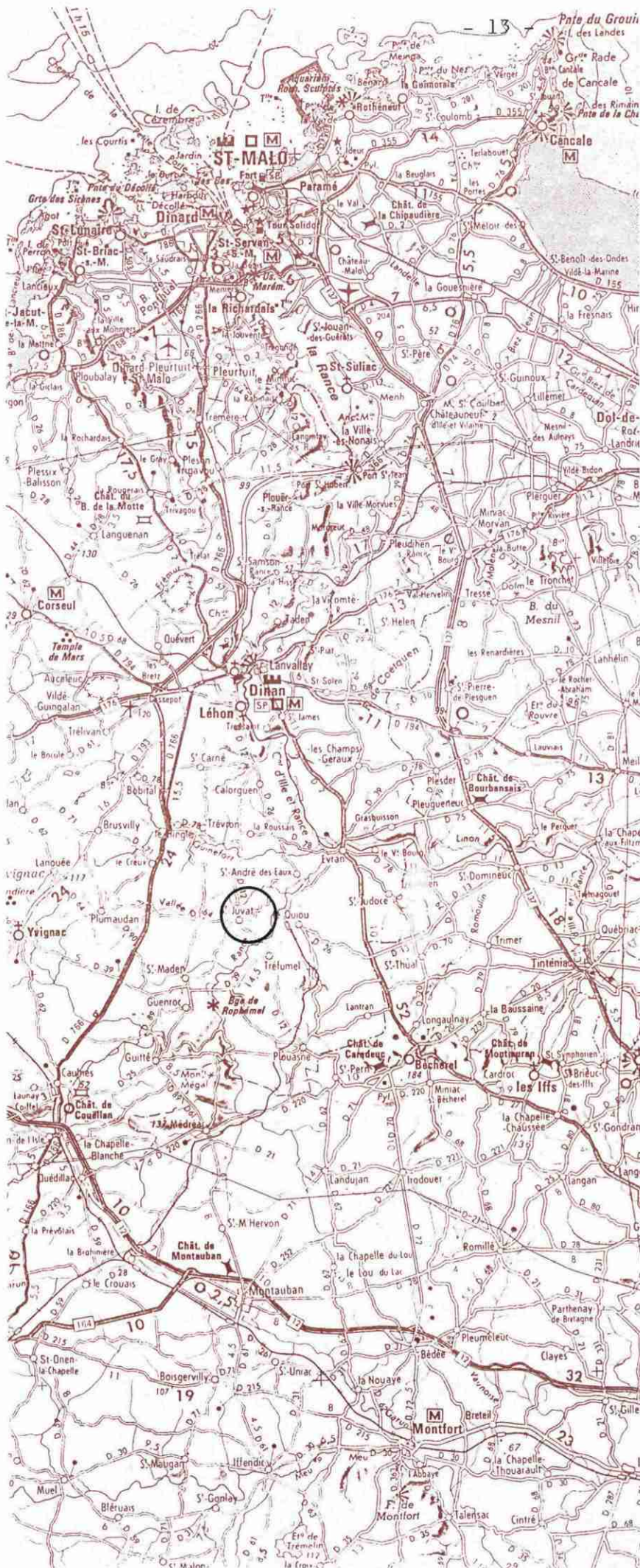
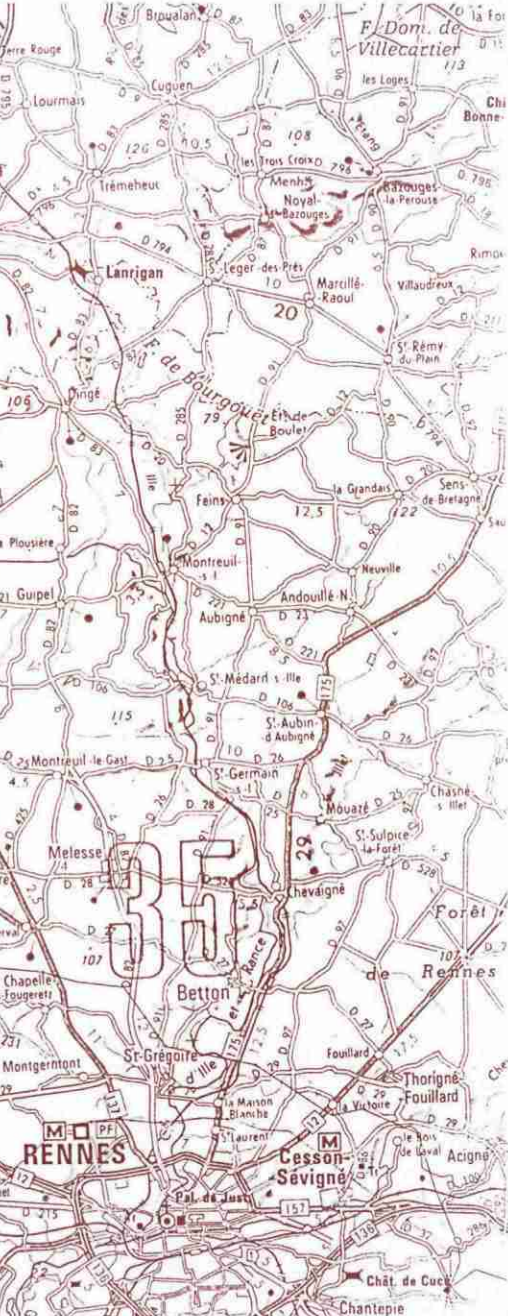
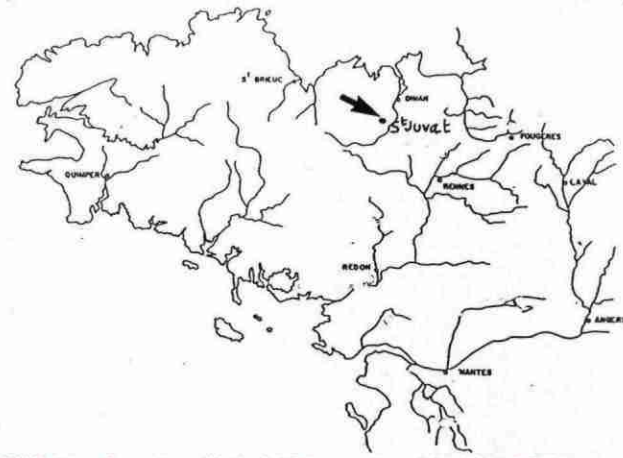


Fig. 1 - Plan de localisation

Ech. 1/250000





### 1.2.1 - Le bassin à l'Est de la Rance (Le Quiou - Tréfumel)

Les faluns meubles ont été activement exploités à une époque. Plusieurs petites carrières étaient ouvertes dans les années 1950-1960. Elles y ont permis des observations géologiques. Des reconnaissances ont encore été réalisées à cette époque (avant 1957) par la DDE des Côtes-du-Nord autour de la carrière du Rouget. La TIMAC a exploité une carrière et un four à chaux jusque dans les années 1970-1972 près du Quiou.

Depuis, les faluns sont devenus un réservoir aquifère qui alimente le Syndicat d'AEP d'Evran et sont à ce titre protégés. Seule une petite exploitation, située à Tréfumel est encore autorisée avec une profondeur maximale de 3 m sous le niveau de la nappe, soit la cote +16.

D'importants travaux de recherche d'eau effectués à différentes époques depuis 1960 ont permis d'identifier avec quelque précision la géométrie du réservoir aquifère constitué par ces faluns.

L'étude du BRGM en 1980 a montré que les dépôts ne constituaient pas une nappe unique mais remplissaient deux bassins stricto sensu de 40 m et 60 m de profondeur maximum et des petites dépressions de 2 à 10 m seulement, qui n'ont pas été inventoriées dans le détail.

Le bassin principal est formé de deux cuvettes allongées SE-NO, celle du Quiou et une seconde entre Le Quiou et Tréfumel, séparées par une faille et une remontée du socle. Les dernières reconnaissances de la DDA des Côtes-du-Nord en 1985, tendent à montrer que la cuvette du Quiou est séparée de la Rance par un seuil recouvert d'épaisseurs réduites de faluns, lesquels se prolongent ensuite sous les alluvions de la Rance de part et d'autre du confluent du ruisseau du Hac, avec des épaisseurs non connues. Les faluns dans le lit majeur ont été atteints par les sondages d'une entreprise prospectant des gisements potentiels d'alluvions.

La fermeture Nord de la cuvette située à l'Ouest de la faille n'a pas été localisée. Les isohypses du socle semblent constituer un lobe principal d'axe oblique par rapport à la faille, accompagné de dépressions satellites.

### 1.2.2 - Le bassin à l'Ouest de la Rance (St Juvat)

A l'Ouest de la Rance, aucune recherche d'eau n'a été effectuée et les faluns ne sont pas utilisés comme réservoir aquifère.

Deux anciens sites d'exploitation figurent sur la carte géologique.

En fait, d'autres ont existé pour l'exploitation de "sablon", faluns fins (probablement à rattacher au faciès Savignéen des faluns décrits par J. DURAND, le plus pauvre en matériel insoluble), ou pour celle de "pierre de jauge" dont au moins un site d'extraction souterraine. Un puits de 6 m de profondeur existe toujours avec un départ de galerie connu par des habitants.

### 1.3 - TRAVAUX DE RECONNAISSANCE DU BASSIN A L'OUEST DE LA RANCE

La délimitation des faluns sur la carte géologique à 1/50 000 feuille CAULNES apparaît sur le fond en bistre de la figure 2. Ce document, établi antérieurement aux reconnaissances détaillées à l'Est de la Rance, pour le développement de l'exploitation de l'eau à partir de 1980, fait apparaître une extension supposée des faluns plus importante qu'elle n'est en réalité.

A l'Ouest de la Rance où aucuns travaux n'avaient été exécutés jusque là et où les faluns ne sont pas exploités comme réservoir aquifère, quelques sondages ont été réalisés au titre de la Recherche de "Substances de l'ère tertiaire", sujet n° 6 du programme 1986 du Plan Minier Breton.

Les coupes obtenues en décembre 1986 avec la sondeuse Bonne Espérance du BRGM équipée en tarière de 100 mm, ont montré des épaisseurs de falun très variables, mais pouvant dépasser 30 m.

Les travaux ont donc été poursuivis pour permettre de déterminer l'intérêt économique potentiel de ces faluns.

Deux campagnes de sondages complémentaires ont été menées, avec des entreprises régionales, l'équipe de sondage du département géologie du B.R.G.M. n'étant pas disponible.

Quelques sondages ont été faits en octobre 1987 par la Sté Rennaise de dragage avec une mototarière sur G.M.C. en 100 mm de diamètre, mais de puissance un peu insuffisante. Une autre série a été réalisée en novembre 1987 par l'Entreprise LE MASSON avec une sondeuse Mobile Drill sur plate forme, équipée en tarière de 250 mm pour permettre une récupération améliorée des matériaux fins sous le niveau de la nappe.

Ce diamètre a malheureusement constitué un handicap important pour la traversée des terrains de recouvrement, caillouteux à grosse granulométrie (de l'ordre du décimètre).

Plusieurs sondages ont de ce fait été arrêtés par refus sur blocs, niveaux indurés ou argile compactée.

#### 1.4 - RESULTATS DES TRAVAUX

Bien que les coupes des deux campagnes de sondage de 1987 n'aient pas apporté toutes les informations souhaitées, elles ont néanmoins permis de préciser l'extension des faluns, les zones d'épaisseur maximale et celles où le recouvrement d'argile rouge à cailloutis ou d'alluvions de la Rance est le plus important.

L'ensemble des coupes de sondages sont regroupées dans l'Annexe I.

#### 1.4.1 - Topographie du substratum schisteux

L'identification d'affleurements de schistes briovériens non figurés sur la carte géologique à 1/50 000 et les coupes conduisent à proposer un modèle de topographie du Socle (Planche I).

Un sillon étroit et allongé, de direction NO-SE, parallèle à la faille séparant les deux cuvettes du bassin du Quiou - Tréfumel s'étend de la Maladrerie au Sud à Les Mottes au Nord de St Juvat. Aucun des versants de ce sillon ne semble se situer dans le prolongement de la faille de la rive Est de la Rance. La disposition des sondages ayant atteint le substratum ne permet pas de préciser si un abrupt de faille limite cette gouttière sur un des côtés, ce qui serait plausible.

Le fond se trouve à une cote inférieure à -10 m NGF, comparable aux cotes des cuvettes de la rive Est de la Rance. Il n'est cependant pas possible de préciser la configuration du Socle sous la vallée de la Rance et d'établir une continuité entre le sillon de St Juvat et la cuvette près de Rouget.

Les isohypses de la surface des schistes se confondent à la périphérie du bassin avec celles de la surface topographique, aux épaisseurs de recouvrement près. Il apparaît ainsi que l'isohypse +20 encadre la Rance à l'amont et l'isohypse +10 à l'aval. Cette configuration amène à modifier la fermeture de la cuvette du Quiou proposée dans les interprétations de recherche hydrogéologique antérieures.

#### 1.4.2 - Epaisseurs de faluns

Les épaisseurs maximum ont été traversées par les sondages 4 et 5, avec respectivement plus de 34 m de falun et 28,50 m. A l'extrémité Nord de la gouttière, le sondage 7 montre encore 14 m de falun. Ces points dessinent l'axe de la dépression, dont le fond en dessous de la cote -10 m peut avoir une largeur de 150 à 200 m.



**BUREAU DE RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC A CARACTÈRE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL

Service géologique national

SGR/BRE/HT/FB

B.R.G.M. ORLEANS

SGN/DIG Bibliothèque

N/Réf. : 88.1155

V/Réf. :

Rennes, le 23 août 1988

BORDEREAU DE TRANSMISSION

Pièces :

2 exemplaire(s) du rapport BRGM "REGION BRETAGNE"

PLAN MINIER BRETON

Matériaux des Carrières - 1987

RECHERCHE DES SABLES CALCAIRES (FALUNS) dans les Côtes-du-Nord

88 SGN 508 BRE

JUIN 1988

Observations :

P.BOS

Planche I - CARTE STRUCTURALE DU SUBSTRATUM DES FALUNS -  
LOCALISATION DES SONDAGES - EPAISSEUR DES FALUNS

Planche II - CARTE DES EPAISSEURS DE DECOUVERTE

**Voir calque  
dans document  
papier**

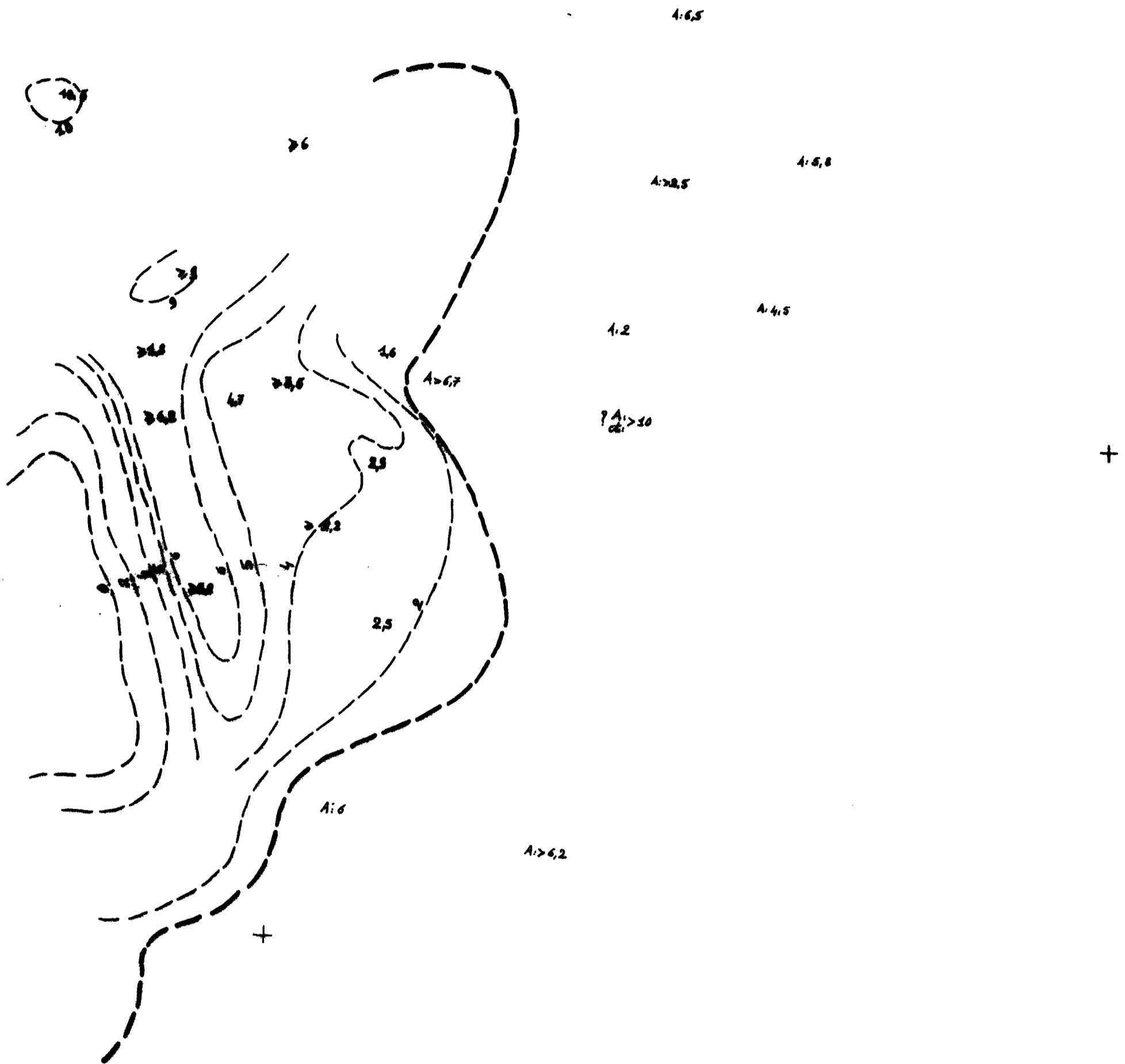
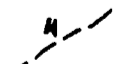
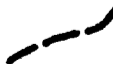


