

PUBLICATIONS DU SERVICE GÉOLOGIQUE DU LUXEMBOURG

BULLETIN No 13/1985

**NOTICE DE LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG**

Joëlle DÉSIÉ - MARCHAND

Publié avec le concours de l'Université de Picardie, Amiens, France

Ministère des Travaux Publics – Service Géologique
Luxembourg
1985

NOTICE DE LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Joëlle DÉsirÉ - MARCHAND *

Carte dressée et dessinée par Joëlle DÉsirÉ - MARCHAND, éditée par le Ministère des Travaux Publics du Luxembourg - Service Géologique - 1984 - publiée avec l'aide financière du Ministère de l'Aménagement du Territoire du Luxembourg, du Ministère de l'Education Nationale du Luxembourg, de l'Université de Picardie - France -

* Docteur en Géographie, Cartographe-Géographe à l'Université de Picardie - Rue Solomon Mahlangu - 80025 AMIENS - Cedex - FRANCE.

CONTENU

| | |
|---|----|
| 1. LES DEUX VISAGES DU GRAND-DUCHÉ: ÖSLING ET GUTLAND | 7 |
| 1.1. L'ÖSLING: UN ÉLÉMENT DE LA "PÉNÉPLAINE ARDENNAISE" | 7 |
| 1.1.1. Les données de la stratigraphie: la série éodévonienne. | |
| 1.1.2. Les données de la tectonique: le style des plis. | |
| 1.1.3. Les données de la géomorphologie: un aplanissement acyclique en cours de dissection. | |
| 1.2. LE GUTLAND: UN PAYS DE CUESTAS (STUFENLAND) . | 16 |
| 1.2.1. La série mésozoïque discordante. | |
| 1.2.2. Les formes structurales: 1.2.2.1. les cuestas. 1.2.2.2. les escarpements de faille. | |
| 1.2.3. L'organisation du drainage et la reprise d'érosion fini-tertiaire. | |
| 1.3. LA DÉPRESSION PÉRIPHÉRIQUE: UN TYPE DE CONTACT ORIGINAL ENTRE LE MASSIF ANCIEN ET SA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE | 27 |
| 1.3.1. La surface à "facettes" née du recoupement de la surface posthercynienne par la surface "tertiaire". | |
| 1.3.2. Les divers aspects de la dépression périphérique. | |
| 1.3.3. Les étapes de son affouillement: données et inconnues. | |
| | |
| 2. LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE DU LUXEMBOURG AU 1/100.000 | 30 |
| 2.1. LE CHOIX DE L'ÉCHELLE | 30 |
| 2.2. LA SÉLECTION DES DONNÉES: UN IMPÉRATIF À RESPECTER | 30 |
| 2.3. LE SYSTÈME DE REPRÉSENTATION: UNE RECHERCHE DE L'EFFICACITÉ VISUELLE | 32 |
| | |
| 3. CONCLUSION | 35 |
| | |
| 4. BIBLIOGRAPHIE | 37 |

1. LES DEUX VISAGES DU GRAND-DUCHÉ: ÖSLING ET GUTLAND

D'une superficie de 2.586 km², le Luxembourg se présente comme une région de contact entre **deux unités morphostructurales majeures**: la partie septentrionale du pays, l'Ösling (Eisleck, en luxembourgeois) appartient à l'Ardenne tandis que la partie méridionale, le Gutland (Gudland) se rattache aux marges nord-orientales du Bassin de Paris.

L'Ösling se situe à l'Est du massif cambrien de Serpont et au Sud de celui de Stavelot (Haute-Ardenne); le Gutland fait partie du "golfe du Luxembourg" occupé par les terrains mésozoïques de la couverture. Ce "golfe", encore appelé "Sillon eifélien", sépare l'Ardenne (à l'Ouest) du Massif Schisteux Rhénan (à l'Est). Son axe passe par Luxembourg, Bitburg, Gérolstein, Düren (Fig. 1).

Si un contraste naturel oppose l'Ösling ("terre inculte", en luxembourgeois) au Gutland ("bon pays"), les deux unités morphostructurales n'en sont pas moins étroitement solidaires, et cette solidarité s'exprime notamment dans les caractères de la dépression périphérique dont le style et l'ampleur se modifient de l'Ouest à l'Est du Grand-Duché.

1.1. L'ÖSLING: UN ÉLÉMENT DE LA "PÉNÉPLAINE ARDENNAISE"

1.1.1. Les données de la stratigraphie: la série éodévonienne

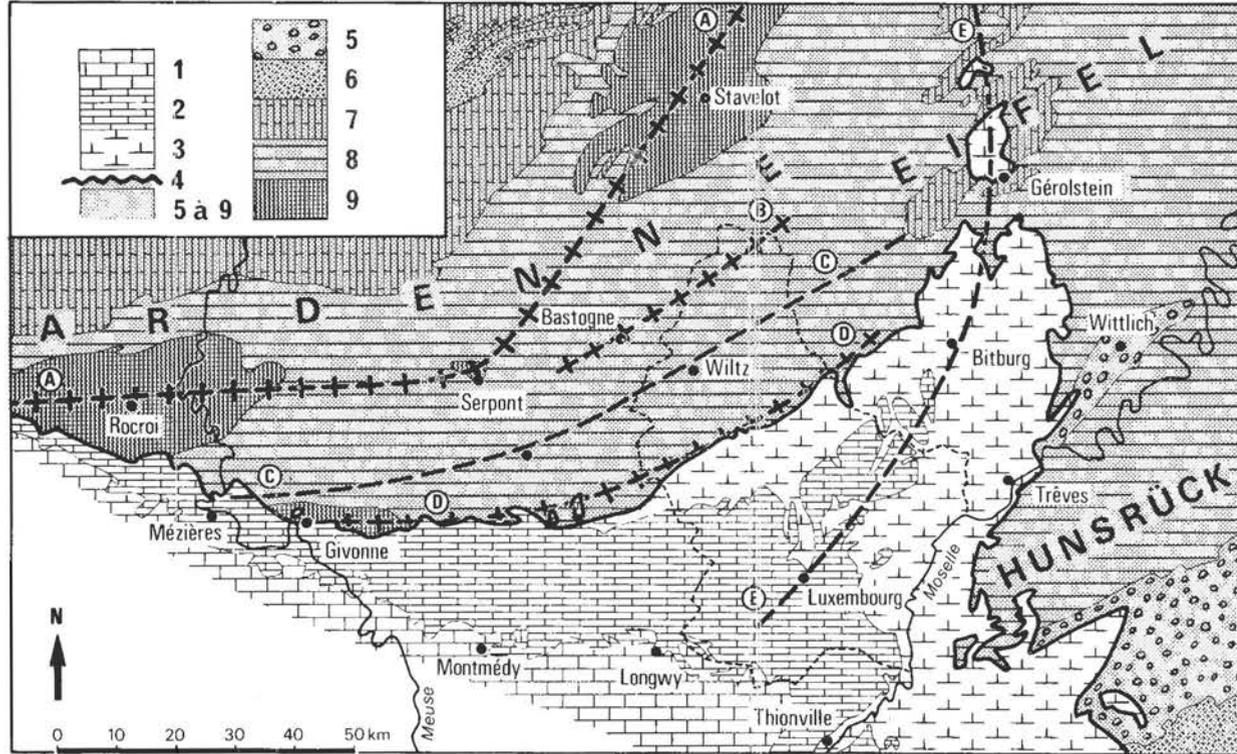
Les terrains affleurant en Ösling appartiennent à l'**Eodévonien** (Siegénien inférieur à Emsien supérieur). La monotonie lithologique de ces terrains, le repérage difficile de la stratigraphie, la rareté des belles coupes expliquent les difficultés rencontrées par les géologues pour établir l'échelle stratigraphique.

LE SIEGÉNIEN ET L'EMSIEN INFÉRIEUR

La base de la série correspond à l'ensemble des "**schistes argileux, grauwackes et quartzites**" dont l'épaisseur dépasse 3.500 mètres (H.J. KONRAD et W. WACHSMUT 1973). Les sédiments, de teinte grise en général, sont plus ou moins bien stratifiés. La partie supérieure de cette puissante formation grésopélique est constituée par les "**schistes bigarrés de Clervaux**", complexe schisto-gréseux de couleur rouge, lie-de-vin, vert-clair. L'épaisseur de ces schistes augmente du Sud-Ouest vers le Nord-Est: 350 mètres au Nord de Bavigne (Ouest de l'Ösling), 500 mètres près de Lellingen (Vallée de la Clerf), 600 mètres dans la vallée de l'Our.

L'EMSIEN SUPÉRIEUR

Épais de 15 à 30 mètres, le "**quartzite de Berlé**" affleure sous la forme de bandes étroites, orientées SW-NE. Il s'agit d'un quartzite blanchâtre à grain fin. Sa couleur et sa grande résistance en font un horizon-repère bien identifiable entre les schistes bigarrés de Clervaux (E2) et les schistes de Wiltz (E3).



J. Désiré

Fig. 1 : Le Grand-Duché de Luxembourg : croquis géologique de localisation.

Affleurant dans toute la partie centrale de l'Ösling, les "schistes de Wiltz", finement feuilletés, souvent phylladeux, bleu foncé et gris verdâtre, obéissent à la même orientation SW-NE. C'est la roche la plus tendre de l'Ösling, localement débitée en "frites" ou complètement "pourrie", et le dépôt dévonien le plus récent du Luxembourg. On n'en connaît pas la puissance exacte puisque la partie supérieure a été déblayée par l'érosion; 150 à 200 mètres d'épaisseur sont conservés.

1.1.2. Les données de la tectonique: le style des plis

Les terrains éodévonien ont été intensément plissés à l'époque hercynienne. La structure de l'Ösling montre **trois axes majeurs orientés SW-NE** (direction "varisque"): un synclinorium encadré par deux anticlinoriums. Il s'agit au Nord, de l'anticlinorium de Bastogne; au centre, du synclinorium de Wiltz; au Sud, de l'anticlinorium de Givonne; comportant eux-mêmes des plis secondaires souvent très redressés et appartenant à plusieurs ordres de grandeur (Fig. 2).

L'ANTICLINORIUM DE BASTOGNE

Il se rattache à la "zone anticlinale de l'Ardenne" jalonnée par les massifs cambro-ordoviciens de Rocroi, de Serpont (à l'Ouest du Grand-Duché) et de Stavelot (au Nord du Grand-Duché). Son axe passe près de la frontière belgo-luxembourgeoise, à peu près à 1 kilomètre au Nord de Bas-Bellain. C'est donc surtout le flanc Sud de l'anticlinorium qui se développe en Luxembourg.

LÉGENDE DE LA FIGURE 1 : croquis géologique de localisation

STRATIGRAPHIE :

— Les formations mésozoïques de la bordure sédimentaire :

- 1 : Jurassique moyen (Dogger) ; 2 : Jurassique inférieur (Lias) ;
3 : Trias ; 4 : discordance post-hercynienne.

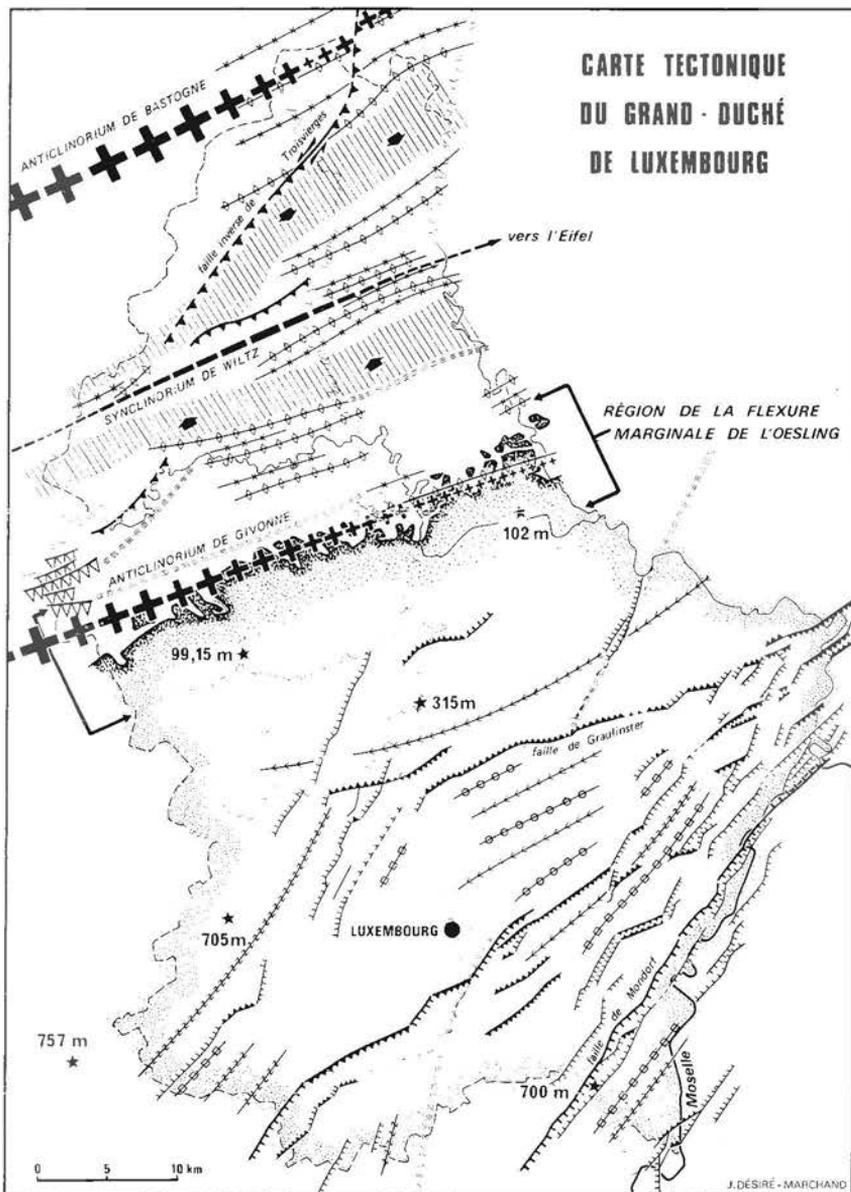
— Les formations paléozoïques du socle :

- 5 : Permien ; 6 : Carbonifère ; 7 : Dévonien moyen ;
8 : Dévonien inférieur ; 9 : Cambrien.

TECTONIQUE :

- (A) : anticlinorium de la Haute Ardenne ; (B) : anticlinorium de Bastogne ; (C) : synclinorium de Charleville - Eifel (bassin de Wiltz au Luxembourg) ; (D) : anticlinorium de Givonne ; (E) : «Golfe du Luxembourg» ou «sillon eifélien».

