

# Faut-il rassembler le Stéphaniens supérieur et l'Autunien (Paléozoïque supérieur continental) en une seule entité lithostratigraphique ?

Jean-François BECQ-GIRAUDON<sup>(1)</sup>

Daniel MERCIER<sup>(2)</sup>

Hervé JACQUEMIN<sup>(3)</sup>

*Do Upper Stephanian and Autunian series (continental Upper Paleozoic) constitute a single lithostratigraphic unit?*

Géologie de la France, n° 2, 1995, pp. 17-24, 4 fig., 2 tabl.

Mots-clés : Stéphaniens, Autunien, Biostratigraphie, Lithostratigraphie, Unité stratigraphique.

Key words: Stephanian, Autunian, Biostratigraphy, Lithostratigraphy, Stratigraphic units.

## Résumé

*Nous proposons que les formations continentales du Stéphaniens supérieur et de l'Autunien ne forment qu'une seule et même entité lithostratigraphique dont le statut formel reste à définir et dont la constitution est commandée par l'évolution structurale du domaine fragile des zones internes de la Chaîne hercynienne.*

## English abridged version

*Proposed in 1893 by E. Munier-Chalmas and A. De Lapparent as Upper Carboniferous and Lower Permian continental Stages, the Stephanian and the Autunian (considered nowadays as Series) have since then been considered as two distinct chronostratigraphic units well defined both palaeontologically and lithologically as well as by the presence, in some basins, of a disconformity supposed to be synchronous within the internal zones of the Variscan belt.*

*Since thirty years, several constata-tions have led to a revision of this conception:*

*– The presence of the "Autunian" flora as early as the Stephanian, as a result of different palaeoenvironments (Doubringer, Langiaux, 1982; Broutin et al., 1986; Broutin et al., 1990; Becq-Giraudon, 1993) do not allowed to fix a precise biostratigraphic limit between the two Series:*

*– It is often very difficult to fix a lithostratigraphic limit for, in the basins where the Stephanian and the Autunian are represented, one always observes a continuous passage from one Serie to the other (Feys, 1989; Châteauneuf et Farjanel, 1989). The disconformities which should be present between the two Series are not noticed everywhere and are not synchronous when observed (Courel, 1992); They are always due to the progressive opening of a basin in a extensional tectonic regime (Becq-Giraudon et Van Den Driessche, 1993);*

*– The Stephanian Stricto Sensu (i.e. Stephanian B to D Auct.) has a very short duration (5 Ma maximum) compared to that of the Autunian (20 Ma) (Odin, 1994);*

*– Each serie records in its lithological column the evolution of a progressively opening basin: the Stephanian represent the first step of infilling (its fluvial nature shows that we are in presence of relics of the variscan palaeohydrographic network), the Autunian deposits, more distals, flood over the initial valleys as a result of the widening of the basin.*

*Thus, the continental formations of Upper Stephanian and Autunian ages are part of one continuous tectonosedimentary cycle and it is herein proposed to regroup them in a lithostratigraphic Group, which remains to be formally defined and subdivided.*

\* Communication orale lors du colloque "Géologie de la France", Paris 14-15 décembre 1993.

Manuscrit reçu le 10 mai 1994, accepté définitivement le 27 février 1995.

(1) BRGM, DR/HYT, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 02.

(2) École des mines de Paris, 35, rue Saint-Honoré, 77035 Fontainebleau.

(3) École des Mines de Saint-Étienne, 158, Cours Fauriel, 42023 Saint-Étienne Cedex.

Introduction

Etablis en 1893 par E. Munier-Chalmas et A. De Lapparent comme étages continentaux du Carbonifère supérieur et du Permien inférieur, le Stéphanien et l'Autunien, dont les stratotypes sont respectivement situés à Saint-Etienne (Loire) et Autun (Saône-et-Loire), dans l'est du Massif central, n'ont depuis jamais cessé d'être considérés comme deux entités chronostratigraphiques bien caractérisées par leur contenu paléontologique et lithologique. La définition de ces deux entités, élevées depuis au rang de Série, a évolué dans le sens d'une plus grande précision: le Stéphanien, subdivisé d'abord en un Stéphanien inférieur et un Stéphanien supérieur (Doubinger, 1980a), a été plus finement découpé, le Stéphanien inférieur comprenant deux étages, à la base, le Cantabrien et, au sommet, le Barruelien, dont les stratotypes sont situés dans les Asturies (Espagne) (Wagner et Winkler-Prins, 1985) alors que le Stéphanien supérieur ne comprenait que des subdivisions informelles caractérisées par une lettre chacune (Stéphanien B, C et D Wagner et Winkler-Prins, 1991) (tabl. I). L'Autunien, dans le même temps, conservait sa définition originelle (Doubinger, 1980b ; Châteauneuf *et al.*, 1992) (tabl. I) tandis que son contenu litho- et biostratigraphique continuait à être de mieux en mieux connu (Châteauneuf et Farjanel, 1989 ; Hoffmann *et al.*, 1990). Au Premier Congrès International de Stratigraphie et Géologie du Carbonifère, tenu à Heerlen (Pays-Bas) en 1927, la limite Stéphanien/Autunien (et donc celle entre le Carbonifère et le Permien en milieu continental) fut fixée à la première apparition de plantes des genres *Walchia* Sternberg et *Callipteris* Brongniart. Très vite, on découvrit des espèces du genre *Walchia* dans le Stéphanien et, dès 1937, le seul genre *Callipteris* était retenu comme marqueur de l'Autunien, avec comme espèce-index *C. conferta* Sternberg (voir Bouroz *et al.*, 1978. Doubinger, 1956, 1980a et b ; Broutin *et al.*, 1986 ; Wagner et Winkler Prins, 1991 ; Becq-Giraudon, 1993)). Depuis, ce genre a été retrouvé dans le Stéphanien (Doubinger, 1956 ; Broutin *et al.*, 1986, Langiaux, 1984) rendant ainsi difficile une définition pratique de la limite entre

