

Initiation aux principales méthodes d'étude et de suivi de la flore et de la végétation



Introduction

- ① **Question de vocabulaire : Flore ou végétation ?**
- ② **Pourquoi étudier la flore et la végétation ?**
- ③ **Comment étudier la flore et la végétation ?**
 - Les grands principes méthodologiques
 - Les principales méthodes d'étude de végétation

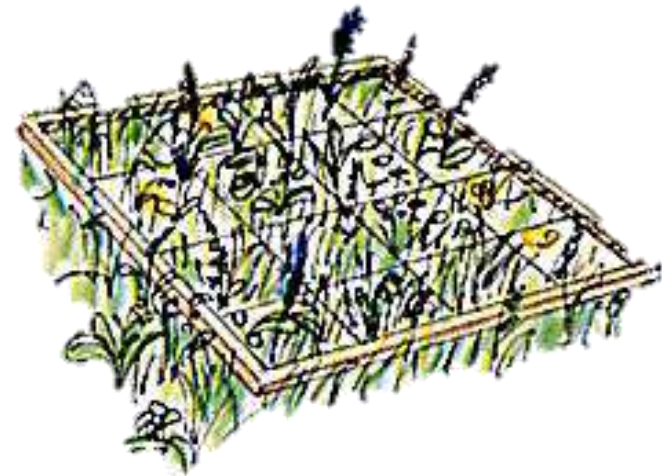
Plan

Première partie : l'approche phytogéographique

- ① **Généralités sur l'approche phytogéographique**
 - La série de végétation
 - La formation végétale
 - L'outil créé par l'école toulousaine : la carte de végétation
- ② **Principaux éléments recherchés dans l'approche phytogéographique**
 - La répartition verticale de la végétation = la stratification
 - La répartition horizontale de la végétation
 - Les groupes écologiques
 - Les types ou formes biologiques

Deuxième partie : l'approche phytosociologique

- ① **Généralités sur l'approche phytosociologique**
 - La méthode des quadrats
 - La méthode des transects
- ② **Étape analytique**
 - L'emplacement des relevés
 - La dimension des relevés
 - Le nombre de relevés
 - L'époque des relevés
 - La fiche de relevés
 - Échantillonnage et attribution des coefficients
- ③ **Étape synthétique**



Introduction

1 Distinctions élémentaires

→ Distinction **flore/végétation**

➤ **Flore**



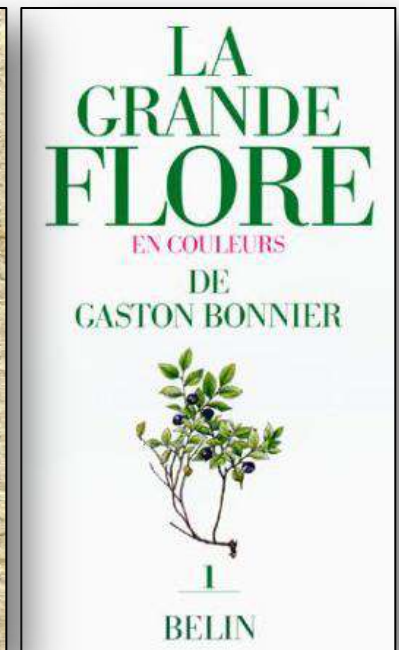
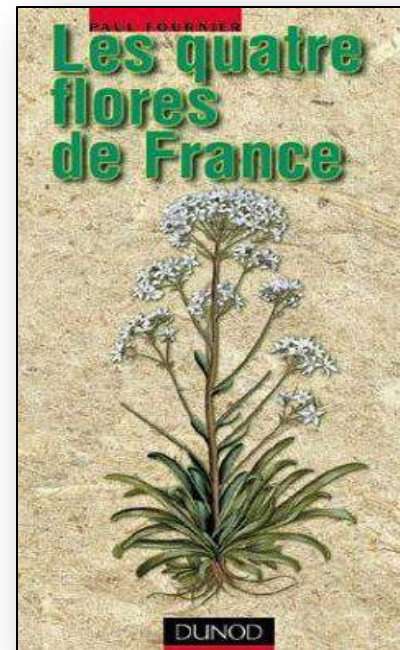
Ne pas confondre
flore et **végétation**

FLORE =
liste des espèces
de plantes d'un
territoire donné

- **Ensemble des espèces végétales** qui se trouvent dans une région ou un milieu donné.
- Sorte de « **catalogue** » des espèces végétales d'un lieu géographique.
- Ces espèces rassemblées forment des **types de végétation** diversifiés.

FLORE =
ouvrage de
détermination
recensant les plantes
d'un territoire donné

- **Guide** (livre) qui **recense** les espèces végétales présentes sur un territoire géographiquement délimité.
- **Ouvrage** permettant leur **détermination** grâce à un système de clé basée sur des caractères visibles à l'œil nu ou à la loupe.



➤ Végétation

- **Ensemble physionomique** constitué par des **plantes associées** par affinités biologiques.
- Ces « associations » forment des **groupements végétaux** que l'on appelle des « **formations végétales** ».
- Ces formations végétales sont **caractéristiques** d'un territoire donné.
- Exemples :

- | | |
|------------|---------------|
| - Landes | - Maquis |
| - Prairies | - Garrigue |
| - Pelouses | - Savane |
| - Forêts | - Matorral... |



Formation végétale

Distribution (qualitative et quantitative)
particulière de la flore



Deux régions très éloignées peuvent avoir la **même végétation**, pourvu que les conditions de milieu y soient semblables.



Exemple = la végétation des **Montagnes Rocheuses** est **la même** que celle des **Alpes** (alors que **leurs flores ne sont pas les mêmes**).

→ Distinction **plante**/végétal



Distinguer les **plantes** des autres **végétaux**

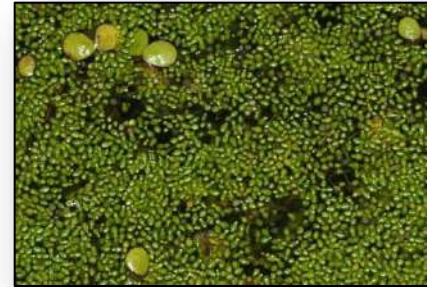
- Par **plante**, on entend un organisme solidement **fixé** (« **planté** ») au sol par ses **racines**.
- De nombreux végétaux répondent à ce critère, mais **pas tous**.
- **Exemples :**

Exemple 1

- Certains **hydrophytes** comme les **Lentilles d'eau** (genre *Lemna*) et le minuscule ***Wolffia arrhiza*** à la surface des eaux d'un étang.
- Ce sont bien des végétaux à fleurs mais **ce ne sont pas des plantes**.



La Petite Lentille d'eau (*Lemna minor*)



Wolffia sans racines (*Wolffia arrhiza*)

Exemple 2

Les célèbres « buissons errants » des westerns comme *Anastatica hierochuntica*, *Selaginella lepidophylla*, les espèces du genre *Salsola*...



Anastatique ou Rose de Jéricho
(*Anastatica hierochuntica*)

Reviviscence = propriété de certains végétaux qui peuvent, après avoir été longtemps desséchés, reprendre vie à l'humidité.

Poïkilohydrie



Fleur de rocher ou plante de la résurrection
(*Selaginella lepidophylla*)

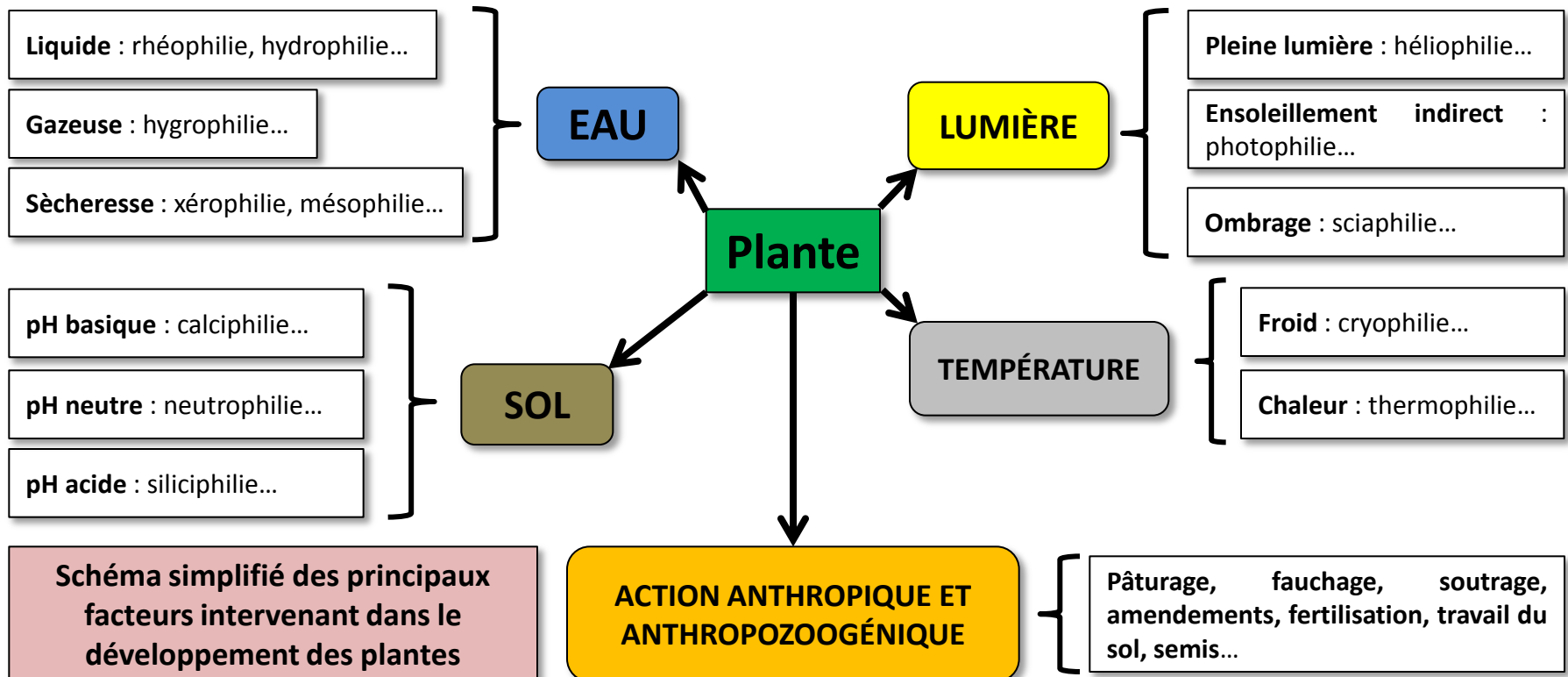
Pourquoi étudier la flore et la végétation ?

Objectifs

- Mieux connaître les milieux
- En comprendre la dynamique, le fonctionnement
- Envisager leur évolution, leur devenir

- État initial
- Éléments de diagnostic
- Éléments de pronostic

La végétation : un « puissant » intégrateur des conditions du milieu



3

Comment étudier la flore et la végétation ?

A

Les grands principes méthodologiques

Méthodologie
d'approche

- Approche **descriptive**
- Approche **analytique**

Recherche
d'indicateurs :

- Indicateurs **observables**
- Indicateurs **mesurables**

Contenu de la
recherche :

- **Composition floristique**
- **Physionomie de la végétation**
- **Disposition de la végétation**
- **Dynamique de la végétation**

Deux démarches

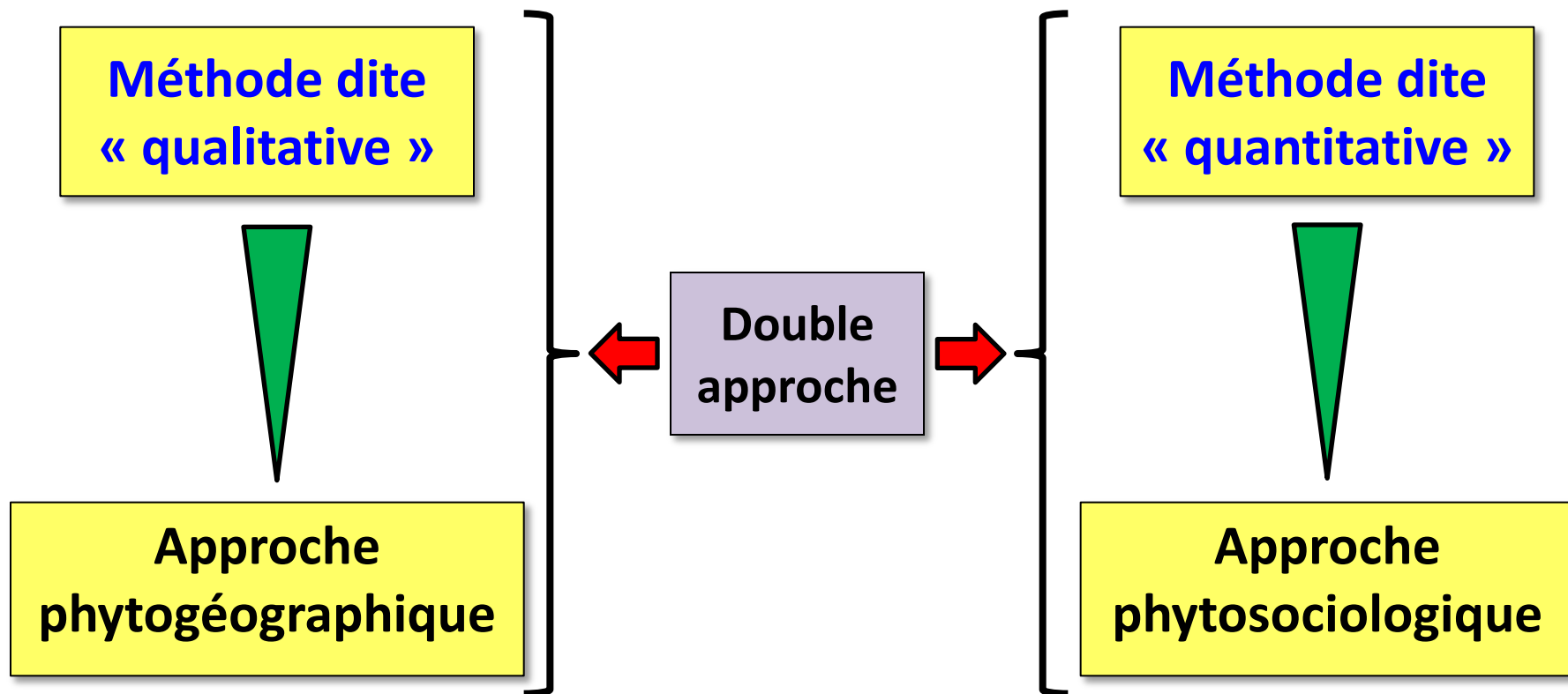


Phase de recueil des
données sur le terrain



Phase d'interprétation
des données recueillies
sur le terrain

Les principales méthodes d'étude de végétation



Méthodes et approches complémentaires

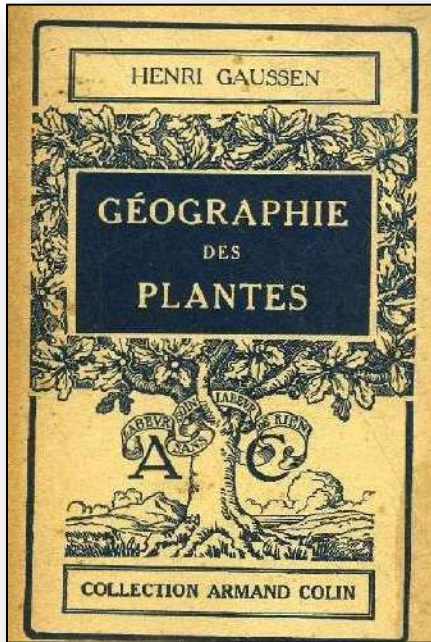
Première partie

L'approche phytogéographique

Phytogéographie

Étude de la répartition des plantes et des formations végétales sur la terre.

Elle s'intéresse également aux facteurs de cette répartition.



Autres appellations

- « **Méthode de Gaussen** »
- « **Méthode de l'école toulousaine** »



Henri Gaussen, botaniste et géographe français) du CNRS de Toulouse

Caractéristiques de l'école de Toulouse

École **dynamiste** qui accorde une place importante à la **physionomie** de la végétation et aux conditions qui déterminent sa **dynamique**.

École qui centre ses travaux sur :

- La notion de **série de végétation**.
- La notion de **formation végétale**.



Série de végétation

Prise en compte de la « **dynamique naturelle de la végétation** ».

Référence à la notion de « **successions écologiques** ».

La **série de végétation** est nommée par l'essence dominante de la formation qui correspond au **climax**.

Climax

Groupement vers lequel tend la **végétation** d'un lieu dans des **conditions naturelles constantes**, en l'absence d'intervention de l'homme.

Climax



État d'**équilibre relativement stable** entre le **sol**, la **végétation** (+ la faune) et le **climat** d'une station donnée, **sans** intervention anthropique.

Équilibre climacique

Sol



Equilibre



Climat

Végétation

Série climacique



Ensemble des **étapes** de la **succession écologique** conduisant au **climax**

Série

« **progressive** »



Tend vers le climax

Se traduit généralement par une **augmentation de biomasse**

Écosystème relativement **complexe** et **diversifié**

« **régressive** »



S'éloigne du climax

Se traduit généralement par une **diminution de biomasse**

Écosystème + **simple** et - **diversifié**

Les successions primaires et secondaires

Dynamique d'évolution des pelouses calcaires

Succession primaire

Succession secondaire

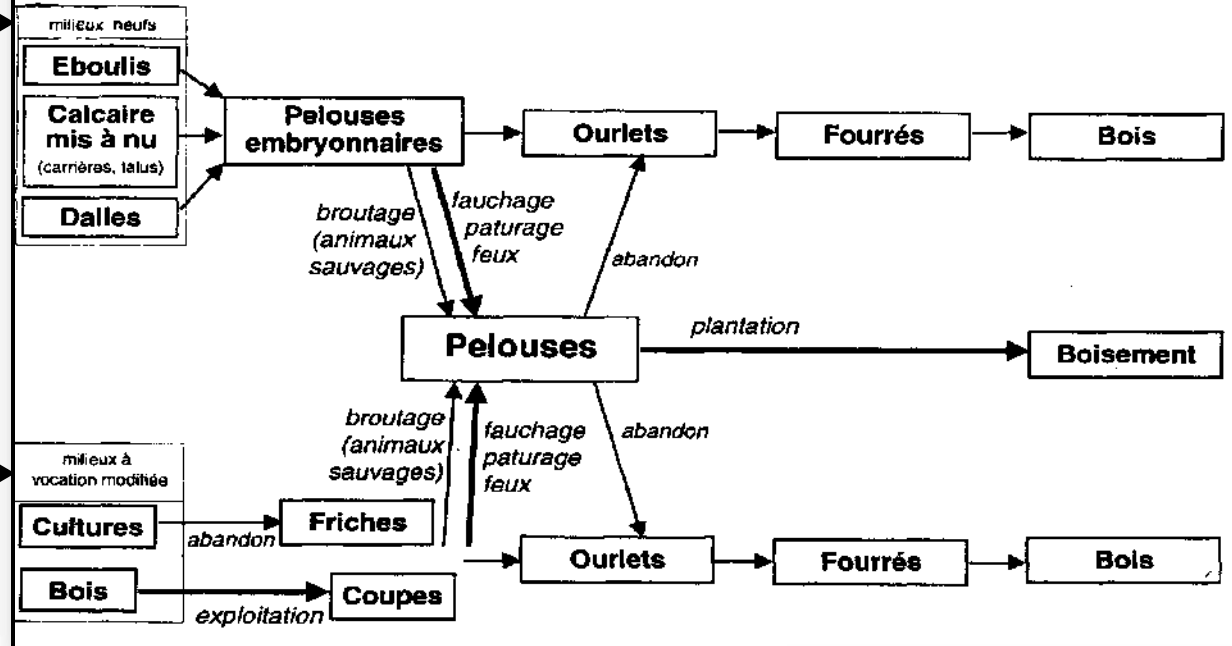


Schéma synthétique d'évolution de la végétation sur substrat calcaire

→ évolution naturelle
 ➡ évolution dirigée

Exemple

La série du chêne pédonculé de l'étage atlantique

**Formation
climacique**



Stade de **maturité** de la
succession écologique



Ultime formation de la
série de végétation

Forêt de chêne pédonculé = chênaie

**Variantes
stationnelles**



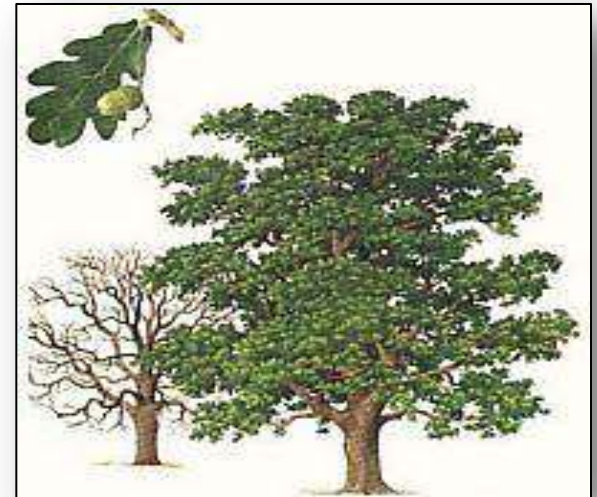
Nombreuses **formations
intermédiaires**



Perturbations possibles qui
peuvent **modifier** la succession

**Nombreux faciès
distinctifs**

- **Faciès à noisetier**
- **Faciès à châtaigner**
- **Faciès à bouleau**
- **Faciès à charme**
- **Faciès à tilleul...**