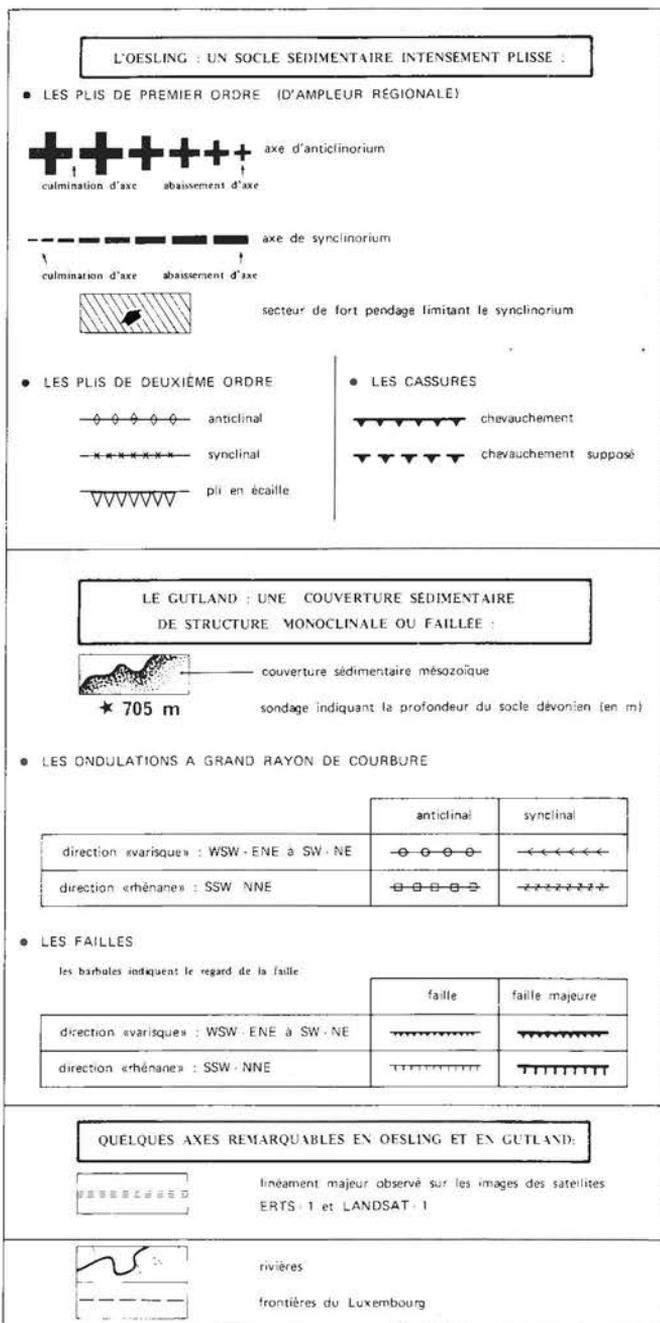
----- frontières du Grand-Duché de Luxembourg.



Cette figure a été dessinée d'après la carte tectonique du Grand-Duché de Luxembourg dressée au 1/100 000 par l'auteur (carte inédite dont une photographie peut être consultée au Service Géologique du Luxembourg, ou à l'Université d'Amiens - France).

Fig. 2 : CARTE TECTONIQUE DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG.

LÉGENDE DE LA FIGURE 2 : Carte tectonique du Grand-Duché de Luxembourg.



Il présente une succession de quatre plis droits de deuxième grandeur orientés SW-NE. Ceux-ci se trouvent sectionnés pas un axe de cisaillement transverse, de direction "rhénane" (NNE-SSW à N-S), passant près de Thommen (en Belgique), de Troisvierges et d'Asselborn (au Luxembourg): l'"Überschiebung" de Troisvierges, associé à une faille inverse majeure que H. FURTAK situe dans le prolongement du "Malsbendener Überschiebung" observé par J. BREDDIN dans l'Eifel du Nord (H. FURTAK 1965, p. 324).

Les plis de l'anticlinorium de Bastogne sont étroits et leurs flancs très redressés (inclinaisons de 60° à 90°).

LE SYNCLINORIUM DE WILTZ

Orienté SW-NE, il correspond à la partie luxembourgeoise du grand bassin que l'on peut suivre depuis la France (synclinal de Charleville) jusqu'en Allemagne (bassin de l'Eifel), en passant par la Belgique (bassin de Neufchâteau) et le Luxembourg. L'allure du synclinorium varie de l'Ouest à l'Est de l'Ösling: étroit près de la frontière belge, il s'élargit vers l'Est-Nord-Est jusqu'à la vallée de la Clerf. Dans toute cette partie occidentale et centrale, le coeur du bassin est occupé par les schistes de Wiltz (E3) et bordé (sauf au Nord, entre Grumelscheid et Knaphoscheid) par un affleurement de quartzite de Berlé. La structure de l'unité se modifie à l'Est de la Clerf: l'apparition d'une série d'anticlinaux et de synclinaux fait alterner les schistes de Wiltz bordés par le quartzite de Berlé et les schistes bigarrés de Clervaux sous la forme de bandes parallèles. En règle générale, serrés et redressés dans la moitié occidentale du synclinorium, les plis deviennent plus lâches vers l'Est. Les plis du flanc Nord sont souvent à vergence Sud, ceux du flanc Sud à vergence Nord. Dans la partie axiale du bassin, les couches sont très redressées et les plis droits, "dressés jusqu'à la verticale" (M. LUCIUS 1955 b, p. 47).

L'évasement du synclinorium est plus prononcé sur le flanc Nord que sur le flanc Sud, parce que "l'ennoyage vers l'Est est plus rapide pour l'anticlinal de Bastogne que pour l'anticlinal de Givonne" (J. BINTZ 1973, p. 137).

L'ANTICLINORIUM DE GIVONNE

Situé dans le prolongement du massif cambrien de Givonne, il apparait dans la partie Sud de l'Ösling, en partie masqué par la couverture mésozoïque discordante. Seul le flanc Nord de l'anticlinorium est donc visible au Luxembourg. D'après H.J. KONRAD et W. WACHSMUT (1973), les couches les plus anciennes à l'affleurement se situeraient dans l'anticlinal de Burden-Gentingen, c'est-à-dire à l'extrême Sud-Est de l'Ösling et en partie sous la couverture mésozoïque. Les géologues ne précisent cependant pas si l'anticlinal de Burden-Gentingen correspond à l'axe de l'anticlinorium ou si celui-ci se situe encore plus au Sud.

Le phénomène remarquable est le changement de style des plis de part et d'autre d'un accident jalonné par la Wiltz et la Sûre moyenne: déversés vers le Nord à l'Ouest de cet accident, ils deviennent symétriques (droits) à l'Est.

Le flanc Nord de l'anticlinorium correspond à ce que les géologues allemands appellent une "Steilstellungszone", une zone où les couches sont très redressées, quasiment verticales.

Dans la région de Martelange-Perlé (vers l'Ouest, près de la frontière belge) apparaissent des plis en écaillés liés à la présence de failles inverses regardant vers le Nord-Nord-Ouest et orientées WSW-ENE. Les plis en écaillés résultent d'une puissante poussée tangentielle venue du Sud: dans cette partie Ouest de l'anticlinorium les plis sont déversés vers le Nord. Le champ de fractures de Martelange-Perlé correspond à la région terminale de la faille d'Herbeumont née plus de 75 kilomètres à l'Ouest (près d'Aiglemont-Neufmanil).

1.1.3. Les données de la géomorphologie: un aplanissement acyclique en cours de dissection

Contrastant avec la structure énergiquement tectonisée du socle, c'est un relief de plateau qui caractérise cette région du Luxembourg. Appelée "haute surface de l'Ösling" en raison de son altitude moyenne de 500 mètres, la surface subhorizontale de ce plateau apparaît de plus en plus disséquée vers l'Est-Sud-Est, c'est-à-dire vers la Moselle et le Rhin.

Au Nord-Ouest, dans la région d'Allerborn, de Hachiville et de Bellain, le paysage est celui d'une pénéplaine: les vallées sont larges, peu encaissées et présentent des versants au profil convexo-concave très surbaissés (Fig. 3a). Ce paysage rappelle celui des Hautes Fagnes de l'Ardenne belge auquel il se rattache par la croupe de Bastogne-Libramont. La position de la contrée à la limite des bassins-versants du Rhin et de la Meuse explique que cette partie du massif ancien ait échappé aux effets de la reprise d'érosion plio-pléistocène. Vers le Sud-Est, la topographie devient plus contrastée. Des vallées étroites, aux versants convexes, entaillent profondément le plateau, lequel se trouve souvent réduit à l'état de simples lanières d'interfluve (Fig. 3b). Les vallées maîtresses, comme celles de la Sûre et de l'Our, ont un profil transversal plus complexe, aux versants accidentés de replats (Fig. 3c).

Au Nord comme au Sud de l'Ösling, la surface du plateau se trouve localement dominée par quelques reliefs qui s'enlèvent sans vigueur au-dessus du plan topographique général. Ainsi en est-il du Bourgplatz (ou Buurgplaatz), 559 mètres d'altitude, point culminant du Luxembourg, situé à l'extrême-Nord du pays. Aux alentours, on relève plusieurs points cotés d'altitude voisine: 553 mètres (2 kilomètres au Nord du Bourgplatz), 558 mètres (1 kilomètre au Sud-Est), 552 mètres (en territoire belge, à l'Est du point précédent), 543 mètres (au Navelbiert, situé sur la frontière). Il en va de même du Napoléon's Garten (ou Napoleonsgaard), 549 mètres, localisé au Sud-Ouest de l'Ösling, entre Rambrouch et Grevels.

Au centre de l'Ösling, dans le bassin de Wiltz, domaine d'extension des schistes de Wiltz, la "haute surface" a disparu. On y voit une topographie déprimée et bosselée dont les altitudes varient de 350 à 450 mètres. A l'Est de la Clerf les restes de la surface culminante subsistent pourtant sous la forme de croupes étroites et rectilignes, de type appalachien, associées aux affleurements du quartzite de Berlé, la roche la plus dure de l'Ösling.

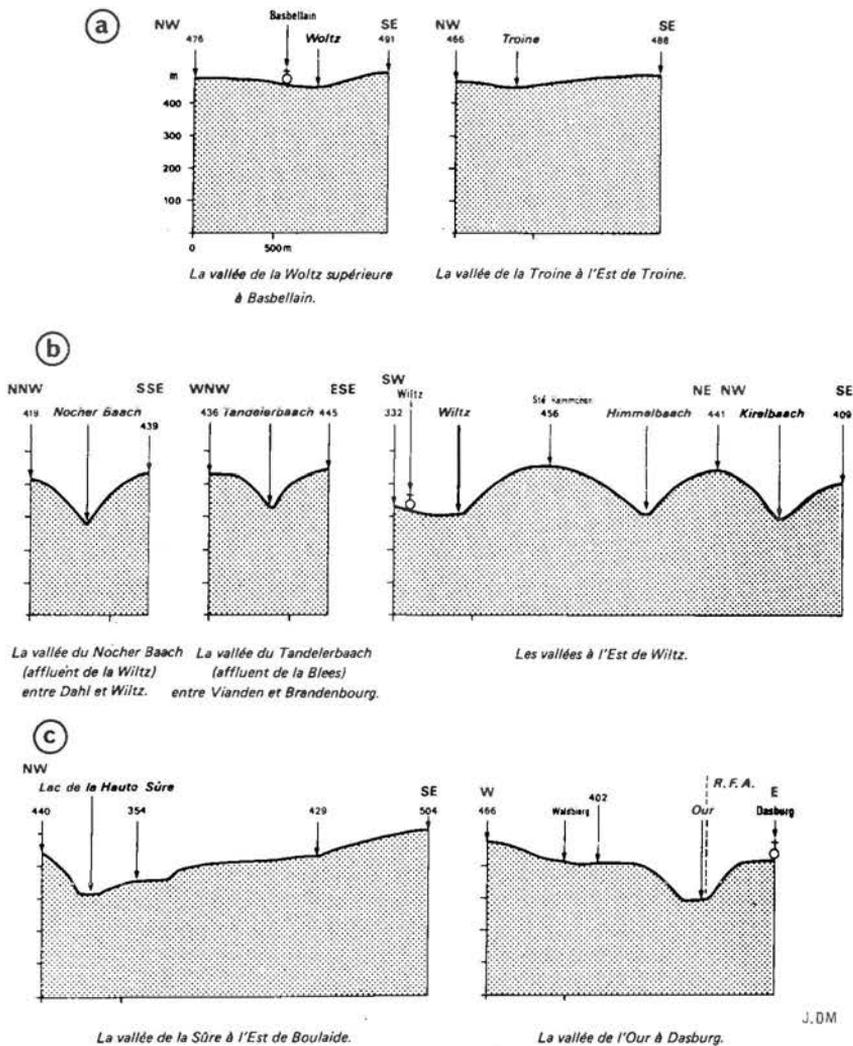


Fig. 3 : Types de vallées de l'Oesling : coupes topographiques transversales.

Ces variantes n'altèrent en rien l'allure générale du paysage: "le trait dominant du relief de l'Ösling est la ligne barrant l'horizon de tous côtés" (M. LUCIUS 1950 b, p. 291). Nous sommes en présence d'une admirable **surface d'aplanissement**: la "haute surface de l'Ösling" appartient à une unité morphologique beaucoup plus vaste, la "**pénéplaine ardennaise**".

Concernant la nature et l'âge de cet aplanissement, les avis restent partagés. Pour G. BAECKEROOT (1942 p. 221-222), il s'agit d'une surface d'érosion du Pliocène Supérieur comportant des niveaux emboîtés. Pour M. LUCIUS 1950 b p. 303; 1957 p. 322) et pour M. STEFFEN (1951 p. 42), elle correspond très exactement à la pénélaine post-hercynienne prétriasique. Pour W.F. HERMANS (1955 p. 37-38), la haute surface de l'Ösling représente les "restes d'une surface plio-pléistocène", polygénique, largement remaniée par les agents de l'érosion périglaciaire. G. WEIS (1960 p. 278) y voit une pénélaine oligo-miocène surmontée par les restes d'une surface éogène et dominant des "banquettes" d'âge pliocène. P. VERHOEF (1966 p. 322-324) l'interprète comme le niveau principal (le 20ème) d'une série de 21 niveaux modelés par pédiplanation.

Il s'agit plus vraisemblablement d'un **aplanissement acyclique * commun au massif ancien et à sa bordure sédimentaire**: en Ösling, cette surface d'érosion procéderait du réaménagement de la surface post-hercynienne pendant toute la durée du Mésozoïque et du Cénozoïque. C'est dans le plan de la surface "tertiaire" issue de cette longue évolution continentale que s'est constitué le réseau hydrographique, d'où le caractère manifestement surimposé des artères principales du drainage (Our, Clerf, Sûre . . .). Les **reliefs résiduels** (Bourgplatz, Napoléon's Garten . . .), quant à eux, pourraient être interprétés comme d'anciens inselbergs; auquel cas la "haute surface de l'Ösling" pourrait être définie comme un socle à inselbergs.

