

# Les SOLS des PLATEAUX jurassiques de BASSE BOURGOGNE (Yonne)

par **Denis BAIZE**, INRA Orléans



## Connaissances rassemblées dans :

### "Typologie des Sols de l'Yonne - Plateaux de Bourgogne" (Baize , 1989)

**Contexte de réalisation** : informations issues d'une **cartographie des sols** systématique à **1/50.000** (donc assez détaillée) – à l'échelle d'une PRN – la plus étendue dans le cadre départemental - évidemment, les mêmes sols se retrouvent dans les départements voisins : la Nièvre, la Côte d'Or, l'Aube et bien au-delà (par ex. Haute Marne).

Cartographie et **typologie multi-usages** car susceptible d'être employées par toutes sortes d'utilisateurs (agronomes, forestiers, géotechniciens, géologues, écologues, environnementalistes, etc.).

Donc : la plus **détaillée** possible et basée sur des **critères** nombreux, objectifs et variés.

Aucune référence à une classification générale préexistante. Prise en compte des **sols et matériaux effectivement rencontrés** lors des prospections cartographiques, puis travail de **classification** des cas rencontrés → **en 46 "types"** (+ "variantes").

## **Les MATÉRIAUX PARENTAUX (1)**

### **LES ROCHES (sédiments marins du Jurassique moyen et supérieur)**

Du "calcaire à entroques" du **Bajocien** au "calcaire à spatangues" de l'**Hauterivien** (Crétacé inf.)

#### **CALCAIRES DURS**

calcaires purs et durs

calcaires durs marneux (ou à joints marneux)

autres calcaires durs (bioclastiques, à oolites ferrugineuses)

#### **CALCAIRES TENDRES et CRAYEUX**

calcaires crayeux (récifaux)

calcaires oolithiques (durs ou tendres)

#### **MARNES**

### **LES FORMATIONS SUPERFICIELLES**

#### **ARGILES RÉSIDUELLES par DÉCARBONATATION totale**

sans EG : "séquence des terres d'Aubues"

avec EG : "Argiles à chailles"

#### **FORMATIONS de PENTES (mises en place au Quaternaire / climat périglaciaire)**

limono-caillouteuses

grèzes litées dites localement "arène"

## **Les MATÉRIAUX PARENTAUX (2)**

### **ALLUVIONS ANCIENNES MIO-PLIOCENES (altitudes + 60 à +100 m)**

from Morvan - ne demeure que ce qui est siliceux (quartz, chailles) ou silicaté (très altéré)

### **ALLUVIONS ANCIENNES (proximité grandes vallées – altitudes + 3 à + 50 m)**

(décarbonatées = silicatées)

### **ALLUVIONS MODERNES (vallées à ruisseaux temporaires) TRÈS CALCAIRES**

### **COLLUVIONS (terre fine s'accumulant dans les vallons secs, les dolines)**

## **Le RELIEF (peu de tectonique)**

### **ARCHITECTURE en CUESTAS SUCCESSIVES (différentes importances)**

conséquences des alternances roches dures (divers calcaires durs) / roches tendres (marnes, calcaires tendres) surfaces structurales pendage vers le nord-ouest (< 2 %)

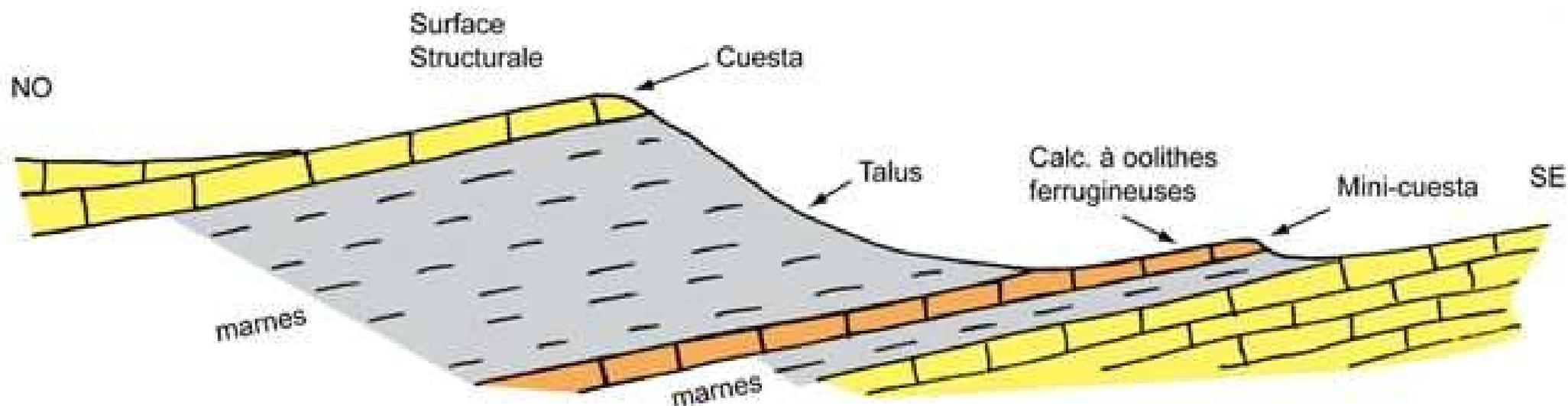
plateaux tabulaires (Oxfordien) vs plateaux très disséqués (Portlandien)

### **DISSYMMÉTRIE des VERSANTS (pendage et aussi effet climatique)**

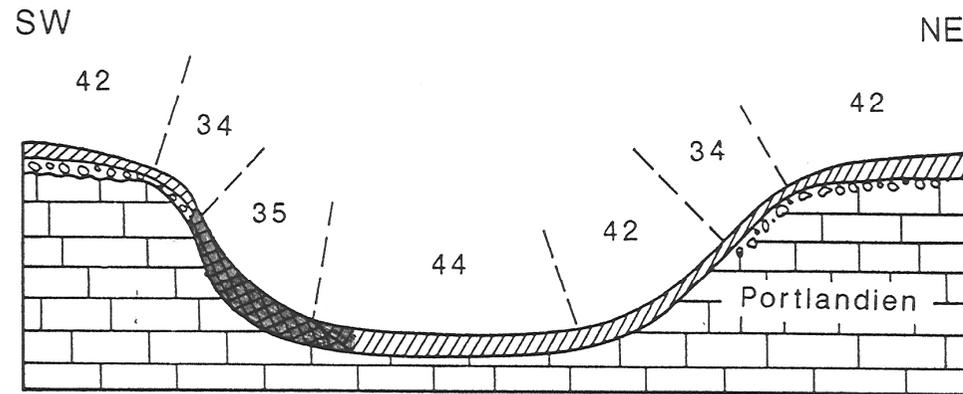
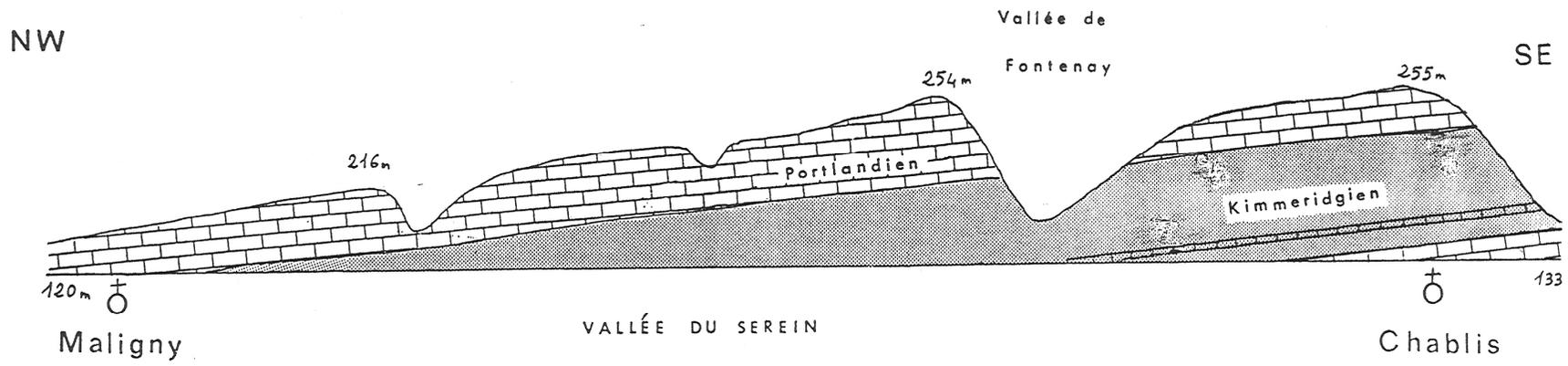
### **FORMES (et régime hydrologique) KARSTIQUES**

dolines d'effondrement – lapiaz en saillie ou souterrains – vallons secs – pertes et résurgences circulations souterraines sans rapport avec le relief (rien en surface sauf qq vallées à rus temporaires)

## UNE ARCHITECTURE GÉNÉRALE en CUESTAS



Principes généraux des reliefs sur les plateaux calcaires jurassiques. L'alternance roches dures/roches tendres provoque la succession de "cuestas" grandes (+ de 50 m de dénivelée) ou petites (1m) selon l'épaisseur des couches tendres (marnes, argiles, calcaires tendres).



