

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
74, rue de la Fédération - 75-PARIS-15<sup>e</sup> - Tél. 783 94-00  
DIRECTION DU SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
B.P. 818 - 45-Orléans-La Source - Tél. 66-06-60

# POUR UNE SYNTHÈSE DU PERMIEN EN FRANCE

R. FEYS - CH. GREBER

Propositions pour un programme de recherches



Département Géologie  
45 - Orléans-La Source  
B.P. 818 - Tél. 66-06-60

**70 SGN 038 GEO**

Janvier 1970

RESUME

Données générales sur le Permien. Rappel des notions classiques. Essai de synthèse stratigraphique du Permien à la lumière des travaux récents en stratigraphie et paléontologie.

Classification et description sommaire des divers bassins permien français.

Propositions de programme de recherches.

AVANT PROPOS

En septembre 1965, nous avons présenté, au symposium de Pise sur le Verrucano, une brève synthèse du Permien en France. Dans cette note rédigée à l'intention de nos confrères étrangers, il était surtout question des régions où le "Permien" affleure et où il peut être observé dans de bonnes conditions.

Dès 1967, l'étude du Permien était inscrite au programme du département Géologie du B.R.G.M. Mais d'autres travaux plus urgents nous ont contraints à sacrifier le sujet, qui a été reconduit au programme de 1968.

Depuis 1965 les connaissances sur le Permien se sont considérablement accrues. Des découvertes de fossiles, des comparaisons avec d'autres régions en ont affiné la stratigraphie. Des sondages pétroliers, des reconnaissances du C.E.A. ont apporté de nouvelles observations. Au sein du B.R.G.M., M. LILLE (1968) a étudié la sédimentologie du bassin de Brive, et M. CACHAU-HERREILLAT (1965) les minéralisations cuprifères dans celui de Saint-Affrique.

Il nous semble utile de faire maintenant le point sur la question du Permien ; au moins à titre provisoire, car nous constaterons dans nos conclusions que des études restent nécessaires avant de pouvoir entreprendre une synthèse générale.

SOMMAIRE

	<u>PAGES</u>
AVANT-PROPOS .....	3
I . DONNEES SYNTHETIQUES	
LE PROBLEME STRATIGRAPHIQUE .....	9
STRATIGRAPHIE GENERALE DU PERMIEN .....	11
PALEONTOLOGIE DU PERMIEN CONTINENTAL .....	14
Autunien .....	14
Saxonien .....	15
Thuringien .....	17
LES LIMITES DU PERMIEN ET DE SES SUBDIVISIONS .....	20
Limite inférieure de l'Autunien .....	20
Limite autuno-saxoniennne .....	21
Limite du Saxonien et du Thuringien .....	23
Limite du Permien et du Trias .....	24
VULCANOLOGIE DU PERMIEN .....	27
METALLOGENIE DU PERMIEN .....	29
LES DIFFERENTS TYPES DE PERMIEN EN FRANCE .....	30
II. LE PERMIEN DANS LES DIFFERENTES REGIONS DE FRANCE	
1.- NORMANDIE .....	35
2.- ZONE CENTRALE DU BASSIN DE PARIS .....	37
3.- LORRAINE .....	39
4.- VOSGES .....	41

5.- JURA, BRESSE ET FRANCHE-COMTE .....	45
6.- MASSIF CENTRAL .....	47
7.- ALPES .....	51
8.- MAURES ET ESTEREL - CORSE .....	55
9.- MERCANTOUR - DOME DU BARROT .....	57
10.- BASSINS PERMIENS DU SUD-OUEST .....	58
III . CONCLUSIONS .....	67
Bibliographie .....	73

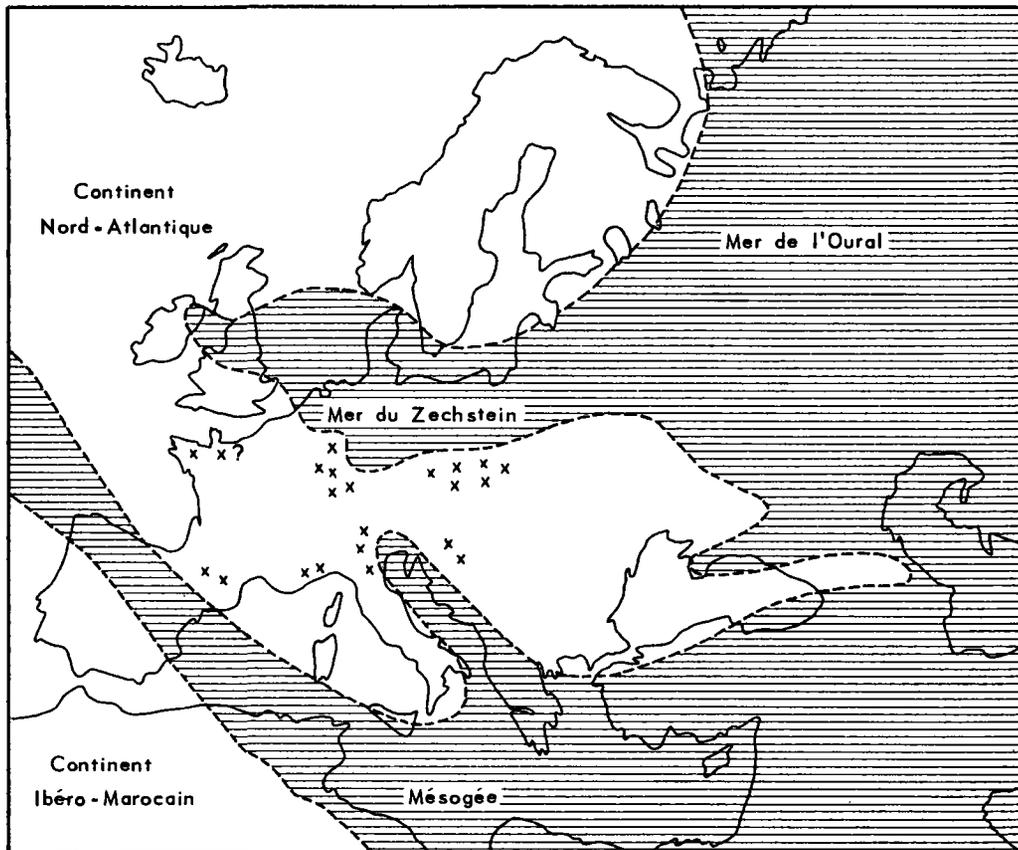
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

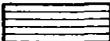
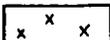
		<u>PAGES</u>
Fig.1	L'Europe permienne : la mer du Zechstein et les principaux centres éruptifs .....	8
Fig.2	Tableau de corrélation des étages permo-carbonifères en Europe .....	13
Fig.3	Coupe générale du Permien en Europe .....	26
Fig.4	Carte schématique du Permien en France .....	34
Fig.5	Faciès du Permien dans les forages du bassin de Paris .....	37
Fig.6	La limite septentrionale du bassin houiller de Lorraine .....	40
Fig.7	Le Permien d'Autun .....	48 bis
Fig.8	Changements de faciès dans le Permien du bassin d'Autun .....	48 ter
Fig.9	Le Permien de Decize .....	50 bis
Fig.10	Tableau stratigraphique du Permien intra-alpin .....	54
Fig.11	Stratigraphie du Carbonifère et du Permien à Briançon et Roche-Château .....	54 bis
Fig.12	Comparaison du Permien de Brive, Rodez, Saint-Affrique et Lodève .....	58 bis
Fig.13	Coupe géologique du bassin permien de Lodève .....	64

I

DONNEES GENERALES





-  Terres émergées = Permien continental
-  Permien marin ou épicontinental
-  Principaux centres éruptifs du Permien

### L'EUROPE PERMIENNE

Fig. 1 - La mer du Zechstein et les principaux centres éruptifs

## LE PROBLEME STRATIGRAPHIQUE

=====

Pour aboutir à des reconstitutions paléogéographiques valables, il nous faudra d'abord préciser la stratigraphie du Permien, et avant tout définir ce qui se rapporte à cet étage. En effet des travaux récents ont remis en question ou précisé des notions naguère encore classiques. C'est que si la stratigraphie des étages marins est relativement simple à établir grâce à l'étude comparative des faunes, il n'en va pas de même dans le domaine continental où l'on manque de données paléontologiques, ce qui est malheureusement le cas pour le Permien en France. De plus les faciès varient très rapidement, comme il est normal pour ce type de formations continentales, et il faut manier avec prudence les arguments que l'on peut tirer de leur interprétation.

Pour établir des subdivisions dans le Permien français, la méthode la plus intéressante nous paraît être l'observation des discordances vraies ; notre principal repère sera la phase saalienne qui correspond aux premiers mouvements de surrection de l'Dural et surtout, en Europe centrale et occidentale, à une très grande discordance. On sait qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle WERNER l'utilisait déjà pour séparer ses terrains de transitions (Ubergangsgebirge), sédimentaires et plissés, et sa série plus récente (Flotzgebirge), ordinairement horizontale ; en somme ce que nous appelons maintenant Ere primaire et Ere secondaire.

C'est donc une limite paléogéographique et tectonique très importante. Ensuite l'époque permienne nous apparaît comme la fin du monde hercynien. C'est la période de comblement, d'arasement, qui précède les transgressions marines du Secondaire. C'est aussi une période de détente pendant laquelle certains accidents vont servir d'exutoire à d'importantes extrusions volcaniques. La phase palatine se borne à achever l'orogénèse hercynienne en Europe ; mais à l'E, c'est la surrection définitive de l'Oural, et la jonction de l'Europe à l'Asie.

Le Permien voit aussi la fin d'un certain type de végétation, et l'affirmation des vertébrés aériens. Il s'agit bien d'une période de transition, et c'est à juste titre que le Permien marque la fin des temps paléozoïques. Mais comme pour toutes les périodes transitoires, il est difficile d'en définir avec rigueur les limites et d'introduire des subdivisions dans un phénomène continu.

Nous nous limitons ici à l'Europe occidentale, car en Asie, Australie et Afrique nous nous trouverions en face de séries permienne continentales qui diffèrent des nôtres par leurs faciès et leurs fossiles (séries de "Gondwana", flore à Glossopteris), et on n'a pas encore pu établir de corrélations précises.

STRATIGRAPHIE GENERALE DU PERMIEN

=====

La conception classique a été de subdiviser le Permien marin de Russie en trois termes en face desquels devaient se ranger, comme allant de soi, les deux ou trois termes du Permien, essentiellement continental, d'Europe centrale et occidentale :

	RUSSIE	ALLEMAGNE	FRANCE
PERMIEN = DYAS	Kazanien	Thuringien (Zechstein)	
	Koungourien	Rotliegende	Oberrotliegende Saxonien
	Artinskien		Unterrotliegende Autunien

C A R B O N I F E R E

En France, la transgression thuringienne n'ayant pas atteint notre pays, sauf peut être dans le N des Vosges, on a distingué seulement l'Autunien et le Saxonien, d'après des différences de faciès. Le terme de Saxonien recouvrant implicitement un équivalent continental du Thuringien, il aurait été plus logique de parler de "Saxono-Thuringien". De récentes découvertes ont d'ailleurs permis d'y dater paléontologiquement le Thuringien continental.

Des travaux récents, russes et allemands, ont modifié sensiblement cette stratigraphie : le Permien marin russe a été subdivisé en 5 biozones, fondées sur la succession des microfaunes. Sa partie inférieure a été rattachée au Carbonifère. La coupure entre le Permien (sensu stricto) et le Carbonifère est marquée par la disparition des Schwagerines et des Pseudo-schwagerines, et par l'apparition des Parafusulines.

De même, dans le domaine continental, JONGMANS et PRUVOST (1950) ont de leur côté proposé de considérer l'Autunien comme un Carbonifère terminal, et de rattacher l'ensemble au Pennsylvanien. Nous verrons que la paléontologie justifie en une certaine mesure cette façon de voir, qui facilite les corrélations avec le Paléozoïque nord-américain.

Enfin, grâce à la comparaison des microflores, il a été possible de corrélérer exactement certaines séries marines et continentales. C'est ainsi que l'Autunien correspondrait à l'Assélien, le Thuringien aux Kazanien et Koungourien.

Le tableau schématique ci-après fait le point.

Tableau de corrélation des étages permo-carbonifères en Europe

	FRANCE et EUROPE OCCIDENTALE	EUROPE CENTRALE	RUSSIE zone côtière                      haute mer	
	(SAXONO-THURINGIEN) SAXONIEN  détritique ou volcano-sédimentaire	ZECHSTEIN ( : THURINGIEN) marin, transgressif  OBERROTLIEGENDE volcano-sédimentaire  <i>(limite tectonique)</i>	KAZANIEN KOUNGOURIEN  ARTINSKIEN + SAKMARIEN    ARTINSKIEN (anhydrite et dolomies)                      SAKMARIEN	zone à Parafusulines PERMIEN (sensu-stricto)
	discordance Saalienne		<i>(limite paléontologique)</i>	
PENNSYLVANIEN	AUTUNIEN  soit directement sur socle, soit en continuité avec  ↓ STEPHANIEN SUP.  <i>(d'après Jongmans et Pruvost 1950)</i>	UNTERROTLIEGENDE  soit directement sur socle, soit en continuité avec  ↓ OBERSTEFAN  <i>(d'après Remy et Havlena 1961)</i>	ASSELIEN  zone à Schwagerines et Pseudoschwagerines	CARBONIFERE

Fig. 2

PALEONTOLOGIE DU PERMIEN CONTINENTAL  
=====

Autunien : La faune et la flore de l'Autunien ne diffèrent pas essentiellement de celles du Carbonifère. De nombreux groupes ou espèces sont communs aux deux, ainsi les Cordaïtales, les Calamariales, Sphénophyllales.

Des espèces stéphaniennes persistent longtemps ; c'est le cas des Pecopteris cyatheoïdes ou du genre Callipteridium par exemple.

Cependant des plantes qui permettent de caractériser paléontologiquement l'Autunien apparaissent. Il s'agit du genre Callipteris, avec comme espèce principale :

Callipteris conferta - Sternberg

On assiste également à la prolifération de coniférales dont la plus répandue est Lebachia piniformis - Schlotheim.

Quelques végétaux annoncent déjà la végétation mésozoïque: Ginkgoites, Baiera, Ginkgophyllum.

On peut faire des constatations analogues en micropaléobotanique : persistance de formes stéphaniennes, ainsi que d'autres communes à tout le Carbonifère, apparition et prolifération de pollens bisaccates, (pollen muni de deux ballonets aérifères) se rattachant aux coniférales, ce qui donne à la microflore son caractère particulier.

La macroflore et la microflore de l'Autunien ont donné lieu à d'importantes monographies et il n'est pas possible ici d'en

donner la liste complète. Ce qui importe c'est :

1°) le caractère encore carbonifère de la flore

2°) la présence d'espèces caractéristiques de l'Autunien.

Ainsi quand on a, comme c'est souvent le cas dans les bassins intrahercyniens, superposition et passage continu du Stéphanien à l'Autunien, l'apparition de Callipteris permet sinon de mettre une limite, du moins d'affirmer que l'on est bien dans l'Autunien.

Les faunes, poissons, amphibiens (Amblypterus) ne présentent pas le même intérêt stratigraphique.

Il faut signaler enfin une estherie caractéristique : Estheria tenella - Jordan, rencontrée dans bien des bassins autuniens et qui peut être considérée comme un bon fossile.

Saxonien : Les terrains que l'on rapporte au Saxonien n'ont fourni jusqu'à présent que très peu de fossiles. Cette pauvreté a certainement fait beaucoup pour accréditer dans l'esprit de certains géologues l'idée d'un désert permien.

Il est plus probable que les sédiments détritiques grossiers sont peu aptes à la conservation et que le milieu oxydant lié à la coloration rouge ait eu pour effet de faire disparaître rapidement les organismes animaux ou végétaux. Il n'est pas rare d'observer dans ces séries de grossiers débris, troncs ou tiges malheureusement indéterminables ; et comme à Lodève par exemple, l'abondance de traces d'animaux sur certaines dalles de la série rouge sont la preuve d'une vie qui dément l'existence d'un désert.

On peut d'ailleurs citer quelques découvertes de plantes en France et dans les régions limitrophes.

Schuster (1908) a signalé dans le Palatinat :

Callipteris conferta

Strachannularia

divers Pecopteris

Sphenophyllum

Geib (1950) a trouvé dans l'Oberrotliegende de la région de Sarre-Nahe :

Callipteris conferta

Walchia

J. Doubinger (1956) cite d'après des échantillons conservés au musée des Mines de la Sarre, provenant de l'assise de Wadern :

Annularia spicata

Dicksonites beyrichi

Dicksonites leptophylla

Pecopteris sp.

Callipteris sp. (voisin de conferta)

Vetter a trouvé dans le Permien rouge de Carmaux un Pecopteris analogue à celui cité par J. Doubinger.

Les couches rouges de Lodève ont fourni de nombreuses Walchia, (dans la Série de transition) ainsi que :

Brongniartites salicifolius (Fich.) Zal.

