

DIGITHÈQUE

Université libre de Bruxelles

DUVIGNEAUD Paul, *La synthèse écologique : populations, communautés, écosystèmes, biosphère, noosphère*, Paris : Doin, c1980.

Note : afin de garantir un poids inférieur à 100Mo, ce volume a été divisé en 2 parties (A et B). Le présent fichier correspond à la partie B de ce volume contenant les 16 planches en couleur qui se trouvent normalement après la préface de l'ouvrage.

http://digistore.bib.ulb.ac.be/2012/i2704003513_000_B_f.pdf

Cette œuvre littéraire est soumise à la législation belge en matière de droit d'auteur.

Elle a été numérisée et mise à disposition par les Archives & Bibliothèques de l'Université libre de Bruxelles avec l'accord des auteurs, éditeurs scientifiques ou ayant droits.

Les règles d'utilisation de la présente copie numérique de cette œuvre sont visibles sur la dernière page de ce document.

L'ensemble des documents numérisés mis à disposition par les Archives & Bibliothèques de l'ULB sont accessibles à partir du site <http://digitheque.ulb.ac.be/>

la synthèse écologique

populations
communautés
écosystèmes
biosphère
noosphère

BIBL. SC. TECH.

(BIBLIOTHÈQUE DE MATHÉMATIQUES ET
DE PHYSIQUE)

P. Duvigneaud

la synthèse écologique

populations
communautés
écosystèmes
biosphère
noosphère

2^{ème} édition
revue et corrigée

Doin éditeurs
8, place de l'Odéon
75006 Paris

Liste des planches

- Planche 1** - Niveaux d'intégration des matériaux biologiques.
- Planche 2** - Écotypes d'*Achillea borealis* et *lanulosa* et de *Potentilla glandulosa*.
- Planche 3** - Diagramme des séries de Gaussen, en France.
- Planche 4** - Étages de végétation dans les Alpes occidentales et les Pyrénées.
- Planche 5** - Schéma de la végétation des vases salées (slikke et schorre) dans l'estuaire de l'Yser à Lombardzyde (Belgique).
- Planche 5 bis** - Dynamique des tourbières de Haute-Belgique.
- Planche 6** - Transect dans un paysage forestier à géologie changeante, en Lorraine belge.
- Planche 7** - Carte des associations forestières stationnelles de la Lorraine belge.
- Planche 8** - Transect schématique représentant les principales formations végétales du monde qui se succèdent en zones plus ou moins parallèles de l'équateur au pôle nord.
- Planche 9** - Cycle de l'eau en République Fédérale Allemande.
- Planche 10** - L'Océan. Représentation schématique d'un écosystème au sens large illustré par quelques faits saillants de la vie dans les océans.
- Planche 11** - Représentation schématique, mais détaillée, de l'écosystème forêt caducifoliée en Haute-Belgique.
- Planche 12** - Carte schématique des formations végétales climax des continents.
- Planche 13** - Distribution mondiale des grands types de sol.
- Planche 14** - La Biosphère.
- Planches 15-16** - Aménagement du territoire : deux façons d'utiliser le même paysage.

Légende des couleurs, pour les divers panneaux et planches ayant trait à l'écosystème (Pl. 1, 10, 11, 14).

Dans la représentation de l'écosystème, la couleur est utilisée comme troisième dimension ; les divers niveaux de transformation de l'énergie (ou niveaux trophiques) sont représentés par des teintes de l'arc-en-ciel, choisies aussi judicieusement que possible : le *jaune* pour l'énergie lumineuse ; le *vert* clair pour les organismes photosynthétiques producteurs, l'*orangé*, le *vermillon* et le *violet* respectivement pour les consommateurs herbivores, carnivores de 1^{re} ordre et carnivores de 2^e ordre.

La gradation normale des couleurs va du jaune au rouge en passant par l'orangé, de sorte que le vert n'est pas exactement à sa place dans la série ; mais il est logique de représenter par cette teinte le niveau producteur.

Suivant la même logique, le *bleu* a été adopté pour l'eau (nuages, cycle hydrologique, océan, étang), tandis que l'*opposition blanc-noir* semblait convenir le mieux aux processus se déroulant au niveau de la matière organique morte (décomposition, minéralisation, respiration, pédoflore et pédofaune).

Le rapport d'un niveau trophique à un niveau plus élevé est représenté par une flèche de la couleur du niveau inférieur et dirigée dans le sens du niveau supérieur ; ainsi, la prédation s'indique par une flèche orangée allant de l'herbivore au carnivore de 1^{er} ordre.



Planche 1 Niveaux d'intégration des matériaux biologiques.

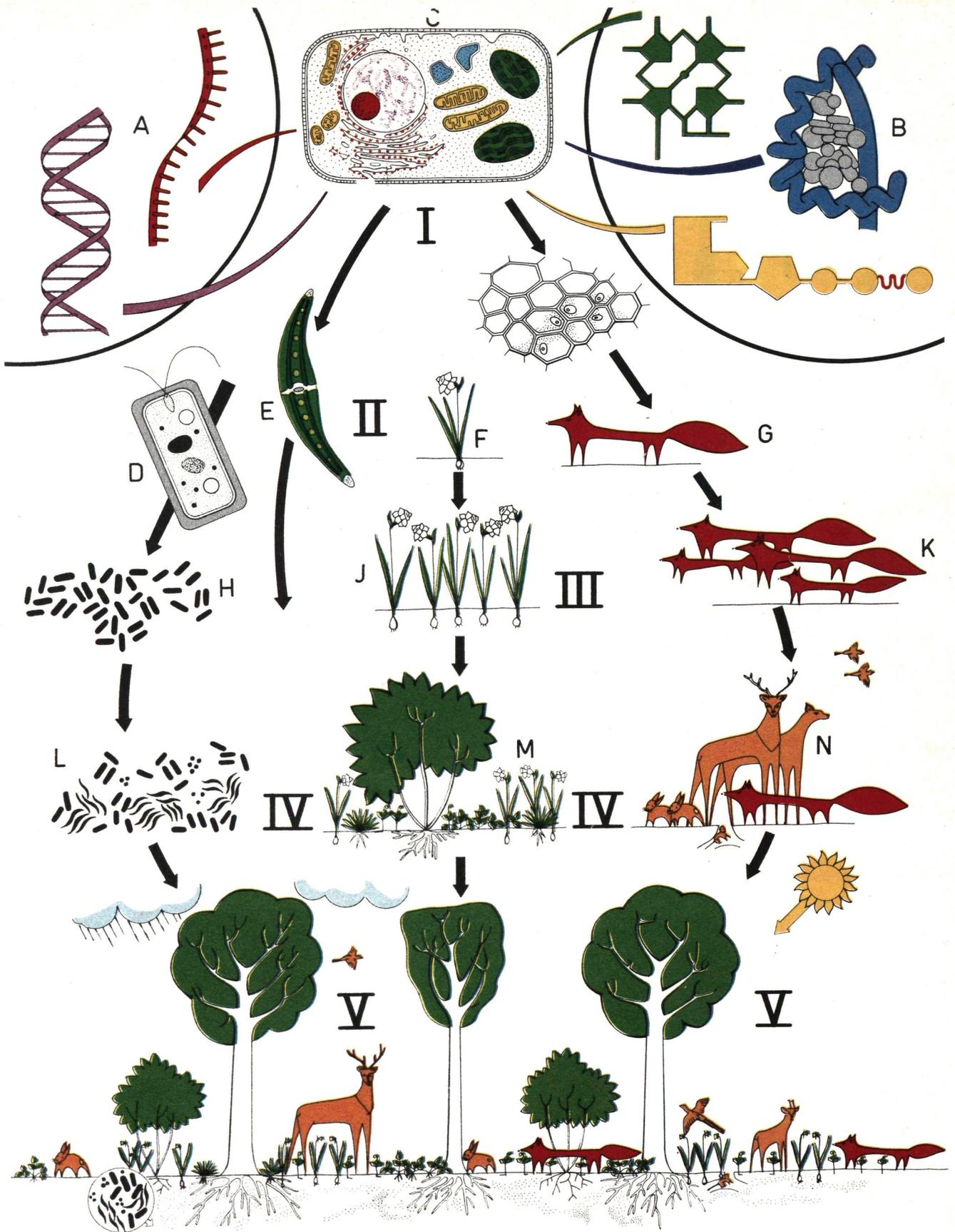
I. Intégration des matériaux biologiques acides nucléiques (A), protéines enzymatiques, pigments assimilateurs, transmetteurs d'énergie (B), etc..., en *cellules*.

II. *Individus* uni- (D-E) ou pluricellulaires (F-G).

III. Intégration des individus en *populations* de Bactéries (H), de Plantes (J), d'Animaux (K).

IV. *Communautés*, intégration des populations de Bactéries (L), de Plantes (M), d'Animaux (N).

V. *Écosystème*, intégration d'une *biocénose* (ensemble des communautés vivant au même endroit) à son milieu (climat et sol).



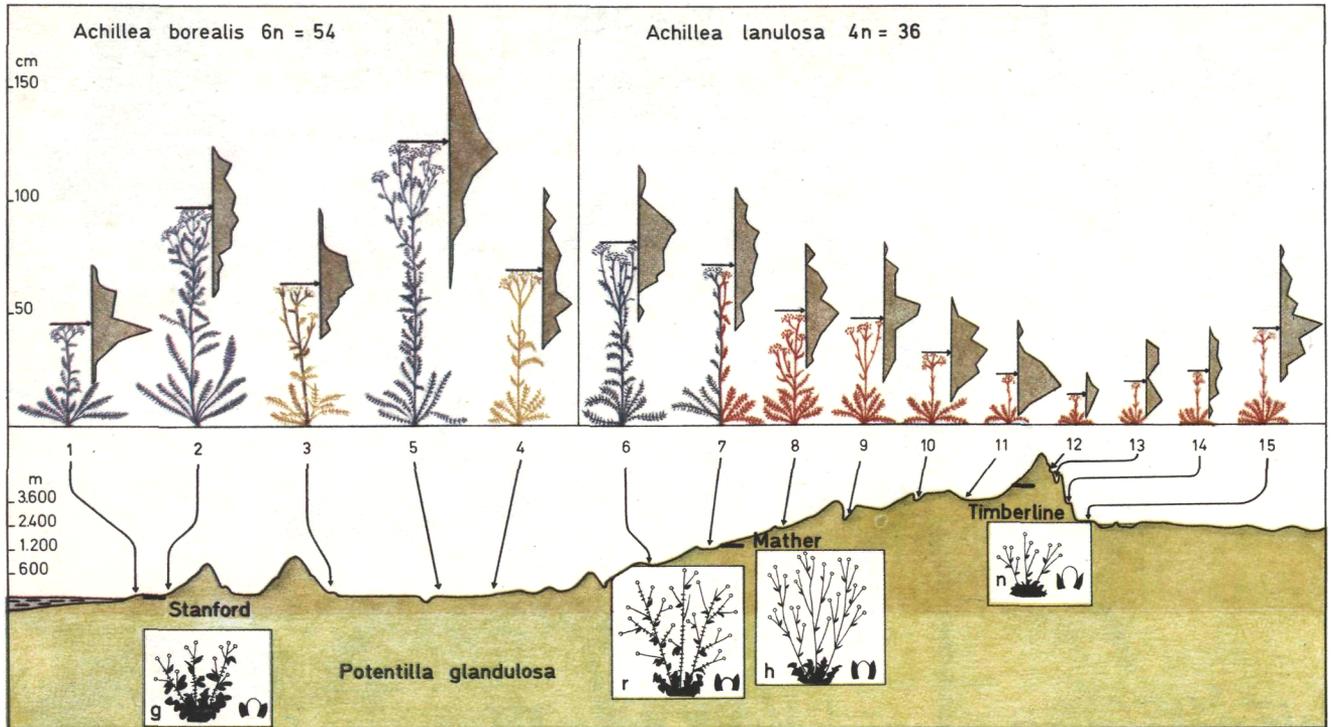


Planche 2 Colonisation d'un transect californien par les écotypes d'*Achillea borealis* et *lanulosa*, et par ceux de *Potentilla glandulosa*. En bleu, plantes toujours vertes ; en jaune, organes aériens mourant l'été ; en rouge, organes aériens mourant l'hiver ; en gris, diagrammes de fréquence de la taille des individus. (Pour autres explications, voir texte p. 19).