Planche 2 : CARTE DES EPAISSEURS DE DECOUVERTE

L E G E N D E

 Courbe isopaque du recouvrement avec épaisseur en mètres

 Limite Ouest supposée des alluvions du lit majeur de la Rance

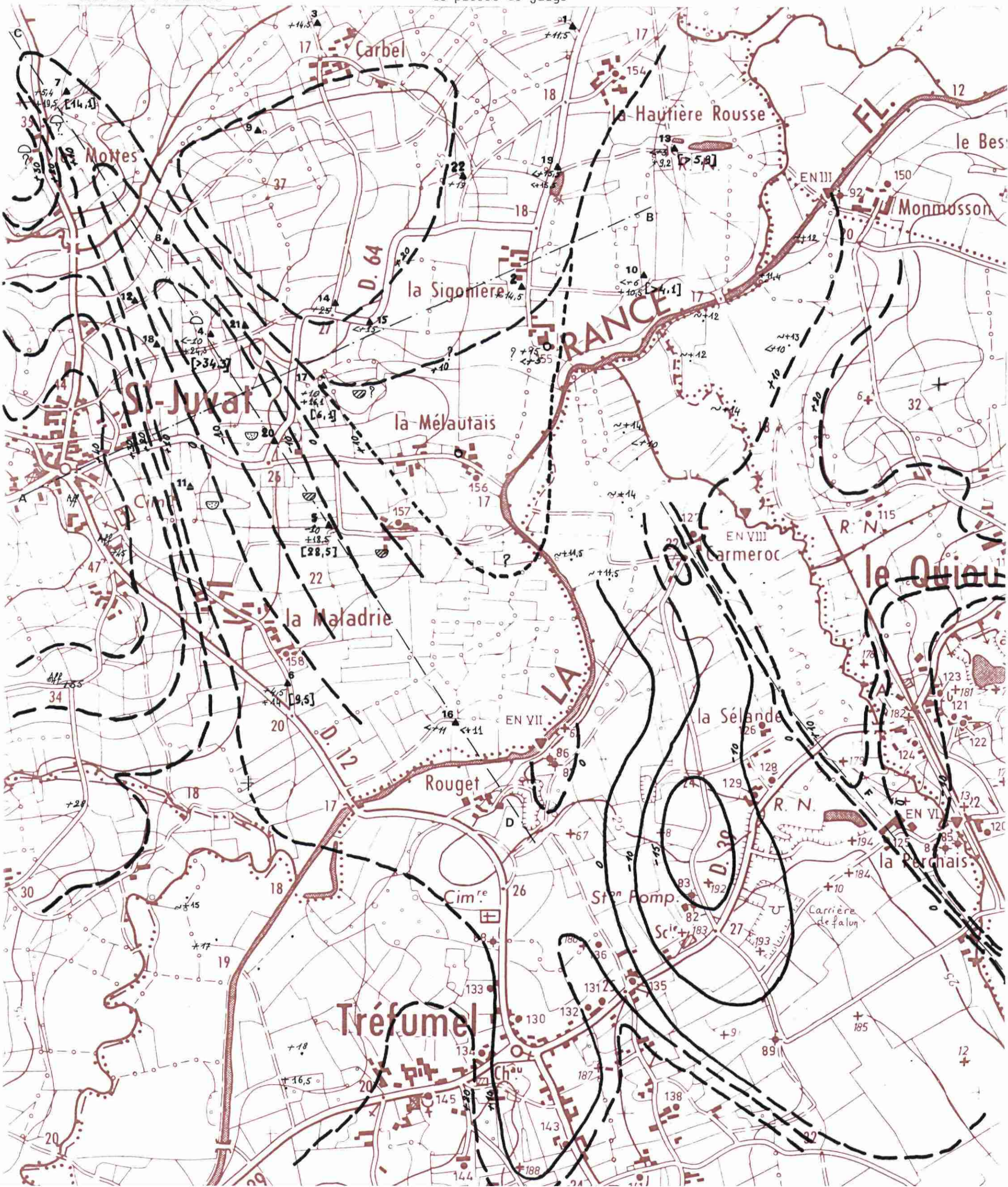
$\geq 6,2$  : Epaisseur d'argile et cailloutis en m

A:4,5 : Epaisseur d'alluvions

$\sigma$  : Altérite de schiste

L E G E N D E

- 7▲ Sondage à la tarière 1986-1987 et son numéro
- +10 Cote du substratum schisteux
- +16,1 Cote du toit des faluns
- [6,1] Epaisseur de falun en mètres
- +10 Courbe isohypse du substratum avec cote en mètres
- Ancien sondage dans les alluvions ayant atteint les faluns ou les schistes
- Aff : Affleurement de schiste
- F : Faille Le Quiou-Trefumel
- D Ancienne carrière souterraine de pierre de jauge
- ◐ Ancienne carrière de falun comblée
- ◑ Ancienne carrière de falun boisée
- Trace des coupes AB et CD



L E G E N D E

- 7▲ Sandage à la manière 1950-1987 et son numéro
- +10 Cote du substratum schisteux
- +16,1 Cote du toit des faluns
- [6,1] épaisseur de falun en mètres
- +10 Courbe isohypse du substratum avec cote en mètres.
- ▲ Ancien sondage dans les alluvions avant atteinte des faluns ou des schistes
- A▲ : Affleurement de schiste
- F : Faille Le Quiou-Tréfumel
- ▲ Ancienne carrière souterraine de pierre de jauge
- ⊗ Ancienne carrière de falun comblée
- ⊕ Ancienne carrière de falun boisée
- B — Trace des coupes AB et CD

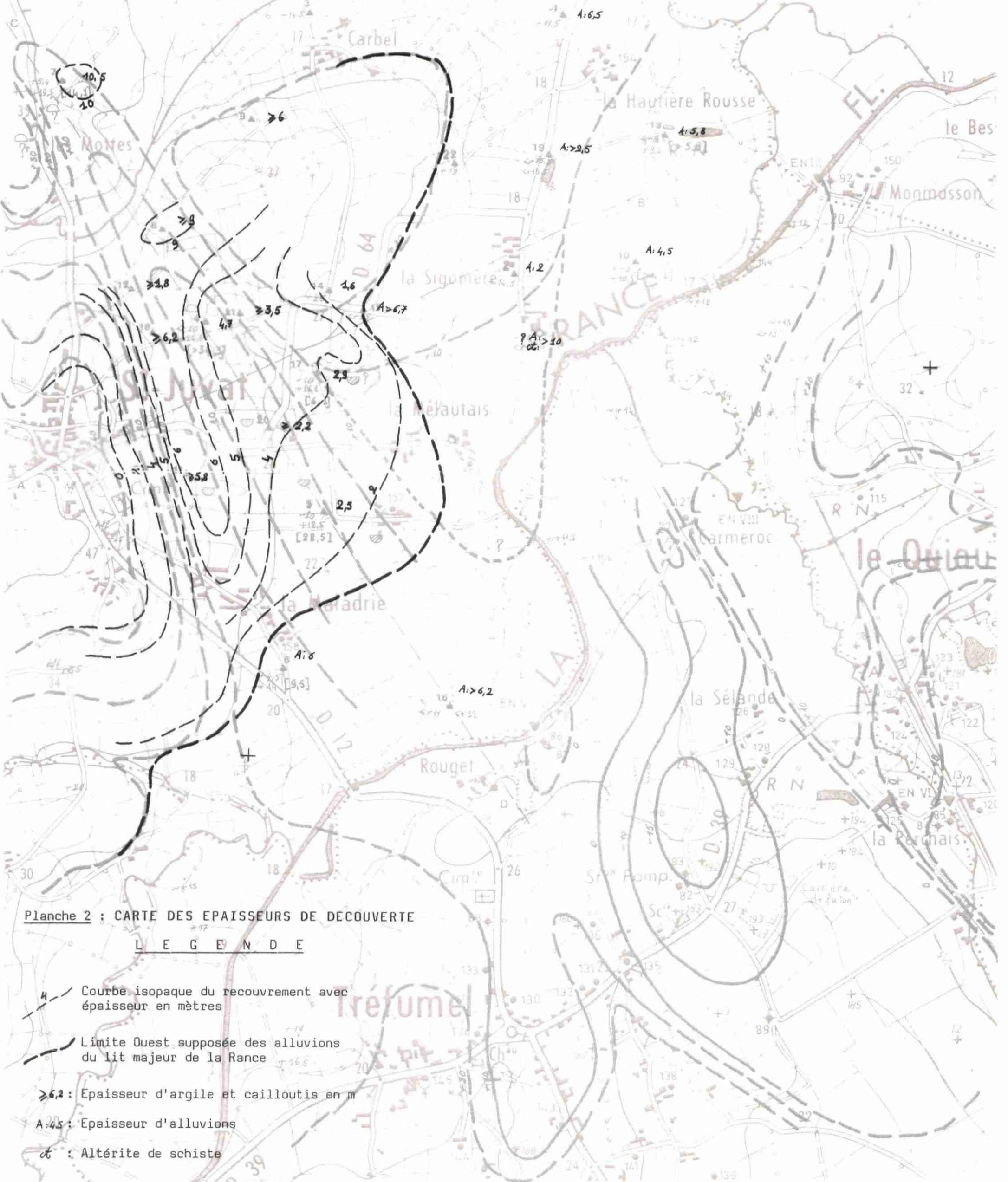


Planche 2 : CARTE DES EPAISSEURS DE DECOUVERTE

L E G E N D E

- Courbe isopaque du recouvrement avec épaisseur en mètres
- Limite Ouest supposée des alluvions du lit majeur de la Rance
- >6,2 : Epaisseur d'argile et cailloutis en m
- A.45 : Epaisseur d'alluvions
- ▲ : Altérite de schiste

Les épaisseurs décroissent rapidement sur les flancs : 6 m au sondage 17 et 9,50 m au sondage 6.

La cote du toit des faluns est identique aux deux extrémités du bassin (+ 19,50 m). Dans l'ensellement qui sépare la butte de St Juvat de la butte 37 à l'Est, elle atteint 24 m. Cette altitude se retrouve à Tréfumel à l'Est de la Rance.

Le remplissage de cette cuvette par les faluns se trouve donc en relief, probablement protégé par sa position topographique entre deux buttes de schiste.

Dans la vallée de la Rance, approximativement délimitée par les courbes de niveau 20 m, aucun sondage traversant des faluns n'a atteint le substratum. Le sondage 13, au Nord, a reconnu 6 m de falun au dessus d'un niveau induré, probablement de "pierre de jauge".

La présence de faluns sous les alluvions de la Rance, en aval de la traversée des bassins de Tréfumel et St Juvat, est attestée :

- . sur la rive Ouest, par 2 sondages, 10 et 13 ;
- . sur la rive Est, par une série de sondages de reconnaissance des alluvions, qui sont situés au Nord des deux cuvettes profondes du Quiou et de la faille qui les sépare.

Les coupes de ces sondages superficiels arrêtés dans le substratum des alluvions (argile, faluns ou schiste) ont été communiquées à titre confidentiel par l'entreprise qui les a réalisés. Ils montrent des dépôts de falun dont le toit, situé entre 14 m et 9 m, est penté à la fois vers l'axe de la vallée et vers l'aval. Les épaisseurs, non connues sur la rive Est de la Rance, traversées jusqu'à 6 m sur la rive ouest, ne devraient pas y dépasser une dizaine de mètres.

### 1.4.3 - Epaisseur du recouvrement

Deux types de formations de recouvrement peuvent être différenciés :

. un matériel argileux, rouge à ocre, généralement à gros galets ou cailloux émoussés de quartz, parfois seulement sableux, voire purement argileux, dénommé "Argile rouge et cailloutis" dans les coupes de sondage, selon la légende de la carte géologique à 1/50 000

. un matériel alluvionnaire hétérogène de granulométrie variable, généralement grossière (galets et cailloux de quartz ou de roches très abondants) parfois plus sableux, de couleur marron à gris, qualifié d'"alluvions".

Les argiles rouges et cailloutis, s'appuyant sur les buttes schisteuses, coiffent toute la partie de la cuvette de faluns de St Juvat jusqu'à la vallée (Planche II). Les épaisseurs reconnues varient de 2,50 m à l'Est, à 10,50 m au N-O. Plusieurs coupes ne donnent qu'une valeur par défaut, mais qui dépasse 6 m et 9 m en 4 points.

Leur épaisseur est réduite dans le petit thalweg à l'Est de St Juvat ainsi que dans le replat entre les cotes 25 et 20 à l'Ouest de la Mélaudais : entre 2 m et 5 m.

Des "alluvions" graveleuses plus ou moins argileuses ont été traversées dans tous les sondages situés dans la vallée. Le passage du recouvrement d'argile rouge et cailloutis à celui d'alluvions semble brutal d'après les coupes des sondages 6, 5 17 et 15, situés de part et d'autre de la courbe de niveau 20 m.

Côté "argile rouge", le sondage 17 situé dans une dépression partiellement artificielle, au pied d'un talus d'environ 2 m de haut, recoupe encore 2,90 m d'argile graveleuse. La surface du sol dans cette dépression est bosselée à l'échelle de l'hectomètre. Elle porte peut être la marque d'excavations anciennes, partiellement nivelées au cours des travaux de culture et de remembrement.