Nous sommes malheureusement aussi mal renseignés sur le calendrier des déformations tectoniques qui ont rythmé la dissection de la "haute surface de l'Ösling" que sur celui des étapes de son façonnement. L'encaissement des vallées nées de cette dissection ne permet cependant pas de douter du **caractère cyclique des reprises d'érosion** qui en sont responsables. Largement respectée là où elle s'inscrivait dans les terrains "résistants" du Siegénien et de l'Emsien inférieur, et en particulier aux abords de la ligne de partage des eaux entre la Meuse et le Rhin, la surface "tertiaire" s'est trouvée démantelée au centre de l'Ösling, où elle tronquait les schistes de

* **Aplanissement acyclique**: Aplanissement qui résulte du réaménagement graduel d'une surface originellement plane (qu'il s'agisse d'une ancienne surface d'érosion comme la surface post-hercynienne ou d'une surface de régression marine comme les surfaces fini-jurassique ou fini-crétacée). La planéité s'est maintenue grâce à des retouches incessantes, mais d'ampleur limitée, parce qu'à aucun moment de l'intervalle de temps considéré les mouvements du sol n'ont été de nature à introduire une reprise d'érosion véritablement cyclique: il s'est toujours agi de mouvements de style épéirogénique, à vitesse lente et d'amplitude modeste, en sorte que le réaménagement des pentes a pu s'effectuer sans qu'apparaissent de discontinuités dans les profils (C. KLEIN 1959 a).

Wiltz. Dans le bassin de Wiltz enfin, notamment entre Clerf et Our, l'armature rigide de quartzite de Berlé a permis à l'érosion différentielle d'amorcer le dégagement de formes appalachiennes, formes pas toujours bien venues en raison de la minceur et du manque de continuité de l'assise "dure".

1.2. LE GUTLAND: UN PAYS DE CUESTAS (STUFENLAND)

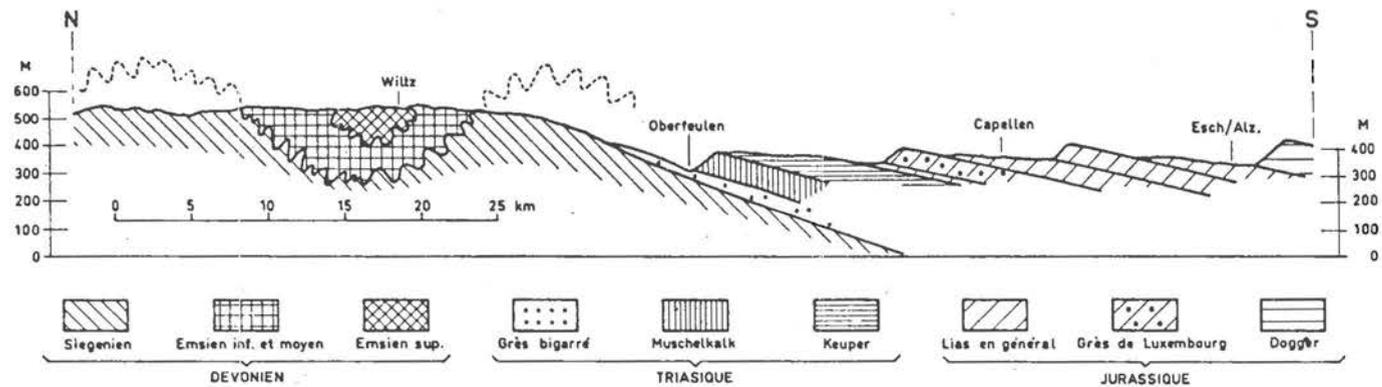
1.2.1. La série mésozoïque discordante

Au long de la **flexure marginale du Sud de l'Ösling** ("Öslinger Randverbiegung"), le socle dévonien plonge sous la couverture sédimentaire mésozoïque (Fig. 2, 4, 9). Orientée SW-NE, celle-ci passe au Nord de Redangesur-Attert, d'Ettelbrück, de Diekirch et au Sud de Vianden. Les sondages montrent que le socle se trouve déjà à 102 mètres de profondeur à Bettendorf (à l'Est de Diekirch), à 315 mètres à Mersch (13 kilomètres au Sud), à 705 mètres au Reberg (Sud-Ouest du Gutland), à 700 mètres à Mondorf-les-Bains (extrême Sud-Est du Gutland), à 1125 mètres en France à Audun-le-Roman (12 kilomètres au Sud de la frontière luxembourgeoise) (Fig. 2). La couverture sédimentaire passe de 9 mètres à 700 mètres d'épaisseur sur une distance de moins de 25 kilomètres à l'Ouest du Gutland, de 45 kilomètres à l'Est.

La série stratigraphique, qui va du **Buntsandstein au Bajocien**, repose en discordance sur le socle. Elle est caractérisée par l'alternance de couches "dures" de types variés (dolomies, grès, calcaires) et de couches "tendres" essentiellement marneuses. L'échelle litho-stratigraphique présentée sur la carte géomorphologique fait état des principales variations d'épaisseurs et de faciès qui caractérisent cette série sédimentaire (au niveau du Trias en particulier).

Après la longue période d'érosion subaérienne dont la surface post-hercynienne porte témoignage, les mers triasiques s'avancèrent du Nord au Sud, depuis l'Allemagne du Nord vers le Luxembourg et la Lorraine en empruntant le sillon eifélien (M. LUCIUS 1937 p. 87-112; 1953 p. 357-358; J. BINTZ 1973 p. 142). La transgression se fit aussi de l'Est vers l'Ouest, car des assises de plus en plus récentes reposent sur le socle éodévonien (Buntsandstein à l'Est de Folschette, Keuper à l'Ouest). L'Ösling occupait une position littorale et les couches présentent vers l'Ouest un faciès de plus en plus détritique. Les divers termes de la série y deviennent conglomératiques. Leur épaisseur diminue et plusieurs niveaux se terminent en biseau sur le territoire luxembourgeois (Muschelkalk supérieur, moyen et inférieur, Buntsandstein supérieur). Les "Couches de Transition" (so 1), ("Zwischenschichten"), correspondent à la formation triasique la plus ancienne affleurant au Nord-Est du Gutland; vers l'Ouest, elle est relayée par des couches plus récentes.

Au Lias, l'orientation des lignes de rivage se modifia. De subméridienne, elle devint SW-NE. Les limites des affleurements actuels apparaissent comme des limites d'érosion, les couches s'étant très probablement étendues davantage vers le Nord. M. LUCIUS (1937 p. 96) faisait passer la



- Coupe géologique schématique NS montrant du Nord au Sud l'anticlinal de Bastogne, le synclinal de Wiltz, l'anticlinal de Givonne, la flexure marginale, la cuesta du Muschelkalk, la cuesta du Grès de Luxembourg, la cuesta médio-liasique et la cuesta du Dogger.

Fig. 4 : Coupe géologique schématique du Grand-Duché de Luxembourg (extrait de J. BINTZ - 1973 - p. 138).

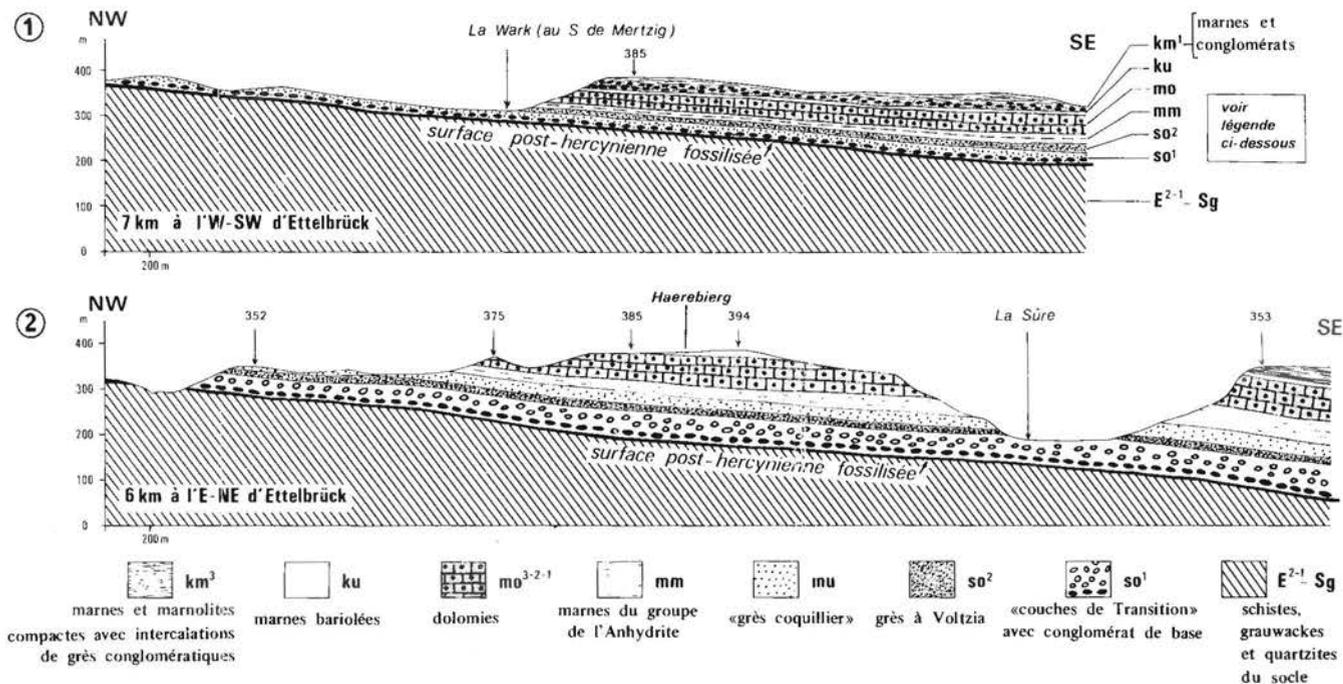


Fig. 5 : La cuesta du grès à Voltzia, ou cuesta du Buntsandstein (coupe 2) et la cuesta des dolomies, ou cuesta du Muschelkalk Supérieur (coupes 1 et 2).

limite de sédimentation du grès de Luxembourg (Hettangien) à 18-20 kilomètres au Nord de la limite actuelle de l'affleurement, c'est-à-dire vers le centre de l'Ösling.

Les couches mésozoïques présentent un pendage général vers le Sud-Ouest (vers le centre du Bassin de Paris). A cette disposition d'ensemble se superposent des ondulations à large rayon de courbure et des failles, ces dernières constituant un champ remarquablement dense dans la région mosellane (Fig. 2).

Les axes tectoniques de la couverture sédimentaire ont une orientation conforme à ceux du socle: SW-NE (N 60-70°E) et NNE-SSW (N 10-30°E). La direction "varisque" coïncide avec celle des plis de l'Ösling; la direction "rhénane" rappelle celle de l'Überschiebung de Troisvierges, c'est aussi celle des axes de coulissage conjugués à la ligne de "Schaarung" mosane (C. KLEIN 1978 p. 167-178). La direction rhénane caractérise les failles de la région mosellane, conformes à l'orientation générale du fossé rhénan (Fig. 2).

1.2.2. Les formes structurales

Le relief du Gutland se trouve rythmé par une succession remarquable de cuestas. Presque toutes les variantes associées à cette famille de formes s'y trouvent représentées (cuestas simples, cuestas doubles, cuestas dédoublées).

Du Nord au Sud:

+ 1. La cuesta du grès à Voltzia, ou cuesta du Buntsandstein (Fig. 5):

Etroitement localisée à l'extrême Nord-Est du Gutland, elle s'exprime sur moins de 10 kilomètres de longueur entre Ettelbrück et Fohren: c'est la cuesta la plus discrète du Luxembourg. Le grès à *Voltzia* (so 2) est une formation de teinte brun-rouge, à grain fin et à ciment argileux. Epais de 20 mètres au Nord-Est du Gutland, il s'amincit vers l'Ouest et devient conglomératique. Le grès repose sur 60 à 80 mètres de "Couches de Transition", elles-mêmes constituées par une alternance de grès brun-rouge à grain grossier, de lits de galets et d'argiles violacées, c'est-à-dire d'assises plus ou moins "tendres".

La couche "dure" de grès à *Voltzia* se trouve localement renforcée par la présence du "Grès coquillier" sus-jacent, qui appartient, lui, au Muschelkalk inférieur (ainsi au Sud de Fohren). C'est là que la cuesta s'exprime avec le plus de netteté dans le paysage (40 mètres de dénivellation à Fohren). La forme perd de sa vigueur vers l'Ouest en raison de l'amincissement des couches et du développement des faciès littoraux plus uniformément conglomératiques, donc en raison de la disparition progressive du contraste lithologique entre roche "dure" et roche "tendre". Le front et le revers de la cuesta ont été disséqués par des affluents de rive gauche de la Sûre moyenne (la Blees en particulier).

+ 2. La cuesta des dolomies, ou cuesta du Muschelkalk supérieur (Fig. 5)

Précédée par les buttes-témoins du Goldknapp et du Haerebiërg, elle se dipose à quelques kilomètres au Sud de la cuesta du Buntsandstein.

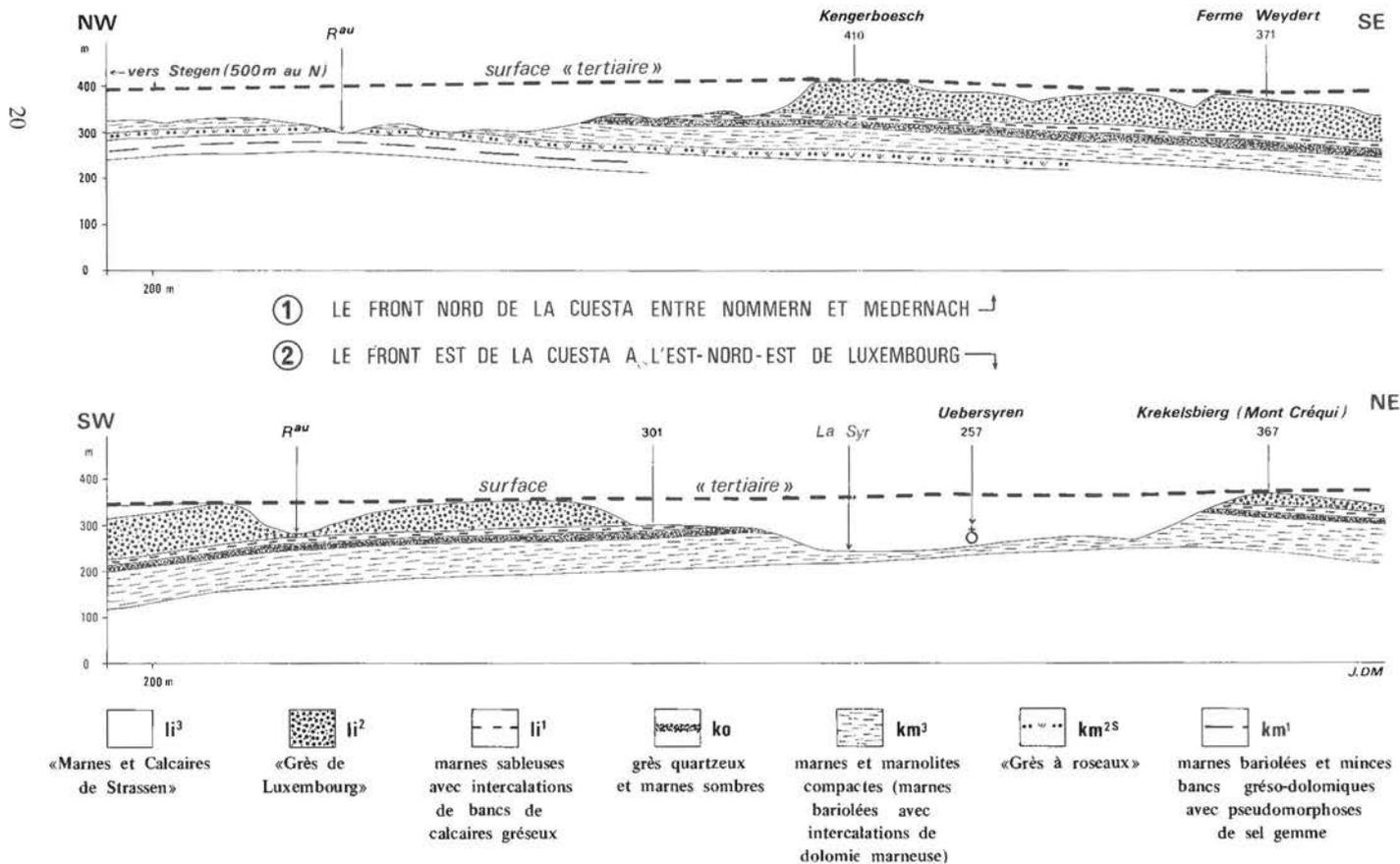


Fig 6. La cuesta du "Grès de Luxembourg", ou cuesta infraliasique

Sur la coupe 2: le front de la cuesta apparait à l'Ouest de La Syr: le Krekelsberg est une butte-témoin.