PLATEAUX de BOURGOGNE - DISSYMETRIE  
de VERSANTS

## **ACTIONS du PALÉO-CLIMAT**

Au cours des périodes froides du Quaternaire

- \* Gélifraction et cryoturbation des calcaires durs (réseau polygonal de "fentes en coin")
- \* Mise en place des formations de pentes, notamment des "grèzes litées" ou "éboulis cryoclastiques" (versants exposés au nord-est – plein est et sud-est = expositions froides)

## **ACTIONS de l'HOMME**

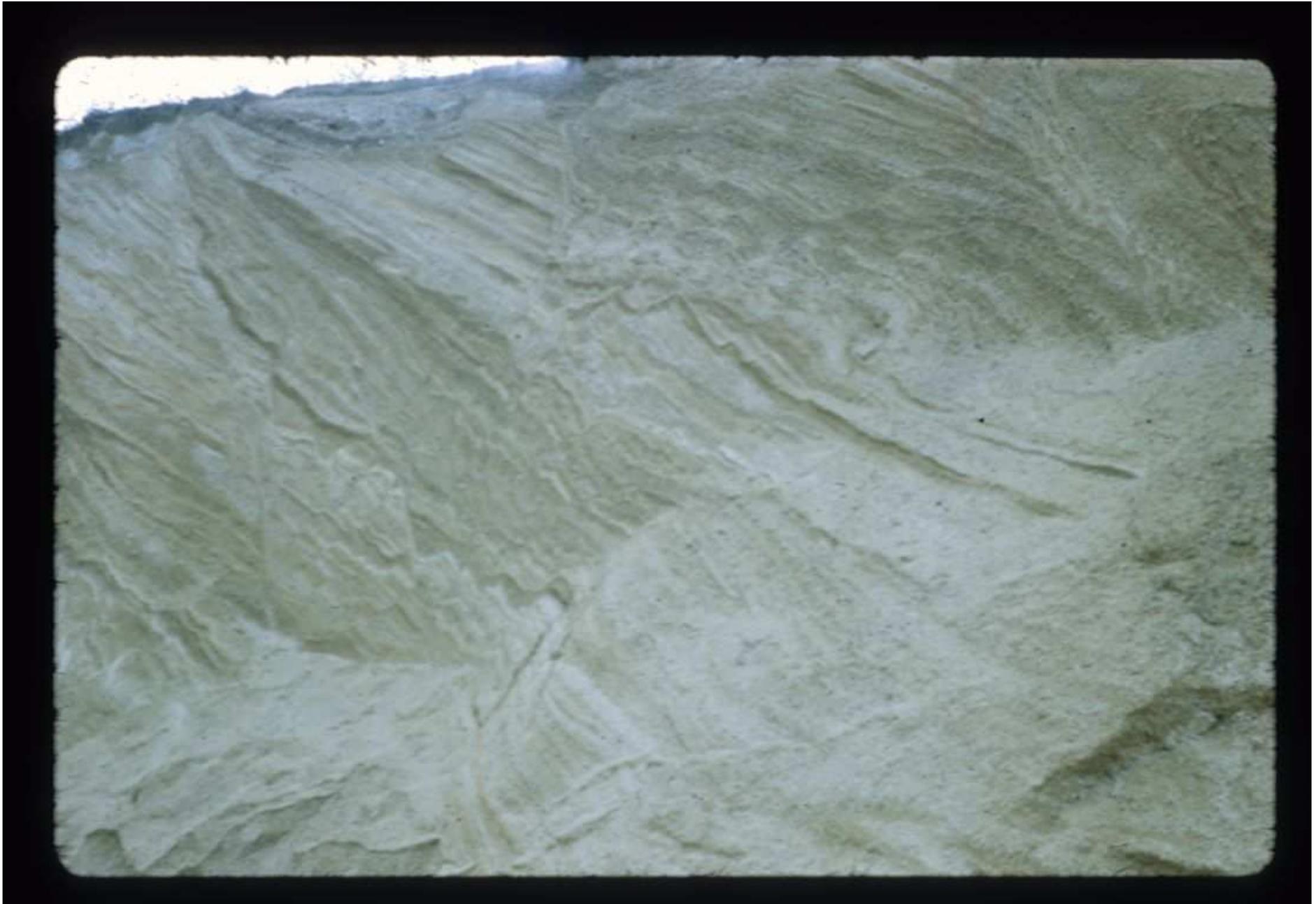
(occupation très ancienne - depuis l'antiquité celtique, gauloise, romaine et homme moderne)

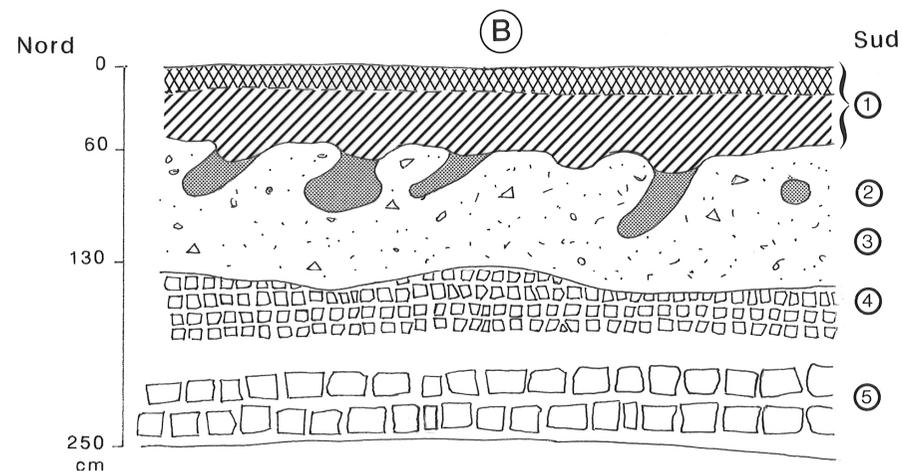
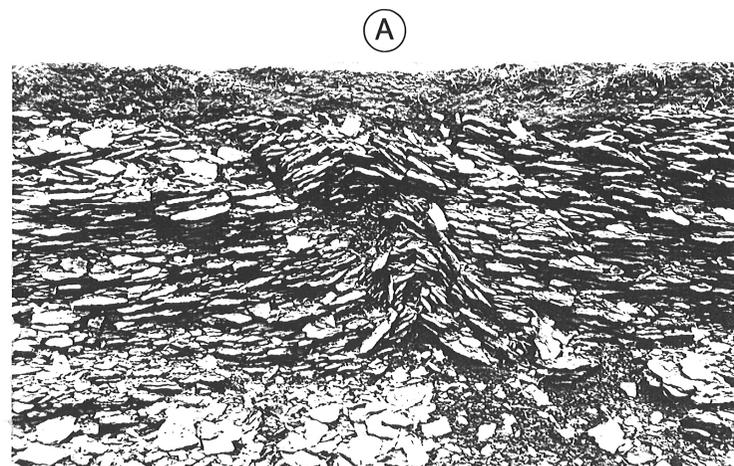
- \* déboisements anciens + mise en culture → **érosions** (accumulation dans les fonds de vallons)
- \* **fragmentation** directe des EG calcaires les plus friables par les outils + gélifraction en surface  
sols minces calcaires dans la terre fine aux alentours des villages – sols minces demeurés non calcaires sous forêts ou loin des bourgs
- \* **recalcification** des sols acides par fertilisation, chaulage, amendement → sols cultivés = neutres
- \* sous **vignes** : défonçages, contaminations par du sulfate de cuivre, remontées de terre...

## **VÉGÉTATION**

Pas facteur majeur mais **espèces indicatrices** des conditions de **pH** et/ou richesse en **azote**, **calcium**  
+ **conditions hydriques** : acidiphiles, neutrophiles, calcicoles, xéro-calcicoles...