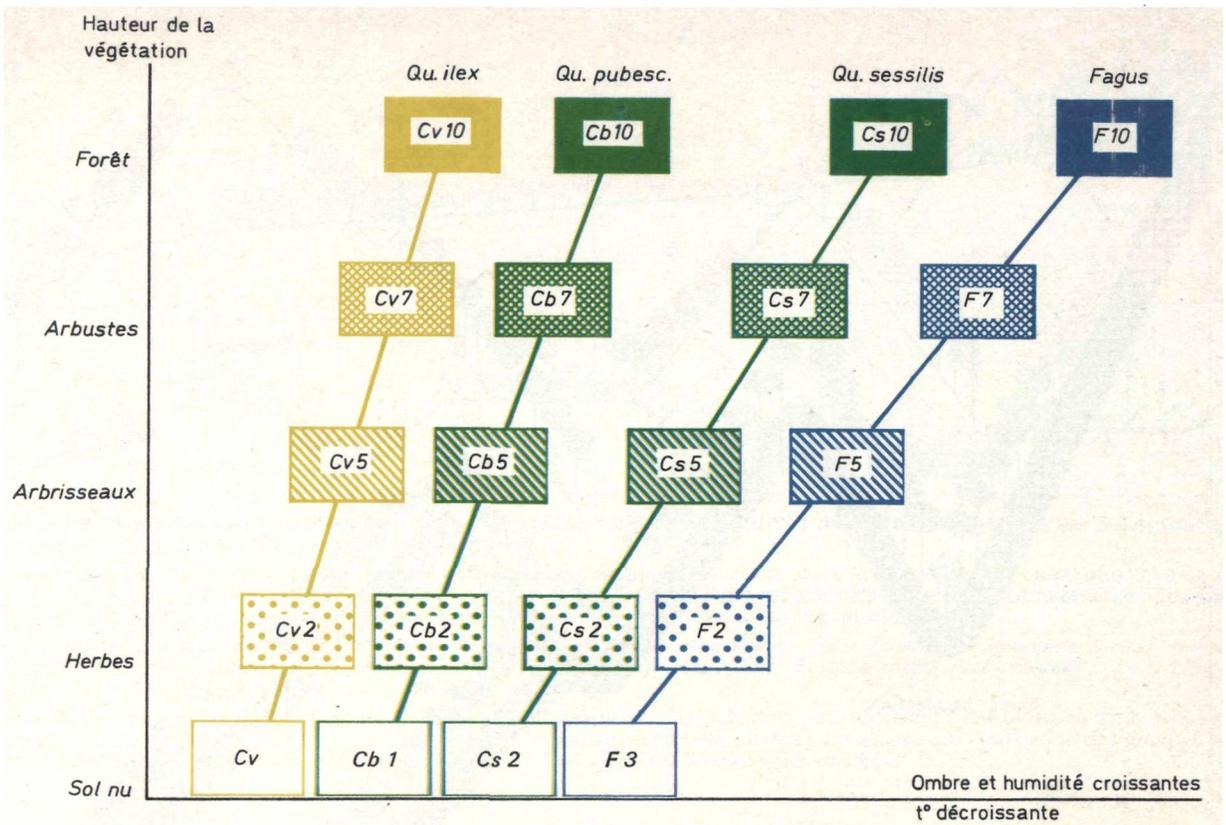


Planche 3 Schéma permettant de comparer le système « vertical » de classification de la végétation en séries évolutives de Gausse-Rey, et le système « horizontal » en associations, alliances, ordres et classes de Braun-Blanquet.

Ce schéma illustre la notion de *série dynamique*, ensemble de groupements végétaux de hauteur croissante (synécies) qui se succèdent du substrat nu au climat. La série reçoit le nom de l'espèce dominante au stade climax et une couleur correspondant à son écologie. (Pour explications, voir texte p. 26).

Du Sud au Nord de la France, se succèdent 4 séries :

Cv : série du Chêne vert (*Quercus ilex*).
 Cv2 : pelouse à *Brachypodium ramosum*.
 Cv5 : garrigue à Romarin et Lavande aspic (*Lavandula latifolia*).
 Cv7 : maquis à Lentisque (*Pistacia lentiscus*).
 Cv10 : forêt de Chêne vert.
 Cultures : Olivier, Vigne.
 Reboisement : Pin d'Alep et Pin maritime.

Cb : série du Chêne blanc (*Quercus pubescens*).
 Cb2 : pelouse à *Sesleria caerulea*.
 Cb5 : garrigue à Thym (*Thymus vulgaris*) et Lavande vraie (*Lavandula vera*).
 Cb7 : lande à Buis et Amelanchier (*buxaie*).
 Cb10 : forêt de Chêne blanc.
 Cultures : Maïs à graines.
 Reboisement : Pin noir.

Cs : série du Chêne rouvre ou sessile (*Quercus petraea*).
 Cs2 : pelouse à *Brachypodium pinnatum*.
 Cs5 : lande à *Genista pilosa* et Genévrier (*Juniperus communis*).
 Cs7 : broussaille à Aubépine et Viorne (*Viburnum lantana*).
 Cs10 : forêt de Chêne sessile.
 Cultures : céréales (Froment, Seigle...), Maïs de fourrage.
 Reboisement : Pin sylvestre, Chêne rouge d'Amérique.

F : série du Hêtre (*Fagus sylvatica*).
 F2 : pelouse à *Nardus stricta*.
 F5 : bruyère à *Calluna vulgaris*.
 F7 : taillis de Bouleau pubescent.
 F10 : forêt de Hêtre.
 Cultures : Pomme de terre, Seigle.
 Reboisement : Épicéa.

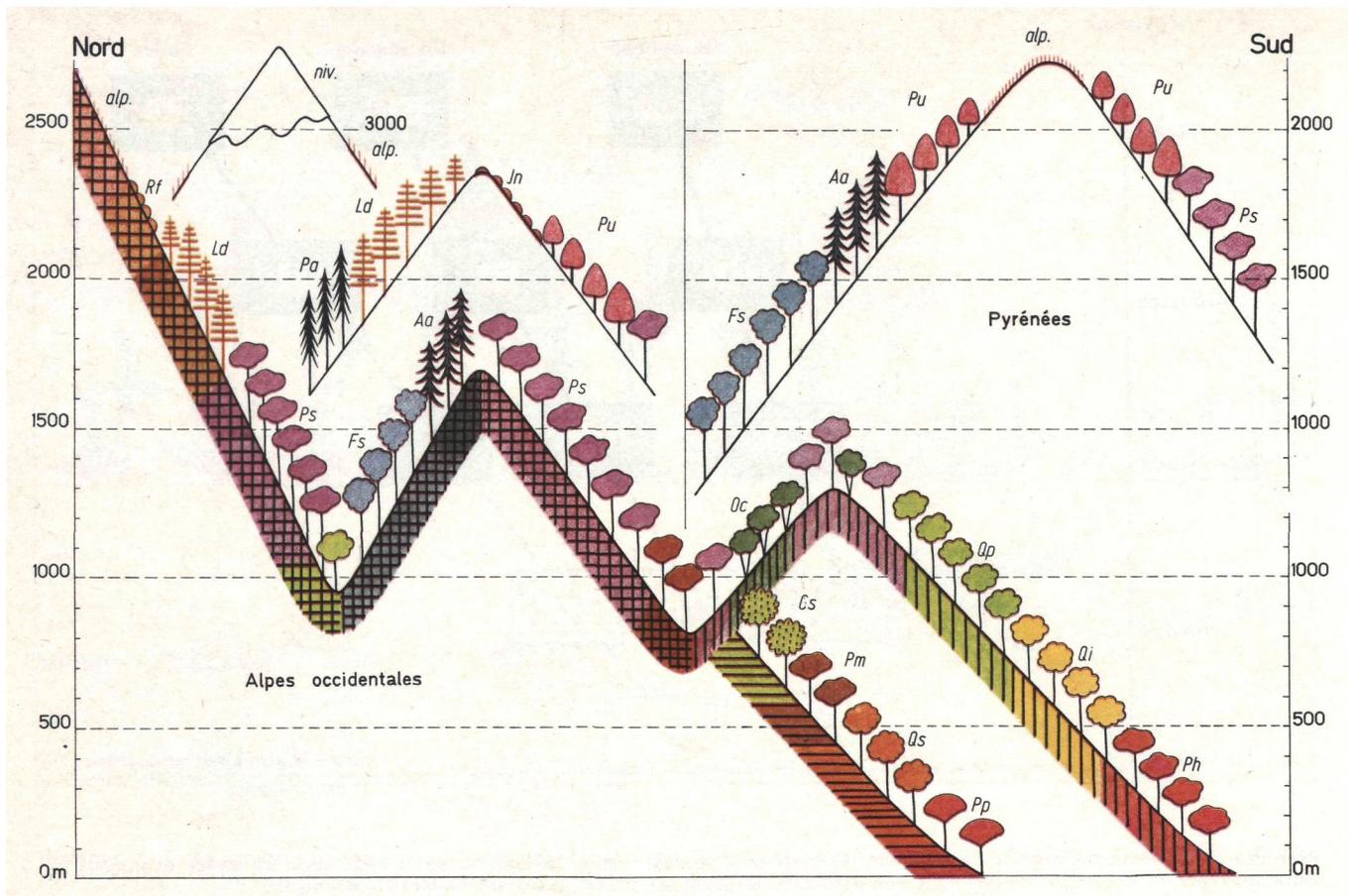


Planche 4 Étages de végétation dans les Alpes occidentales et les Pyrénées.

On reconnaît cinq étages (pour les Pyrénées : d'après Gaussen, 1954 ; pour les Alpes : d'après Ozenda, 1966).

1. L'étage méditerranéen comportant :
 - la série du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* - Ph)
 - la série du Chêne vert (*Quercus ilex* - Qi)
 - la série du Pin parasol (*Pinus pinea* - Pp)
 - la série du Chêne-liège (*Quercus suber* - Qs)
2. L'étage collinéen, de type subméditerranéen comportant :
 - la série du Chêne pubescent (*Quercus pubescens* - Qp),
 - la série du Châtaignier (*Castanea sativa* - Cs),
 - la série du Charme-houblon (*Ostrya carpinifolia* - Oc).
3. L'étage montagnard comportant :
 - la série du Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* - Ps),
 - la série du Hêtre (*Fagus sylvatica* - Fs),
 - la série du Sapin (*Abies alba* - Aa).
4. L'étage subalpin comportant :
 - la série du Pin à crochets (*Pinus montana* - Pu),
 - la série de l'Épicéa (*Picea abies* - Pa),
 - la série du Mélèze (*Larix decidua* - Ld),
 - on a représenté également deux aspects de la lande de dégradation : lande à *Rhododendron ferrugineum* (Rf) et lande à *Juniperus nana* (Jn).
5. L'étage alpin rassemblant tous les groupements asylvatiques (sans arbres) : pelouses et végétation d'éboulis ; il faut y ajouter l'étage nival correspondant aux neiges et glaces permanentes.

Les hachures et quadrillages en noir indiquent les relations entre les essences ligneuses climaciques et le substrat : hachures verticales : espèces liées au calcaire ; hachures horizontales : espèces liées aux terrains siliceux ; quadrillage : espèces indifférentes à la nature du substrat.

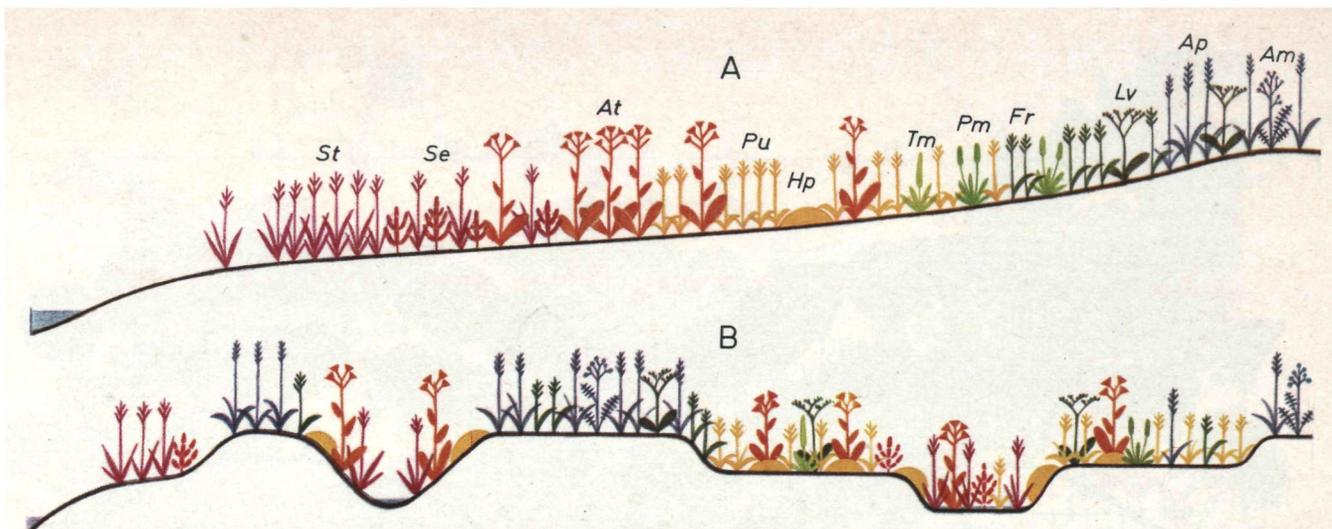


Planche 5 Schéma de la végétation des vases salées (slikke et schorre) dans l'estuaire de l'Yser à Lombardzjide (Belgique), (Denaeyer, Lejoly et Duvigneaud, 1968).