Odontopteris rossica - Zal.

(espèce du Permien russe)

M. Prouhet a déposé dans les collections du B.R.G.M. une grande empreinte de Callipteris conferta provenant des grès rouges de Saint-Affrique.

On peut également trouver de nombreuses Walchia dans un niveau de grès avec indices de cuivre intercalés dans les grès rouges de la Série III de Saint-Affrique.

Lienhardt (1962) signale Estheria tenella dans le "Saxonien" des sondages de la région de Lons le Saulnier.

Enfin, il faut faire une mention spéciale de la flore trouvée dans les Pyrénées par Dalloni (1938), déterminée par P. Bertrand et P. Corsin, et qui comprend :

Odontopteris rossica - Zal.

Neuroganqalopteris

Psymphyllum mongolium

espèces angariennes qui posent un problème paléogéographique.

Mais d'après des travaux récents de l'école de Toulouse (C. Lucas - 1968) il se pourrait que cette flore ait été trouvée dans une série triasique.

La microflore décrite par J. Doubinger (1963) dans les couches de passage de l'Autunien et du Saxonien dans le bassin de Lodève est identique à celle trouvée dans l'Autunien.

En résumé, le peu de données paléontologiques que nous avons sur les couches rouges attribuées en France au Saxonien ou en Allemagne à l'Oberrotliegende ne permettent pas de caractériser cet étage. Toutes les formes qui ont été signalées sont semblables à celles de l'Autunien.

Thuringien : Bien que le Thuringien typique d'Allemagne soit essentiellement marin, en de nombreux endroits, une macroflore et une microflore y ont été trouvées en raison de la proximité

des côtes. C'est un fait important puisqu'il permet des corrélations entre les sédiments marins et les dépôts purement continentaux.

La flore est connue surtout dans le Thuringien inférieur et principalement dans les Kupferchiefer. Les mêmes espèces ont été trouvées en Thuringe, en Saxe, dans les régions rhénanes d'Allemagne. On les connaît également dans les Alpes autrichiennes, ainsi qu'en Grande Bretagne.

Les espèces les plus caractéristiques sont, pour la macroflore :

Callipteris martinsi - Germar

Sphenopteris Kukukiana - Gothan

Neocalamites mandfeldicus - Weigelt

Ces plantes ont encore des affinités autuniennes. Par contre, les coniférales, gynkgoales et cycadales abondent et donnent à la flore thuringienne un aspect caractéristique, annonçant en une certaine mesure les flores mésozoïques.

Les espèces les plus courantes sont :

Ullmannia bronni - Goeppert

Ullmannia frumentaria - (Schlotheim) Geoppert

Quadrocladus solmsi (Gothan et Nagothard (Nov.Comb)

Pseudovoltzia libeana (Geinitz) Florin

Quadrocladus orbiformis (Schweitzer)

Sphenobaiera digitata - (Brongniart) Florin

Pseudoctenis

Des espèces à affinités du permien russe ont été citées en Angleterre par Hilda M. M. Stonley (1958) avec :

Psymophyllum cuneifolium - Kutaga

Récemment H. U. Schweitzer (1968) a donné une vue d'ensemble de cette flore du Permien supérieur de l'Europe moyenne.

La microflore est tout aussi bien individualisée avec une grande abondance de formes de pollen à ballonnets (pollen de coniférales) portant souvent des stries (dissacates striati) très caractéristiques.

Les principaux genres sont :

Luckisporites, avec comme espèce courante : L. virkkiae  
Vittatina  
Alisporites  
Gigantosporites  
Klansipollinites  
etc.

o  
o o

Il est donc possible de dater paléontologiquement le Thuringien même dans ses faciès continentaux. Une application récente nous est fournie par H. Visscher (1968) qui a pu démontrer la présence de Thuringien certain dans l'Esterel (voir plus bas).

On peut supposer qu'une partie de ce qui est nommé en France Saxonien peut appartenir au Thuringien, et on peut espérer le démontrer un jour à la faveur de la découverte de microfossiles dans un faciès favorable à leur conservation.

-----

## LES LIMITES DU PERMIEN ET DE SES SUBDIVISIONS

=====

Les limites des séries marines n'ont pas à être discutées ici puisqu'elles sont fondées sur des biozones.

Bien que, comme nous l'avons vu, on ait actuellement tendance à exclure l'Autunien du Permien sensu-stricto, nous continuons ici à le ranger dans cet étage. Car s'il est vrai que de par sa position il continue le comblement de certains bassins stéphaniens, ce qui justifie sa réunion au Carbonifère sous le nom de Pennsylvanien, la paléogéographie nous montre que souvent aussi il est en relation étroite avec le Saxonien, auquel il sert souvent de substratum.

### A) LIMITE INFÉRIEURE DE L'AUTUNIEN

-----

Deux cas sont à envisager :

- a) L'Autunien succède en continuité au Stéphaniens. Dans ce cas la limite ne peut être que paléontologique, puisque l'Autunien présente souvent des faciès analogues à ceux du Stéphaniens supérieur ; et le passage se faisant de façon continue, il n'est pas possible de définir un épisode lithologique repère commun à tous les bassins. Dans la pratique, c'est l'apparition du genre Callipteris, accompagnée de la prolifération de coniférales du type Walchia qui indique que l'on est bien dans l'Autunien.

Du fait de la persistance d'espèces stéphaniennes dans l'Autunien, certains auteurs comme J. DOUBINGER (1956) en ont fait du Stéphanien, D. V. HAVLENA (1960) y voit un faciès particulier du Stéphanien. Nous ne pensons pas qu'il faille suivre ces auteurs. L'Autunien est un étage bien distinct, caractérisé par une flore qui lui est propre, et si sa limite inférieure est floue quand il surmonte en continuité un bassin où existe le Stéphanien supérieur, il montre cependant une certaine indépendance vis à vis de ce dernier : il peut "déborder" largement, avec une aire de sédimentation beaucoup plus importante : c'est par exemple le cas dans le bassin de Blanzay (FEYS et GREBER, 1956), dans le bassin de Decize (GRANGEON, FEYS, GREBER et LEFAVRAIS-RAYMOND, 1968).

b) l'Autunien repose directement sur un socle ancien, ou en discordance sur le Stéphanien.

Dans ce cas, il n'y a pas de problème. L'existence de bassins autuniens indépendants confirme l'individualité de cet étage.

## B) LIMITE AUTUND-SAXONNIENNE

-----

Comme pour la limite inférieure de l'Autunien, deux cas sont à envisager :

a) "Saxonien" en continuité avec l'Autunien. On fait généralement appel à des critères de changement de faciès, en particulier à la coloration des sédiments : le Saxonien est traditionnellement rouge, par opposition à l'Autunien généralement

gris ou noir. Ce critère semble commode, mais peut être une source d'erreurs quand il s'agit d'interpréter la stratigraphie de sondages qui n'ont pas été carottés de façon continue. C'est que les faciès rouges ne sont pas apparus partout en même temps à la fin du Paléozoïque (GREBER, 1966) ; on les connaît dès le Stéphanien supérieur dans le Massif central, dès le Stéphanien inférieur en Sarre-Lorraine, dès le Westphalien supérieur dans la Ruhr ; et dans bien des cas on observe entre l'Autunien et les faciès rouges francs qui le surmontent une zone de passage où alternent faciès gris et faciès rouges (Lodève par exemple).

Un autre caractère du Saxonien est la fréquence des venues éruptives. La paléontologie n'est que d'un faible secours, car les espèces rencontrées dans les terrains rouges rapportés au Saxonien sont connues dès l'Autunien.

Il est actuellement impossible de caractériser le Saxonien par des fossiles. On peut même se demander si parfois tout ou partie des terrains rouges ne représenteraient pas une simple subdivision de l'Autunien.

b) Existence d'une discontinuité. Le Saxonien peut parfois reposer soit directement sur un socle ancien, soit en discordance sur l'Autunien ou le Stéphanien ; il peut alors raviner fortement les séries sous-jacentes.

Cette discordance est due à une phase orogénique hercynienne tardive : la phase saalienne, qui n'a d'ailleurs pas eu la même intensité dans toutes les régions.

D) LIMITE DU SAXONIEN ET DU THURINGIEN

-----

Dans les régions atteintes par la transgression thuringienne et la mer du Zechstein (voir fig. 1), les limites sont nettes et faciles à définir. En Allemagne, la limite saxono-thuringienne est représentée par le Zechsteinconglomerat, lui même surmonté par les Kupferschiefer. La série thuringienne se termine par des évaporites, elles mêmes surmontées par le Buntsandstein du Trias germanique.

En France, on ne connaît qu'une timide avancée de la mer du Zechstein à Weiler, près de Wissembourg, où un banc de dolomie vient délimiter nettement le Permien du Trias (FORCHE, 1935).

Mais dans les régions qui n'ont pas été atteintes par la mer du Zechstein, il peut y avoir des difficultés à tracer une limite nette entre le Permien et le Trias.

Rappelons cependant que l'on connaît la flore continentale thuringienne, et qu'une telle flore vient d'être trouvée en France dans l'Esterel (H. VISSCHER, 1968). On peut donc logiquement penser qu'une partie de ce que l'on a jusqu'ici nommé "Saxonien" peut représenter un faciès purement continental du Thuringien.

## E) LIMITE DU PERMIEN ET DU TRIAS

-----

Cette limite est loin d'être toujours évidente. Elle a donné lieu à maints débats, et on a eu recours suivant les endroits à des critères de différentes sortes.

Dans les Vosges, elle est bien visible, selon J. PERRIAUX (1961), grâce à une disparité de faciès : les conglomérats et grès permien sont constitués par de gros éléments non usés, anguleux, avec un ciment de couleur rouge-brique, parfois dolomitique. Les grès triasiques, eux, sont de couleur plus pâle, plus homogènes et de grain plus fin.

RICOUR (1960) et LIENHARDT (1962) font appel à de subtiles variations dans les teintes rouges qui traduisent des variations du coefficient d'oxydo-réduction (rapport  $Fe^{III}/Fe^{II}$ ).

YAPAUDJIAN (1961) s'appuie sur certains caractères chimiques : teneur en carbonate plus forte pour les grès permien. Cet auteur utilise aussi les minéraux lourds pour différencier Permien et Trias dans le bassin de Paris : il y a d'importantes différences dans les rapports numériques Tourmaline / Zircon et Anatase / Rutile + Brookite. Dans le Permien du bassin sarro-lorrain, l'étude des minéraux lourds montre une coupure à l'intérieur de l'assise de Kreuznach. Le sommet de cette assise pourrait correspondre soit au Buntsandstein inférieur, soit au Thuringien.

EN RESUME, pour subdiviser le Permien continental on a été obligé de faire appel à des phénomènes très divers, et de valeurs différentes. Ce peuvent être des changements de faciès, l'apparition de venues éruptives, des différences chimiques ou sédimentologiques, des évènements tectoniques.

Comme nous l'avons vu, la paléontologie ne permet de caractériser dans le domaine continental que deux termes extrêmes : l'Autunien et le Thuringien ; et souvent l'absence de fossiles laisse une grande marge d'indétermination.

Cette diversité dans les critères d'appréciation est due aux conditions paléogéographiques qui régnaient en Europe pendant le Permien :

- arasement d'une Cordillère,
- rajeunissements locaux,
- "inondation" autunienne,
- volcanisme,
- comblement de bassins circonscrits,
- changements de climats locaux,
- transgressions marines, etc.

Aussi les relations entre les assises peuvent elles être très différentes suivant les régions. C'est ce que tente d'exprimer le diagramme ci-après, où sont représentés divers modes de succession des assises du Permien, depuis le domaine marin jusqu'au domaine purement continental ; c'est une coupe idéale d'E en W, de la Russie à la France en passant par l'Europe moyenne (fig. 3; ci-après).

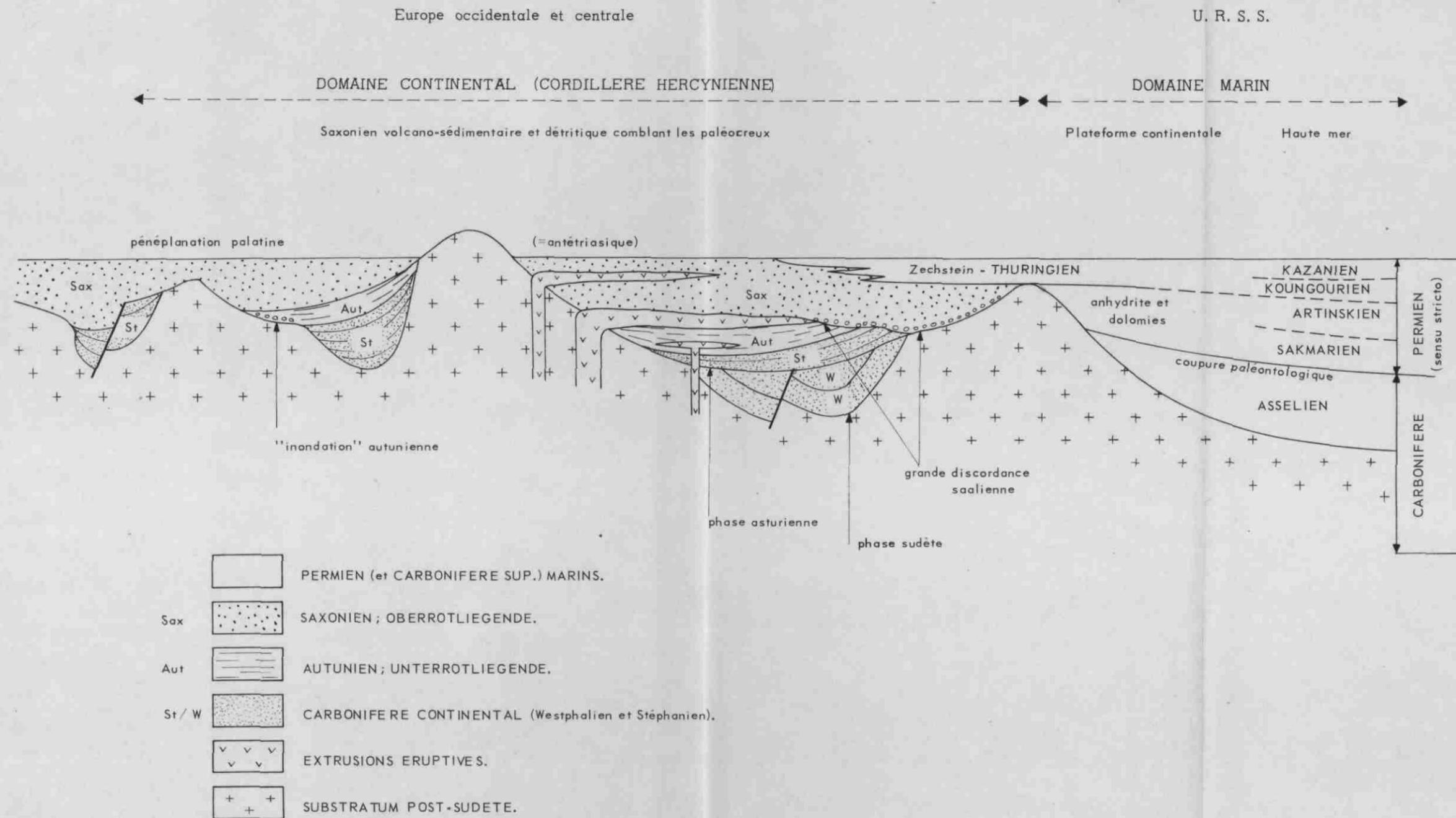


Fig. 3 - COUPE GENERALE DU PERMIEN EN EUROPE

VULCANOLOGIE DU PERMIEN  
=====

Au Saxonien, certaines régions ont été le siège d'une activité volcanique intense qui, selon GUERRIER et PRUVOST (1965) traduirait la période de détente qui a suivi l'orogénèse saalien-ne. Ces régions sont la Lorraine, les Vosges, les Alpes, le Massif des Maures et de l'Esterel, les Pyrénées.

Dans le bassin de Paris, les indices de volcanisme saxonien sont moins évidents. Ils se réduisent à un affleurement de roche éruptive très altérée à Plessis dans le bassin de Carentan, et à des rhyolites, basaltes et tufs recoupés par sondages dans la région de Doullens (A. BOURDZ, 1959), qui peuvent être d'âge stéphano-permien, mais aussi plus anciens.

Peut être faut-il aussi rapporter au volcanisme permien certains niveaux pélitiques rouges comme ceux du Dôme de Barrot ? P. BORDET (1950) a mis en évidence une analogie de composition chimique entre les pélitites du Dôme de Barrot et des roches similaires qui, dans l'Esterel, sont encadrées par des coulées volcaniques.