- ①- F.P. argilo-caillouteuse brun-rougeâtre
- ②- ( Poches ) mélange de ①+ F.P. graveleuse jaune + argile rouge
- ③- F.P. blanche limono - caillouteuse massive
- ④- calcaire portlandien en place, très fragmenté
- ⑤- calcaire portlandien en place, moins fragmenté

Figure 4 : Effets du gel de l'époque quaternaire sur les calcaires

A - calcaires bathoniens à débit en plaquettes

B - calcaires portlandiens au sud d'Auxerre







## **Les POSITIONS du SOLUM dans le PAYSAGE**

### **1°) POSITIONS de PLATEAUX**

- \* plein PLATEAU (conservation des couvertures résiduelles) ou
- \* bord de PLATEAU (troncature partielle)

### **2°) POSITIONS de VERSANTS**

- \* liés aux MARNES ou
- \* couverts de FORMATIONS DE PENTES
  - haut (pente forte – érosion)
  - milieu (pentes variables)
  - replats (pente nulle localement, voire inverse)
  - bas (pente faible – accumulation)

### **3°) POSITIONS de FOND de VALLONS**

- \* vallons accumulateurs
- \* vallons érosifs

### **4°) POSITION de TERRASSE ALLUVIALE**

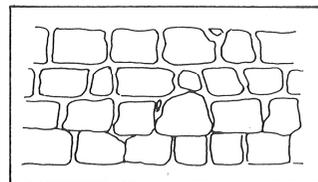
# **SOLS : GRILLE D'ANALYSE**

## **Agronomie - Sylviculture - Hydrologie - "Pollutions"**

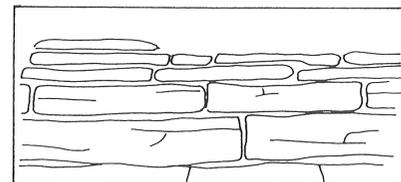
- **ROCHE SOUS-JACENTE**
  - nature (calcaire dur ou tendre, marne, formation de pente)
  - état et débit (massif, disloqué, cryoturbé, en pavés, en dalles, marne schisteuse,...)
  - perméabilité (diaclasé, à joints marneux, marne schisteuse, ...)
  - composition géochimique (analyses – éléments traces)
- **COULEURS** (rouges - orangés – ocre-jaunes – bruns - gris – blancs ?) selon teneurs en oxydes de fer libres (goethite / hématite) – teneurs en MO – teneurs en CaCO<sub>3</sub>
- **STRUCTURE** (s.s.) et **GRANULOMÉTRIE** des différents **HORIZONS** superposés
- **ÉLÉMENTS GROSSIERS** (nature, abondance, dimensions, forme)
- **PROFONDEURS** (de chaque horizon → profondeur. totale enracinable – RUM)
- **CALCAIRE** ou **PAS CALCAIRE ?** - **TAUX** et **GRADIENTS** du **CALCAIRE TOTAL** (intensité et profondeur de la décarbonatation)
- **pH** (végétation spontanée) - **CEC** – abondance du Ca<sup>++</sup> sur le complexe adsorbant
- **Nature des MINÉRAUX ARGILEUX** (kaolinites pures / mélange)
- **PRÉSENCE** d'une **RÉSERVE** en **CALCIUM ?** - sous forme de sables, de cailloux, en-dessous, en amont, ...

### LE DÉBIT DES CALCAIRES DURS : 4 TYPES

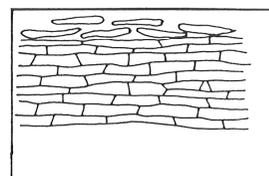
( en coupe )



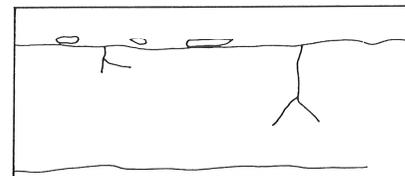
En pavés



En laves



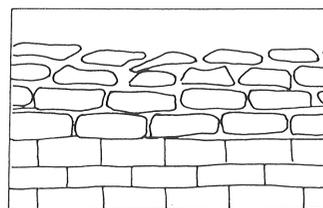
En plaquettes



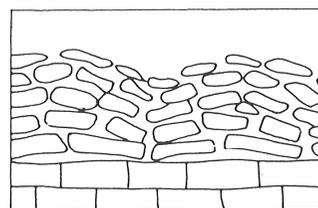
Pas de débit = roche massive

### TROIS ÉTATS POSSIBLES D'UN MÊME CALCAIRE DUR

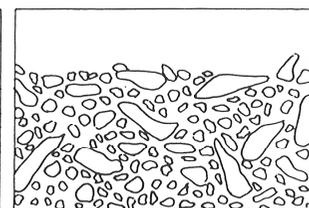
( en coupe )



Roche non disloquée



Roche un peu disloquée



Cailloutis dense

Figure 3

## **IMPORTANTANCE des FRACTIONS INSOLUBLES (= non calcaires)**

### **ABONDANCE et GRANULOMÉTRIE du RÉSIDU**

	<i>% d'insoluble dans la roche</i>	<i>granulométrie du résidu <b>et des sols</b></i>
<b>Calcaires durs</b>	<b>0,5 à 10</b>	]
<b>Calcaires durs à joints marneux</b>	<b>0,5 à 10 + joints</b>	] <b>surtout</b>
<b>Calcaires tendres</b>	<b>0,5 à 5</b>	] <b>fractions</b>
<b>Marnes</b>	<b>40 à 60</b>	] <b>argileuses</b>
<i><b>Cas particuliers</b></i>		
<b>Calcaire dur à squelette limoneux abt</b>	<b>5 à 13</b>	<b>argiles + limons abts</b>
<b>Calcaire à oolithe ferrugineuse</b>	<b>13 à 20</b>	<b>argiles + sables (10-18 %) + fer (6 à 12 %)</b>

**ceci constitue une preuve d'AUTOCHTONIE !**

#### **Conséquences :**

- Marnes** → **sols argileux lourds**
- Calcaires durs sans chailles** → **"terres d'Aubues" argileuses (épaisseur 0,3 à 1,5 m)**
- Calcaires à chailles** → **"argiles à chailles" (épaisseur 4 à 7 m)  
décarbonatation totale de N x 10 m de roches**

## Schéma valable sous climats ayant connu les phases froides du Quaternaire (glaciaire et péri-glaciaire) et connaissant encore le gel