A. Succession schématique des espèces, montrant l'amplitude écologique de celles-ci, le long d'un profil topographique en pente douce régulière, c'est-à-dire en fonction de la durée de recouvrement par l'eau saumâtre des marées. Le comportement des espèces à l'égard de ce facteur écologique est représenté ici par la gamme des couleurs de l'arc-en-ciel.

St : *Spartina townsendii* ; Se : *Salicornia europaea* ; At : *Aster tripolium* ; Pu : *Puccinellia maritima* ; Hp : *Halimione portulacoides* ; Tm : *Triglochin maritima* ; Pm : *Plantago maritima* ; Fr : *Festuca rubra* var. *litoralis* ; Lv : *Limonium vulgare* ; Ap : *Agropyron pungens* ; Am : *Artemisia maritima*.

B. Constitution, par accumulation de sédiments, d'une mosaïque de phytocénoses correspondant à des biotypes nettement séparés (marigots et plates-formes plus ou moins élevées par rapport au niveau des marées) et formées par l'intrication des groupes socio-écologiques plus ou moins bien déterminés. Le profil se découpe en écosystèmes distincts.

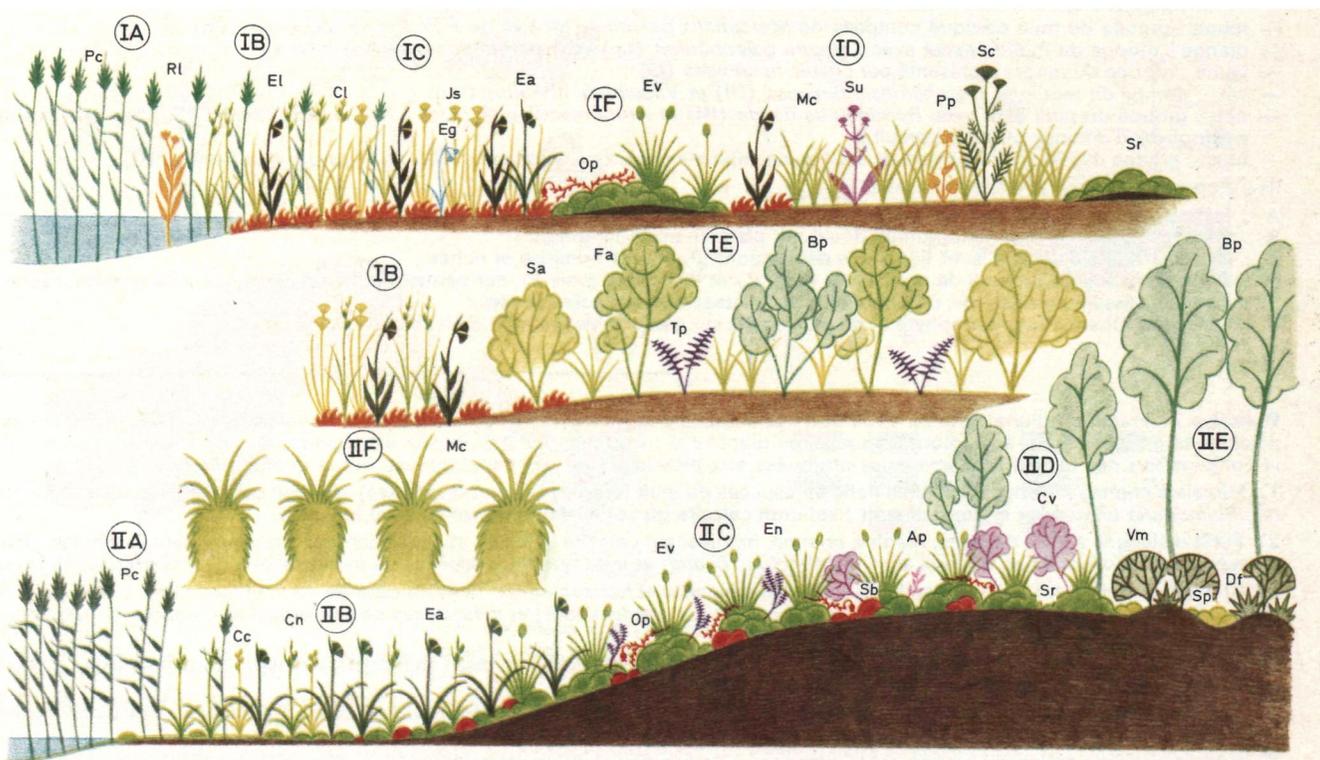


Planche 5 bis. Dynamique des tourbières de Haute-Belgique.

I. Tourbières alcalines : IA. Phragmitaie (Pc) ; IB. Tourbière basse alcaline à *Carex lasiocarpa* (Cl) et Hypnacées (Da) ; IC. Jonçaie à *Juncus subnodulosus* (Js) ; ID. Pré tourbeux à *Molinia* (Mc) ; IE. Saussaie à *Thelypteris palustris* (Tp) ; IF. faciès d'acidification à Sphaignes.

II. Tourbières acides : IIA. Phragmitaie ; IIB. Tourbière basse acide à *Carex curta* (Cc) et *Eriophorum angustifolium* (Ea) ; IIC. Tourbière bombée à *Sphagnum recurvum* (Sr) et *Eriophorum vaginatum* (Ev) ; IID. Lande tourbeuse à *Calluna* (Cv) ; IIE. Bétulaie pubescente (Bp) à Myrtille (Vm) et *Sphagnum palustre* (Sp) ; IIF. Pré à *Molinia* sur tourbière exploitée et drainée.

En outre : Rl : *Ranunculus lingua*, El : *Eriophorum latifolium*, Eg : *E. gracile*, Su : *Succisa pratensis*, Pp : *Parnassia palustris*, Sc : *Selinum carvifolia*, Sa : *Salix aurita*, Fa : *Frangula alnus*, Cn : *Carex nigra*, Op : *Oxycoccus palustris*, Ep : *Empetrum nigrum*, Ap : *Andromeda polifolia*, Df : *Deschampsia flexuosa*, Te : *Trientalis europaea*, Sb : *Sphagnum rubellum*.

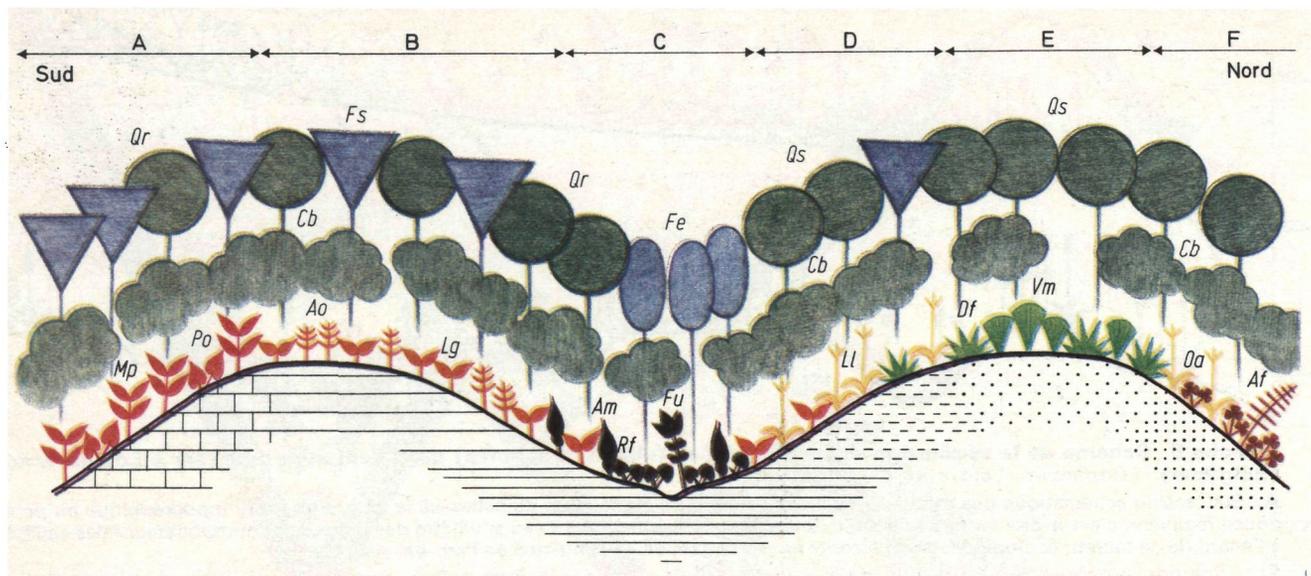


Planche 6 Transect dans un paysage forestier à géologie changeante, en Lorraine belge (d'après Tanghe, 1964). Les associations forestières stationnelles sont déterminées par l'intrication de groupes écosociologiques divers, formant la strate au sol, et correspondant à la richesse et à l'humidité du sol intégrés dans le type d'humus.

On a les principaux groupes suivants, avec leur couleur correspondante :

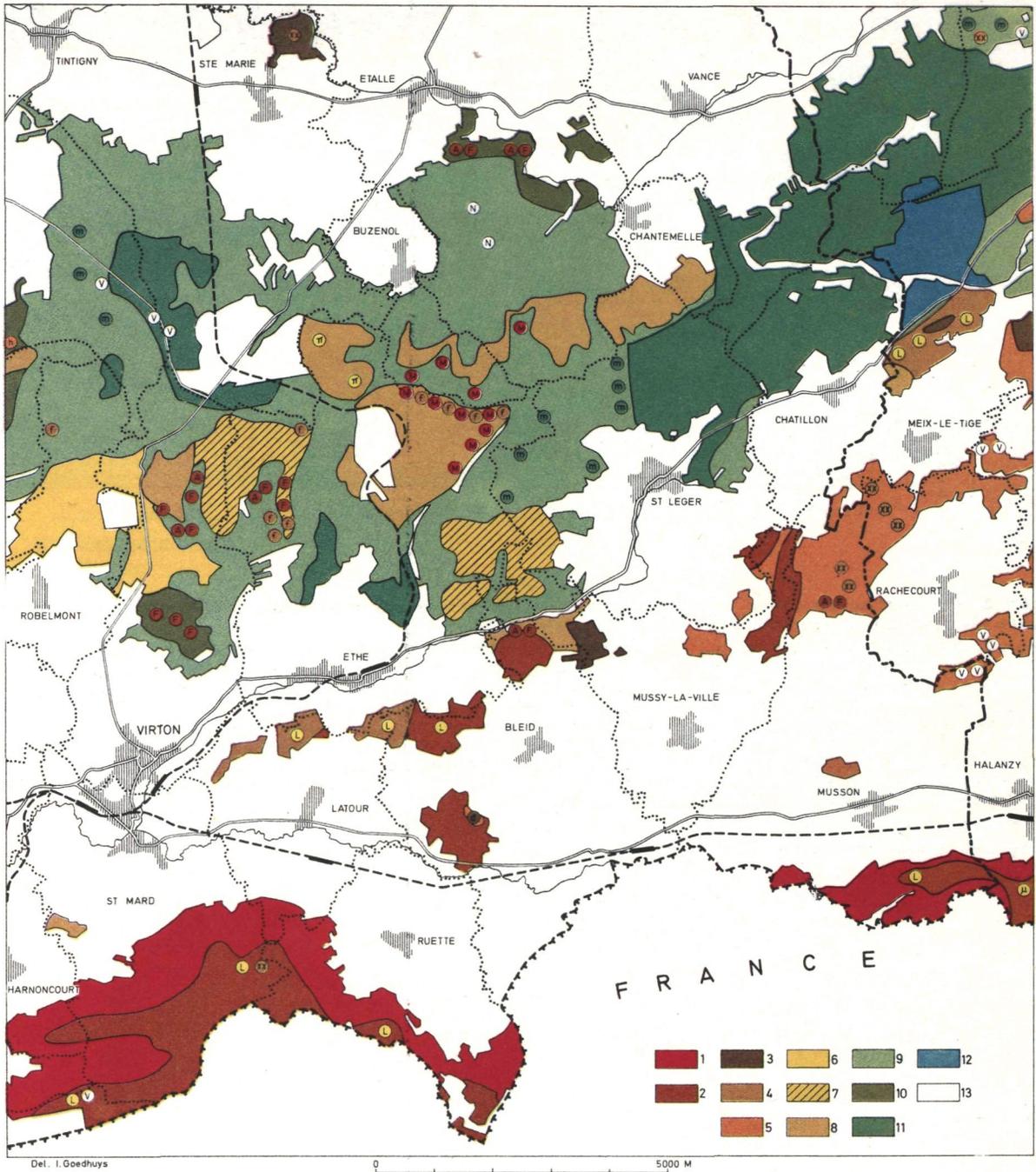
- rouge : groupe du mull calcique composé de *Mercurialis perennis* (Mp) et de *Pulmonaria officinalis* (Po) ;
- orangé : groupe du mull forestier avec *Lamium galeobdolon* (Lg) et *Asperula odorata* (Ao) ;
- jaune : groupe du moder représenté par *Luzula luzuloides* (Ll) ;
- vert : groupe du mor avec *Deschampsia flexuosa* (Df) et *Vaccinium myrtillus* (Vm) ;
- noir : groupe du mull actif avec *Ranunculus ficaria* (Rf) et *Arum maculatum* (Am) ; *Filipendula ulmaria* (Fu) est une espèce hygrophYTE d'anmoor ou d'hydromull ;
- brun : groupe des hygrosociophytes de mull acide-moder avec *Oxalis acetosella* (Oa) et *Athyrium filix-femina* (Af).