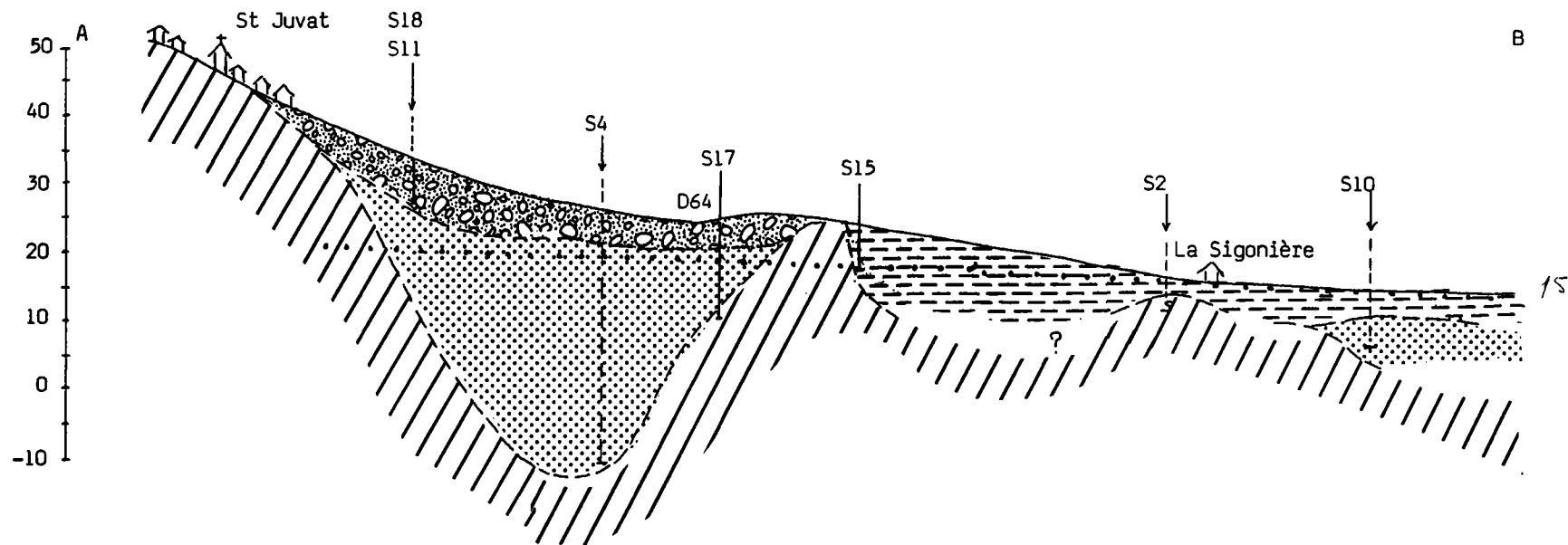
Le sondage 5 a traversé seulement 2,50 m d'argile rouge. Et 150 m à l'Est, près de la ferme de Grands Champs, le falun semble avoir été exploité à fleur de terre à une époque.

En bordure de vallée, les sondages 6 et 15 montrent une épaisseur de 6 m et 6,70 m d'alluvions argilo-sablo-graveleuses pour le premier, entièrement silteuses pour le second.

La Rance paraît avoir creusé son lit dans les argiles rouges et les faluns, avec localement des petites falaises verticales, avant de les remblayer d'alluvions, très hétérogènes dans ce secteur.

**Argiles alluviales ou altérites ?** En aval du sillon de St Juvat, à l'Ouest de la Rance, les alluvions peu épaisses reposent sur les argiles parfois finement sableuses qui apparaissent nettement comme des altérites de schiste.

Mais à la ferme de la Sigonnière, un puits de 10 m est creusé en totalité dans de l'argile. Par ailleurs, sur la rive Est de la Rance, entre le confluent du Hac et La Mélautais, plusieurs des sondages dans les alluvions sont arrêtés dans des argiles, entre 4 et 7 m de profondeur, soit à des cotes de l'ordre de +13 à +10 m. La question reste ouverte sur la nature de ces argiles : niveaux d'alluvions fines de la Rance ou altérite de schiste comme dans les sondages 1 et 2 ?. Le sondage 16 au S-E de la Maladrie est également arrêté dans une argile gris clair, légèrement sableuse, homogène, très compacte, d'origine non déterminée. Il n'est donc pas permis de conclure sur la présence des faluns sous la vallée à ce niveau ni sur le raccordement de la cuvette de St Juvat avec celle de Tréfumel.



..... niveau piézométrique supposé

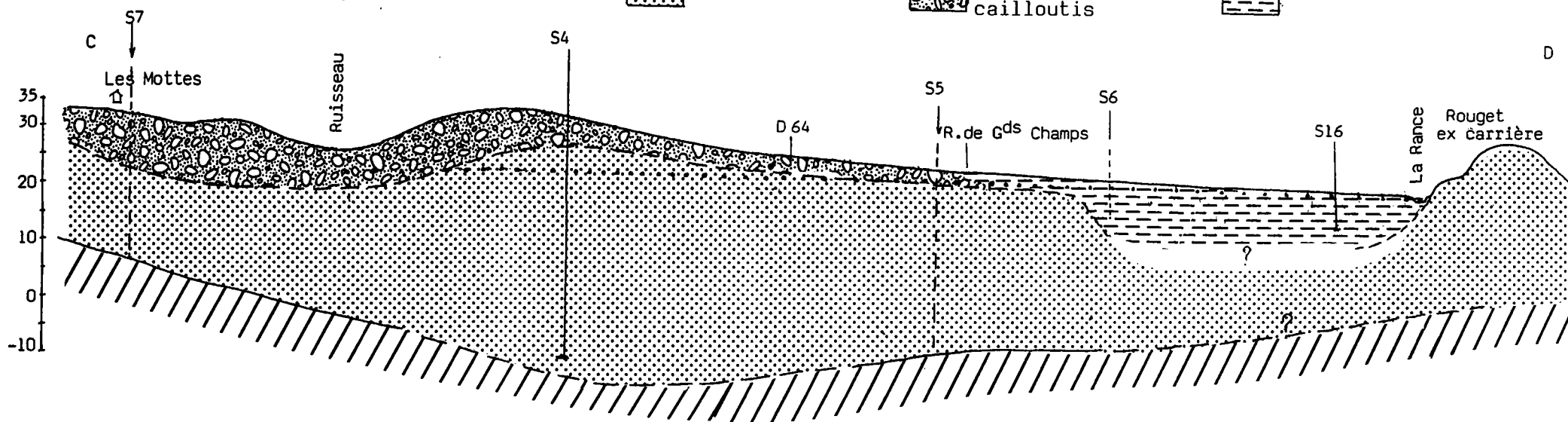


Figure 3 - Coupes transversale et longitudinale du bassin de St Juvat

## 2 - GISEMENT POTENTIEL DE MATERIAUX CALCAIRES DE ST JUVAT

Des données de sondages et de leur interprétation présentées au chapitre précédent, il ressort qu'une accumulation de faluns relativement importante existe dans le "sillon" de St Juvat et que l'examen de son intérêt économique est justifié.

### 2.1 - CARACTERISTIQUES DU GISEMENT POTENTIEL

#### 2.1.1 - Géométrie du gisement

Le bassin miocène traversé par la Rance comporte donc plusieurs cuvettes ou compartiments. Sur la rive ouest de la Rance, il prend la forme d'un sillon étroit dirigé vers le N-O, passant à l'Est de St Juvat.

Le gisement potentiel de falun est constitué par la zone centrale de ce sillon d'une longueur minimum supposée de 800 à 1 000 m et d'une largeur de 100 à 150 m (Fig. 3).

Les épaisseurs traversées atteignent plus de 34 m au Nord (sondage 4) et 28,50 m au Sud (sondage 5).

La présence de niveaux indurés de "pierre de jauge" n'a pas été reconnue dans ces coupes. Pourtant, celle-ci a été exploitée en galerie souterraine à partir d'un puits encore visible situé dans le petit bois au Nord du sondage 4. Elle a par ailleurs été traversée à 7 m de profondeur par le puits pour eau d'un particulier, proche du sondage 20, à l'embranchement de la D64 et du chemin de la ferme de la Mélautais.

La mise en évidence des niveaux éventuels de falun cimentés appartiendra à la phase de reconnaissance détaillée du gisement, phase qui nécessite de 1 à 2 sondages à l'hectare.

Pour une épaisseur moyenne de faluns meubles exploitables supposée égale à 20 m, la réserve totale de matériaux en place à l'hectare atteint 200 000 m<sup>3</sup>.

#### 2.1.2 - Taux de découverte

Le taux de découverte des terrains traversés est de 1 m pour 7,20 m, soit 0,14 au sondage 4 et 1 m pour 11,40 m, soit 0,09, au sondage 5, les épaisseurs de recouvrement mesurées étant respectivement de 4,70 m et de 2,50 m. Pour une épaisseur moyenne de la découverte de 3,6 m, et une puissance de matériaux de 20 m, le taux de découverte serait de 0,18 (1 m pour 5,50 m). Le volume de terrain à évacuer s'élèverait à 36 000 m<sup>3</sup> à l'hectare.

#### 2.1.3 - Niveau piézométrique de la nappe

Dans la partie basse du gisement le niveau piézométrique de la nappe en période de hautes eaux est à environ +17 m dans les puits de la Maladrie, des Grands Champs et de la Mélautais, situés à la cote +20.

Au sondage 5, où le toit des faluns se trouve entre 19 et 20 m, seule une tranche de 2 m sera hors d'eau.

Aucune autre donnée n'existe sur la surface piézométrique de la nappe dans le bassin de St Juvat. La tranche de faluns hors d'eau, dans la partie haute du gisement, ne peut donc être évaluée. L'ancien puits d'extraction encore ouvert dans le petit bois près du sondage 4 a une profondeur de 6 m. Il aurait été nettement plus profond antérieurement d'après des indications orales : au moins 10 m. Le niveau piézométrique se trouverait dans ce cas vers la cote +20 m et laisserait hors d'eau une épaisseur de falun d'environ 4 m.

Même dans cette hypothèse, les volumes des seuls faluns disponibles au-dessus de la nappe ne constitueraient pas des réserves suffisantes pour permettre une exploitation, compte tenu de l'épaisseur de découverte.

#### 2.1.4 - Réserves exploitables potentielles

Le matériau étant meuble et noyé, la pente d'équilibre des bords de l'excavation sera faible, de l'ordre de 30°.

Compte tenu de la présence possible de niveaux indurés limitant les profondeurs d'exploitation, les estimations de réserves sont proposées pour trois hauteurs possibles : 12 m, 15 m, 20 m et une largeur au sol de 100 m et de 150 m (fig. 4).

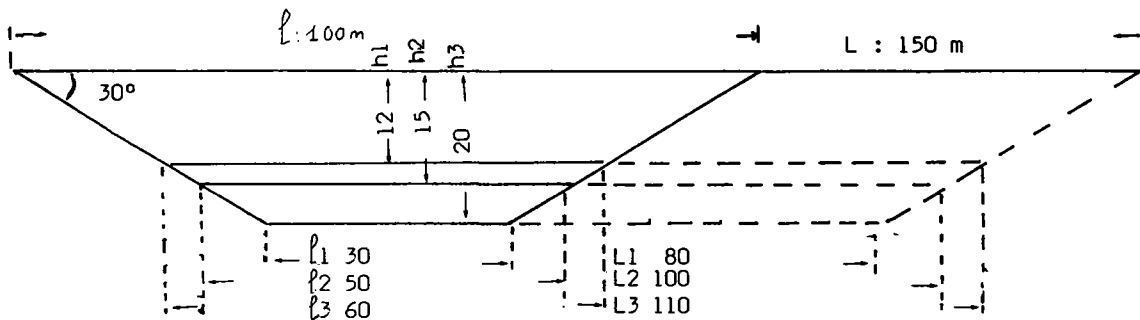


Fig. 4 - Dimensions possibles des fouilles d'extraction

Les sections de fouilles ( $S = h \cdot \frac{l+L}{2}$ ) et les réserves à l'hectare sont respectivement de :

s1 :	960 m <sup>2</sup>	96 000 m <sup>3</sup>
s2 :	1125 m <sup>2</sup>	112 500 m <sup>3</sup>
s3 :	1300 m <sup>2</sup>	130 000 m <sup>3</sup>
S1 :	1260 m <sup>2</sup>	126 000 m <sup>3</sup>
S2 :	1500 m <sup>2</sup>	150 000 m <sup>3</sup>
S3 :	2300 m <sup>2</sup>	230 000 m <sup>3</sup>

La valeur moyenne de réserve à l'hectare peut être considérée comme comprise entre 100 000 et 150 000 m<sup>3</sup> de matériau brut.

## 2.2 - NATURE ET QUALITE DES MATERIAUX

### 2.2.1 - Echantillonnage et caractéristique des faluns

La nature des matériaux est connue par les échantillons des sondages 4, 5, 7 et 17.

Les sondages 4 et 5 ont permis un échantillonnage continu (respectivement 10 et 8 prélèvements), le sondage 17 un échantillonnage discontinu (2 prélèvements), le sondage 7 un échantillonnage superficiel entre 10,50 m et 14 m (2 prélèvements).

L'échantillonnage des faluns noyés a été impossible en dessous de 14 m dans le sondage 7, et sur toute la hauteur soit de 6 à 15,50 m dans le sondage 6. Dans ces coupes, leur présence est attestée par des traces sur les hélices des tarières, les matériaux meubles étant lavés au fur et à mesure de leur remontée.

Les matériaux recueillis dans les coupes SJ4, SJ5, SJ7 et SJ17 sont en majeure partie des faluns grossiers, de couleur beige à ocre brun. Ils ont une granulométrie un peu plus fine dans la tranche supérieure des coupes SJ4 et SJ7.

Des niveaux très argileux sont présents aux SJ4 et SJ7 sur 3 m d'épaisseur, au SJ17 à la base.

Les matériaux exploités à une époque à Grands Champs, désignés sous le nom de "sablon", pourraient être un faciès plus fin des faluns, tel qu'il est également connu sur la rive Est de la Rance.

Les niveaux noyés non échantillonnés doivent présenter des caractéristiques légèrement différentes de ceux qui ont pu l'être : matériaux sans cohésion plus propre ou plus fin.

Par ailleurs, comme indiqué plus haut, il faut rappeler qu'il n'a pas été traversé de niveaux indurés au cours des reconnaissances dans le "sillon", mais que leur présence est attestée localement près des sondages 4 et 20.

### 2.2.2 - Analyse et essais sur les échantillons

Trois types d'analyses ont été pratiqués pour caractériser les faluns échantillonnés et juger de leur intérêt pour les utilisations possibles :

. Carbonatométrie au calcimètre Bernard pour le dosage des carbonates de calcium et de magnésium permettant aussi de calculer les teneurs en chaux et magnésie, celles en calcium et magnésium, ainsi que les teneurs en insoluble à l'acide chlorhydrique, réalisée au laboratoire de sédimentologie du BRGM.

. Analyse multiélémentaire par spectrométrie d'émission (I.C.P. : Induced coupled plasma) pour le dosage d'un certain nombre d'éléments en traces ainsi que des éléments majeurs autres que ceux présents sous forme de carbonate, réalisée au laboratoire d'analyse du BRGM.

. Mesures de solubilité carbonique, de finesse et de densité apparente, normalisées pour les amendements, réalisées à la station agronomique de l'INRA à Laon.

Les carbonatométries ont été faites de façon assez systématique sur les échantillons prélevés dans les sondages 4, 5 et 7 soit sur un total de 18 échantillons.

Les autres analyses réalisées à titre indicatif ont été pratiquées sur un échantillon de la partie haute de chacun des sondages principaux, soit 3 échantillons au total.

2.2.2.1 - Carbonatométrie

Les résultats des carbonatométries sont reportés dans le tableau 1 avec les teneurs en calcite (CaCO<sub>3</sub>) mesurées et les valeurs calculées des teneurs en chaux (CaO), calcium (Ca) et insoluble.

Un seul échantillon montre de la dolomite (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) à la base du sondage 5 et est pauvre en calcite.

Les teneurs en calcite sont comprises entre 78 et 91 %, soit des proportions de 43 à 51 % de CaO et de 31,5 à 36,4 de Ca. Par comparaison le carbonate pur titre 56 % de CaO et 40 % de Ca.

Les teneurs en insoluble varient entre 9 et 20 %.

SONDAGE + Prof (m)	N° Ech.	Dosage calcite %	Valeurs calculées		
			CaO %	Ca %	Insoluble %
<u>Sond. 4</u>					
# 6	4-5	81	45,4	32,4	19
# 8	4-6	81	45,4	32,4	19
# 10	4-7	83	46,5	33,2	17
12,50	4-8	86	48,2	34,4	14
14 à 17	4-9	84	47	33,6	16
17 à 20	4-10	78	43,7	31,2	22
20 à 23	4-11	83	46,4	33,2	17
26 à 29	4-12	83	46,5	33,2	17
30 à 36	4-13	88	49,2	35,2	12
<u>Sond. 5</u>					
2,5 à 5	5-2	84	47	33,5	16
5 à 8	5-3	91	51	36,4	9
8 à 11	5-4	83	46,5	33,2	17
11 à 14	5-5	78+2 dolomite	44,3	31,6	20
14 à 17	5-6	88	49,2	35,2	12
20 à 23	5-7	83	46,4	33,2	17
26 à 29	5-8	81	45,3	32,4	19
29 à 31	5-9	34/+5 dolomite	20,5 + 1 (MgO)	14,6	61
<u>Sond. 7</u>					
10,50	7-4	84	47	33,5	16

Tableau I - Résultats des Carbonatométries

Les teneurs en carbonate sont assez élevées, et les teneurs en insoluble corrélativement faibles, par rapport à celles qui caractérisent le plus fréquemment les faluns. Ceux-ci peuvent en effet comporter une fraction de sable quartzeux détritique plus ou moins importante. A l'Est de la Rance elle atteint localement 30 %.