D'orientation WSW-ENE, on la suit depuis Grosbous, à l'Ouest, jusqu'à Wallendorf, à l'Est. Son front se trouve associé aux dolomies du Muschelkalk supérieur: couches à entroques (mo 1) (Trochitenkalk) et à cératites (mo 2) (Nodosuskalk), "couches limites" (mo 3) (Grenzsichten). Ces assises "dures" sont épaisses de plus de 60 mètres dans la région de la Moselle et de la Basse-Sûre, mais elles s'amincissent vers l'Ouest (20 mètres à Ettelbrück, 6 mètres près de Grosbous) et disparaissent vers Pratz. Simultanément, les faciès grés-conglomératiques se substituent aux faciès calcaro-dolomitiques (la localité-type du grès de Gilsdorf se situe à 1,5 kilomètre à l'Est de Diekirch).

La dépression subséquente est sculptée dans les formations "tendres" du Muschelkalk encore appelées "Groupe de l'anhydrite", dont faciès et épaisseur varient eux aussi de l'Est à l'Ouest du Gutland. A l'Est d'Ettelbrück, "l'Anhydritgruppe" est constitué par des marnes et des argiles bariolées renfermant quelques gisements de gypse. A l'Ouest d'Ettelbrück, le faciès devient de plus en plus gréseux et conglomératique. L'épaisseur passe de 70 mètres dans la région de la Moselle et de la Basse-Sûre (*) à 60 mètres vers Pratz.

Le profil de la cuesta se modifie en conséquence. A l'extrême Nord-Est (près de Gentingen, au Niederbiërg), l'énergie de la forme est de 90 à 100 mètres; elle mesure même 150 à 160 mètres entre Ettelbrück et Bettendorf, là où la Sûre coule en position orthoclinale. A l'Ouest d'Ettelbrück par contre, la dénivellation diminue: 75 à 80 mètres à Grosbous. La cuesta disparaît à l'Ouest du "col du Prener".

Sur le revers, le Muschelkalk supérieur n'affleure pratiquement pas; il est relayé par les marnes sus-jacentes du Keuper. A l'Est, dans la partie Nord du Niederbiërg, le revers se dispose dans le plan de la surface "tertiaire"; à l'Ouest, il s'inscrit nettement en contrebas de ce plan (360-380 mètres).

+ 3. La cuesta du "grès de Luxembourg", ou cuesta infraliasique (Fig. 6)

Présentée comme "le trait le plus marquant de la topographie du Gutland" (G. BAECKEROOT 1942 p. 92), la cuesta infraliasique se trouve associée au "grès de Luxembourg" (li 2) (Luxemburger Sandstein), qui appartient à l'Hettangien supérieur.

Ce grès jaune pâle, à ciment calcaire, occupe toute la partie centrale du Gutland; il se termine en pointe au Nord-Est de la Sûre (en R.F.A.) à environ 14 kilomètres au Nord d'Echternach. L'assise devient sableuse vers l'Ouest (région de Mamer, Steinfort, Saeul). Sa puissance moyenne est de 80 mètres (ainsi à Luxembourg), mais elle atteint 110 mètres entre Mersch et Angelsberg (au Nord de Luxembourg). Au Sud-Est du Gutland, au-delà d'Emerange-Ellange, le faciès gréseux cède brutalement la place à des faciès calcaro-marneux (alternance de marnes et de calcaires).

Le grès de l'Hettangien surmonte 50 à 70 mètres de marnes du Keuper moyen (km 3). L'affouillement de ces marnes a permis le dégagement d'une puissante cuesta que l'on suit d'Oberpallen (à l'Ouest du Gutland)

* M. LUCIUS indique même 100 mètres à Echternach (1948 p. 55).

jusqu'à Wallendorf (au Nord-Est) d'une part, et d'Echternach (au Nord-Est) jusqu'à Waldbredimus (au Sud-Est) d'autre part.

De direction générale SW-NE, **le front Nord** présente un tracé fortement indenté à l'extrême-Ouest du Gutland (à l'Ouest de Septfontaines) où le faciès de l'Hettangien devient sableux. La cuesta a même été dédoublée localement par l'Eisch, à l'Est d'Eisch. Haut de 80 à 90 mètres près d'Oberpallen (à l'Ouest), de 100 à 110 mètres vers Nommern (au Nord-Est de Mersch), le front de la cuesta mesure encore 100 mètres vers Beaufort (au Nord-Est). Les parties les plus septentrionales, donc les plus élevées (380 à 420 mètres) du revers, appartiennent à la surface "tertiaire". Vers le Sud, par contre, là où l'assise du grès de Luxembourg conserve la totalité de son épaisseur, on peut faire état d'un revers structural.

A Mersch (au centre du Gutland), la cuesta se trouve échancrée par le triple entonnoir de percée anaclinale de l'Eisch, de la Mamer et de l'Alzette; à Medernach (10 kilomètres à l'Est) par celui, plus étroit, de l'Ernz blanche. A l'extrême Nord-Est, la Sûre dédouble la cuesta entre Wallendorf et Echternach.

Au Nord-Est du Gutland, le saillant de Beaufort-Berdorf est lié au synclinal de Weilerbach, d'orientation SW-NE (Fig. 2).

Le front Est de la cuesta hettangienne présente une direction générale N-S. Il dessine un vaste arc de cercle tourné vers la Moselle. Ses indentations, au Sud de Graulinster, sont à mettre en rapport avec les ondulations à large rayon de courbure qui constituent la trame tectonique de cette région; les rentrants correspondent à des anticlinaux et les saillants à des synclinaux. La boutonnière de Blaschette est liée, pour sa part, à la présence du dôme du même nom. Les buttes-témoins du Krekelsbiert (Mont Créqui) et du Widdebiert se disposent dans l'axe du synclinal de la Syr (Fig. 2).

L'énergie du front varie peu: 80 mètres à Bech (au Nord), 120 mètres à Niederanven (à l'Ouest du Widdebiert), 110 mètres à Waldbredimus (au Sud). Le revers est pour l'essentiel un revers d'érosion.

Par leurs épaisseurs, leurs faciès et leur extension variables d'un secteur à l'autre, les couches minces situées à la base du grès témoignent de l'irrégularité de la sédimentation, à ce moment, du Mésozoïque.

D'Oberpallen à Medernach, ainsi qu'autour de Junglinster (15 kilomètres au Nord-Est de Luxembourg), des bancs calcaires arment les "couches à *Psiloceras Planorbis*" de l'Hettangien inférieur; celles-ci reposent sur les minces "argiles de Levallois" qui surmontent à leur tour les grès et les conglomérats rhétiens (0,2 mètre à 20 mètres). Ces couches minces n'affleurent que localement. Dans la région de Waldbredimus, ce sont les "grès à roseaux" (km 2s) (Schilfsandstein) du Keuper moyen qui présentent une épaisseur anormale: 50 mètres au lieu de 10 mètres en moyenne.

Ces assises "dures" sont séparées du grès de Luxembourg par des couches sablo-marneuses; il en résulte le développement local d'une cuesta double lorsque l'extension des affleurements de ces minces couches résistantes est suffisante, de replats structuraux lorsque celle-ci est plus réduite (Fig. 6, coupe 2).

+ 4. La cuesta du "grès du Macigno", ou cuesta médio-liasique (Fig. 7):

Au Sud-Ouest du Gutland, la cuesta médio-liasique se suit sur un peu plus de 15 kilomètres, depuis la frontière belge à l'Ouest jusqu'à Leudelage, à l'Est. Elle est associée à l'affleurement d'un faciès original du Pliensbachien supérieur: le "grès du Macigno", ou grès de Dippach, développé à l'Ouest de Leudelage. A l'Est de cette localité, le Pliensbachien devenant marneux, la cuesta disparaît.

Ce grès calcaireux, de teinte grise (gris vert ou gris bleu) qui contient des nodules ferrugineux, ne dépasse pas 50 à 60 mètres d'épaisseur. Il repose sur 80 mètres de marnes: les "couches à *Amaltheus margaritus*" (Pliensbachien inférieur) qui, elles-mêmes, surmontent quelques mètres de bancs calcaires, au passage Pliensbachien-Sinémurien.

Le front de la cuesta présente une orientation W-E de la frontière belge jusqu'à Garnich, puis NW-SE de Garnich à Leudelage. Son énergie reste modeste: 50 mètres vers Garnich, 30 à 40 mètres vers Dippach, 30 mètres à l'Ouest de Leudelage, 20 mètres seulement au Sud de Leudelage.

Le revers de la cuesta du Macigno, avec des altitudes de 350 à 400 mètres, se dispose dans le plan de la surface "tertiaire". Il devient structural vers le Sud, là où l'érosion différentielle a dégagé le plan stratigraphique supérieur du grès médio-liasique des marnes toarciennes sus-jacentes.

+ 5. La cuesta des calcaires du Dogger, ou cuesta bajocienne (Côte de Moselle) (Fig. 7):

Visible en France de Longwy (à l'Ouest) à Hettange-Grande (à l'Est) le front de la Côte de Moselle se poursuit en territoire luxembourgeois.

La partie inférieure du Dogger comporte ici deux niveaux calcaires séparés par des marnes:

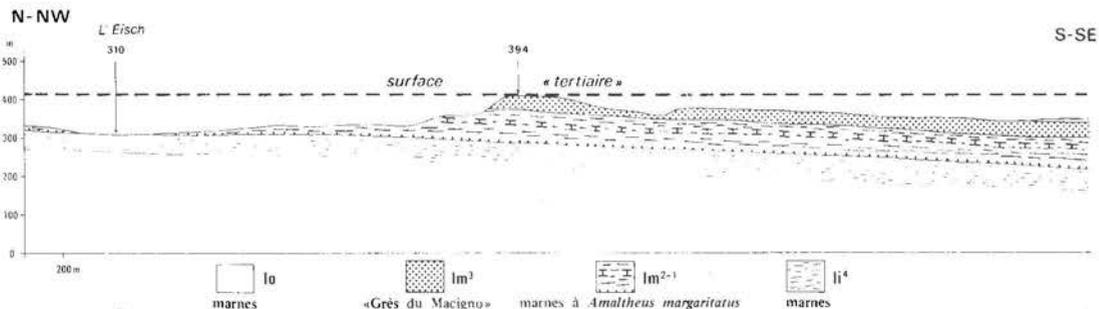
- à la base, les calcaires ferrifères de l'Aalénien correspondent à la partie septentrionale du gisement lorrain de minette. D'une puissance de moins de 10 mètres dans la région de Longwy, l'Aalénien s'épaissit vers l'Est pour atteindre 60 mètres d'épaisseur dans l'axe du gisement, c'est-à-dire dans le fossé d'Ottange-Rumelange. La partie Ouest (bassin de Longwy-Differdange) se singularise par la présence de minerais sableux, pulvérulents. A l'Est (bassin d'Esch-sur-Alzette), les calcaires prédominent.

- au-dessus, les marnes du Bajocien inférieur, appelées "marnes mica-cées" ("Glimmersmergel") (dom 1), sont épaisses de 10 à 30 mètres.

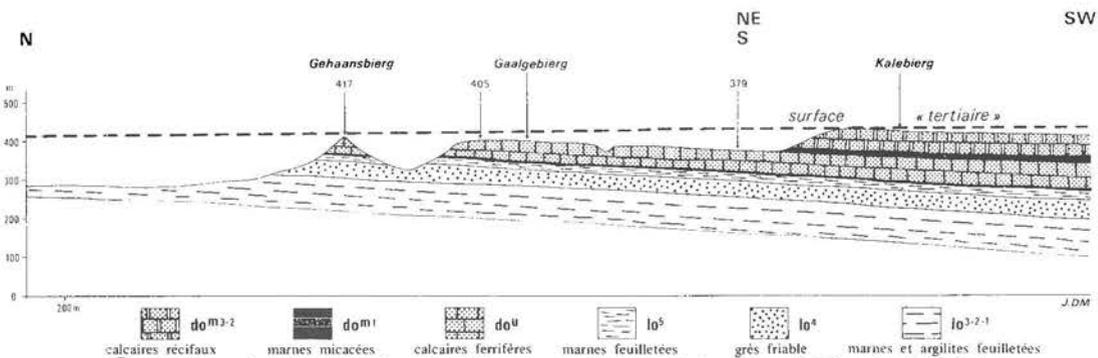
- au sommet, les calcaires récifaux du Bajocien moyen constituent un étage massif de 110 à 120 mètres d'épaisseur.

La superposition de ces 120 à 180 mètres de terrains bajociens et aaléniens aux 100 à 150 mètres de marnes toarciennes sous-jacentes a permis le dégagement de l'imposante Côte de Moselle, appelée cuesta du Dogger (Doggerstufe) en Luxembourg.

Très richement festonné dans le détail de son tracé, le front de côte présente en outre de profondes indentations, ainsi les "amphithéâtres" de Differdange et d'Esch-sur-Alzette. Ces indentations reflètent le dessin de la trame tectonique (Fig. 2): les saillants coïncident avec les synclinaux, les



① - La cuesta du "grès du Macigno" ou cuesta médio-liasique (entre Clémency et Garnich)



② - La cuesta des calcaires du Dogger ou cuesta bajocienne (Côte de Moselle)

Fig. 7 : La cuesta du «Grès du Macigno», ou cuesta médio-liasique (coupe 1) et la cuesta des calcaires du Dogger, ou cuesta bajocienne (coupe 2).

rentrants avec les anticlinaux. Les rivières anaclinales ont énergiquement disséqué le front; le Reierbach, affluent de la Chiers, a, quant à lui, dédoublé la cuesta à l'Est de Longwy.