Ils s'associent en associations stationnelles :

- A : Hêtraie mélangée calcicole sur pente sud.
 B : Hêtraie-Chênaie à Charme d'humus doux, sur plateau argilo-limoneux ;
 C : Chênaie-Frênaie de mull actif liée à des dépressions argileuses humides et riches ;
 D : Chênaie-Hêtraie à Charme de mull acide (vers C) et de moder (vers E), sur pente limono-sableuse sud, relativement sèche ;
 E : Chênaie sessiliflore silicicole, d'humus brut, sur plateau sableux acide et sec ;
 F : Chênaie à Charme hygrosociophyte et de mull acide, sur pente sableuse nord, fraîche et ombragée.

Planche 7 Fragment d'une carte au 1/50 000 des associations forestières stationnelles de la Lorraine belge, utilisant les combinaisons de groupes socio-écologiques, esquissées planche 6 ; l'association stationnelle est représentée par la teinte résultant de la combinaison des teintes fondamentales attribuées aux principaux groupes écologiques qui la composent.

- 1) Hêtraie à charme mélangée calcicole riche en espèces du mull forestier (*Asperula odorata*), du mull calcique (*Mercurialis perennis*, *Pulmonaria officinalis*) et du mull actif ; sol brun calcaire ou sol rendzinqide sur calcaire bajocien.
- 2) Forêt mélangée à base de frêne, érables, charme, tremble, sur calcaire bajozien et sur schistes et macigno pliënsbachiens, riche en espèces du mull forestier, du mull actif (*Ranunculus ficaria*) et avec quelques espèces du mull calcique (*Pulmonaria officinalis*).
- 3) Chênaie à charme sur marnes toarciennes, pliënsbachiennes et hettangiennes, riche en espèces du mull forestier (*Lamium galeobdolon*, *Asperula odorata*), du mull actif (*Ranunculus ficaria*, *Primula elatior*) et indicatrices de sols argileux compacts (*Deschampsia cespitosa*).
- 4) Chênaie à charme plus ou moins riche en hêtre sur argiles compactes et pauvres, d'altération de schistes pliënsbachiens ; riche en espèces du mull forestier et indicatrices de sols compacts.
- 5) Hêtraie à charme ou Hêtraie-Chênaie à charme sur sols argilo-limoneux (macigno d'Aubange - Pliënsbachien) ne comportant que la flore du mull forestier (*Asperula odorata*, *Lamium galeobdolon*, *Milium effusum*, etc.).
- 6) Hêtraie à charme mélangée sur sols sablo-limoneux à humus doux faiblement acidifiés (Virtonien et Sinémurien), riche en espèces du mull forestier (*Asperula odorata*, *Milium effusum*) et en indicatrices de l'acidification (moder : *Luzula luzuloides* ; mull acide : *Poa chaixii*) ; variante typique, assez sèche à *Convallaria majalis*.
- 7) Idem ; variante fraîche avec quelques espèces du mull actif (*Paris quadrifolia*, *Primula elatior*) et indicatrices de sols compacts (*Deschampsia cespitosa*).
- 8) Idem ; variante fraîche acidocline, riche en espèces hygrosociophytes (*Oxalis acetosella*, *Athyrium filix-femina*).



9) Chênaie-Hêtraie à charme sur sables lessivés virtoniens et sinémuriens, riche en espèces du moder (*Luzula luzuloides*, *Maianthemum bifolium*, *Convallaria majalis*, etc.), avec encore quelques espèces du mull forestier (*Milium effusum*) et déjà quelques espèces du moder-mor (*Deschampsia flexuosa*) ; variante sèche typique.

10) Idem ; variante fraîche avec indicatrices de sols frais compacts (*Deschampsia cespitosa*, *Juncus effusus*) et espèces hygrosclaphytes (*Athyrium filix-femina*, *Oxalis acetosella*).

11) Chênaie sessiliflore souvent riche en hêtre sur sol sableux podzolique (Virtonien), riche en espèces du mor (*Vaccinium myrtillus*), du moder-mor (*Deschampsia flexuosa*, *Pteridium aquilinum*) et du moder (*Luzula luzuloides*).

12) Lande boisée ou arbustive riche en bouleau, sur sols sableux secs et pauvres.

13) Cultures et herbages.

Les lettres encadrées sont les initiales de certaines espèces dont l'abondance locale détermine des faciès non cartographiables à cette échelle. La couleur du cercle correspond à l'écologie de l'espèce en question.

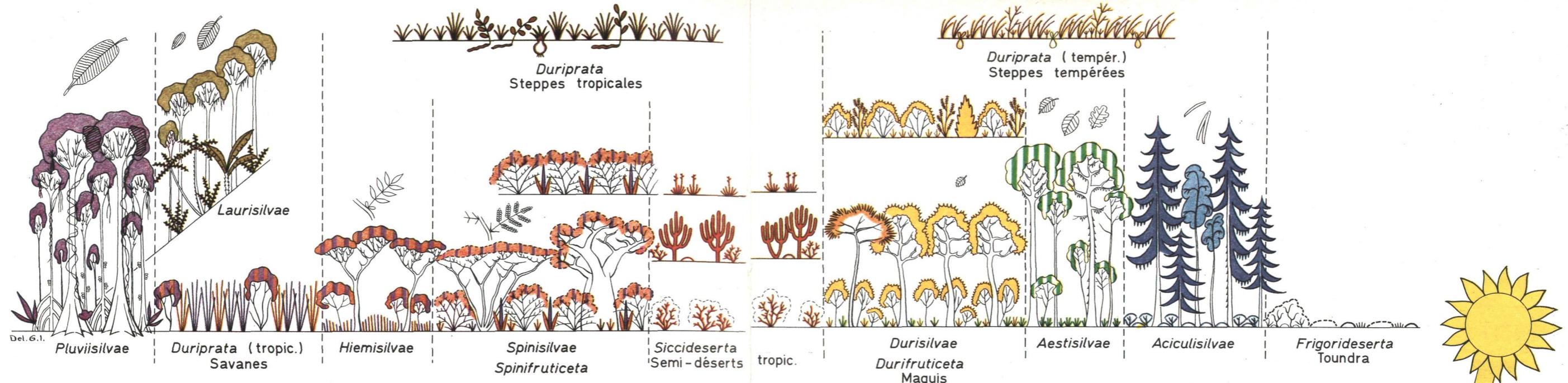


Planche 8 Transect schématique représentant les principales formations végétales du monde qui se succèdent en zones plus ou moins parallèles de l'équateur au pôle nord.

Les couleurs des types de végétation ont été établies en adoptant les recommandations de Gaussen (1954). La différenciation des formations végétales zonales étant fondée sur le climat, le facteur pluviosité est représenté par une gamme de bleus (bleu foncé pour une pluviosité très élevée, blanc pour une forte sécheresse), et le facteur température, par la séquence rouge (très chaud), orangé (chaud), jaune (tempéré), blanc (froid). La combinaison des deux gammes donne la teinte écologique de la formation végétale. En outre, la teinte plate indique les formations sempervirentes, tandis que les barres alternantes sont réservées aux formations caducifoliées. Ainsi, la forêt dense équatoriale est coloriée en violet uni correspondant à une végétation sempervirente de climat très humide (bleu foncé) et très chaud (rouge), tandis que la forêt claire tropicale est représentée en bandes alternantes violettes et orangées correspondant à une végétation caducifoliée, feuillée pendant la saison humide (bleu) et très chaude (rouge), et défeuillée pendant la saison sèche (blanc) et chaude (orangé).

La largeur des barres est \pm proportionnelle à la durée de la saison qu'elles représentent.

La nomenclature latine est celle de Rübél (1930) modifiée.