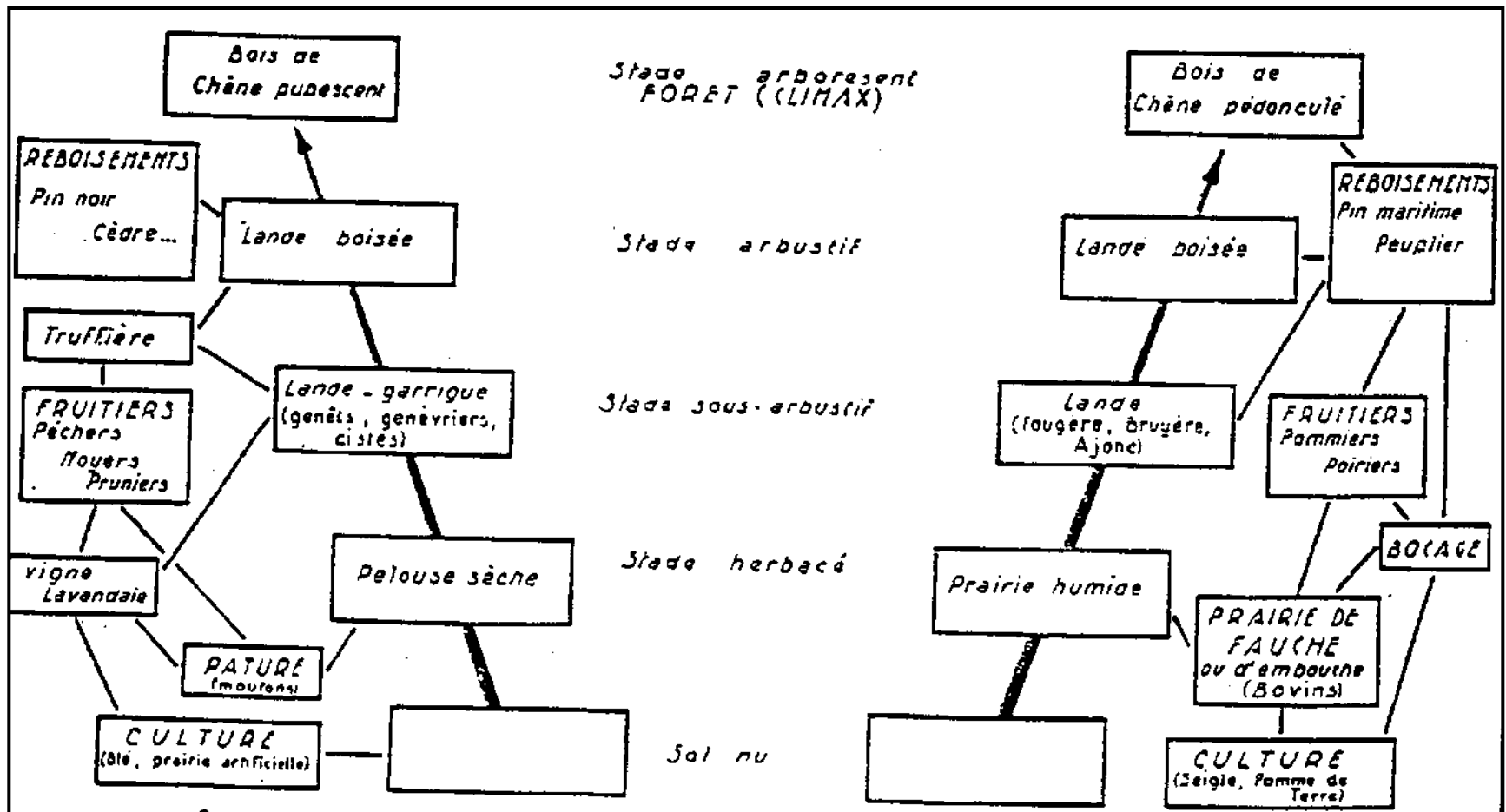
La notion de série de végétation



Évolution différente selon les régions

Formations végétales
similaires

Flores différentes

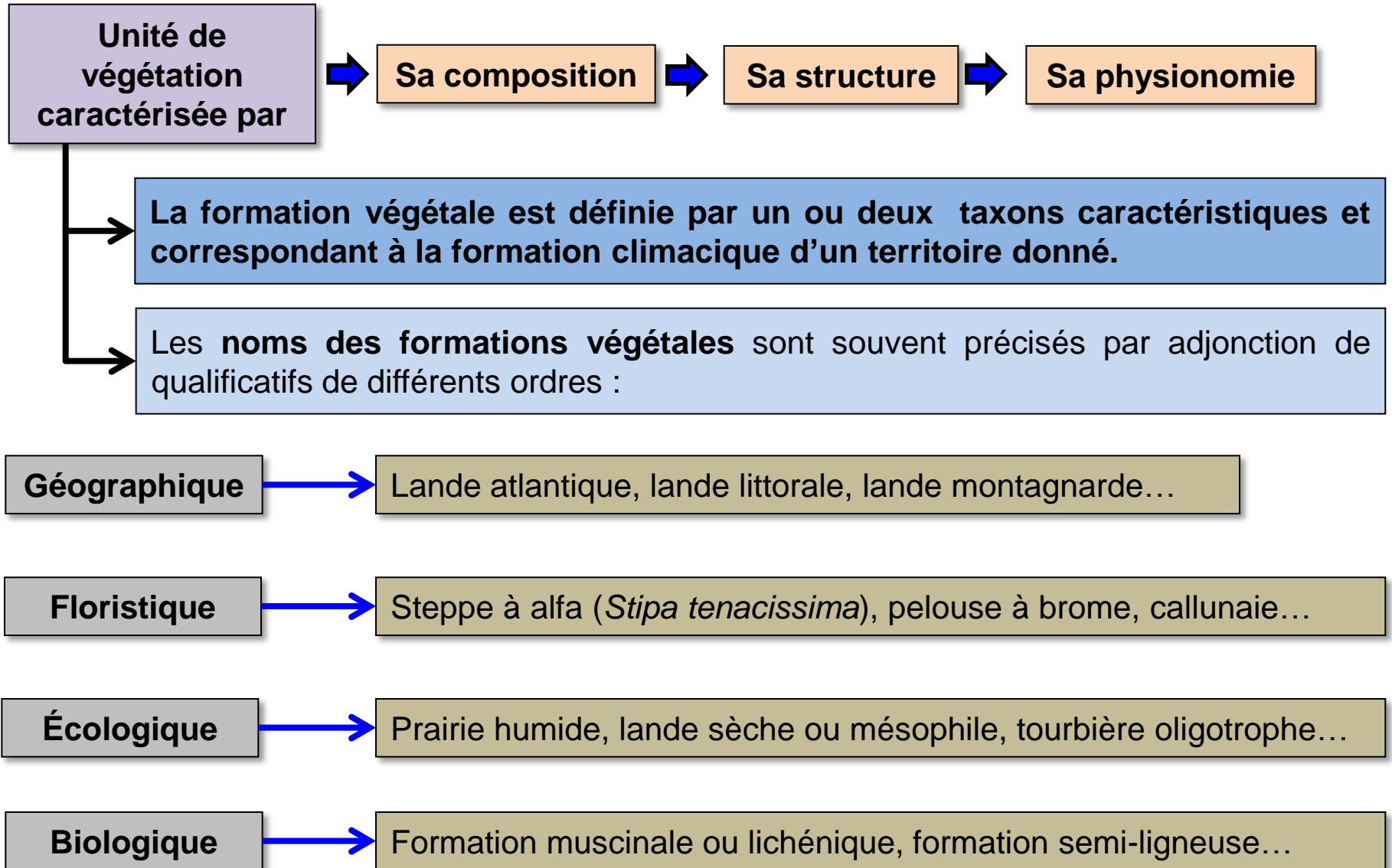


Quercy

Bretagne



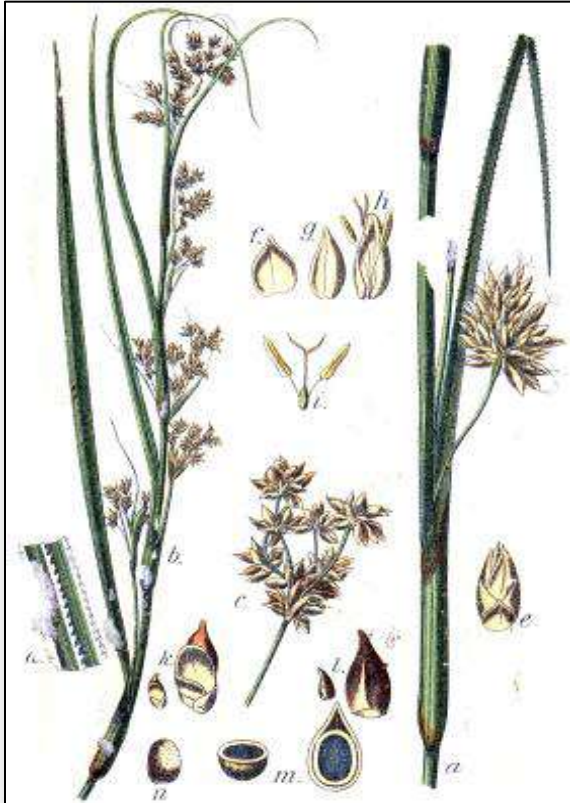
Formation végétale



Exemples de formations végétales

Cladiaie

Formation herbacée hélophile dominée par le Cladium ou Marisque (*Cladium mariscus* - Cypéracée).



Cladium ou marisque
Cladium mariscus - Cypéracée



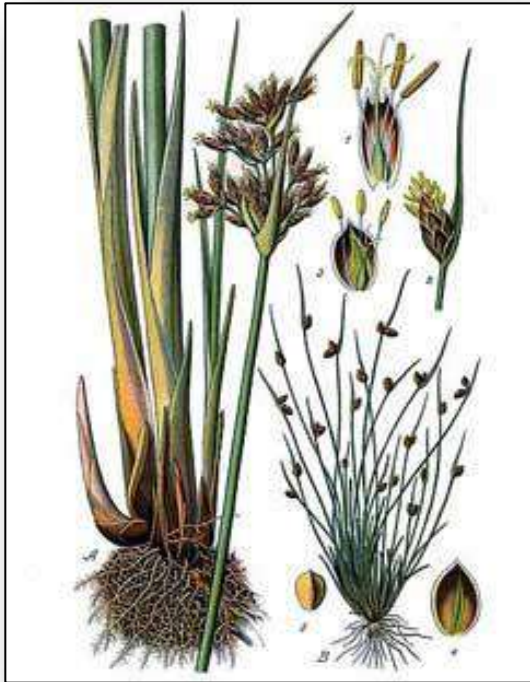
Cladiaie



Exemples de formations végétales (suite)

Scirpaie

Formation herbacée hydrophile à hygrophile dominée par *Scirpus lacustris* L. accompagnée d'hydrophytes (et/ou d'hydrohélrophytes).



Scirpe lacustre
Scirpus lacustris - Cypéracée



Scirpaie



**Scirpe lacustre ou jonc
des chaisiers, jonc aigu**

Exemples de formations végétales (suite)

Lande

Formation **ligneuse** et **semi-ligneuse** caractérisée par la **dominance** **physionomique** et **dynamique** d'**arbrisseaux** et de **sous-arbrisseaux** toujours **verts** (Éricacées – Bruyères – et Légumineuses – Genêts et Ajoncs).

Il existe une **très grande diversité** de **faciès landeux** : landes sèches, landes humides, landes boisées, landes arborées...



Lande à Bruyères



Lande à Ajoncs

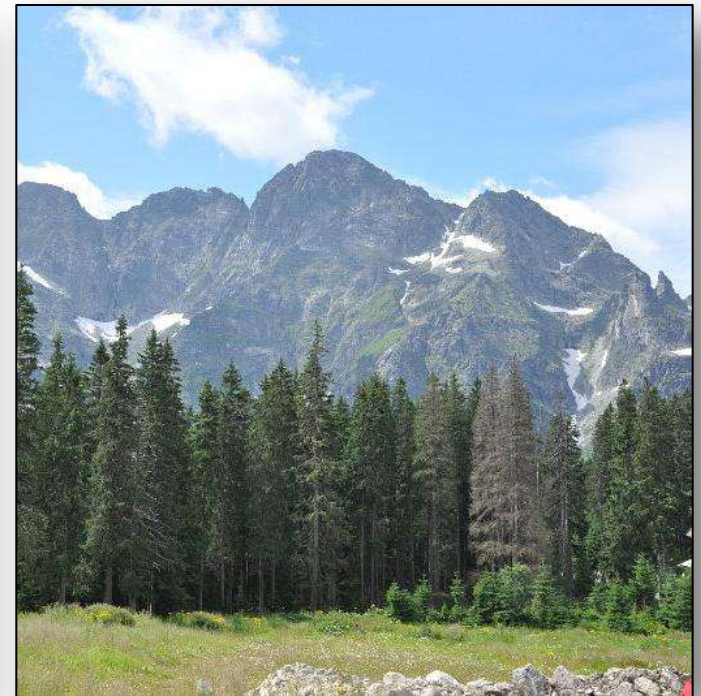
Exemples de formations végétales (suite)

Pessière

Une **pessière** est une plantation ou une forêt naturelle peuplée d'**épicéas** (*Picea spp.*).



Épicéa commun (*Picea abies*)

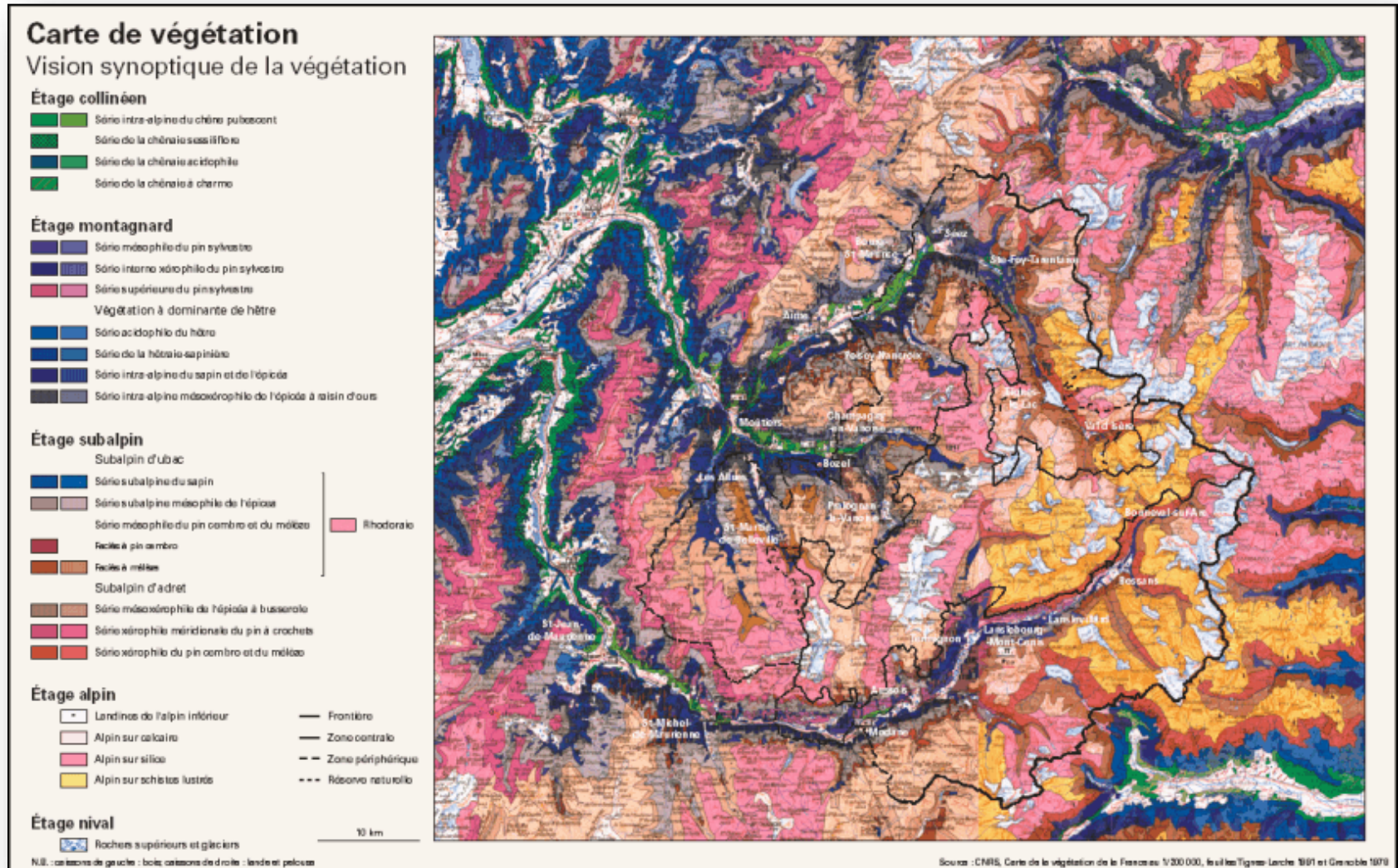


Pessière dans les Alpes

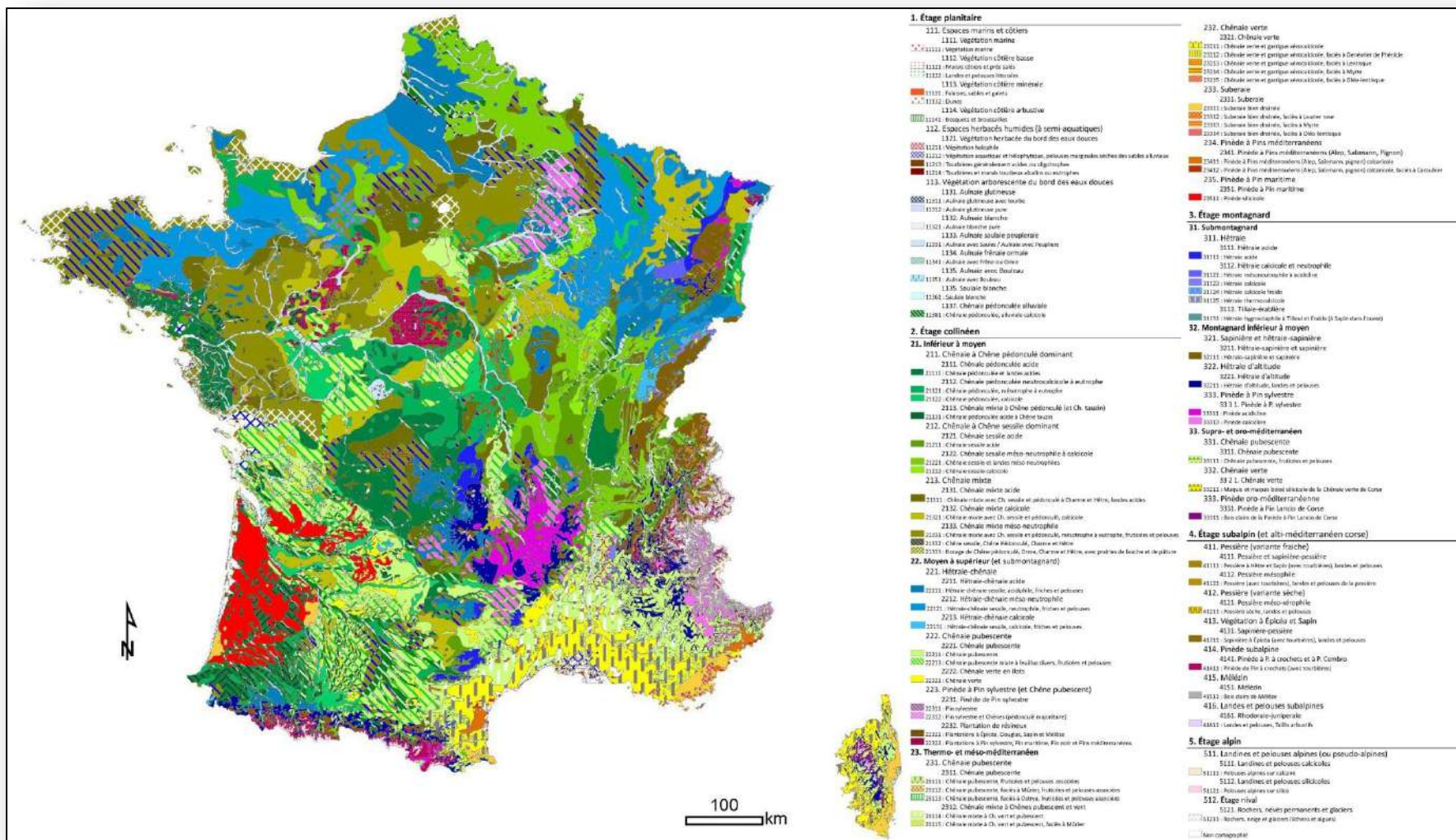


L'outil créé par l'école toulousaine : la carte de végétation

Couverture de la France : 64 feuilles au 1/200 000^{ème} de 1947 à 1991



Carte de la végétation potentielle harmonisée de la France



Carte téléchargeable sur le site de [Téla Botanica](#)

A

La répartition verticale de la végétation = la stratification**Stratification****Distribution ou organisation verticale de la végétation****Deux types de stratification****Stratification
aérienne**On dit aussi stratification **épigée** : « qui se développe au-dessus du sol »**Stratification
souterraine**On dit aussi stratification **hypogée** : « qui se développe sous la terre »**Stratification =
Résultat de 2 compétitions****Stratification aérienne**Compétition entre les organes
érigés pour exploiter l'espace
et bénéficier de la lumière**Stratification souterraine**Compétition entre les organes
entre les organes hypogés pour utiliser
l'eau et les nutriments

Strate

La stratification aboutit à un découpage vertical en plusieurs couches ou niveaux d'une hauteur précise (mais variant d'un auteur à l'autre) que l'on appelle **strate**

En botanique, ensemble des végétaux qui constituent un élément de la structure verticale d'un écosystème



Difficultés pour identifier les strates

Choix des modalités de découpage des strates

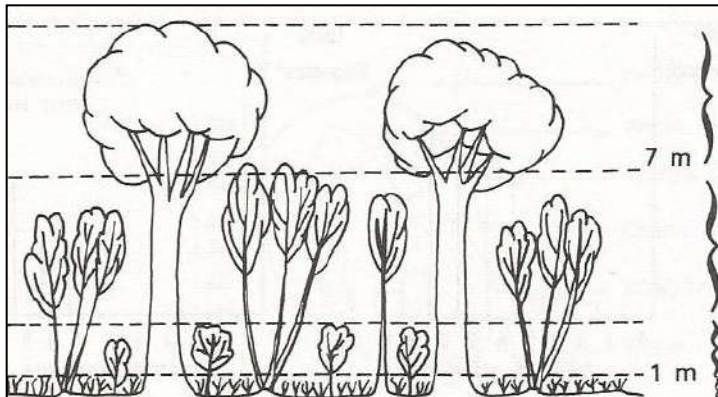
Le nombre de strates

La hauteur relative de chaque strate

Principales strates identifiables en Europe occidentale (milieux terrestres)

- Strate arborescente supérieure
- Strate arborescente inférieure
- Strate arbustive haute
- Strate arbustive basse
- Strate herbacée
- Strate muscinale

A 1
A 2
a 1
a 2
h
m



strate* arborescente (A)

strate* arbustive haute (a1)

strate* arbustive basse (a2)

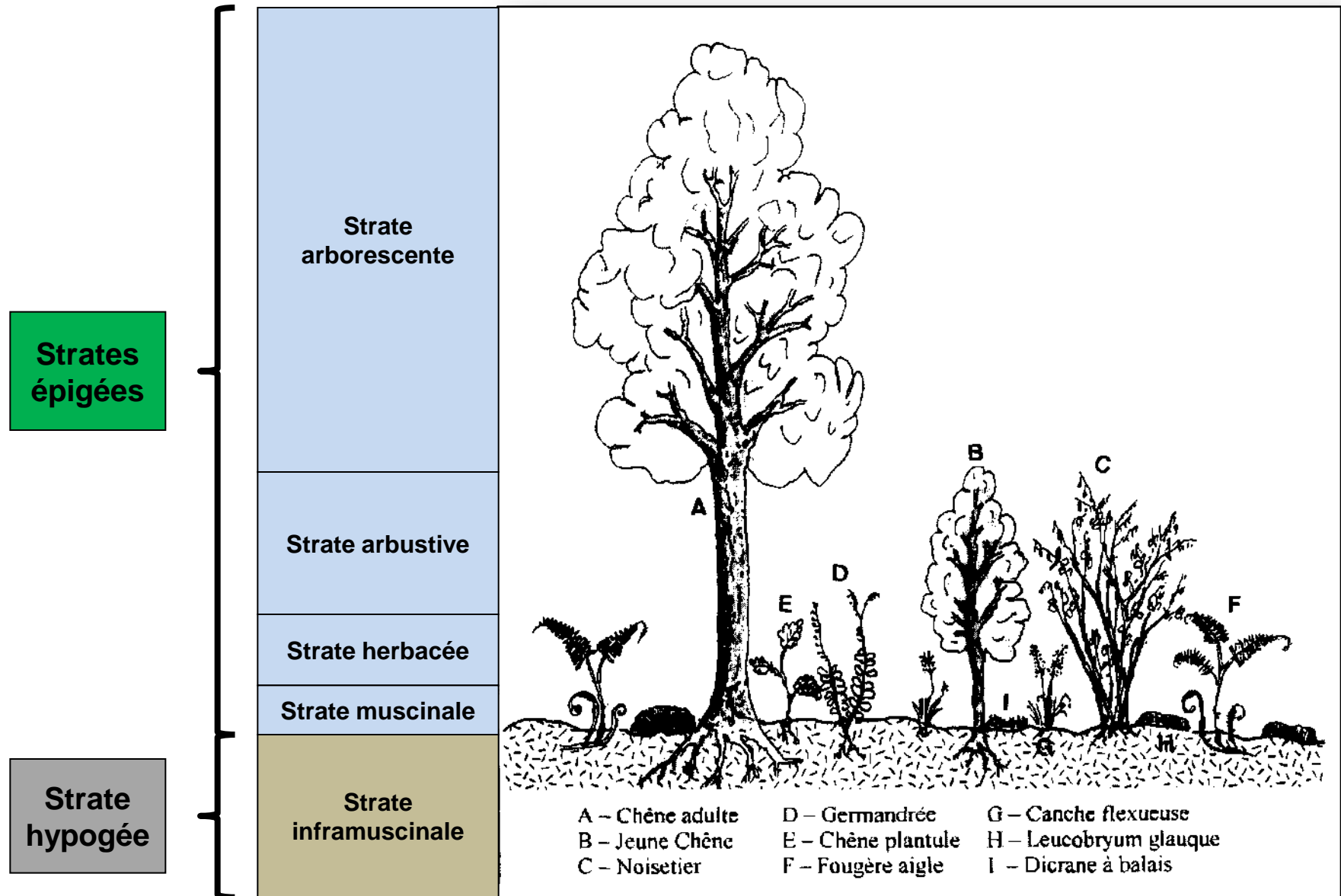
strate* herbacée (h), muscinale (m) et lichénique (l)

Hauteur de la végétation par rapport au sol

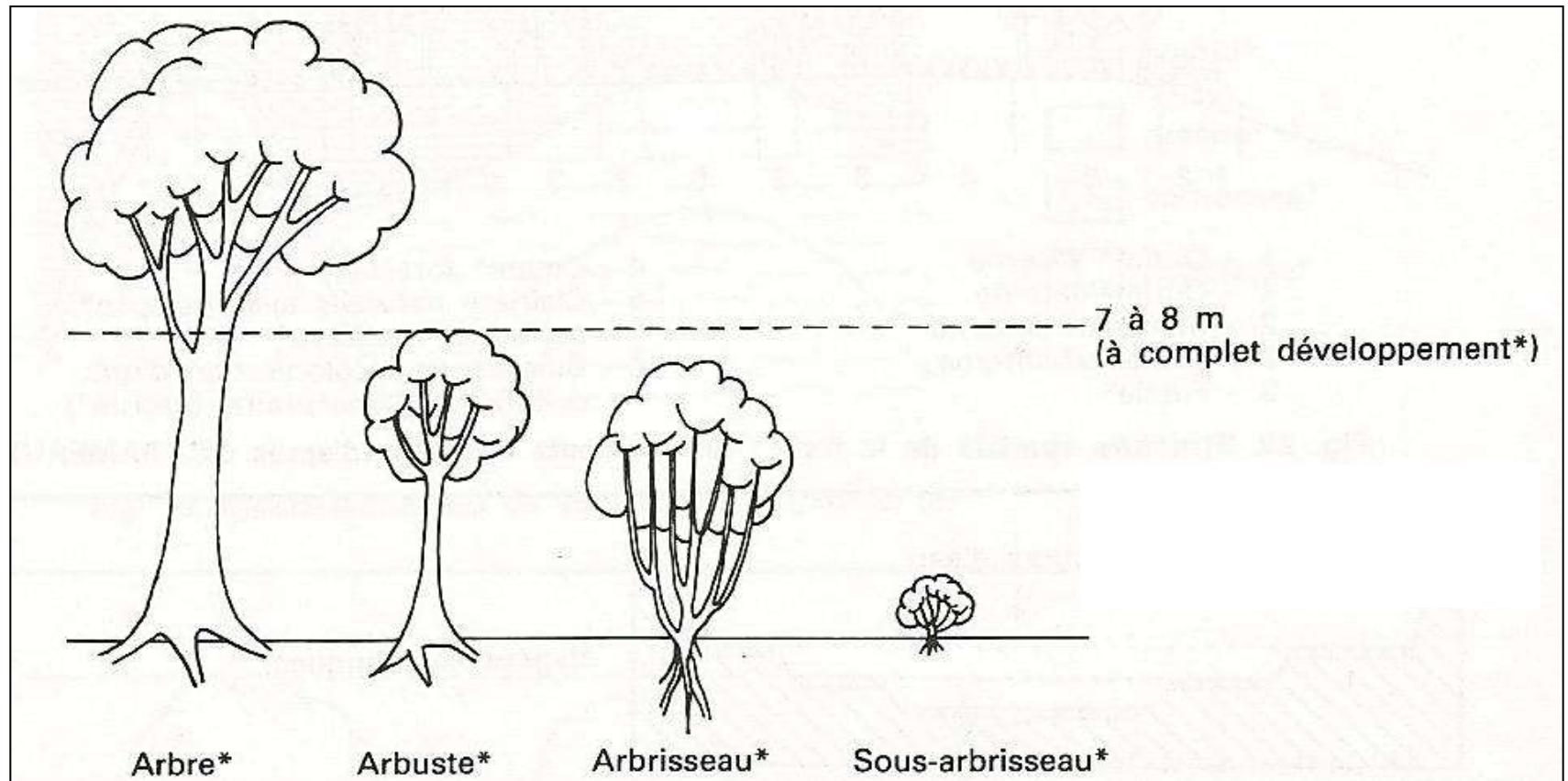
Strates A et a = végétation **ligneuse**

Strates h, m et l = végétation **herbacée**

Représentation schématique de la stratification des végétaux dans un écosystème



Types de végétaux ligneux



Arbre

Végétal ligneux, à tige simple et nue à la base, comprenant par conséquent un **tronc** et une **cime**, et pouvant atteindre + de 7 m de hauteur à l'état adulte.