		étage	macroflore	palynologie
PERMIEN	AUTUNIEN		<i>Walchia</i> <i>Taeniopteris</i>	<i>Vittatina</i> <i>Potoniesporites</i>
			<i>Callipteris conferta</i>	
CARBONIFERE	STÉPHANIEN SUPÉRIEUR	C★	<i>Sphenophyllum angustifolium</i>	<i>P. novicus-bhardwaji</i>
		B★	<i>Alethropteris zeilleri</i>	<i>C. major</i>
	BARRUELIEN	<i>Lobopteris lamuriana</i>	<i>A. splendidus</i>	
	CANTABRIEN	<i>Odontopteris cantabrica</i>	<i>T. obscura-thiesseni</i>	

Tabl. I. - Grandes subdivisions stratigraphiques du Stéphanien et de l'Autunien (d'après Wagner et Winkler-Prins, 1991, pour le Stéphanien et Doubinger, 1980b, pour l'Autunien ; \* : divisions informelles).

Table I. - Main stratigraphic subdivision of the Stephanian and the Autunian (After Wagner and Winkler-Prins, 1991, for the Stephanian and Doubinger, 1980b, for the Autunian. \*: unformal subdivisions).

les deux Séries d'autant plus que dans le Bassin de la Loire (ou de Saint-Etienne), Stratotype historique du Stéphanien, on ne connaît pas de couches d'âge autunien surmontant les terrains stéphanien (Doubinger, 1956, 1980a).

**Problèmes de la biostratigraphie à la limite Stéphanien/Autunien en milieu continental**

Pour l'essentiel, la Biostratigraphie des formations stéphanien et autunien est basée sur la succession des flores, du fait de l'abondance des fossiles qu'elles ont laissées, tant sous forme de macrofossiles que de palynomorphes (Doubinger, 1980a et b), bien que dans certains cas favorables, les ichnofaunes et les entomofaunes aient été mises à

contribution (Schneider *et al.*, 1988 ; Schneider *et al.*, 1992).

Néanmoins, il est apparu très vite que la flore autunienne et la flore stéphanienne coexistaient et la littérature scientifique concernant les bassins limniques permo-carbonifères abondent en exemples de cette coexistence (voir, par exemple, Doubinger, 1956 ; Langiaux, 1984 ; Broutin *et al.*, 1986 ; Broutin *et al.*, 1990 ; Doubinger *et al.*, 1992). Le bassin de Lucenay-les-Aix (Nièvre), exploré récemment par le BRGM dans le cadre de l'Inventaire des Ressources Nationales de Charbon (Donsimoni, 1990) permet d'illustrer ce phénomène : près de trente forages ont recoupé un faisceau de couches de charbon situé stratigraphiquement dans le passage du Stéphanien à l'Autunien (fig.1). On note dans certains horizons de shales, traduisant dans le cas présent un milieu de

dépôt lacustre, une microflore essentiellement "autunienne" ainsi que des représentants des genres *Callipteris* et *Walchia*, alors que les autres horizons livrent en abondance une macro- et une microflore typiquement stéphaniennes. Cette coexistence s'explique par des variations paléocéologiques (Broutin *et al.*, 1990 ; Doubinger *et al.*, 1992 ; Becq-Giraudon, 1993), les flores dites autuniennes, méso- et xérophiles, croissaient en bordure des bassins alors que les flores dites stéphaniennes, hygrophiles, poussaient dans les zones basses et humides. Cette cohabitation de flores réputées d'âge différent et se succédant l'une à l'autre rend difficile l'établissement d'une limite entre les deux séries basée sur la biostratigraphie utilisant ces flores.

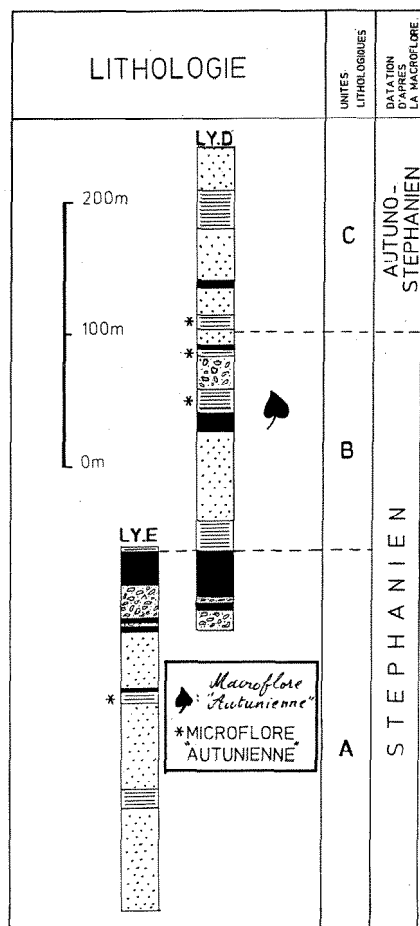


Fig. 1. - Exemple d'association de microflore et macroflores autuniennes dans des couches stéphaniennes. Exemple de Lucenay-les-Aix (Nièvre).

Fig. 1. - Autunian micro- and macrofloras occurrences in stephanian rocks. Example of the Lucenay-les-Aix coal field (Central France).