La même question peut se poser pour certains niveaux riches en albite du Lodévois et de la région de Saint-Affrique. En Lorraine et dans les Vosges (Villé, Albé), certains niveaux pélitiques ou conglomératiques sont certainement liés à un volca-

nisme, très spectaculaire dans le Palatinat où les célèbres Grenzläger totalisent 800 m d'épaisseur.

o  
o        o

Il faut remonter au Carbonifère inférieur pour retrouver une activité plutonienne aussi importante, dans des régions qui ne coïncident d'ailleurs pas avec celles du volcanisme saxonien. L'histoire de l'orogénèse hercynienne se trouve ainsi encadrée par deux paroxysmes éruptifs.

Mais il serait faux de penser que le Carbonifère et l'Autunien soient une période de calme absolu. Si les tonsteins du N de la France et de Lorraine sont bien des cinérites (BOUROZ, 1966), ce seraient les témoins d'importantes éruptions de caractère explosif ayant disséminé des cendres sur de vastes surfaces ; on ne connaît cependant pas pour l'instant les cheminées d'où seraient venues ces projections. On connaît dans le Stéphanien des épanchements éruptifs comme la "pierre carrée" de Langeac. Enfin l'Autunien du Morvan contient lui aussi des indices de volcanisme ; des cinérites y ont été découvertes, en un seul point à Blanzzy, il est vrai (COLLOMB et FEYS, 1964).

## MÉTALLOGÉNIE DU PERMIEN

=====

Notre propos n'est pas d'étudier la métallogénie du Permien, mais seulement de préparer un cadre géologique pour une enquête sur cette importante métallogénie.

On connaît en effet l'importance économique des Kupferschiefer du Zechstein. L'origine des métaux de ce niveau cuprifère synsédimentaire est probablement à rechercher dans un lessivage des roches éruptives du Saxonien (voir à ce sujet CACHAU-HERILLAT et SCOLARI 1965).

Quoique la mer du Zechstein ne semble pas avoir atteint notre territoire et que la formation des schistes cuprifères y soit inconnue, on sait que le Permien contient en France de nombreux indices de cuivre. Récemment CABY (1964, 1968) a remarqué que le Néopermien des Alpes occidentales, riche en venues éruptives, contient une minéralisation diffuse en cuivre.

Rappelons encore les multiples filons de barytine du Permien de Lodève, et l'uranium de plusieurs bassins permien français ; cet uranium semble lié pour certains auteurs à des processus organo-chimiques plus qu'à la présence de roches éruptives, et en particulier à des changements de climat et de conditions de sédimentation en rapport avec le problème des faciès rouges. Ce problème est encore discuté.

## LES DIFFERENTS TYPES DE PERMIEN EN FRANCE

-----

On peut distinguer différents types de Permien, soit d'après leur nature pétrographique, soit d'après les relations avec le substratum.

### CLASSIFICATION PETROGRAPHIQUE .....

#### 1° - Permien détritique

- a) détritique grossier : formation gréseuse, arkosique et conglomératique, généralement mal litée, à stratification entrecroisée.
  
- b) détritique fin : alternance de bancs de grès fins et de pélites, en bancs réguliers, avec parfois des épisodes chimiques (bancs dolomitiques).

#### 2° - Permien volcano-sédimentaire

- a) présence de coulées éruptives (porphyrites, porphyres quartzifères, mélaphyres, andésites, dolérites, etc), avec intercalation de tufs ou de conglomérats à éléments de roches éruptives.

- b) pas de coulées ni de venues éruptives bien individualisées, mais présence de galets éruptifs ou encore de pélites riches en éléments pyroclastiques et pouvant provenir de tufs remaniés ("tuffites" au sens allemand).

CLASSIFICATION PALEOGEOGRAPHIQUE  
.....

- 1° - Permien détritique de pénéplaine : il repose sur le socle ancien et comble des paléocreux.
- 2° - Permien de bassin : c'est l'ultime phase de comblement de bassins paléozoïques intra-hercyniens. L'Autunien peut alors être en continuité avec le Stéphanien sous-jacent. C'est cette relation entre bassins carbonifères et permien qui faisait écrire à DELAFOND (1920) que la recherche de nouveaux bassins houillers devait se faire en profondeur sous les terrains permien reconnus.

Le premier type affleure en bordure des massifs anciens ; il a souvent été reconnu par des sondages. Le deuxième constitue des bassins circonscrits à l'intérieur des massifs anciens.

Ces distinctions ne sont pas rigoureuses, et il existe des combinaisons de ces différents types. Ainsi on peut passer du type grossier au type pélitique ; il peut aussi y

avoir combinaison de roches détritiques et de roches éruptives. Nous le constaterons en passant en revue le Permien en France.

Remarquons encore que nous ne voyons en affleurement qu'une faible partie du Permien. Pratiquement, nous ne connaissons bien que celui qui borde les massifs hercyniens, et celui des bassins permo-carbonifères intra-hercyniens. Nous tiendrons compte dans ce qui va suivre des renseignements fournis par des sondages profonds qui nous ont montré la grande extension de cet étage sous le Mésozoïque.

II

LE PERMIEN DANS LES DIVERSES REGIONS

DE LA FRANCE

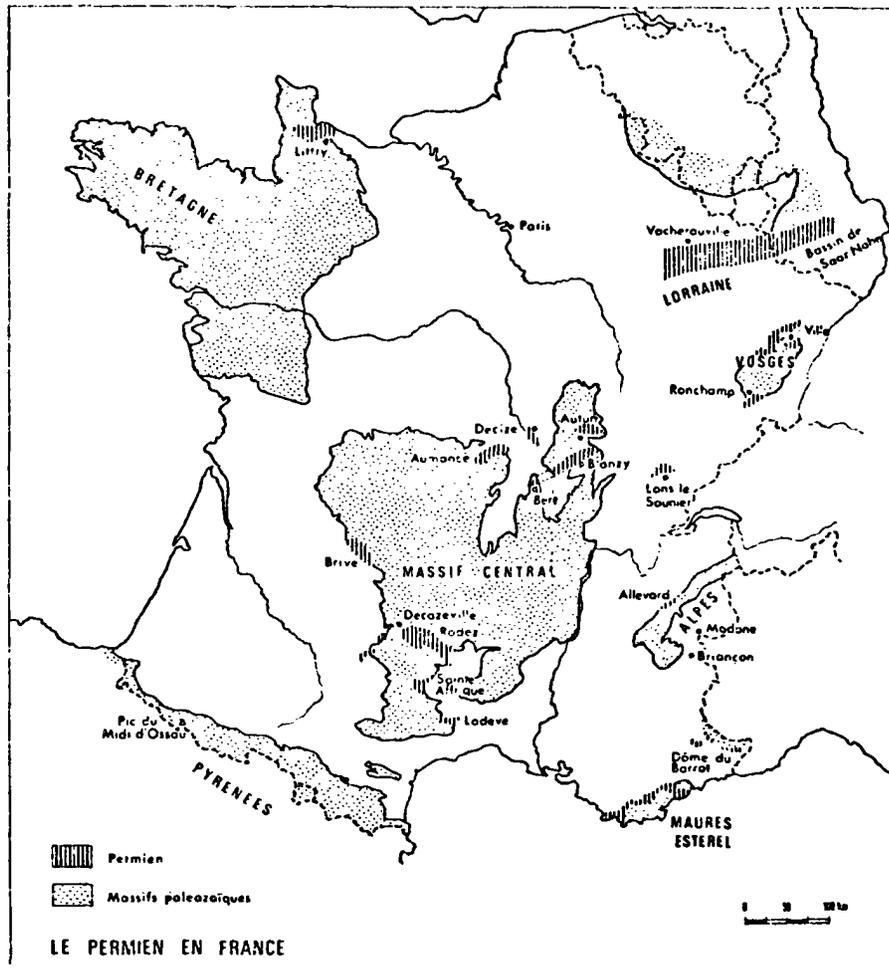


Fig. 4 - Carte schématique du Permien en France

## I. NORMANDIE

-----

Le bassin de Plessis-Littry a été étudié par C. PAREYN (1954). Le Houiller est ici surmonté par une série bariolée avec nombreux lits calcaires, datée de l'Autunien par une faune à Estheria tenella, Anthracomya carbonaria, et qui est en parfaite concordance avec la série stéphanienne. Le passage de l'une à l'autre se fait par l'intermédiaire d'une assise où s'imbriquent des faciès rouges et noirs. Nous aurions ici un équivalent de la série de passage (assise du Ponsard) qui a été défini dans la zone centrale du bassin de Blanzky, et que nous rapportons au Stéphanien supérieur.

Cet Autunien n'affleure pas ; il n'est connu que par les sondages miniers. Quant au Saxonien, il est absent, et c'est à tort que la carte géologique (feuille de Saint-Lô) indique de larges affleurements de Permien : les séries argileuses rouges et grises en question ont pu être datées paléontologiquement (C. PAREYN et C. LARSONNEUR, 1960) ; elles ont fourni une faune de Gastéropodes, Lamellibranches, Ostracodes (Darwinula), Poissons (Semionotus), et une flore à Chara, Classopolis (pollen de Gymnosperme), qui permettent d'attribuer ces séries argileuses bariolées au Keuper supérieur. Les cailloutis classiquement attribués au Trias sont vraisemblablement quaternaires.

Y a-t-il eu dans la région un volcanisme permien ?  
Derrière les ruines du château de Plessis, existe un pointement de roches éruptives dont les rapports avec les affleurements de Paléozoïque sont mal connus. La roche est très altérée, et seule une étude chimique permettrait de mieux la définir.

## 2. ZONE CENTRALE DU BASSIN DE PARIS

---

Dans le bassin de Paris, le Permien a été recoupé par des sondages profonds. On peut y distinguer plusieurs types dont la distribution est schématisée comme ci-dessous par M.J. LIENHARDT (1961) :

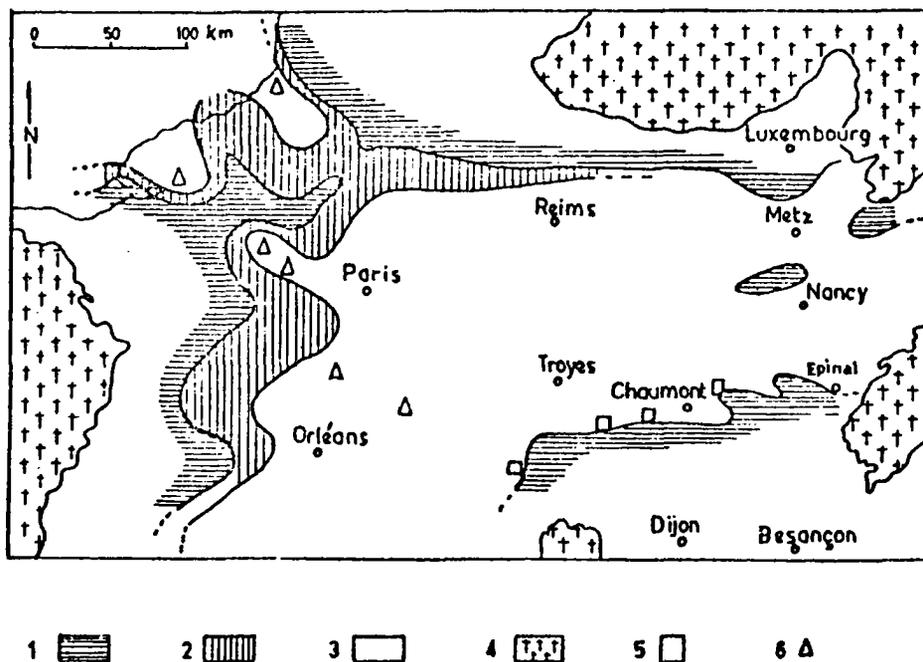


Fig. 5 - Faciès du Permien dans les forages du bassin de Paris

- |   |   |
|---|---|
| 1 — Permien absent.                             | 4 — Affleurements des terrains primaires.         |
| 2 — Faciès ocre, à nodules calcaires abondants. | 5 — Faciès permien type : avec arkoses à la base. |
| 3 — Faciès Permien type : pélites vermiculées.  | 6 — Faciès permien type : avec brèches à la base. |

- un Permien épais, du type détritique, grossier à la base avec des conglomérats, des brèches et des arkoses ; fin au sommet avec des argilites et des pelites rouge-brique.

- un Permien peu épais, constitué par des argiles et des marnes de couleur jaune-ocre, à nodules calcaires. On peut penser que ce faciès correspondrait aux anciens sols qui couvraient le continent après l'orogénèse saalienne, les nodules seraient des concrétions pédogénétiques ?

Le Permien épais est disposé dans des fosses séparées par des hauts-fonds. On retrouve dans la structure du socle anté-permien des directions, varisques à l'E, armoricaines à l'W.

-oOo-

Dans l'Indre, l'Indre-et-Loire, le Cher et le Loir-et-Cher, des sondages récents ont trouvé un Permien épais, et découvert un bassin stéphanien surmonté d'Autunien concordant. (S. SAPIN, 1967). Le passage du Stéphanien à l'Autunien se fait de façon progressive par l'intermédiaire d'une assise mixte dont la description pétrographique n'est pas sans rappeler à la lecture l'assise des Varioux qui joue un rôle analogue dans la région de Decize.

-oOo-

Enfin, dans la Somme et le Pas de Calais, des sondages profonds ont rencontré des coulées d'andésites peut-être permienues (A. BOURDZ, 1959). Il s'agirait donc de Permien volcano-sédimentaire, ce qui le rapprocherait de celui de la Lorraine et des Vosges.

### 3. LORRAINE

-----

Le grand bassin permien de Saar-Nahe se prolonge souterrainement en Lorraine. L'Autunien succède ici en continuité à l'assise stéphanienne d'Ottweiler, tout en étant, toutefois, transgressif vers le N.

Le Saxonien, par contre, est discordant, et appartient au type volcano-sédimentaire. On y a distingué 4 assises, à savoir, de haut en bas :

- 4°) assise de Kreuznach - gréseuse et pélitique ;
- 3°) assise de Wadern - conglomérat à éléments volcaniques ;
- 2°) assise de Sötern - essentiellement volcanique ;
- 1°) assise de Tholey - conglomératique.

Les découvertes des récents sondages profonds ont permis à R. GUERRIER et P. PRUVOST (1965) de souligner l'importance de la phase orogénique saalienne dans cette région, et le rôle des failles anté-permiennes dans la répartition des sédiments et des venues éruptives. La coupe ci-après, reproduite d'après ces auteurs, montre les rapports des différentes assises et l'importance de la discontinuité entre les séries autuno-stéphanienues et saxoniennes.

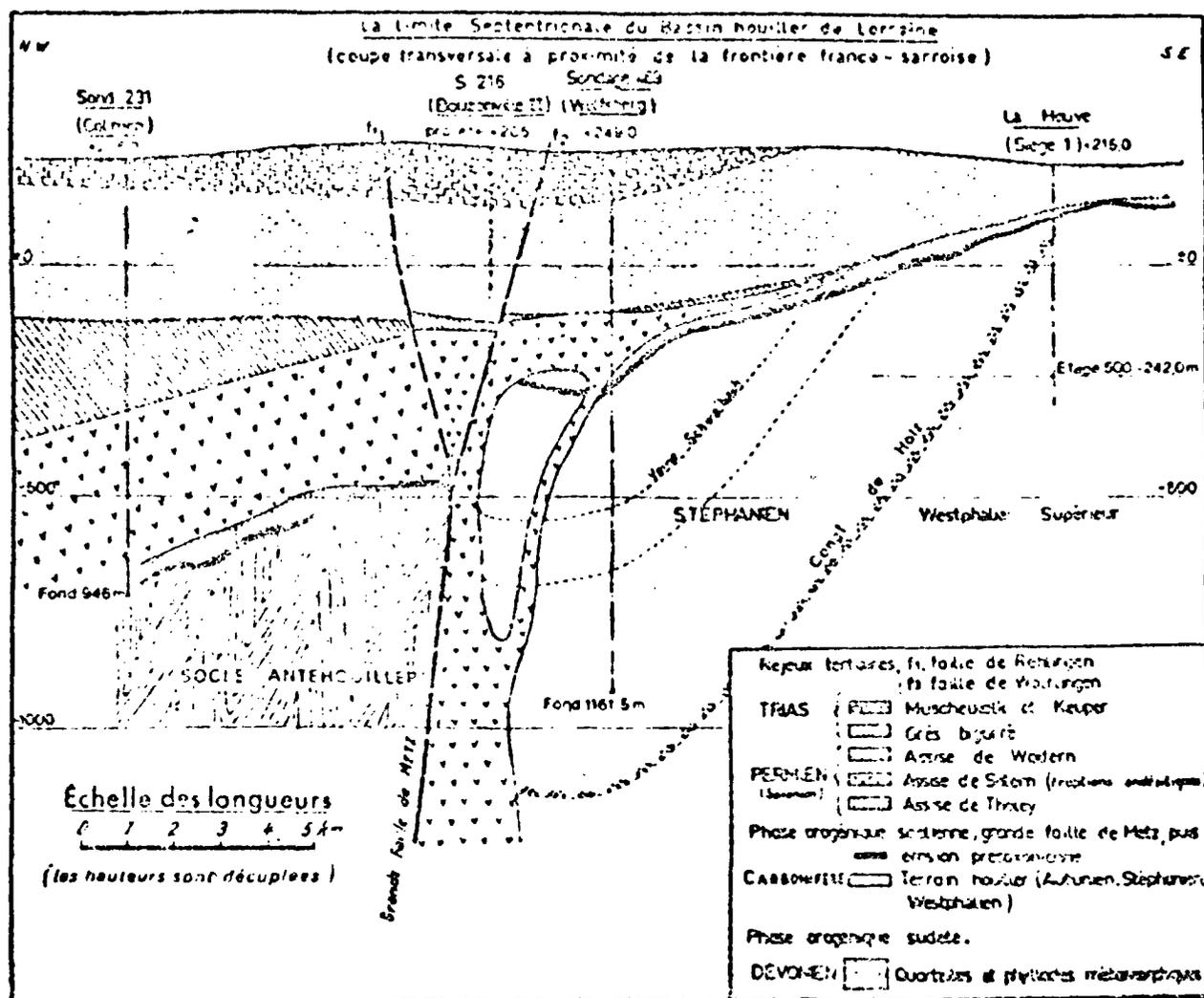


Fig. 6 - La limite septentrionale du bassin houiller de Lorraine

#### 4. VOSGES

-----

Le Permien affleure très largement dans les Vosges. Il participe pour une bonne part à la constitution des Vosges gréseuses ; il se présente aussi sous forme de bassins circonscrits au sein des Vosges cristallines ; dans ce cas il n'est pas sans analogies avec des bassins de subsidence ayant déjà fonctionné au Carbonifère. Il est truffé d'importantes manifestations éruptives. Il n'est pas possible d'en parler de façon trop schématique en le rapportant à un des types définis plus haut. En fait, tous sont représentés, avec plus ou moins grande prédominance d'un d'entre eux, suivant les points observés.