#### 2.2.2.2 - Analyse multiélémentaire

Les résultats des analyses multiélémentaires sont donnés dans le tableau II. Elles permettront une comparaison avec certains autres produits du marché des amendements dans le chapitre suivant.

Ech	% Eléments majeurs				Eléments en traces : en p.p.m. (g/t)															
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	TiO <sub>2</sub>	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Mo	Ba	La	Ce	W	Pb	Zr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
4-5	14,7	1,2	0,02	0,05	18	71	7	15	22	17		355	5	85				14	629	412
5-3	6,0		0,04	0,04		39	6	22	20	41	28	224	5	60	32		10	18	413	540
7-4	13,2	1,2	0,02	0,07	19	75	7	25	24	33		403	6	93	46	27	11	21	339	1121

Tableau II - Résultats des analyses multiélémentaires (I.C.P.)

Dans ce tableau ne figurent pas :

. les teneurs en éléments majeurs ou en traces qui n'ont pas pu être dosés parcequ'en proportion inférieure au seuil de sensibilité de la méthode (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, K<sub>2</sub>O, Li, Be, Y, Nb, Ag, Cd, Sn, Sb, Bi)

. les teneurs en CaO, les valeurs pouvant être faussées dans ce type d'analyse par la calcination préalable à 500°

#### 2.2.2.3 - Essais spécifiques aux amendements

La caractérisation des produits utilisés comme amendement en agriculture est normalisée (Annexe 2). En plus des teneurs en carbonate, en chaux et magnésie, en Ca et Mg et en insoluble, elle comporte :

. la valeur neutralisante de l'acidité des sols correspondant au poids de chaux ayant la même action que 100 kg d'amendement. Pour des carbonates elles se déduit des teneurs en CaO et MgO, sachant que 1 g de MgO a un pouvoir neutralisant équivalent à 1,4 g de CaO :

$$V.N. = \% CaO + (1,4 \times \% MgO)$$

. la solubilité carbonique qui caractérise la rapidité de mise en solution de l'amendement dans le sol et correspond à la proportion d'amendement calcaire cru passant en solution dans l'eau saturée en gaz carbonique. Elle dépend de la finesse du produit. Dans le cas où moins de 80 % passe au tamis de 0,315 mm d'ouverture de maille, elle est mesurée sur la fraction passant au tamis de 1 mm et ne passant pas au tamis de 0,630 mm.

. la finesse qui donne les proportions du produit dans chacune des classes granulométriques suivantes :

< 0,315 mm, de 0,315 à 0,630 mm, de 0,630 à 1 mm, de 1 à 2 mm

Ces valeurs mesurées sur trois échantillons sont données dans le tableau III.

Caractéristiques du produit pour amendement	Echantillons analysés		
	4-5	5-3	7-4
Valeur neutralisante	44,4	51,7	45,3
Solubilité carbonique de la fraction 0,630 à 1 mm	38	26	43
Densité apparente	122 g/cm <sup>3</sup>	-	-
Finesse (mesurée par voie humide)			
fraction < 0,315 mm	39,8 %	34,3 %	61,9 %
0,315 à 0,630 mm	12,4 %	10,1 %	18,8 %
0,630 à 1 mm	16,4 %	14,6 %	8,2 %
1 à 2 mm	23,8 %	25,8 %	8,8 %

Tableau III - Caractéristiques agronomiques d'amendement

Pour les produits dont 80 % ne passant pas au tamis de 0,315 mm, ils sont classés de la manière suivante, d'après la solubilité de la fraction 0,630 à 1 mm :

Solubilité carbonique :                      40                      75

Action du produit : lente	moyennement	rapide
	rapide	

Le falun apparaît donc comme un amendement à action lente à moyennement rapide. Sa finesse permet de classer le falun dans la catégorie des amendements broyés, classe où 80 % au moins du produit passent au tamis de 4 mm d'ouverture de maille.

### 3 - LE MARCHÉ DES CARBONATES CALCOMAGNÉSIENS EN BRETAGNE

Le marché des carbonates calcaires ou calcomagnésiens en Bretagne est régi par :

. la demande en provenance des agriculteurs pour le chaulage, principale source de consommation, des industries de production d'aliments pour bétail, des sociétés de traitement des eaux

. l'offre comprenant deux catégories très distinctes de produits :  
- des produits utilisés tels qu'ils sont extraits, d'origine marine, dragués au large des côtes bretonnes, le maërl (algue calcaire), le trez (sable calcaire coquillier)

- des produits élaborés soit régionalement à partir du maërl, pulvérisé et parfois enrichi, soit dans d'autres régions : calcaire et dolomie broyés, chaux.

L'adéquation entre offre et demande est influencée par de multiples facteurs, avant tout économique. Ce marché présente la particularité que la demande peut se réduire d'elle même, le chaulage des terres n'étant pas une pratique culturelle aussi impérieuse aux yeux des agriculteurs que l'épandage d'engrais.

#### **3.1 - LA DEMANDE - LES DIFFÉRENTS DOMAINES D'UTILISATION DES CARBONATES EN BRETAGNE**

##### 3.1.1 - Neutralisation et minéralisation des eaux de consommation

Les eaux utilisées dans les réseaux d'alimentation humaine mais aussi pour les élevages et pour certaines industries, agro-alimentaires notamment, doivent présenter des caractéristiques physico-chimiques contrôlées. Dans les régions de terrains acides, elles doivent être neutralisées d'une part, reminéralisées en ions calcium d'autre part.

Les stations de traitement des eaux des grandes agglomérations utilisent des carbonates à cet effet et plus particulièrement du maërl qui trouve un emploi privilégié du fait de sa porosité, de sa surface spécifique favorisant les échanges d'ions, de sa solubilité assez lente, ainsi que de l'offre importante. Il est commercialisé dans ce but par différents producteurs sous les appellations de TIMALITE, GRANULITE, NEUTRALITE, ACTICALMAG. à des prix compris entre 450 et 570 F/t par 10 tonnes incluant de 50 à 80 F de transport.

Les quantités consommées restent limitées et à titre d'exemple la Compagnie de l'Ozone n'en utilise que 30 t/an pour les différents captages qu'elle exploite à Brest.

### 3.1.2 - Composants minéraux pour l'alimentation animale

L'apport de Ca dans l'alimentation animale se fait principalement sous forme de phosphate bicalcique. Le complément nécessaire est apporté sous forme de carbonate. Les caractéristiques requises sont :

- . des teneurs en Ca supérieures à 34 voire 38 %
- . des teneurs en insolubles inférieures à 7 % et le plus souvent 4 %.

La présence de Mg n'est pas toujours souhaitée. Si le maërl est employé, le produit le plus fréquent est le calcaire broyé presque pur : Ca  $\geq$  38 % soit CaO  $\geq$  54 % et insoluble  $\leq$  1 %.

C'est le cas de la Sté Langlois à Rennes qui consomme 3 000 t/mois de CaCO<sub>3</sub> pour une production annuelle de l'ordre de 800 000 t d'aliments pour animaux. Elle s'approvisionne en calcaire broyé de la MEAC (Loire-Atlantique) , comportant les teneurs suivantes :

Ca  $\geq$  38 % soit CaO  $\geq$  53,2 et CaCO<sub>3</sub>  $\geq$  96,5 % et insoluble  $\leq$  1 %, à 300 F/t en vrac.

A titre de comparaison, le marché français des aliments pour bétail est de 15 millions de tonnes par an représentant un apport de 300 000 t de Ca sous forme de carbonate soit 770 000 t de  $\text{CaCO}_3$  pur sur la base de 39 % de Ca dans un carbonate à 1 % d'humidité.

Ce créneau est très porteur actuellement et de nombreux industriels souhaitent trouver des sources de carbonate répondant aux spécifications, proches des centres de consommation des grandes régions d'élevage.

### 3.1.3 - Amendements agricoles

Les amendements constituent le domaine d'utilisation le plus important des carbonates calco-magnésiens en Bretagne.

L'apport de chaux, et secondairement de magnésie, dénommé chaulage est nécessaire pour combattre l'acidité des sols des régions granitiques et schisteuses. Cette acidité fait obstacle à la vie bactérienne dans les sols, à l'assimilation par les plantes des éléments fertilisants et rend certains autres toxiques tels que l'aluminium et le manganèse.

Quelques données de base caractérisant l'importance de l'apport de chaux sont regroupées en annexe 3.

Deux étapes sont à distinguer dans la correction de l'acidité des sols :

- le chaulage de fond initial, dit de redressement du pH, pour amener celui-ci à la valeur optimale en fonction des cultures et de la nature du sol. Il nécessite des doses moyennes de 2 000 à 3 000 kg de  $\text{CaO}$ /ha qui peuvent être étalés en plusieurs étapes

- le chaulage d'entretien, destiné à compenser les pertes de calcium du sol résultant des prélèvements par les cultures, du lessivage

par les pluies, de l'effet de certains engrais. Il nécessite des doses moyennes de 300 à 600 kg de CaO/ha et par an, ou de 900 à 1 800 kg de CaO/ha tous les 3 ou 4 ans.

La définition des différents types d'amendement et leurs spécifications minimales ont fait l'objet d'une normalisation par l'AFNOR (annexe 2).

Comme indiqué au § 2.2.2.3 "Essais spécifiques aux amendements", un amendement se caractérise à la fois par sa composition ou sa valeur neutralisante, et par sa solubilité carbonique ou rapidité d'action.

Les produits à action rapide pourront être préférés pour le redressement initial d'un pH inférieur à 5,5. Ce sont les chaux et produits pulvérisés.

Les produits à action lente seront plus favorables pour les entretiens du pH autour de sa valeur moyenne optimale de 6 à 6,5.

L'emploi des amendements par les agriculteurs dépend de différents facteurs :

- nature des terres cultivées, les produits en poudre, surtout les chaux, étant recommandés dans les terres lourdes argileuses (substratum schisteux), les calcaires et amendements marins convenant mieux aux terres plus légères et sableuses (substratum granitique ou cristallophyllien) ,

- habitude prise localement de pratiques culturales sous l'influence des conseillers agricoles en place et des agents commerciaux des sociétés de distribution,

- coût des différents produits à la tonne d'équivalent CaO.

La consommation bretonne annuelle d'amendements a été estimée en 1979 par le responsable du département "engrais et amendement" de la Coopérative Agricole de Bretagne à Landerneau, à 600 000 t d'équivalent CaO dont la moitié proviendrait de matériaux marins et représenterait environ 1 million de tonnes de produits à teneur moyenne de 30 % en CaO : tangues, sables, maërl dont une faible part seulement est recensée. L'autre moitié est fournie par des matériaux extérieurs à la région : calcaire broyé et chaux à teneur moyenne de l'ordre de 50 % en CaO, soit 500 000 à 600 000 t de produits. Le total des produits consommés s'élèverait ainsi à 1,5 million de tonnes.

L'importance de la consommation de produits marins bruts masque une très grande diversité de situation entre les régions littorales et l'intérieur d'une part, entre les départements d'autre part.

En 1982, la station agronomique de l'INRA de Quimper estimait que 38 % des terres labourables de Bretagne nécessitaient un redressement du pH par des apports de 2 à 3 t CaO/ha.

Sur le seul arrondissement de Chateaulin en Centre Finistère une estimation des besoins en 1985 (\*) s'élevait à 88 000 t de CaO pour le redressement et 31 000 t/an pour l'entretien.

Sur trois des cantons les besoins s'élevaient à 20 000 t CaO/an sur 10 ans, pour une consommation de 8 500 t, ce qui souligne un déficit important.

Il n'a pas été fait d'étude sur les besoins du secteur Nord Ille-et-Vilaine, N-E Côtes-du-Nord.

---

(\*) Rapport BRGM (Plan Minier Breton 1983) - Les Matériaux de carrière en Bretagne - Bilan et perspectives - Réf. SGR/BRE 85-07.

### 3.2 - L'OFFRE - LES PRODUITS UTILISES

Pour le traitement des eaux et les composants d'aliments pour bétail des indications ont été données sur la nature des produits utilisés aux § 3.1.1 et 3.1.2.

Seuls seront considérés ici les produits du marché des amendements.

#### 3.2.1 - Nature des produits

Les caractéristiques des principales sources de carbonates de Ca et Mg utilisées sont regroupées dans le tableau IV.

Produits		CaO	MgO	Insoluble	Valeur neu-	
		%	%	%	tralisante	
Amendements marins bruts	Maërl (algue calcaire)	44 à 47	3 à 5	2 à 5	48 à 55	
	Trez (sable coquillier)	32 à 50	1	10 à 30	33 à 51	
	Amendements élaborés	Maërl moulu sans ajout	44 à 47	3 à 5	2 à 5	48 à 55
		Maërl moulu enrichi	46 à 48	4,5 à 6	2 à 5	52 à 56
Roches carbo- natées broyées	Calcaire broyé	55	0	≤ 1	55	
		30	20	-	58	
	Dolomie broyée	40	30	-	82	
		Carbonate magnésien	46	6	≤ 1	54,4
Chaux	Chaux vive	85 à 90	0	0	85 à 90	
		50	35	0	99	
	Chaux magnésienne	55	40	0	111	
		72	18	0	103,2	

Tableau IV - Principaux produits carbonatés utilisés comme amendement en Bretagne.

Les compositions indiquées proviennent des documents commerciaux des sociétés livrant ces produits d'une part, des fiches techniques des groupements régionaux des chambres d'agriculture d'autre part, ainsi que de bordereaux d'analyse de laboratoires officiels pour le maërl.

Maërl et Trez sont dragués au large des côtes bretonnes, tout particulièrement dans le département du Finistère où ils entrent pour une part très importante dans l'approvisionnement, comme indiqué plus haut.

Le maërl brut semble beaucoup moins utilisé à l'Est de la Bretagne dont le trez est également absent. Ceci s'explique du fait d'une commercialisation plus importante de produits élaborés provenant soit de la transformation du maërl sur la côte Nord, soit des usines de calcaire et dolomies broyées de Mayenne et de Loire-Atlantique beaucoup plus proches.

D'autre part, il semble que, dans le Finistère, les conseillers agricoles réalisent une information active auprès des agriculteurs sur le rapport qualité-prix des produits et que les réseaux de distribution coopératifs facilite la diffusion des produits marins bruts.

### 3.2.2 - Prix des amendements

Les raisons techniques du choix d'un amendement par un agriculteur (rapidité d'action, adaptation au terrain, type de culture) sont fortement conditionnés par le coût du produit. La comparaison entre les différents amendements se fait avec le prix de la tonne d'équivalent CaO, calculé d'après la valeur neutralisante ou proportion de CaO dans l'amendement.

#### 3.3.2.1 - Marché du Finistère (décembre 1987)

Les prix recueillis auprès de "groupements de vulgarisation" de la Chambre d'Agriculture du Finistère sont regroupés dans le tableau V.

Produit	Valeur neutra- lisante ou % équivalent CaO	Prix du produit F/t	Prix de l'équi- valent CaO F/t	
<u>Amendements marins</u>				
bruts	Maërl	52	101	194
	Trez Morlaix	51	105	205
	Sable d'Audierne	41 à 46	67	145 à 163
<u>Amendements élaborés</u>				
élaborés	Maërl broyé		(2)	
	en sac	52	544	1046
	en vrac	52	486	934
<u>Amendements élaborés de roche</u>				
	Calcaire broyé		(2)	
	en sac	56	558	996
	en vrac	56	500	892
	Magné dol (30 % Cao) (20 % MgO)	53 à 58	506	873 à 954
<u>Prix 1986</u>				
Prix 1986	Chaux vive	92	758	996
	Chaux magnésienne vive	99 à 109	773	moyenne : 743

(1) par 20 t rendu ferme (2) par 5 à 10 t rendu ferme (3) par 5 t pris magasin

Tableau V - Prix des amendements commercialisés dans le centre Finistère en décembre 1987 (et déc. 1986 pour les chaux)

Les produits marins bruts apparaissent ainsi de 5 à 7 fois moins chers que les produits broyés et les produits cuits (chaux), beaucoup plus riches en CaO que les produits crus, peuvent être moins chers que ceux-ci.