**CALCAIRE DUR  
et PEU GÉLIF**



**DISSOLUTION du  
CaCO<sub>3</sub> DOMINANTE**

**RÉSIDU SILICATÉ  
à TENDANCE ACIDE**

**Sols MINCES CALCIQUES**  
*RENDISOLS puis CALCISOLS*



**Brunification**  
**puis ILLUVIATION d'argiles**  
*BRUNISOLS puis NÉOLUVISOLS*  
*puis LUVISOLS TYPIQUES*

**CALCAIRE TENDRE  
et GÉLIF**



**FRAGMENTATION  
DOMINANTE**

**FORMATIONS de PENTES  
CALCAIRES + ou - ÉPAISSES**

**Sols toujours CALCAIRES**  
*RENDOSOLS puis CALCOSOLS*



**Décarbonatation progressive**  
*CALCOSOLS puis CALCISOLS*

**Reliefs  
tabulaires**

**- plateaux**

**- replats**

**- surf. structur.**

**Versants**

## 2. Les SOLS des PLATEAUX

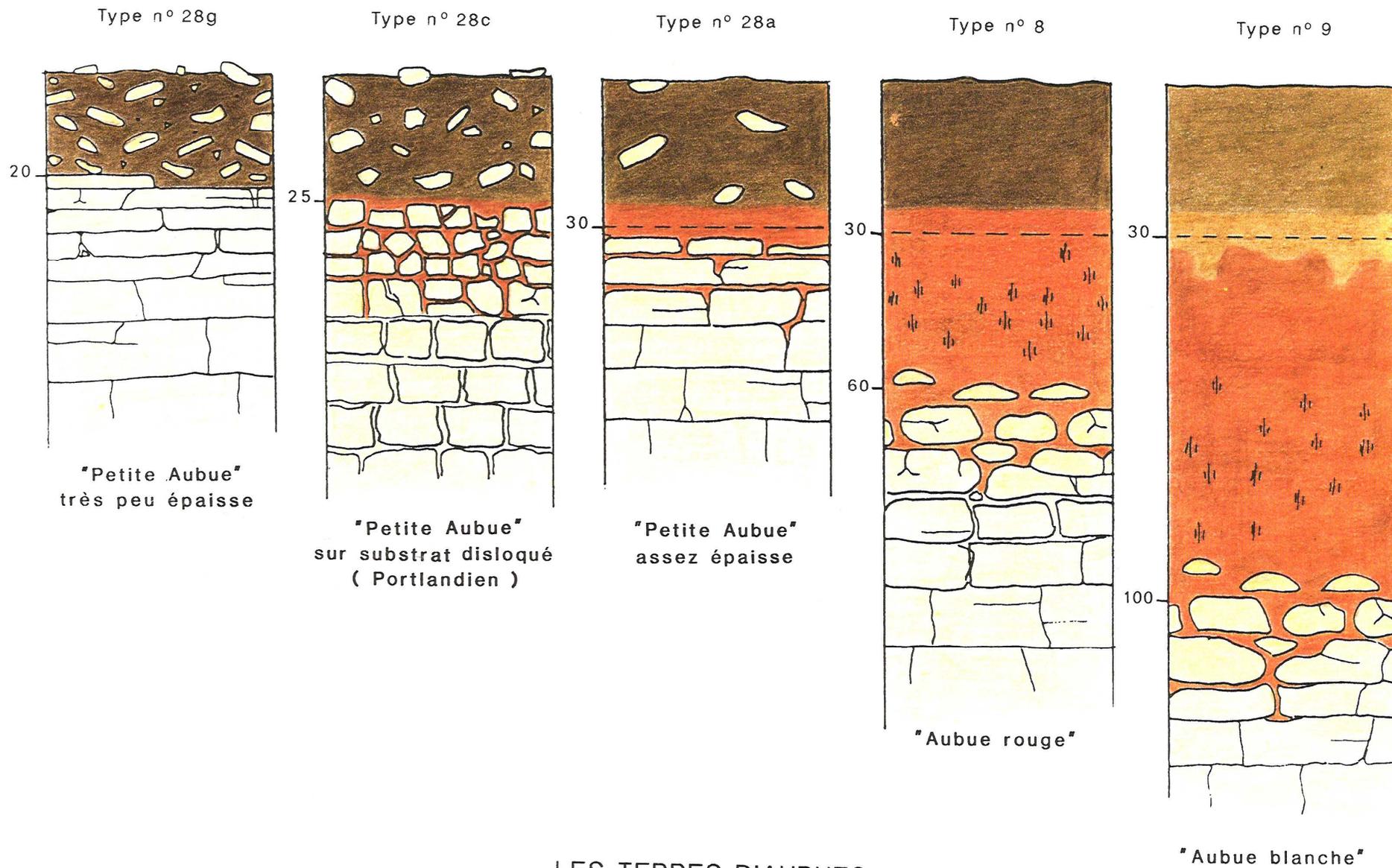
### 21. Toposéquence des "terres d'Aubues"

Couverture argileuse résiduelle, résultant de la décarbonatation progressive lente des calcaires jurassiques sous-jacents ; allant en s'épaississant avec le temps.

- |                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| - si calcaires durs et purs :       | A >>> LF >>> LG >>> sables |
| - si calcaires "sableux"            | SF non négligeable         |
| - si faciès calcaire à résidu de LG | LG = LF                    |
| - si grande richesse en fer         | argiles très ferrifères    |

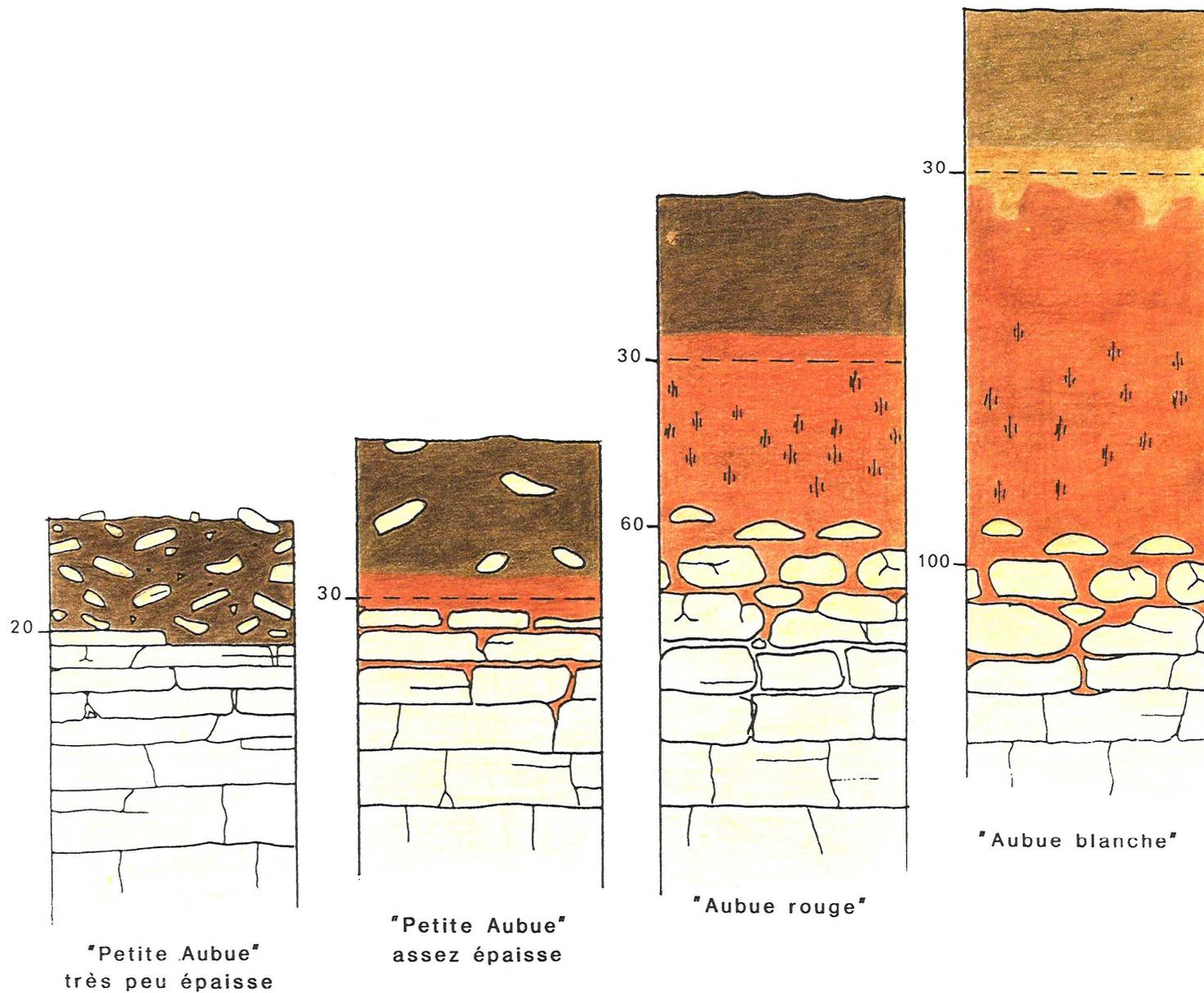
argument pour une **AUTOCHTONIE STRICTE !**

Confirmée par anomalies en cadmium et zinc.

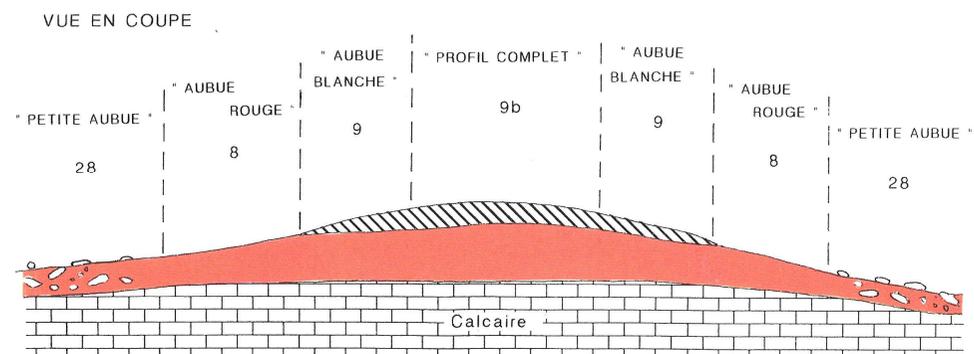


### LES TERRES D'AUBUES

La séquence des « terres d'Aubues » vue par l'agronome



**Une autre façon de voir la séquence des « terres d'Aubues ».**



VUE EN PLAN SUR LA CARTE DES SOLS



Figure 6 : La séquence des " terres d'Aubues "

## Un exemple de "série" :

### les "AUBUES ROUGES"

des Plateaux jurassiques de Basse Bourgogne  
(Nièvre, Yonne, Côte d'Or)