##### Au S (Bassin de Ronchamp)

Le Permien rouge est en relation avec un bassin houiller stéphanien, mais il est largement transgressif sur le Dévon-Dinantien vers le N en direction de Giromagny. Constitué par des pélites et des grès rouges, il s'apparenterait au type "Permien épais" du bassin de Paris.

Au N de Ronchamp, à 5 km environ à l'E de Plombières-les-bains, les affleurements du Val d'Ajol sont intéressants

du point de vue stratigraphique. Selon VELAIN (1885), la série comprend à la base des pélites associées à des venues andésitiques, et contenant des restes de végétaux silicifiés. La silicification est sans doute liée à la présence des roches éruptives. MONGEOT (1852) a décrit ces végétaux. Par la suite, RENAULT (in VELAIN, 1885), a déterminé un certain nombre d'espèces parmi lesquelles on peut retenir :

Pecopteris cyathea

Sphenophyllum angustifolium

Callipteris conferta

Calamites gigas

rameaux et feuilles de Cordaïtes

Ces pélites fossilifères sont surmontées par des grès rouges. On peut se demander s'il s'agit ici de Saxonien ou d'Autunien. Les espèces citées sont autuniennes mais, comme nous l'avons vu, nous ne connaissons pas d'espèces caractéristiques du Saxonien.

Ces assises sont recoupées par un puissant filon de quartz oligistifère, dans lequel on a signalé des indices de barytine et de fluorine.

Des "grès rouges" sont connus aussi dans le secteur de Guebwiller.

Plus au N (Bassin de Villé-Albé)

Il s'agit d'un Permien venant combler une fosse de subsidence carbonifère. LAUBACHER et VON ELLER (1966) y ont distingué 4 assises, qui sont, de bas en haut :

- a) assise d'Albé - Assise détritique grise avec un certain nombre de bancs calcaires ou calcaro-dolomitiques. Datée de l'Autunien par une flore à Callipteris et Walchia.
- b) assise de Triembach - Transgressive vers le N, elle comprend notamment des conglomérats à galets de rhyolite et des sédiments rubéfiés. Il n'y a plus de sédimentation chimique. La macroflore lui confère également un âge autunien.
- c) assise de Maisenbuckel - Essentiellement volcano-sédimentaire.
- d) assise de Kohlbächel - Détritique, conglomératique à la base, arkosique au sommet avec entre ces deux termes un passage dolomitique d'une dizaine de mètres.

A l'W (Bassin de Saint-Dié)

Le Permien affleure de Bruyères à Nideck en passant par Saint-Dié, Senone et le Donon. Il est formé essentielle-

ment de grès argileux rouges assez grossiers, et comble des paléocreux ; aussi son épaisseur est elle très variable.

Il est souvent imprégné de dolomie, surtout au sommet, ce qui permet de différencier les grès permien de ceux du Trias, selon PERRIAUX (1961).

Ces grès grossiers, mal classés, dont les éléments détritiques (quartz et feldspaths) sont peu altérés, ont du subir un transport très court et se déposer rapidement. Ils résulteraient de l'épandage, presque sur place, de produits de démantèlement des derniers reliefs de la chaîne hercynienne ainsi que des appareils volcaniques du Permien.

Ce Permien est traversé de filons éruptifs et comprend des coulées andésitiques interstratifiées. Ces roches éruptives se retrouvent parmi les éléments de certains conglomérats.

#### Au N des Vosges

Dans la région de Werler près de Wissembourg apparait une dolomie que l'on attribue au Zechstein par continuité avec ce que l'on connait dans le Palatinat.

5. JURA, BRESSE et FRANCHE-COMTE  
-----

Le Permien affleure seulement dans le massif de la Serre, où l'on connaît un Saxonien grésopélimitique discordant sur un Autunien daté par une flore à Callipteris.

Ailleurs, le Permien nous est connu par des sondages pétroliers et les sondages du B.R.G.M. dans la région de Lons-le-Saulnier. Seuls ces derniers ont été carottés de façon continue. G. LIENHARDT (1962) en a donné une étude très détaillée : dans la région de Lons-le-Saulnier il n'y a pas d'Autunien, mais un Saxonien puissant repose en discordance sur le Stéphanien. Il est essentiellement détritique, composé d'arkoses, de pélites et de conglomérats avec des nodules carbonatés ou de la dolomie diffuse. G. LIENHARDT a remarqué que, bien qu'il soit impossible de faire entre les sondages des corrélations niveau par niveau à l'intérieur du Saxonien, on observe une succession régulière des couleurs, et ceci sur une large distribution horizontale. Quatre assises peuvent être définies par leur teinte dominante, à savoir de haut en bas :

assise Saumon clair  
assise Rouge (pélites)  
assise Rouge foncé  
assise Violette

Il faut noter la présence dans les pélites rouges de taches décolorées qui entourent des points noirs contenant 1% de Vanadium, ainsi que de la nickeline ( $Ni As^3$ ) et de la skuté-  
rudite ( $Co As^2$ ).

Dans les régions avoisinantes : Jura, Bresse, Bourgogne et Franche-Comté, l'interprétation des données, plus fragmentaires, des sondages pétroliers, permet de dresser un schéma paléogéographique provisoire : le Permien serait réparti dans une série de fosses ou de cuvettes séparées par des pointements ou des seuils cristallins qui relèveraient d'une tectonique hercynienne.

En résumé, dans ces régions, le Saxonien est uniquement sédimentaire-détritique, et présente de grandes ressemblances avec celui du bassin de Paris.

## 6. MASSIF CENTRAL

-----

Le Permien du Massif Central occupe des bassins restreints. Il est en relation avec d'anciens bassins limniques carbonifères. L'Autunien y succède en continuité au Stéphanien supérieur, mais l'aire de répartition de ces deux étages peut être différente. Après la phase saaliene, la sédimentation s'est arrêtée dans certains bassins. C'est le cas de celui d'Autun. D'autres ont été comblés au Permien sensu-stricto par des sédiments grossiers, généralement mal classés. Ceux de Blanzay et de Decize en sont de bons exemples, comme d'ailleurs ceux de Brive et de Rodez sur la bordure sud-ouest que nous verrons plus loin.

### Bassin d'Autun

- " C'est une cuvette dans le socle cristallin, longue
- " d'une trentaine de km, peu déformée par la tectonique.
- " Le Permien inférieur y est malheureusement mal visible
- " depuis l'arrêt des exploitations de schistes bitumi-
- " neux, mais il mérite une mention spéciale, car il a
- " fourni le type de l'étage Autunien.
- " Le terme Autunien a été créé en 1881 par MAYER-
- " EYMAR et 1893 par MUNIER-CHALMAS et De LAPPARENT pour
- " les "schistes bitumineux des environs d'Autun et les
- " couches correspondantes" leur équivalent marin étant
- " l'Artinskien (PRUVOST 1957). Ce bassin a été étudié
- " notamment par DELAFOND (1889), PRUVOST (1947) et
- " FALKE (1958).

" La succession stratigraphique, telle qu'elle  
" résulte de la révision de PRUVOST (1947) peut se  
" résumer comme suit : au dessus d'un Houiller  
" d'âge Stéphanien moyen, l'Autunien débute par un  
" conglomérat supportant 1.200 mètres de schistes  
" gris et noirs, renfermant encore du charbon à la  
" base, puis de nombreux bancs de schistes bitumi-  
" neux naguère exploités pour leur huile, parfois  
" du boghead à Pila bibractensis B. et R. Ce  
" boghead, décrit notamment par Ch. Eg. BERTRAND  
" (1892) a fait l'objet d'observations récentes de  
" M. WOLF (1966).

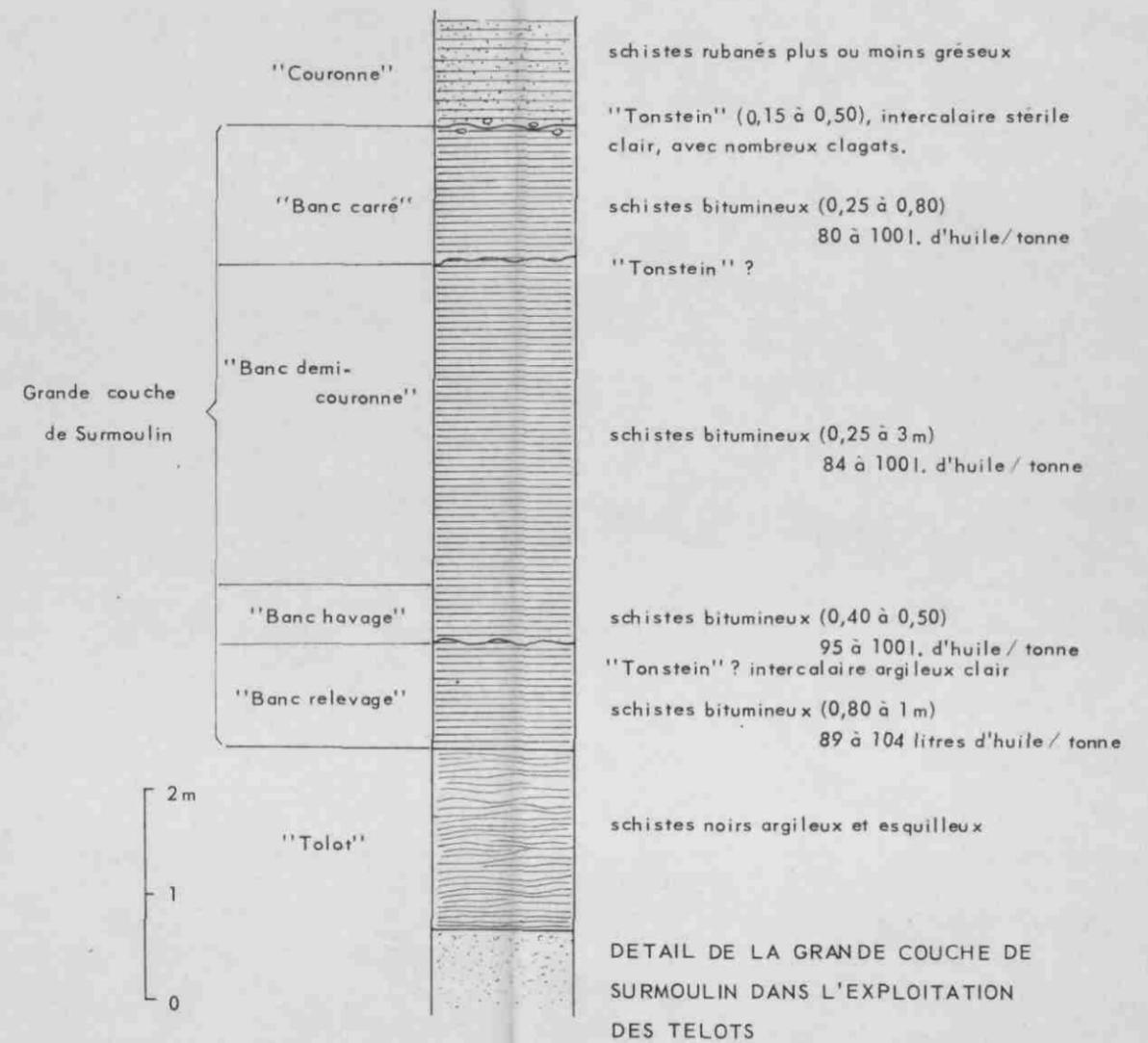
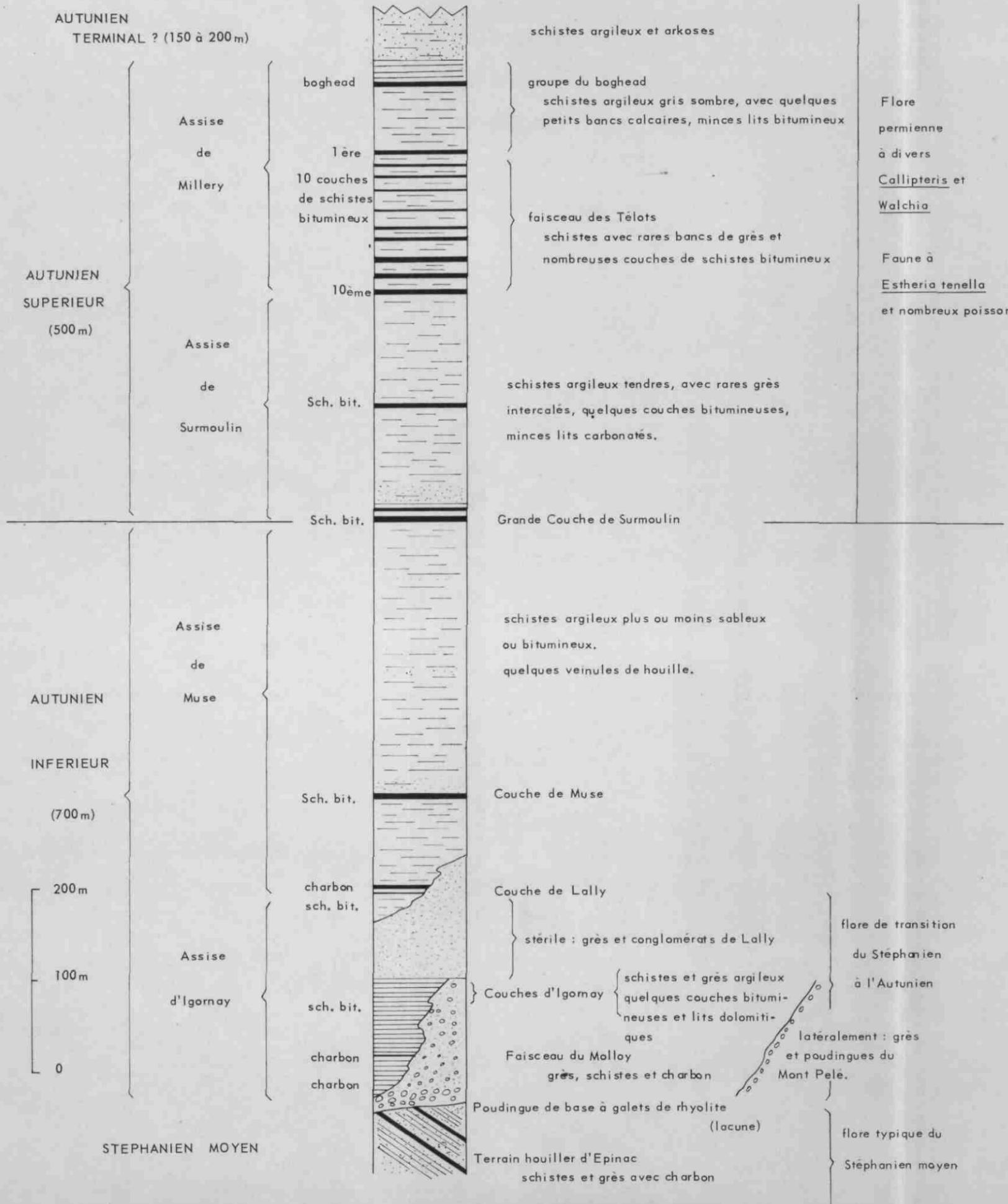
" A la base, ces couches renferment une flore  
" de transition dans laquelle des formes permien-  
" nes sont associées à des formes stéphanien-  
" nes survivantes. Mais 50 mètres plus haut, la flore  
" est purement permienne avec diverses espèces de  
" Callipteris et Walchia, et voisine avec toutes  
" sortes de restes animaux, parmi lesquels on obser-  
" ve Estheria tenella, Branchiosaurus, Stégocéphales  
" et nombreux poissons Paléoniscides.