En 1986 l'ordre de grandeur du coût de transport était de 30 F/t pour 15 km et de 40 F/t pour 30 km.

### 3.2.2.2 - Marché du Nord de l'Ille-et-Vilaine et de l'Est des Côtes-su-Nord

Une enquête rapide a été réalisée auprès de quelques fournisseurs d'amendement dans la région de Combourg - St Malo - Dinan : TIMAC à St Malo (Ille-et-Vilaine), Coopérative des agriculteurs de Bretagne à Combourg (Ille-et-Vilaine) et Dinan (Côtes-du-Nord), Laiterie Nouvelle de l'Arguenon à Créhen (Côtes-du-Nord). Les résultats en sont regroupés dans l'annexe 4.

L'exploitant de la carrière de falun subsistant à Tréfumel a par ailleurs été interrogé à titre de comparaison malgré sa production très faible : 5 à 6 000 m<sup>3</sup>/an soit 6 à 8 000 t de produit sec, vendu sur le carreau de la carrière aux cultivateurs qui viendraient d'un rayon de 30 km.

Les fournisseurs interrogés ne livrant pas les produits en vrac, ceux-ci sont pris par les agriculteurs au silo du magasin. Ils viennent d'un rayon maximum de 15 km.

Les prix des principaux produits commercialisés, ainsi que du falun de Tréfumel, sont récapitulés dans le tableau VI. Le prix de la tonne d'équivalent CaO de la troisième ligne est celui du produit au départ du silo, les prix de transport n'étant pas tous sûrs, n'y ont pas été inclus. La comparaison avec les prix du Finistère ne peut donc se faire directement.

Par contre une estimation du prix "rendu racine" incluant l'épandage de l'amendement est fournie. Le coût de cette opération par une

entreprise de travaux agricoles est de 20 à 30 F/t pour le maërl brut et de 80 F/t pour les produits en poudre selon un ingénieur technico-commercial de la TIMAC.

	Maërl brut (TIMAC St Malo)	Calcaire broyé (Coop Combourg)	Chaux magné- sienne (Coop Dinan)	Falun Tréfumel
Prix F/t départ silo	67	350	760	# 60 (75F/m3)
Equivalent Cao pour 100 kg	# 50	55	103	# 45
Prix F/t CaO départ	134	636	738	133
Transport F/t	(à 30 km par transporteur) 30	(transport à 15 km par agriculteur) 15 ?	15 ?	15 ?
Epandage par entreprise de travaux agricoles	30	85	85	30 ?
Prix rendu racine F/t	127	450	860	105
F/t CaO	254	818	834	233

Tableau VI - Prix des amendements commercialisés dans le Nord de l'Ille-et-Vilaine et l'Est des Côtes-du-Nord (avril 1988)

Ce tableau fait ressortir la très grande différence de coût entre les produits bruts (maërl et falun) disponibles dans la région et les produits broyés.

Un essai de comparaison des coûts de l'amendement des sols par hectare et par an, indépendamment de la périodicité des épandages, est également significatif.

Les valeurs sont calculées pour un chaulage d'entretien avec un apport de chaux dans une fourchette de 300 à 600 kg/ha/an, sur les bases des valeurs neutralisantes du tableau V et des coûts des tableaux V et VI.

Produit amendant	Apport de CaO kg/ha/an	Apport de produit kg/ha/an	Coût du produit épanché F/kg	Coût de l'amendement des terres F/ha/an
Maërl (35)	300	600	0,127	76
Prix 04/88	600	1200		152
Trez (29)	300	600	0,135*	81
Prix 12/87	600	1200		162
Calcaire broyé (35)	300	545	0,450	245
Prix 04/88	600	1090		490
Chaux (29)	300	326	0,838*	273
Prix 12/86	600	652		546

\* Prix d'épandage de 80 F/t ajouté au prix du produit connu.

Tableau VII - Estimation des coûts annuels à l'hectare d'amendements pour différents produits.

### 3.3 - ADEQUATION DE L'OFFRE A LA DEMANDE

Au § 3.1.3 des indications ont été données sur des estimations de consommation annuelle d'amendement en Bretagne faites à partir d'un recensement de tous les points de débarquement de matériaux marins bruts en même temps que des ventes de produits élaborés par les producteurs. Les premiers ne faisant l'objet d'aucun contrôle n'entrent dans aucune statistique officielle d'où la difficulté d'en apprécier le marché.

En apparence, ces chiffres de 600 000 t de CaO, soit de l'ordre de 1,5 million de tonnes de produits divers, étaient équivalents aux estimations des besoins annuels en amendements englobant à la fois le redressement du pH des sols étalés sur 10 ans et leur entretien. Cette estimation est due à M. COPPENET directeur de la station agronomique de l'INRA de Quimper. Ces résultats sont condensés dans le rapport commun BRGM-INRA "Amendements calcomagnésiens - Besoins et ressources du Massif armoricain" de 1982\*.

Les besoins ont été estimés sur la base d'apport de l'ordre de 300 kg/ha/an de CaO pour l'entretien. Or il apparaît que dans des secteurs de cultures intensives, dans le Léon par exemple, les apports s'élèvent jusqu'à 2 000 kg/ha/an en épandage de 10 t/ha tous les 5 ans.

D'une manière générale pour compenser la faible solubilité du maërl brut, les doses sont souvent portées à 7 t/ha au lieu de 3, tous les 3 ou 4 ans. La fourchette des apports conseillés en CaO est large : 300 à 700 kg/ha/an. Donc les consommations réelles ne couvrent pas la totalité des besoins existants comme indiqué également au § 3.1.3 pour le centre Finistère notamment.

---

\* Référence BRGM : 82 SGN 284 PAL. Document inédit établi pour le Ministère de l'Industrie.

Les terres dont la composition est suivie par les exploitants pour en assurer une bonne gestion, associant amendement, fertilisant, rotation des cultures, constituent une certaine proportion qui n'est pas forcément majoritaire. Par ailleurs, conseillers agricoles aussi bien que vendeurs d'amendement constatent ces dernières années une régression des ventes.

Elle tient au fait que, face à des situations de trésorerie difficiles, les agriculteurs économisent en premier sur les amendements dont la suppression ne fait pas chuter les rendements dans les 5 premières années, le pH du sol diminuant de 0,1 point par an. Les amendements paraissent toujours secondaires par rapport aux engrais, alors que ce sont eux qui assurent l'équilibre du sol pour l'assimilation des éléments nutritifs par les plantes et pour la vie biologique.

Dans la perspective actuelle d'une recherche de réduction des rejets de nitrates non assimilés par les plantes et entraînés par les eaux, l'utilisation des amendements devraient au contraire revêtir un aspect fondamental. C'est ce que prend en compte la Chambre d'Agriculture du Finistère dans le cadre de l'Opération "Fertilisation raisonnée" à Plouvorn-Guiclan pour laquelle elle a établi un "guide pratique de fertilisation" en septembre 1984 dont sont extraits des documents de l'annexe 3.

#### 3.4 - PLACE DES FALUNS DANS CE MARCHE

Les faluns sont un matériau meuble d'origine marine, constitués d'éléments organiques fossiles comme le maërl et le trez. Il paraît donc naturel de les comparer avec ces deux autres matériaux tant sur le plan des caractéristiques techniques que celui des coûts de commercialisation.

Les caractéristiques de ces matériaux sont regroupées dans le tableau VIII. Elles proviennent de 3 analyses de maërl des Glénans et de la Manche, des caractéristiques du Trez du Finistère indiquées par la

Chambre d'Agriculture de ce département, des indications du producteur de falun de Tréfumel, des analyses des faluns de St Juvat reconnus par sondage.

Caractéristiques	Trez (Finistère)	Maërl (Glénan - Manche)	Falun	
			Sondages St Juvat	Carrière Tréfumel
<u>Composition</u>				
<u>Eléments majeurs en %</u>				
CaCO <sub>3</sub>	57 à 89 %	78 à 83 %	78 à 91 %	71 à 80 %
MgCO <sub>3</sub>	2 %	6 à 12 %	0	
Insoluble chlorhydrique	10 à 30 %	2 à 5 %	9 à 20 %	
CaO	32 à 50 %	44 à 47 %	43 à 51 %	40 à 45 %
MgO	1 %	3 à 6 %	0	
Ca	23 à 35 %	32 à 34 %	31,5 à 36,4 %	28 à 32 %
Mg		2 à 4 %	0	
<u>Oligo-éléments en p.p.m.*</u>				
Fer		1200 à 2500 p.p.m.	<1 %	
Cuivre		9 à 30 "	20 à 24 p.p.m.	
Zinc		15 à 120 "	17 à 41 "	
Manganèse		68 à 480 "	200 à 400 "	
Molybdène		1 à 4 "	5 à 6 "	
Bore		40 à 80 "	<10 "	
Cobalt		0,5 à 1,5 "	6 à 7 "	
Iode		25 à 1200 "	non dosé	
Sélénium		0,04 à 0,15 "	non dosé	
Brome		10 à 80 "	non dosé	
<u>Caractérisation amendement</u>				
Valeur neutralisante	33 à 51	48 à 55	43 à 51	40 à 45
Solubilité carbonique en fonction de la finesse du produit testé		50 à 65 pour 80 % <0,315 mm	26 à 43 pour 34 à 62% <0,315mm 10 à 19% 0,315 à 0,630 8 à 16% 0,630 à 1mm 8 à 25% 1 à 2 mm	
Catégorie de finesse		"pluvérisé"	"broyé"	

\* p.p.m. : partie pour million

Tableau VIII - Caractéristiques comparées du Trez du Maërl et du Falun de St Juvat.

**La comparaison des compositions des trois matériaux fait apparaître**

- . des teneurs globales en carbonate des faluns un peu inférieures à celles du maërl,
- . une teneur supérieure en insoluble (phase quartzeuse révélée par les analyses multiélémentaires)
- . des teneurs en CaO très voisines pour le falun et le maërl
- . une valeur neutralisante du falun intermédiaire entre celles du maërl et du trez
- . la présence de certains oligo éléments dans le falun avec le même ordre de grandeur que dans le maërl pour le cuivre, le zinc, le manganèse, le molybdène. Ces oligo éléments entrent fréquemment dans la publicité qui est faite autour du maërl, et ne sont pas forcément négligeables.

La solubilité carbonique du maërl dépend essentiellement de sa "finesse". A l'état brut il est très peu soluble et constitue un amendement à action lente ce qui conduit à augmenter les doses pour obtenir un début d'action plus précoce. L'état du falun, avec une granulométrie naturelle assez fine, lui permet d'avoir une solubilité moyenne sans broyage et en fait donc un amendement à action plus rapide que le maërl ce qui est un avantage.

Sur le plan des prix ramenés à la tonne d'équivalent CaO, le prix de commercialisation actuel du falun de Tréfumel le met en égalité avec le maërl dans un rayon de vente identique, aussi bien au départ du point de livraison que "rendu racine".

Malgré les caractéristiques du falun de Tréfumel et son coût, la demande locale n'est pas très forte d'après le producteur qui précise qu'il ne cherche pas à l'accroître vu l'état des réserves.

Dans le Nord de l'Ille-et-Vilaine et l'Est des Côtes-du-Nord plusieurs des spécialistes interrogés ont indiqué que malgré l'avantage économique des produits bruts, leur commercialisation a régressé. Ce phénomène est cependant valable globalement pour tous les amendements.

Les agriculteurs semblent privilégier les produits en poudre dans tous les terrains argileux. Seuls les terrains plus sableux de la région de St Malo font l'objet d'amendement par du maërl de façon plus intensive.

Le matériel agricole est évidemment très différent pour l'épandage des produits en poudre et des produits en grain : maërl et falun. Les entreprises de travaux agricoles sont peu équipées en semoir à maërl et pratiquent peu ce travail.

Cependant des agriculteurs s'équipent eux-mêmes : une C.U.M.A. de 13 exploitants a acheté un semoir à falun à Plouasne (Côtes-du-Nord).

Enfin un conseiller agricole de Dinan note le regain d'intérêt porté à ces produits par de jeunes agriculteurs qui ont créé un club informatique à Evran au Sud de Dinan, près de Tréfumel. Ils vont utiliser un logiciel "fumure" pour la gestion globale des sols à partir de leurs analyses et définir ainsi des plans de chaulage, de fertilisation, de rotation des cultures.

#### 4 - VALORISATION POTENTIELLE DU GISEMENT DE ST JUVAT

##### 4.1 - PERIMETRE EXPLOITABLE ET ENVIRONNEMENT

Le gisement potentiel défini au chapitre 2 est constitué par la zone centrale du sillon de falun de St Juvat, d'une longueur minimum supposée de 800 à 1 000 m et d'une largeur de 100 à 150 m.

La valeur moyenne des réserves à l'hectare peut être considérée comme comprise entre 100 000 et 150 000 m<sup>3</sup> de matériau brut.

Hors de l'emprise des routes et bâtiments, deux périmètres d'une surface d'environ 4 ha au Nord de la D64 et de 6 ha à l'Ouest du chemin d'accès à Grands Champs peuvent être délimitées dans la partie supposée la plus profonde du bassin. Une zone de 10 ha constituerait un gisement potentiel de 1 000 000 m<sup>3</sup> soit plus de 1,5 million de tonnes (Fig. 4).

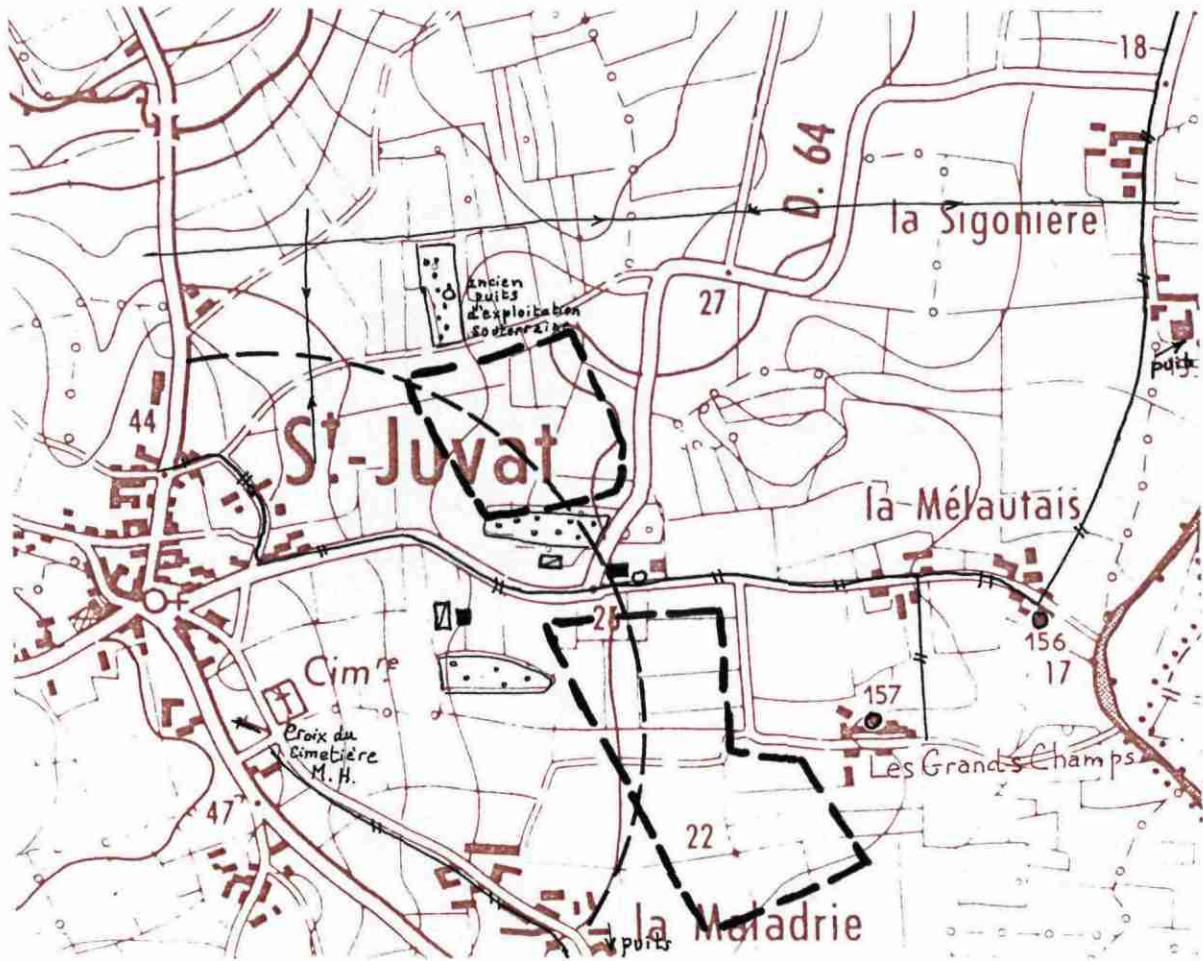
Les terres situées dans la zone favorable sont en culture pour la majeure partie, champs ou prairies. Les parcelles sont grandes, séparées par des clotures. Peu de haies subsistent sauf en bordure de la Rance.