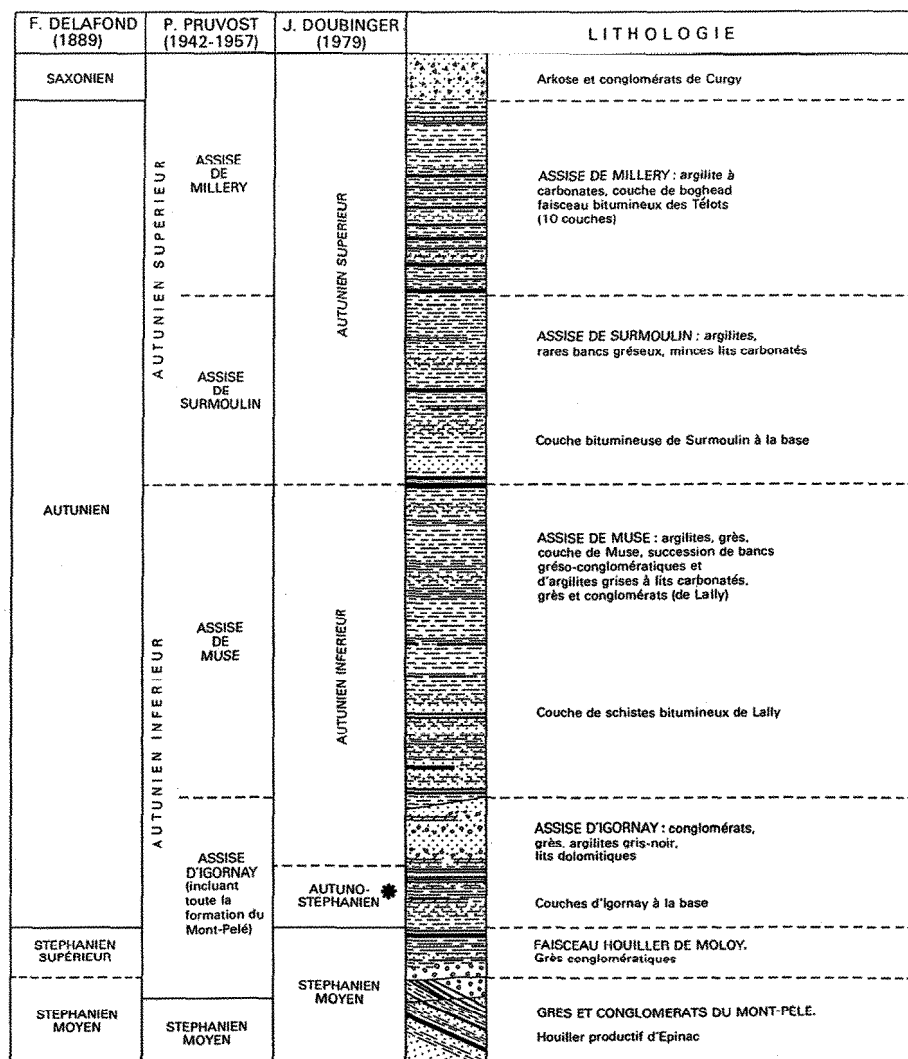


Fig. 2. - Lithostratigraphie et coupures stratigraphiques du Permo-Carbonifère du bassin d'Epinac/Autun (extrait de Marteau et Feys, 1989 - \* = "Autunien Basal" (Pro Parte) de Châteauneuf *et al.*, 1992, ces derniers attribuant le Faisceau de Molloy à cet horizon).

Fig. 2. - Lithostratigraphy and stratigraphic assignment of Epinac/Autun Basin Permo-Carboniferous rocks (in Marteau et Feys, 1989 - \* = "Basal Autunian" (Pro Parte) of Châteauneuf *et al.*, 1992, those latter authors assigning the Faisceau de Molloy to this horizon).

L'existence même de ce type de couches à flores alternantes (et qui peuvent se manifester très tôt, dès le Stéphanien B - voir Langiaux, 1984) permet de conclure à l'absence d'une coupure majeure entre les deux séries du fait de l'absence de bouleversement majeur dans l'environnement de cette époque, en particulier climatique, que reflète la cohabitation de deux flores croissant dans des milieux totalement différents. De ce fait, il faut prendre en considération la lithostratigraphie et l'évolution des terrains de cette époque.

### Lithostratigraphie des terrains continentaux permo-carbonifères dans les zones internes de la chaîne hercynienne

#### Le bassin d'Epinac/Autun

L'exemple du bassin limnique continentale d'Epinac/Autun, d'âge stéphanien supérieur à autunien, situé dans le nord-est du Massif central français et site éponyme et stratotypique de la série

autunienne (Doubinger, 1980b ; Marteau et Feys, 1989 ; Châteauneuf *et al.*, 1992) donne un bon aperçu des successions lithologiques des terrains de cette époque. De façon globale, on observe (fig. 2) une formation fluvio-palustre à dominante de sédiments proximaux grossiers et palustres (charbon) qui passe de façon progressive à une formation fluvio-lacustre où dominent des sédiments fins de plaine d'inondation et de lacs (shales bitumineuses), le passage de l'une à l'autre se faisant par une zone de transition sans qu'une limite bien définie puisse être mise entre les deux formations (Marteau, 1983 ; Marteau et Feys, 1989 ; Châteauneuf *et al.*, 1992). On notera que, comme pour le Stratotype du Stéphanien à Saint-Etienne, la série autunienne d'Autun est incomplète vers le haut, le contact entre l'Autunien supérieur et le Saxonien n'étant pas observé.

### Comparaison avec d'autres bassins permo-carbonifères

Dans les bassins où l'Autunien est présent en continuité avec le Stéphanien supérieur, on note, dans les cas les plus fréquents, un passage continu d'une formation à l'autre et la même incertitude sur la limite précise entre les deux séries que celle décrite précédemment (Feys, 1989) : comme à Autun, il existe ainsi une zone de transition, pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres selon le bassin considéré, comme à Brive (Lavergne et Châteauneuf, 1988), Blanzay (Langiaux, 1984 ; Gand *et al.*, 1992), en Ardèche (Le Strat *et al.*, 1994) ou, hors du Massif central, Carentan (Pareyn, 1954) ou la Lorraine (Donsimoni, 1981), par exemple. Cette zone de transition montre toujours le même type de passage progressif depuis une formation fluvio-palustre proximale à une formation fluvio-lacustre distale du type plaine d'inondation distale et lacs (shales bitumineuses et carbonates) ; dans certains cas extrêmes (bassin de Devay/Lucenay-les-Aix, Nièvre, Donsimoni, 1990), la transition prend place au milieu d'un faisceau de couches de charbon.