**Matériau parental** : résidus de décarbonatation des  
calcaires jurassiques sous-jacents

**Épaisseur** : 40 à 80 cm

**Couleur** : nettement rougeâtre

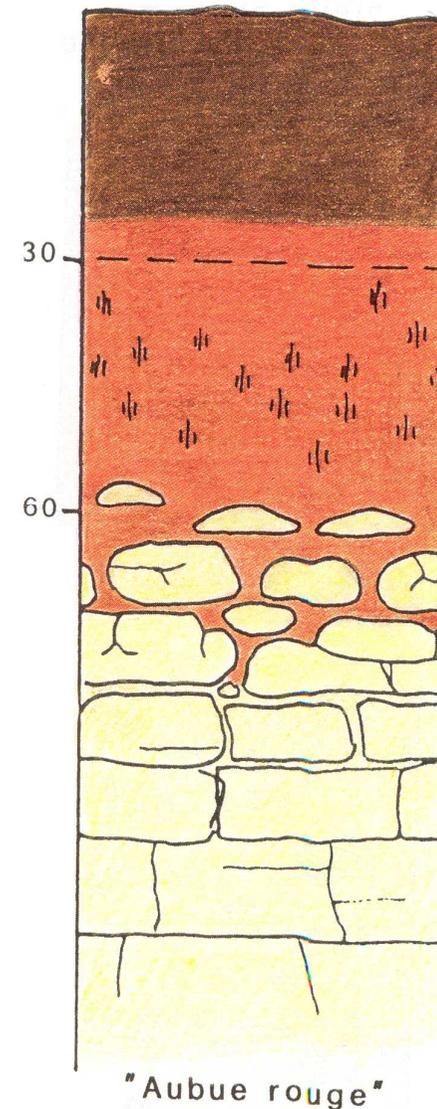
**Cailloux** : néant

**Texture** : uniformément argileuse (40 à 70 %)

**Structure** : très affirmée et stable, micro-polyédrique  
anguleuse à sur-structure polyédrique

**Non calcaire**

**pH** : légèrement acide sous forêt  
neutre, resaturé sous cultures





**Profil complet (> 1,60 m) en Forêt de Lichères**

## PROPRIÉTÉS PARTICULIÈRES des HORIZONS PROFONDS des "terres d'Aubues"

HORIZONS ARGILEUX PROFONDS des "TERRES d'AUBUES"

structure polyédrique anguleuse fine et stable



☐ fissures    ● pores créés par les racines    ▨ revêtements d'argile

LAME MINCE  
(NÉGATIF)

MATRICE  
ARGILEUSE

VIDES en NOIR

- \* structure macroscopique micro-polyédrique anguleuse, très stable (y compris quand horizons situés en surface, après troncature)
- \* revêtements argileux rougeâtres (7,5 YR) sur les faces des agrégats (alors que matrice ocre 10 YR)
- \* porosité tubulaire fine liée aux racines d'herbacées
- \* caractère filtrant malgré la texture argileuse (A sédim ≠ A altér.)
- \* Cf. travaux de Ary Bruand.

## TRAVAUX de A. BRUAND et coll. (1988, 1990, 1991)

### HORIZONS ARGILEUX DE MOYENNE PROFONDEUR.

Échantillons non séchés, non perturbés,

$\Theta_{2,5}$  = eau retenue à pF 2,5      et relation avec la teneur en argile = **A**

Quantités d'eau exprimées en VOLUMES (cm<sup>3</sup>/g)

**JEU de données n° 1 :**      **18 échantillons d'origines très diverses** (Vertisols du Gâtinais, Ultisols et Fersialsols de Basse Bourgogne, Fluviosols, Planosols, Pélosols de Lorraine, etc.)

$$\Theta_{2,5} = 0,072 + 0,00385 A \quad r^2 = 0,57$$

**JEU de données n° 2 :**      **13 échantillons de "terres d'Aubues"** (Basse Bourgogne)

$$\Theta_{2,5} = 0,043 + 0,00400 A \quad r^2 = 0,86$$





« Petite Aubue » vue en coupe (noter la présence d'un niveau marneux)

## 22. Sols issus d'argiles à chailles

### **Chailles ≠ silex**

accidents siliceux, silicifications localisées présentes dans des calcaires du Jurassique.

Particulièrement dans les niveaux du Callovien (Yonne, Nièvre, Côte d'Or, etc.)

### **Chailles :**

souvent poreuses, (car partie carbonatée dissoute), striées, inaltérables (presque), mais fragmentables avec le temps...

### **Argiles à chailles**

formations résiduelles de décarbonatation totale de "calcaires à chailles"

- \* des dizaines de m d'épaisseur de K dissous
- \* sur de très longues durées (depuis le Tertiaire)
- \* sous des climats chauds...

Teintes vives orangés, rouges... goethite et hématite  
FL / FT = 95 %

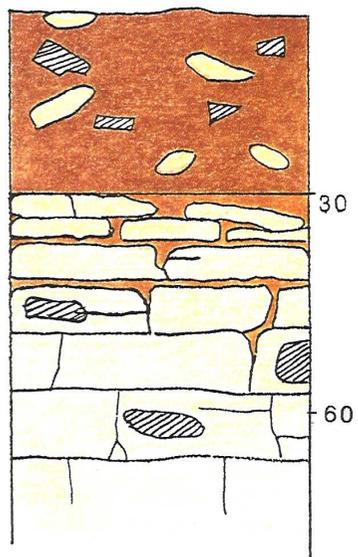
Formations épaisses (au moins 3 à 7 m) car "armées" par des EG siliceux (cela confirme la théorie de G. Callot émise en Poitou-Charentes).



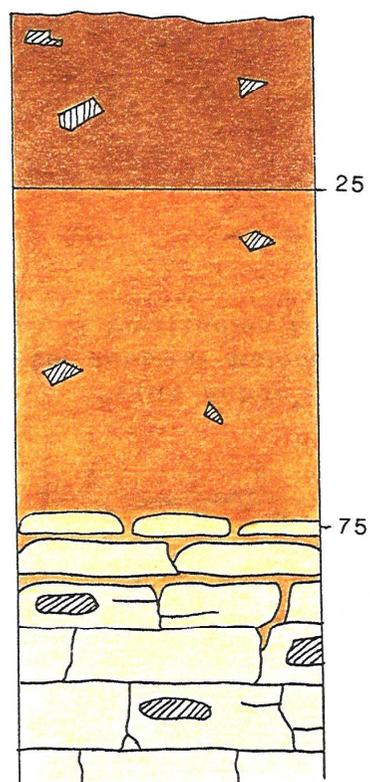
**Bancs de chailles en forme de lentilles au sein des calcaires calloviens (vue en carrière)**