Les trois bosquets subsistant à l'Est de St Juvat, dont l'un se situe au milieu des 2 périmètres d'exploitation possible, correspondent à d'anciennes carrières.


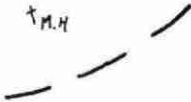





Les zones exploitables se trouvent à des distances comprises entre 150 et 200 m des habitations de St Juvat ou du hameau de La Maladrie à l'Ouest. Celle du Sud est mitoyenne de la ferme des Grands Champs.

Une contrainte réglementaire pèse sur une partie du secteur : le rayon de protection théorique de 500 m de la croix du cimetière de St Juvat, inscrite à l'inventaire des monuments historiques.

Figure 5 - LOCALISATION DES ZONES FAVORABLES A L'EXPLOITATION  
ET DES CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT



Ech.: 1/10 000

-  Zone d'exploitation potentielle
-  Monument historique inscrit à l'Inventaire et le rayon de 500 m du périmètre de protection règlementaire
-  Réseau d'A.E.P. de St Juvat
-  Lignes électriques moyenne tension
-  Maison d'habitation, hangar, atelier de construction récente
-  Puits
-  Bois

Une canalisation du réseau d'AEP suit la route de St Juvat à la Mélaudais. Les lignes électriques sont extérieures au périmètre utile.

Concernant la qualité des eaux, la Rance dans cette partie de son cours est classée dans la catégorie 1b "qualité bonne" dans les objectifs de qualité des eaux des Côtes-du-Nord fixés par arrêté préfectoral.

Par ailleurs plusieurs puits individuels existent dans les principales fermes ainsi que dans la maison située au centre du secteur et utilisent l'eau de la nappe phréatique.

#### 4.2 - EXPLOITATION POTENTIELLE

Comme indiqué au § 2.1.3, les positions relatives supposées de la nappe phréatique par rapport au toit des faluns laisse penser que seule une tranche de 2 à 4 m de ces derniers serait au-dessus du niveau piézométrique. La découverte pourrait permettre de remblayer de 20 à 30 % des excavations, suivant le taux de découverte.

La dépression délimitée par la courbe 20 m à l'Est de la D64, vestige probable d'anciennes extractions, pourrait éventuellement être comblée et nivelée à l'aide des premières terres de découverte, ce qui reconstituerait une zone plane pour le cultivateur. Les surfaces non remblayées formeront des plans d'eau naturels.

L'extraction pourra être menée comme celle d'alluvions noyées, à partir d'un engin terrestre tel que dragline ou encore scraper à godet guidé par un câble avec une poulie de renvoi fixe. Ce type de matériel pourra être employé si les niveaux de falun induré susceptibles d'exister ne sont pas trop cohérents.

La perspective la plus plausible est celle d'une extraction et d'une commercialisation du produit brut après égouttage, et tamisage éventuel.

La possibilité du traitement du produit brut pour en améliorer les caractéristiques et augmenter son prix de vente nécessitera une étude de faisabilité complémentaire.

A priori, les caractéristiques ne paraissent pas favorables en raison de la teneur en insoluble sous forme de sable quartzeux.

Un broyage plus poussé, séchage, ensachage ne pourra se justifier que si un produit marchand comparable au maërl et de coût inférieur peut être obtenu, si ses débouchés peuvent être garantis. Ceci dépend du marché local ou régional, de la concurrence existante. Mais les prix comparés des différents produits utilisés dans le Finistère et la région Est des Côtes-du-Nord et Nord de l'Ille-et-Vilaine, présentés plus haut (§ 3.2.2) montrent que, après les produits marins bruts, les moins onéreux à l'unité d'équivalent CaO sont les calcaires broyés et les chaux.

#### 4.3 - COUTS DE MISE SUR LE MARCHE - OBJECTIFS DE VENTE

La petite carrière exploitée à Tréfumel produit 5 à 6 000 m<sup>3</sup>/an vendus, pour les besoins locaux des cultivateurs, 75 F/m<sup>3</sup> soit environ 60 F/t, sur le carreau de la carrière.

Le prix moyen de vente des granulats alluvionnaires en France est de 35 à 40 F/t.

Les frais d'exploitation du falun devraient être du même ordre de grandeur si ce n'est inférieur en cas de vente sans transformation. La vente du falun de Tréfumel doit être fortement bénéficiaire, compte tenu des moyens très rudimentaires utilisés. Mais l'extraction ne descend pas à plus de 3 m sous la nappe.

Pour un prix de vente de 50 F/t et un prix de transport du matériau brut de 30 à 40 F/t, le prix rendu dans un rayon de 35 à 40 km serait de 80 à 90 F/t ou de 177 à 200 F la tonne d'équivalent CaO. Ces valeurs sont inférieures ou identiques à celles du Maërl brut de St Malo ou du Finistère.

La commercialisation du produit nécessite une étude spécifique pour définir le rayon de vente, les objectifs de prix et de volume des ventes.

Une promotion du produit sera nécessaire auprès des exploitants agricoles, en s'appuyant sur ceux qui sont déjà sensibilisés à l'utilisation des produits non pulvérisés. La création à proximité du "Club informatique" de jeunes agriculteurs d'Evran axé sur la gestion des sols est un élément non négligeable pour faire valoir l'intérêt d'une source proche d'amendements peu onéreux.

#### 4.4 - INTERET ECONOMIQUE LOCAL ET REGIONAL

La création d'une activité d'extraction en zone agricole active, sur le territoire d'une commune où la qualité de la vie compte sûrement, vu son aspect général soigné, risque dans un premier temps, de créer méfiance et opposition compte tenu des nuisances susceptibles d'en résulter.

Par contre, la commune ne comportant pas d'activité artisanale ou industrielle, peut être intéressée par la création d'une entreprise nouvelle sur son territoire. Les emplois nouveaux pourraient se situer entre 3 et 10 suivant l'importance des installations.

Sur le plan foncier, les propriétaires peuvent être intéressés financièrement par la mise en exploitation qui ne gênerait à terme qu'un nombre d'hectares restreint. Sur le plan de l'environnement, la création de bassins peut être valorisée par une bonne réinsertion dans le paysage, l'utilisation pour la pêche.

Dans un cadre économique plus large, il est important de souligner que la valorisation d'un produit de substitution au maërl brut peut avoir un impact important. Le maërl est en effet un produit de la mer, dont le dragage entre en conflit avec d'autres activités de pêche. Il est constitué du squelette d'algues calcaires mortes, mais certains bancs sont recouverts d'algues vivantes et l'exploitation entraîne leur destruction irréversible étant donné leur mode de vie.

L'exploitation au large de certaines plages, a par ailleurs une incidence sur la stabilité de celles-ci.

Enfin le maërl peut faire l'objet d'une valorisation pour des produits plus nobles que les amendements. Vu sa raréfaction il paraît intéressant de mettre à profit toute possibilité de substitution d'un autre produit dans un emploi non noble.

## C O N C L U S I O N

Les faluns ou sable calcaire d'origine marine organique de l'époque miocène constituent le remplissage de plusieurs bassins d'effondrement dans les terrains anciens de l'Est de la Bretagne.

Après avoir été exploités jusqu'à une époque parfois récente (1972 au Quiou) comme matériau calcaire, pour la fabrication de chaux ou pour l'amendement des sols, ils ont été activement étudiés à partir de 1960 pour l'exploitation d'eau souterraine de qualité. Ils constituent en effet des réservoirs aquifères intéressants.

Un bassin relativement important s'étend à l'Est des Côtes-du-Nord sur le territoire des communes de Tréfumel, le Quiou et St Juvat. Il est traversé par la vallée de la Rance. La partie située sur la rive Est, dans les deux premières communes, a fait l'objet de reconnaissances détaillées pour l'exploitation de l'eau. La partie sur la rive Ouest, à St Juvat, n'était pas connue autrement que par les indices de surface et les vestiges masqués d'anciennes exploitations de "sablon" (falun sableux) et de "pierre de jauge" (falun cimenté).

Les reconnaissances entreprises ont révélé une épaisseur de falun dépassant 34 m, accumulés dans une sorte de gouttière, prolongeant les cuvettes du Quiou et de Tréfumel à l'Est de St Juvat.

Le recouvrement d'argile rouge sableuse et de cailloutis grossier a une épaisseur comprise entre 2 et 5 m, croissante de la plaine vers le plateau.

Dans son axe, sur une longueur de 800 à 1 000 m et une largeur de 100 à 150 m, un gisement potentiel de sable calcaire existe. La réserve en première approximation peut être estimée entre 1 et 1,5 million de m<sup>3</sup>, dans un périmètre d'une dizaine d'hectares pour une profondeur

d'exploitation d'une vingtaine de mètres, soit un tonnage de l'ordre de 1,2 à 1,8 million de tonnes de produits secs.

Les faluns comportent des teneurs en chaux comprises entre 43 et 51 %, pas de magnésie et une fraction insoluble de 9 à 20 %. Ils comportent quelques oligo éléments : cuivre, zinc, manganèse, molybdène. Leur valeur neutralisante est comprise entre 43 et 51 et leur solubilité carbonique, pour la "finesse" de 0,630 à 1 mm, en fait des amendements à action moyennement rapide. Ces caractéristiques rendent ces matériaux très proches du maërl, mis à part une teneur en insoluble supérieure.

Une des caractéristiques importantes des amendements commercialisés est leur prix ramené à la tonne d'équivalent CaO, sachant que les équivalences en CaO de 100 kg de produit varient de 30 pour certains sables calcaires à 110 pour des chaux magnésiennes. Pour les amendements bruts, dont les faluns, le prix de la tonne d'équivalent CaO rendu à la ferme varie de 145 à 200 F/t, pour les amendements pulvérulents de 670 à plus de 1 000 F/t. Pour les agriculteurs, à ce prix sont à ajouter les frais d'épandage de 30 F/t pour les bruts et de 80 F/t pour les poudres.

Suivant les dosages des apports de chaux à l'hectare compris entre 300 et 600 kg/an, pour les chaulages d'entretien les coûts annuels à l'hectare sont compris entre 75 et 160 F avec les produits bruts, entre 245 et 550 F avec les produits poudres.

Sur la base de ces données, il semble donc que le falun à l'état brut ait un marché potentiel dans un rayon d'une quarantaine de km minimum.

Sa valorisation par séchage, broyage, ensachage demandera une étude spécifique mais risque d'être rendue difficile par une teneur en insoluble siliceux nettement supérieure à celle du maërl.

Au stade actuel des connaissances, des contacts sont en cours pour recueillir un avis sur l'intérêt industriel d'une éventuelle exploitation.

Une reconnaissance plus détaillée du site à raison de 1 à 2 sondages à l'hectare, sera nécessaire pour préciser l'exploitabilité réelle et la programmation éventuelle.

Sur le plan environnement, la proximité de plusieurs fermes ou habitation et du bourg de St Juvat, la situation par rapport à la Rance et le niveau de la nappe phréatique nécessiteront des précautions particulières et des démarches préalables pour faire accepter le projet.

La création d'une activité industrielle dans une zone purement agricole, et de quelques emplois, la mise sur le marché d'un produit avantageux pour les cultivateurs présentent un intérêt économique local.

Enfin il n'est pas inutile de souligner que sur un plan régional un produit susceptible de se substituer partiellement au maërl non valorisé est appréciable. Le maërl est en effet un produit de la mer d'origine vivante (algue calcaire) en cours de raréfaction, dont l'extraction entre souvent en conflit d'intérêt avec d'autres activités de pêche et fait l'objet de limitation avec des quotas imposés par les Affaires maritimes et qui peut être valorisé pour de nombreuses autres utilisations plus nobles.

BIBLIOGRAPHIE

- A.F.N.O.R. (Association française de normalisation) (1981) - Amendements calciques et magnésiens. Dénomination et spécifications.  
Norme homologuée NF U 44 001 - AFNOR Paris.
- A.F.N.O.R. (1979) - Matières fertilisantes - Amendements calciques et magnésiens - Détermination de la solubilité carbonique  
Norme expérimentale - U 44 174 - AFNOR Paris.
- A.F.N.O.R. (1984) - Matières fertilisantes. Mise en solution du calcium et du magnésium par attaque chlorhydrique.  
Norme homologuée NF U 44 140 - AFNOR Paris.
- BOS P. (1985) - Les matériaux de carrière en Bretagne - Bilan et perspectives. Plan Minier Breton 1983 - Rapp. inédit.  
BRGM SGR-BRE 85-07. 149 p.
- BOS P. (1985) - Matériaux de carrière - Recherche de roches pour amendement en Bretagne occidentale. Plan Minier Breton 1984 - Rapport inédit BRGM SGR/BRE 85-13 - 36 p.
- B.R.G.M. (1977) - Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille Caulnes n° 281 (IGN 11-17) - Levés de PARIS F.  
Formations tertiaires et quaternaires par ESTEOULE-CHOUX J.
- C.E.L.A.C. (Comité d'étude et de liaison des amendements calcaires) - Combattre l'acidité des sols - Les amendements calciques et magnésiens - 23 p. CELAC Paris.
- CHAMBRE D'AGRICULTURE DU FINISTERE (1984) - Guide pratique de fertilisation - opération fertilisation raisonnée Plouvorn-Guiclan.  
Ch. 3 Le chaulage et amendements calcaires p. 11 à 18.  
Chambre d'Agriculture du Finistère - Brest.

- CLEMENT J.P., COPPENET M., LIMASSET J.C. (1982) - Amendements calco-magnésiens - Besoins et ressources du Massif Armoricaïn. Ressources en calcaires et dolomies du département de la Mayenne. Ministère de l'Industrie - Rap. inédit BRGM : 82 SGN 284 PAL - INRA 65-1919 - 43 p. 8 annexes : cartes - sondages - analyses.
- COPPENET M. (1983) - Le problème du chaulage à la lumière de la science agronomique moderne. C.E.L.A.C. Paris, 32 p.
- DEPAGNE J., DUCHENE R., ETIENNE H., TALBO H., (1981) - Etude hydrogéologique des bassins miocènes de la région du Quiou (Côtes-du-Nord) - Rap. inédit BRGM 81 SGN 070 BRE. 48 p. 3 cartes - 3 annexes : sondages - piézométrie - pompages d'essais.
- DURAND S. (1960) - Le tertiaire de Bretagne - Etude stratigraphique, sédimentologique et tectonique. Mem. Soc. Geol. Min. Bret. T. XII, 389 p.
- GRES M. (1983) - Les amendements minéraux - Rapp. Inédit BRGM 83 SGN 078 GMX - 37 p.
- GROS Y., LIMASSET O. (1984) - La Bretagne méridionale au Cénozoïque - Essai de reconstitution à partir de la bibliographie - Rapp. inédit BRGM SGR/PAL 84-27 - 80 p.
- JATTIOT A. (1963) - Programme général de recherches et de captages des eaux souterraines en Ille-et-Vilaine - Revue Terres et Eaux n° 40 - 2e trimestre 1963 - p. 10 à 29.
- MARJOLET (1985) - Syndicat d' AEP d'Evran - Alimentation en eau potable- Recherche d'un nouveau captage - Rapp. inédit Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt des Côtes-du-Nord - St Briec.

PLAINE J. - La mer des faluns - Chartres de Bretagne, il y a 15 millions d'années.

Musée de géologie de l'Université de Rennes - 44 p.