La présence d'une discordance angulaire entre les deux formations, longtemps considérée comme synchrone et présente dans l'ensemble des bassins de

l'époque (phase Bourbonnaise de J. Grolier, 1971), constitue une exception et se révèle, en fait, être diachrone ( voir Courel, 1992, fig. 1, p.23) : elle est due à des phénomènes locaux, internes au bassin où ils s'observent, résultant en des discordances progressives liées à l'ouverture et l'élargissement de ce dernier (Arthaud *et al.*, 1977). Ils sont, le plus souvent, la conséquence des rejeux successifs syngénétiques d'une faille bordière du bassin, normale ou à composante normale importante, sans qu'il y ait de changement de régime tectonique au passage d'une formation à l'autre (Becq-Giraudon et Van den Driessche, 1993). Cette évolution se fait dans un régime tectonique en extension, conséquence de

l'effondrement gravitaire de la croûte hercynienne épaissie (Ménard et Molnar, 1988 ; Malavieille *et al.*, 1990 ; Becq-Giraudon et Van den Driessche, 1993, 1994) dont le début se marque précisément dans le domaine fragile par l'ouverture des bassins stéphano-autuniens (Faure et Becq-Giraudon, 1993).

### Discussion

La continuité des formations stéphaniennes supérieures et autuniennes, qui reflète une continuité dans le régime tectonique durant toute cette période, résulte de l'ouverture et, par conséquent, de l'élargissement progressif d'un bassin en régime tectonique extensif. Dans ce

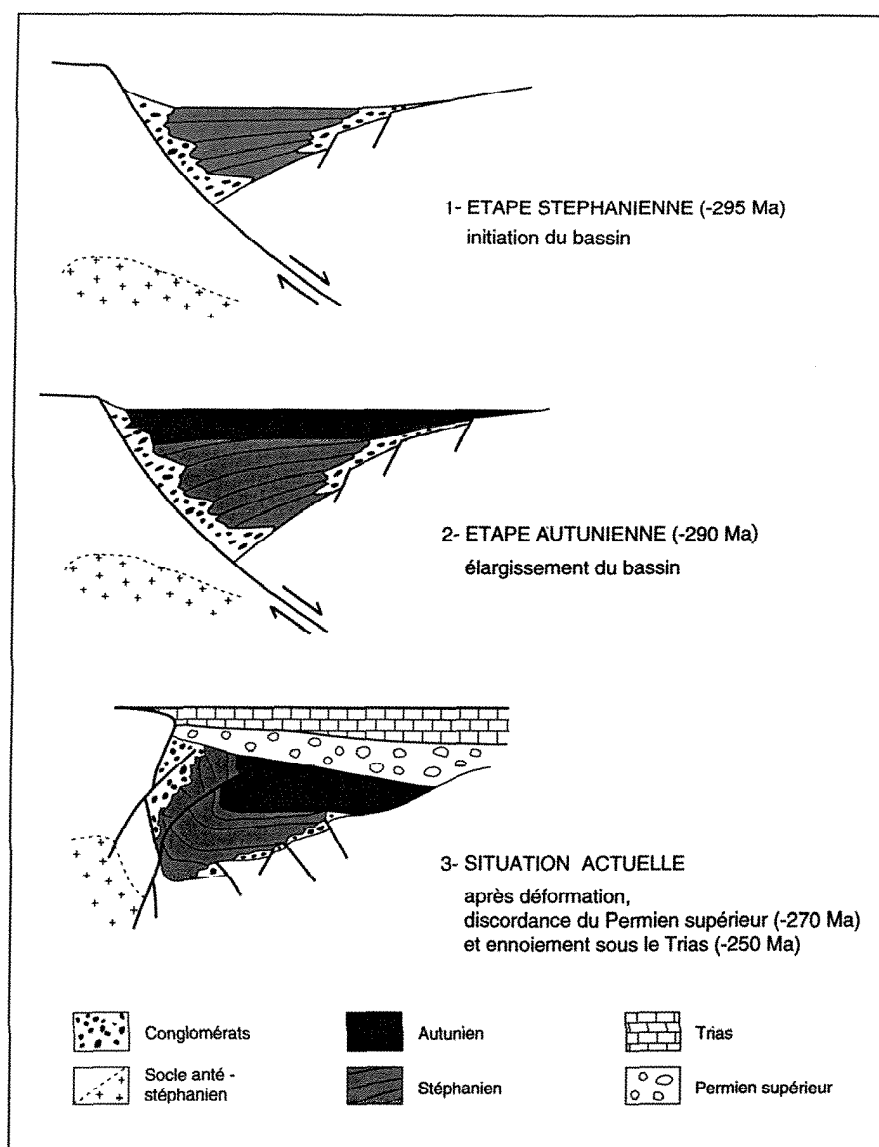


Fig. 3. – Grandes étapes de l'évolution tectonosédimentaire d'un bassin Stéphanien/Autunien.  
Fig. 3. – Main tectonosedimentary evolutionary steps of a Stephanian/Autunian Basin.

schéma, résumé par la figure 3, les dépôts stéphaniens se représentent la phase initiale de l'ouverture, phase pendant laquelle ces bassins se présentent comme des sillons étroits, allongés, au tracé longitudinal plus ou moins régulier en fonction des variations du tracé et de l'importance du jeu des failles bordières ou de possibles relais de failles (Schlische, 1992 ; Gawthorpe et Hurst, 1993) ; La formation stéphaniennne, de nature fluviale, déposée dans un sillon, représente un ancien lit de rivière et on peut considérer, de façon générale, que les formations stéphaniennes supérieures du Massif central constituent les témoins du paléoréseau hydrographique qui drainait la chaîne hercynienne (Becq-Giraudon et Van den Driessche, 1994). L'élargissement du bassin entraîne l'élargissement des aires de sédimentation autuniennes par rapport aux aires précédentes (fig. 3), et le dépôt de sédiments distaux fluvio-lacustres traduisant cet élargissement ainsi que le changement du régime hydrodynamique qui en résulte.

