

# 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

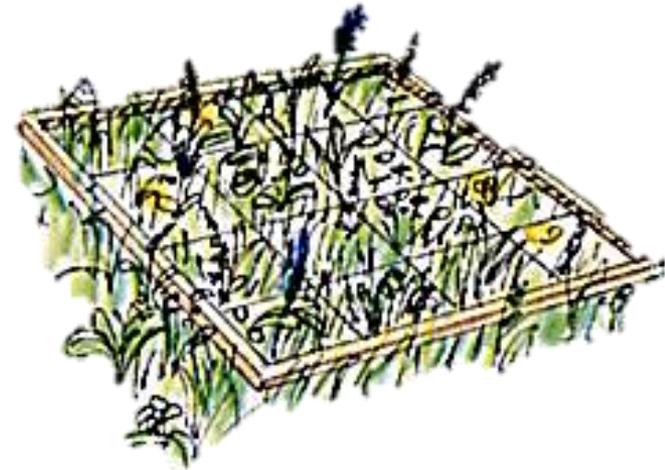
# Plan

## 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**



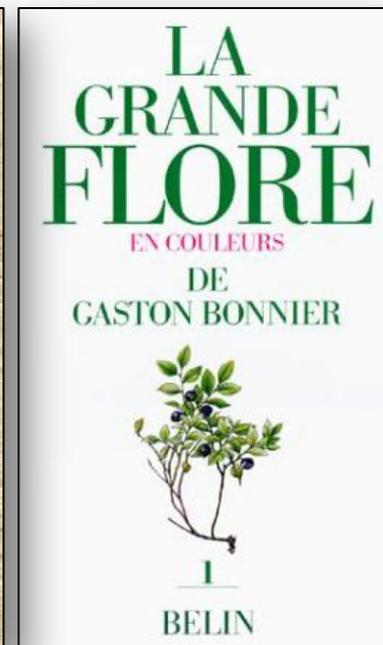
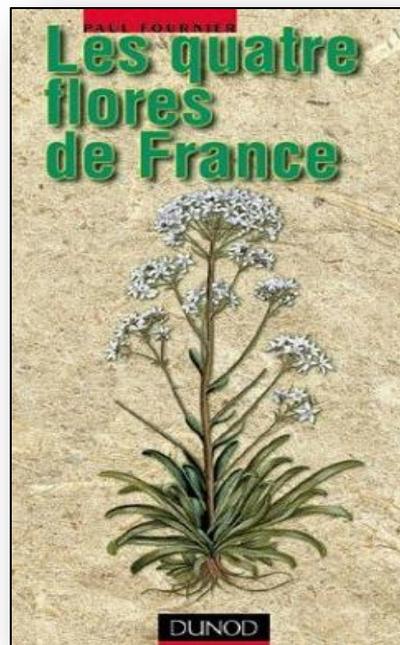
Ne pas confondre  
**flore** et **végétation**

**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
- Prairies
- Pelouses
- Forêts
- Maquis
- Garrigue
- Savane
- 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**

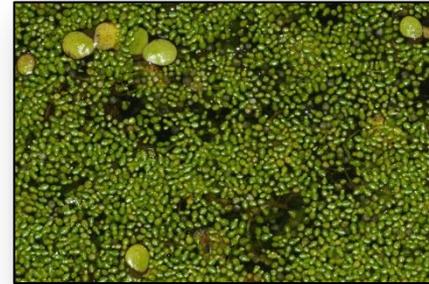
- Par **plante**, on entend un organisme solidement **fixé** (« **planté** ») au sol par ses **racines**.
- De nombreux végétaux répondent à ce critère, mais **pas tous**.
- **Exemples :**