" La série permienne d'Autun se termine par  
" quelques dizaines de mètres au maximum de schistes  
" et grès plus ou moins coloriés en rouge, mal  
" caractérisés, assimilés au Saxonien par les an-  
" ciens auteurs - à tort, car il s'agit plutôt  
" d'Autunien terminal (FALKE et FEYS, 1966).

" Si, dans le bassin d'Autun même, la base de  
" l'Autunien est nettement indiquée par le conglomérat  
" qui surmonte, avec lacune, le Stéphanien moyen, dans  
" d'autres bassins il peut y avoir passage continu  
" de l'un à l'autre étage, et cette limite est alors  
" impossible à reconnaître avec précision ; on doit se  
" contenter de reconnaître l'existence d'une "zone  
" ambiguë", d'une "zone intermédiaire" épaisse de  
" plusieurs centaines de mètres...

Bassin de Blanzv

" Un peu au SW d'Autun, c'est une grande dépres-  
" sion allongée du SW au NE sur une centaine de km,  
" encaissée dans des granites et des gneiss, à rem-  
" plissage de Stéphanien et de Permien, affectée  
" par une tectonique violente (FEYS et GREBER, 1958).

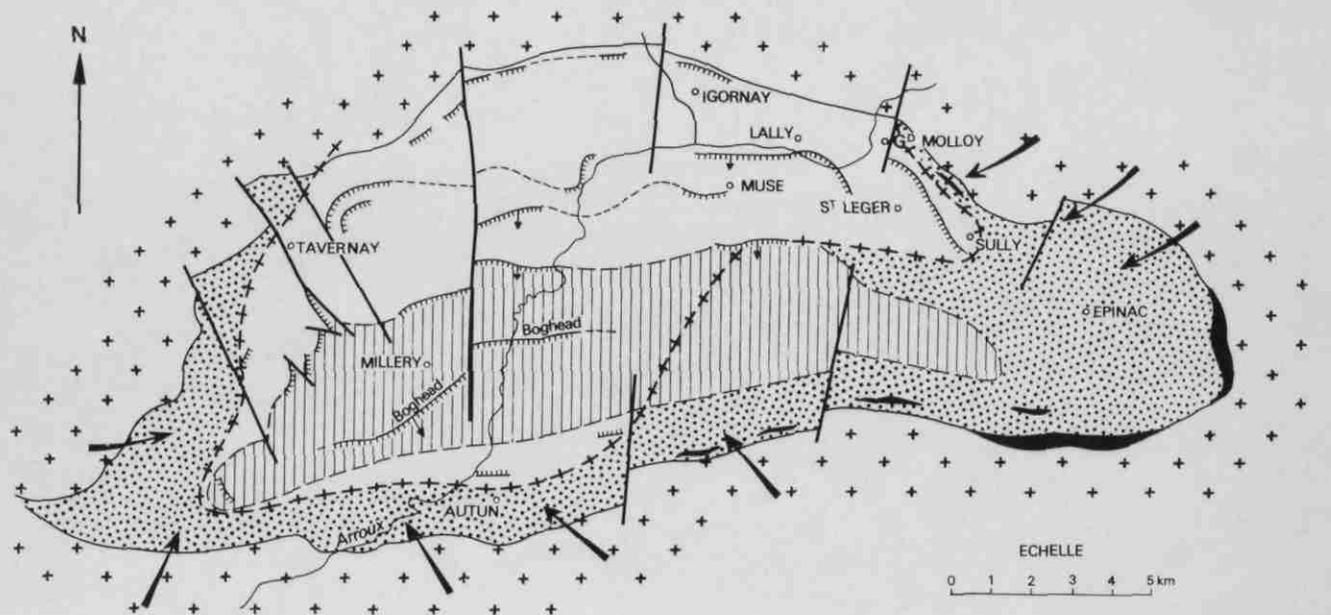


LE PERMIEN D'AUTUN

# CHANGEMENTS DE FACIES DANS LE BASSIN D'AUTUN

## Carte géologique schématique

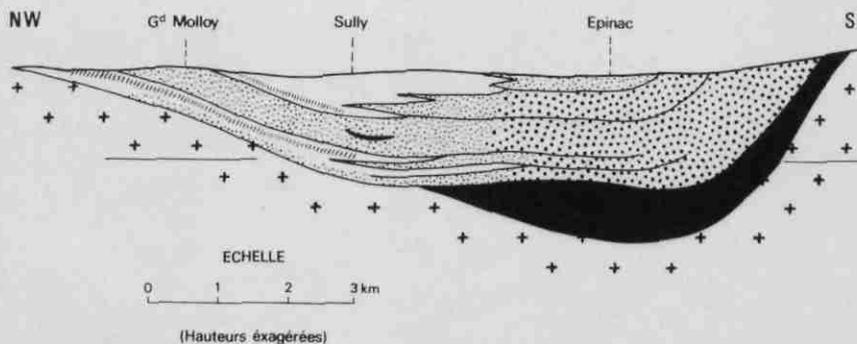
(Inspiré de P. PRUVOST)



### LEGENDE

- |  |   |  |                         |  |   |
|--|---|--|-------------------------|--|---|
|  | Autunien supérieur                                |  | Stéphanien              |  | Affleurement de schistes bitumineux               |
|  | Autunien   faciès schistes bitumineux             |  | Socle anté-Stéphanien   |  | Affleurement charbonneux                          |
|  | inférieur   faciès littoral, conglomérats et grès |  | Direction de comblement |  | Limite de l'aire du dépôt des schistes bitumineux |

## Coupe transversale dans la partie orientale du bassin d'Autun-Epinac



### LEGENDE

- |  |          |  |      |  |              |  |                     |
|--|----------|--|------|--|--------------|--|---------------------|
|  | Schistes |  | Grès |  | Conglomérats |  | Schistes bitumineux |
|--|----------|--|------|--|--------------|--|---------------------|

" Ici, l'Autunien à schistes bitumineux succède  
" en continuité au Houiller exploité. On y a ré-  
" comment trouvé des indices de volcanisme (COLLOMB  
" et FEYS, 1964). Mais par suite d'un déplacement  
" dans le temps de l'aire de sédimentation, l'Au-  
" tunien déborde les limites du bassin carbonifère  
" vers le SW, et repose directement sur le socle  
" cristallin à Bert, où il contient du charbon.

" Au contraire du bassin d'Autun, les grès  
" rouges sont ici bien caractérisés et très dévelop-  
" pés. Discordants et largement transgressifs, on  
" sait, grâce aux sondages, que leur épaisseur peut  
" localement dépasser 1.000 mètres.

Bassin de l'Aumance

" Ici l'Autunien, largement transgressif sur  
" le granite et le Carbonifère sous-jacent, ren-  
" ferme une série houillère productive, associée  
" à des schistes bitumineux (BOUGNERES, 1961).

Bassin de Decize

" Il s'agit d'un gisement houiller d'âge Sté-  
" phanien moyen, apparaissant en horst au milieu  
" du Mésozoïque du bassin de Paris. De nombreux  
" sondages effectués alentour ces dernières  
" années ont permis d'obtenir des informations  
" détaillées sur le Permien de cette région  
" (FEYS et GREBER, 1956 ; GRANGEON, FEYS, GREBER  
" et LEFAVRAIS-RAYMOND, 1968).

" Ici encore, l'Autunien, quand il succède nor-  
" malement au Stéphaniien, ne peut en être séparé  
" d'une façon plus précise que par l'intermédiaire  
" d'une "série ambiguë", épaisse d'environ 500 m.  
" Mais il peut aussi déborder l'aire de sédimentation  
" stéphaniienne, et reposer alors directement sur le  
" socle, par l'intermédiaire de son propre conglomé-  
" rat de base, ce dernier en tous points semblable  
" au conglomérat de base du Houiller.

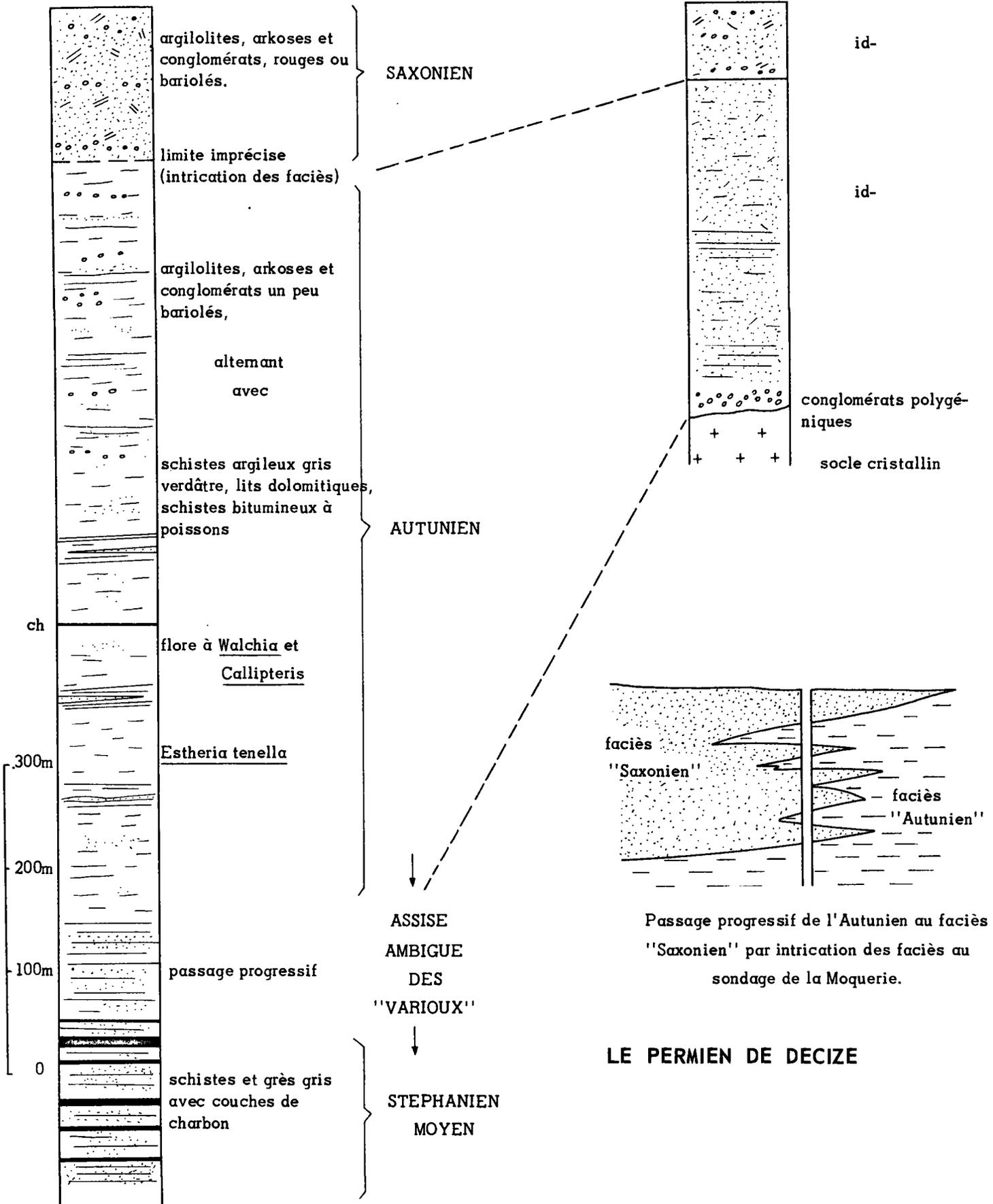
" Cet Autunien est constitué par des pélites ou  
" argilolites plus ou moins gréseuses, soit franche-  
" ment vertes ou bariolées soit gris verdâtre, des  
" schistes argileux de même teinte, des schistes  
" noirs bitumineux pétris d'écailles et épines de  
" poissons, coprolithes et débris animaux de toutes  
" sortes, des bancs carbonatés, des grès, arkoses  
" et conglomérats. D'une façon générale, les tein-  
" tes sont plus vives et plus claires vers le som-  
" met, plus ternes et plus sombres à la base. Il  
" s'y intercale parfois, surtout vers la base, des  
" schistes gréseux et grès gris, ressemblant beau-  
" coup à ceux du Stéphaniien, mais à reflets verdâ-  
" tres, et le plus souvent dépourvus de charbon.

" Tous ces terrains sont compacts, c'est à dire  
" que les alternances sédimentaires y sont le plus  
" souvent mal tranchées : schistes, grès et arkoses  
" y sont mélangés plutôt qu'alternés. La sédimenta-  
" tion en est floue, indécise, nuageuse. Leur épais-  
" seur peut atteindre un millier de mètres.

" Le Permien de Decize se termine par des grès  
" rouges, d'épaisseur irrégulière, nettement discor-  
" dants sur les termes antérieurs. On les attribue  
" au Saxonien. Il est souvent difficile de distin-  
" guer leurs affleurements de ceux de la base du  
" Trias.

1°) en continuité avec le Stéphaniens  
(sondages de Germancy, Ménotons, La Motte)

2°) directement sur le socle  
(sondages des Trois-Vèvre, du Bois de Thianges)



## 7. ALPES

-----

Il faut distinguer plusieurs domaines :

### 1°) la zone externe

où le Permien s'apparente à celui du Massif Central. Il s'agit de petits bassins permo carbonifères où il est possible, selon GIGNOUX et MORET (1948), de distinguer deux "Permiens". L'un "marche avec le Carbonifère, l'autre avec le Trias". Une discordance les sépare. LUGEON a proposé de nommer la phase tectonique responsable : phase allobrogiennne, équivalent évident de la saaliennne.

Il faut faire une mention spéciale pour les Grès d'Alleverd (dans le massif de Belledonne), formation détritiquue épaisse de 150 à 200 m, discordante sur le Stéphanien et concordante sous le Trias, datée par des Pseudovoltzia qui confirment leur attribution au Saxonien (TOBI, 1959).

### 2°) la zone "houillère" briançonnaise

comprend des séries permiennees dont la stratigraphie est délicate à établir en l'absence de fossiles. Il s'agit de formations du type volcano-sédimentaire, mais de caractères lithologiques très variables, traditionnellement désignées par le nom de Verrucano.

Le symposium de Pise sur le Verrucano a été l'occasion d'une mise au point (J. FABRE et R. FEYS, 1966) :

" Dans cet ensemble complexe on attribue au Permien,  
" sans preuves paléontologiques et pour des raisons de  
" faciès et de position, des séries détritiques, essen-  
" tiellement rouges et vertes, parfois puissantes, com-  
" prises entre le Carbonifère daté et le Trias. Ces  
" roches paraissent - du moins à première vue - trop  
" différentes des faciès classiques de la Cordillère  
" hercynienne de l'Europe moyenne pour qu'on puisse les  
" attribuer aux étages Autunien ou Saxonien. Il a paru  
" plus objectif et plus commode de distinguer ici un  
" Eopermien et un Néopermien (Ellenberger, 1958). Ces  
" termes, précisons le, représentent pour nous des en-  
" sembles lithologiques non datés par des fossiles, et  
" n'impliquent pas nécessairement l'attribution de ces  
" ensembles à l'Autunien, au Saxonien ou au Thuringien  
" de l'échelle stratigraphique.

" L'Eopermien correspond aux séries détritiques  
" succédant en concordance et continuité au Stéphanien  
" connu en Tarentaise (assise de Courchevel). Mais  
" c'est en Maurienne, et surtout dans le secteur de  
" Roche Château-Rochachille-Ponsonnière, qu'il atteint  
" son épaisseur et son développement maximal ; on y  
" note les premières manifestations éruptives, à  
" caractère acide ; celles ci vont prendre dans la  
" période suivante une grande importance.