Cas particuliers

Épiphytes (dont corticoles)

- Épiphytes = plantes non parasites qui se développent sur un support végétal vivant, le plus souvent un arbre.
- Les épiphytes abondent en climat tropical humide (fougères, orchidées, broméliacées (ananas)), ou froid et humide (mousses, lichens).
- Certains épiphytes peuvent être aussi épilithes (ou épilithique, c'est-à-dire rupestre).
- Certains épiphytes ligneux peuvent devenir de véritables arbres en s'enracinant lorsque leur racines-lianes atteignent le sol (ex. : les ficus étrangleurs).
- Selon leurs espèces, les épiphytes sont inféodés à différentes strates de la végétation.

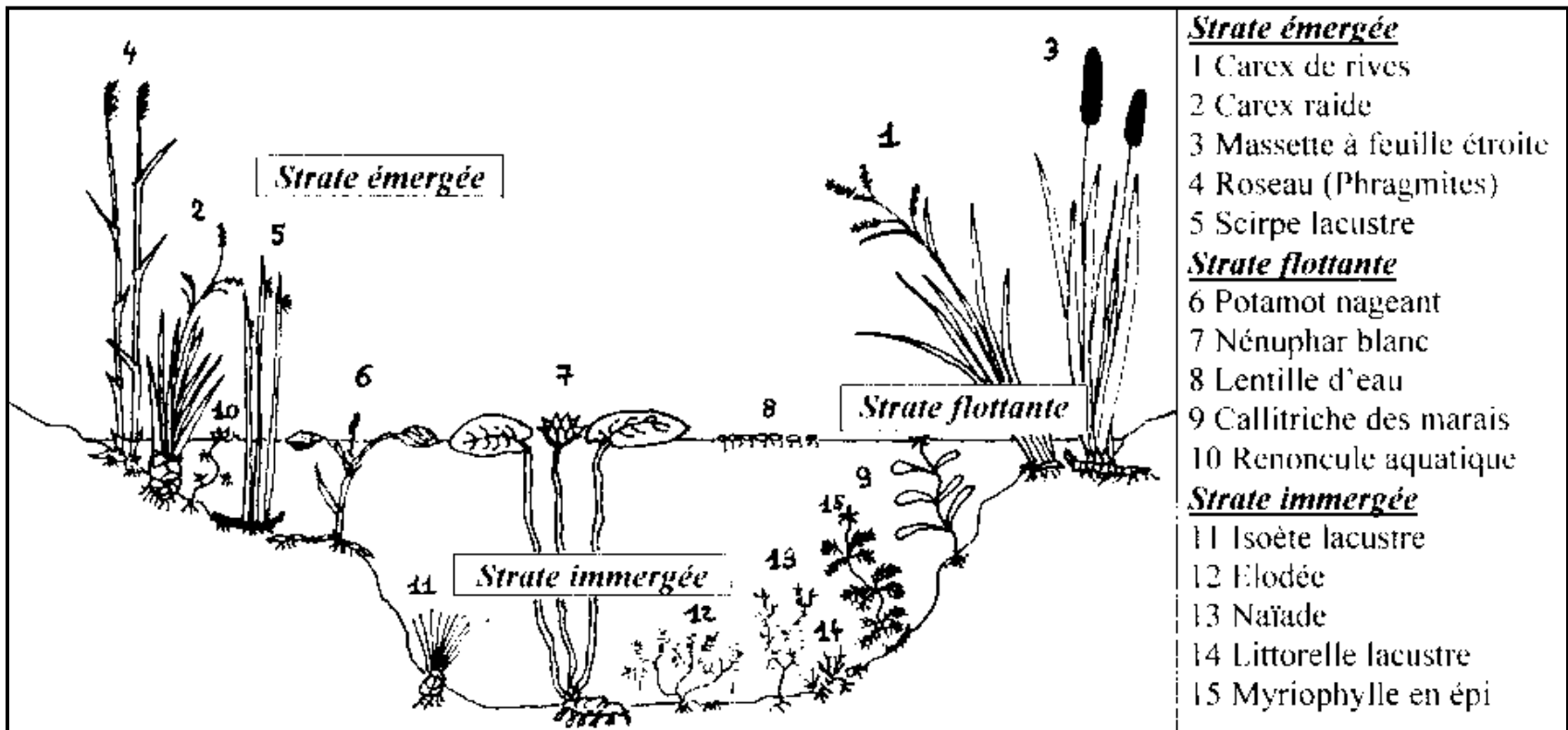


Cas particuliers (suite)

Stratification en milieu aquatique

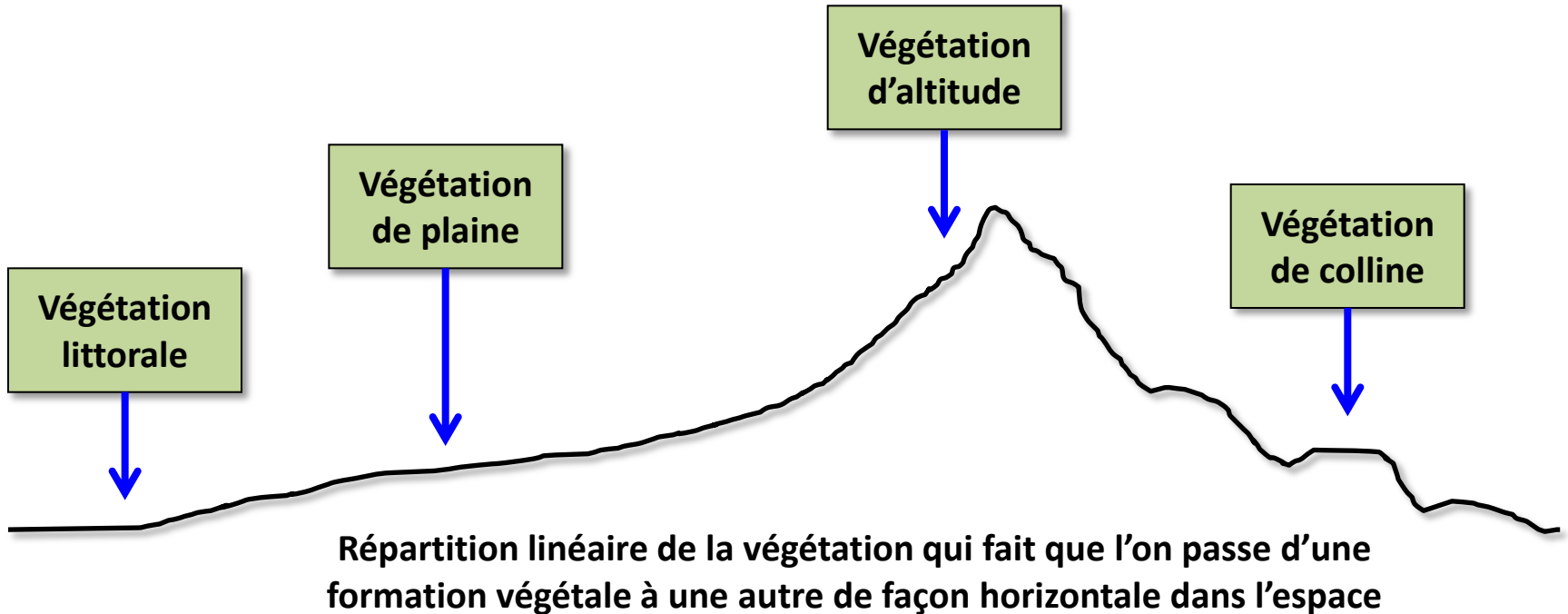
Stratification établie par rapport au niveau de l'eau

Les principales strates de végétation en milieu aquatique



La répartition horizontale de la végétation

Évolution des peuplements végétaux sur un **plan horizontal**



Principaux types de répartition horizontale de la végétation

- L'**étagement** et les **étages de végétation**
- Les **ceintures de végétation**
- Les **transitions** d'une formation à l'autre
- Le **recouvrement** au sol de la végétation (dense, clair, boisé, arboré...)

1

Les étages de la végétation

2 approches

Première approche
phytogéographique



**Étage
bioclimatique**

Ensemble des types de végétation
correspondant à un **sous-climat régional**

Exemples

Étage bioclimatique du climat
méditerranéen tempéré

Étage bioclimatique du climat
méditerranéen subaride

Étages de la **yeusaie**, de la **subéraie**, de
l'**oléolentisque**

Étages du **Pin pignon** (*Pinus pinea*) ou du
Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

Deuxième approche
biogéographique



Étage

Différenciation des couverts végétaux sur un plan
horizontal en fonction de l'**altitude** ou de la **profondeur**

**En
montagne**

Variations **altitudinales** des facteurs
climatiques et **morphopédologiques**

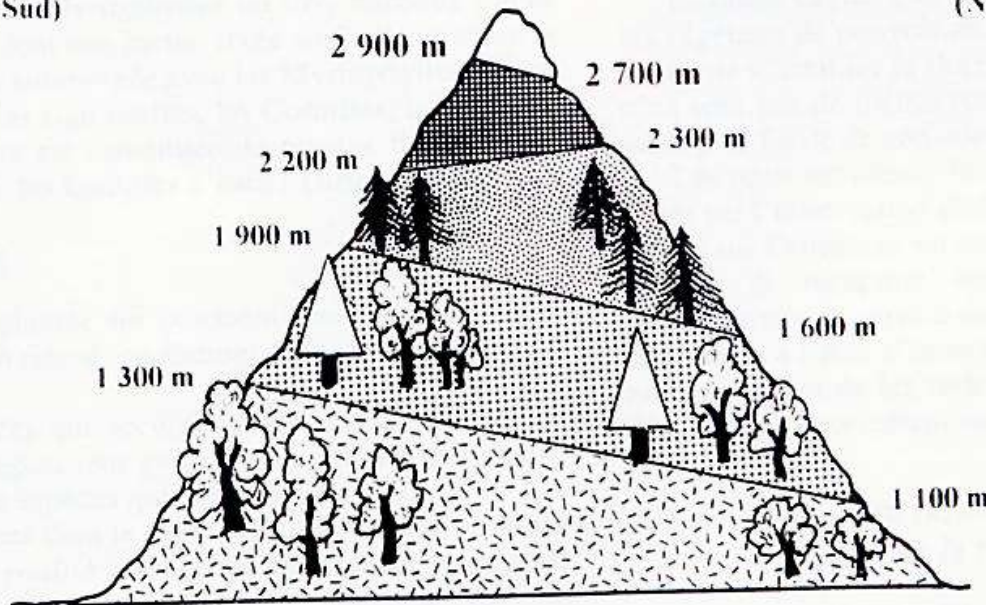
**En milieux
aquatiques**

Variations des conditions
suivant la **profondeur**

Principales séries de végétation correspondant aux étages de la végétation

Adret
(Sud)

Ubac
(Nord)



Étage nival

Étage alpin

Étage subalpin

Séries : Pin à crochet
Pin cembro
Mélèze

Étage montagnard

Séries humides : Épicéa, Hêtre, Sapin
Séries sèches : Pin sylvestre, Pin laricio

Étage collinéen

Séries : Chêne rouvre
Chêne pubescent
Pin maritime

Nomenclature forgée à partir
du **modèle alpin**



Système mixte utilisant des
critères différents



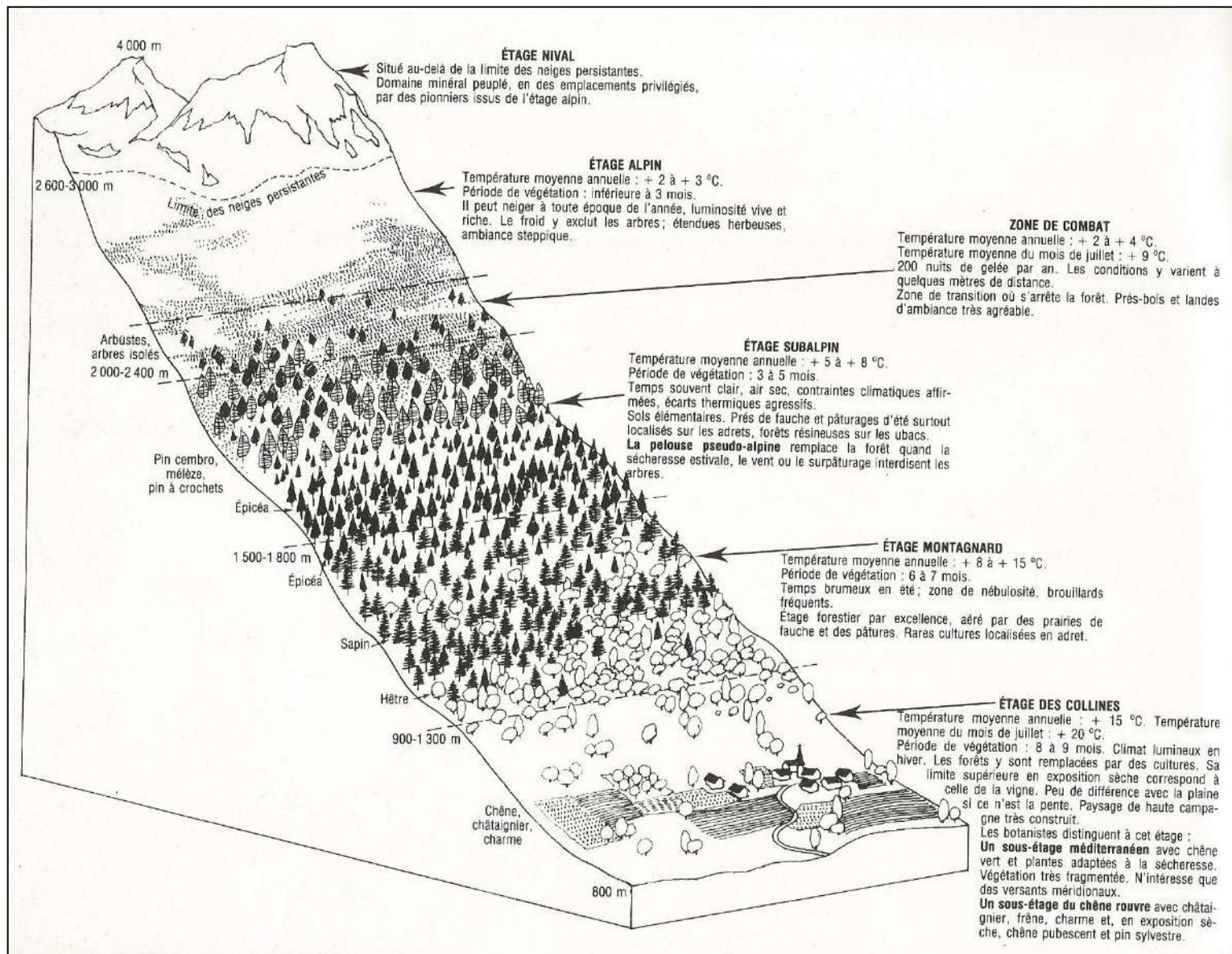
Données topographiques :
étage collinéen, étage
montagnard...

Données floristiques : étage de
la chênaie, étage du hêtre...

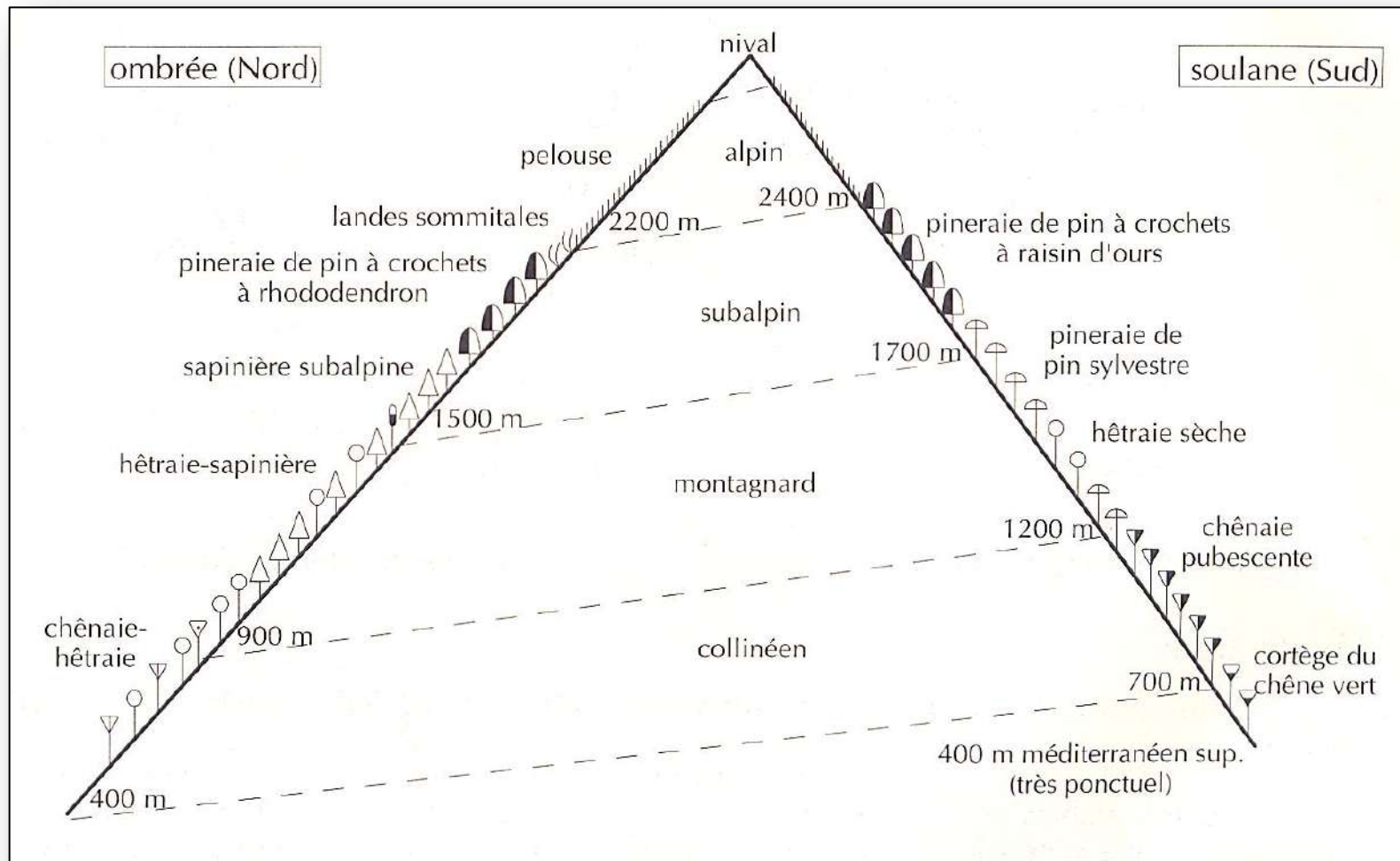
Données physionomiques :
étage forestier, étage des
pelouses...

Données de position : étage
supraforestier, étage basal...

Les principaux étages de la végétation en montagne



Les principaux étages de la végétation dans les Pyrénées centrales



Zonation de quelques Algues et Lichens sur le plateau continental du littoral marin

	Étage	
Niveau supérieur	supralittoral	<i>Xanthoria</i> <i>Caloplaca</i> <i>Verrucaria</i>
Haute mer de vive eau (Forte marée)	Étage littoral	<i>Pelvetia</i> <i>Fucus spiralis</i>
Haute mer de morte eau (faible marée)		<i>Fucus vesiculosus</i>
Mi-marée		<i>Ascophyllum</i> <i>Fucus serratus</i>
Basse mer de morte eau	Étage infralittoral	<i>Bifurcaria</i> <i>Himanthalia laurea</i>
Basse mer de vive eau		<i>Laminaria digitata</i> <i>Sacchorhiza bulbosa</i>
Niveau inférieur		<i>Laminaria hyperborea</i>

Ceinture de
végétation



Auréole de végétation
homogène en physionomie et
en composition

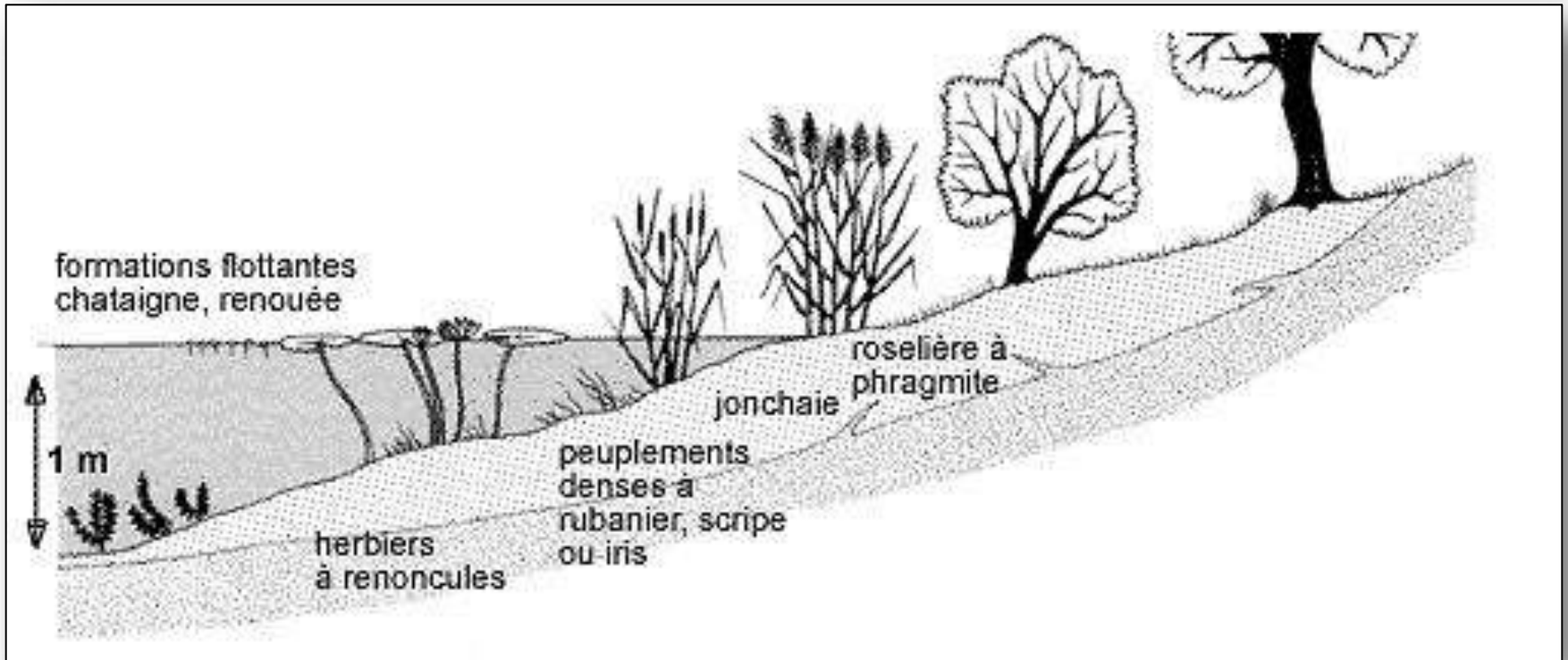
Causes possibles de la
disposition en ceintures