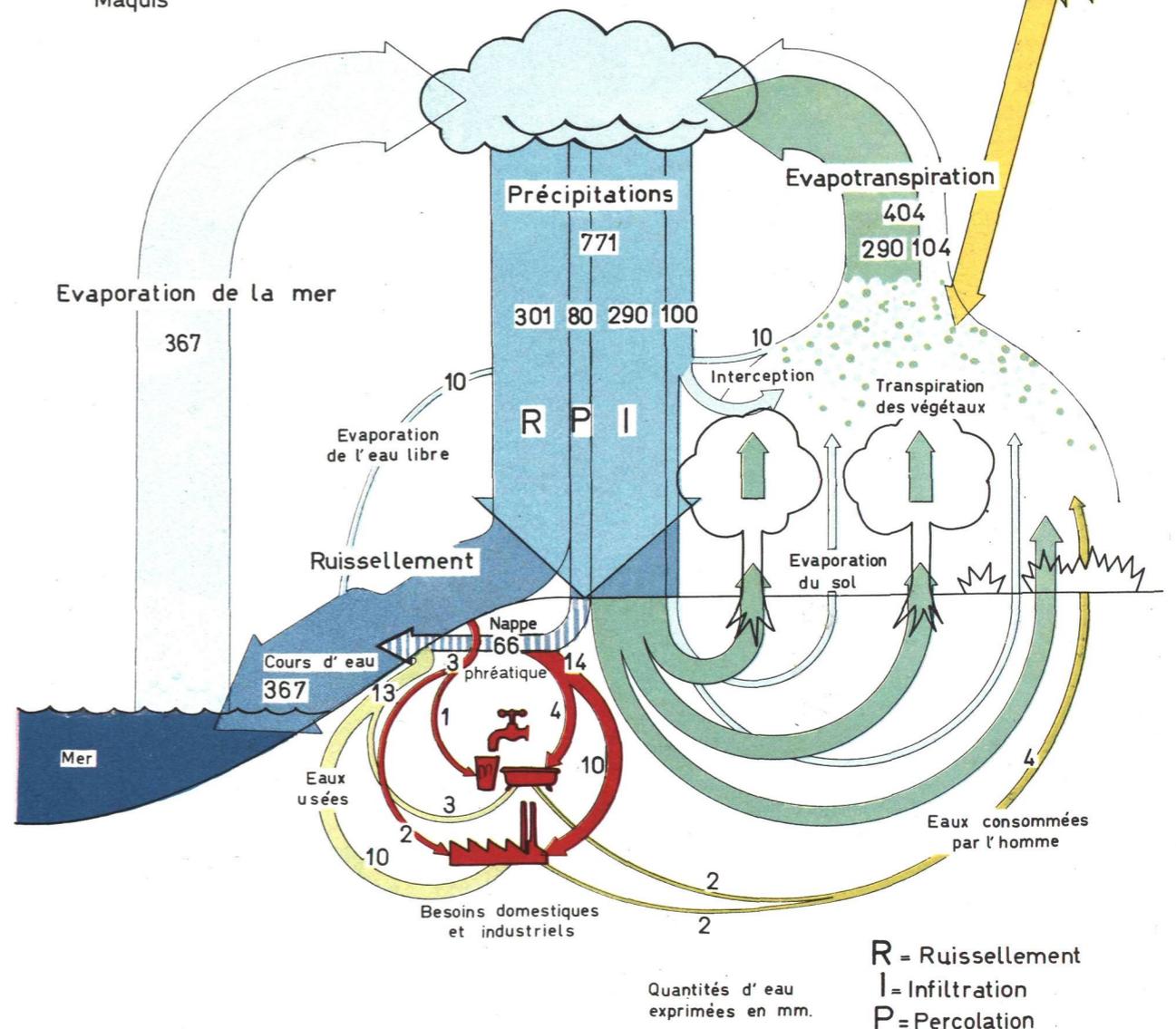
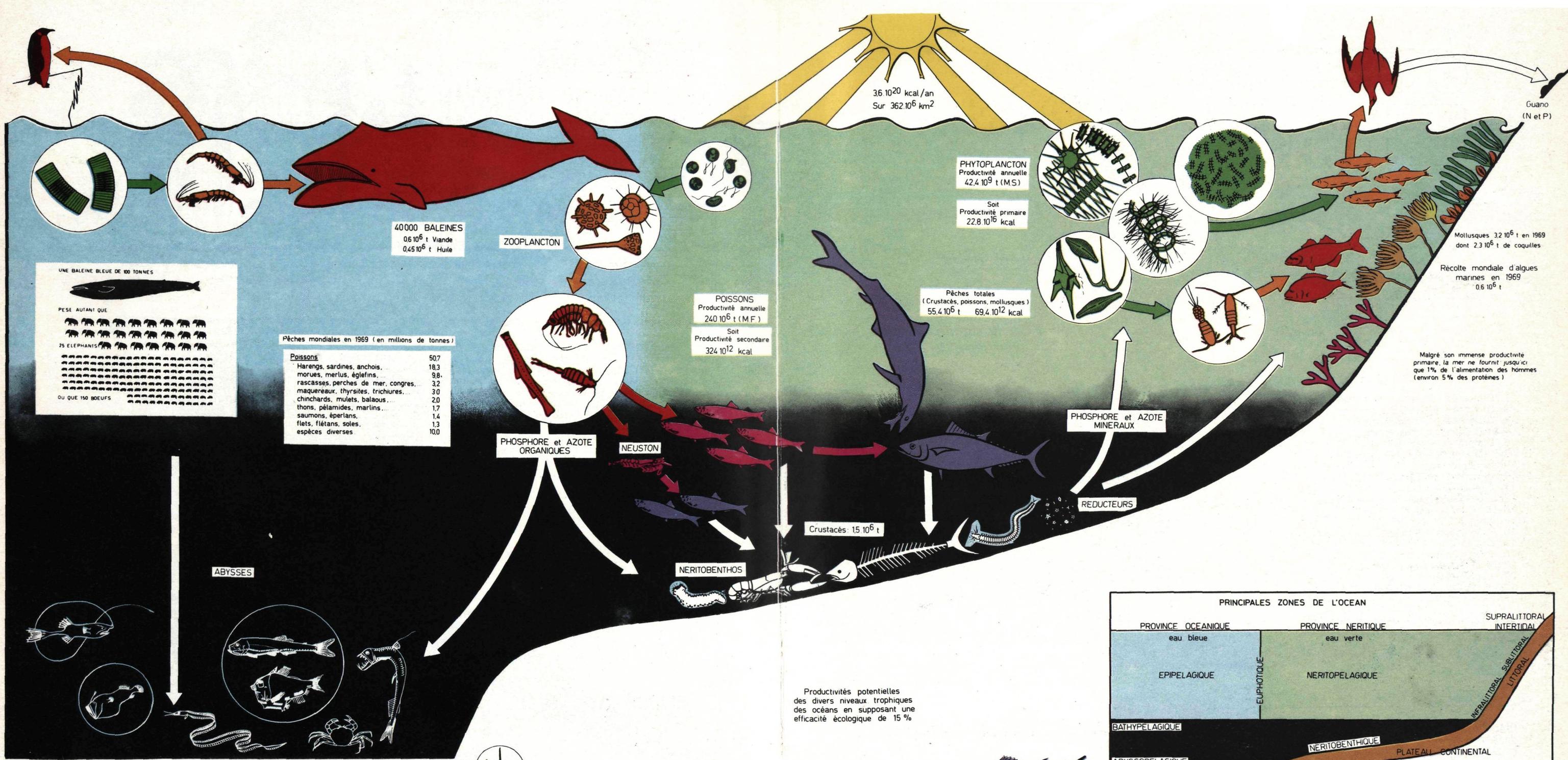


Planche 9 Cycle de l'eau. (Valeurs pour la République Fédérale Allemande, d'après Clodius et Keller, 1951).

Le bleu le plus pâle représente l'eau dans sa phase gazeuse : évaporation de l'eau de mer, de l'eau libre (cours d'eau), du sol et de l'eau de pluie interceptée au niveau du couvert végétal.

L'eau sous sa forme condensée (nuages, précipitations) est en bleu plus foncé, tandis que les bleus les plus foncés sont attribués à la phase liquide de l'eau. La teinte vert bleu pâle correspond à l'eau pénétrant dans le sol, absorbée et transpirée par les plantes. La composante verte exprime l'intervention d'un mécanisme actif, propre aux végétaux. Une teinte discordante, le rouge, a été utilisée pour mettre l'accent sur la faible importance de l'eau prélevée au cycle par l'homme.

Les eaux usées et celles consommées par l'homme (transpiration, évaporation de l'eau utilisée dans l'industrie...) sont représentées par des teintes vertes arbitraires.



UNE BALEINE BLEUE DE 100 TONNES

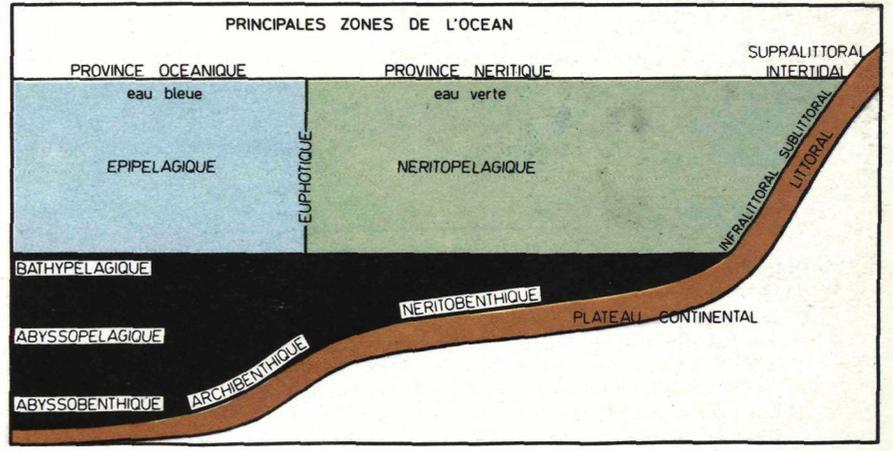
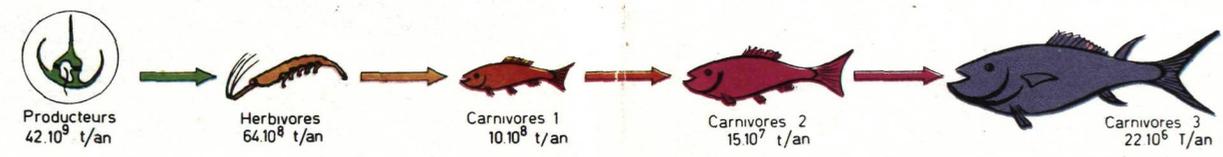
PESE AUTANT QUE

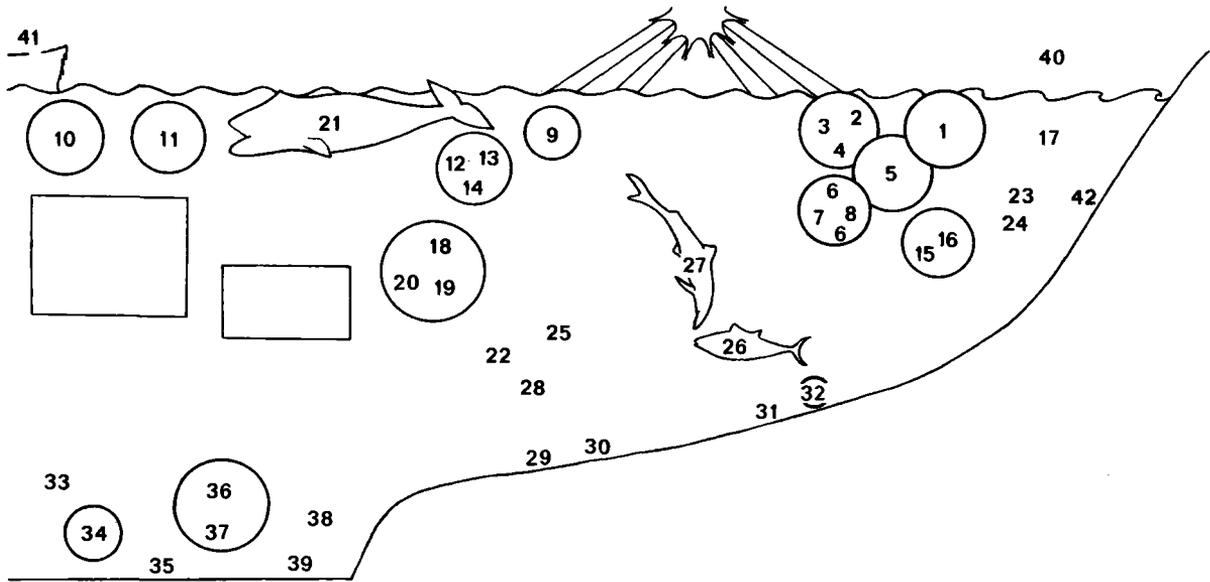
25 ELEPHANTS

OU QUE 150 BOEUFs

Pêches mondiales en 1969 (en millions de tonnes)

Poissons	Quantité
Harengs, sardines, anchois...	18,3
morues, merlus, églefins...	9,8
rascasses, perches de mer, congres...	3,2
maquereaux, thyrsites, trichiures...	3,0
chinchards, mullets, balaous...	2,0
thons, pélamides, marlins...	1,7
saumons, éperlans...	1,4
flets, flétans, soles...	1,3
espèces diverses	10,0





Pour la signification des couleurs
voir légende générale, pl. 1

Schéma d'orientation de la planche 10

- | | |
|---|---|
| 1. Diatomée (<i>Chaetoceros sociale</i>) | 25. Hareng (<i>Clupea harengus</i>). |
| 2. Diatomée (<i>Thalassiosira</i>) | 26. Thon (<i>Orcynus thynnus</i>). |
| 3. Diatomée (<i>Asterionella</i>). | 27. Requin (<i>Mustelus vulgaris</i>). |
| 4-5. Diatomées (<i>Chaetoceros</i>). | 28. Poisson carnivore de 4 ^e ordre. |
| 6. Diatomées naviculoïdes. | 29. Holothurie. |
| 7-8. Dinoflagellates (<i>Ceratium</i>). | 30. Homard (<i>Homarus vulgaris</i>). |
| 9. Nanoplancton. | 31. Ver polychète (<i>Nereis diversicolor</i>). |
| 10. Diatomée (<i>Fragilariopsis</i>). | 32. Bactéries (<i>Leucothrix</i>). |
| 11. Euphauside « krill ». | 33. Poisson abyssal (<i>Gigantactis macronema</i>). |
| 12 à 14. Radiolaires et Foraminifères. | 34. Poisson abyssal (<i>Melanocetus Johnsoni</i>). |
| 15-16. Copépodes. | 35. Poisson abyssal (<i>Nemychtys</i>). |
| 17. Anchois. | 36. Poisson abyssal (<i>Vincigueria attenuata</i>). |
| 18. Amphipode - Hypériide (<i>Hyperia galba</i>). | 37. Poisson abyssal (<i>Argyropelecus olfersi</i>). |
| 19. Copépode. | 38. Poisson abyssal (<i>Chauliodus</i>). |
| 20. Chaetognathe (<i>Sagitta</i>). | 39. Crabe abyssal (<i>Geryon</i>). |
| 21. Baleine (<i>Balaena hystictus</i>). | 40. Fou de Bassan (<i>Sula Bassan</i>). |
| 22. Euphauside. | 41. Manhot empereur. |
| 23-24. Poissons clupéoïdes. | 42. Répartition théorique des algues fixées. |

voir pages précédentes

Planche 10 L'Océan. Représentation schématique d'un écosystème au sens large illustré par quelques faits saillants de la vie dans les océans. Les chiffres des pêches sont ceux d'une année bien connue : 1967.

On a représenté essentiellement :

- la chaîne trophique longue de l'immense zone large, menant au Thon et au Requin ;
- la chaîne trophique courte des zones littorales et des zones d'upwelling, menant à des Poissons clupéoïdes (Harengs, Anchois) ;
- la chaîne trophique courte menant à la Baleine.

(Pour autres explications, voir texte).