" On peut en effet attribuer à la phase saalienn  
" les éruptions dacitiques de la Ponsonnière et du Guil  
" qu'il est désormais possible de mettre en parallèle ;  
" c'est probablement aussi à cette époque que se sont  
" mises en place les nombreuses roches intrusives dans  
" le Houiller briançonnais. Après cette phase saalien-  
" ne , dont l'importance ne doit pas être sous estimée,  
" les premiers dépôts néopermiens, alimentés par ces  
" coulées comme par l'érosion des reliefs nouvellement  
" créés, s'accumulent dans des cuvettes, en discordan-  
" ce sur les couches sous jacentes. Puis la pénépla-  
" nation s'achève, et les dernières coulées à carac-  
" tère acide desquelles proviennent les galets de

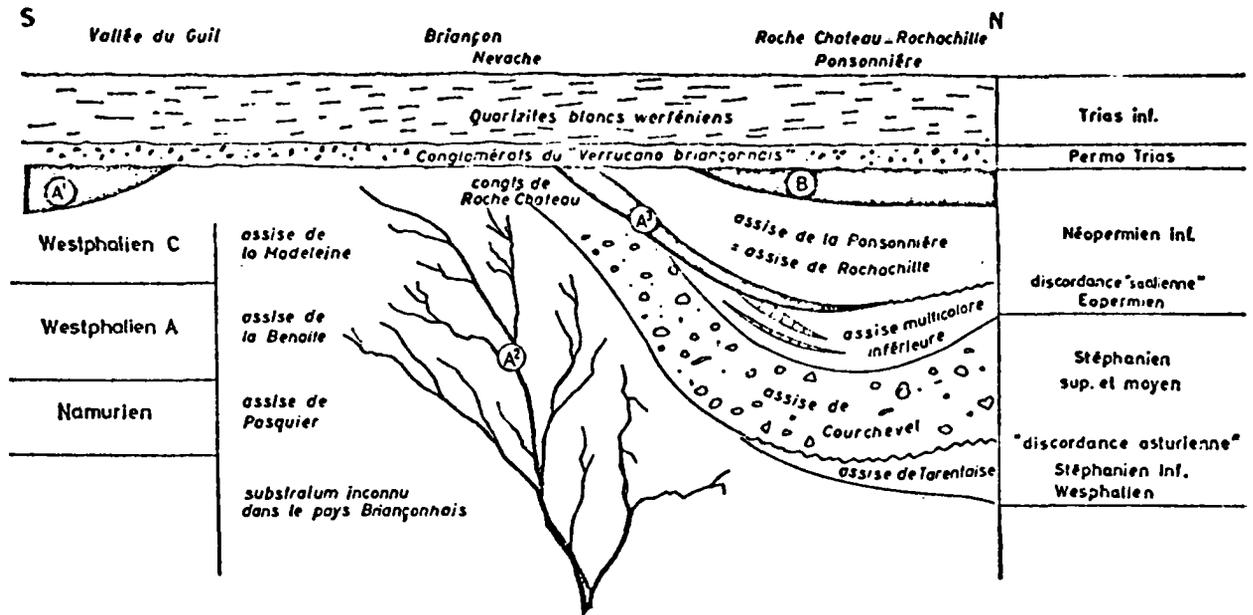
" liparite des conglomérats sus jacents ont dû  
" se répandre largement, beaucoup plus largement  
" que ne le laissent supposer les affleurements  
" actuels.

On propose de réserver l'appellation "Verrucano briançonnais" au conglomérat transgressif et discordant, utilisant les derniers matériaux de l'orogénèse hercynienne et en particulier des roches éruptives dont l'épanchement est lié aux diverses manifestations de cette orogénèse hercynienne.

Ce cortège éruptif fournit un fil conducteur utilisé pour démêler la stratigraphie du Permien intra-alpin et notamment celle des remarquables séries bariolées de Rochachille et de la Ponsonnière.

WERFENIEN		Quartzites blancs	TRIAS INFERIEUR
N E O P E R M I E N	PERMO - TRIAS	Conglomérats "Verrucano", schistes sériciteux	discordance palatine
	..... dernière émission rhyolitique .....		
	assise de Rochachille = α. de la Ponsonnière	Conglomérats bariolés, série versicolore 150 à 300 m	SAXONIEN ?
	..... Volcanisme .....		discordance Saaliene
EOPERMIE = assise de Roche-Château	Schistes, pélites, grès, arkoses, calcaires et dolomies, Volcanisme	300 à 600 m	AUTUNIEN ? ou STEPHANO-AUTUNIEN
(continuité)			
Assise de Courchevel	Schistes, grès et conglomérats, gris et bariolés, stériles	200 à 800 m	STEPHANIEN MOYEN
.....transgression stéphanienne.....			"discordance asturienne" .....
Assise de Tarentaise	houiller productif		STEPHANIEN INFERIEUR

Fig. 10 - Tableau stratigraphique du Permien intra-alpin



Volcanisme et intrusions permiennes :

B	Rhyolite de la Ponsonnière	Néopermien
A <sup>3</sup>	Dacite de la Ponsonnière	} phase saxienne
A <sup>2</sup>	Microdiorites du Briançonnais	
A <sup>1</sup>	Andésite du Gull	

Fig. 11 - STRATIGRAPHIE DU CARBONIFÈRE ET DU PERMIEN  
A BRIANÇON ET ROCHE CHATEAU

Ces séries sont trop complexes pour être décrites ici. Rappelons seulement que le Néopermien contient des niveaux d'hématite naguère exploités à Banchet, et du cuivre (CABY, 1964).

3°) dans les Massifs cristallins internes étudiés par MICHEL et dans la Vanoise, où il a été récemment revu par ELLENBERGER (1966), l'étude du Permien est rendue très difficile par son état de métamorphisme. Un métamorphisme permien atteint d'ailleurs aussi le bord oriental de la zone briançonnaise où il est responsable des étonnantes migmatites du Sapey (ELLENBERGER, 1958).

8. MAURES ET ESTEREL - CORSE  
-----

Le Permien des Maures appartient aux types détritique et volcano-sédimentaire ; il occupe des aires correspondant à des bassins d'effondrement, où il peut atteindre une grande épaisseur. A la périphérie du massif il est grossier avec des débris de roches granitiques ; ailleurs il est grossier aussi à sa base, et devient plus fin vers le sommet sous forme d'une puissante assise de pélites rouges.

Dans la région de Vidaubon existe une rhyolite interstratifiée qui a permis de faire des corrélations avec le Permien de l'Esterel. Grâce à de nombreuses roches éruptives, les fameux "porphyres rouges" de l'Esterel découpés en calanques, P. BORDET (1951) a établi une stratigraphie fondée sur la succession des coulées superposées, les laves émises à chaque éruption présentant des caractères particuliers qui permettent de les différencier les unes des autres. P. BORDET subdivise ainsi le Permien en 2 trilogies de roches éruptives avec intercalations sédimentaires pélitiques et arkosiques, et séparées par une discordance, sans qu'on puisse pour autant les faire correspondre l'une à l'Autunien, l'autre au Saxonien.

Les récentes études paléobotaniques et micropaléobotaniques de H. VISSCHER (1968) viennent d'apporter une intéressante précision stratigraphique : les flores fossiles d'Agay et du Muy, dans des schistes fossilifères jusqu'alors attribuées à l'Autunien, seraient en réalité thuringiennes.

En effet la macroflore comprend :

Ullmannia bronni

Ullmannia frumentaria

Quadrocladus orobiformis

cf. Quadrocladus solmsi

Pseudovoltzia

cf. Sphenobaiera

cf. Pseudoctenis middridgensis

cf. Sphenopteris kukukiana

La microflore est abondante avec les genres suivants :

Nuskoisporites

Gigantosporites

Lueckisporites

Taeniosporites

Klaunipollenites

Vittatina, etc.

Tous ces genres et espèces sont identiques à ceux décrits dans le Thuringien d'Allemagne et d'Angleterre. Les affleurements d'Agay et du Muy appartiendraient à la série supérieure de P. BORDET qui serait donc en tout ou en partie d'âge thuringien. C'est la première fois que l'on peut parler de Thuringien paléontologiquement daté au sein du Permien français.

-o0o-

En Corse, des roches éruptives sont attribuées au Permien.

9. MERCANTOUR - DOME DE BARROT

-----

Le Massif du Mercantour est ceinturé par des affleurements de Permien détritique : arkoses, conglomérats et pélites rouges, discordants sur le Stéphanien. Les conglomérats contiennent des galets de roches cristallines provenant du socle cristallin exondé et de roches éruptives d'origine inconnue.

Dans le Dôme de Barrot, le Permien est constitué par de puissantes séries pélitiques qui renferment de nombreux indices de cuivre. P. BORDET (1950) attribue à ces pélites une origine volcanique.

Le Permien de ces régions, par le grand développement qu'y prennent les pélites rouges, se rapproche de celui des bassins du SW.

10. BASSINS PERMIENS DU SW  
-----

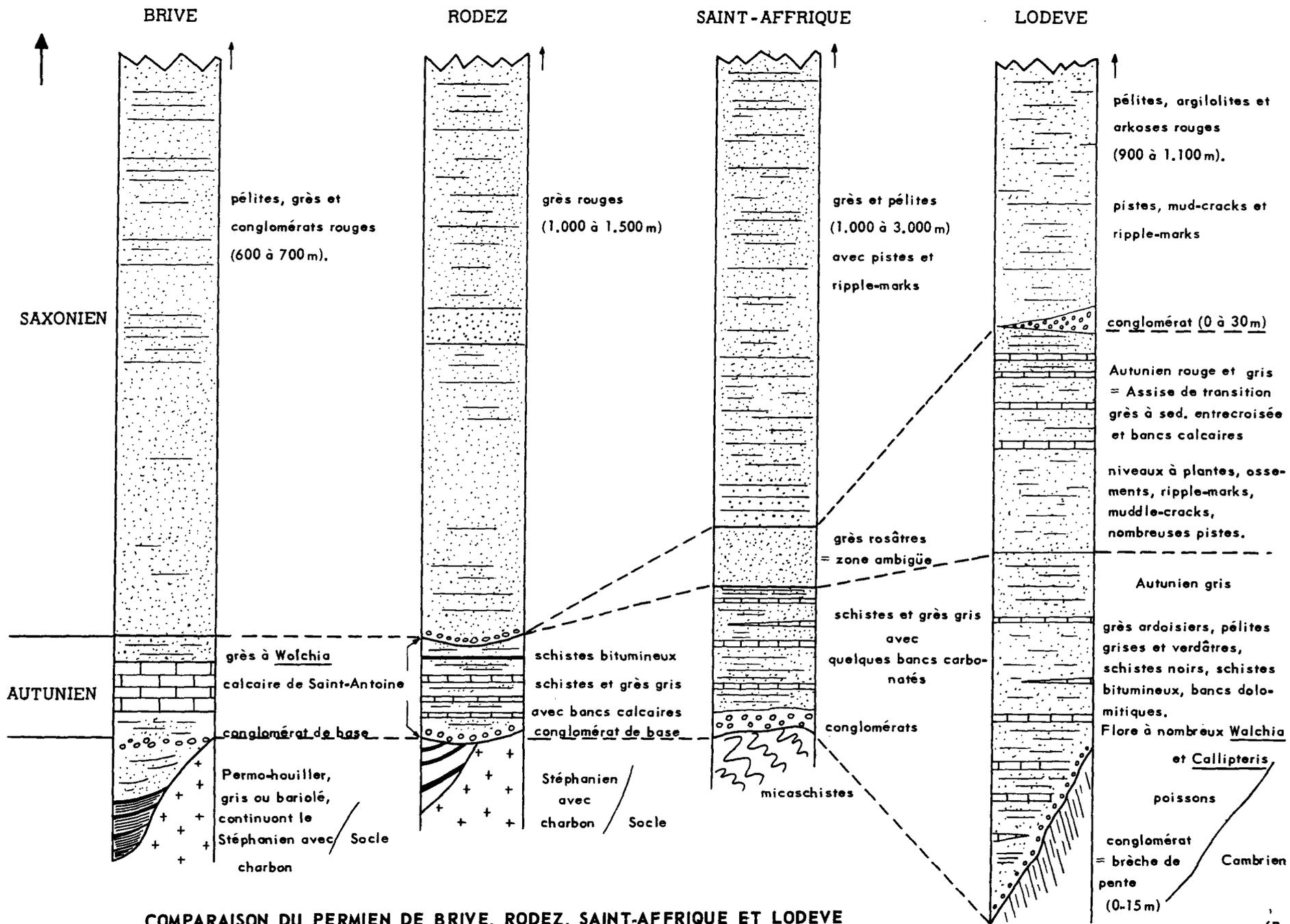
BRIVE  
RODEZ  
SAINT-AFFRIQUE  
LODEVE  
AQUITAINE  
PYRENEES

Les principaux sont ceux de Brive, Rodez, Saint-Affrique et Lodève. Dans le cas de Brive, Saint-Affrique et Lodève, le Permien s'enfonce sous le Mésozoïque d'Aquitaine ou du Languedoc ; il ne s'agit pas de bassins à proprement parler, mais plutôt de bordures des bassins dont on ne connaît pas les limites exactes.

Il est vraisemblable que les assises que nous voyons affleurer à Brive aient des rapports avec un Permien profond existant dans le bassin d'Aquitaine et reconnu par quelques sondages profonds.

Tous ces "bassins" présentent certaines analogies :

- le Permien est discordant sur le Stéphanien ou des terrains plus anciens.
- les séries débutent par un Autunien gris qui, vers son sommet, contient des niveaux calcaires ou calcaro-dolomitiques.
- on ne constate pas de limites tranchées entre les séries grises et les séries rouges rapportées au Saxonien. Le passage se fait par une zone où alternent des faciès rouges et des faciès gris.



COMPARAISON DU PERMIEN DE BRIVE, RODEZ, SAINT-AFFRIQUE ET LODEVE

- les séries rouges sont très puissantes : de 800 à 2.000 m.
- la sédimentation est généralement régulière, et on peut y reconnaître des séquences.
- le volcanisme paraît très peu important, sinon totalement absent.

Les coupes comparatives ci-contre montrent qu'il est tentant d'établir des corrélations entre ces bassins, malgré les grandes variations de puissance des assises de l'un à l'autre, et aussi de nombreuses variations de faciès, notamment dans celui de Brive. Il est certain que tous ces bassins ont eu des destinées semblables ; peut être se réunissaient ils dans le domaine aquitainien. Enfin tous présentent des indices de minéralisation, en Cu et en U notamment.

Bassin de Brive  
=====

En certains points du bassin de Brive, le passage du Stéphaniien à l'Autunien se fait de façon continue par l'intercalation d'une assise ambiguë permo-carbonifère, qui nous paraît être l'équivalent de l'assise du Ponsard définie dans le bassin de Blanzay. Le passage de l'Autunien aux séries rouges "saxoniennes" est lui aussi continu ; on n'observe pas de discordance pouvant se rapporter à la phase saaliennne. Les séries saxoniennes présentent des variations latérales rapides qui rendent difficiles les raccordements entre elles (LILLE, 1968).

Ceci s'explique par le fait que nous sommes dans une zone où débouchaient des cours d'eau drainant le socle tout proche, et dont les différents bras pouvaient divaguer ; il s'est ainsi déposé des sédiments grossiers largement intriqués.

Bassin de Rodez

L'Autunien est discordant sur le Stéphaniens ou sur le socle (VETTER, 1968). Il est généralement peu épais, de l'ordre de 50 à 60 m, tandis que les grès rouges atteignent une épaisseur considérable, de l'ordre de 1.500 m. Ils semblent avoir raviné l'Autunien sous-jacent, en formant des chenaux de direction E-W. Les caractères de ce vaste bassin permien, et la façon dont il enchasse sur sa bordure de petits gisements houillers présentent des analogies avec celui de Blanzky.

Bassin de Saint-Affrique  
=====

La sédimentation y est plus régulière. Ici non plus, on ne voit pas de manifestations de la phase saaliens, et le passage de l'Autunien gris au "Saxonien" se fait très progressivement. Ce Permien présente de grandes analogies avec celui de Lodève.

Remarquons incidemment que la carte géologique y mentionne à tort des argiles rouges à gypse, qui appartiennent en réalité au Trias.

Bassin de Lodève  
=====

Le terme "Lodévien" a été parfois employé pour nommer les séries permienes qui affleurent dans ce bassin ; on ne peut le retenir comme terme stratigraphique, mais il traduit cependant l'originalité des dépôts par rapport à ceux des autres régions permienes. Il reste commode pour définir un certain type de sédimentation ; ainsi le Permien de Saint-Affrique se rapprocherait du type "lodévien".

Ce bassin a été très étudié. Il attire les paléontologistes en raison de la bonne conservation des empreintes végétales que l'on rencontre dans les schistes ardoisiers de la base de la série, et des empreintes et traces de vie qui pullulent dans les séries rouges supérieures. ZEILLER (1898) a donné une belle monographie de la flore fossile, revue par les travaux récents de J. DOUBINGER (1956, 1963). HEYLER (1964) s'est intéressé à la faune.

Le Permien de Lodève est une puissante série concordante, constituée essentiellement de pélite compacte, où se différencient de multiples mais minces niveaux plus argileux, plus gréseux ou carbonatés. De couleur d'abord grise ou verte, il devient progressivement rouge vers le haut. Ainsi, si les sédiments de la base sont autuniens, et si ceux du sommet ont un faciès nettement saxonien, on ne peut les séparer par aucune limite indiscutable. (GARRIC, HERY et VETTER, 1964).

Près de Lodève, l'Autunien est transgressif sur le socle ancien, et débute par quelques mètres d'une sorte de brèche de pente, puis est constitué par une alternance de grès ardoisiers,

de schistes noirs et dolomies, souvent bitumineux. A la base se trouve la célèbre flore des Tuileries de Lodève.