## **A N N E X E 1**

### **Coupes des sondages**

Taux de couverture R/E R épaisseur recouvrement  
E épaisseur faluns

Cote N.G.F.	lère venue d'eau*	Pro-fondeur	Nature des terrains	Interprétation géologique
<b>Tarière B.R.G.M. Ø 100 mm</b>				
<b>SONDAGE SJ1 La Hautière Rousse</b>				
18		0	Terre végétale	
		0,30	Argile ocre-brun, silteuse, graveleuse, a galets	Alluvions grossières
14,50	13,00	3,50	Sable fin argileux gris-beige	Alluvions sableuses
11,50		5,50	Sable fin argileux bleuté, à fragments de roche	Altérite de roche microgrenue vert sombre (diabase probable)
		7,50	Argile sableuse bleu-vert à passées blanches à fragments de quartz et de roche	
10,50		8,50	ARRET volontaire	
<b>SONDAGE SJ2 La Sigonnière</b>				
18	NP ≈ 17	0	Matériel argileux beige-brun, à galets centimétriques à décimétriques de quartz	Alluvions grossières
		2,00	Argile bariolée gris-vert avec éclats de schiste centimétriques	Altérite de schiste
18,50		3,50	Argile gris foncé à reflets violets avec fragments de schiste gris-noir	
13		5,00	ARRET volontaire	
<b>SONDAGE SJ3 Carbel</b>				
17		0	Terre végétale	Alluvions argileuses
		0,40	Argile panachée grise à ocre, silteuse, avec galets de quartz	
14,50		2,50	Argile gris foncé avec fragments de schiste	Altérite de schiste
12	Néant	5,00	ARRET volontaire	

\* N.P. : Niveau piézométrique (d'équilibre de la nappe)

Cote N.G.F.	lère venue d'eau	Prof.	Nature des terrains	Interprétation géologique
<b>SONDAGE SJ4 Bois des Anciens puits d'extraction de "pierre de jauge" N.E. ST JUVAT</b>				
			$R/E = 4,7/34,30 = 0,13$	
29		0	Matériel argilo graveleux roux à galets centimétriques de quartz et quelques grès	Argile rouge et cailloutis
		2,00	Argile sableuse, légèrement graveleuse rousse	
		4,00	Sable grossier brun	
24,30		4,70	Falun beige ou beige ocre	Falun miocène
		11,00	Falun comportant un niveau à fragments cimentés	
	(humidité)	14,00	Falun grossier très argileux beige-brun	
	13	17,00	Falun grossier beige	
	4,80	39,00	ARRET faute de tarière	
-10				
<b>SONDAGE SJ5 Grands champs</b>				
			$R/E = 2,50/29 = 0,08$	
22		0	Terre végétale	Argile rouge et cailloutis
		0,30	Matériel argilo-sablo graveleux ocre rouge, à galets de quartz	
19,50		2,50	Falun grossier ocre beige	Falun miocène
	17	20,00	Falun grossier argileux ocre brun	
-9		31,00	Matériel argilo sablo graveleux ocre	Altérite de schiste
		31,50	Argile panachée grise ocre, verte	
-10		32,00	REFUS	
<b>SONDAGE SJ6 La Maladrie</b>				
			$R/E = 6/9,50 = 0,63$	
20		0	Terre végétale	Alluvions argileuses
		0,60	Argile sableuse ocre brun, avec petits graviers	
16,50	16,50	3,50	Sable grossier beige ocre avec galets abondants centimétriques à décimétriques	Alluvions grossières sableuses
14,00		6,00	Falun supposé (récupération très faible, pas d'échantillonnage possible)	Falun miocène
4,50		15,50	Argile gris foncé onctueuse	Altérite de schiste
3,00		17,00	REFUS	

Cote N.G.F.	lère venue d'eau	Prof	Nature des terrains	Interprétation géologique
<b>SONDAGE SJ7</b>		<b>Les Mottes</b>	$R/E = 10,50/14,10 = 0,74$	
30		0	Terre végétale	
		0,60	Argile sableuse plastique, rouge ocre	Argile rouge et cailloutis
		5,00	Argile identique avec petits graviers	
		8,00	Argile sableuse plastique rouge brun	
19,50		10,50	Falun beige	
	17	11,00	Falun très argileux ocre-roux	Falun miocène
		14,00	Falun supposé (récupération très faible)	
5,40		24,60	Argile bleu verte onctueuse	
5,00		25,00	REFUS	Altérite de schiste

Tarière S.R.D. Ø 100 mm

**SONDAGE SJ8 N.E. St Juvat**

32		0	Terre végétale	
		0,30	Argile rouge graveleuse	Argile rouge et cailloutis
30,50		1,50	Argile rouge sableuse avec quelques graviers millimétriques	
27,50		7,50	Argile identique très compacte	
23	Néant	9,00	REFUS sur bloc	

**SONDAGE SJ 9 N.E. St Juvat**

28		0	Terre végétale	Argile rouge et cailloutis
		0,30	Argile sablo graveleuse compacte rouge	
22	néant	6,00	REFUS sur bloc	

**SONDAGE SJ 10 La Sigonière**

$R/E : 4,50/\geq 4,10 \Rightarrow 0,9$

15	N.P. 14,00	0	Alluvions sablo graveleuses	Alluvions grossières
10,50	13,50	4,50	Faluns (absence de remontée d'échantillon à partir de 6,00)	Falun miocène
6,40		8,60	REFUS sur niveau induré	

Cote N.G.F.	lère venue d'eau	Prof.	Nature des terrains	Interprétation géologique
<b>Tarière LE MASSON Ø 250 mm</b>				
<b>SONDAGE SJ 11 Zone artisanale St Juvat</b>				
30		0	Terre végétale	Argile rouge et cailloutis
		0,30	Argile rouge sableuse à gros cailloutis abondants	
24,20	Néant	5,80	REFUS sur bloc	
Deux autres implantations essayées à quelques mètres de distance Refus à 1,50 et à 1 m				
<b>SONDAGE SJ 12 N.E. St Juvat</b>				
32		0	Terre végétale	Argile rouge et cailloutis
			Argile rouge à gros cailloutis	
30,20	Néant	1,80	REFUS sur bloc	
Autre implantation à quelques mètres - Refus à 1,50 m				
<b>SONDAGE SJ 13 S.E. La Hautière Rousse R/E : 5,80/≥5,9 ≥1</b>				
15	N.P. 13,50	0	Terre végétale	Alluvions grossières
		0,30	Cailloutis très émoussés et galets aplatis centimétriques à décimétriques dans matrice argileuse brune	
9,20		5,80	Falun beige très argileux	Falun miocène
		8,00	Falun moins argileux (récupération faible)	
		9,80	Niveau induré	
			Falun	
		10,90	Niveau induré	
3,30		11,70	REFUS sur niveau induré probable	

Cote N.G.F.	lère venue d'eau	Prof.	Nature des terrains	Interprétation géologique
<b>SONDAGE SJ 14</b>		<b>0. La Sigonière</b>		
27		0 0,30 1,60	Terre végétale Argile non sableuse, finement micacée, ocre brun-jaune, à rares cailloux Argile identique bicolore à taches gris bleu Argile identique, très compacte, délitée en copeaux par la tarière	Altérite de roche schisteuse
24	Néant	3,00	REFUS sur niveau de roche dure	
<b>SONDAGE SJ 15</b>		<b>0. La Sigonière</b>		
≈ 22		0 1,00 1,50	Terre sans caillou Argile caillouteuse Limon ? finement micacé, brun marron, très homogène, non sableux, non calcaire, peu plastique	Alluvions grossières
15,30	Néant	6,70	ARRET volontaire	Alluvions fines ?
<b>SONDAGE SJ 16</b>		<b>E. La Maladrie</b>		
≈ 17		0 0,20 1,60 3,00 6,00	Remblai Argile sableuse gris-noir à gris-brun Argile vert gris à gris noir, sableuse, à gros galets décimétriques très abondants Argile sablo graveleuse gris-brun à graviers centimétriques Argile gris clair légèrement sableuse homogène	Alluvions grossières à fines
10,80	16,50	6,20	ARRET volontaire (vitesse d'avancement très faible)	

Cote N.G.F.	lère venue d'eau	prof.	Nature des terrains	Interprétation géologique
<b>SONDAGE SJ 17 N.O. La Mélaudais (Les Fosses Thébault)</b>				
			(Fond d'excavation de profondeur 2,00 m) R/E : 2,90/6,10 = 0,47	
≈ 20	N.P. 18	0	Argile sablo graveleuse rouge à graviers centimétriques	Argile rouge sablo graveleuse
17,10		2,00	Argile légèrement sableuse, peu graveleuse compacte	
		2,90	Falun argileux crème à proportion d'argile élevée vers 7 à 8,00 m	falun miocène
			Petit niveau sableux fin rougeâtre sur schiste	
11		9,00	REFUS sur niveau de roche dure	Schiste
<b>SONDAGE SJ 18 N.E. St Juvat</b>				
≈ 34		0	Terre végétale et remblai ?	
		0,50	Argile panachée rouge et ocre à petits cailloux	
		1,50	Argile rouge à rouge brique homogène, non sableuse, compacte	Argile rouge
		4,50	Argile plus claire, ocre rougeâtre légèrement panachée	
			Argile identique, légèrement sableuse, à petits graviers	
27,80	Néant	6,20	REFUS dans argile compacte	
<b>SONDAGE SJ 19 entre Hautière Rousse et Sigonière</b>				
18		0	Alluvions grossières à gros galets très abondants dans matrice sablo argileuse subordonnée	Alluvions grossières
15,50	N.P. 17	2,50	REFUS sur cailloux	
			Autre implantation à quelques mètres : refus à 0,50 m	
<b>SONDAGE SJ 20 Entre St Juvat et La Mélaudais</b>				
26		0	Argile rouge sableuse très graveleuse	Argile rouge
23,80	Néant	2,20	ARRET volontaire (vitesse avancement très faible)	

Cote N.G.F.	lère venue d'eau	Prof.	Nature des terrains	Interprétation géologique
<b>SONDAGE SJ 21 N.E. St Juvat</b>				
27		0	Terre végétale	Argile rouge sablo graveleuse
		0,30	Argile rouge sablo graveleuse à petits cailloux abondants - Sable à gros grains peu émoussés	
		3,50	Argile brun marron sablo graveleuse	
23	Néant	4,10	REFUS par bourrage	
<b>SONDAGE SJ 22 N.O. La Sigonière</b>				
21		0	Terre végétale	Alluvions argilo-graveleuses
		0,20	Argile brun gris non sableuse à graviers grossiers abondants	
		1,80	Argile brunâtre, très compacte, à graviers rares	
		2,00	Argile brun gris, à taches gris bleu (à petits éclats de schiste ardoisier et de quartz anguleux)	Altérite de schiste ?
18,80	Néant	2,20	REFUS par bourrage	

## A N N E X E 2

Définition et spécification des  
"Amendements calcaires" et  
"Amendements calcaires et magnésiens"

A N N E X E 2

**DEFINITIONS ET SPECIFICATIONS DES  
"AMENDEMENTS CALCAIRES" et "AMENDEMENTS CALCAIRES ET MAGNESIENS"  
d'après la Norme AFNOR NF.U 44.001**

**Classe I - AMENDEMENTS CALCAIRES**

Définition	Teneur minimale CaO + MgO	Valeur neutralisante minimale
<b>Amendements calcaires :</b> Produit naturel contenant comme composant essentiel du carbonate de calcium	35 %	35 %
Parmi les amendements calcaires, certains possèdent des appellations d'usage telles que :		
<b>Craie</b> Produit provenant de certaines formations géologique du Crétacé	45 %	45 %
<b>Faluns</b> Sables coquilliers terrestres	25 %	25 %
<b>Maërl</b> Produit provenant du squelette calcaire d'algues lithotamium prélevées en mer à proximité des côtes	42,5 % CaO 2,5 % MgO	43 %
<b>Tangue</b> Sable carbonaté de dépôts marins	15 %	15 %
<b>Trez ou Traez</b> Sables coquilliers marins	15 %	15 %
<b>Marne</b> Produit d'extraction d'une formation géologique argilo-calcaire	25 %	25 %

**Classe II - AMEMDEMENTS CALCAIRES MAGNESIENS ET AMENDEMENTS  
MAGNESIENS**

<b>Amendements calcaires ma- gnésiens et amendements magnésiens</b>	Produit d'origine naturelle contenant comme composants essentiels des carbonates de calcium et/ou de magnésium	35 % CaO 8 % MgO	38 %
Parmi les amendements calcaires magnésiens et les amendements magnésiens, certains possèdent des appellations telles que :			
<b>Dolomie</b>	Produit contenant du calcium et du magnésium à l'état de carbonate double	43 % CaO 17 % MgO	50 %
<b>Carbonate de magnésie</b>	Produit d'origine naturelle contenant comme composant essentiel du carbonate de magnésium et dont la teneur en magnésie MgO est égale ou supérieure au minimum fixé	40 % CaO 38 % MgO	55 %

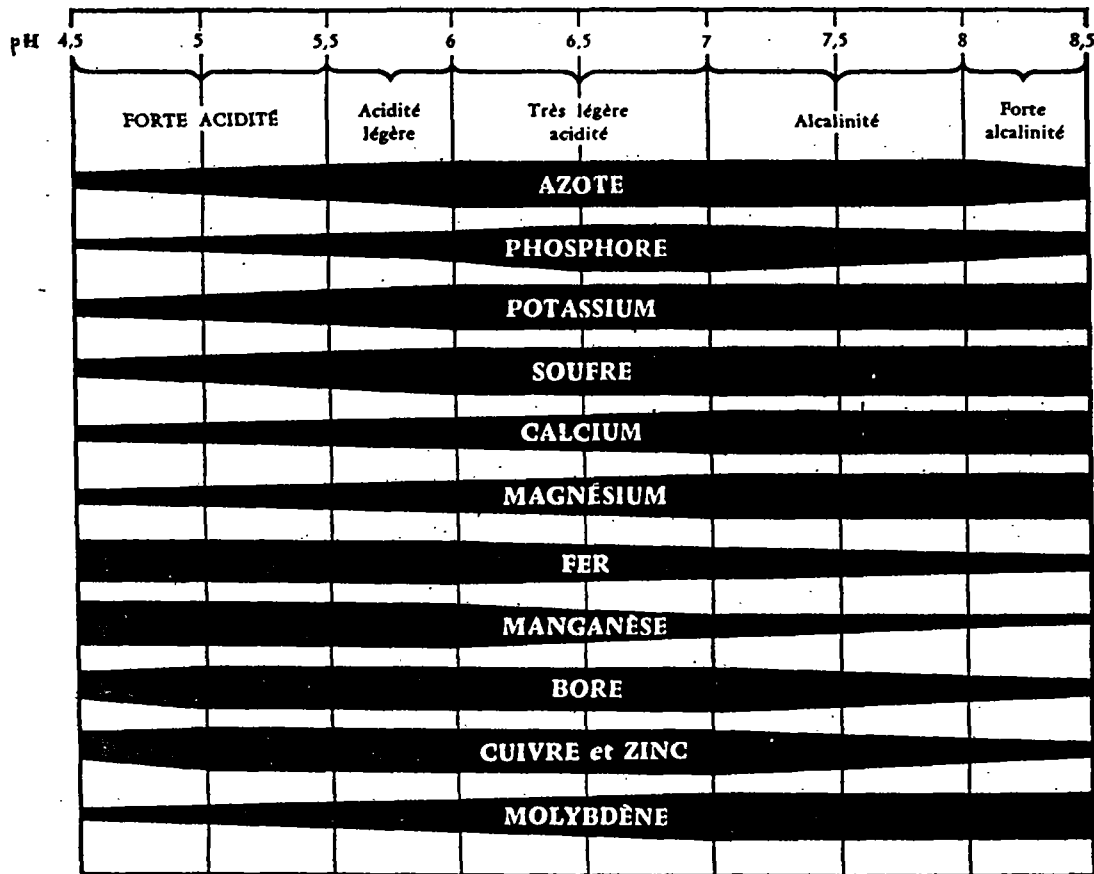
### A N N E X E 3

Informations professionnelles sur le chaulage  
extraites des plaquettes :

- Guide pratique de fertilisation de la Chambre  
d'Agriculture du Finistère
- Combattre l'acidité des sols. les amendements  
calciques et magnésiens du C.E.L.A.C.  
(Comité d'Etude et de Liaison des Amendements  
calcaires)