Hydrométrie du sol

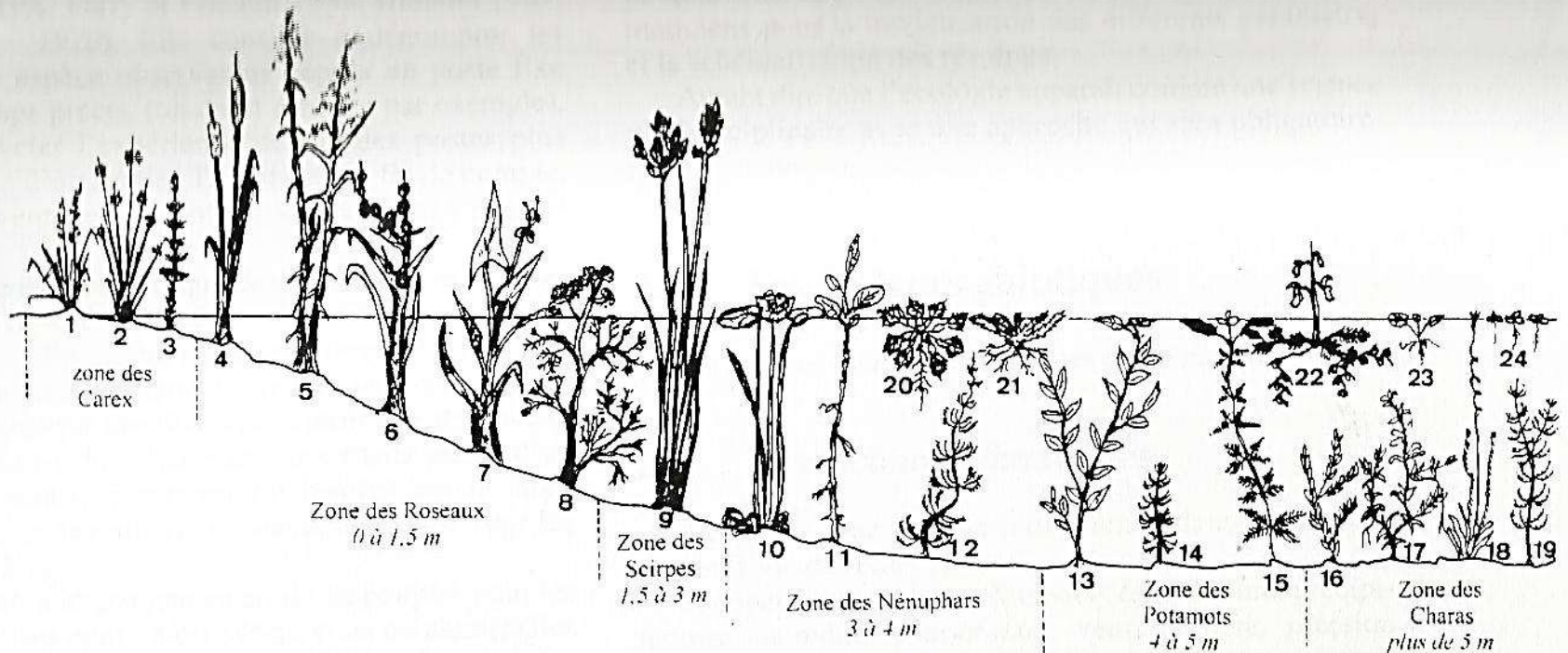
Salinité du sol

Mobilité du sol

Les ceintures de végétation en bordure d'étang en fonction de la teneur en eau du sol



Ceintures de végétation en bordure d'étang de la zone d'eau libre à la berge



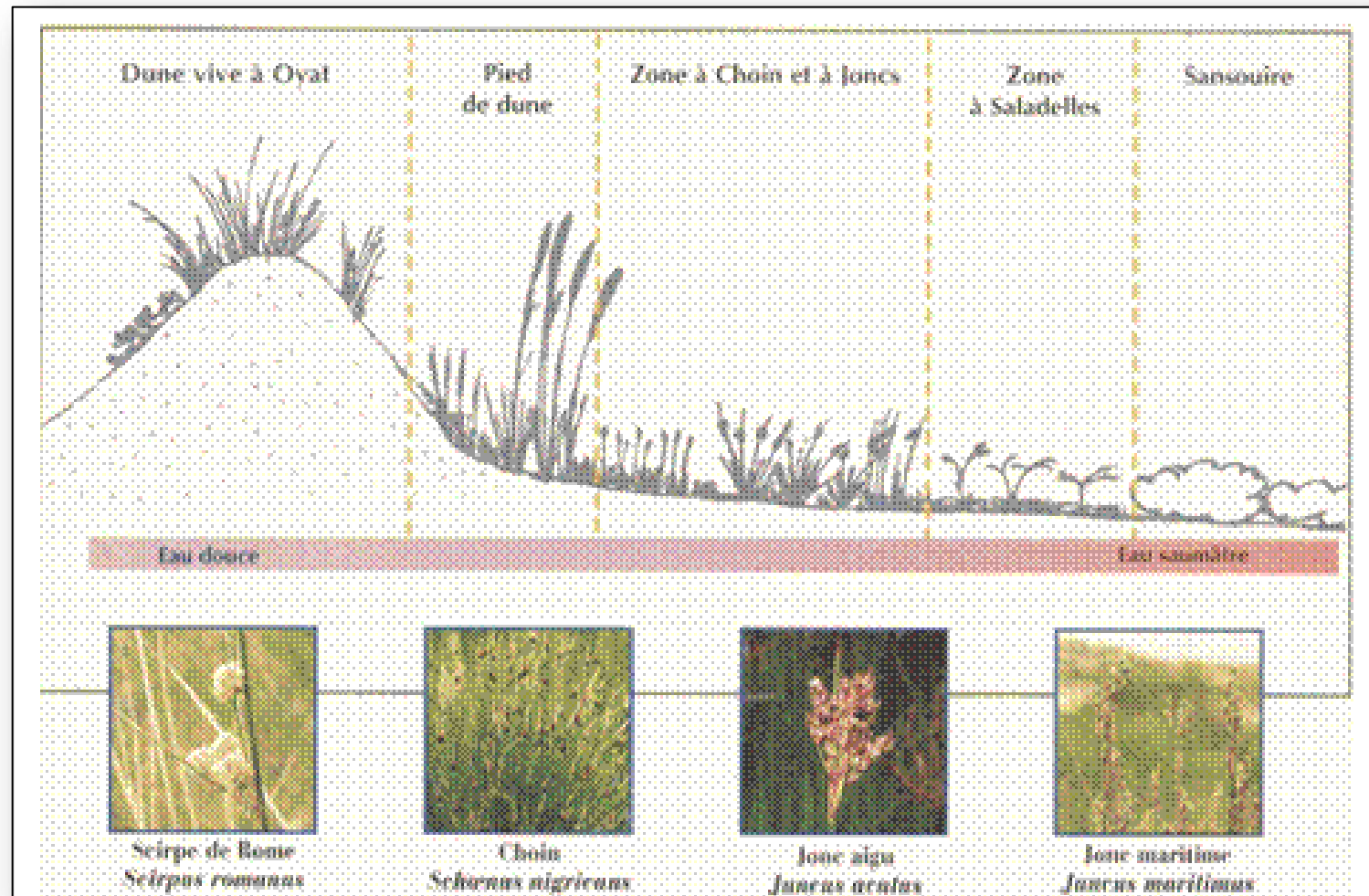
Plantes enracinées

- | | | |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| 1 - Carex | 6 - Rubanier | 11 - Renouée amphibie |
| 2 - Jonc | 7 - Sagittaire | 12 - Cératophylle |
| 3 - Prêle | 8 - Renoncule aquat. | 13 - Potamot |
| 4 - Massette | 9 - Scirpe des lacs | 14 - Hippuris |
| 5 - Roseau | 10 - Nénuphar | 15 - Myriophylle |

Plantes flottantes

- | |
|---------------------|
| 20 - Mâcre |
| 21 - Aloès d'eau |
| 22 - Utriculaire |
| 23 - Hydrocaris |
| 24 - Lentille d'eau |

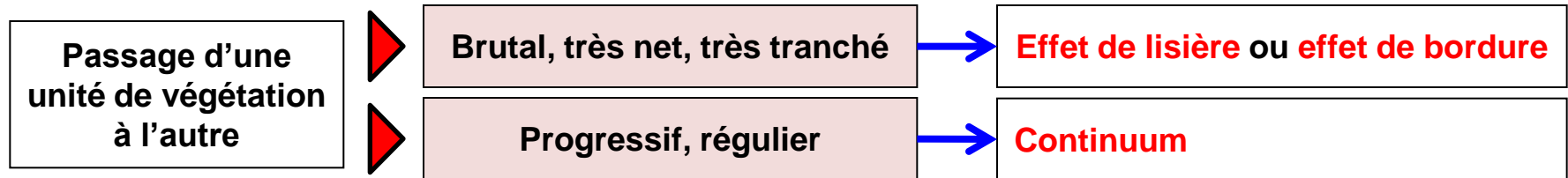
Les ceintures de végétation en milieu dunaire en fonction de la teneur en sel de la nappe



En **avant de la dune**, la végétation est soumise aux **embruns** et à la **mobilité du sable**

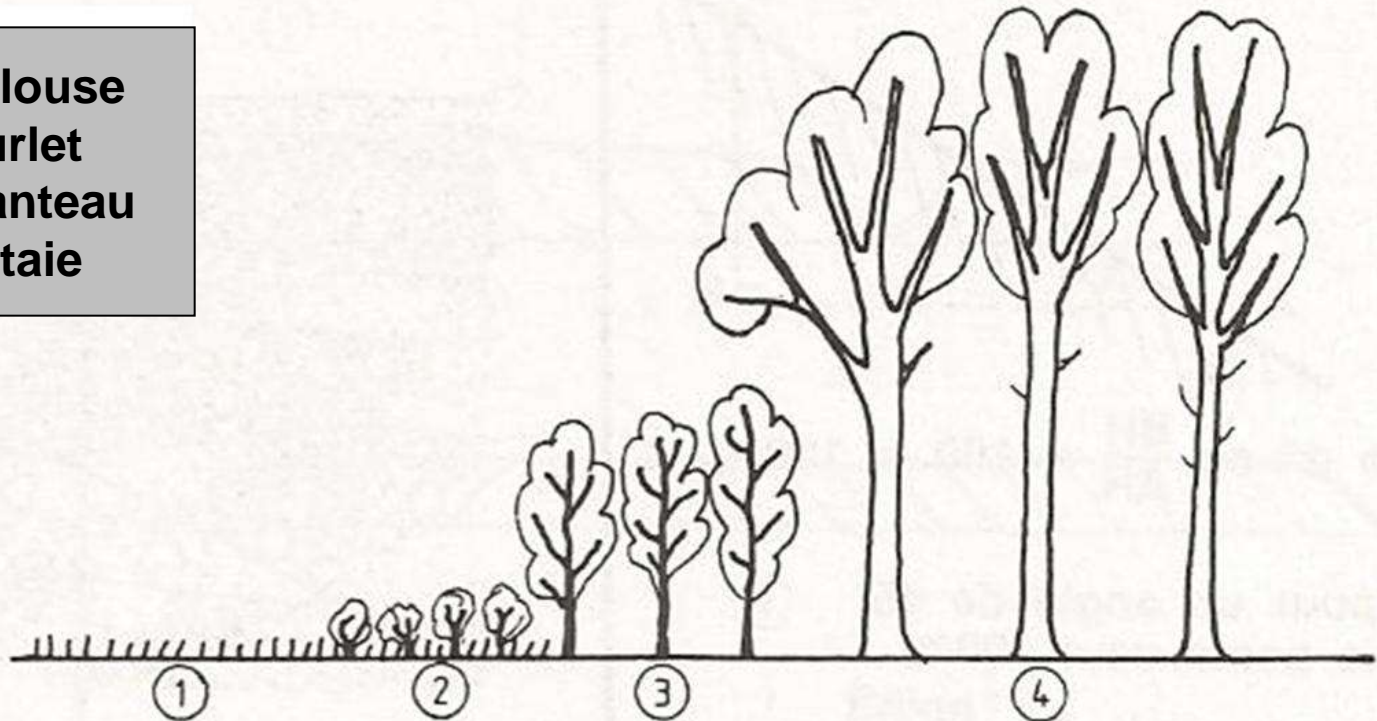
En **arrière de la dune**, la végétation est répartie en bandes parallèles reflétant une variation continue des **concentrations en sel de la nappe**

3 Les transitions d'une formation végétale à l'autre

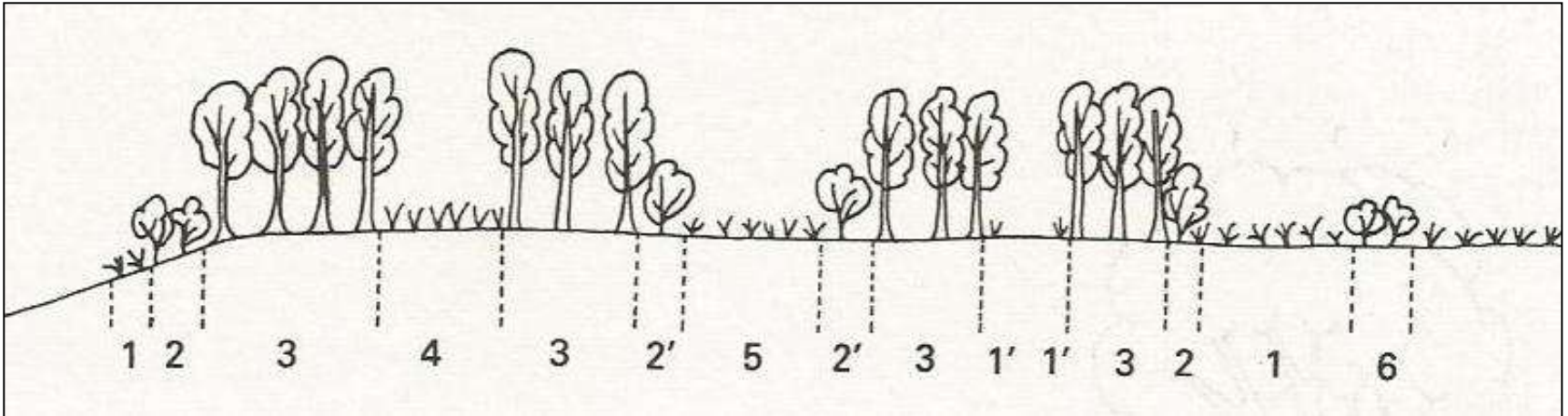


Structure naturelle d'une lisière forestière

- ① Pelouse
- ② Ourlet
- ③ Manteau
- ④ Futaie



Structure spatiale de la forêt : groupements associés au sein d'un transect forestier



- 1** – Ourlet externe
- 1'** – Ourlet interne
- 2** – Manteau externe
- 2'** – Manteau interne
- 3** – Futaie

- 4** – Coupe forestière
- 5** – Clairière naturelle avec pelouse, ourlet et manteau
- 6** – Buisson de recolonisation d'une culture ou d'une prairie (accrue = terrain gagné spontanément par la forêt par suite de l'abandon de son utilisation précédente)

Les principaux types d'agencement des formations végétales

Formation homogène

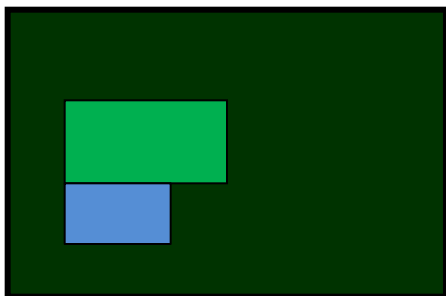


 Prairie humide atlantique

Code CORINE = 37.21


Taux de recouvrement = 100%

Formation en mosaïque



 Prairie humide atlantique

 Typhaie

 Étang eutrophe

Code CORINE = 37.21

TR = 88%

Code CORINE = 53.13

TR = 8%

Code CORINE = 22.13

TR = 4%

Formations en complexe



 Communauté à grandes Laîches

 Peupleraie

Code CORINE = 53.2

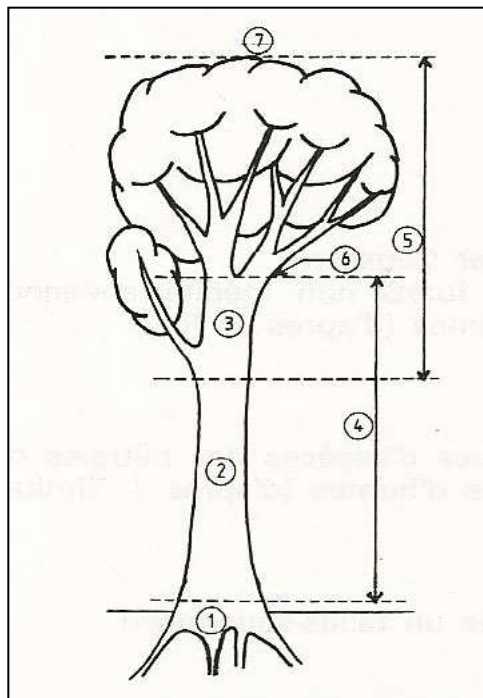
TR = 100%

Code CORINE = 88.321

TR = 60%

4 Le recouvrement de la végétation au sol

Différentes parties d'un arbre

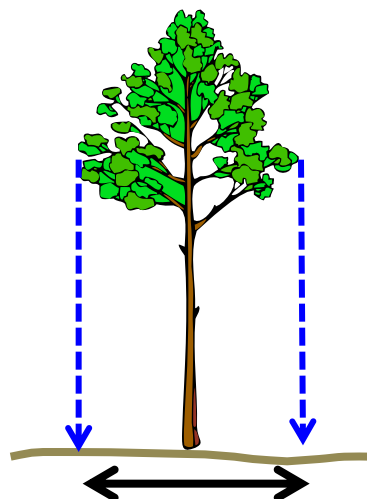


- ① Souche
- ② Bille de pied
- ③ Surbille
- ④ Fût
- ⑤ Houppier
- ⑥ Couronne
- ⑦ Cime



Etat boisé

Caractère d'un terrain sur lequel les **essences forestières (arbres)** et dans une moindre mesure les **arbustes**, couvrent **au moins 10 %** de la surface.

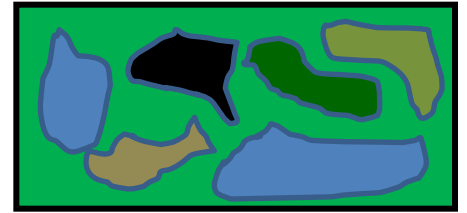


Arboré

Se dit d'une formation végétale comportant des arbres épars (ex. : recouvrement $< 10 \%$).

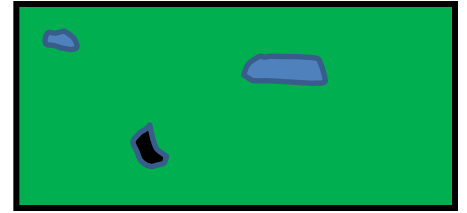
Ouvert(e)

Se dit d'une phytocénose ne recouvrant **pas plus de 50%** du terrain lors de la saison de végétation.
La végétation laisse donc apparaître des **plages de sol nu**.
Ne pas confondre avec « **clair** ».



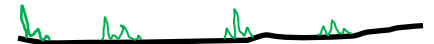
Fermé(e)

Se dit d'une formation végétale ou d'une strate de végétation dont le **taux de recouvrement** est **proche de 100%**.
Ne pas confondre avec « **dense** ».



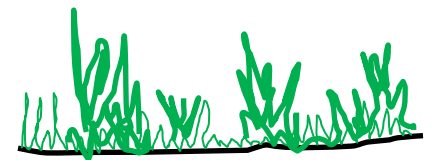
Clair(e)

Se dit d'un couvert végétal (phytocénose, strate de végétation, feuillage...) dans lequel le **nombre d'individus** par unité de surface est **très faible**.
Se dit également d'un peuplement végétal laissant de **larges espaces où la lumière peut passer**.
Ne pas confondre avec « **ouvert** ».



Dense

Se dit d'un couvert végétal (phytocénose, strate de végétation, feuillage...) dans lequel le **nombre d'individus** par unité de surface est **élevé**.
Se dit également d'un peuplement végétal dont le foisonnement laisse **peu de place au passage de la lumière**.
Ne pas confondre avec « **fermé** ».





Les groupes écologiques

Groupe écologique

Ensemble d'espèces dont la présence simultanée dans la végétation est liée à un ou plusieurs caractères mésologiques correspondant aux besoins autécologiques de chacune d'entre elles

Principaux groupes écologiques

Par rapport à la
lumière

Héliophiles

Photophiles

Sciaphiles

Par rapport à la
température

Thermophiles

Cryophiles

Par rapport au
milieu de vie

- Végétaux « **terrestres** »
- Végétaux « **amphibies** » (vivant dans la vase = **hélophytes**)
- Végétaux **aquatiques** (**hydrophytes**)
- Végétaux « **aériens** » (**épiphytes**)

Par rapport à
**l'alimentation
carbonée**

- Végétaux **autotrophes** (chlorophylliens)
- Végétaux **parasites** et **hémiparasites**
- Végétaux **saprophytes**
- Végétaux **symbiotiques**

Principaux groupes écologiques en lien avec les facteurs édaphiques

Par rapport à la
teneur en eau
du sol

- **Xérophile** = très sec en permanence
- **Mésoxérophile** = sec, notamment l'été
- **Mésophile** = bien drainé (ex. pentes) ou drainage moyen
- **Mésohygrocline** = frais
- **Hygrocline** = assez humide
- **Mésohygrophile** = humide en permanence
- **Hygrophile** = inondé en permanence

Humidité

-



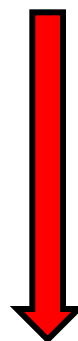
+

Par rapport à la
teneur en
éléments
nutritifs du sol

1. Calcaricoles = mull carbonaté (parfois moder ou dysmoder calcique)
2. Calcicoles = mull calcique
3. Neutrocalcicoles = mull eutrophe à mull calcique
4. Neutrophiles = mull eutrophe
5. Mésoneutrophiles = mull eutrophe à mull mésotrophe pas désaturé
6. Neutroacidiclins = mull mésotrophe
7. Acidiclins = mull oligotrophe (mull acide)
8. Mésoacidiphiles = mull dystrophe
9. Faiblement acidiphiles = mull – moder
10. Acidiphiles = moder
11. Très acidiphiles = dysmoder
12. Hyperacidiphiles = mor

Acidité

-



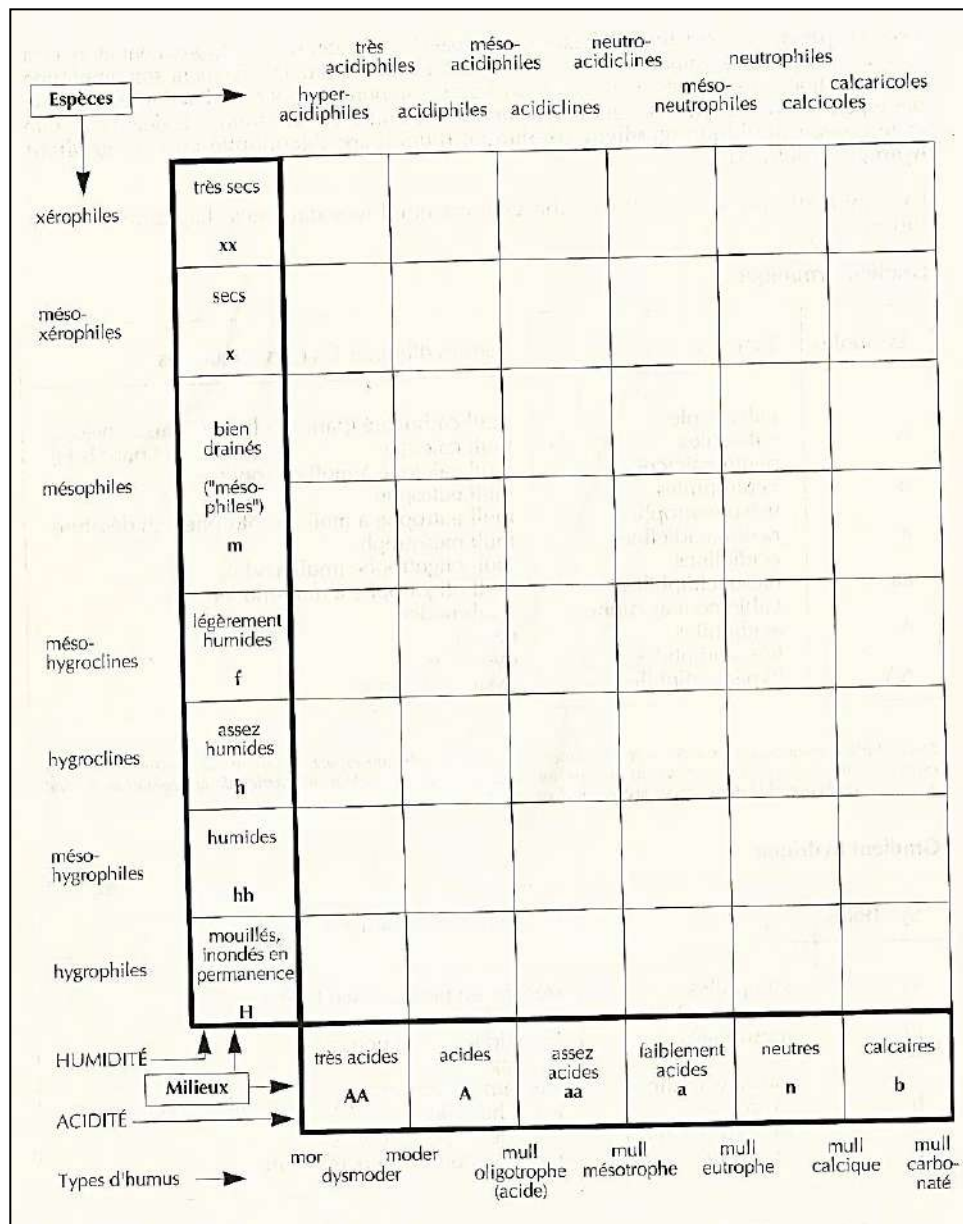
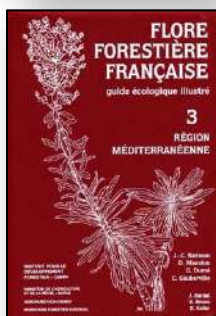
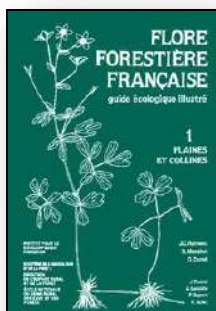
+