Sa partie supérieure devient progressivement rouge, avec augmentation des grès à sédimentation entrecroisée. On y trouve de nombreux niveaux à ossements et à pistes d'animaux. L'ensemble de cet Autunien a une épaisseur d'un peu plus de 600 m.

Au dessus de la limite conventionnelle constituée par un conglomérat interstratifié, le Saxonien est une série très épaisse, uniformément rouge et assez monotone, à dominante ici plus détritique, là plus argileuse, qui déborde très largement les dépôts autuniens et carbonifères. Ce sont les "rougiers" ou "ruffes", comme on les appelle dans le pays. Elles se terminent par 800 à 1.000 m d'argiles rouges compactes avec, tout au sommet, des niveaux verdâtres à mud-cracks.

En fait, l'attribution de la partie supérieure du Permien de Lodève au Saxonien ne s'appuie que sur des arguments de faciès ; il est vrai que les affleurements sont spectaculaires, par leurs formes d'érosion, leur couleur rouge intense qu'habille à peine une maigre végétation méditerranéenne. On peut poser la question s'il ne s'agit pas en réalité d'Autunien terminal ; un argument sérieux en faveur de cette façon de voir serait le caractère très artificiel de la coupure avec l'Autunien.

Il est vrai qu'en contrepartie la flore présente des caractères particuliers. J. DOUBINGER (1956) remarque l'affinité de certaines espèces avec celles du Zechstein. Cet auteur écrit notamment : " Parmi les traits originaux de la végétation de Lodève, on remarque plus particulièrement la présence de certaines

formes dont les affinités avec la flore du Thuringien sont indéniables ". L'auteur cite certains incertae sedis se rapprochant du genre Baiera, des feuilles ressemblant à celles du Ginkgo, ainsi que des Ginkgophyllum et Sphenobaiera de la flore de l'Angara, et Chiropteris de la flore cathaysienne, et conclut : " De telles formes caractérisent la flore du Zeichstein ".

Ces remarques sont très troublantes car, toujours compte tenu de ce que la discordance saaliene n'est pas visible à Lodève, il serait possible que l'âge de ce Permien ait été mal estimé, et qu'il s'agisse en réalité de Saxono-Thuringien !

-oOo-

Ces dernières années, des études très détaillées ont été entreprises par le C.E.A. (LENOBLE, 1962), le B.R.G.M. et des compagnies pétrolières. Un forage profond a montré la présence de Stéphanien sous la série permienne discordante. La coupe ci-après, d'après GARRIC, HERY et VETTER (1964) donne une bonne illustration de la structure du bassin et de la succession stratigraphique, tant en affleurements qu'à la lumière des sondages profonds :

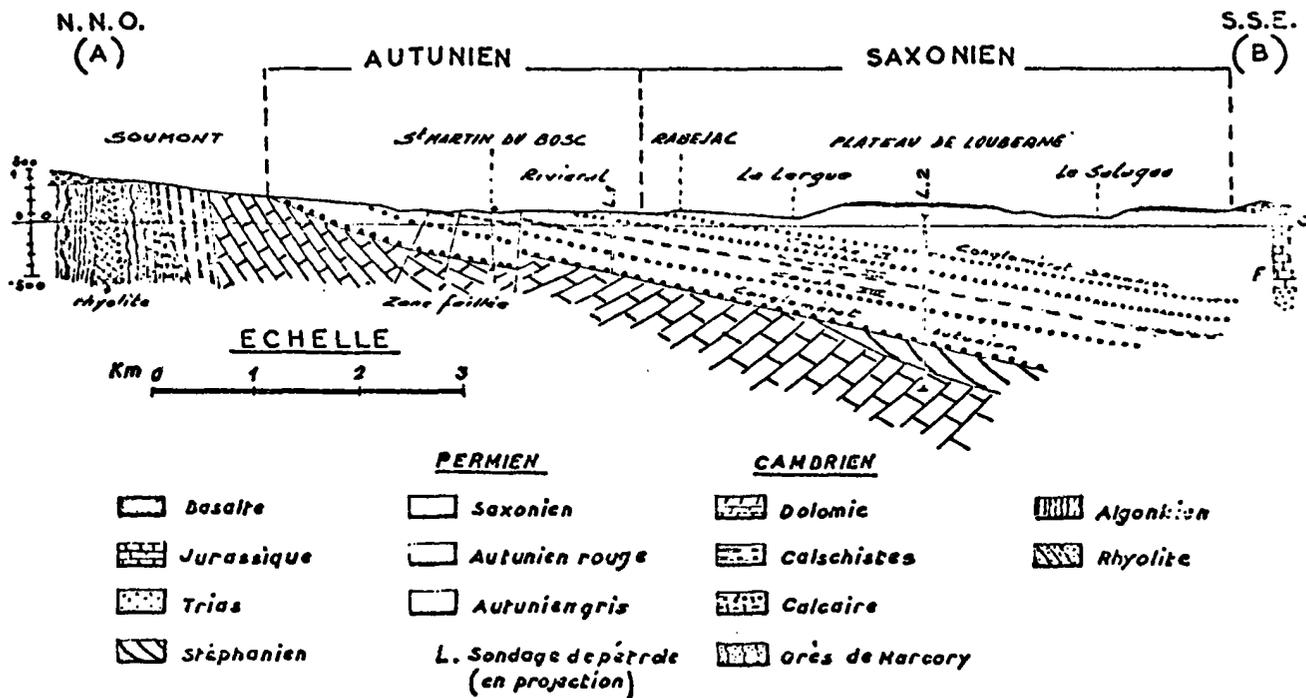


Fig. 13 - Coupe géologique du bassin permien de Lodève

C. ALLEGRE (1962) étudiant le bassin de Lodève par différentes méthodes sédimentologiques arrive aux conclusions suivantes : les "red-beds" se seraient déposés dans un lac de piémont ou dans un graben de subsidence. L'auteur pense avoir mis en évidence des courants venant du S et, essayant de reconstituer la paléogéographie du Lodévois au Permien, reprend une idée de L. BARRABE :

" Il n'est pas interdit de penser à l'image suivante ... entre deux horst faillés (le Massif Central et les Pyrénées) s'étendrait une mer intérieure permienne, mer qui communiquera au Trias avec la Mésogée ".

Cette vue hypothétique demande encore bien des vérifications. Mais on ne peut s'empêcher de penser que le bassin de Lodève présente par rapport au reste du Permien français des caractères originaux, et qu'il est proche du domaine mésogéen. La mer carbonifère a été longtemps présente dans les Pyrénées, jusque dans les Asturies. La mer permienne est connue en Sicile, en Tunisie, elle est toute proche au Néopermien dans le domaine alpin... Bien sûr il ne s'agissait fort probablement pas de mer libre à franchement parler, mais plutôt de plaines côtières inondables sous une faible épaisseur d'eau (on connaît de nombreux indices de dessèchement).

Aquitaine  
=====

Des sondages profonds ont découvert des terrains rouges ou bariolés qu'ils ont parfois recoupé sur une très grande épaisseur (BUGNICOURT, DALBIEZ et DUFAURE, 1959). Ce Permien serait du type fin et pélitique, avec des concrétions dolomitiques. On y signale parfois des traces d'anhydrite, mais il se peut que cette dernière provienne, per descensum, du Trias sus-jacent.

Les renseignements dans ce secteur sont encore fragmentaires.

Pyrénées  
=====

Le Permien des Pyrénées attend encore une étude systématique. Il comprend des grès et conglomérats rouges, des pélites et argilolites ; l'ensemble étant désigné sous le terme compréhens-

sif de "Permo-Trias" comprendrait aussi du Trias inférieur.

P ur plus de précisions, il nous faut attendre les résultats des études en cours par l'école de Toulouse.

Déjà LUCAS (1968) a rendu au Trias des gisements à flore malencontreusement attribués au Permien par DALLONI (1938).

-oOo-

III

CONCLUSIONS

Poursuite des Recherches

Bien entendu, ce premier essai de mise au point de la question du Permien en France n'a rien d'une étude exhaustive. Nous avons vu chemin faisant que de nombreux problèmes restaient à résoudre, et qu'avant d'aboutir à une synthèse valable, bien des faits devaient être revus et précisés.

En guise de conclusions, nous allons envisager les méthodes d'étude restant à mettre en oeuvre et faire quelques propositions de programme.

1°) pour mémoire, achèvement de la synthèse ébauchée ici, en y ajoutant quelques informations non encore dépouillées (par ex. bassin d'Aquitaine), des résultats encore en cours de publication (par ex. Permien des Pyrénées) et la révision sur le terrain de "Permiens" plus ou moins douteux (comme celui du cap Frehel).

2°) rassemblement en un album de photos de faciès et d'affleurements caractéristiques (nous disposons de photos dispersées dans des rapports antérieurs, ou restées inédites dans des dossiers, des carnets de terrain).

3°) réalisation d'un livret sur le Permien à l'usage des prospecteurs, des géologues de terrain, et de tous ceux qui peuvent être amenés à s'intéresser à cet étage sans en être spécialistes. Ce livret comporterait notamment l'échelle stratigraphique actuelle mais aussi un rappel des échelles antérieures et des termes désuets dont la connaissance reste utile pour comprendre la majeure partie de la bibliographie, des photos de

faciès typiques, et la figuration des principaux fossiles caractéristiques en France. Ce court ouvrage serait d'orientation résolument pratique.

4°) Elaboration des cartes spéciales au Permien.

Il s'agirait de reporter sur des cartes synthétiques l'extension du Permien en surface et les données de la géologie profonde. Un bon exemple nous est donné par les cartes dressées par Madame LIENHARDT (1961) à partir des sondages profonds du bassin de Paris. Ce travail nécessiterait donc le concours du service Documentation du B.R.G.M.

L'échelle de travail la plus commode serait sans doute le 320 000è (pour aboutir à une carte d'ensemble au 1 000 000è).

Il semble qu'il faille envisager deux cartes, l'une concernant l'Autunien, l'autre le Saxonien, avec des précisions sur les faciès et les variations de puissance. On peut en effet regretter que l'Autunien et le Saxonien ne soient pas mieux distingués sur les cartes géologiques au 80 000è, qui les représentent par des teintes voisines. Ceci a l'inconvénient, à notre avis, de masquer la phase saalienne là où elle existe, et de ne pas faire ressortir la parenté entre l'Autunien et le Carbonifère. Ainsi, par exemple, la vue de la carte géologique peut faire penser qu'il existe une identité entre la sédimentation du bassin d'Autun et celle de Blanzay, alors que les grès rouges saxoniens, très développés à Blanzay, n'existent pas à Autun. L'idéal serait d'avoir une distinction de couleur plus nette ; le Saxonien

pourrait avoir une teinte le rapprochant de celles consacrées au Trias, l'Autunien de celles du Carbonifère. Cette cartographie pourrait peut-être faire ressortir la discordance saalienne dans les régions où elle n'est pas extrêmement marquée ? De même, les roches éruptives permienes, quand elles sont datées, devraient pouvoir être distinguées au lieu d'être confondues avec celles du Culm, par exemple, ce qui aurait pour intérêt de localiser les régions où s'est manifesté le volcanisme permien. Tout ceci qui paraît difficile à représenter sur la carte géologique de la France au 1 000 000<sup>e</sup> devrait être réalisable sur des cartes spéciales au Permien.

#### 5°) Cartes de détail

Nous mentionnons ce point quoiqu'il soit en dehors de nos propositions de programme car il est bien évident que les levés détaillés pour la carte géologique au 50 000<sup>e</sup> (ex. feuille de Montceau) ou en liaison avec les Recherches Minières (ex. Vosges) seront utilisables pour la synthèse proposée. N'oublions pas non plus les travaux d'autres organismes, telle la carte de grand détail levée par le C.E.A. dans le Permien du bassin de Blanzky, à l'aide de multiples petits sondages.

#### 6°) Palynologie

La découverte récente d'une microflore thuringienne dans les Maures et l'Esterel appelle à nouveau l'attention sur les lentilles de schistes gris ou noirs dans les grès rouges saxoniens. Eventuellement il pourra être intéressant d'effectuer quelques recherches dans ce sens.

Il nous faut faire ici une remarque générale. Jusqu'à présent, les études du Permien ont été faites surtout dans un cadre régional. Les auteurs, même s'ils ont eu le désir de faire des comparaisons avec les régions avoisinant leur terrain de recherches, n'ont pu le faire que pour des régions assez proches. Seuls les paléontologistes ont essayé de faire la somme des connaissances sur les êtres vivants de cette période, mais alors ils perdaient de vue les autres aspects de la géologie (pétrographie, géochimie, etc.).

Prenons un exemple : P. BORDET a étudié avec un soin tout particulier les roches éruptives de l'Esterel (1951). L'auteur dresse une échelle stratigraphique locale fondée sur la succession des différentes coulées. Il compare des pélites du dôme de Barrot et les tufs de ses séries éruptives d'un point de vue chimique, et suggère qu'il existe un lien de parenté, mais faute sans doute d'analyses chimiques, P. BORDET ne peut aller plus loin malgré deux importants chapitres consacrés aux comparaisons pétrographiques ; l'un concerne les "rapports des différentes roches de l'Esterel entre elles", l'autre la "comparaison des roches de l'Esterel avec celles d'autres régions" ; dans ce dernier cas l'auteur fait peu appel à des exemples pris dans le Permien et se borne à "quelques cas d'analogie ou de dissemblance qui ont pour but de situer (ses roches) par rapport aux exemples classiques de la pétrographie". Il y a cependant des cas, parmi les roches qu'il cite, où il constate des ressemblances avec d'autres roches éruptives permienes :

ainsi entre les rhyolites potassiques de l'Esterel et celles du Permien de la région de Nideck (Vosges). Nous pensons que de telles comparaisons devraient être multipliées.

Nous prendrons un autre exemple concernant les études géochimiques. On sait que le Permien recèle de nombreux indices de minéralisation ; mais jusqu'à présent les études ont porté sur un nombre restreint d'éléments, en fait ceux qui faisaient l'objet d'une recherche immédiate. C'est le cas pour l'uranium (Blanzay, Lodève), ou le cuivre (Saint-Affrique). Il ne faut pas oublier qu'en Allemagne les Kupferschiefer fournissent non seulement du cuivre, mais aussi Ag, Pt, Pd, Zn, Pb, Ca, Ge, Re, Ni, V, Se, Gd (CACHAU-HERREILLAT et SCOLARI 1965).

Ces remarques nous entraînent aux propositions suivantes :

7°) Inventaire et synthèse des roches éruptives

Nous pensons que la répartition et la chronologie des roches éruptives du Permien sont des clefs efficaces pour la compréhension de cet étage. Cette étude devrait comporter le collationnement des analyses existantes, mais aussi sans doute de nouvelles analyses et de nouvelles études pétrographiques, avec la collaboration des spécialistes du B.R.G.M.

Dans un premier stade, il serait commode de commencer cette enquête dans les Vosges, puisque des recherches y sont prévues en 1969 en liaison avec les Recherches Minières.

8°) Géochimie des roches éruptives

Il serait intéressant d'analyser systématiquement les éléments en trace dans les roches éruptives du Permien et dans les roches sédimentaires où les produits de lessivage de ces roches éruptives pourraient éventuellement s'être concentrés. L'exemple des schistes de Mansfeld montre que, du moins au début de cette enquête, les éléments à doser seraient nombreux ; certains d'entre eux, à des concentrations trop faibles pour être intéressants pris isolément, pourraient le devenir comme sous-produits.

9°) Nous ne proposons pas d'autres directions de recherches pour le moment. Mais rappelons par exemple les recherches sur le paléomagnétisme du Permien français menées par NAIRN et ses collaborateurs de Newcastle, et la prospection magnétique aéroportée qui a permis aux pétroliers de préciser l'existence dans le Permien de Lorraine de roches éruptives identifiées par d'anciens sondages.

BIBLIOGRAPHIE

-----

- ALLEGRE C. (1962) - Contribution à l'étude géologique du Lodevois.  
Dipl.Et.sup.Sc.nat.Univ.Paris.
- ALPERN B. (1964) - La Stratigraphie palynologique du Stéphaniens et du Permien.  
5° Congr.intern.Strat.Géol.Carbonifère, Paris 1963, III,  
p. 1119-1129.
- BERTRAND C.E. (1892) - Le Boghead d'Autun.  
Bull.Soc.Ind.Min., (3), 6.
- BIGOT A. et PRUVOST P. (1950) - Contribution à l'étude du Houiller et du Permien du Cotentin.  
Bull.Soc.Linnéenne de Normandie, (7), 8.
- BORDET P. (1950) - Le dôme permien du Barrot (A.M.) et son auréole de terrains secondaires.  
Bull.Serv.Carte géol.Fr., n° 228, p.1-39.
- BORDET P. (1951) - Etude géologique et pétrographique de l'Esterel.  
Mém.Carte géol.Fr.
- BOUGNERES L. (1961) - Le Bassin de l'Aumance.  
C.R.Ac.Sci., 252, p. 2901-2903.
- BOUROZ A. (1959) - Découverte de roches volcaniques dans le socle paléozoïque du Nord de la France.  
C.R.Ac.Sci., 248, p.2611-2613.
- BOUROZ A. (1966) - Fréquence des manifestations volcaniques au Permien supérieur en France.  
C.R.Ac.Sci., 263, p. 1025-1028.