Hors de France, on retrouve le même type de relation entre les deux séries : sous la Molasse suisse, vers Zürich, le Permo-Carbonifère continental a été reconnu par sondage et prospection sismique (Hochuli, 1985 ; Diebold et Naef, 1990 ; Naef et Diebold, 1990). Il montre exactement les mêmes relations entre le Stéphanien supérieur et l'Autunien que dans le Massif central, c'est-à-dire un passage continu de l'un à l'autre et un mélange de flores à caractère autunien et à caractère stéphanienn (Hochuli, 1985). Il en est de même dans l'ensemble des zones internes de la Chaîne : au Maroc, un passage continu Carbonifère - Permien continental a été reconnu, par exemple, par Feys et Greber (1963) dans les bassins du Souss et à l'est de Marrakech, où la coexistence des deux flores a été notée dans des sondages près de Demnate (Doubinger et Roy-Dias, 1986 ; Courtinat et Sebban, 1987). La même situation prévaut en Espagne, dans les Pyrénées (Martinez Diaz, 1983 ; Valero Garces, 1993). Dans le Massif de Bohême, le Sillon du Boskovic (Maly et Kvct, 1988) et, de façon générale, les bassins de la Bohême centrale (Holub, 1981) présentent la même évolution tectonosédimentaire que les autres bassins des zones internes.

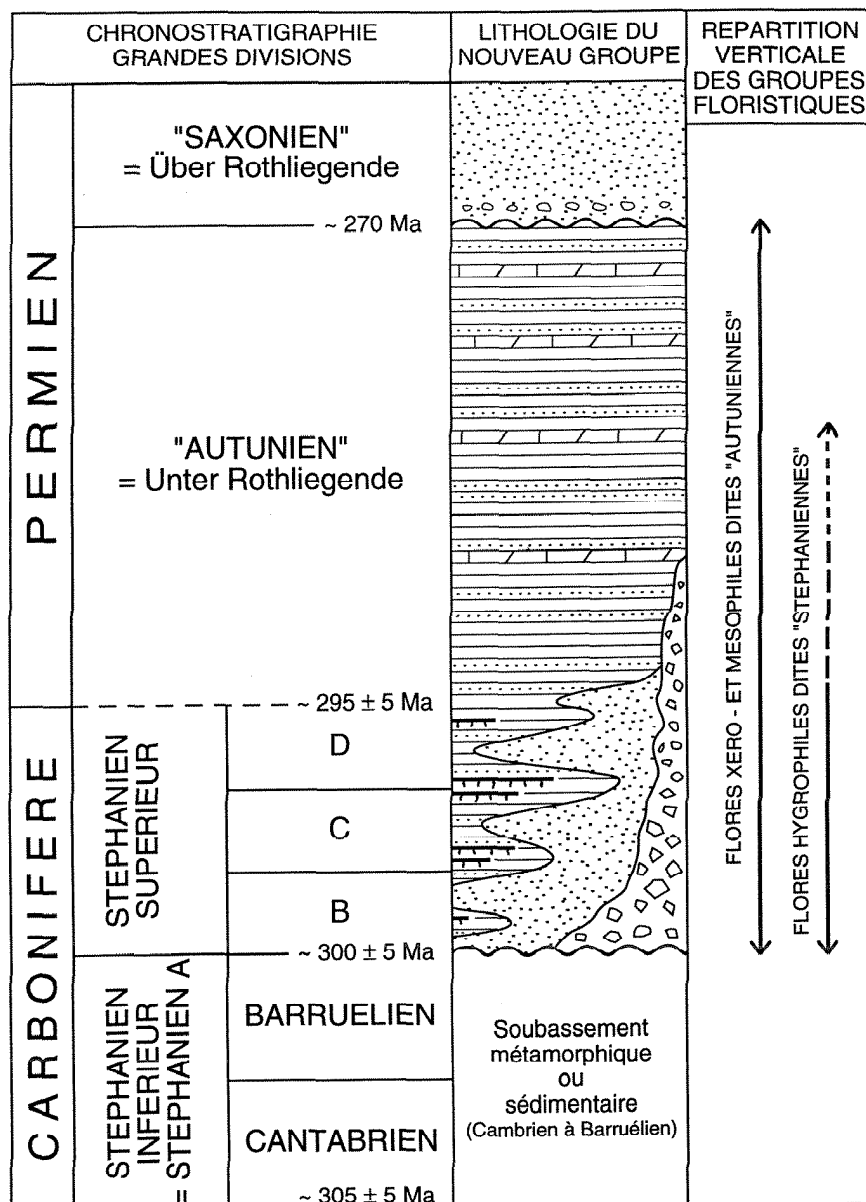


Fig. 4. – Synthèse stratigraphique des terrains continentaux d'âge Stéphanien supérieur et Autunien dans les zones internes de la chaîne hercynienne.

Fig. 4. – Stratigraphy of the continental deposits of Upper Stephanian and Autunian ages within the hercynian orogenic belt.

Plus généralement, et quelque soit l'endroit de la chaîne considéré, la limite entre le Stéphanien et l'Autunien paraît tout aussi difficile à fixer que dans les zones internes : il en serait ainsi dans les Appalaches où la base du Groupe Dunkard (Pennsylvanien à Permien), où le même phénomène d'alternance de flores a été rapporté (voir Doubinger et Langiaux, 1982), serait encore du Carbonifère supérieur (Repine *et al.*, 1993) ou bien, en Europe centrale, où le Stéphanien terminal et le Rothliegende inférieur basal (Autunien basal) sont considérés comme synchrones (Menning, 1993).