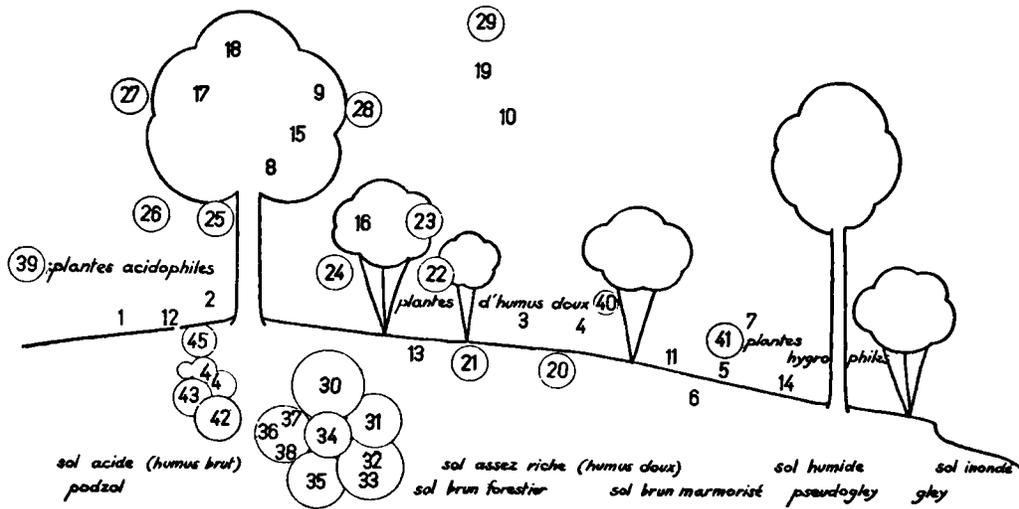


Schéma d'orientation de la planche 11

- | | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Sanglier (<i>Sus scrofa</i>) 2. Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>) 3. Cerf (<i>Cervus elaphus germanicus</i>) 4. Biche 5. Lapin (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) 6. Campagnol roussâtre (<i>Clethrionomys glareolus</i>) 7. Faisan (<i>Phasianus colchicus</i>) 8. Écureuil (<i>Sciurus vulgaris rursus</i>) 9. Ramier (<i>Colomba palumbus</i>) 10. Geai (<i>Garrulus glandarius</i>) 11. Belette (<i>Mustela nivalis</i>) 12. Musaraigne (<i>Sorex araneus</i>) 13. Taupe (<i>Talpa europaea</i>) 14. Renard (<i>Vulpes vulpes crucigera</i>) 15. Martre (<i>Martes martes</i>) 16. Fauvette (<i>Sylvia</i>) 17. Pic épeiche (<i>Dendrocopos major</i>) 18. Hibou (<i>Asio otus</i>) 19. Rapace diurne 20. Bousier (<i>Geotrupes stercorarius</i>) 21. Araignée (<i>Pisaura mirabilis</i>) 22. Syrphe (<i>Syrphus</i>) 23. Hanneton (<i>Melolontha vulgaris</i>) | <ul style="list-style-type: none"> 24. Bourdon (<i>Bombus</i>) 25. Balanin du gland (<i>Balaninus</i>) 26. Tordeuse verte (<i>Tortrix viridana</i>) 27. Scolyte (<i>Scolytus</i>) 28. Cynips (<i>Cynips</i>) 29. Acarien parasite (<i>Ixodes</i>) 30. Lombric (<i>Lumbricus terrestris</i>) 31. Acariens 32. Coléoptères (<i>Carabide et Staphylinide</i>) 33. Larves de Scarabéide et de Tipulide 34. Collemboles 35. Myriapodes :
 <ul style="list-style-type: none"> Chilopodes :
 <ul style="list-style-type: none"> Géophile (<i>Geophilus</i>) ; Scolopendre. Diplopodes :
 <ul style="list-style-type: none"> Iule (<i>Polyzoniom</i>) ; Gloméris. 36. Campodéide (<i>Campodea</i>) 37. Japygide (<i>Japyx</i>) 38. Protoure (<i>Eosentomon</i>) 39. Plantes acidiphiles :
 <ul style="list-style-type: none"> Myrtille (<i>Vaccinium myrtillus</i>) | <ul style="list-style-type: none"> Canche flexueuse (<i>Deschampsia flexuosa</i>) Fougère impériale (<i>Pteris aquilina</i>) 40. Plantes d'humus doux :
 <ul style="list-style-type: none"> Lamier jaune (<i>Galeobdolon luteum</i>) Anémone sylvie (<i>Anemone nemorosa</i>) Millet étalé (<i>Milium effusum</i>) Ronce (<i>Rubus sp.</i>) 41. Plantes hygrophiles et nitrophiles :
 <ul style="list-style-type: none"> <i>Deschampsia caespitosa</i> Fougère femelle (<i>Athyrium filix-femina</i>) Reine des prés (<i>Filipendula ulmaria</i>) Arum (<i>Arum maculatum</i>) Ficaire (<i>Ranunculus ficaria</i>) 42. Champignons (<i>Penicillium et Aspergillus</i>) 43. Actinomycètes (<i>Streptomyces</i>) 44. Bactéries (<i>Nitrosomonas, Nitrobacter, Cytophaga</i>) 45. Champignons supérieurs (<i>Mycelium de Basidiomycète</i>) |
|---|--|---|

voir pages suivantes →

Planche 11 Représentation schématique, mais détaillée de l'écosystème **Forêt caducifoliée** en Haute-Belgique. Chaînes trophiques, biomasses, productivité primaire, cycle de l'eau, divers types de sol et groupes écologiques. Voir texte, ci-dessus.

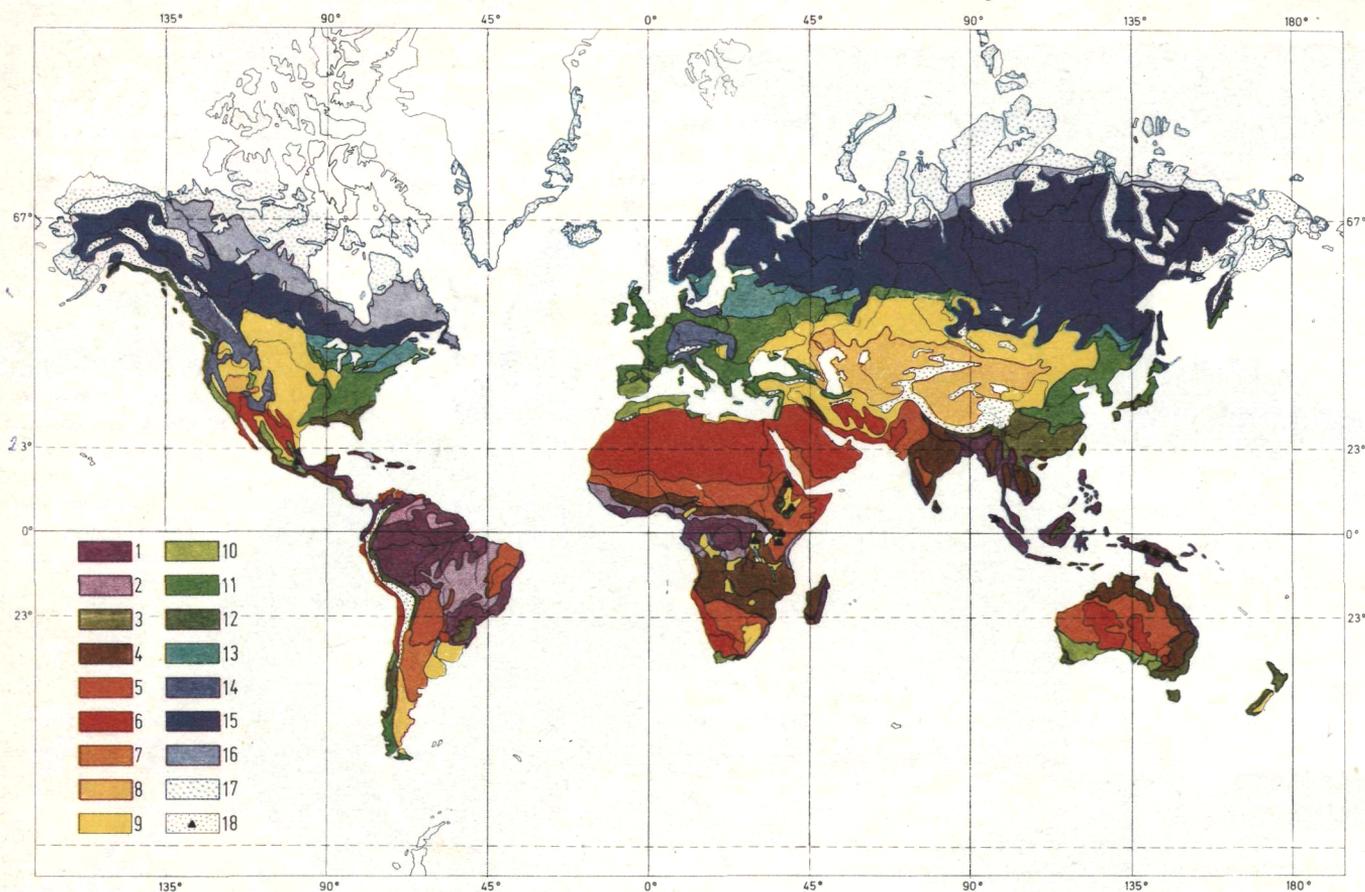


Planche 12 Carte schématique des formations végétales climax des continents.

1. *Pluviisilvae* (forêt dense équatoriale).
2. *Duriprata* (savanes dérivées).
3. *Laurisilvae* (forêts hygrophytes subtropicales ou tempérées).
4. *Hiemisilvae* (forêts claires caducifoliées tropicales).
5. *Spinisilvae* et *spinifruticeta* (forêts claires et brousses riches en épineux).
6. *Siccideserta* (déserts et semi-déserts tropicaux).
7. *Siccideserta* (déserts et semi-déserts subtropicaux).
8. *Siccideserta* (déserts et semi-déserts tempérés).
9. *Duriprata* (steppes tempérées et tropicales).

10. *Durisilvae* et *durifruticeta* (forêts et maquis sclérophylles, de type méditerranéen).
11. *Aestisilvae* (forêts caducifoliées tempérées).
12. *Aciculisilvae* (forêts hygrophytes tempérées de Conifères).
13. Forêts tempérées mixtes d'essences caducifoliées et de Conifères.
14. Forêts de montagnes tempérées.
15. *Aciculisilvae* (forêt boréale de Conifères).
16. *Aciculisilvae* (forêt boréale claire de Conifères).
17. *Frigorideserta* (toundra).
18. *Frigorideserta* (déserts froids, polaires ou de hautes montagnes). Le triangle noir représente des montagnes isolées.

Pour l'explication des couleurs, voir légende de la planche 8. Les alternances saisonnières n'ont pu être représentées par des bandes de couleur alternantes ; ainsi le brun correspond à la superposition du violet et de l'orangé.

Echelle approximative 1 : 230.000.000.