- BUGNICOURT D., DALBIEZ F. et DUFAURE P. (1959) - Contribution à l'étude du Paléozoïque Nord-aquitainien.  
Bull.Soc.géol.Fr., (7), I, n° 6, p. 583-587.
- CABY R. (1964) - Etude géologique du bord interne de la zone briangonnaise et de la bordure des schistes lustrés entre Modane et la Vallée Etroite (Savoie, Haut Val de Suse).  
Trav.Lab.Géol.Grenoble, p. 131-186, pl., fig.
- CACHAU-HERREILLAT F. (1965) - Contribution à l'étude des minéralisations cuprifères du bassin permien de la basse vallée du Dourdou (Aveyron).  
Bull.B.R.G.M., n° 6, p. 37-95.
- CACHAU-HERREILLAT F. et SCOLARI G. (1965) - Compte-rendu de visite aux bassins miniers de Mansfeld et de Sangerhausen (Kupferschiefer), République démocratique allemande.  
Rapp.B.R.G.M., inéd., DS.65.A54.
- COLLOMB P. et FEYS R. (1964) - Manifestations éruptives dans l'Autunien de Blanzky-Creusot (Saône et Loire).  
C.R.Ac.Sci., 258, p. 5915-5917.
- CLARKE R.F.A. (1965) - British Permian saccate and monosulcate miospores.  
Palaeontology, 8, (2), p. 322-354.
- DALLONI M. (1938) - Sur les dépôts permien des Pyrénées à flore de l'Angaride.  
C.R.Ac.Sci., 206, p. 115.
- DELAFOND F. (1889) - Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinaac. Fasc. I ; Stratigraphie.  
Gîtes minéraux.
- DELAFOND F. (1902) - Bassin houiller de Blanzky et du Creusot. Fasc. I ; Stratigraphie. Atlas.  
Gîtes minéraux
- DELAFOND F. (1920) - Le terrain houiller sur les pourtours du Morvan.  
Bull.Serv.Carte géol.Fr., n° 142.

- DOUBINGER J. (1956) - Contribution à l'étude des flores autuno-stéphanienues;  
Mem.Soc.géol.Fr., nouv.sér., XXXV, n° 75
- DOUBINGER J. (1962) - Caractères palynologiques du Stéphanien et de l'Autunien.  
C.R.Ac.Sci., 255, p. 2158-2160.
- DOUBINGER J. (1963) - Nouvelles observations sur la flore fossile de l'Autunien de Lodève.  
C.R.somm.Soc.géol.Fr., fasc.3, p.74-75.
- DOUBINGER J. (1963) - Notes palynologiques sur le Permien de Lodève (Hérault).  
Ibid., fasc.6, p. 201-203.
- ELLENBERGER F. (1958) - Etude géologique du pays de Vanoise.  
Mém.Carte géol.Fr.
- ELLENBERGER F. (1966) - Le Permien du pays de Vanoise.  
Atti del Symposium sul Verrucano, Pisa 1965, Societa' toscana di Scienze naturali, p. 170-211.
- FABRE J. (1958) - Contribution à l'étude de la zone houillère en Maurienne et en Tarentaise (Alpes de Savoie).  
Mém. B.R.G.M., n° 2
- FABRE J., FEYS R. et GREBER C. (1955) - L'importance de l'orogénèse hercynienne dans les Alpes occidentales.  
Bull.Soc.géol.Fr., (6), V, p. 233-242.
- FABRE J. et FEYS R. (1966) - Les séries bariolées du massif de Rochachille. Leurs rapports avec le "Verrucano" de Briançon et les "Permiens" de Maurienne et de Tarentaise.  
Atti del Symposium sul Verrucano, Pisa 1965, Societa' Toscana di Scienze naturali, p. 143-169.
- FALKE H. (1954) - Leithorizonte, Leitfolgen und Leitgruppen im Pfälzsischen Unterrotliegenden.  
Stuttgart, N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 99.

- FALKE H. (1958) - Die bituminösen Schiefer des Beckens von Autun (Zentral Frankreich).  
Eclogae geol. Helv., 51, n° 3, p. 623-634.
- FALKE H. (1961) - La question des conditions probables du climat de l'Autunien de l'Europe Centrale et Occidentale.  
Bull.Soc.géol.Fr., (7), III, p. 463-467.
- FALKE H. et FEYS R. (1965) - Il n'y a pas de véritables grès rouges ni de Saxonien dans le Permien du Bassin d'Autun.  
Bull.Serv.Carte géol.Fr., LXI, n° 278, p. 101-106.
- FAURE-MURET A. (1955) - Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires.  
Mém. Carte géol.Fr.
- FERCHE F. (1935) - Stratigraphie und Palaeogeographie des Buntsandsteins im Unkreis der Vogesen.  
Mitteilungen aus geologischen Staatinstitut in Hamburg.
- FEYS R. (1954) - Présence probable de dépôts marins dans le Paléozoïque briançonnais.  
Bull.Soc.géol.Fr., (6), IV, p. 443-445, pl.XII.
- FEYS R. (1963) - Etude géologique du Carbonifère briançonnais (Hautes Alpes).  
Mém. B.R.G.M. n° 6.
- FEYS R. et GREBER C. (1950) - Les conglomérats du Verrucano dans la région de Briançon (Hautes Alpes) et leurs rapports avec le Carbonifère.  
Bull.Soc.géol.Fr., (5), 20, n° 4-6, p. 231-237.
- FEYS R. et GREBER C. (1956) - L'Autunien du Nivernais.  
C.R.Ac.Sci., 243, p. 1642-1644.

- FEYS R. et GREBER C. (1958) - Le Bassin houiller de Blanzky et du Creusot.  
Publ. B.R.G.M., n° 21, et Revue Ind. minér., juin-juillet 1958.
- FEYS R. et GREBER C. (1964) - Bassin carbonifère et permien d'Épinac et d'Autun.  
5° Congr. intern. Strat. Géol. Carbonifère, Paris 1963, voyage d'étude n° 3, I, p. 45-51.
- FEYS R. et GREBER C. (1966) - Brève présentation du Permien en France.  
Atti del Symposium sul Verrucano, Pisa 1965, Societa toscana'di Scienze naturali, p. 311-321.
- FUCHS Y. (1964) - Contribution à l'étude géologique et métallogénique de la couverture sédimentaire du dôme de Vimenet (Aveyron).  
Sciences de la Terre, Nancy, IX, p. 235-291, 14 fig., 2 tabl.
- GARRIC J., HERY B. et VETTER P. (1963) - Bassin de Decazeville. Bassin de Lodève.  
5è Congr. intern. Strat. géol. Carbonifère, Paris 1963, voyage d'étude n° 4, I, p. 63-91.
- GEIB K. W. (1950) - Über eine Pflanzenreste führende Schichtfolge in den Waderner schichten des Oberrotliegende bei Sobernheim im Nahebergland.  
Notizbl. Hess Landesamtes Bodenforsch., Wiesbaden, 6, (1), p. 193-200.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1948) - Le Permien des zones externes des Alpes françaises.  
C.R.Ac.Sci., 226, p. 853-856.
- GRANGEON M., FEYS R. et GREBER C. (1955) - Définition d'une assise intermédiaire entre Stéphanien et Autunien dans les sondages du Crié et du Ponsard (Bassin houiller et permien de Blanzky et du Creusot, Saône et Loire).  
C.R.Ac.Sci., 240, p. 325-327.

- GRANGEON M., FEYS R., GREBER C. et LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1968) - Géologie profonde de la région de Decize (Nièvre). Essai de synthèse d'après les sondages profonds. Bull. B.R.G.M., (2), I, 1, p. 43-108, 8 pl. 1 carte h.t.
- GREBER C. (1966) - Flore et Stratigraphie du Carbonifère des Alpes françaises. Mém. B.R.G.M., n° 21
- GUERRIER R. et PRUVOST P. (1965) - La limite septentrionale du Bassin houiller de la Lorraine. C.R.Ac.Sci., 261, p. 5549-5553.
- HAVLENA V. (1960) - Das Grundproblem der Grenze Karbon-Perm in der Tschechoslowakei. 4° Congr. intern. Strat. Géol. Carbonifère, Heerlen 1958, I, p. 277-285, fig., tabl.h.t.
- HEYLER D. (1964) - Les Vertébrés fossiles et les limites de l'étage Autunien. 5° Congr. intern. Strat. Géol. Carbonifère, Paris 1963, II, p. 481-488.
- JONGMANS W.J. et PRUVOST P. (1950) - Les subdivisions du Carbonifère continental. Bull.Soc.géol.Fr., (5), 20, p. 335-344.
- JUNG J. (1928) - Contribution à la Géologie des Vosges hercyniennes d'Alsace. Mém.Serv.Carte géol.Als.Lorraine, n° 2.
- KLAUS W. (1963) - Sporen aus dem Südalpinen Perm. Jb. Geol., B., A., 106, p. 229-361, Wien.
- LARSONNEUR C. (1961) - Faciès, faune et flore du Keuper supérieur Rhétien dans la région d'Avril (Manche), bordure Sud du bassin de Carentan. Mém.Soc.Nat. des Sci. Nat. et Math. de Cherbourg, L, (5), X, p. 70.

- LARSONNEUR C. (1963) - Contribution à l'étude du Trias supérieur du bassin de Carentan (Manche).  
Bull.Soc.Linnéenne de Normandie, (10), 4, p. 23.
- LAUBACHER G. et VON ELLER J.P. (1966) - Contribution à l'étude géologique des dépôts permien du bassin de Villé.  
Bull.Serv.Carte géol.Als.Lorraine, 19, 2, p. 163-186.
- LEMOINE M. (1952) - Le Paléozoïque supérieur de la haute vallée de Névache (zone Briançonnaise).  
C.R.Ac.Sci., 234, p. 2468-2470.
- LENOBLE A. (1962) - Caractères géologiques de trois nouveaux gisements français d'uranium.  
Bull.Inf.Sc. et Tech. du C.E.A., n° 59, p. 27-42.
- LESTANG M. et GERARD J. (1958) - Les séries permien des bassins de Brive, Rodez, Saint-Affrique.  
Rapp.inéd., C.F.P. Gascogne, Permis de Bergerac.
- LIENHARDT G. (1962) - Géologie du bassin houiller stéphanien du Jura et de ses morts-terrains.  
Mém. B.R.G.M., n° 9.
- LIENHARDT M.J. (1961) - Etude stratigraphique, pétrographique et structurale du socle anté-permien du bassin de Paris.  
Ann.Soc. géol.Nord, 81, p. 233-241, 2 fig. 3 dpl.h.t.
- LILLE R. (1968) - Etudes géologiques et géochimiques dans le bassin permien de Brive.  
Rapp. inéd., B.R.G.M., 68 SGL 021 GEO
- LUCAS C. (1968) - Le "grès rouge" du Comminges et de la Bigorre.  
Trav.Lab.Géol.Pétrol.Fac.Sci.Toulouse, Thèse 3° cycle.
- MALZAHN E. et RABITZ A. (1962) - Ein Aufschluss in Zechstein. Randfazies im Hünwerr Graben bei Bottrop und seine Fauna.  
Fortsch.Geol.Rheinland und West., 6, p. 239-244, 1 fig., Krefeld.

- MILLOT G., PERRIAUX J. et LUCAS J. (1961) - Signification climatique de la couleur rouge des grès permo-triasiques des Vosges et des grandes séries détritiques rouges. Bull.Serv.Carte géol.Als.Lorraine, 14, fasc. 4, p.91-100.
- MONGEOT (1852) - Essai d'une flore du nouveau grès rouge des Vosges, suivi d'une description des végétaux silicifiés qu'on y rencontre.  
Epinal.
- NAOUMOVA S. et RAUSER-CHERNOUSOVA D. (1964) - Sur la position stratigraphique de l'Autunien et de ses analogues. 5° Congr. intern.Géol.Strat.Carbonifère, Paris 1963, III, p. 1215-1227.
- OVTRACHT S. (1964) - Carbonifère supérieur du Massif de Mouthoumet (Aude, France).  
5° Congr.intern.Strat.Géol.Carbonifère, Paris 1963, II, p. 593-599.
- PAREYN C. (1954) - Le Bassin houiller de Littry (Calvados).  
Publ. B.R.G.M., n° 14.
- PAREYN C. et LARSONNEUR C. (1960) - Sur le Trias du bassin de Carentan (Normandie).  
C.R.Ac.Sci., 250, p. 2384-2389.
- PERRIAUX J. (1961) - Contribution à la géologie des Vosges gréseuses.  
Mém.Serv.Carte géol.Als.Lorraine, n° 18.
- PRUVOST P. (1934) - Description géologique du Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine.  
Gîtes minéraux.
- PRUVOST P. (1947) - Art des Mines et Géologie : Bilan d'une collaboration.  
C.R.Congrès du Centenaire de l'Association des Ing. de Liège, Liège.

- PRUVOST P. (1957) - Paléozoïque supérieur  
in volume Europe  
Lexique stratigraphique international
- RAUZER CHERNOUSSOVA D. (1962) - Der Schwagerinen-horizont und die  
(RAUSER-CHERNDUSOVA)  
Obere Grenze des Karbon.  
4° Congr.intern.Strat.Géol.Carbonifère, Heerlen 1958,  
III, p. 577-589.
- REMY W. (1964) - Zur Untergliederung des Stéphanien und Autunien  
Grenze Stéphanien/Autunien.  
5° Congr.intern.Strat.Géol.Carbonifère, Paris 1963, I,  
p. 177-187.
- RICHTER-BERNBURG G. (1959) - Zur paläogeographie des Zechsteins  
I giacimenti gassiferi dell'Europa Occidentale, Milano  
1957, I, p. 87-99, 7 fig., 1 pl., Rome.
- RICOUR J. (1960) - Contribution à une révision du Trias français.  
Mém.Carte géol.Fr.
- RUTTEN M.G. (1964) - Permian volcanics.  
5° Congr.intern.Strat.Géol.Carbonifère, Paris 1963,  
I, p. 117.
- SAPIN S. (1967) - Principaux résultats géologiques des travaux  
d'exploration réalisés par la Société nationale des  
pétroles d'Aquitaine dans le Sud-Ouest du bassin de  
Paris.  
Bull.Soc.géol.Fr., IX, n° 3, p. 327-354, 12 fig.
- SCHUSTER J. (1908) - Zur Kenntnis der Flora Saarbrücknerschichten  
und pfälzischen Oberrothliegenden.  
Geognost. Jahresb., Bd 20, Munich.
- SCHWEITZER H.J. (1962) - Die macroflora des niederrheinnischen  
Zechsteins.  
Fortschr.Geol.Rheinland u. Westf., 6, p. 331-376,  
14 fig., 3 tab., Krefeld.

- SCHWEITZER H.J. (1968) - Die Flora des Oberen Perms in Mitteleuropa.  
Naturwissenschaftliche Rundschau, Stuttgart, Heft 3,  
p. 93-102.
- STONELAY H.M.M. (1958) - The upper Permian flora of England.  
Bull.Brit.Mus.(Nat.Hist.), Geol., London, 3, n° 9,  
p. 293-337, pl. 36-40, 16 fig.texte.
- TOBI A.C. (1959) - Petrographical and geological investigations  
in the Merdaret Lac Crop region.  
Thèse, Leide.
- VELAIN C. (1885) - Le Permien dans la région des Vosges.  
Bull.Soc.géol.Fr., (3), 13, p. 536-564.
- VERNET J. (1958) - Sur la tectonique du socle permo-werfénien  
du Dôme de Barrot.  
Trav.Lab.Géol.Grenoble, 34, p. 219-290.
- VETTER P. (1960) - Sur la flore autunienne du détroit de Rodez.  
Bull.Soc.géol.Fr., (7), II, p. 693-694.
- VETTER P. (1968) - Géologie et paléontologie des bassins houillers  
de Decazeville, de Figeac et du détroit de Rodez.  
Imp. moderne, Aurillac.
- VISSCHER H. (1968) - On the thuringian age of the upper palaeo-  
zoic sedimentary and volcanic deposits of the Esterel  
(Southern France).  
Review of Palaeobotany and Palynology, (6), p. 71-83,  
Amsterdam.
- WOLF M. (1966) - Observations pétrographiques sur le schiste-  
boghead d'Autun.  
Sciences de la Terre, Nancy, XI, n° 1, p. 7-18,  
1 fig., 1 pl. h.t.

YAPAUDJIAN L. (1961) - Essai de caractérisation des sédiments permien et triasiques dans le bassin de Paris.  
in : Colloque sur le Trias, Montpellier,  
Mém. B.R.G.M., n° 15.

ZEILLER R. (1898) - Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permien de Lodève.  
Bull.Mus.Hist.Nat.Marseille, I, p. 6-69.