### 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*)

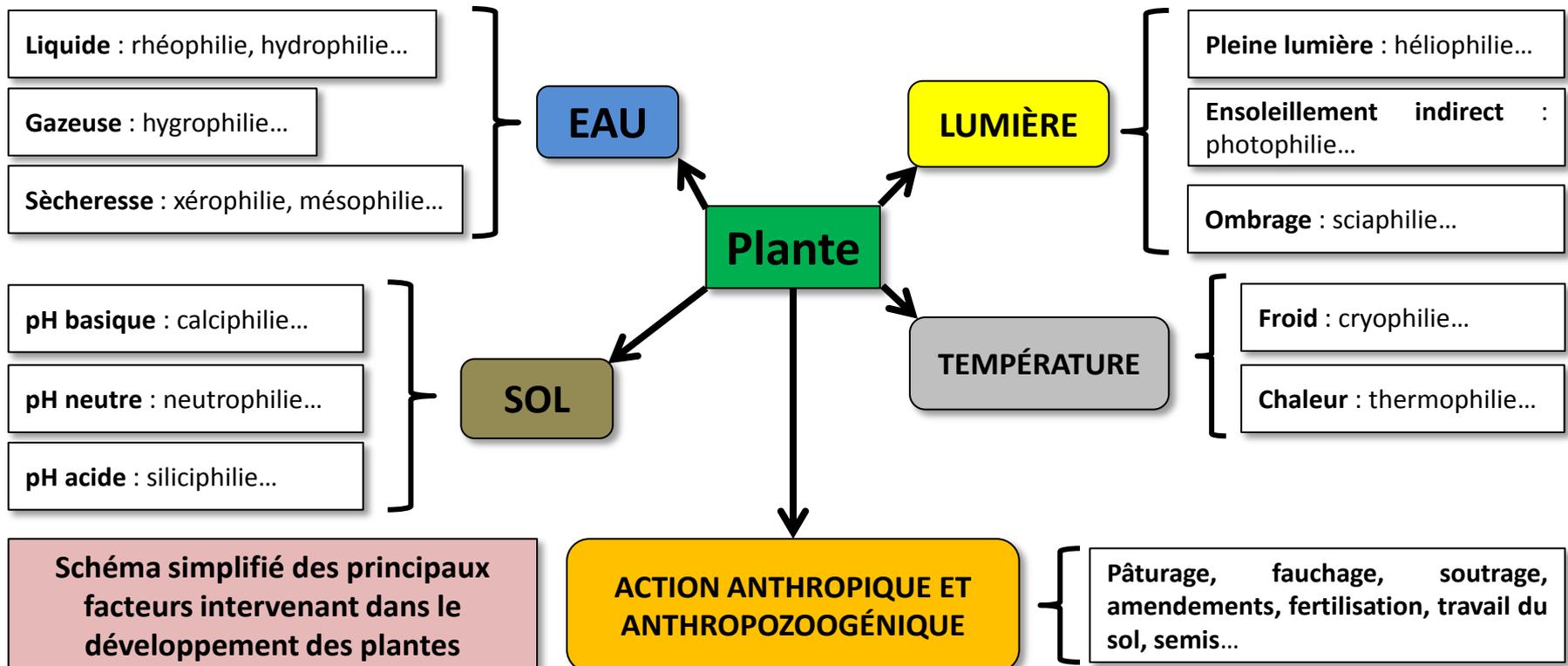
# Pourquoi étudier la flore et la végétation ?

## 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



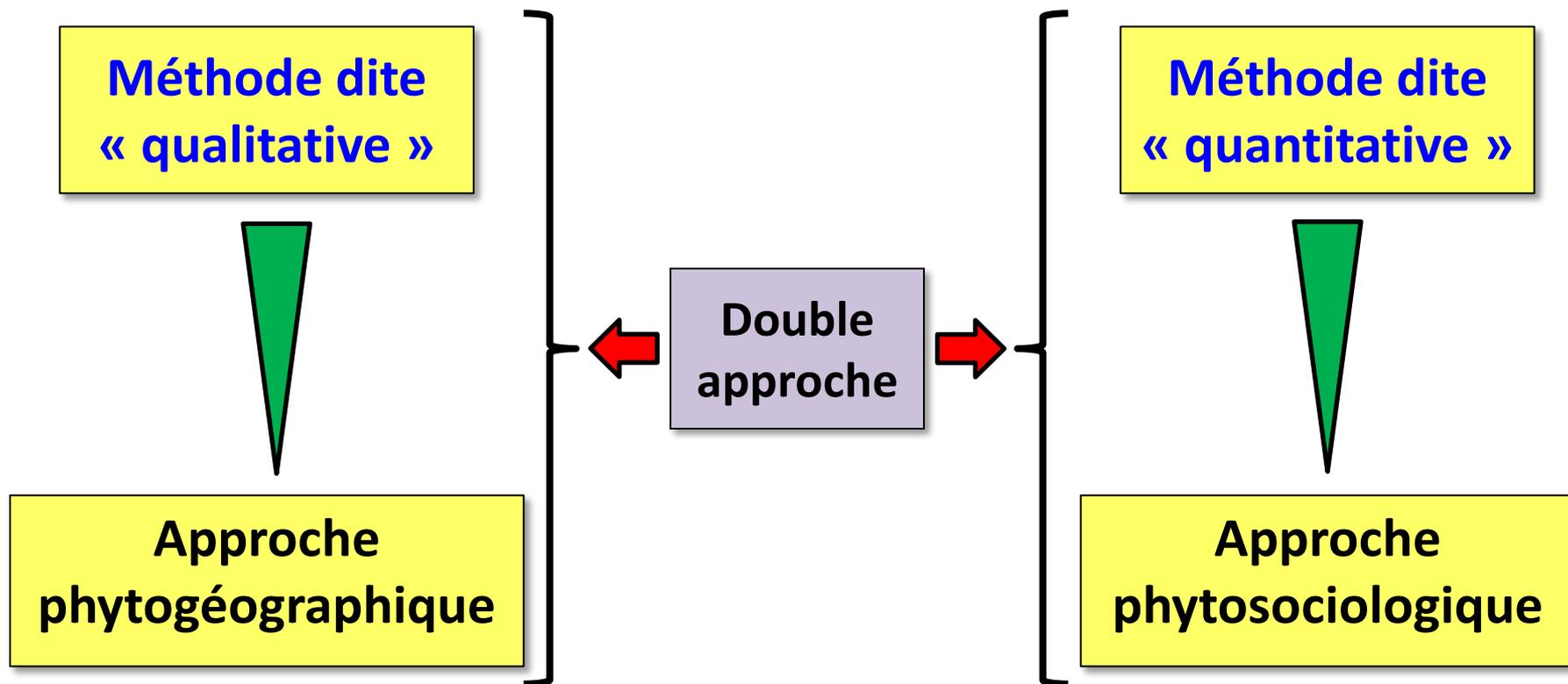
Phase de recueil des  
données sur le terrain