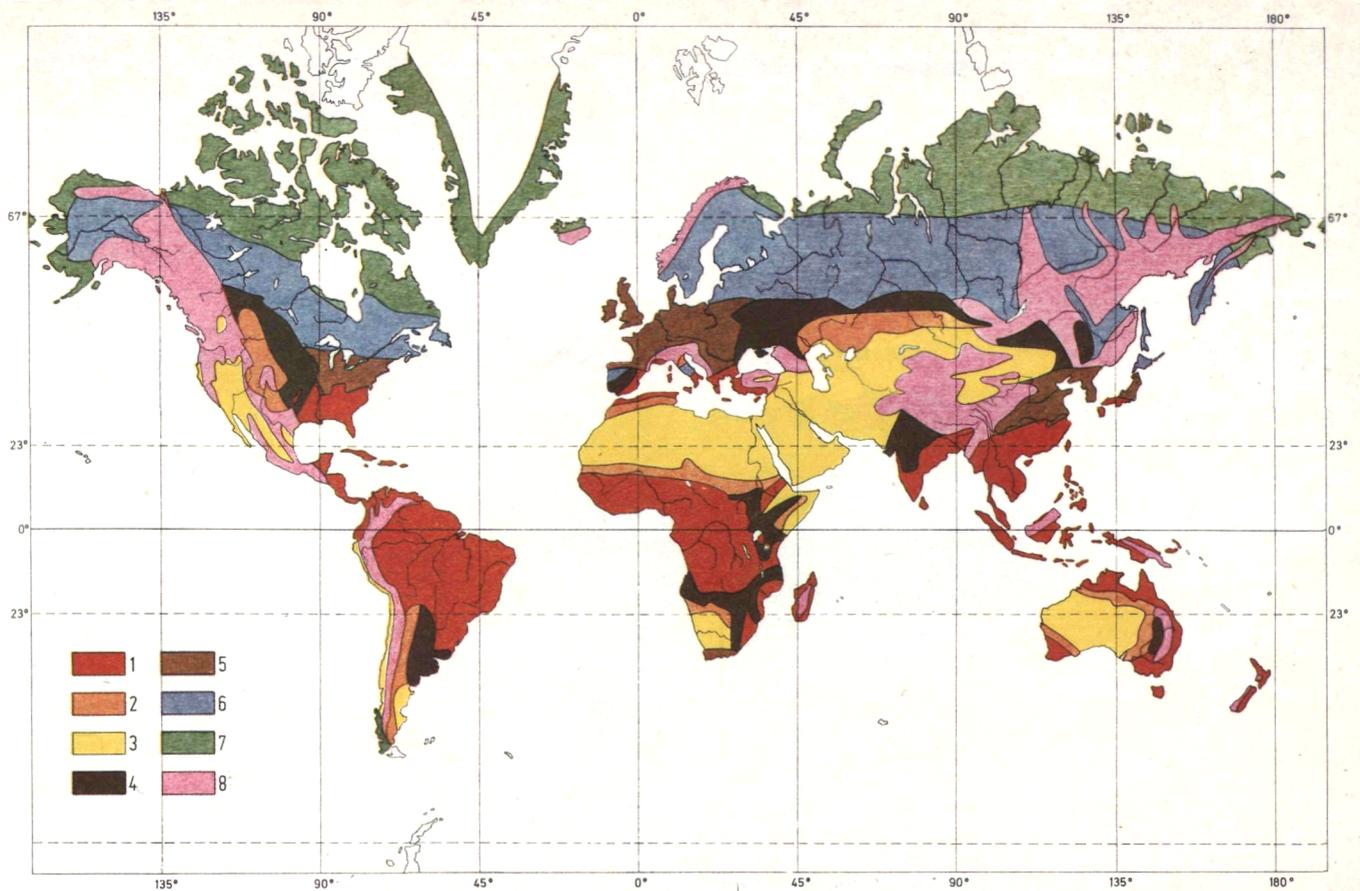


Planche 13 Distribution mondiale des grands types de sol.

1. Sols ferrallitiques (latosols). - 2. Sols châtaîns et sierozems. - 3. Sols de déserts. - 4. Terres noires (tchernozeims). - 5. Sols bruns. - 6. Podzols. - 7. Sols de toundras. - 8. Sols de montagnes.

voir pages suivantes

Planche 14 La Biosphère. Tous les organismes peuplant les terres et les eaux peuvent être considérés comme formant une immense communauté mondiale qui, avec son environnement, constitue l'écosystème Biosphère. Celle-ci peut être envisagée comme étant l'intégration de tous les écosystèmes terrestres et marins, c'est-à-dire comme le niveau suprême d'intégration de la matière vivante.

La planche synthétique « Biosphère » met en évidence la *productivité primaire* des grands biomes (forêts, cultures, prairies, toundras, déserts, eaux douces, océans), et l'efficacité photosynthétique faible à très faible avec laquelle ils transforment l'énergie solaire globale reçue. (Pour les radiations lumineuses photosynthétiquement actives RPA, diviser les chiffres par 2) ; (pour leur efficacité photosynthétique, multiplier les chiffres par 2).

En passant par les stades saillants de la *productivité secondaire*, on aboutit à la production mondiale annuelle totale de produits d'origine biologique mis à la disposition de l'homme : plantes alimentaires et industrielles au niveau des producteurs ; viande, lait, œufs aux divers niveaux des consommateurs animaux. On voit que, eu égard à l'actuelle population humaine du globe (3 600 000 000 hommes) et aux besoins alimentaires y afférents (2 400 kcal/homme moyen/jour), la production de l'écosystème « globe terrestre » est à peine suffisante pour assurer à tous les hommes la nourriture, surtout sur le plan qualitatif (« faim de protéines »), et à cause de l'énorme inégalité des disponibilités. Cette conclusion débouche sur une situation angoissante face au problème de la marée montante des populations (6 à 7 milliards d'hommes en l'an 2000). Avec un simple maintien du taux de production annuelle, les populations de l'an 2000 seraient fort sous-alimentées ; il y aurait de plus une insuffisance des ressources en bois et pâte à papier, base des échanges intellectuels.

L'espoir réside dans une augmentation massive de la productivité de la biosphère. C'est ici que l'*écologie appliquée* est appelée à jouer un rôle considérable. Cette science, qui se dégage lentement des concepts empiriques qui l'ont marquée jusqu'ici, devient une *branche importante de la biologie moderne*.

Diverses données sur la biosphère et sa productivité que nous croyons intéressantes, ont été ajoutées ; elles sont explicitées à divers endroits du texte.

Les flèches colorées indiquent la nature des chaînes trophiques (pour les couleurs, voir planche 1).

Les flèches violettes concourent à l'espoir de l'humanité en une meilleure alimentation ; elles représentent les possibilités d'amélioration du rendement ou de l'exploitation des divers écosystèmes.

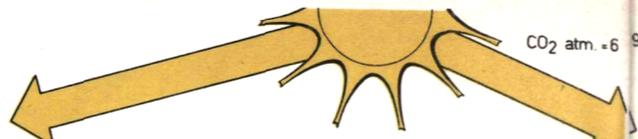
Les valeurs encadrées de vert sont les produits d'origine végétale mis chaque année à la disposition des hommes, par la biosphère ; les valeurs encadrées d'orange sont les produits tirés d'animaux herbivores ; les valeurs encadrées de rouge, les produits tirés d'animaux surtout carnivores.

N.B. — La plupart des valeurs reprises dans cette synthèse proviennent de l'Annuaire de la F.A.O., 1969, et concernent l'année 1968. Pour l'année 1972, voir : N.B. du tableau 5.2, p. 159.

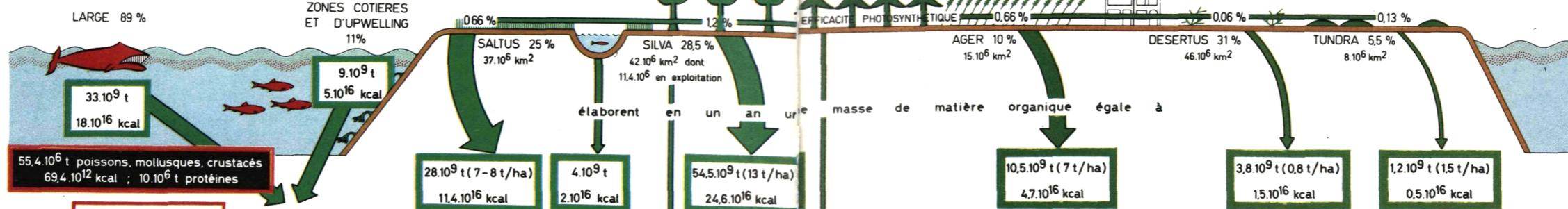
Echelle approximative: 1 : 230.000.000.

SUPERFICIE DES OCEANS
362.10⁶ km²
71%

SUPERFICIE DES TERRES EMERGÉES + CONTINENT ANTARCTIQUE
135.10⁶ km² 27%
13.10⁶ km² 2%



3.6.10²⁰ kcal/an 5.10²⁰ kcal/an 1.4.10²⁰ kcal/an
42.10⁹ t/Mat.org/an 102.10⁹ t/Mat.org/an



DISPONIBILITE EN KG PAR HABITANT ET PAR AN

BELGIQUE	6
JAPON	23
U.S.A.	5

Malgré son immense productivité la mer ne fournit jusqu'ici que 2% de l'alimentation des hommes (8% des protéines).

LE DILEMME DE L'HOMME BLANC
(Lord Boyd Orr)
Orienter l'industrie et l'agriculture vers l'augmentation de la productivité et nourrir tous les hommes.
Orienter l'industrie vers la guerre et détruire les hommes.

3.3.10⁹ TETES DE BETAIL
5.10⁹ VOLAILLES
Fournissant
95.10⁶ t de VIANDE
393.10⁶ t de LAIT
17.10⁶ t d'OEUFs

RENDEMENT ANNUEL EN LITRES DE LAIT

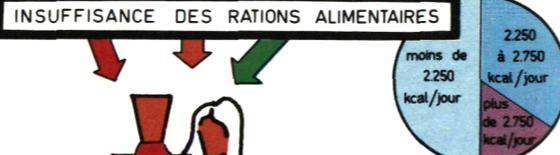
BELGIQUE (pâturage intensif)	2-3 bêtes/ha	3710
U.S.A.	1 bête/10ha	2920
URSS		1820
INDE		220

BESOINS

TRAVAIL LEGER	2500-3000 kcal/jour
TRAVAIL STAND.	3000-3500 kcal/jour
TRAVAIL LOURD	3500-5000 kcal/jour

DISPONIBILITES

3.2.10 ¹⁵ kcal/an
71.10 ⁶ t protéines
dont 26.10 ⁶ (d'origine animale)



INEGALITE DES DISPONIBILITES

kcal/j	Prot. g/j	totales animales
Pays dével.	3050	90 44
Tiers monde	2150	58 9



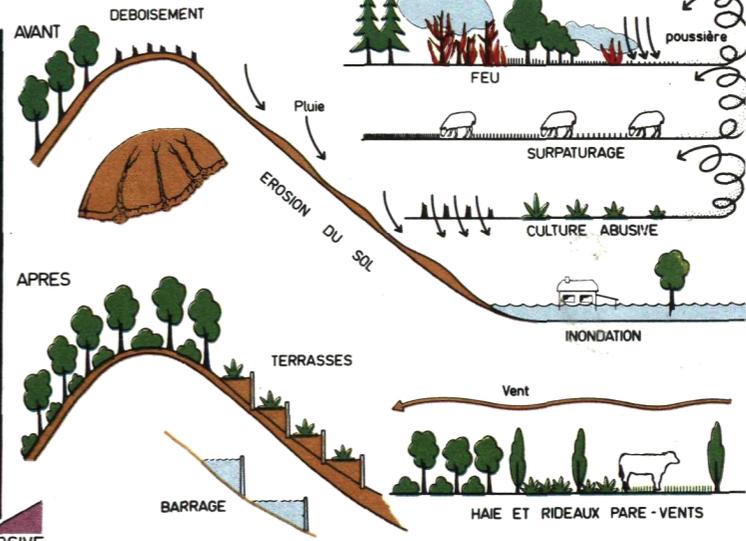
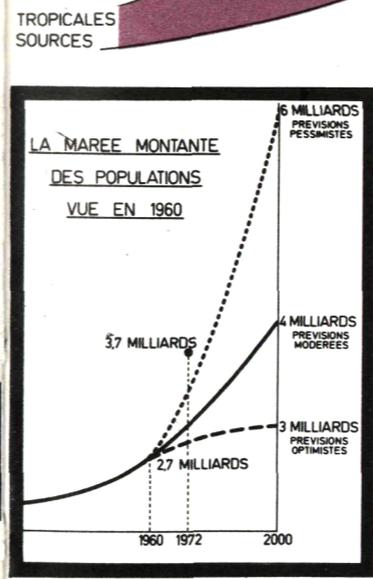
RECHERCHE

MEILLEURS RENDEMENTS
GENETIQUE, PHYSIOLOGIE
PHYTOPATHOLOGIE, ECOLOGIE

CEREALES	1112.10 ⁶ t
SUCRE	68.10 ⁶ t
POMMES DE TERRE	318.10 ⁶ t
RACINES FECULENTES	220.10 ⁶ t
OLEAGINEUX	30.10 ⁶ t
COTON	11.10 ⁶ t
CAFE	5.10 ⁶ t
VIN	28.10 ⁶ t