### Conclusions

Il apparaît ainsi que la différence entre le Stéphanien supérieur et l'Autunien se ramène à une différence de faciès et de paléoenvironnements au sein d'un même bassin et sur ses bordures, ainsi qu'à une différence de l'importance de l'extension géographique des aires de sédimentation qui s'accroissent entre le Stéphanien et l'Autunien. Du point de vue tectonostratigraphie, les étapes successives de l'ouverture des bassins se reflètent dans la colonne lithologique : les formations stéphaniennes représen-

tent le premier stade de comblement d'un bassin encore très étroit et allongé n'accommodant que des sédiments fluviatiles et palustres, témoins du paléoréseau hydrographique de l'époque. Les formations autuniennes, plus distales et débordant les vallées stéphaniennes initiales reflètent l'élargissement du bassin consécutif à son approfondissement et son extension en liaison avec une tectonique active (fig. 3). Cette tectonique syngénétique du bassin est responsable des discordances intraformationnelles observées localement dans quelques bassins, ces discordances ne résultant pas d'une quelconque phase tectonique générale à la limite stéphano-autunienne. D'autre part, les fréquentes incursions dans les formations palustres ou lacustres stéphaniennes, des flores xérophiles qui caractériseront le faciès autunien, démontre qu'il n'y a pas de différences climatiques entre le Stéphanien supérieur et l'Autunien et que l'aridification qui prend place au cours du Permien intervient plus tard, probablement avec le bouleversement climatique global que provoque la disparition de l'inlandsis gondwanien à partir du Sakmarien (Visser, 1993).

Les âges radiométriques proposés dans la littérature (Haq et Van Heyzinga, 1987 ; Harland *et al.*, 1990 ; Odin, 1994) pour cette période ne semblent pas fiables car ils reposent sur les étages marins du Paléozoïque supérieur, non

datés directement (et de ce fait, il en est de même pour la limite Carbonifère/Permien en domaine marin). Malgré cette incertitude, en se basant sur l'échelle proposée par G. S. Odin, (1994), le début du Stéphanien supérieur se situerait vers 300 +/- 5 Ma, sa limite supérieure se situant vers - 295 +/- 5 Ma. Ceci signifie que sa durée est inférieure au pouvoir de résolution des méthodes radiométriques et on peut considérer que l'âge du Stéphanien supérieur est mal contraint et que sa durée est très brève. Si, en se basant sur les mêmes données, on considère que l'Autunien a duré environ 25 Ma ( de - 295 Ma à - 270 Ma), le Stéphanien supérieur apparaît plus comme une dépendance de l'Autunien que comme une entité nettement individualisée.

D'un point de vue lithostratigraphique, les formations continentales d'âge stéphanien supérieur des zones internes de la chaîne hercynienne apparaissent comme le début d'un seul et même cycle tectonosédimentaire dont l'essentiel se développera pendant le Permien inférieur (compte tenu des âges radiométriques discutés précédemment) et nous proposons de réunir les terrains attribués au Stéphanien supérieur (B, C, et D Auct.) et à l'Autunien en une seule entité lithostratigraphique (fig. 4), qui pourrait avoir le statut de Groupe mais qu'il faut encore nommer et pour qui un stratotype valable doit être trouvé.

Ces conclusions tirées de considérations lithostratigraphiques et biostratigraphiques ne sont pas sans incidence sur la définition d'une limite Carbonifère Permien dans le domaine continental : si J. Doubinger et J. Langiaux (1982), constatant l'existence d'un "faciès" autunien intercalé dans les formations stéphaniennes, proposaient d'inclure l'Autunien dans le Stéphanien (repoussant de ce fait la limite Carbonifère/Permien sous le Saxonien), il apparaît plus logique, en fonction des données lithostratigraphiques et radiométriques exposées ici, de réunir le Stéphanien supérieur à l'Autunien, en d'autres termes, de placer la limite Carbonifère/Permien en milieu continental entre le Stéphanien inférieur et le Stéphanien supérieur (fig. 4). Quelque soit la solution retenue, c'est la limite Carbonifère/Permien qui est remise en cause.

#### Remerciements

Ce manuscrit a largement bénéficié de la relecture attentive et critique qu'en ont faite Jean Broutin, Jean-Jacques Châteauneuf et Claude Cavelier que les auteurs sont ici heureux de remercier vivement. Cette note est publiée dans le cadre des travaux du P.I.C.G. n° 343 "Stratigraphic correlations of Peritethyan epicratonic basins" et constitue la contribution scientifique n° 94062 du BRGM.