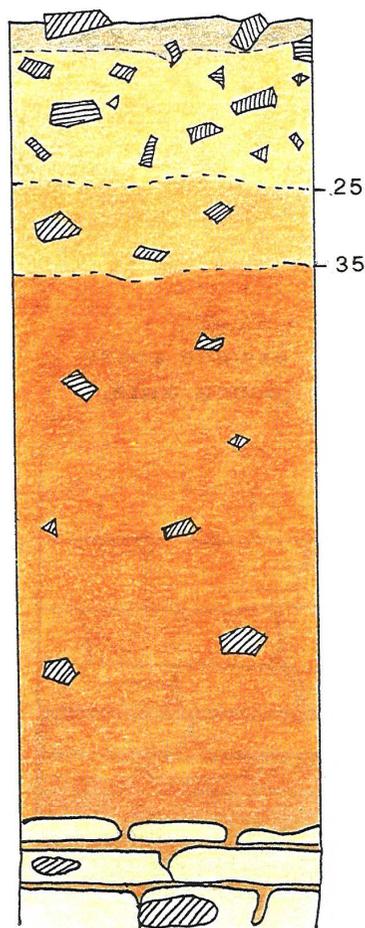
Type n° 13



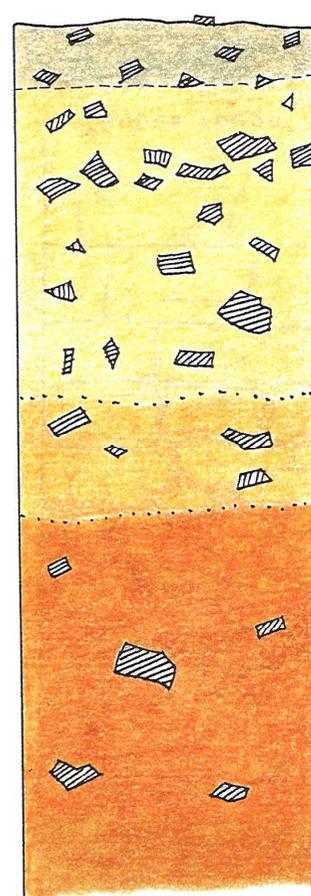
Sol très tronqué



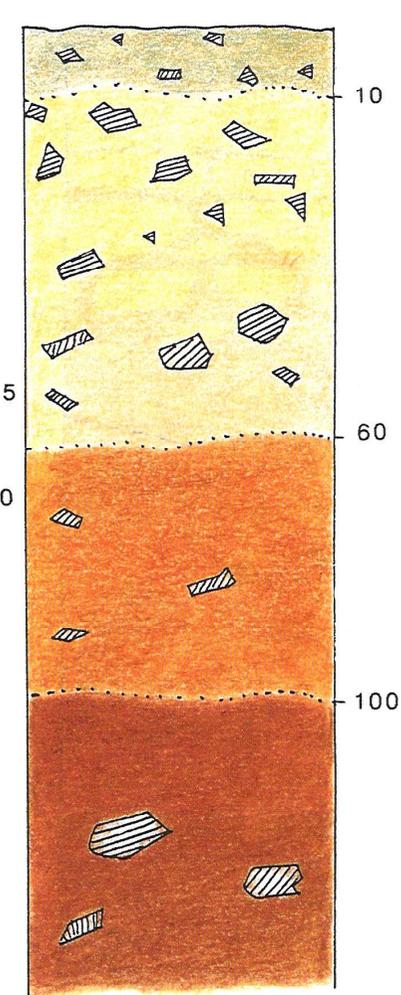
argileux dès la surface



un peu tronqué



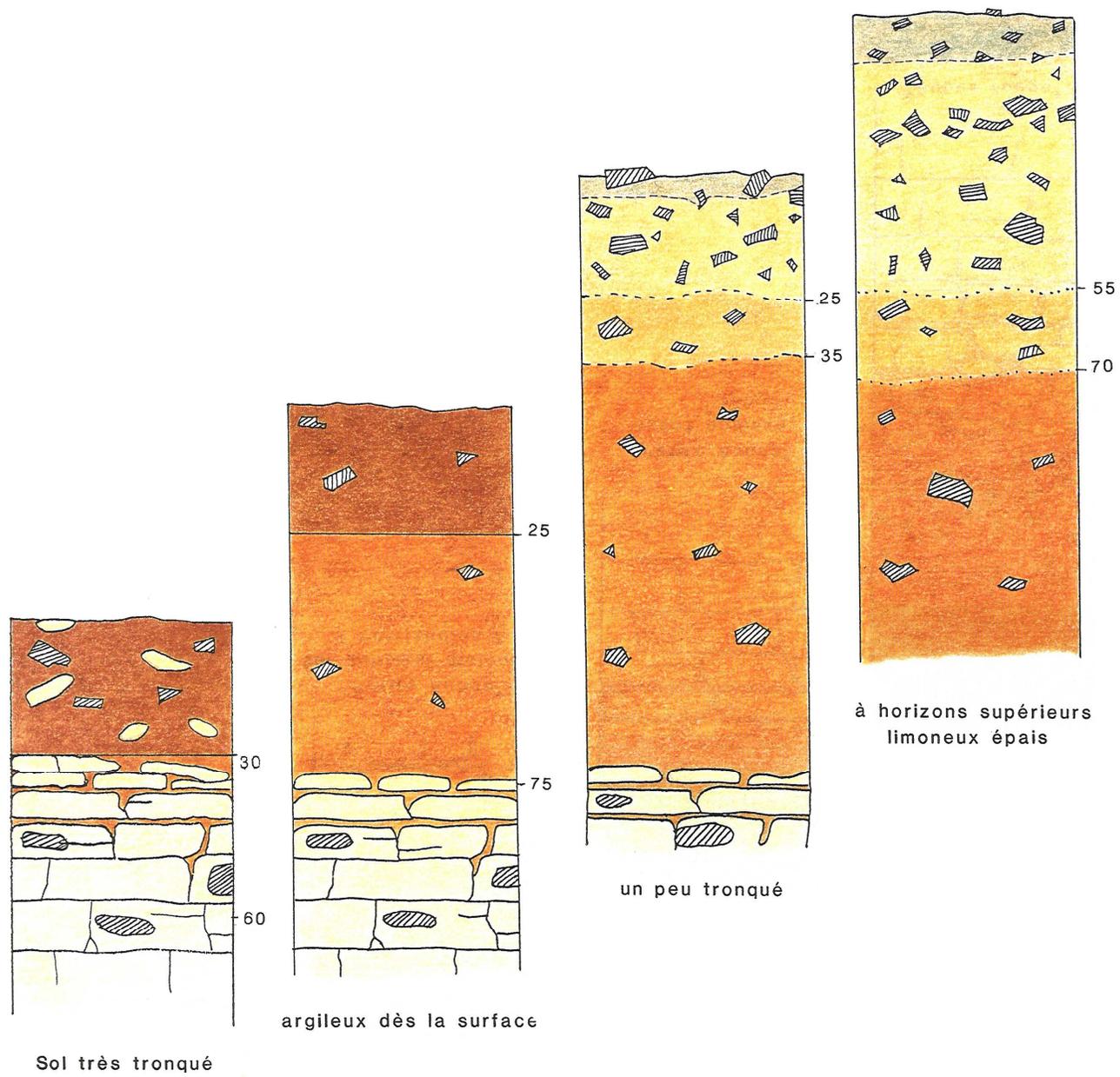
à horizons supérieurs  
limoneux épais



Sol de la  
Forêt d'Hervau

PLANCHE B

SOLS PROFONDS ACIDES A CHAILLES





## SOLUM N6

### Rebord de plateau

**Le calcaire bathonien est atteint à 120 cm de profondeur seulement.**

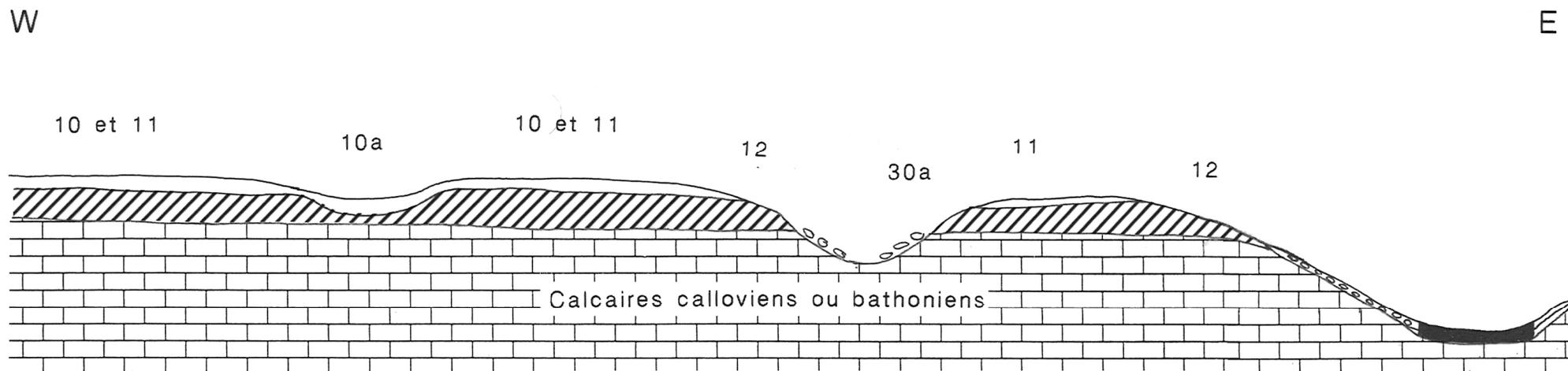


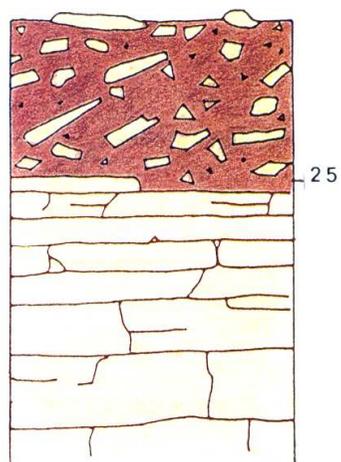
Figure 7 : Répartition des sols profonds acides à chailles sur les plateaux forestiers à l'Ouest de Vézelay

## 23. Les "petites terres"

Point commun : faible épaisseur (< 35 cm) sur roche calcaire en place

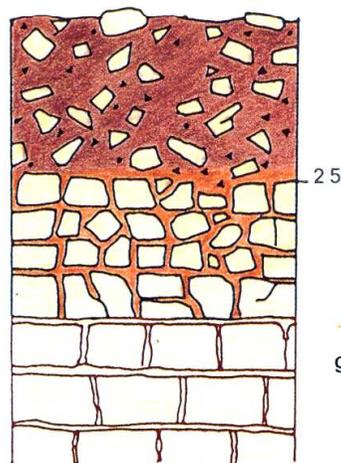
Variantes selon : **faciès** (dure vs tendre) et **débit** de la roche

Type n° 26a



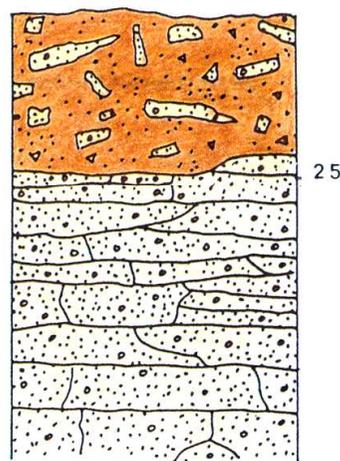
"Petite terre"  
variante à "laves"  
G1