Le commandement de la cuesta reste toujours supérieur à 100 mètres (110 mètres à Rodange, à l'Ouest; 123 mètres à Differdange; 115 mètres à Schiffflange; 100 mètres à Dudelange). La morphologie locale est cependant bouleversée par l'exploitation de la minette qui s'est pratiquée le plus souvent à ciel ouvert. La cuesta devient double à l'Est d'Audun-le-Tiche, lorsqu'apparaît le faciès calcaire de l'Aalénien dont l'épaisseur croît vers l'Est (Fig. 7).

Le revers de la cuesta bajocienne est biseauté par la surface "tertiaire"; celui de la cuesta aalénienne est structural.

1.2.2.2. Les escarpements de faille

Les escarpements de faille n'offrent pas un développement comparable à celui des cuestas; ils sont cependant fort bien représentés dans la partie orientale du Gutland, à l'intérieur d'un quadrilatère Mondorf-les-Bains, Hespérange, Echternach, Wasserbillig. Là se trouve le plus remarquable champ de failles du Grand-Duché (Fig. 2).

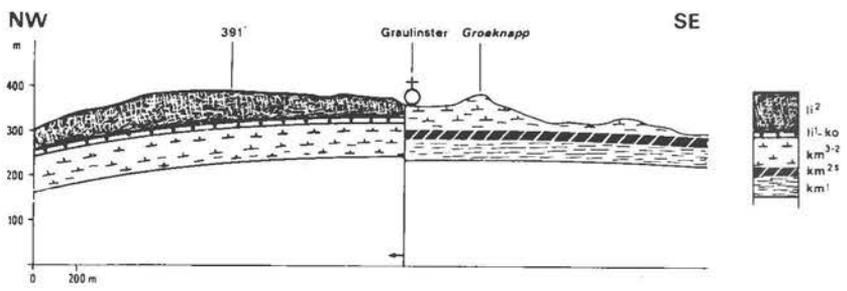
Les escarpements de faille, généralement orientés SSW-NNE, répondent à la direction "rhénane" des failles, comme en témoignent les talus que l'on suit depuis Machtum (dans la vallée de la Moselle) jusqu'à Mondorf-les-Bains, puis en France. La forme structurale la plus commune est l'escarpement de faille conforme à la structure ou dérivé direct; mais il en est d'autres, inversés, comme celui de Graulinster (Fig. 8).

L'énergie des talus varie d'un escarpement à l'autre: 70 mètres à Canach, 45 mètres à Niederdonven, 30 mètres près de Wormeldange, 40 à 50 mètres près de Mondorf-les-Bains; plus de 100 mètres au Stromberg (extrême Sud-Est du Gutland). Au Sud-Ouest du Gutland, l'escarpement d'Esch-sur-Alzette - Audun-le-Tiche présente près de 100 mètres de commandement (Fig. 8).

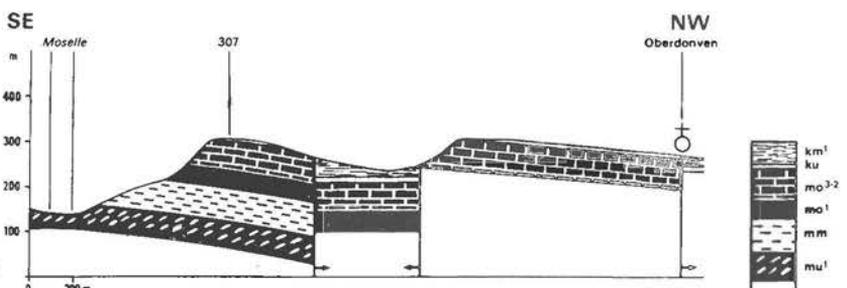
Les revers des blocs faillés ne dépassent pas 400 mètres d'altitude. Les plus élevés jalonnent la trace de la surface "tertiaire". Mais ce cas est rare; la plupart se développent en contrebas de cette surface (vers 330-370 mètres d'altitude). Pour cette raison, on peut penser que les talus qui les limitent sont des **escarpements de ligne de faille**, c'est-à-dire des formes qui ne résultent que de l'action de l'érosion différentielle.

1.2.3. L'organisation du drainage et la reprise d'érosion fini tertiaire

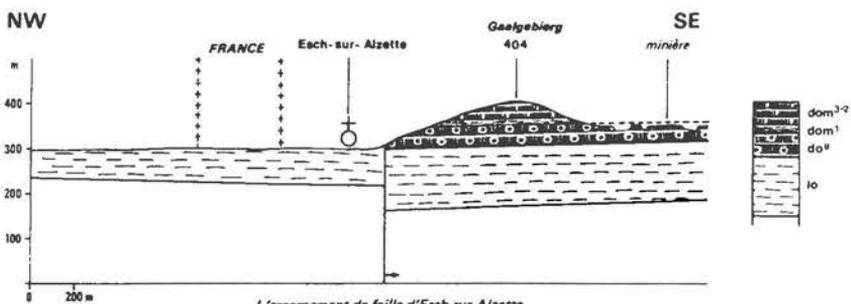
Les formes structurales du Gutland (cuestas, boutonnières, escarpements de faille . . .) comme les formes structurales de l'Ösling (formes appalachiennes du bassin de Wiltz) dérivent de la dissection d'une **surface d'aplanissement commune au massif ancien et à sa bordure sédimentaire** (Fig. 9). Dans le domaine des enveloppes mésozoïques, cette surface "tertiaire" procédait du **réaménagement acyclique** des surfaces de régression marine associées au retrait des mers jurassiques (mais peut-être aussi crétacées, voire cénozoïques?). Elle recoupe en biseau les divers termes de la



L'escarpement de faille de Graulinster.



Les escarpements de faille de Niederdonven - Oberdonven.



L'escarpement de faille d'Esch-sur-Aizette.

Fig. 8 : Les escarpements de failles du Gutland : quelques exemples.

série mésozoïque, des grès dolomitiques du Muschelkalk au Nord, aux calcaires du Bajocien au Sud.

Rares sont, malheureusement, les vestiges susceptibles de nous renseigner sur les circonstances paléoclimatiques et tectoniques de son façonnement. Quelques blocs épars de **Pierre de Stonne** (silicifications climatiques) semblent légitimer son raccordement au revers des cuestas lorraines. Des formations ferrugineuses s'observent en outre à la surface des plateaux:

- le "**Rasenerz**", décrit comme "minerai de fer des prés" sur les cartes géologiques de M. LUCIUS, mais dont l'origine est encore mal connue;
- le "**Bohnerz**" (à l'extrême Sud-Ouest du Gutland) qui serait, lui, une formation de type sidérolithique *in situ*.

Quelles que soient les inconnues de la longue histoire continentale de la surface "tertiaire", la matérialité de cet aplanissement ne fait aucun doute. C'est dans son plan que se sont installées la Sûre et l'Alzette, deux rivières dont l'encaissement a rythmé le dégagement des cuestas et l'évidement d'une dépression périphérique remarquable au contact du massif ancien et de sa bordure sédimentaire.

1.3. LA DÉPRESSION PÉRIPHÉRIQUE: UN TYPE DE CONTACT ORIGINAL ENTRE LE MASSIF ANCIEN ET SA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE

1.3.1. La surface à facettes née du recoupement de la surface post-hercynienne par la surface "tertiaire"

L'affouillement des assises "tendres" du Trias a eu pour autre conséquence l'**exhumation de la surface post-hercynienne** dont les éléments se trouvent dégagés tout au long de la bordure Sud du massif ancien. L'inclinaison relativement forte du socle (3° à 9°) explique que la surface n'ait été dégagée que sur quelques centaines de mètres de largeur seulement. Le caractère conglomératique du Trias ne facilite d'ailleurs pas son exhumation (Fig. 9). Fossilisée dès le Buntsandstein supérieur à l'Est et au centre, au Keuper moyen seulement à l'Ouest du Grand-Duché, la surface post-hercynienne est une surface polygénique d'âge fini-permien à néotriasique. Compte-tenu des circonstances bioclimatiques de sa genèse (de la semi-aridité à l'aridité franche), on peut la considérer comme une **pédiplaine** (A. GUILCHER 1949 p. 105-108; H. BAULIG 1952 p. 257; 1956 a p. 47-48).

Vers le Nord, la surface post-hercynienne se trouve recoupée par la surface "tertiaire" sous un angle de quelques degrés: il en résulte une **surface à "facettes"** schématique (H. BAULIG 1926 p. 225) (Fig. 9).

1.3.2. Les divers aspects de la dépression périphérique

La dépression périphérique se présente sous des aspects différents de l'Ouest à l'Est du Luxembourg.

+ **A l'Ouest** (de la frontière belge jusqu'au Roudbaach), le Keuper repose transgressivement sur le socle et le Muschelkalk supérieur n'affleure pas. Il s'en suit que le glaciaire topographique qui descend de l'Ösling

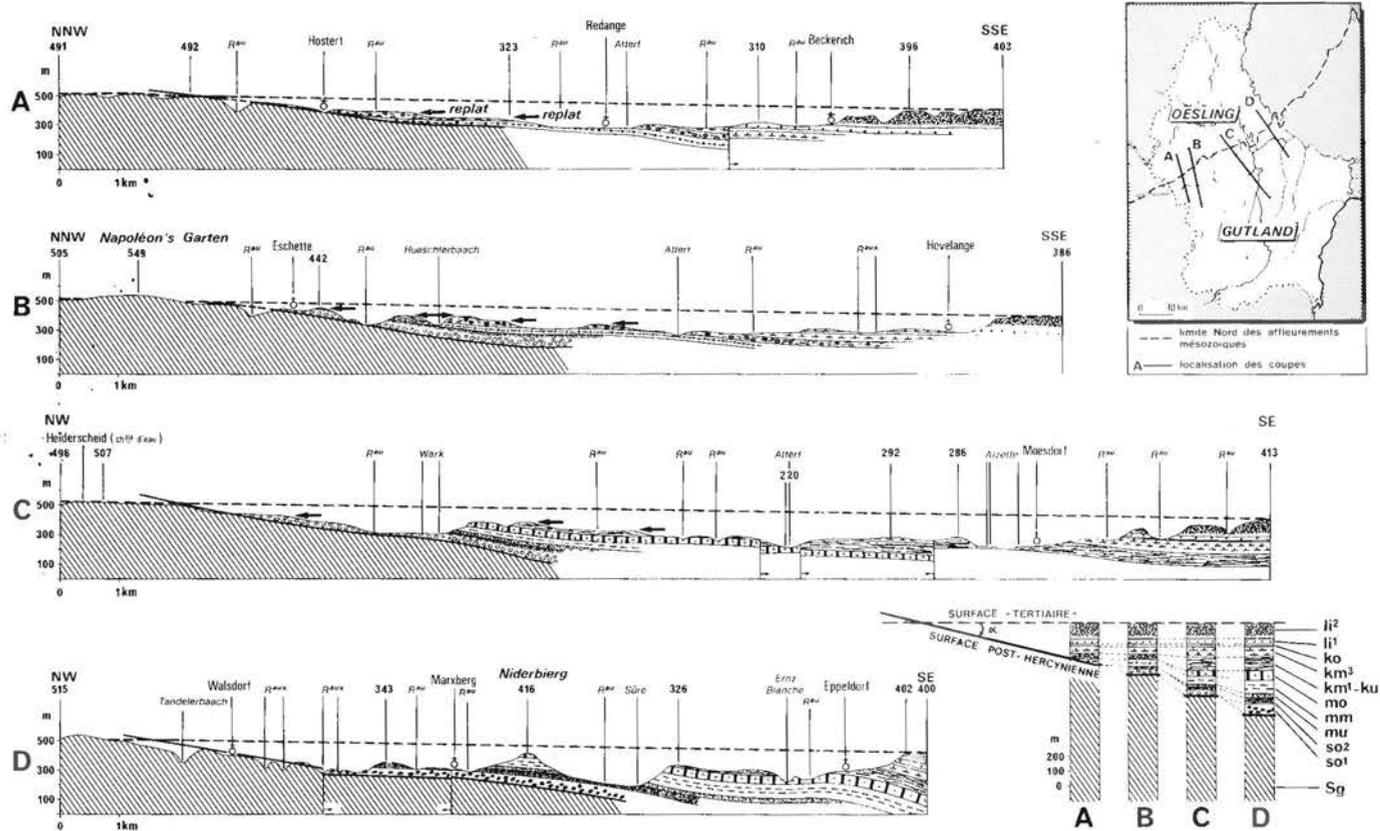


Fig. 9 : Le contact entre l'Oesling et le Gutland : coupes géologiques.

vers le Sud s'abaisse régulièrement jusqu'au pied de la cuesta du grès de Luxembourg. La dépression périphérique correspond donc, en ce secteur du contact, à la dépression orthoclinale de la cuesta hettangienne (Fig. 9, A et B).

+ **Au centre**, où elle est drainée par la Wark, de Grosbous à Ettelbrück, c'est bien d'une dépression périphérique *stricto sensu* qu'il s'agit, au pied de la cuesta du Muschelkalk supérieur (Fig. 9, C).

+ **A l'Est** du méridien d'Ettelbrück, le schéma devient plus complexe: la cuesta a été dédoublée par la Sûre et réduite à l'état de buttes par ses affluents cataclinaux de rive gauche, une seconde cuesta (celle du grès à *Voltzia*) se dispose à quelques kilomètres au Nord des buttes, et des escarpements de faille (comme ceux de Fohren et de Vianden) compliquent tout ce secteur du contact (Fig. 9, D).

Dans l'acception la plus large du terme, la dépression périphérique correspond en réalité à l'ample dépression monoclinale qui sépare la bordure Sud de l'Ösling du front de la cuesta infraliasique. Cette dépression périphérique *lato sensu* d'orientation WSW-ENE, évidée pour l'essentiel dans les formations tendres du Keuper, doit son dégagement au travail de trois rivières orthoclinales: la Sûre (entre Ettelbrück et Wallendorf), la Wark et l'Attart.

Parmi les réaménagements hydrographiques qui ont accompagné l'évidement de la dépression, il convient de mentionner le **glissement monoclinale** du cours de la Wark, entre Grosbous et Feulen, son ancrage dans le socle par **surimposition** à Welscheid, et sa capture probable par un affluent de l'Alzette à l'aval de Welscheid. Ces phénomènes témoignent du dynamisme des affluents de la Moselle et du Rhin.

1.3.3. Les étapes de son affouillement: données et inconnues

Le creusement plio-pléistocène (?) de la dépression périphérique ne s'est cependant pas effectué d'un mouvement continu et régulier. L'analyse des cartes met en effet en évidence divers **replats** sur les versants, et ces replats semblent bien s'ordonner en "**niveaux**" d'extension régionale (ainsi à 460-440 mètres, 420-400 mètres, 380-360 mètres, 350-330 mètres, Fig. 10). Ces niveaux sont à mettre en corrélation avec les replats et terrasses qui accidentent les versant des grandes vallées de l'Ösling (l'Our, la Sûre et la Clerf). Mais les vicissitudes de l'histoire fini-tertiaire et quaternaire du Grand-Duché sont encore mal connues.