Degré d'acidité du sol
Niveau trophique

Type d'humus
optimal

Diagramme combinant les gradients trophique et hydrique de répartition des espèces

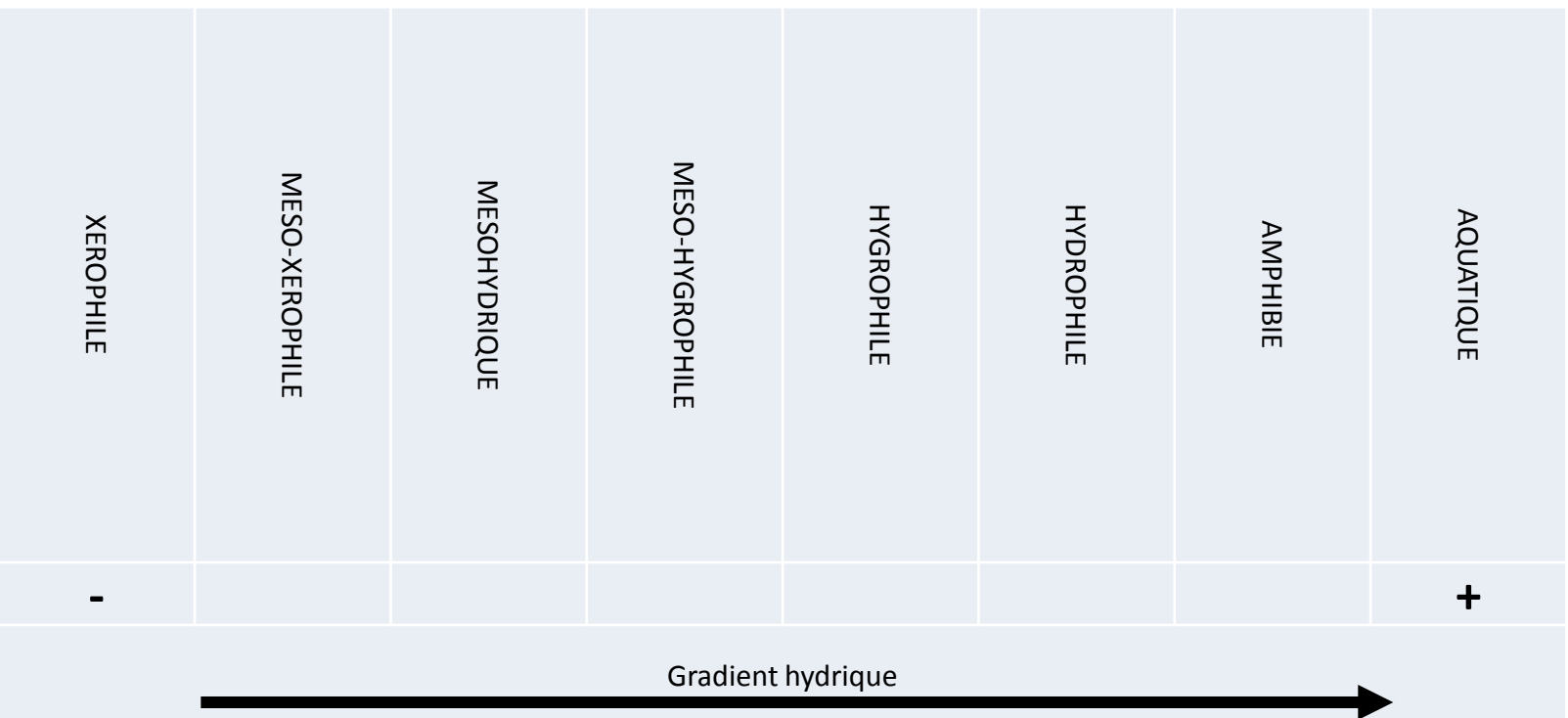
Extrait de la flore forestière française



NOMENCLATURE RELATIVE SELON DIFFERENTS GRADIENTS ECOLOGIQUES (adjectifs descriptifs appliqués à la végétation)

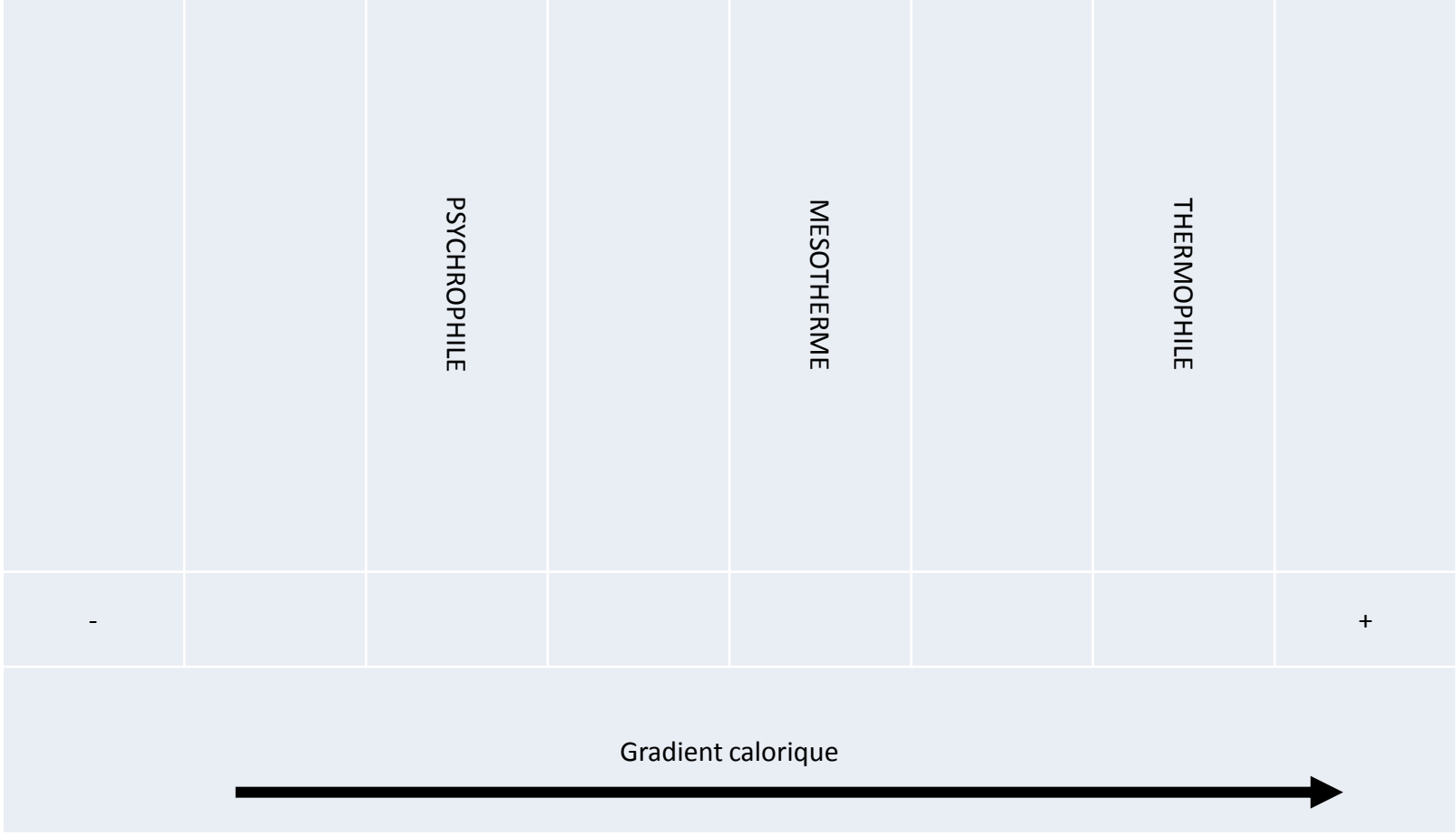
HYPEREUTROPHILE	+
POLYTROPHILE	
EUTROPHILE	
MESO-EUTROPHILE	
MESOTROPHILE	
MESO-OLIGOTROPHILE	
OLIGOTROPHILE	
HYPEROLIGOTROPHILE	-

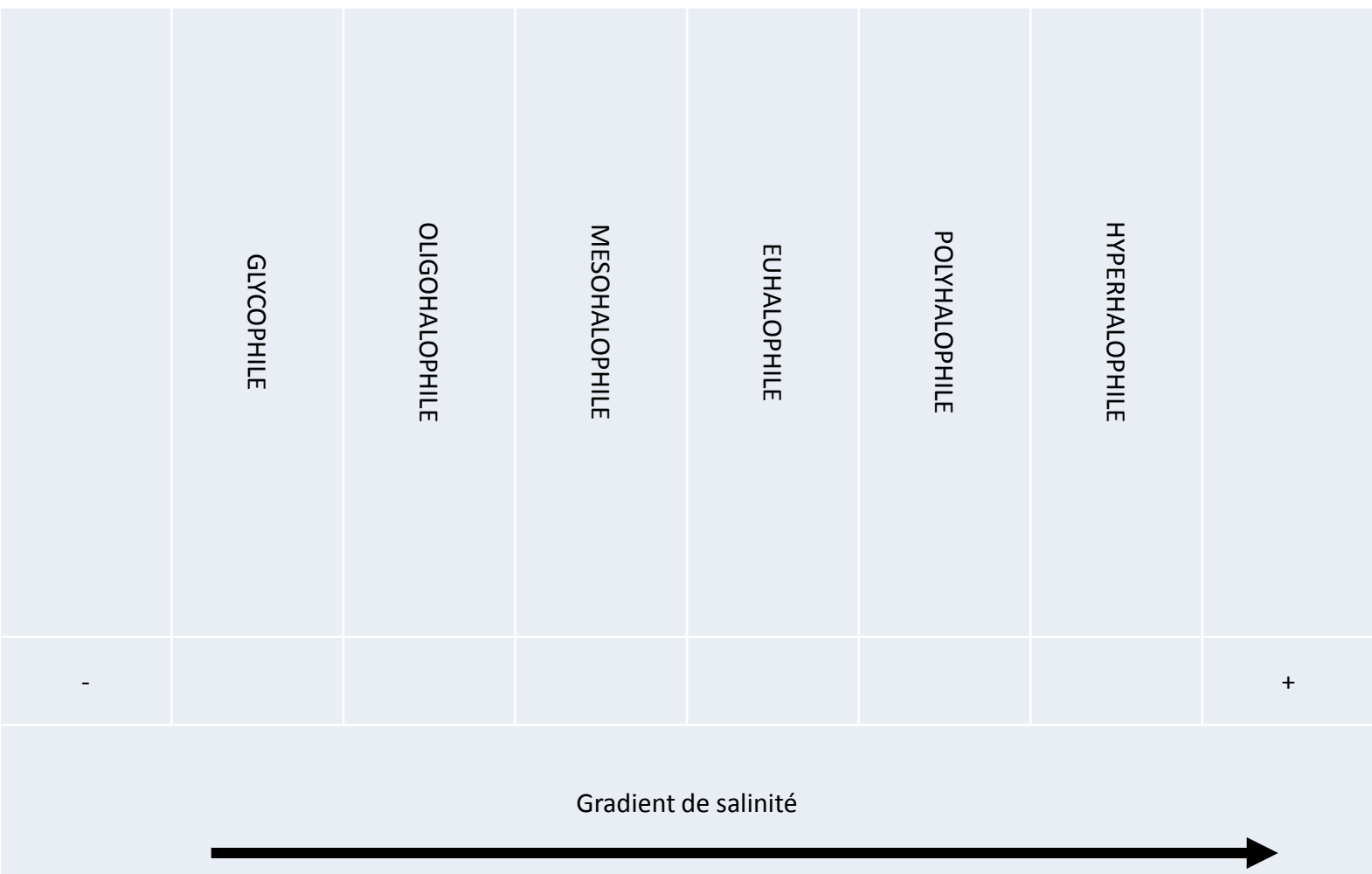
Gradient trophique →

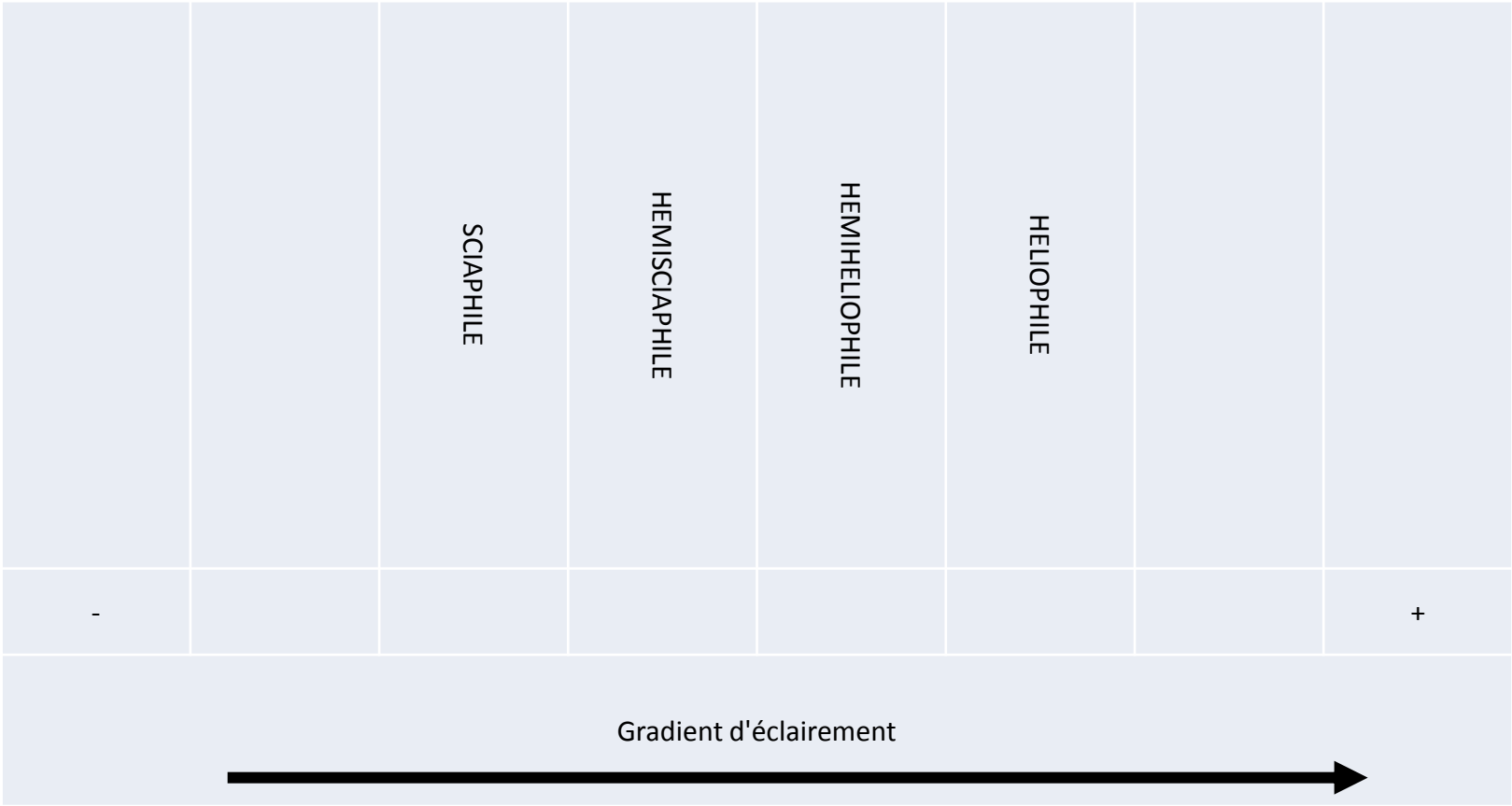




Remarque : pour les pH écologiques, le basculement s'effectue à pH=5,5







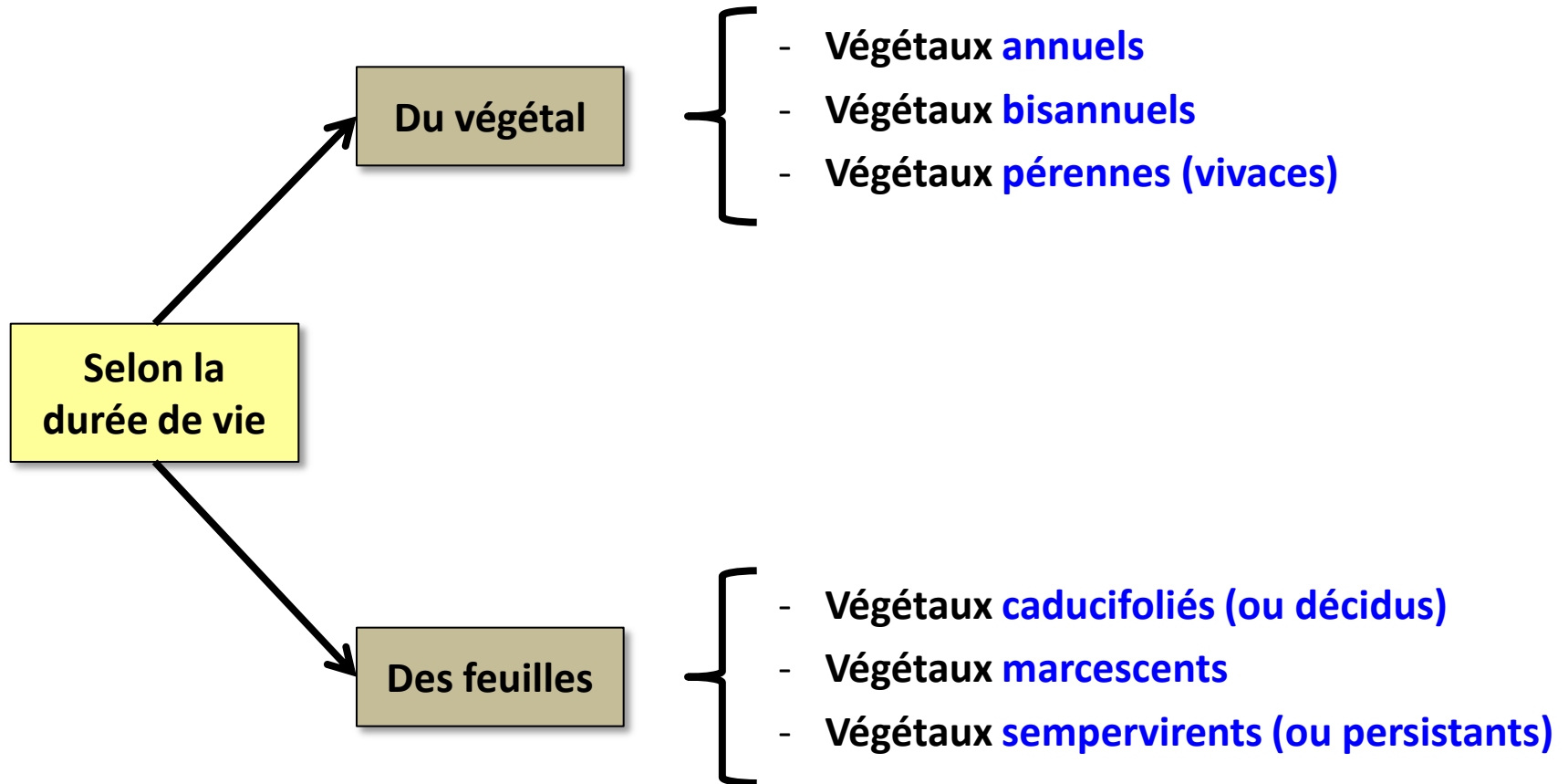


Les types ou formes biologiques

Notion de forme
biologique



Type d'organisation morphologique et biologique d'un végétal, en relation avec sa durée de vie et la manière dont il passe l'hiver.

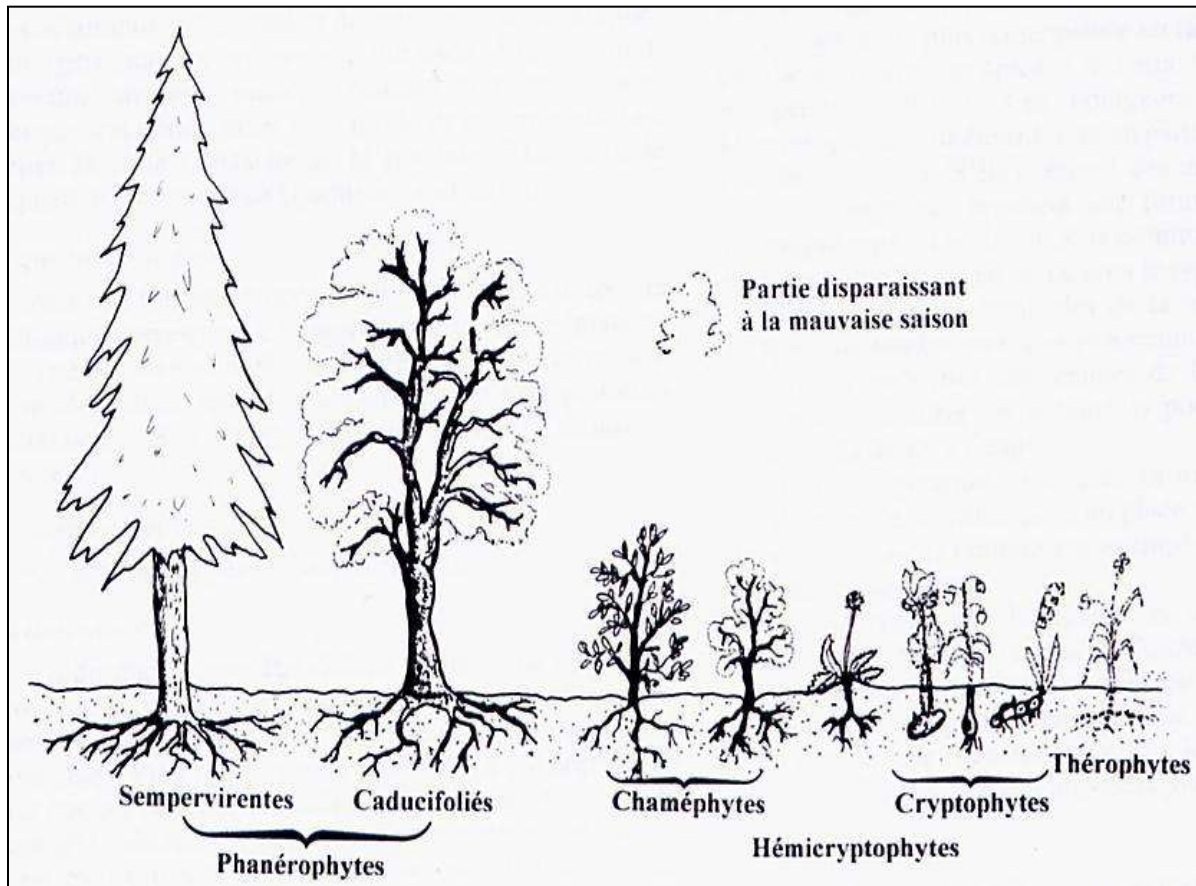


Selon la manière
dont les plantes
passent la
« mauvaise » saison

Classification de Raunkiaer



Christen Christiansen
Raunkiaer (1860–1938)



Système de classification
des végétaux

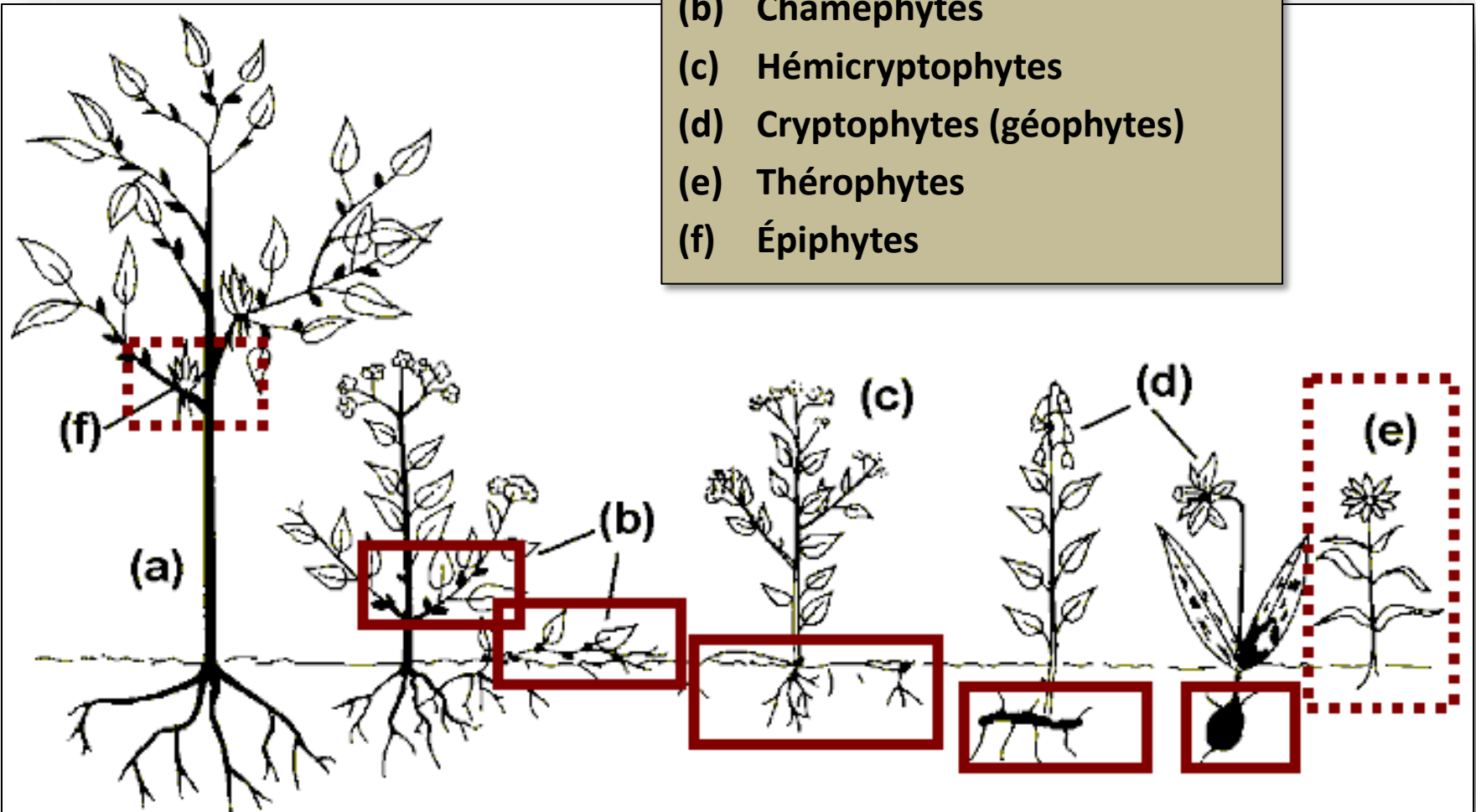
Hauteur, par rapport à la
surface du sol, des
bourgeons de
renouvellement
permettant à la plante
de passer la saison
défavorable
(hiver ou saison sèche)

Principales formes biologiques issues de la classification de Raunkiaer

Type biologique	Caractères	Exemples
Phanérophytes <i>De phaneros = visible</i>	Les bourgeons sont exposés au froid. Ce sont les arbres, arbustes et grands arbrisseaux.	Hêtre, chêne, rhododendrons de l'étage subalpin
Chaméphytes <i>De khamai = à terre</i>	Les bourgeons sont situés à environ 20-30 cm du sol (donc sous la neige en hiver). Ce sont les arbrisseaux, sous-arbrisseaux, herbacées rampantes, végétaux en coussinet ou en boule.	Callune et bruyères
Hémicryptophytes <i>De hémi et cryptos = à moitié caché</i>	Herbacées dont les bourgeons sont protégés à la mauvaise saison par une rosette verte de feuilles ou une touffe sèche au ras du sol. Pour certains, souches cespiteuses (en touffes compactes).	Anémones, pissenlits, plantains, luzules, fétuques
Cryptophytes <i>De cryptos = caché</i>	Géophytes Bourgeons dans le sol. Selon la nature de la partie souterraine, on distingue les géophytes à bulbes, à tubercule ou à rhizome. Les méristèmes (cellules de régénération des tissus) sont cachés et la partie aérienne disparaît après fructification. Hélophytes Bourgeons dans la vase. Hydrophytes Bourgeons dans la vase.	Bulbe = jonquilles, crocus Rhizome = muguet, fougère aigle Tubercule = orchidées Phragmites Nénuphar
Thérophytes <i>De théros = saison</i>	Plantes annuelles qui meurent après fructification. La continuité des générations est assurée par des graines ou des spores. Forte césure biogéographique d'une phase « invisible ».	Poacées cultivées (blé, orge, avoine, maïs...)