Type n° 26b



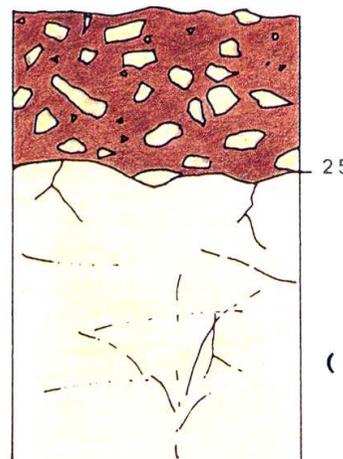
"Petite terre"  
variante : sur substrat  
disloqué ( Portlandien )  
G2

Type n° 27a



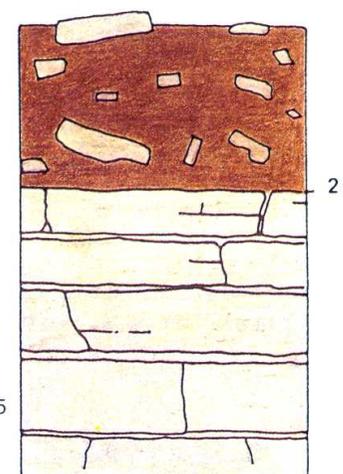
"Petite terre"  
graveleuse sur calcaire  
oolithique tendre  
G1

Type n° 26c



"Petite terre"  
sur calcaire récifal  
massif  
G1

Type n° 24



"Petite terre"  
à caractère  
marneux  
( sur calcaire marneux )  
G1

## 24. Sols développés dans les alluvions mio-pliocènes

Très hautes terrasses ! Situées aujourd'hui à des altitudes de **+ 70 à +100 m** au-dessus des vallées actuelles de la Cure et de l'Yonne.

Dans ces alluvions très anciennes n'est demeuré que ce qui est **siliceux** (quartz, chailles) ou silicaté (très altéré)

Éléments à l'évidence **allochtones** (venant du Morvan, proche) : gravillons de quartz (2-10 mm) ; cailloux de "Lias silicifié"

Éléments plutôt autochtones ou **sub-autochtones** : chailles du Jurassique

Ces alluvions occupent une sorte de **poljé** (plaine des paysages karstiques) s'étendant entre des buttes de calcaire récifal pentues et aux sommets arrondis : les "**buttes rondes**".

Les sols sont très appauvris en surface (limoneux, sableux, ) mais très argileux avec des couleurs vives en profondeur (ocre jaune vif, rouges).

\* minéralogie : kaolinite, goethite, hématite... FT = FL

\* micromorphologie : papules argileux = fantômes de feldspaths totalement altérés ?  
ULTISOLS des américains ?

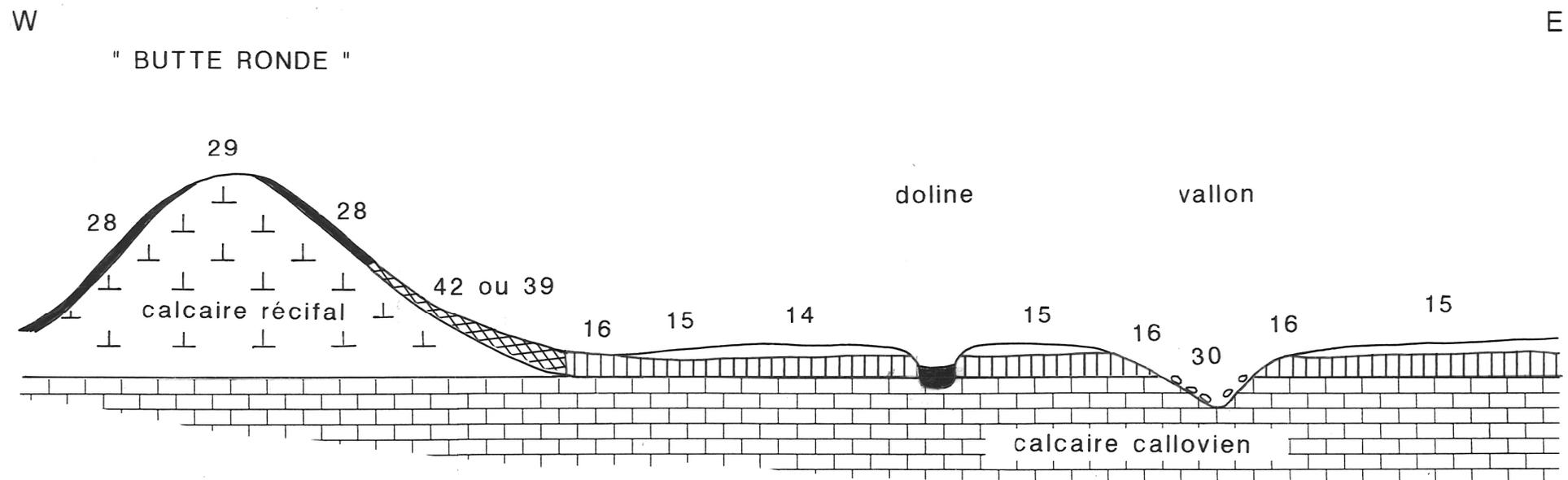


Figure 9 : Répartition des sols dans le secteur de Montillot et Bois d'Arcy  
( alluvions anciennes mio - pliocènes et " buttes rondes " )

### **3. Les SOLS des VERSANTS**

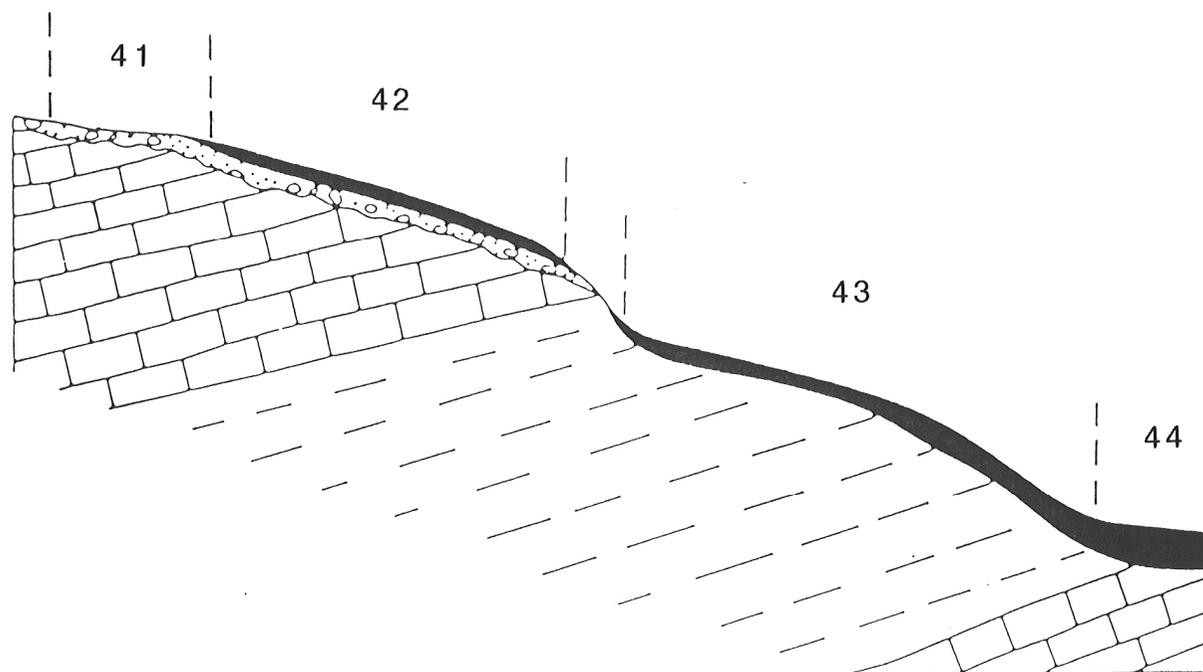
#### **31. des formations de pentes (Chablisien – Auxerrois - Tonnerrois)**

**Dispositifs des vignobles de Chablis, des coteaux de l'Auxerrois et du Tonnerrois et de l'aire d'appellation "Champagne" du sud de l'Aube.**

**Car bien exposés au SE, au sud et au SW.**



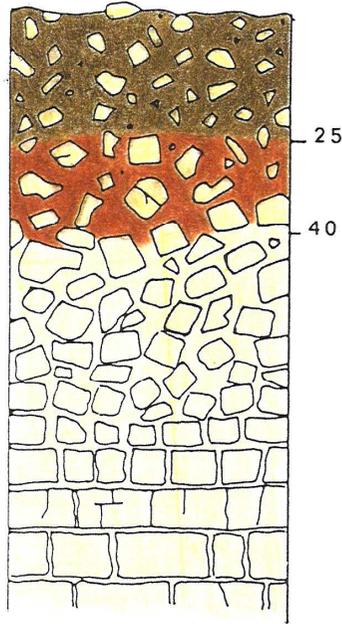
Les calcaires du Barrois en Chablisien – des bancs en place (à gauche) vers une pierraille grossière (à droite)