LÉGENDE: Fig. 9:

Le contact entre l'Ösling et le Gutland: coupes géologiques

Sg: alternance de schistes, grauwackes et quartzites (Siegénien et Emsien inférieur) - so1: grès à ciment dolomitique des "couches de Transition (Buntsandstein Supérieur) - so2: grès à *Voltzia* (Buntsandstein supérieur) - mu: grès du Muschelsandstein (Muschelkalk inférieur) - mm: marnes et argiles du "groupe de l'anhydrite" (Muschelkalk moyen) - mo: dolomies des "couches à entroques" et des "couches à cératites" (Muschelkalk supérieur) - ku: dolomies et marnes du groupe de la Lettenkohle (Keuper inférieur) - km1: marnes (Keuper moyen) - km3: marnes dolomitiques (Keuper moyen) - ko: grès et argiles (Rhétien) - li1: marnes avec intercalations de bancs calcaires des couches à *Psiloceras Planorbis* (Hettangien inférieur) - li2: "grès de Luxembourg" (Hettangien supérieur).

2. LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE DU LUXEMBOURG AU 1/100.000

2.1. LE CHOIX DE L'ÉCHELLE

Différentes conceptions cartographiques peuvent être envisagées selon l'approche géomorphologique choisie et l'échelle cartographique retenue. Toutes les variantes sont possibles entre une carte de modelé, décrivant le détail des formes à grande échelle et une carte synthétique regroupant des ensembles de formes dans une typologie régionale.

Le changement de contenu d'une carte géomorphologique suivant le choix de l'échelle tient à la complexité même des **phénomènes géomorphologiques qui ne sont pas réductibles par simple généralisation**. La notion de seuil en géomorphologie répond à celle d'échelle en cartographie. En effet, les éléments à cartographier ne peuvent être les mêmes quelle que soit l'échelle retenue puisque les faits "essentiels" à figurer changent de nature lorsque l'on change d'échelle d'observation.

Ainsi, l'étude du modelé et de la géodynamique de surface appelle-t-elle une cartographie détaillée et ne se conçoit guère qu'à grande échelle (1/25.000 par exemple). Par contre, l'étude de l'évolution des formes, objet principal de la géomorphologie historique, ne peut être envisagée qu'à l'échelle régionale; elle s'exprime d'une manière nécessairement plus synthétique. D'un côté on privilégie la représentation des formes de détail et des processus d'évolution; de l'autre, celle des volumes, des surfaces, des formes majeures. C'est dans cette dernière perspective que s'inscrit notre carte du Luxembourg.

Nous avons donc adopté une légende répondant à l'approche géomorphologique choisie. Dans cette optique la carte permet au lecteur de suivre tout à la fois l'architecture des formes actuelles du relief et les grandes étapes de leur élaboration. "La logique des formes est celle de leur passé", écrit C. KLEIN (1975, p. 750). C'est la logique des formes luxembourgeoises que nous avons tenté d'appréhender puis d'exprimer cartographiquement à moyenne échelle (1/100.000).

2.2. LA SÉLECTION DES DONNÉES: UN IMPÉRATIF À RESPECTER

Pour des raisons évidentes de lisibilité, la cartographie à moyenne échelle exige une sélection rigoureuse des données. Dans le cas du Luxembourg, nous avons estimé que les faits géomorphologiques à visualiser prioritairement étaient la juxtaposition de deux unités morphostructurales majeures (massif ancien, bordure sédimentaire) d'une part, le contraste entre plateaux et vallées d'autre part.

+ Critères retenus pour la représentation des plateaux:

L'appartenance à une unité morphostructurale s'exprime d'abord par certaines données de la structure. La première variable retenue fut donc d'ordre LITHO-STRATIGRAPHIQUE. Au sein même de ce chapitre,

W

E

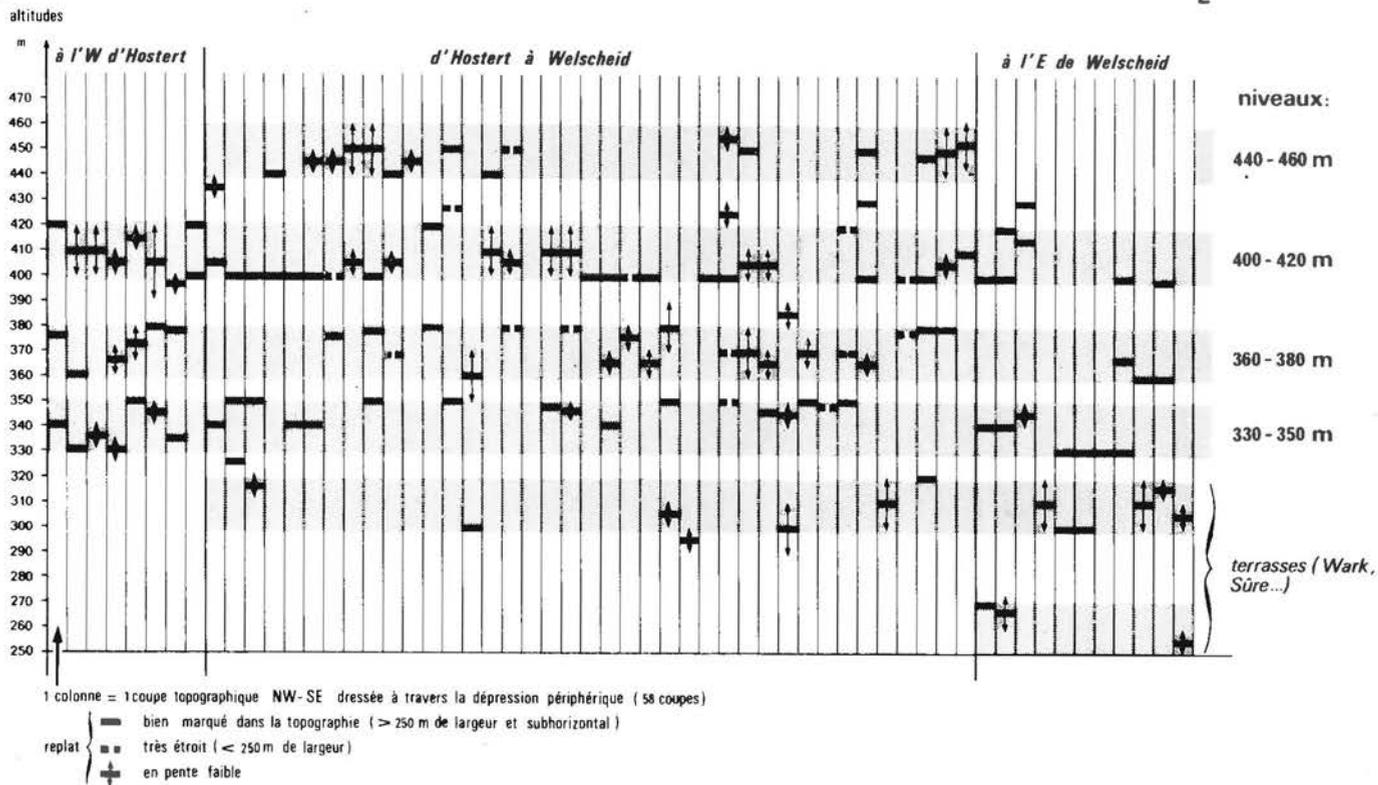


Fig. 10 — Les replats de la dépression périphérique : graphique de répartition.

JDM

différents critères pouvaient être plus au moins mis en évidence sur la carte. Au Luxembourg, c'est la résistance relative des roches qui semble jouer le rôle essentiel dans l'explication des formes. Ainsi en Ösling, domaine presque exclusivement schisteux, la moindre résistance des schistes de Wiltz (Emsien supérieur) par rapport à ceux du Siegénien explique le démantèlement de la surface "tertiaire" dans le bassin de Wiltz; inversement, c'est la grande résistance du quartzite de Berlé qui a permis le dégagement des barres appalachiennes. Le même critère intervient au Gutland pour expliquer le relief: une même famille de formes (les *cuestas*) s'est trouvée façonnée dans des roches de nature différente (dolomies, grès, calcaires) mais de résistance voisine.

Le système de représentation devait donc permettre d'identifier dès le premier coup d'oeil les contrastes litho-stratigraphiques (série dévonienne en Ösling, série mésozoïque en Gutland; opposition roches "dures"-roches "tendres").

La deuxième variable à porter sur la carte tenait à l'échantillonnage même des FORMES DU RELIEF associées aux plateaux: aplanissements, reliefs résiduels, formes structurales. Ces éléments devaient apparaître dans un deuxième temps de lecture.

+ Critères retenus pour la représentation des vallées:

Au 1/100.000, à plus forte raison dans une région aussi disséquée que l'Ösling, la largeur des vallées dépasse rarement quelques millimètres sur le papier. L'étroitesse de cet espace graphiquement disponible interdit la superposition de plusieurs signes: il faut donc sélectionner les critères les plus pédagogiques. Nous avons insisté sur la représentation du profil des versants, donnée géomorphologique bien significative à l'échelle régionale.

L'allure très diverse des vallées luxembourgeoises apparaît comme un élément essentiel dans la compréhension des paysages. Ainsi les vallées à peine sensibles, aux versants convexo-concaves très surbaissés de l'extrême Nord-Ouest de l'Ösling contrastent fortement avec les vallées encaissées (jusqu'à 250 mètres d'encaissement dans la vallée de l'Our), aux versants convexes, situées quelques kilomètres seulement plus à l'Est-Sud-Est: c'est que le rajeunissement du massif ancien, dû au dynamisme des rivières du réseau rhénan et attesté par le profil convexe des versants de vallées, n'a pas atteint la partie Nord-Ouest du pays située à proximité de la ligne de partage des eaux entre Meuse et Rhin. Ce n'est là qu'un exemple, les contrastes sont tout aussi intéressants en Gutland.

Ce critère a été complété par celui de la présence éventuelle de lambeaux d'alluvions sur les versants et au fond des vallées.

2.3. LE SYSTÈME DE REPRÉSENTATION: UNE RECHERCHE DE L'EFFICACITÉ VISUELLE

Le choix initial du 1/100.000, la généralisation cartographique qu'il implique, la recherche des critères géomorphologiques les plus significatifs montrent l'orientation synthétique, démonstrative et pédagogique.

que de la carte. Notre objectif est de mettre le lecteur en présence d'une information complexe mais visualisée de la manière la plus claire possible, à partir du choix raisonné des éléments cartographiés. A l'exception des "inventaires", le but premier d'une carte est de transmettre l'information sous la forme d'une image rapide à comprendre, facile à mémoriser et agréable à l'oeil. Dans cette perspective, la carte devient moyen de démonstration: pour que celle-ci soit bien comprise par le lecteur, la carte doit être "EFFICACE". Elle le sera d'autant plus que "le nombre des images (superposées ou séparées) et leur complexité seront réduits et que la lecture pourra être faite au NIVEAU DE L'ENSEMBLE" (J. BERTIN 1967 p. 162). Le temps de perception doit donc être court, le système de représentation facile à lire.

Celui qui a été choisi pour la carte du Luxembourg repose d'abord sur l'utilisation de l'impact visuel de la couleur, la plus forte variable visuelle.

Les premiers choix cartographiques ayant pour but de montrer la dualité massif ancien-couverture sédimentaire et le contraste plateaux-vallées, nous leur avons réservé des gammes différentes de teintes.

Pour éviter de multiplier les couleurs dont l'excès de nuances entraînerait une séparation des images et disperserait l'attention du lecteur, nous avons présenté toutes les couches "tendres" (marneuses) du Gutland par une même teinte jaune (aplat) affectée d'indices stratigraphiques correspondant à chacune. Mais nous avons distingué chacune des roches triasiques de la bordure Sud de l'Ösling parce qu'elles permettent de souligner la surface post-hercynienne, l'un des éléments géomorphologiques fondamentaux de cette région de contact.

| | Roches «dures»: TEINTES SOUTENUES | Roches «tendres»: TEINTES CLAIRES |
|---------------------------|---|---|
| PLATEAUX massif ancien | 1 rouge, 1 violet (2 ensembles «durs») | 1 rose |
| bordure sédimentaire | 8 nuances de marron (8 roches «dures») | 1 même jaune pour toutes les couches «tendres» |

VALLÉES

- *profil des versants*: nuances de vert tramées combinées avec des symboles au trait (convexité de haut de versant, corniche . . .).
- *terrasses*: laissées en blanc (à cause de leur exigüité) et affectées d'un n° correspondant à leur classification altimétrique.
- *fonds de vallées*: pointillé gris clair, qui se distingue bien des tramés verts réservés aux versants.

Le même souci pédagogique a guidé le choix des symboles affectés aux vallées. En ce qui concerne le profil des versants, les éléments convexo-concaves (tramé vert clair) sont bordés dans leur partie supérieure par la "convexité de haut de versant" (trait vert soutenu) qui, outre son aspect esthétique, permet de visualiser la limite entre plateaux et vallées. Une trame de vert soutenu occupe tout le versant lorsque celui-ci est convexe, ce qui rend immédiatement perceptible la localisation des portions rajeunies du massif ancien.

Sur ce fond en couleurs, les formes du relief associées aux plateaux figurent en NOIR. L'épaisseur des traits et l'intensité visuelle des trames de hachures se trouvent modulées en fonction du rôle géomorphologique des formes dans le paysage. Le système de représentation est donc facile à lire (trait noir sur plages colorées). Sa sobriété doit permettre au lecteur de comprendre aisément l'agencement des formes du relief luxembourgeois.

* * * * *

Les données géomorphologiques cartographiées ont été choisies en fonction de leur valeur démonstrative et visualisées de la manière la plus claire possible compte-tenu de la complexité même du thème.

La carte, de conception délibérément synthétique et didactique peut se lire en trois temps:

– **dans un premier temps** (lecture d'ENSEMBLE), la gamme des couleurs rend immédiatement perceptible le contraste entre l'Ösling et le Gutland, la distinction entre les plateaux et les vallées, la diversité des types de versants, l'expression morphologique des divers couples roches "dures"-roches "tendres".

– **dans un second temps**, le lecteur se familiarise avec la série des formes structurales résultant de la dissection de la surface "tertiaire" (éléments figurés en noir).

– **une lecture plus approfondie** encore apporte les précisions morphométriques indispensables (cotes d'altitude, énergie des formes suggérée par l'épaisseur variable des traits).

3. CONCLUSION

Doté de formes de relief nombreuses, variées, souvent remarquables ainsi que de contrastes géomorphologiques régionaux et locaux bien marqués, le Luxembourg s'est révélé être un terrain privilégié pour une tentative de cartographie géomorphologique à moyenne échelle. Le système de représentation que nous avons adopté, s'il restitue fidèlement les traits particuliers de la géomorphologie du Grand-Duché, pourrait sans difficulté être appliqué à d'autres régions du monde.