Principales formes biologiques issues de la classification de Raunkiaer (suite)

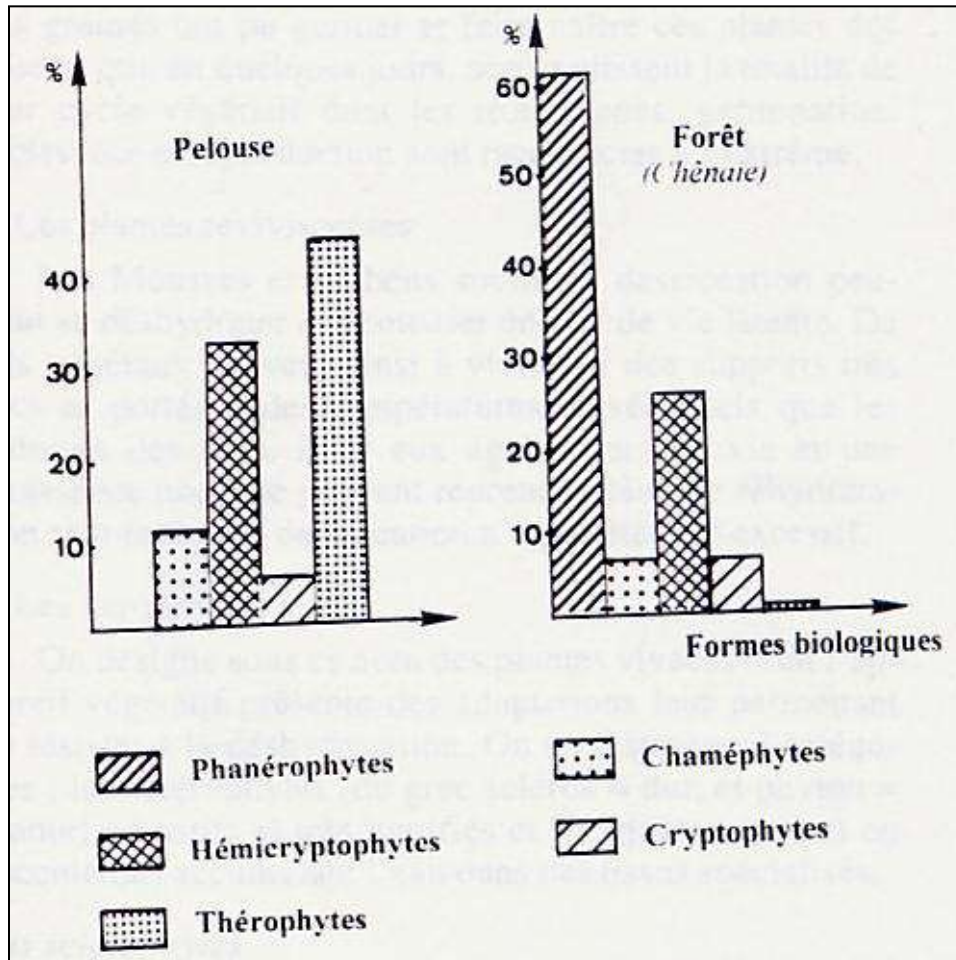
- (a) Phanérophytes
- (b) Chaméphytes
- (c) Hémicryptophytes
- (d) Cryptophytes (géophytes)
- (e) Thérophytes
- (f) Épiphytes



Notion de spectre biologique



Répartition en pourcentages (%), selon leurs types biologiques, des espèces présentes dans une formation ou un groupement végétal ou sur un territoire donné.



- La structure de la flore d'une station peut être caractérisée par son spectre biologique.
- Il indique le taux de chacun des types biologiques définis par Raunkiaer dans la flore stationnelle.
- Un groupement réunissant plusieurs stations peut être caractérisé par un spectre biologique moyen.

Deuxième partie

L'approche phytosociologique

Généralités sur l'approche phytosociologique

Phytosociologie

Étude descriptive et causale des groupements végétaux selon un système de classification hiérarchique, basé sur l'association végétale comme unité de base.

Toute étude phytosociologique repose sur la confrontation de relevés floristiques effectués dans un territoire donné et leur catégorisation en associations végétales.



Josias Braun-Blanquet
(1884–1980)

Il existe plusieurs écoles de phytosociologie, la plus importante étant l'école Zuricho-montpelliéraine ou sigmatiste.

Elle a pris un essor particulier sous l'impulsion de Braun-Blanquet (botaniste suisse).

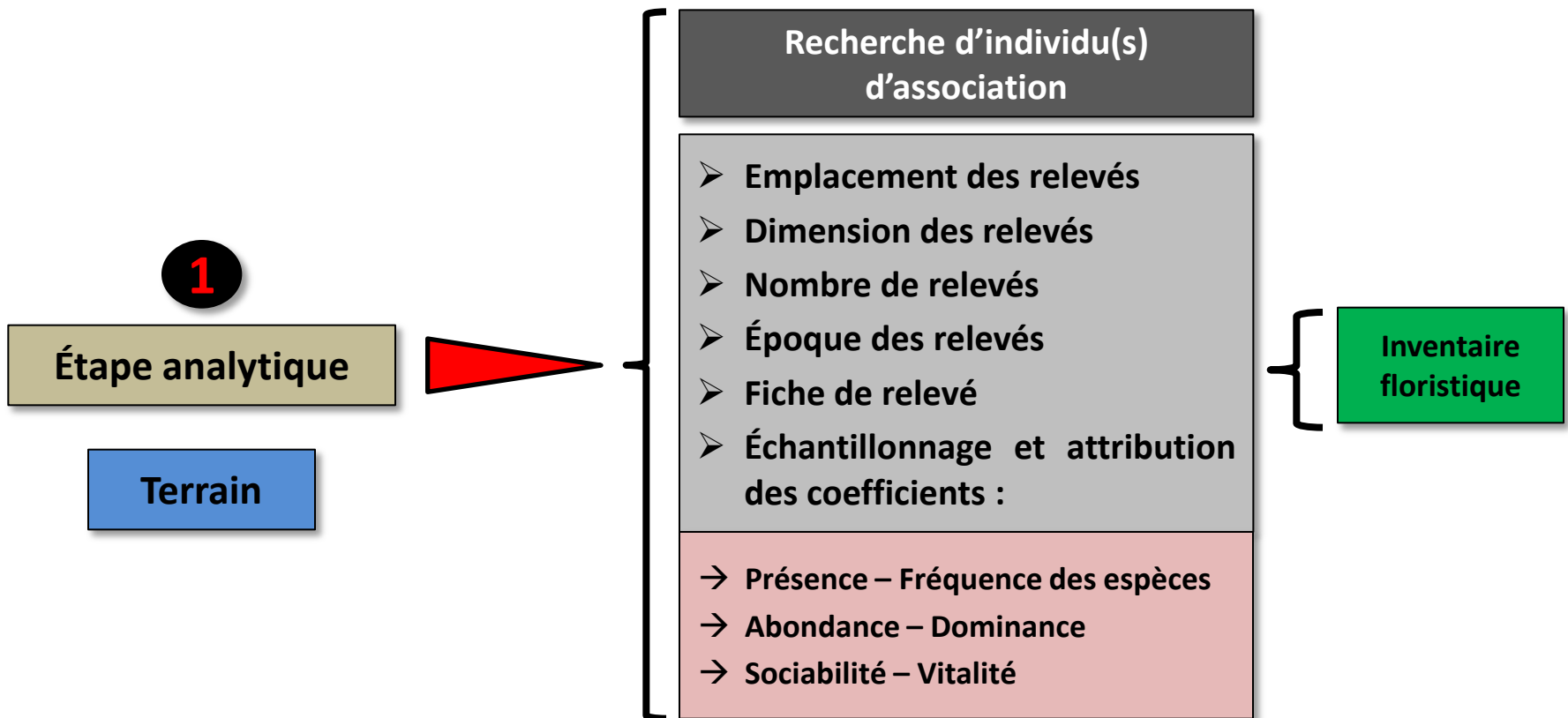
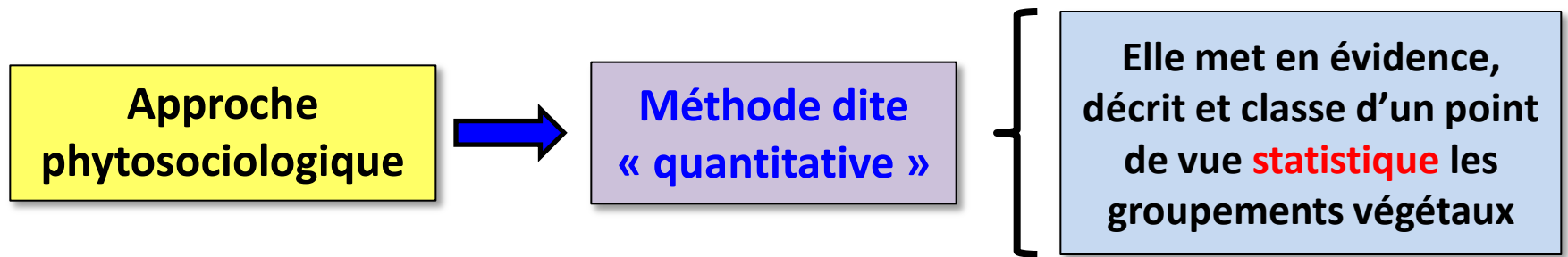
SIGMA = Station internationale de géobotanique méditerranéenne et alpine

Approche phytosociologique de la végétation

Étude des associations végétales

Notion qui repose sur l'idée que les espèces végétales ne se regroupent pas au hasard, mais en fonction d'affinités en rapport avec les conditions du milieu

- **Permet d'identifier les habitats naturels**
- **Permet le suivi de la dynamique de la végétation**



2

Étape synthétique

Bureau



Analyse statistique des relevés et identification des associations végétales

- Elaboration d'un tableau brut des données
- Tri des relevés (méthode manuelle ou informatique)
- Identification des associations végétales

Associations végétales

Alliances et sous-alliances

Choix méthodologique : le transect ou le quadrat

Inventaire floristique

Liste + ou - exhaustive des espèces végétales (flore) présentes dans un milieu

- Contribue à mieux connaître le patrimoine naturel et la biodiversité du site.
- Il est généralement effectué à des moments particuliers et selon des méthodes et techniques précises (protocoles) en fonction des entités concernées.

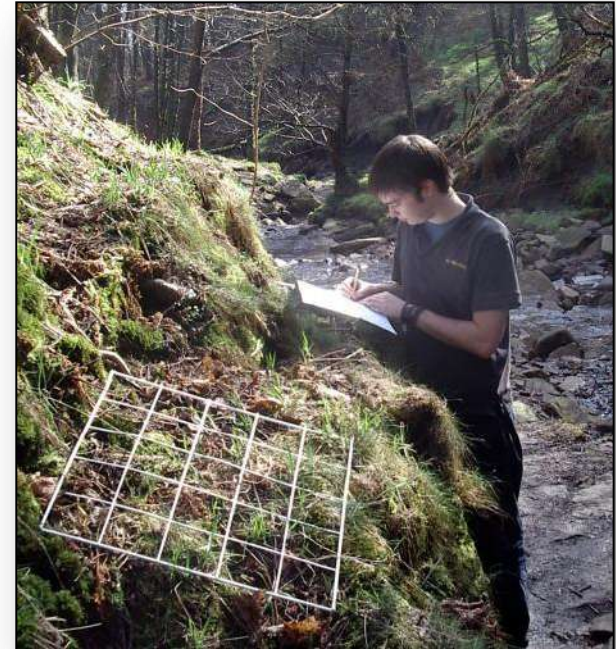
Quadrat

- Surface carrée de dimensions standard mais adaptée au sujet d'étude.
- Le quadrat est très précisément délimité par des cordes ou des tiges métalliques, des piquets d'angles...
- On en place plusieurs dans la même formation végétale soit selon une grille, soit au hasard, soit en ligne.

Transect

- Itinéraire effectué dans une formation végétale selon un axe directionnel, afin d'y prospecter, inventorier ou échantillonner la végétation.
- La méthode du transect est l'une des premières qu'il convient de mettre en œuvre dans le cadre d'une étude biogéographique de terrain.
- Elle vise à faire ressortir les variations de la végétation selon celles du milieu.

METHODE DES QUADRATS OU CARRÉS PERMANENTS



Principe

Des placettes de suivi sont disposées au sein d'ensembles de végétation homogènes qui devront être représentatifs du milieu étudié

Intérêt

- Permet un suivi de l'évolution de la végétation
- Permet de mesurer l'effet d'une opération de gestion

METHODE DU TRANSECT

Méthode linéaire



Principe

- Une corde est tendue entre 2 points, à quelques centimètres du sol.
- À intervalle régulier, on note les espèces en contact avec la corde (ou avec une tige métallique).

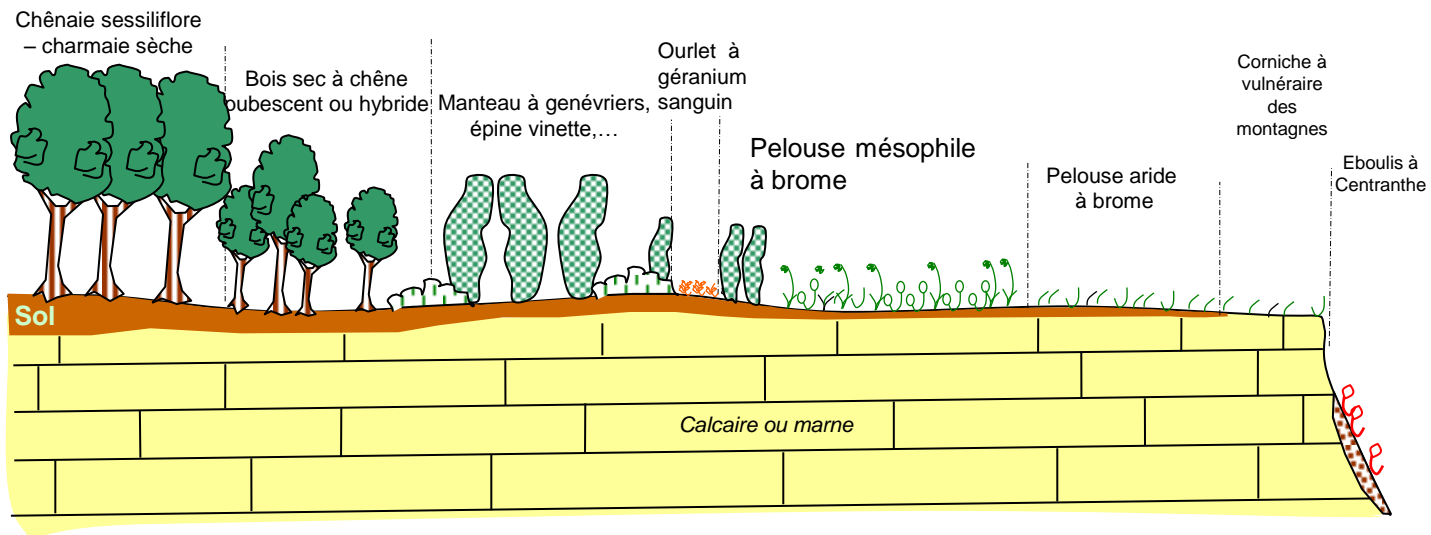
Intérêt

Montrer les variations de la végétation le long d'un axe linéaire selon les variations d'une variable : altitude, profondeur de la nappe, salinité...

METHODE DU TRANSECT

Présentation des données :

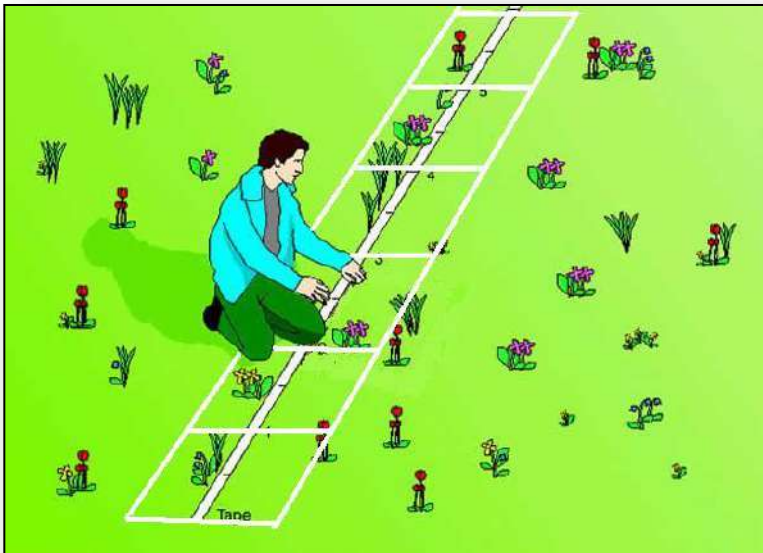
	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m	65m	70m	75m	80m
Espèce 1	+															
Espèce 2	+															
Espèce 3		+														
Espèce 4		+														
Espèce 5		+	+													
Espèce 6			+													
Espèce 7			+													
Espèce 8																



METHODE DU TRANSECT

Variantes possibles

Le transect en bande



METHODE DU TRANSECT

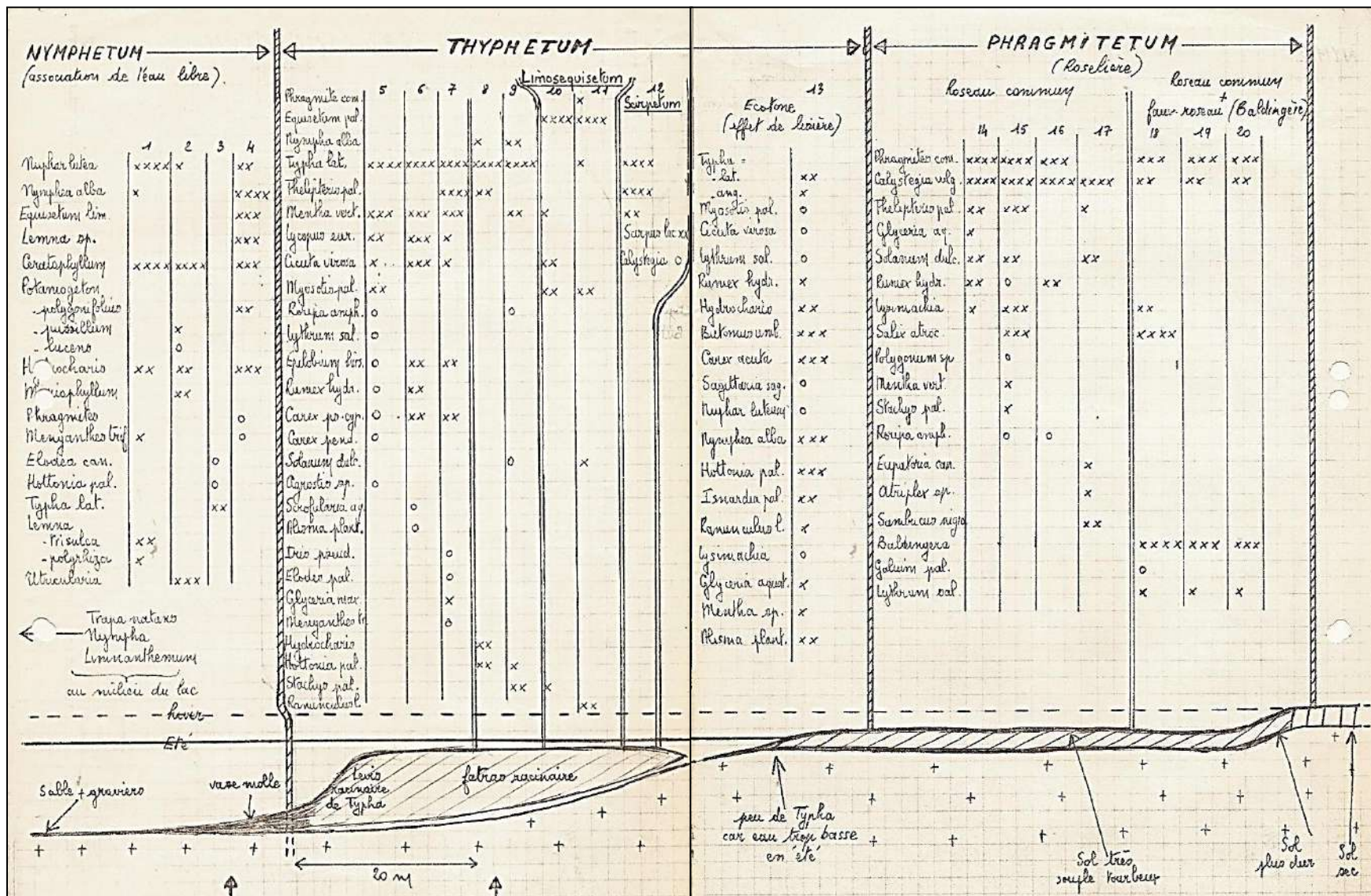
Variantes possibles

Le carré combiné



METHODE DU TRANSECT

Extrait d'un transect en bande réalisé sur la RN de Grand-Lieu



2

Étape analytique

A

L'emplacement des relevés

Où réaliser les inventaires floristiques ?



Choisir une surface floristiquement homogène

Prendre en compte de la physionomie d'ensemble de la formation végétale

Éviter les zones aux marges et les zones de chevauchement

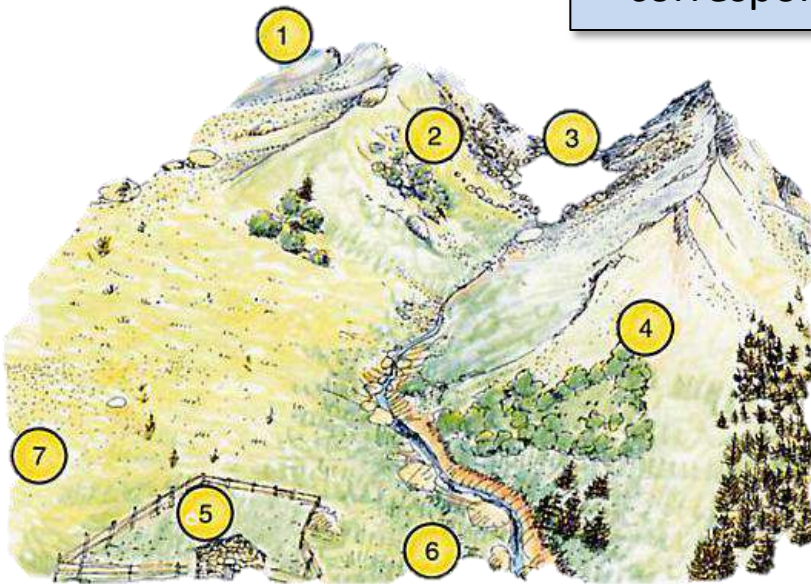


Autres paramètres :

- La **régularité topographique**
- La **persistance d'un même substrat**
- La **répétition des mêmes groupes d'espèces** (groupes écologiques, strates de végétation, étagements de la végétation), qui sont des éléments qui permettent de confirmer l'homogénéité floristique

Un premier repérage des ensembles végétaux homogènes

- L'objectif du phytosociologue est de connaître la composition de la couverture floristique de ce versant de montagne calcaire des Alpes du Sud.
- Il repère des ensembles végétaux homogènes correspondant eux-mêmes à des milieux homogènes.