- 41 - Sols des hauts de versants sur calcaires portlandiens disloqués
- 42 - Sols des versants sur F.P. limono caillouteuse
- 43 - Sols des versants à substrat marneux ( marnes du Kimméridgien )
- 44 - Sols des bas de versants

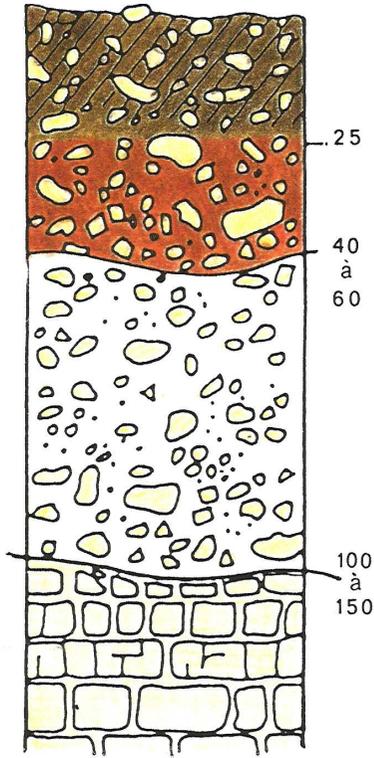
Figure 14 : Toposéquence des sols argilo - caillouteux sur formations de pente ( Chablisien,Auxerrois oriental et Tonnerrois )

Type n° 41



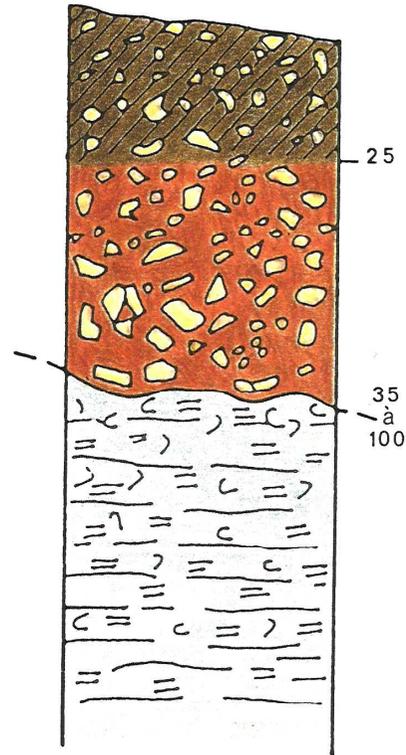
Sols des hauts de versants  
sur calcaires durs  
disloqués

Type n° 42



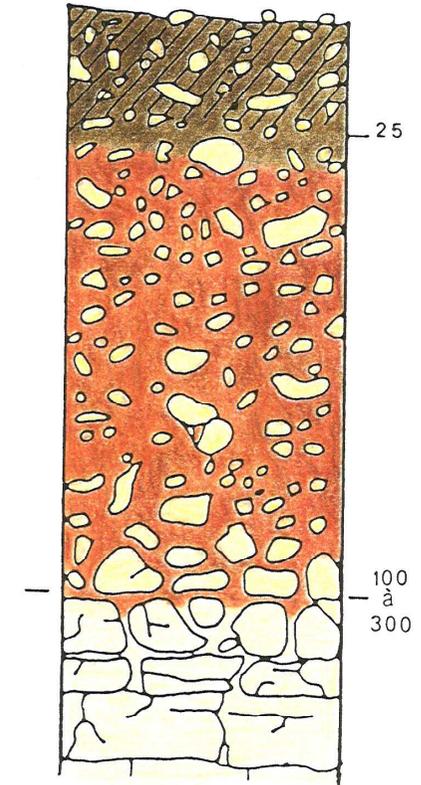
Sols des versants sur F.P.  
limono-caillouteuses

Type n° 43



Sols des versants  
à substrat marneux  
( Kimméridgien )

Type n° 44



Sols des bas de versants  
(ici à substrat de calcaire dur)

**SOLS ARGILO-CAILLOTEUX SUR  
FORMATIONS DE PENTES**



**Le vignoble de Chablis – les grands versants bien exposés liés aux marnes du Kimméridgien**

## 32. sols issus des formations de pentes limono-graveleuses et sols développés dans les éboulis cryoclastiques = grèzes litées (ou non)

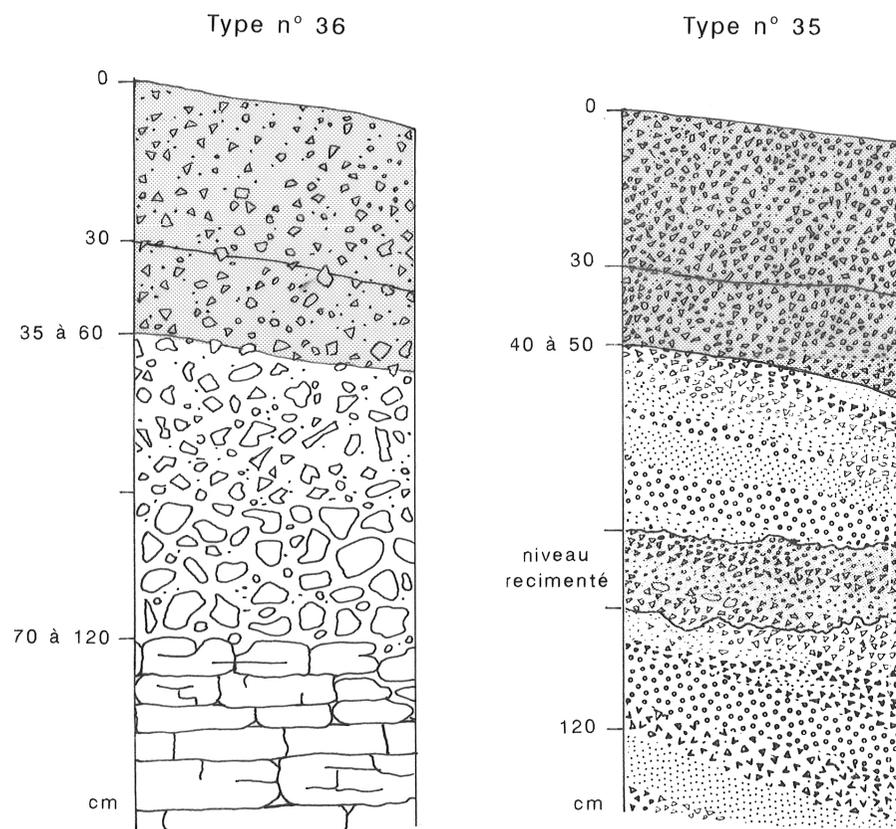


Figure 13 : Comparaison entre les " sols graveleux , meubles", des F.P. issues du calcaire de Tonnerre ( à gauche ) et les véritables " Terres d'arène " calcaire ( à droite )

### **33. sols issus de marnes**

**marnes = plus de 50 % d'argile +  $\text{CO}_3\text{Ca}$           roche "tendre"**

**pédogenèse = décarbonatation progressive → résidu argileux**

**sols issus de marnes = argileux, collants, peu perméables, peu caillouteux, blanchâtres, grisâtres**



**Les marnes du Kimméridgien – près de Chablis (coupe artificielle)**

# Les **PLATEAUX CALCAIRES** de **BASSE-BOURGOGNE** (Yonne)

SOURCES des INFORMATIONS = carto à 1/50.000

## **1. FACTEURS de la PÉDOGENÈSE :**

MATÉRIAUX PARENTAUX

ROCHES

FORMATIONS SUPERFICIELLES

AUTRES

RELIEF

ACTIONS du PALÉO-CLIMAT

ACTIONS DE L'HOMME

VÉGÉTATION

POSITION DANS LE PAYSAGE

GRILLE d'ANALYSE pour les SOLS

IMPORTANCE de la COMPOSITION des INSOLUBLES  
des CALCAIRES

SCHEMA du RÔLE des FACIÈS

## **2. LES SOLS DES PLATEAUX**

21. Toposéquence des "terres d'Aubues"

les 4 "séries de sols"

disposition en coupe                      en carte

Propriétés particulières du matériau "Aubues" – structure  
/ aération

22. Sols issus d'argiles à chailles

23. Les "petites terres"

24. Sols développés dans les alluvions mio-pliocènes

## **3. LES SOLS DES VERSANTS**

31. des formations de pentes (Chablisien)

32. sols issus des formations de pentes limono-graveleuses et  
sols développés dans des éboulis cryoclastiques

33. sols issus de marnes