Notre carte est la première carte géomorphologique couvrant l'ensemble du Luxembourg. On comprend qu'elle n'épuise pas le sujet. Elle répond à une approche géomorphologique de type régional et historique; notre but a été de suggérer visuellement au lecteur les grandes lignes du bâti structural luxembourgeois ainsi que les étapes majeures de la mise en place des éléments principaux du relief. Certes, bien des énigmes subsistent: ainsi les circonstances de la dissection de la surface "tertiaire", la chronologie des terrasses pléistocènes, les énigmes qui restent attachées aux diverses formations superficielles (Bohnerz, Rasenerz, Pierre de Stonne), sans oublier maintes particularités de la géologie de l'Ösling (style des plis, rôle des failles . . .).

Puisse notre travail servir de motivation et de point d'appui à de nouvelles recherches tant sur la cartographie géomorphologique que sur la géomorphologie du Luxembourg.

4. BIBLIOGRAPHIE

I. BIBLIOGRAPHIE non exhaustive concernant la première partie de la notice: géologie et géomorphologie du Luxembourg

- ALEXANDRE J., 1958 a – Le modelé quaternaire de l'Ardenne Centrale. Ann. Soc. Géol. Belg., t. 81, Fasc. 2 et dernier, p. 213-327.
- ALEXANDRE J., 1958 b – La restitution des surfaces d'aplanissement tertiaires de l'Ardenne Centrale et ses enseignements. Ann. Soc. Géol. Belg., t. 81, Fasc. 2 et dernier, p. 333-417.
- ALEXANDRE J., 1976 – Les surfaces de transgression exhumées et les surfaces d'aplanissement (in Géomorphologie de la Belgique - Hommage au Professeur P. MACAR - 224 p), Lab. Géol. Géogr. Phys. Univ. Liège, p. 75-92.
- ALEXANDRE S. et KUPPER M., 1976 – L'évolution des rivières. (in Géomorphologie de la Belgique - Hommage au Professeur P. MACAR - 224 p), Lab. Géol., Phys. et Géogr., Univ. Liège, p. 51-74.
- ASSELBERGHS E., 1946 – L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, t. 14, 598 p.
- BACKEROOT G., 1942 – Ösling et Gutland. Morphologie du bassin ardennais et luxembourgeois de la Moselle. Thèse, Fac. Lettres. Univ. Paris, Toulouse, Imp. F. Boisseau, 269 p.
- BAULIG H., 1926 – Le relief de la haute Belgique. Ann. de Géogr., XXXV, p. 206-235.
- BAULIG H., 1952 – Surfaces d'aplanissement. Ann. de Géogr., LXI, p. 161-183 et 245-262.
- BAULIG H., 1956 a – Pénéplaines et pédiplaines. Bull. Soc. belge Et. Géogr., XXV, p. 25-28.
- BAULIG H., 1956 b – Vocabulaire franco-anglo-allemand de Géomorphologie. Publ. Fac. Lettres Univ. Strasbourg, fasc. 130, 230 p., rééd. 1966.
- BERG D., 1965 – Die Klüfte im Paläozoikum und Mesozoikum von Luxemburg und der westlichen Eifel. Ihre Beziehungen zur allgemeinen Tektonik und ihr Einfluß auf das Gewässernetz. Publ. Serv. géol. du Lux., Vol. XVI, 89 p.
- BINTZ J., 1972 – Les forages profonds réalisés au Grand-Duché de Luxembourg. (CR conférence) Bull. Soc. Naturalistes luxembourgeois, no 77, p. 15-19.
- BINTZ J. et coll., 1973 – Luxembourg (in Ardenne - Luxembourg). Coll. guides géologiques régionaux, Paris, Masson, p. 135-188.
- CAILLEUX A. et TRICART J., 1956 – Le problème de la classification des faits géomorphologiques. Ann. de Géogr., t. 65, p. 162-186.

- CAVELIER Cl. MEGNIEN Cl., POMEROL Ch., RAT P., 1979 – Le Bassin de Paris. Bull. Info. des géol. du Bassin de Paris, vol. 16, no 4, p. 3-52.
- CHIRON J.C. et coll., 1980 – Introduction à la carte tectonique de la France. Mém. B.R.G.M., no 110, 52 p.
- DUMONT A., 1848 – Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne du Rhin, du Brabant et du Condroz. Bull. Acad. royale Sciences Belg., t. 22, p. 3-451.
- FISCHER F., 1956 – Bemerkungen zur Morphologie der Hochflächen zwischen der unteren Saar und der Mosel. Arbeiten aus dem Geogr. Inst. Univ. des Saarlandes, Saarbrücken, B. 1, S. 81-87.
- FLOHN H., 1937 – Zur Paläomorphologie und Paläoklimatologie des Buntsandstein in Luxemburg. Arch. Inst. Grand-Ducal de Lux., XV, p. 81-87.
- FOURMARIER P., 1907 – La tectonique de l'Ardenne. Ann. Soc. Géol. Belgique, t. 34, p. 15-123.
- FOURMARIER P., 1929 – Recherches sur le tracé de l'axe de l'anticlinal de Givonne. Ann. Soc. Géol. Belgique, t. 52, p. B 220-231.
- FURTAK H., 1965 – Die Tektonik der unterdevonischen Gesteinsfolge im deutsch - belgisch - luxemburgischen Grenzgebiet. Geol. Mitteilungen, B. 4, H. 3, S. 273-331.
- GOSSELET J., 1885 – Aperçu géologique sur le terrain dévonien du Grand-Duché de Luxembourg. Ann. Soc. Géol. Nord, T. 12, p. 260-300.
- GOSSELET J., 1888 – L'Ardenne. Mém. Serv. Carte Géol. France, 889p.
- GUILCHER A., 1949 – La surface post-hercynienne dans l'Europe occidentale. Ann. de Géogr., LVIII, no 310, p. 97-112.
- HARY A., 1976 – Evolution du territoire luxembourgeois et des régions limitrophes au cours des millions d'années. Publ. Serv. Géol. du Lux. bull. no 7, p. 20-40.
- HERMANS W.F., 1955 – Description et genèse des dépôts meubles de surface et du relief de l'Ösling. Publ. Serv. Géol. du Lux., Vol. XI, 94 p.
- HEUERTZ M., 1949 – Les profils fluviatiles en long du réseau de la Sûre. Arch. de l'Inst. Grand-Ducal de Lux., N.S., XVIII, p. 117-125.
- JUNGERIUS P.D., 1958 – Zur Verwitterung, Bodenbildung und Morphologie der Keuper-Liaslandschaft bei Montfort in Luxemburg. Publ. Serv. Géol. du Lux. Vol. XIII, 166 p.
- JUNGERIUS P.D. and MUCHER J.J., 1970 – Holocene slope development in the lias cuesta area, Luxembourg, as shown by the distribution of volcanic minerals. Zeitschrift für Geomorph., N.F., B. 14, H. 2, S. 127-136.
- JUVIGNE E., 1979 – L'encaissement de rivières ardennaises depuis le début de la dernière glaciation. Zeitschrift für Geomorph., B. 23, 3, S. 291-300.

- KABOTH D., 1969 – Zur Genese der Bohnerze und Rasenerze Luxemburgs. Thèse Minéralogie, Univ. Münster, 130 p. (exemplaire dactylographié).
- KIENZLE M.U., 1968 – Morphogenese des westlichen Luxemburger Gutlandes. Tübinger geographische Schriften, Heft 27, 150 S.
- KLEIN C., 1959 a – Surfaces de regradation et surfaces d'aggradation. Ann. de Géogr., LXVIII, p. 292-317.
- KLEIN C., 1959 b – Surfaces polygéniques et surfaces polycycliques. Bull. Ass. Géogr. Franç., nos 282-3, p. 51-68.
- KLEIN C., 1960 – La notion de rythme en morphologie. Norois, VII, p. 373-387.
- KLEIN C., 1970 – Evolution acyclique et racines sialiques. C.R. Acad. Sc., Paris, 270, D, p. 2531-4.
- KLEIN C., 1973 – Les enseignements tirés d'une thèse sur le Massif armoricain et le Bassin Parisien. Norois, XX, p. 321-327.
- KLEIN C., 1974 – Tectogenèse et morphogenèse armoricaines et périarmoricaines. Rev. Géogr. Phys. Géol. dyn., 2, XVI, p. 87-100.
- KLEIN C., 1975 – Massif armoricain et Bassin parisien. Contribution à l'étude géologique et géomorphologique d'un massif ancien et de ses enveloppes sédimentaires. Thèse, Univ. Bretagne Occidentale (1973), Ed. Ophrys, Gap. 882 p.
- KLEIN C., 1976 a – Discordances tectonisées et phénomènes connexes en Ardenne. C.R. Acad. Sc., Paris, 282, D, p. 153-156.
- KLEIN C., 1976 b – Réactivation tectonique et tectonique de revêtement en Haute-Ardenne. C.R. Acad. Sc., Paris, 282, D, p. 421-424.
- KLEIN C., 1977 a – La limite méridionale de la fenêtre de Theux (Ardenne belge). C.R. Acad. Sc., Paris, 284, D, p. 425-428.
- KLEIN C., 1977 b – L'intérêt tectogénétique de la fenêtre de Theux (Ardenne belge). C.R. Acad. Sc., Paris, 284, D, p. 1155-1158.
- KLEIN C., 1977 c – L'ardennotype. C.R. Acad. Sc., Paris, 284, D, p. 1263-1266.
- KLEIN C., 1978 – Tectogenèse armoricaine et tectogenèse ardennaise. La notion de socle mou. Bull. Soc. belge Géol., t. 86, fasc. 3-4, p. 151-182.
- KLEIN C., 1980 – L'intérêt tectogénétique de la discordance post-calédonnienne en Ardenne. Les notions d'hérédité mécanique et d'induction tectonique. Bull. Soc. belge Géol., t. 89, fasc. 1, p. 1-54.
- KLEIN C., 1984 – Une notion centenaire, la notion de cycle en géomorphologie. Rev. physio. géo., Trav. Lab. Géogr. Phys., L. A. 141, C.N.R.S., Paris, no 11, p. 61-101.
- KONRAD H.J. und WACHSMUT W., 1973 – Zur Lithologie und Tektonik des Unterdevons im Südlichen Ösling Luxemburgs. Publ. Serv. Géol. du Lux., bull. no 5, 20 p.

- LEFEVRE M.A., 1938 – Sommets et crêtes de l'Ardenne. Bull. Soc. belge Et. géogr., VIII, p. 53-58.
- LEVELT Th. W. M., 1965 – Die Plateaulchme Süd-Luxemburgs und ihre Bedeutung für die morphogenetische Interpretation der Landschaft. Publ. van het Fysisch geografisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam, no 6, 205 p.
- LIEDTKE H., 1963 – Geologisch – geomorphologischer Überblick über das Gebiet an der Mosel zwischen Sierck und Remich. Arbeiten aus dem Geogr. Inst. Univ. des Saarlandes, Saarbrücken, B. VIII, S. 37-57.
- LIEDTKE H., 1969 – Grundzüge und Probleme der Entwicklung der Oberflächenformen des Saarlandes und seiner Umgebung. Forschungen zur deutschen Landeskunde, B. 183, 63 S.
- LUCIUS M., 1937 – Die Geologie Luxemburgs in ihren Beziehungen zu den benachbarten Gebieten. Publ. Serv. Carte Géol. du Lux., Band I, 176 S.
- LUCIUS M., 1941 – Die Ausbildung der Trias am Südrande des Öslings. Publ. Serv. géol. du Lux., Band III, 275 p.
- LUCIUS M., 1945 – Die Luxemburger Minetteformation und die jüngeren Eisenerzbildungen unseres Landes. Publ. Serv. géol. du Lux., Band IV, 347 p.
- LUCIUS M., 1948 – Das Gutland. Erläuterungen zur geologischen Karte von Luxemburg. Publ. Serv. géol. du Lux., Vol. V, 405 p.
- LUCIUS M., 1950 a – Das Ösling. Erläuterungen zur geologischen Karte von Luxemburg. Publ. Serv. géol. du Lux., Vol. VI, 174 p.
- LUCIUS M., 1950 b – La notion de pénéplaine et le modelé du terrain de l'Ardenne luxembourgeoise (Ösling). Bull. Soc. Naturalistes luxembourgeois, no 44, p. 279-308.
- LUCIUS M., 1951 – Les traits fondamentaux de l'histoire géologique du sol luxembourgeois. Luxembourg, (exempl. ronéo.), 67 p.
- LUCIUS M., 1953 – Le faciès littoral du Trias dans l'aire de sédimentation luxembourgeoise. Revue générale des Sciences, Soc. d'Ed. d'Enseignement Sup., Paris, t. LX, no 11-12, p. 355-365.
- LUCIUS M., 1955 a – A propos de l'étude de W.F. HERMANS: «Description et genèse des dépôts meubles de surface et du relief de l'Ösling». Arch. de l'Inst. Grand-Ducal de Lux., N.S., T. XXII, p. 37-46.
- LUCIUS M., 1955 b – Les traits fondamentaux de l'allure tectonique du Dévonien de l'Ösling. Bull. Soc. Naturalistes luxembourgeois, no 59, p. 17-50.
- LUCIUS M., 1957 – L'évolution du relief de l'Ösling (Ardennes luxembourgeoises) Tijdschr. van den Koninkl. Nederlandsche Aardrijkskundig Genootschh. Deel LXXIV, No 3, p. 313-323.
- LUCIUS M., 1959 – Les faciès gréseux et conglomératiques du Trias dans l'aire de sédimentation du pays de Luxembourg. Arch. de l'Inst. Grand-Ducal de Lux., N.S., XXVI, p. 245-256.