- ① **Les crêtes ventées**
- ② **Les éboulis calcaires**
- ③ **La combe à neige**
- ④ **La brousse d'aulnes**
- ⑤ **Le reposoir**
- ⑥ **Les prairies humides du bord des eaux**
- ⑦ **La pelouse supra-forestière**
- ⑧ **Le mélézin**

- Le phytosociologue poursuit son investigation en approfondissant la connaissance de la composition floristique.
- Il réalise des relevés phytosociologiques, c'est-à-dire des listes complètes de végétaux présents sur la surface relevée.

B

La dimension des relevés

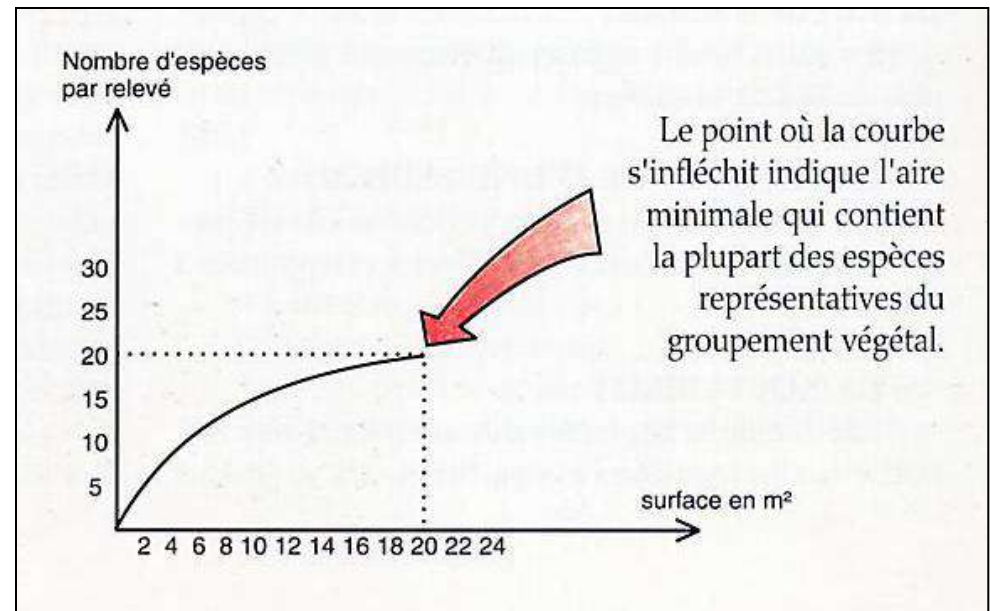
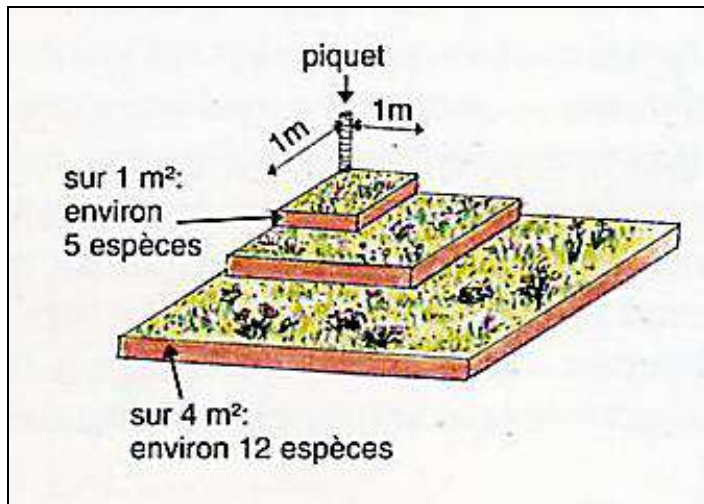
Quelle surface pour le quadrat ?



Le calcul de l'aire minimale

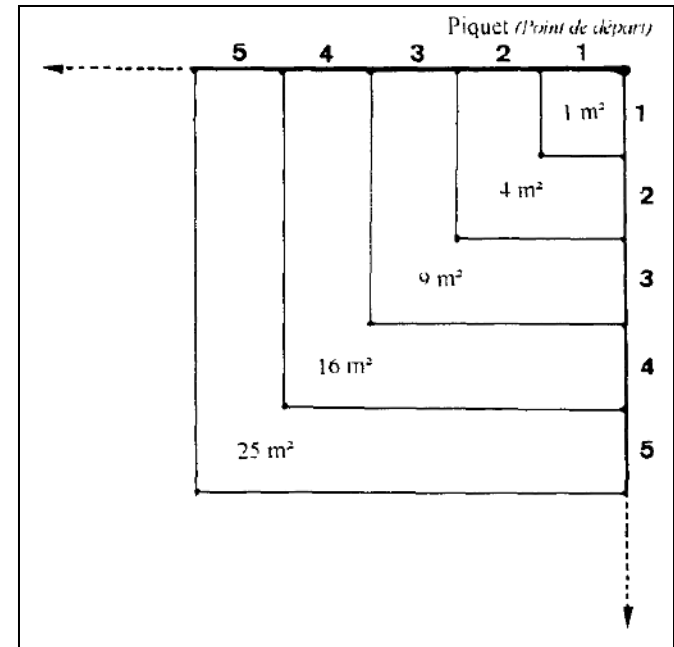
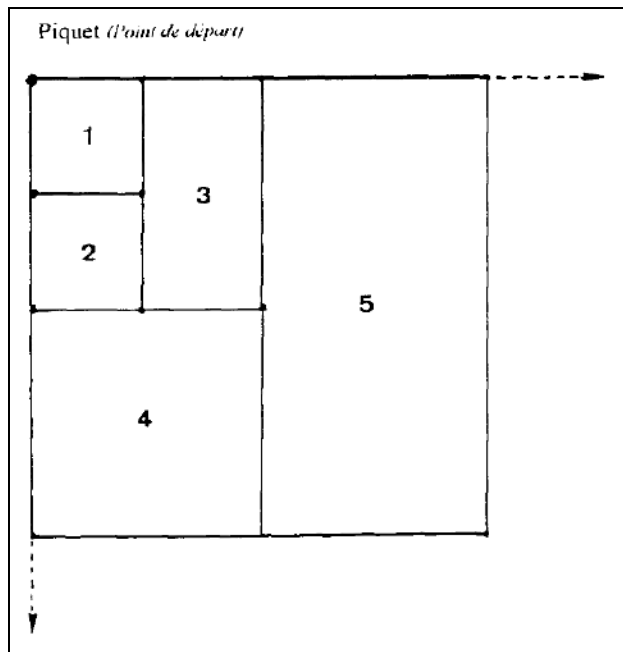


La courbe aire-espèces



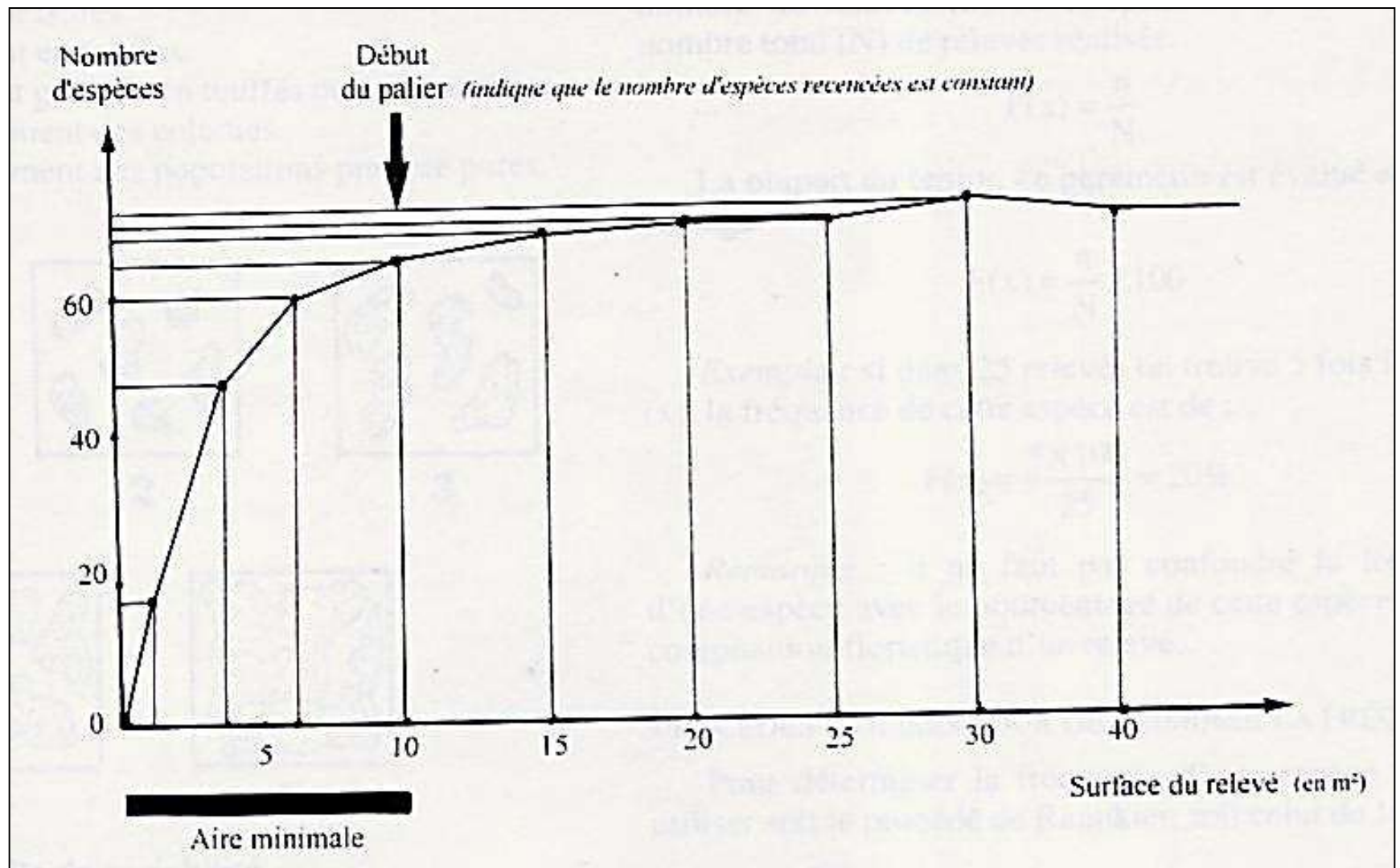
Disposition des quadrats pour calculer l'aire minimale

Technique des accroissements progressifs



Technique des accroissements en hélice

La courbe aire-espèces



Données habituelles des surfaces d'échantillonnage

L'habitude permet aux botanistes d'utiliser des surfaces d'échantillonnage standard sans passer par cette courbe

Aires minimales courantes

- **Forêts avec strate arbustive : 200 à 500 m²**
- **Sous-bois seul : 50 à 200 m²**
- **Pelouses : 50 à 100 m²**
- **Landes : 10 à 25 m²**
- **Prairie amendée : 10 à 25 m²**
- **Pâturage amendé : 5 à 10 m²**
- **Communauté de « mauvaises herbes » des cultures (adventices) : 25 à 100 m²**
- **Communauté muscinale : 1 à 4 m² (0,1 à 0,4)**
- **Communauté lichénique : 0,1 à 1 m²**



Le nombre de relevés

Combien faut-il faire de relevés ?

L'échantillonnage choisi doit être représentatif



Pas de règle absolue en la matière

Nombre fixé dans le protocole

Choix en respect des règles des probabilités statistiques

Pratique courante :

le cumul de surface des relevés (tenant compte de l'aire minimale) doit approcher **+/- 1 % de la surface totale** de la zone à étudier

Exemple pour une forêt de 10 hectares

- L'AM d'étude est approximativement de 200 m²
- 10 ha → 10 x 10 000 m² soit 100 000 m²
- Nombre de relevés de 200 m² à effectuer : surface représentative : 1 % de 100 000 m² → 1 000 m²
- Nombre de relevés de 200 m² à effectuer pour atteindre 1 000 m² → **5**

Cas des transects



5 à 10 si le milieu est très homogène



L'époque des relevés

Quand réaliser les relevés ?



Prise en compte de la phénologie des espèces



Notion de périodicité

- Ensemble des **différentes étapes** (appelées phénophases) et des manifestations physiologiques qui marquent le cycle du développement d'une plante ou d'une végétation.
- Ce cycle est fonction d'un rythme en général saisonnier et en relation, directe ou non, avec le climat (feuillaison, floraison, fructification...).
- La **phénologie** c'est aussi la science qui a pour objet l'**étude de ces rythmes de vie**.



Identification plus délicate des plantes à l'état de repos végétatif

Absence de certains taxons à certaines saisons ou périodes de l'année

Époque la plus favorable



Printemps, été

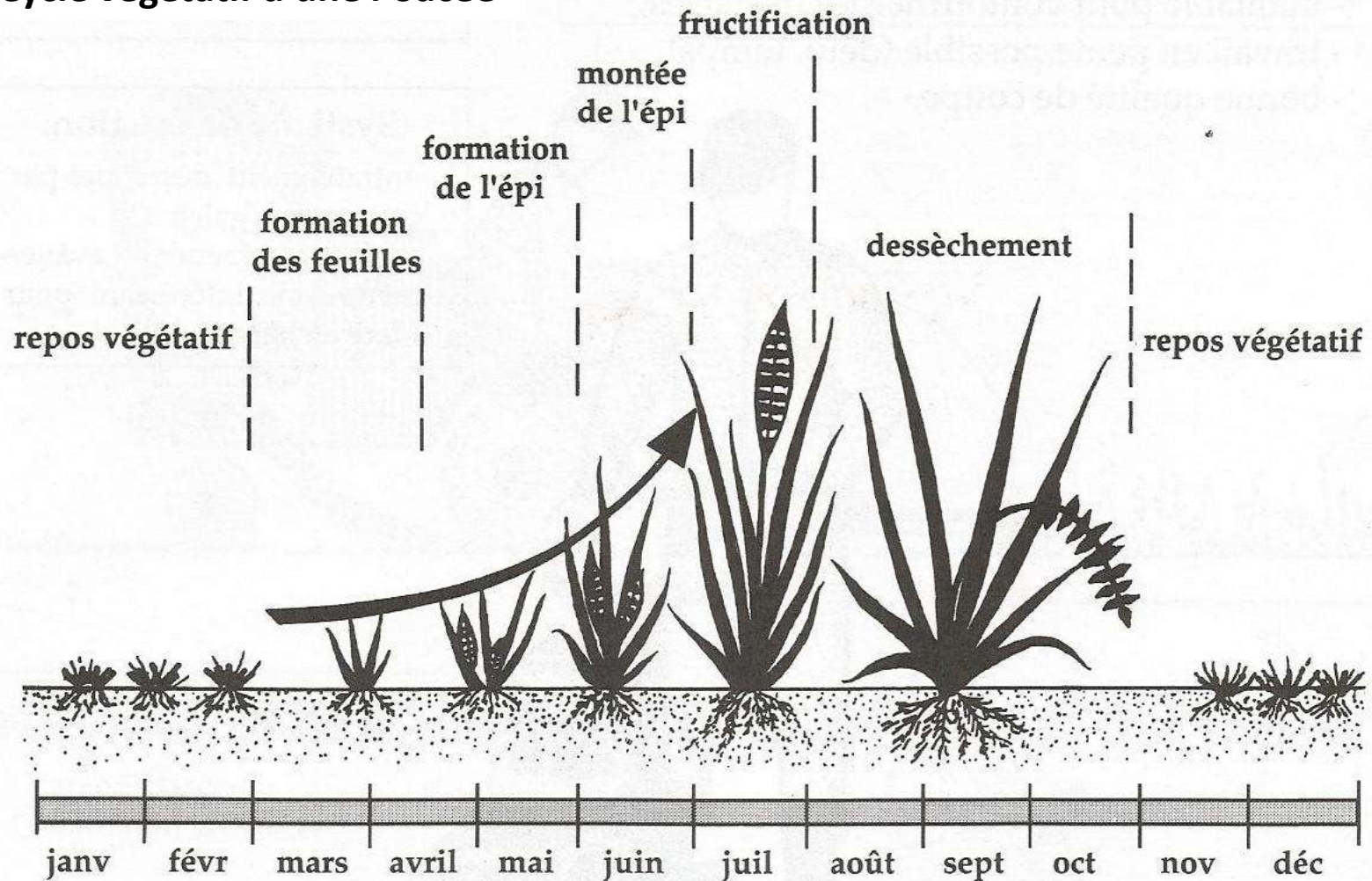
Suivant le milieu et le degré de précision souhaité



Plusieurs inventaires à différentes périodes

Principales « écophases » du cycle de développement des plantes (herbacées)

Cycle végétatif d'une Poacée





Quelles informations relever ?

- **Identification du relevé**
- **Date**
- **Lieu**
- **Altitude**

- **Nature du sol et du sous-sol**
- **Superficie du quadrat**
- **Taux de recouvrement (de la strate considérée)**
- **Un ou plusieurs coefficients (abondance, dominance...)**

Dune de la Grande Conche, Île d'Yeu (Vendée)
Exposition Nord-Est. Date : 3 mai 1993

Exemple de relevé phytosociologique dans une formation boisée

Hauteur des strates : arborescente (A)	: 12 m
arborescente (a)	: 3-4 m

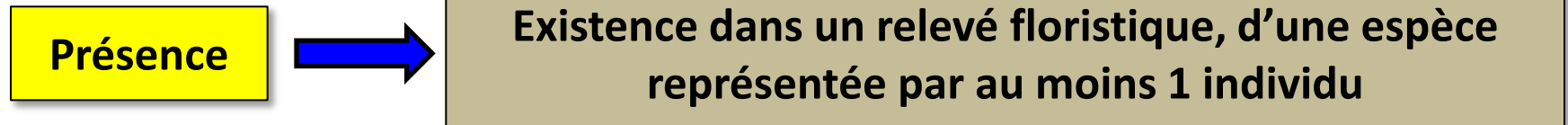
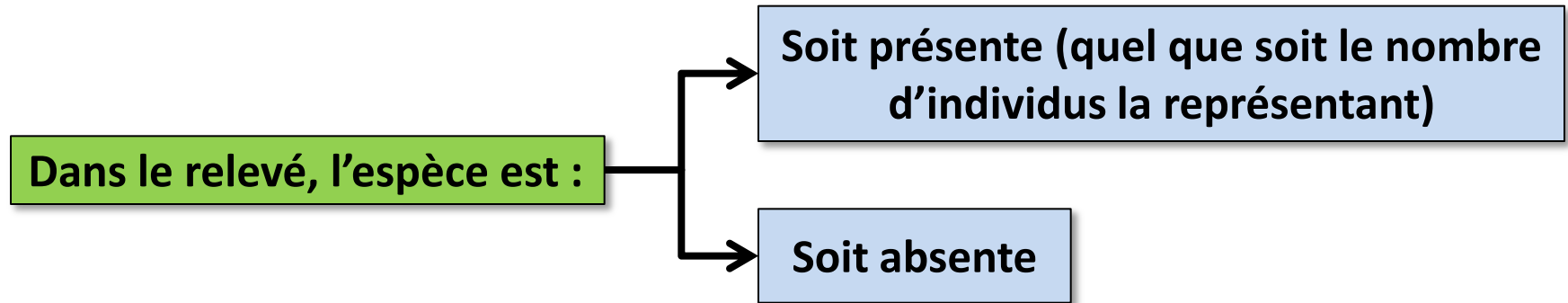
Surface (en m²) : 150
Géologie : calcaire détritique du Cénomanién inférieur
25 mai 1996
Île d'Aix (Charente-Maritime), à Coudepont
Exposition : sud-est
Aspect : chênaie-ormaise



Échantillonnage et attribution des coefficients

1

La présence et la fréquence des espèces



En phytosociologie, la présence ou non d'une espèce dans un relevé est la notion de base, préalable à toute autre considération (abondance-dominance, constance...)

Fréquence absolue

Nombre de fois où une espèce est contactée dans les relevés.

Fréquence relative

$F(x)$ = au rapport du nombre de relevés (n) où l'espèce est présente sur le nombre total (N) de relevés réalisés.

La plupart du temps, ce paramètre est évalué en %.

$$F(x) = \frac{n}{N}$$

x = espèce considérée

n = nombre de relevés où l'espèce est présente

N = nombre total de relevés réalisés

Exemple = si dans 25 relevés, on trouve 5 fois l'espèce (x), la fréquence de cette espèce est de :

$$F(x) = \frac{5}{25} \times 100 = 20\%$$

Cela signifie que cette espèce a été contactée dans **20 % des relevés**.

**Indice de
présence
ou de
fréquence**



**Coefficient attribué à une même espèce, selon sa
présence-absence dans les relevés effectués**

Calcul du coefficient en fonction d'une échelle de valeur

- **Indice 1** = espèce présente dans moins de 20 % des relevés
- **Indice 2** = espèce présente dans 21 à 40 % des relevés
- **Indice 3** = espèce présente dans 41 à 60 % des relevés
- **Indice 4** = espèce présente dans 61 à 80 % des relevés
- **Indice 5** = espèce présente dans 81 à 100 % des relevés

**Espèce constante =
espèce présente dans
au moins 50% des
relevés**

Échelle de fidélité

- **Indice 1** = espèce très rare
- **Indice 2** = espèce rare
- **Indice 3** = espèce relativement fréquente
- **Indice 4** = espèce abondante
- **Indice 5** = espèce très abondante

- Espèce **accidentelle**
- Espèce **accessoire**
- Espèce **caractéristique préférante**
- Espèce **caractéristique élective**
- Espèce **caractéristique exclusive**

Exemples de calculs

Relevés effectués dans une **molinaie turficole alcaline** avec **25 points de relevés** qui ont permis d'enregistrer un total de **90 contacts** avec les différentes espèces présentes le long de la ligne de suivis

N° de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	N
<i>Carex panicea / flaca</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	23
<i>Cirsium anglicum</i>																					x					1
<i>Epipactis palustris</i>			x																							1
<i>Equisetum palustre</i>															x											1
<i>Juncus articulatus</i>						x																				1
<i>Juncus subnodulosus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	23
<i>Lythrum salicaria</i>	x	x																							x	3
<i>Molinia caerulea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	25
<i>Phragmites australis</i>		x			x					x			x		x					x				x		7
<i>Potentilla tormentilla</i>				x	x								x									x				4
<i>Serratula tinctoria</i>																					x					1

**Cas du Jonc
nouveaux ou
à tépales
obtus**

Fréquence relative

$$Fr = (23 : 25) \times 100 = 92 \%$$

L'espèce a été contactée dans **92 %** des relevés

**Contribution
spécifique (CS)**

$$CS = (23 : 90) \times 100 = 25.6 \%$$

25 % des contacts enregistrés sur la ligne de suivi seront attribuables à cette espèce.

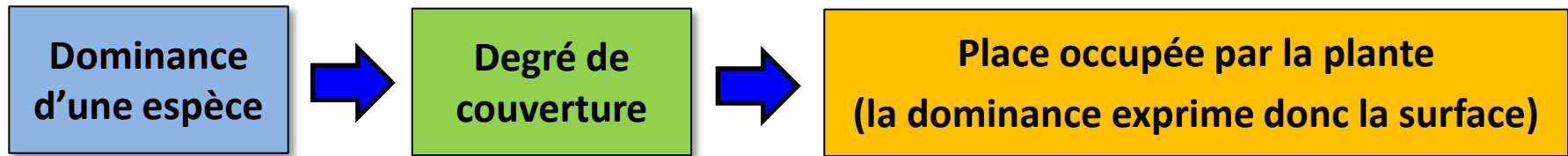
**Taux de
recouvrement**

Tous les relevés ont obtenu au moins 1 contact avec la végétation, ce qui permet de calculer son taux de recouvrement

$$R = (25 : 25) \times 100 = 100 \%$$

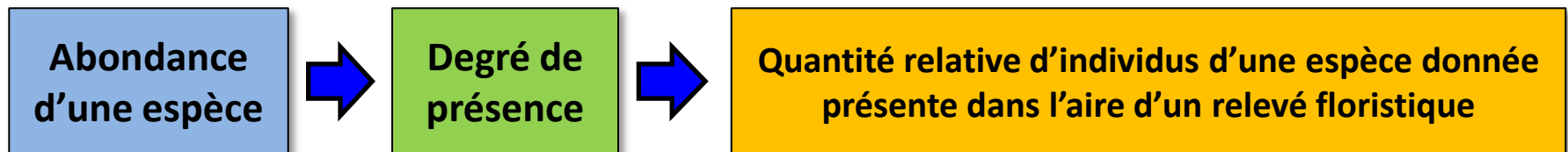
La végétation, en terme de recouvrement, est constituée à **25 %** de jonc nouveaux.