### Références

- ARTHAUD F., MÉGARD F., SÉGURET M. (1977). – Cadre tectonique de quelques bassins sédimentaires. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, 1, n° 1, pp. 147-188.
- BEQC-GIRAUDON J.F. (1993). – Problèmes de la biostratigraphie dans le Paléozoïque supérieur continental (Stéphanien-Autunien) du Massif central. *Geodinamica Acta*, Paris, 6, n° 4, pp. 219-224.
- BEQC-GIRAUDON J.-F., VAN DEN DRIESSCHE J. (1993). – Continuité de la sédimentation entre le Stéphanien et l'Autunien dans le bassin de Graissessac-Lodève (Sud du Massif central) : implications tectoniques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 317, (2), pp. 939-945.
- BEQC-GIRAUDON J.-F., VAN DEN DRIESSCHE J., (1994). – Dépôts périglaciaires dans le Stéphanien-Autunien du Massif central : témoin de l'effondrement d'un haut plateau hercynien. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 318, (2), pp. 675-682.
- BOUROZ A., EINOR O.I., GORDON M., MEYEN S.V. WAGNER R.H. (1978). – Propositions pour une classification chronostratigraphique internationale du Carbonifère. *Rev. Ind. Minérale, Saint-Etienne*, 60, n° 10, pp. 469-483.
- BROUTIN J., DOUBINGER J., LANGIAUX J., PRIMEY D. (1986). – Conséquences de la coexistence de flores à caractères stéphaniens et autuniens dans les bassins limniques d'Europe occidentale. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, N.S., n° 149, pp.15-25.
- BROUTIN J., DOUBINGER J., FARJANEL G., FREYTET P., KERP H., LANGIAUX J., LEBRETON M.-L., SEBBAN S., SATTI S. (1990). – Le renouvellement des flores au passage Carbonifère-Permien : approches stratigraphiques, biologiques, sédimentologiques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 311, (2), pp. 1563-1569.
- CHATEAUNEUF J.-J., FARJANEL G. (Coord.) (1989). – Synthèse géologique des bassins permien français. Mém. BRGM, Orléans, n° 128, 288 p.
- CHATEAUNEUF J.-J., FARJANEL G., PACAUD G., BROUTIN J. 1992. – Permian basins in the French Massif Central., Chapter II: the Autun Permian Basin, the Autunian Stratotype. *Cahiers Micropal.*, Fr., 7, n° 1/2, pp. 123-139.

- COURTINAT B., SEBBAN S. (1987). – Palynologie du sondage OT 6 Bis (Autuno-Stéphanien) dans le Haouz oriental de Marrakech. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, n° 11, pp. 97-101.
- COUREL L. (1992). – Les bassins permien français : dynamique sédimentaire et cadre structural. *Cuadernos de Geologia Iberica*, Madrid, n° 16, pp. 19-38.
- DIEBOLD P., NAEF H. (1990). – Le fossé permo-carbonifère du nord de la Suisse. *Cédra Informe*, Baden (Suisse), n° 2, pp. 29-36.
- DONSIMONI M. (1981). – Le bassin houiller lorrain. Synthèse géologique. Mém. BRGM, Orléans, n° 117, 102 p.
- DONSIMONI M. (1990). – Le gisement de charbon de Lucenay-Lès-Aix (Nièvre). Essai de synthèse géologique d'après les sondages récents (1981-1986). Document BRGM, Orléans, n° 179, 84 p.
- DOUBINGER J. (1956). – Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennes. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, Nelle Série, **35**, n° 1-2, n° 75, pp. 1-180.
- DOUBINGER J. (1980a). – Stéphanien - in Cavelier C., Roger J. Les étages français et leurs stratotypes. Mém. BRGM, Orléans, n° 109, pp. 36-38.
- DOUBINGER J. (1980b). – Autunien - in Cavelier C., Roger J. Les étages français et leurs stratotypes - Mém. BRGM, Orléans, n° 109, pp. 39-42.
- DOUBINGER J., LANGIAUX J. (1982). – Un faux problème : la limite Stéphanien/Autunien. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **294**, (2), pp. 395-398.
- DOUBINGER J., ROY DIAS C. (1986). – La paléoflore autuno-stéphanienne de la région de Demnate (Est de Marrakech, Maroc). *Geobios*, Lyon, **19**, n° 6, pp. 549-571.
- DOUBINGER J., VETTER P., BECQ-GIRAUDON J.F., MERCIER D., JACQUEMIN H., BROUTIN J., GALTIER J., LANGIAUX J., WANG Z.G. (1992). – Le bassin houiller de Saint-Etienne : nouvelles approches géologiques et paléobotaniques. Résumés 4. Conf. O.I.P., Paris, OFP Informations n° 16.B, p. 52.
- FAURE M., BECQ-GIRAUDON J.F. (1993). – Sur la succession des épisodes extensifs au cours du désépaissement carbonifère du Massif central français. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **316**, (2), pp. 967-973.
- FEYS R. (1989). – Introduction - in Châteauneuf J.-J., Farjanel G., Synthèse géologique des bassins permien français. Mém. BRGM, Orléans, n° 128, pp. 17-22.
- FEYS R., GREBER Ch. (1963). – Le Stéphanien et l'Autunien du Souss dans les Ida Ou Zal. *Notes Ser. Géol. Maroc*, Rabat, **22**, n° 170, pp. 19-35.
- GAND G., COUREL L., DEBRIETTE P. (1992). – Le bassin permien Blanzay - Le Creusot (Massif central, France). *Bull. Soc. Hist. Nat. Autun*, **139**, pp. 5-44.
- GAWTHORPE R.L., HURST J.M. (1993). – Transfer zones in extensional basins: their structural style and influence on drainage development and stratigraphy. *J. Geol. Soc. London*, **150**, pp. 1137-1152.
- GROLIER J. (1971). – La tectonique du socle hercynien dans le Massif central. Symposium Jean Jung : Géologie, Géomorphologie et structure profonde du Massif central français. Plein Air Service Ed., Clermont-Ferrand, pp. 215-268.
- HAQ B.U., VAN HEYZINGA F.W.B. (1984). – Geologic Time Table. Fourth edition. Elsevier edit., Amsterdam.
- HARLAND W.B., ARMSTRONG R.L., COX A.V., CRAIG L.E., SMITH A.G., SMITH D.G. (1990). – A Geologic Time Table. Cambridge University Press, Edit., 263 p.
- HOCHULI P.A. (1985). – Palynostratigraphische Gliederung und Korrelation des Permo-Karbon der Nordostschweiz. *Ecolgae. Geol. Helv.*, Bâle, **78**, n° 3, pp. 719-831.
- HOLUB V.(cd) (1981). – Geological and Paleogeographical map of the Carboniferous and Permian of Czechoslovakia. *Geol. Survey Czechoslovakia Ed.*, Prague.
- HOFFMANN N., KAMPS H.J., SCHNEIDER R.J., 1991. – A potential section of the central european continental Upper Carboniferous and Permian for correlations with marine standarts. *Permophiles, SCPS Newsletter*, n° 18, pp. 5-10.
- LANGIAUX J. (1984). – Flores et faunes des formations supérieures du Stéphanien de Blanzay-Montceaux (Massif central français). Stratigraphie et Paléogéologie. *La Physiophile*, Autun, n° 100, 270 p.
- LAVERGNE F., CHATEAUNEUF J.J. (1988). – Excursion dans le bassin stéphano-Permien de Brive-la-Gaillarde (Corrèze). Livret-Guide, Ass. Géologues Permien, Orléans, inédit, 25 p.
- LE STRAT P., AQUILINA A.L., BONIJOLY D., DEGOUY M., SUREAU J.-F., STEINBERG M., COUREL L., ELMI S., FRITZ B., JEANNETTE D., PERRIN J., ROURE F., RAZIN PH. (1994). – Morte-Mérie : second forage du projet Ardèche (Programme Géologie Profonde de la France). Résultats préliminaires. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **319**, (2), pp. 309-316.
- MALAVIELLE J., GUIHOT P., COSTA S., LARDEAUX J.M., GARDIEN V. (1990). – Collapse of the thickened Variscan crust in the french Massif central: Mont Pilat extensionnal shear zone and St Etienne Late Carboniferous basin. *Tectonophysics*, Amsterdam, **177**, pp. 139-149.
- MALY L., KVET R. (1988). – Geotectonic layout of the Tosice-Oslavany basin as related to the paleogeographical development of the southern part of the Boskovicse furrow. From : Pesek J., Voza J. (eds), Coal bearing formations of Czechoslovakia, Dionyz Stur Inst. Geol. ed., Bratislava, pp. 207-211.
- MARTEAU P. (1983). – Le bassin Permo-Carbonifère d'Autun. Stratigraphie, Sédimentologie et aspects structuraux. Document du BRGM, Orléans, n° 64, 198 p.
- MARTEAU P., FEYS R. (1989). – Le bassin d'Autun - in Châteauneuf J.-J. & Farjanel G., Synthèse géologique des bassins permien français. Mém. BRGM, Orléans, n° 128, pp. 65-71.
- MARTINEZ DIAZ C. (Ed) (1983). – Carbonifero y Permiano de Espana. IGME Eds, Madrid, 502 p.
- MÉNARD G., MOLNAR P. (1988). – Collapse of an Hercynian Tibetan Plateau into a Late Paleozoic European Basin-and-Range Province. *Nature*, Londres, **334**, pp. 235-237.