- LUCIUS M., 1961 – La présence de loess, de minéraux denses et de minéraux volcaniques dans les dépôts meubles de plateaux de notre pays. *Bull. Soc. Naturalistes luxembourgeois*, no 63, p. 1-18.
- MACAR P., 1954 – L'évolution géomorphologique de l'Ardenne. *Bull. Soc. Roy. belge de Géogr.*, LXXVIII, p. 9-33.
- MACAR P. et ALEXANDRE J., 1960 – Pénéplaine unique plio-pléistocène et couverture tertiaire ayant noyé des dépressions préexistantes en Haute-Belgique? *Bull. Soc. belge de Géol.*, 69 (2), p. 295-315.
- MARTONNE E. de, 1943 – Le relief du Luxembourg (d'après BAECKEROOT). *Ann. de Géogr. Paris*, 292, p. 301-304.
- MEGNIEN C. et coll., 1980 – Synthèse géologique du Bassin de Paris - 3 volumes - Mémoire B.R.G.M., nos 101, 102, 103.
- MOLITOR J., 1961 – Quelques aspects de la géomorphologie du grès de Luxembourg. *Bull. Soc. Naturalistes luxembourgeois*, no 66, p. 13-94.
- MULLER A., 1980 – Luxembourg (in *Géologie des pays européens - France, Belgique, Luxembourg*), Imp. en France, Dunod, p. 577-594.
- NEGENDANK J.F.W., 1978 – Zur känozoischen Geschichte von Eifel und Hunsrück. *Sediment petrographische Untersuchungen im Moselbereich. Forschungen zur deutschen Landeskunde, Trier*, B. 211, 90 S.
- PISSART A., 1976 – Les dépôts et la morphologie périglaciaires de la Belgique. (in *Géomorphologie de la Belgique. Hommage au Professeur P. MACAR*) *Lab. Géol. et Géogr. phys. Univ. Liège*, p. 115-135.
- POETERAY F.A., RIEZEBOS P.A., SLOTBOOM R.T., 1984 – Rates of subatlantic surface lowering calculated from mardel-trapped material (Gutland, Luxembourg). *Zeitschrift Geomorphol. N.F.-R.F.A.* 28, 4, S. 467-481.
- QUITZOW H.W., 1969 – Die Hochflächenlandschaft beiderseits der Mosel zwischen Schweich und Cochem. *Beihefte zum Geol. Jahrb. Hannover*, N 82, S. 69.
- RIDDER N.A. de, 1957 – Beiträge zur Morphologie der Terrassenlandschaft des Luxemburgischen Moselgebietes. Thèse, Univ. Utrecht, Dekker-van de Vegt N.V., Nijmegen, 138 p.
- RIEZEBOS P.A. and SLOTBOOM R.T., 1976 – Evidence for holocene regolith instability on a slope near Troine (Ösling, Luxembourg). *Bull. Soc. Naturalistes luxembourgeois*, no 81, p. 63-82.
- SCHMIT G. und WIESE B., 1981 – Luxemburg in Karte und Luftbild – Le Luxembourg en cartes et photos aériennes. Luxembourg, Ed. SCHMIT et WIESE, 168 p.
- SCHMITZ G., 1957 – De terrassen en meanders van de Luxemburger Sauer boven Goebelsmühle. Utrecht, Drukkerij-Uitgeverij Vesta, 115 S.

- SLOTBOOM R.T., 1963 – Comparative geomorphological and palynological investigation of the pingos (viviers) in the Hautes Fagnes (Belgium) and the Mardellen in the Gutland (Luxemburg) Thèse, Univ. Amsterdam, 41 p.
- SOUCHÉZ - LEMMENS M., 1971 – Les indurations ferrugineuses et l'évolution géomorphologique de la Lorraine belge nord-orientale. Rev. belge Géogr., fasc 1 et 2, p. 5-143.
- STEFFEN M., 1951 – Zur Morphologie des südlichen Randgebietes der Ardennen. Publ. Serv. géol. du Lux., Vol. VIII, 48 S.
- STEVENS Ch., 1928 – Notes sur la morphologie du Grand-Duché de Luxembourg interprétée d'après la carte hypsométrique à 1/200.000 de J. HANSEN. Bull. Serv. Carte géol. d'Alsace et de Lorraine, I, fasc. 3, p. 269-275.
- STEVENS Ch., 1952 – L'âge de la pénéplaine de la Haute Ardenne. Bull. Soc. belge Géol., no 61, p. 254-260.
- THÉOBALD N., 1932 – Le pays de Sierck. Bull. Soc. Hist. Nat. de la Moselle, XXXIII, no 4-IX, p. 5-45.
- TRICART J., 1949 – La partie orientale du Bassin de Paris. Thèse. T.I: La genèse du Bassin (1949), p. 1-210. t. II: L'évolution morphologique au Quaternaire (1952), p. 211-476. Paris, S.E.D.E.S.
- TYTHERLEIGH P.R.L., 1966 – Photo Interpretation applied to a soil survey in West-Central Luxembourg. Thèse, I.T.C., Delft.
- VANDENVEN G., 1977 – Les Ardennes belges vues par le satellite ERTS - 1 (LANDSAT - 1). Bull. Soc. belge Géol., t. 86, fasc. 1, p. 51-56.
- VERHOEF P., 1966 – Geomorphological and pedological investigations in the Redange-sur-Attert Area (Grand-Duchy of Luxemburg). Publ. van het Fysisch - Geographisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam, no 8, 531 p.
- VOISIN L., 1981 – Le modelé schisteux en zones froide et tempérée. Analyse géomorphologique d'une région-type: l'Ardenne occidentale. Thèse, Univ. Paris IV, 1978. Impr. Univ. Lille III - 2 tomes - 883 p.
- WEIS G., 1960 – Le contrat Ösling - Gutland dans la partie occidentale du Grand-Duché et dans la région d'Arlon. Bull. Soc. Royale belge de Géogr., Fasc III - IV, p. 251-278.
- WIESE B., 1969 – Die Terrassen des Ourtals. Publ. Serv. géol. du Lux., Vol. XVIII, 129 p.

II. BIBLIOGRAPHIE non exhaustive concernant la deuxième partie de la notice, c'est-à-dire la CARTOGRAPHIE:

- BARSCH D., 1976 – Das GMK - Schwerpunktprogramm der DFG: Geomorphologische Detailkartierung in der Bundesrepublik. Z. Geomorph., N.F., B. 20, H. 4, S. 488-498.
- BARSCH D. und LIEDTKE H., 1980 – Methoden und Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten · Beiträge zum GMK - Schwerpunktprogramm II. Berliner Geographische Abhandlungen, H. 31, 104 S.
- BERTIN J., 1967 – Sémiologie graphique. Paris, Gauthier - Villars et Mouton, 431 p. (rééd. 1973).
Trad. en allemand:
Graphische Semiologie. Diagramme - Netz - Karten. Übers. u. bearb. von G. JENSCH, D. SCHADE, W. SCHARFE. 424 S. 1974 – Walter de GRUYTER - Berlin - New York.
- BERTIN J., 1977 – La graphique et le traitement graphique de l'information. Paris, Flammarion, (Nouv. Bibl. Scient.) 277 p.
Trad. en allemand:
Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information. Übers. u. bearb. von Wolfgang SCHARFE - 1982 - Walter de GRUYTER - Berlin - New York.
Trad. en anglais:
Graphics and graphic information processing. Transl. by W.J. BERG and P. SCOTT - 1981 Walter de GRUYTER - Berlin - New York.
- BONIN S., 1975 – Initiation à la Graphique. Paris, EPI, 170 p. (rééd. 1983).
- CAUVIN S. et RIMBERT S., 1976 – Les méthodes de la cartographie thématique. Fribourg, Ed. Universitaires, Fasc. 1, 172 p.
- DEMEK J. and EMBLETON C., 1978 – Guide to medium - scale geomorphological mapping. I.G.U., Commission on geomorphological survey and mapping. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche. Verlagsbuchhandlung, 341 p.
- DÉSIRÉ - MARCHAND J., 1976 – Formes du relief: Géomorphologie de la Picardie - carte à l'échelle 1/500000 - Atlas de Picardie - planche B 4 - Amiens. Ed. A.E.C.R.P. Université de Picardie, Amiens, France.
- DÉSIRÉ - MARCHAND J., 1982 – Carte géomorphologique du Grand-Duché de Luxembourg, à l'échelle 1/100000 - Propositions pour une cartographie géomorphologique à moyenne échelle. Thèse Doct. 3ème cycle Géogr., Université de Paris IV - Sorbonne - 165 p. dactylographiées - 3 cartes H.T. (diapositives).
- DÉSIRÉ - MARCHAND J., 1983. Essai de cartographie géomorphologique monochrome à moyenne échelle: application au Grand-

- Duché de Luxembourg. *Physio. Géo. Travaux du laboratoire de Géographie physique* L.A. 14, C.N.R.S. Paris. no 6. p. 101-113.
- ERGENZINGER P. und JANNSEN G., 1969 – Grundsätze für geomorphologische Karten am Beispiel des Entwurfs zu einer geomorphologischen Übersichtskarte von West- Mitteleuropa im Maßstab 1/500000. *Forschungen zur deutschen Landeskunde*, B. 178, 20 S.
- FOUCAULT A. et RAOULT J.F., 1966 – Coupes et cartes géologiques. Paris, S.E.D.E.S., 146 p.
- FOURNEAU R., 1963 – Essai de cartographie géomorphologique. *Revue belge de Géogr.* 3, p. 345-351.
- FRANZLE O. et al., 1979 – Legendenentwurf für die geomorphologische Karte 1/100000. *GMK 100. Heidelberger Geographische Arbeiten*, H. 65, 18 S.
- GELLERT J.F., 1974 – Probleme einer Anleitung zur mittelmaßstäbigen geomorphologischen Kartierung. *Peterm. Geogr. Mitt.* 118, S. 156-163.
- JOLY F., 1967 – Géomorphologie de la Région Parisienne, 1/250000, Atlas de Paris et de la Région Parisienne, 21-1, Paris, A.U.R.E.G.
- JOLY F., 1972 – Place de la cartographie dans le travail géographique. (in *La pensée géographique française, ouvrage offert à A. MEYNIER*), St-Brieuc, P.U. de Bretagne, p. 143-154.
- JOLY F., 1976 – La cartographie. Paris, P.U.F., Magellan, 276 p.
- KLIMASZEWSKI M., 1963 – Problems of geomorphological mapping. *Data Internat. Conf. Subcomm. Geomorph. Mapping, Poland 1962. Geogr. Studies. Inst. of Geogr. Polish Acad. Sci.*, 46, Warszawa.
- LEFEVRE M.A., 1952 – Carte morphologique de la Belgique. *Bull. Soc. belge Et. géogr.*, XXI, 1, p. 41-68.
- LESER H. und STABLEIN G., 1975 – Geomorphologische Kartierung. Richtlinien zur Herstellung geomorphologischer Karten 1/25000 (GMK - Schwerpunktprogramm). *Inst. für Phys. Geogr. der Freien Univ. Berlin*, 39 S.
- RATAJSKI L., 1978 – Les caractéristiques principales de la communication cartographique en tant que partie de la cartographie théorique. *Bull. Comité fr. Carto.*, Fasc. 75, (1), p. 23-30.
- R.C.P. 77, 1970 – Légende pour la carte géomorphologique de la France au 1/50000. Paris, C.N.R.S., 77 p.
- R.C.P. 77, 1971 – Cartographie géomorphologique. *Mémoires et Documents, Centre Docum. Cartogr. Géogr. C.N.R.S.*, nouvelle série, vol. 12 (1 vol. texte, 1 vol. cartes).
- RIMBERT S., 1964 – Cartes et graphiques. Paris, S.E.D.E.S., 236 p.
- RIMBERT S., 1968 – Leçons de cartographie thématique. Paris, S.E.D.E.S., 139 p.

- SALOMÉ A.I., VAN DORSSER H. J., 1982 – Examples of 1/50000 scale geomorphological maps of part of the Ardennes - Zeitschrift Geomorphol., R.F.A., 26, no 4, S. 481-489.
- STABLEIN G. et al., 1978 – Geomorphologische Detailaufnahme. Beiträge zum GMK - Schwerpunktprogramm I. Berliner Geographische Abhandlungen, H. 30, 95 S.
- WILHELMY H., 1981 – Kartographie in Stichworten - Kiel - Verlag Ferdinand Hirt, 376 S.

III. CARTES UTILISÉES:

1 - CARTES TOPOGRAPHIQUES

Carte topographique du Grand-Duché de Luxembourg:

dressée et publiée par l'I.G.N.-France, avec la collaboration de l'Administration du Cadastre du Grand-Duché de Luxembourg.

- 1/20 000 : 30 feuilles
- 1/50 000 : 9 feuilles
- 1/100 000 : 1 feuille

Carte I.G.N., 1/500 000, type World anglais: feuilles de REIMS et de BRUXELLES.

2 - CARTES GÉOLOGIQUES

Carte géologique du Luxembourg:

Ancienne édition (M. LUCIUS)

- 1/25 000 : 7 feuilles - no 1: Esch-sur-Alzette, no 2: Remich, no 3: Luxembourg, no 4: Grevenmacher, no 5: Redange-sur-Attert, no 6: Diekirch, no 7: Echternach. (1948-1950)
- 1/50 000 : 1 feuille - no 8: Wiltz.

Nouvelle édition (sous la direction de J. BINTZ):

- 1/25 000 : 13 feuilles dont 4 parues:
no 9: Echternach, no 11: Grevenmacher, no 6: Beaufort,
no 8: Mersch (1971-1984)
- 1/100 000 : Carte géologique générale (J. BINTZ), 2ème éd. 1974.

Carte géologique de la Belgique

- 1/40 000:

- Feuilles nos 180 Bovigny-Beho (M. M. LOHEST)
- 188 Wibrin - Houffalize (M. X. STAINIER)
- 189 Limerlé - Reckeler (M. X. STAINIER)
- 197 Longchamps - Longvilly - Bois - Champart (M. X. STAINIER)
- 205 Bastogne - Wardin (M. X. STAINIER)
- 210 Fauvillers - Romeldange (M. V. DORMAL)
- 215 Nobressart - Attert (M. V. DORMAL)
- 219 Habay - La-Neuve - Arlon (M. G. DEWALQUE et M. V. DORMAL)
- 220 Sterpenich (M. G. DEWALQUE)
- 223 Saint-Léger - Messancy (M. V. DORMAL)
- 224 Hauwald (M. G. DEWALQUE)

Carte géologique de la France (B.R.G.M.):

- 1/50 000 :

Feuilles de Longwy - Audun-le-Roman (P. L. MAU-
BEUGE) 1959.

Thionville - Waldwisse (M.N. THEOBALD)
1959.

- 1/320 000:

Feuille de Mézières (G. WATERLOT et E. BASSE DE
MÉNORVAL) (2ème édition) 1951

SCANVIC J. Y., WEECKSTEEN G., s.d. (1980): Carte et notice explica-
tive de la carte des linéaments de la France à 1/1 000 000. Doc. B.R.G.M.,
no 14, 11 p.

Geologische Übersichtskarte von Rheinland - Pfalz (Geol. Landesamt Rheinl. Pfalz, Mainz):

- 1/200 000: Blatt 6 (K. W. GEIB, H.G. MITTMEYER, H. WEILER)
Wasserwirtschaftlicher Generalplan für das Moselgebiet in
Rheinland - Pfalz

- 1/500 000: (O. ATZBACH und W. SCHOTTLER) 1979.

Geologische Übersichtskarte - CC 7102 - Saarbrücken

- 1/200 000: (J. BINTZ, B. KLINKHAMMER, P.L. VINCENT)
1979, Hannover.

IV. IMAGES DE TÉLÉDÉTECTION

Photographies aériennes

Mission I.G.N.

date prise de vue: 29.07.1963

échelle de photos: 1/20 000 (format 24/24)

Images de satellites

- ERTS - 1:

date d'enregistrement: 21.12.1972

centre: N 50° - 15' / E 06° - 34'

MSS 4, 5, 6, 7

Films, développement papier (18 × 18) 1/1 000 000.

Agrandissement MSS 7 (1/500 000).

- LANDSAT - 1:

date d'enregistrement: 10.04.1976

centre: N 50° - 15' / E 06° - 35'

Trace 212/ scene 25

MSS 4, 5, 6, 7

Films (18 × 18) 1/1 000 000.

Imprimerie Kieffer, Pétange