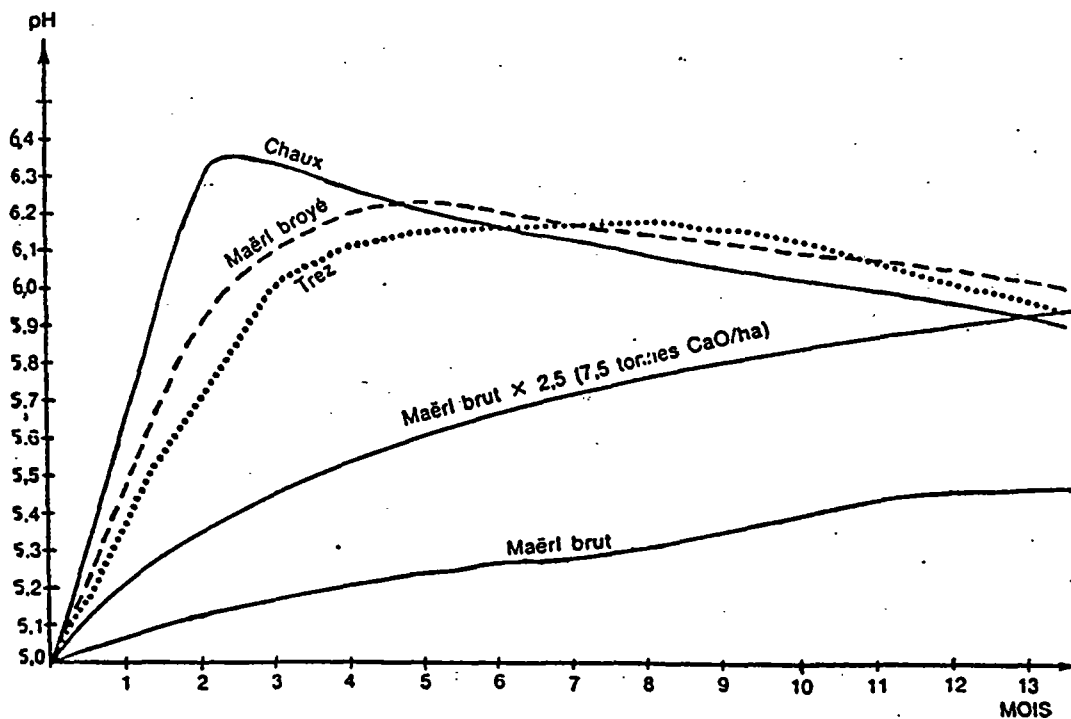
ASSIMILABILITE DES PRINCIPAUX ELEMENTS NUTRITIFS  
EN FONCTION DU pH DES SOLS

Graphique de Pettinger et Truog modifié par M. Coppenet



L'EFFET COMPARE DE DIFFERENTS AMENDEMENTS CALCAIRES SUR LE PH

- L'élévation du pH après un apport de 3 tonnes de chaux par 4 sources ou formes différentes : Chaux, Maërl broyé, Trez, Maërl brut (expériences Station d'Agronomie - QUIMPER)



GRAPHIQUE : "Courbes de montée (et de descente) du pH après un apport de l'équivalent de 3 tonnes de chaux/ha dans un sol très acide et humifère du Finistère".

Plus de la moitié des sols français sont acides,  
ou en voie d'acidification.

Corriger l'acidité du sol c'est :

- améliorer l'activité biologique du sol
- faciliter le développement des racines  
et le travail du sol
- mieux rentabiliser les engrais
- augmenter les rendements.

Les amendements calciques et magnésiens  
sont des remèdes économiques,  
efficaces et sûrs contre l'acidité des sols.

Le contrôle périodique du pH des sols est une opération  
essentielle pour une bonne gestion  
de l'exploitation agricole.

Les épandages d'amendements  
peuvent se faire en toutes saisons.

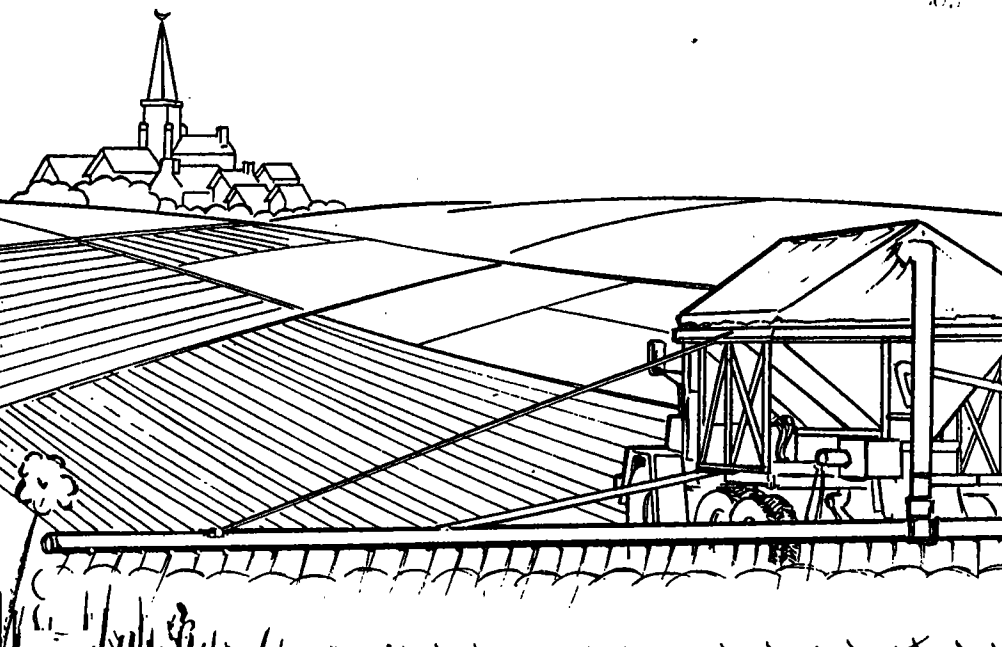
# COMBATTRE L'ACIDITE DES SOLS

*les amendements  
calciques et magnésiens*



41, avenue de Friedland - 75008 PARIS

A. Bardot - Septima - Imprimerie spéciale SNCC

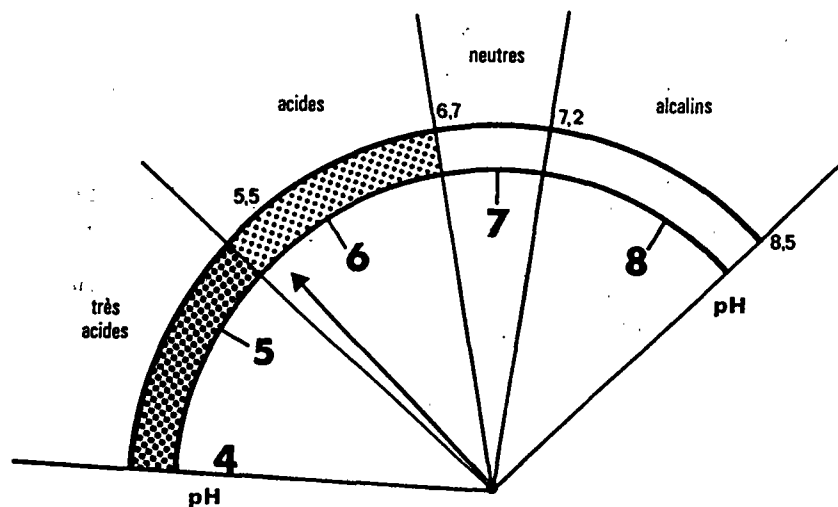


# la réaction du sol le pH

Un sol peut avoir une réaction **acide, neutre ou alcaline** (on dit aussi basique). Cela dépend de la concentration en ions  $H^+$  de l'eau qui circule dans le sol. La mesure de cette concentration détermine le pH du sol.

Le pH peut varier théoriquement de 0 à 14. pH 7 correspond à la neutralité. Dans les sols de culture le pH peut aller de 4 (très acide) à 8,5 (très alcalin).

Réaction des sols d'après leur pH.



# ph et état calcique du sol

La cause essentielle de l'acidité des sols est le manque de calcium et, éventuellement, de magnésium.

Dans tous les sols, le calcium et le magnésium se trouvent sous deux formes :

- dissous dans l'eau qui circule dans le sol. Ils peuvent sous cette forme être absorbés par les plantes
- fixés (on dit « adsorbés ») sur l'argile et l'humus.

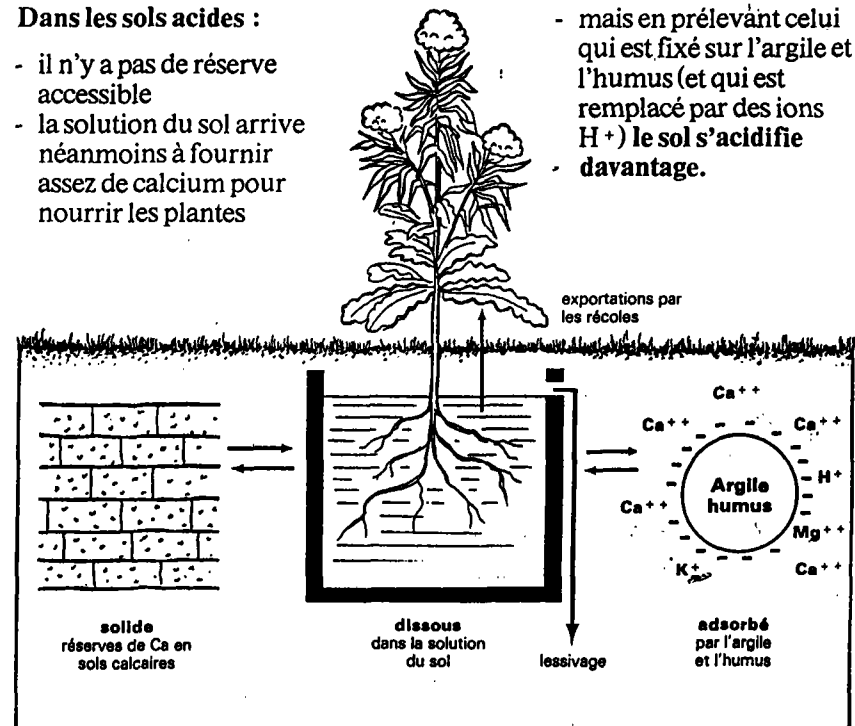
Ces deux formes sont échangeables, car un équilibre permanent s'établit entre elles.

Dans les sols calcaires on trouve également du calcium à l'état solide, sous forme de calcaire. C'est une réserve plus ou moins disponible pour alimenter les deux autres formes.

Dans les sols acides :

- il n'y a pas de réserve accessible
- la solution du sol arrive néanmoins à fournir assez de calcium pour nourrir les plantes

- mais en prélevant celui qui est fixé sur l'argile et l'humus (et qui est remplacé par des ions  $H^+$ ) le sol s'acidifie davantage.



États du calcium dans le sol

# comportement des sols acides

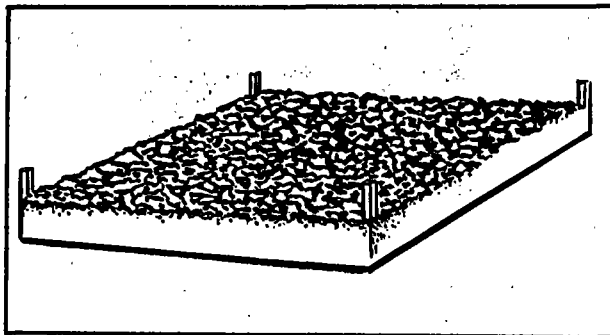
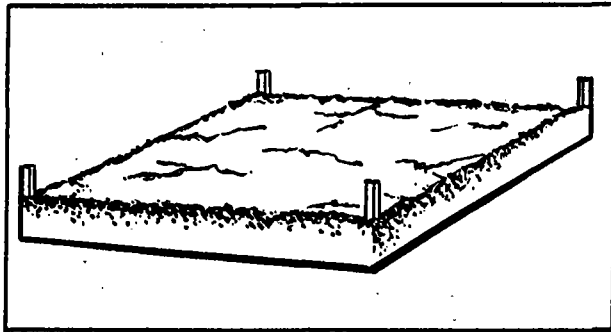
L'acidité réduit

la fertilité des sols  
l'efficacité des engrais

et par conséquent

la croissance des plantes  
cultivées.

La structure est dégradée, surtout dans les terres argileuses qui sont alors compactes, collantes, mal aérées. Les racines s'y développent mal, le travail du sol est difficile.



La vie du sol est ralentie - Les bactéries qui décomposent les résidus des récoltes, qui amènent l'azote du sol sous forme assimilable par les plantes, qui fixent l'azote de l'air se développent très mal ou disparaissent. Par contre, les champignons responsables de certaines maladies cryptogamiques des cultures se développent.

## La nutrition des plantes se fait mal

- Les principaux éléments fertilisants sont difficilement utilisables par les plantes : les phosphates sont bloqués dans des combinaisons inassimilables, la potasse est fixée très énergiquement par le sol, l'azote du sol reste sous des formes que les plantes ne peuvent pas utiliser.
- Certains éléments toxiques pour les plantes sont libérés, (Aluminium, en particulier).
- De plus, certains oligo-éléments indispensables peuvent être bloqués (Molybdène).

	pH				
	4.5	5	5.5	6	7
Azote	30	43	77	89	100
Acide phosphorique	23	34	48	52	100
Potasse	33	52	77	100	100

Efficacité des éléments fertilisants en fonction du pH  
(travaux américains).

**A N N E X E 4**

**Nature et prix des amendements commercialisés  
dans les régions de  
Dinan, St Malo et Combourg**

**NATURE ET PRIX DES AMENDEMENTS COMMERCIALISES  
DANS LES REGIONS DE DINAN - ST MALO ET COMBOURG**

**1 - TIMAC - St Malo**

PRODUIT	PREPARATION	CaO	MgO	Equiv. CaO	PRIX	
					F/t	F/T CaO
Maërl	brut	45	3-4	49-50,5	67	~135
Maërl T 400	trié (élimination coquilles) broyé : 80 % à 80 $\mu$ 50 % passant à 37,5 $\mu$	45	3-4	49-50,5	(1) vrac 520 sac 560	1040 1120
Maërl granulé enrichi	Broyé avec ajout de K <sub>2</sub> O : 7 %, SO <sub>3</sub> : 4 %	35	4	40,6	(1) sac 654	

(1) Franco Bretagne

**2 - COOP AGRICULTEURS DE BRETAGNE - Combourg**

PRODUIT	ORIGINE	CaO	MgO	Equiv. CaO	F/t	F/t CaO
Carbonate broyé (calcaire)	MEAC Loire Atlantique	55	0	55	350	636
Carbonate magné- sien broyé	"	42	10	56	480	857
Dolomie broyée	Ste La dolomie Française Neau (Mayenne)	30	20	58	480	827
Maërl brut	TIMAC - St Malo	44-45	3-4	48-50	72	~145

3 - COOP AGRI - Dinan

PRODUIT	ORIGINE	CaO	MgO	Equiv. CaO	PRIX	
					F/t	F/t CaO
Carbonate broyé	MEAC (Loire Atlantique)	55	0	55	357	649
Carbonate magnésien granulé	" "	46	6	54,4	sac 609 vrac 550	1119 1011
Chaux magnésienne vive	"	72	18	103,2	sac 822 vrac 760	796
Magné-Breiz (Maërl + MgO)	SECMA* - Pontrieux	40	10	54	sac 660 vrac 601	1222 1113
Maërl broyé	"	44-45	3-4	48-50	486	972 à 1012
Maërl brut	TIMAC - St Malo	44-45	3-4	48-50	67	134 à 140

\* Filiale de la TIMAC

Les prix des magasins de la Coopérative des agriculteurs de Bretagne de Landerneau s'entendent, pour le vrac : pris au silo de la coopérative  
pour l'ensaché : livré par quantité supérieure à 5 t

4 - LAITERIE NOUVELLE DE L'ARGUENON

PRODUIT	ORIGINE	CaO	MgO	Equiv. CaO	PRIX	
					F/t	F/t CaO
"Lithotamne" broyé (= Maërl)	SECMA - Pontrieux ou TIMAC St Malo	42 à 47	3	46 à 51	580	1137 à 1260
"Oligo Mag" (1) Maërl enrichi en MgO SO <sub>3</sub> 12% Zn 4% B 4,5%		30 à 35	6	38 à 43	1250	
Maërl brut (1)	TIMAC St Malo	42 à 47	3	46 à 51	110	215 à 240

(1) Ventes annuelles très réduites : < 100 t