- MENNING M. (1993). – A Permo-Triassic micro-time Scale - Extend. Poster Abstract, Carboniferous to Jurassic Pangea, Calgary (Canada), 15/19 Août 1993.
- MUNIER-CHALMAS E., LAPPARENT (DE) A. (1893). – Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3), **21**, pp. 438-488.
- NAEF H., DIEBOLD P. (1990). – Interprétation géologique de la sismique réflexion. *Cédra Informe*, Baden (Suisse), n° 2, pp. 16-28.
- ODIN G.S. (1994). – Geological time scale (1994). *C.R. Acad. Sci., Fr.*, **318**, (2), pp. 59-71.
- PAREYN C. (1954). – Le bassin houiller de Litrzy (Calvados) - BRGGM, Paris, Publication n° 14, 132 p.
- REPINE JR T.E., BLAKE B.M., ASHTON K.C., FEDORKO III N., KEISER A.F., LOUD E.I., SMITH C.J., MCLELLAND S.W., MCCULLOCH G.H. (1993). – Regional and economic geology of Pennsylvanian age coal beds of West Virginia - *Internat. J. Coal Geol.*, Amsterdam, **23**, pp. 75-101.
- SCHLISCHE R.W. (1992). – Structural and stratigraphical development of the Newark extensional basin, eastern North America: evidence for the growth of the basin and its bounding structures. *Bull. Geol. Soc. America*, **104**, pp. 1246-1263.
- SCHNEIDER J., SCHAMAEV M.I., WALTER H. (1992). – Palaeobiogeographie und Stratigraphie von Tetrapoden - und Arthropoden-Faunen aus dem parali-schen Oberkarbon und Perm (Gzhel/Assel) des Donez Bassins. *Freiberger Forschungsheft*, Leipzig, C445, Paläontologie, pp. 104-121.
- SCHNEIDER J., WALTER H., WERNEBURG R. (1988). – New biostratigraphical methods for the Upper Carboniferous and Lower Permian in Central Europe. *Z. Geol. Wiss.*, Berlin, **16**, n° 9, pp. 917-927.
- VALERO GARCÉS B.L. (1993). – Lacustrine deposition and related volcanism in a transtensional tectonic setting: Upper Stephanian-Lower Autunian in the Aragon-Béarn Basin, Western Pyrénées (Spain-France). *Sedimentary Geol.*, Amsterdam, **83**, pp. 133-160.
- VISSER J.N.J. (1993). – Sea-level changes in a back-arc-foreland transition: the Late Carboniferous-Permian Karoo Basin of South Africa. *Sedimentary Geol.*, Amsterdam, **83**, pp. 115-131.
- WAGNER R.H., WINKLER-PRINS C.F. (1985). – Stratotypes of the two Lower Stephanian stages, Cantabrian and Barruelian. *X<sup>e</sup> Cong. Internat. Strati. Géol. Carbonifère*, Madrid, 1983, **4**, pp. 473-482.
- WAGNER R.H., WINKLER-PRINS C.F. (1991). – Major subdivisions of the Carboniferous System. *C.R. XI<sup>e</sup> Cong. Internat. Strati. Géol. Carbonifère, Beijing 1987*, n° 1, pp. 213-245.