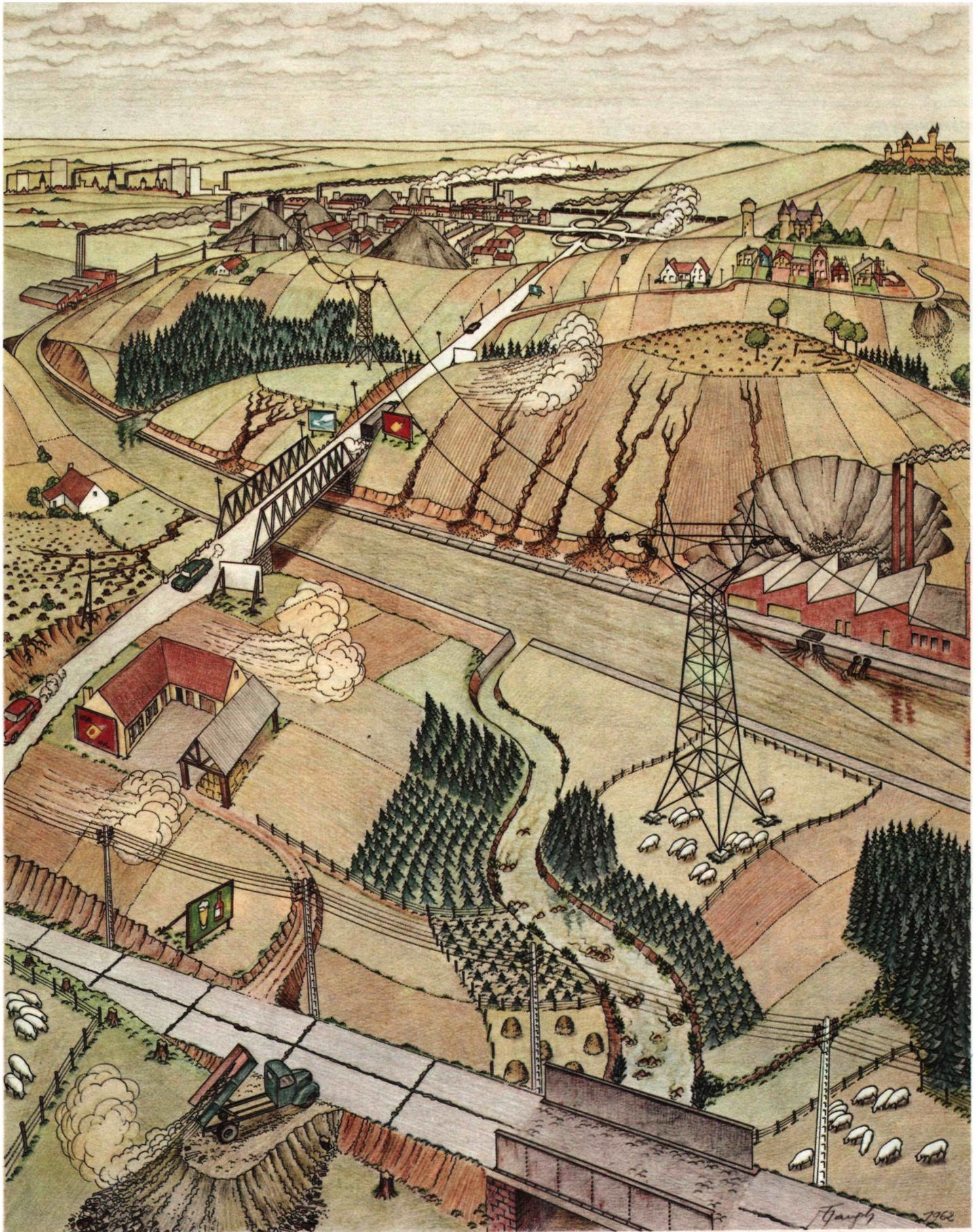
BLE Rendement kg/ha

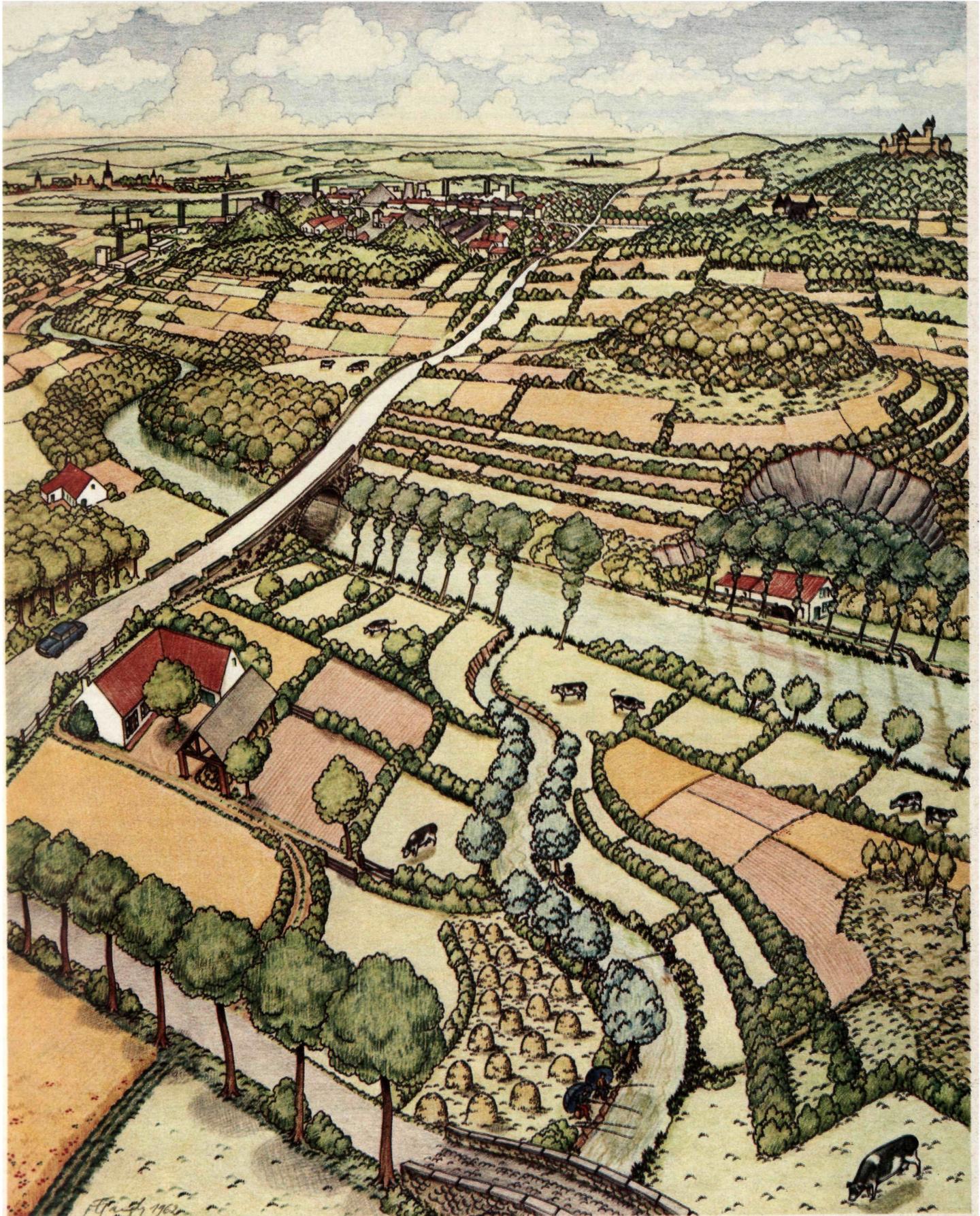
Belgique	4100
URSS	1320
U.S.A.	1920
Argentine	980
MAIS	
U.S.A.	4330
UR.S.S.	2640



LUTTE ANTI-EROSIVE
CONSERVATION DES RESSOURCES
NATURELLES ET PROTECTION DE LA NATURE

Un des phénomènes les plus marquants: EROSION
Destruction par le fer, le feu et la dent des animaux domestiques
AMENUISSEMENT DES RESSOURCES NATURELLES





voir pages précédentes

Planches 15 et 16 Aménagement du territoire : On a représenté, en regard, deux façons d'utiliser le même paysage.

Planche 15, utilisation abusive et sans qu'il soit tenu compte de l'esthétique : paysage gris, en voie de steppisation, érodé par l'eau et par le vent, eaux et atmosphères polluées, végétation naturelle remplacée par des monocultures, maigres pelouses nourrissant des moutons, etc.

Planche 16, utilisation plus rationnelle : paysage verdoyant où il faut bon vivre (application des méthodes de la lutte antiérosive), grasses prairies pâturées par des vaches, etc.

Il ne faut pas, dans ces tableaux réalisés par M. Martin **Tanghe**, rechercher trop de précision dans les détails; ils sont l'œuvre d'un botaniste imprégné de sens poétique, et apparemment animé d'une haine féroce pour les plantations d'Épicéas qui ont envahi en les dénaturant, les paysages les plus caractéristiques de l'Ardenne.

Mais ces tableaux peuvent servir d'exemple à un exercice pictural que chaque professeur peut faire avec ses élèves dans la région où il enseigne.

Règles d'utilisation de copies numériques d'œuvres littéraires mises à disposition par les Archives & Bibliothèques de l'ULB

L'usage des copies numériques d'œuvres littéraires, ci-après dénommées « copies numériques », mises à disposition par les Archives & Bibliothèques de l'Université libre de Bruxelles, ci-après A&B, implique un certain nombre de règles de bonne conduite, précisées ici. Celles-ci sont reproduites sur la dernière page de chaque copie numérique mise en ligne par les A&B. Elles s'articulent selon les trois axes : protection, utilisation et reproduction.

Protection

1. Droits d'auteur

La première page de chaque copie numérique indique les droits d'auteur d'application sur l'œuvre littéraire.

Pour les œuvres soumises aux droits d'auteur, les A&B ont pris le soin de conclure un accord avec leurs auteurs ou ayant droits afin de permettre leur numérisation, le cas échéant, leur mise à disposition en ligne et leur utilisation dans les conditions régies par les règles d'utilisation précisées dans le présent texte. Ces conditions particulières d'utilisation, de reproduction et de communication du document numérisé sont précisées sur la dernière page du document protégé.

2. Responsabilité

Malgré les efforts consentis pour garantir les meilleures qualité et accessibilité des copies numériques, certaines déficiences peuvent y subsister – telles, mais non limitées à, des incomplétudes, des erreurs dans les fichiers, un défaut empêchant l'accès au document, etc. -. Les A&B déclinent toute responsabilité concernant les dommages, coûts et dépenses, y compris des honoraires légaux, entraînés par l'accès et/ou l'utilisation des copies numériques. De plus, les A&B ne pourront être mises en cause dans l'exploitation subséquente des copies numériques ; et la dénomination des 'Archives & Bibliothèques de l'ULB' et de l'ULB, ne pourra être ni utilisée, ni ternie, au prétexte d'utiliser des copies numériques mises à disposition par eux.

3. Localisation

Chaque copie numérique dispose d'un URL (uniform resource locator) stable de la forme <http://digistore.bib.ulb.ac.be/annee/nom_du_fichier.pdf> qui permet d'accéder au document ; l'adresse physique ou logique des fichiers étant elle sujette à modifications sans préavis. Les A&B encouragent les utilisateurs à utiliser cet URL lorsqu'ils souhaitent faire référence à une copie numérique.

Utilisation

4. Gratuité

Les A&B mettent gratuitement à la disposition du public les copies numériques d'œuvres littéraires : aucune rémunération ne peut être réclamée par des tiers ni pour leur consultation, ni au prétexte du droit d'auteur.

5. Buts poursuivis

Les copies numériques peuvent être utilisés à des fins de recherche, d'enseignement ou à usage privé. Quiconque souhaitant utiliser les copies numériques à d'autres fins et/ou les distribuer contre rémunération est tenu d'en demander l'autorisation aux Archives & Bibliothèques de l'ULB, en joignant à sa requête, l'auteur, le titre de l'œuvre, le titre de la revue ou de l'ouvrage dont l'œuvre est extraite, et l'éditeur du (ou des) document(s) concerné(s).

Demande à adresser au Directeur des Archives & Bibliothèques CP 180, Université Libre de Bruxelles, Avenue Franklin Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles. Courriel : bibdir@ulb.ac.be.

6. Citation

Pour toutes les utilisations autorisées, l'utilisateur s'engage à citer dans son travail, les documents utilisés, par la mention « Université Libre de Bruxelles – Archives & Bibliothèques » accompagnée des précisions indispensables à l'identification des documents (auteur, titre, titre de la revue ou de l'ouvrage dont l'œuvre est extraite, date et lieu d'édition).

7. Liens profonds

Les liens profonds, donnant directement accès à une copie numérique particulière, sont autorisés si les conditions suivantes sont respectées :

- a) les sites pointant vers ces documents doivent clairement informer leurs utilisateurs qu'ils y ont accès via le site web des Archives & Bibliothèques de l'ULB ;
- b) l'utilisateur, cliquant un de ces liens profonds, devra voir le document s'ouvrir dans une nouvelle fenêtre ; cette action pourra être accompagnée de l'avertissement 'Vous accédez à un document du site web des Archives & Bibliothèques de l'ULB'.

Reproduction

8. Sous format électronique

Pour toutes les utilisations autorisées mentionnées dans ce règlement le téléchargement, la copie et le stockage des copies numériques sont permis ; à l'exception du dépôt dans une autre *base de données*, qui est interdit.

9. Sur support papier

Pour toutes les utilisations autorisées mentionnées dans ce règlement les fac-similés exacts, les impressions et les photocopies, ainsi que le copié/collé (lorsque le document est au format texte) sont permis.

10. Références

Quel que soit le support de reproduction, la suppression des références à l'ULB et aux Archives & Bibliothèques de l'ULB dans les copies numériques est interdite.