L'abondance et la dominance des espèces



Échelle de Braun-Blanquet pour apprécier la dominance d'une espèce

1. Pour une espèce couvrant moins de 1/20 de la surface étudiée (5%)
2. Pour une espèce couvrant de 1/20 à 1/4 de la surface étudiée (de 5% à 25 %)
3. Pour une espèce couvrant de 1/4 à 1/2 de la surface étudiée (de 25 % à 50 %)
4. Pour une espèce couvrant de 1/2 à 3/4 de la surface étudiée (de 50 % à 75 %)
5. Pour une espèce couvrant plus de 3/4 de la surface étudiée (+ de 75 %)



Échelle de Braun-Blanquet pour apprécier l'abondance d'une espèce

1. Individus très rares
2. Individus rares
3. Individus peu abondants
4. Individus abondants
5. Individus très abondants

Échelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet

r : espèce rare (exemplaire unique)

+ : nombre d'individus et degré de recouvrement très faibles (quelques pieds)

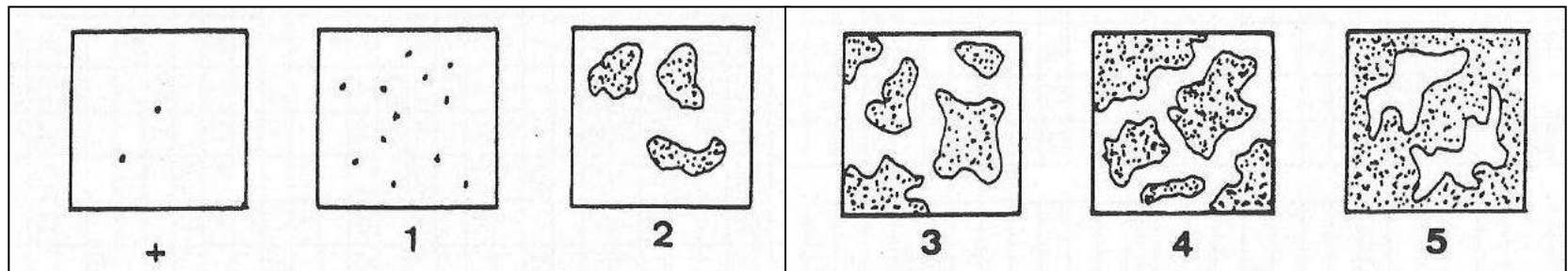
1 : espèce peu ou assez abondante (individus dispersés) à couvert jusqu'à $1/20$ (- 5% de la surface de référence)

2 : espèce à nombre d'individus abondant, couvrant entre $1/20$ et $1/4$ de la surface (5 à 25% de la surface de référence)

3 : nombre quelconque d'individus couvrant entre $1/4$ et $1/2$ de la surface (25 à 50% de la surface de référence)

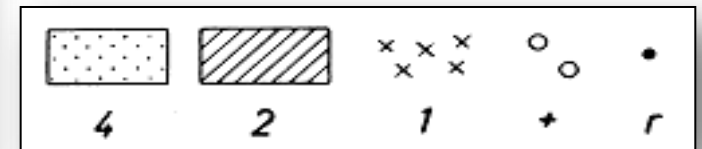
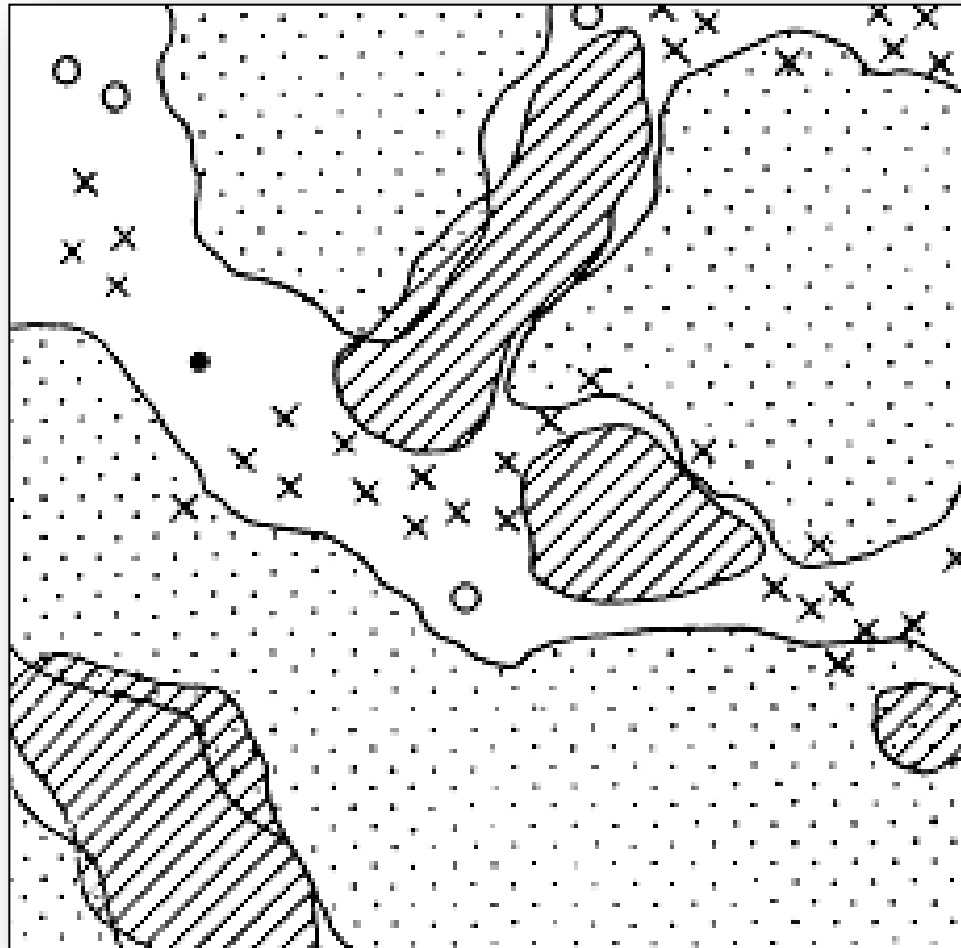
4 : nombre quelconque d'individus couvrant entre $1/2$ et $3/4$ de la surface (50 à 75% de la surface de référence)

5 : nombre quelconque d'individus (espèce numériquement prédominante) couvrant plus de $3/4$ de la surface (+ 75% de la surface de référence)



Exemple

Représentation schématique des valeurs d'abondance-dominance pour 5 espèces



Sociabilité

Façon dont les individus d'une même espèce sont disposés les uns par rapport aux autres dans un couvert végétal donné

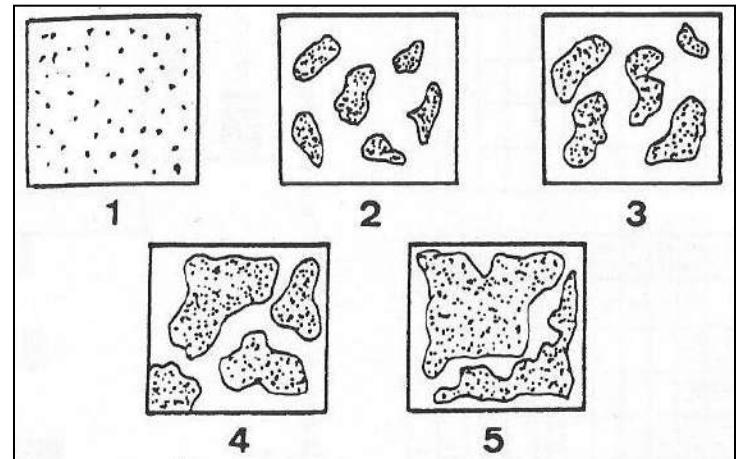
Espèce sociale = apte à former des colonies denses

Coefficient de sociabilité

Ce coefficient est fonction du mode de dissémination des graines ou de l'importance de la multiplication végétative

Son interprétation permet de distinguer les peuplements monospécifiques, paucispécifiques ou plurispécifiques

1. Les individus sont isolés
2. Les individus sont en touffes
3. Les individus sont groupés en colonies localisées : touffes ou coussinets (ex. : Poacées cespiteuses)
4. Les individus forment des colonies importantes
5. Les individus forment des populations presque pures (ex. : ptéridaie, champ de céréales)



Vitalité

Capacité d'un taxon à vivre et à prospérer dans un milieu ou une végétation donnée

En phytosociologie sigmatiste, apprécier la vitalité d'un taxon permet de statuer sur son appartenance à l'association végétale

Cotations de la vitalité

Une faible vitalité correspond en général à des taxons accidentels

Une forte vitalité correspond en général à des taxons appartenant à l'association

! = vitalité forte, par rapport à un individu moyen de l'espèce

° ou ↓ = faible vitalité ou vitalité réduite

°° = très faible vitalité ou vitalité réduite (disparition de la plante au stade de plantule)

4

La stratification

Coefficient de stratification

Si l'on est en forêt, on mentionne sur la fiche de relevé, pour chaque espèce, le n° de strate

- I. Strate muscinale et lichénique
- II. Strate herbacée (hauteur < 1 m)
- III. Strate arbustive (1 < hauteur < 5 m)
- IV. Strate arborescente (hauteur > 5 m)

3

Étape synthétique

Objectif : identifier les associations végétales

**Association
végétale**

Groupement végétal possédant, à l'échelle d'un territoire donné, une composition floristique déterminée (reflétant des conditions écologiques précises).

L'association est régie par les conditions du milieu et la compétition interspécifique.

C'est l'unité phytosociologique de base.
Les associations sont regroupées en alliances.

Analyse statistique des relevés

Procédure

- Elaboration d'un tableau brut des données
- Tri des relevés (méthode manuelle ou informatique)
- Identification des associations végétales



Traitement des relevés phytosociologiques

2 grandes approches

Méthode des tableaux

Méthode manuelle relativement simple avec des relevés peu conséquents.
Principe de diagonalisation.

Méthodes numériques

Utilisation de logiciels de traitement des données.

Méthode des tableaux : exemple de mise en œuvre

- **20 relevés phytosociologiques** ont été effectués sur le terrain, dans des **prairies humides** de l'Ouest de la France (proches de la côte).
- La **végétation** est *a priori* **identique** au sein de ces différentes prairies (**homogénéité de la formation**).
- Pour chaque relevé, on a donc une **liste d'espèces**, chacune caractérisée par son **coefficient d'abondance-dominance**.
- Dès les inventaires, on s'aperçoit qu'il y a des espèces qui reviennent plus ou moins fréquemment dans les relevés.
- On obtient un **tableau brut** que l'on va travailler de manière à essayer de **mettre en évidence des groupes d'espèces**.



Tableau brut des relevés phytosociologiques :

Numéro du relevé Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Fréquence absolue	Fréquence relative	Présence
<i>Parapholis strigosa</i>	2	+	3	+	1		1	1		1	3	2	+	2	+	3	1	1	1	1	18	0,90	V
<i>Juncus gerardi</i>	1	2		3	1	2	4	2	+	+		+	1	1	1	+	1	2	2		17	0,85	V
<i>Hordeum marinum</i>	1	2		2		+	2	2		2	3	3		4	2	2	+	1	1	+	16	0,80	IV
<i>Agrostis stolonifera</i>		2	+	1		2	+			2			+	+	3		1	1	+	4	13	0,65	IV
<i>Alopecurus bulbosus</i>	1	2		3		1	3	1	+	1			+	1	2			1			12	0,60	III
<i>Elymus repens</i>		+		1		4	1			+			4		+	+		+	3		10	0,50	III
<i>Plantago coronopus</i>	2		+	1	2			1	3		+	+				+	1				10	0,50	III
<i>Hordeum secalinum</i>	+	+			1					1		+			+	+					7	0,45	III
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	1			+				+	3		+	+									6	0,30	II
<i>Carex divisa</i>	1				+						1	1					1				5	0,25	II
<i>Trifolium squamosum</i>	1			1	1				1		+										5	0,25	II
<i>Trifolium resupinatum</i>	1			1	1				1			+									5	0,25	II
<i>Spergularia media</i>			3					+	1							1	1				5	0,25	II
<i>Bromus commutatus</i>	+				1						1	2									4	0,20	I
<i>Polypogon monspeliensis</i>		+								+					+					+	4	0,20	I
<i>Ranunculus sardous</i>										r		r			+						3	0,15	I
<i>Lolium perenne</i>													+		+			+			3	0,15	I
<i>Puccinellia maritima</i>			2													2	1				3	0,15	I
<i>Trigonella ornithopodioides</i>									2								+				2	0,10	I
<i>Scirpus maritimus</i>										+										1	2	0,10	I
<i>Poa trivialis</i>												+	+								2	0,10	I
<i>Festuca pratensis</i>																		+			1	0,05	I
<i>Atriplex hastata</i>																1					1	0,05	I

Les espèces sont ordonnées en fonction de leur fréquence.

L'exercice consiste à déplacer les lignes et colonnes de manière à rapprocher les relevés par similitude. On va donc essayer d'identifier des groupes d'espèces.

En fait, on déplace les espèces et les relevés de manière à ce que les coefficients (d'ab-dom) se retrouvent à peu près de part et d'autre d'une diagonale. C'est pour cela que l'on parle de **diagonalisation** du tableau.

Peut-on repérer des groupes d'espèces ?

Première étape : on élimine (pour l'instant) les espèces très fréquentes (+ de 80 %) et celles très peu fréquentes (moins de 10 %)

Numéro du relevé Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Fréquence absolue	Fréquence relative	Présence
<i>Parapholis strigosa</i>	2	+	3	+	1		1	1		1	3	2	+	2	+	3	1	1	1	1	18	0,90	V
<i>Juncus gerardi</i>	1	2		3	1	2	4	2	+	+		+	1	1	1	+	1	2	2		17	0,85	V
<i>Hordeum marinum</i>	1	2		2		+	2	2		2	3	3		4	2	2	+	1	1	+	16	0,80	IV
<i>Agrostis stolonifera</i>		2	+	1		2	+			2			+	+	3		1	1	+	4	13	0,65	IV
<i>Alopecurus bulbosus</i>	1	2		3		1	3	1	+	1			+	1	2			1			12	0,60	III
<i>Elymus repens</i>		+		1		4	1			+			4		+	+		+	3		10	0,50	III
<i>Plantago coronopus</i>	2		+	1	2			1	3		+	+				+	1				10	0,50	III
<i>Hordeum secalinum</i>	+	+			1					1		+			+	+					7	0,45	III
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	1			+				+	3		+	+									6	0,30	II
<i>Carex divisa</i>	1				+						1	1					1				5	0,25	II
<i>Trifolium squamosum</i>	1			1	1				1		+										5	0,25	II
<i>Trifolium resupinatum</i>	1			1	1				1			+									5	0,25	II
<i>Spergularia media</i>			3					+	1							1	1				5	0,25	II
<i>Bromus commutatus</i>	+				1						1	2									4	0,20	I
<i>Polypogon monspeliensis</i>		+								+					+					+	4	0,20	I
<i>Ranunculus sardous</i>										r		r			+						3	0,15	I
<i>Lolium perenne</i>													+		+			+			3	0,15	I
<i>Puccinellia maritima</i>			2													2	1				3	0,15	I
<i>Trigonella ornithopodioides</i>									2								+				2	0,10	I
<i>Scirpus maritimus</i>										+										1	2	0,10	I
<i>Poa trivialis</i>												+	+								2	0,10	I
<i>Festuca pratensis</i>																		+			1	0,05	I
<i>Atriplex hastata</i>																1					1	0,05	I

On obtient le tableau suivant :

On va maintenant essayer de repérer des groupes d'espèces dans le tableau. Certains sont « évidents », d'autres demandent de tâtonner un peu, de déplacer des espèces au besoin

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Fréquence absolue	Fréquence relative	Présence
Espèces																							
<i>Agrostis stolonifera</i>		2	+	1		2	+			2			+	+	3		1	1	+	4	13	0,65	IV
<i>Alopecurus bulbosus</i>	1	2		3		1	3	1	+	1			+	1	2			1			12	0,60	III
<i>Elymus repens</i>		+		1		4	1			+			4		+	+		+	3		10	0,50	III
<i>Plantago coronopus</i>	2		+	1	2			1	3		+	+				+	1				10	0,50	III
<i>Hordeum secalinum</i>	+	+			1					1		+			+	+					7	0,45	III
<i>Bouteloua tenuissimum</i>	1			+				+	3		+	+									6	0,30	II
<i>Carex divisa</i>	1				+						1	1					1				5	0,25	II
<i>Trifolium squamosum</i>	1			1	1				1		+										5	0,25	II
<i>Trifolium resupinatum</i>	1			1	1				1			+									5	0,25	II
<i>Spargularia media</i>			3					+	1							1	1				5	0,25	II
<i>Bromus commutatus</i>	+				1						1	2									4	0,20	I
<i>Polypogon monspeliensis</i>		+								+					+					+	4	0,20	I
<i>Ranunculus sardous</i>										r		r			+						3	0,15	I
<i>Solium perenne</i>													+		+			+			3	0,15	I
<i>Puccinellia maritima</i>			2													2	1				3	0,15	I
<i>Trigonella ornithopodioides</i>									2								+				2	0,10	I
<i>Scirpus maritimus</i>										+										1	2	0,10	I
<i>Poa trivialis</i>												+	+								2	0,10	I

On réorganise le tableau de manière à y voir plus clair. Pour cela on déplace les colonnes (relevés) et les lignes (espèces) de manière à ce que les indices d'abondance-dominance se répartissent de part et d'autre d'une diagonale (principe de **diagonalisation**)

Il n'y a pas de « recette miracle », cet exercice ne peut se faire que par tâtonnement, sans certitude sur l'exactitude totale du résultat

On obtient un nouveau tableau :

Número du relevé	2	6	7	10	13	14	15	18	19	4	1	5	8	9	11	12	16	17	3	20
Espèces																				
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	2	+	2	+	+	3	1	+	1								1	+	4
<i>Alopecurus bulbosus</i>	2	1	3	1	+	1	2	1		3	1		1	+						
<i>Elymus repens</i>	+	4	1	+	4		+	+	3	1							+			
<i>Plantago coronopus</i>										1	2	2	1	3	+	+	+	1	+	
<i>Bupleurum tenuissimum</i>										+	1		+	3	+	+				
<i>Trifolium squamosum</i>										1	1	1		1	+					
<i>Trifolium resupinatum</i>										1	1	1		1		+				
<i>Spergularia media</i>													+	1			1	1	3	
<i>Puccinellia maritima</i>																	2	1	2	
<i>Hordeum secalinum</i>	+			1			+				+	1				+	+			
<i>Carex divisa</i>											1	+			1	1		1		
<i>Bromus commutatus</i>											+	1			1	2				
<i>Polypogon monspeliensis</i>	+			+			+													+
<i>Ranunculus sardous</i>				r			+									r				
<i>Lolium perenne</i>					+		+	+												
<i>Trigonella ornithopodioides</i>														2				+		
<i>Scirpus maritimus</i>				+																1
<i>Poa trivialis</i>					+											+				

Le travail n'est pas fini. Il faut maintenant remettre dans le tableau les espèces que l'on avait écartées précédemment

Il va falloir opérer de nouvelles itérations dans le tableau, de manière à toujours essayer d'avoir cette diagonalisation.

Là encore, il faut procéder par étapes successives, tâtonner pour « approcher » le plus pertinent.
Regardons d'abord les espèces :

Numéro du relevé	2	6	7	10	13	14	15	18	19	4	1	5	8	9	11	12	16	17	3	20
Espèces																				
<i>Parapholis strigosa</i>	+		1	1	+	2	+	1	1	+	2	1	1		3	2	3	1	3	1
<i>Juncus gerardii</i>	2	2	4	+	1	1	1	2	2	3	1	1	2	+		+	+	1		
<i>Hordeum marinum</i>	2	+	2	2		4	2	1	1	2	1		2		3	3	2	+		+
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	2	+	2	+	+	3	1	+	1								1	+	4
<i>Alopecurus bulbosus</i>	2	1	3	1	+	1	2	1		3	1		1	+						
<i>Elymus repens</i>	+	4	1	+	4		+	+	3	1							+			
<i>Plantago coronopus</i>										1	2	2	1	3	+	+	+	1	+	
<i>Bupleurum tenuissimum</i>										+	1		+	3	+	+				
<i>Trifolium squamosum</i>										1	1	1		1	+					
<i>Trifolium resupinatum</i>										1	1	1		1		+				
<i>Spergularia media</i>													+	1			1	1	3	
<i>Puccinellia maritima</i>																	2	1	2	
<i>Hordeum secalinum</i>	+			1			+				+	1				+	+			
<i>Carex divisa</i>											1	+			1	1		1		
<i>Bromus commutatus</i>											+	1			1	2				
<i>Polypogon monspeliensis</i>	+			+			+													+
<i>Ranunculus sardous</i>				r			+									r				
<i>Lolium perenne</i>					+		+	+												
<i>Trigonella ornithopodioides</i>														2				+		
<i>Scirpus maritimus</i>				+																1
<i>Poa trivialis</i>					+											+				
<i>Festuca pratensis</i>																		+		
<i>Atriplex hastata</i>																1				

Il faut en fait déjà faire attention aux colonnes, car on va maintenant essayer de diagonaliser.

On obtient un tableau de ce type :

On peut donc maintenant mettre en évidence différents « groupes » d'espèces :

Numéro du relevé	14	20	2	10	15	13	18	6	7	19	4	1	5	8	9	11	12	16	17	3
Espèces																				
<i>Juncus gerardii</i>	1		2	+	1	1	2	2	4	2	3	1	1	2	+		+	+	1	
<i>Parapholis strigosa</i>	2	1	+	Ces espèces, qui se retrouvent dans tous les relevés constituent la combinaison caractéristique, représentative de l'association végétale														3	1	3
<i>Hordeum marinum</i>	4	+	2	2	2															
<i>Alopecurus bulbosus</i>	1		2	1	2	+	1	1	3		3	1		1	+					
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	4	2	2	3	+	1	2	+	+	1								1	+
<i>Elymus repens</i>			+	+	+	4	+	4	1	3	1							+		
<i>Plantago coronopus</i>											1	2	2	1	3	+	+	+	1	+
<i>Bupleurum tenuissimum</i>											+	1		+	3	+	+			
<i>Trifolium squarrosum</i>											1	1	1		1	+				
<i>Trifolium resupinatum</i>											1	1	1		1		+			
<i>Spergularia media</i>														+	1			1	1	3
<i>Puccinellia maritima</i>																		2	1	2
<i>Hordeum secalinum</i>			+	1	+							+	1				+	+		
<i>Carex divisa</i>												1	+			1	1		1	
<i>Bromus commutatus</i>												+	1			1	2			
<i>Polypogon monspeliensis</i>		+	+	+	+															
<i>Ranunculus sardous</i>				r	+												r			
<i>Lolium perenne</i>					+	+	+													
<i>Trigonella ornithopodioides</i>															2				+	
<i>Scirpus maritimus</i>		1		+																
<i>Poa trivialis</i>						+											+			
<i>Festuca pratensis</i>																			+	
<i>Atriplex hastata</i>																	1			

Ces différents ensembles sont constitués de groupes d'espèces différencielles de variations ; ce sont elles qui vont mettre en évidence certaines variations au sein de l'association étudiée

Restent des espèces qui ne sont pas très fréquentes, des espèces compagnes

On a donc :

- Des relevés présentant la combinaison spécifique typique : les espèces compétitives sont « maintenues » (perturbation, mais limitée) – pâturage et /ou fauche
- Des relevés au sein desquels on constate une abondance d'espèces compétitives : *Agrostis stolonifera* et *Elymus repens* – abandon des pratiques, pas de perturbation donc développement
- Des relevés au sein desquels on constate une abondance d'espèces adaptées au piétinement et /ou pâturage (perturbations), avec deux situations :
 - une situation intermédiaire où abondent des espèces résistantes au piétinement
 - une situation de fort pâturage (surpâturage ?) avec espèces résistantes à pâturage élevé

+ une situation où perturbations élevées favorisent des espèces annuelles

Numéro du relevé	14	20	2	10	15	13	18	6	7	19	4	1	5	8	9	11	12	16	17	3
Espèces																				
<i>Juncus gerardii</i>	1		2	+	1	1	2	2	4	2	3	1	1	2	+		+	+	1	
<i>Parapholis strigosa</i>	2	1	+	1	+	+	1		1	1	+	2	1	1		3	2	3	1	3
<i>Hordeum marinum</i>	4	+	2	2	2		1	+	2	1	2	1		2		3	3	2	+	
<i>Alopecurus bulbosus</i>	1		2	1	2	+	1	1	3		3	1		1	+					
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	4	2	2	3	+	1	2	+	+	1								1	+
<i>Elymus repens</i>			+	+	+	4	+	4	1	3	1							+		
<i>Plantago coronopus</i>											1	2	2	1	3	+	+	+	1	+
<i>Bupleurum tenuissimum</i>											+	1		+	3	+	+			
<i>Trifolium squamosum</i>											1	1	1		1	+				
<i>Trifolium resupinatum</i>											1	1	1		1		+			
<i>Spergularia media</i>														+	1			1	1	3
<i>Puccinellia maritima</i>																		2	1	2

Remarque :
Situation intermédiaire,
perturbation limitée : S max !

L'association végétale

L'**association végétale** est désignée par le radical du nom d'une espèce ou de deux espèces choisies parmi les plus représentatives (dominantes ou caractéristiques), suivi du suffixe – **etum**.

Exemple : Oleo-Quercetum (oliveraie-chênaie).

Unités hiérarchiques supérieures à l'association végétale

Les associations sont regroupées en **alliances**.

Pour l'alliance est ajouté le suffixe – **ion** au nom de genre de l'espèce choisie (le nom de l'espèce est décliné au génitif).

Exemple : espèce choisie = *Oenanche fistulosa*, alliance correspondante = *Oenanthion fistuloae*.

Pour l'**ordre**, on utilise le suffixe – **etalia** (et le suffixe – **enalia** dans le cas d'un **sous-ordre**).

Pour la **classe**, c'est le suffixe – **etea** qui est ajouté (et – **enea** si une **sous-classe** a été définie).