Phase d'interprétation  
des données recueillies  
sur le terrain

**B**

## Les principales méthodes d'étude de végétation



Méthodes et approches complémentaires

# Première partie

## L'approche phytogéographique

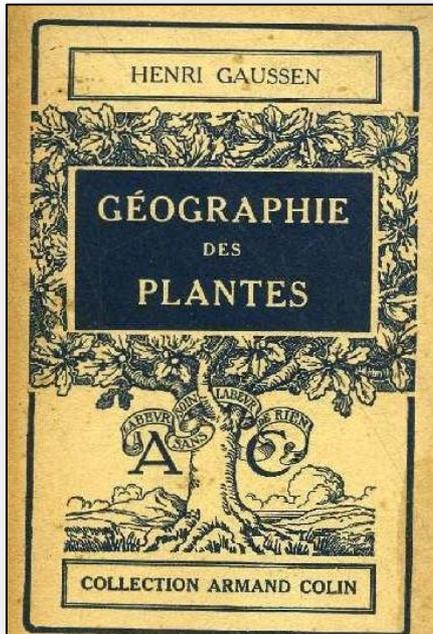
1

# Généralités sur 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** »

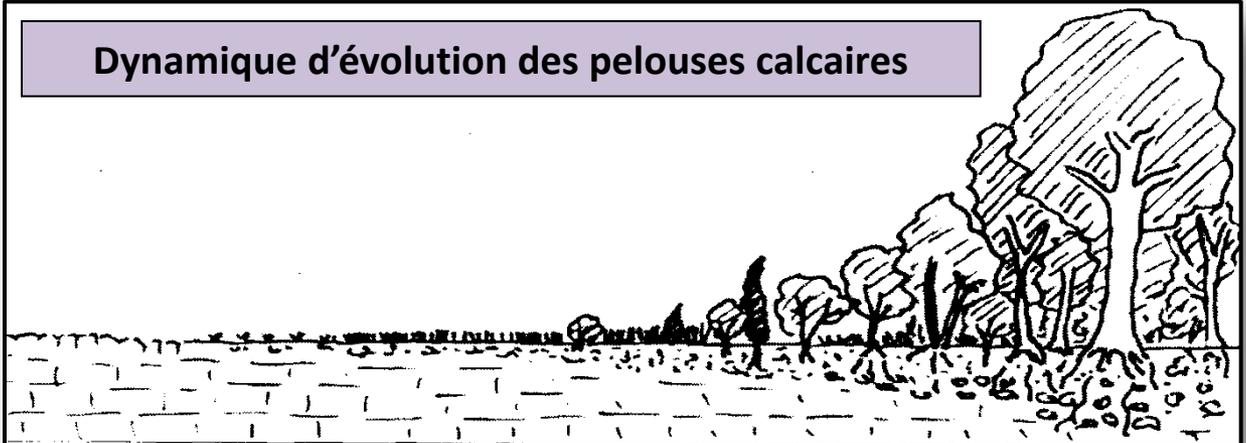


**S'éloigne du climax**  
Se traduit généralement par une **diminution de biomasse**

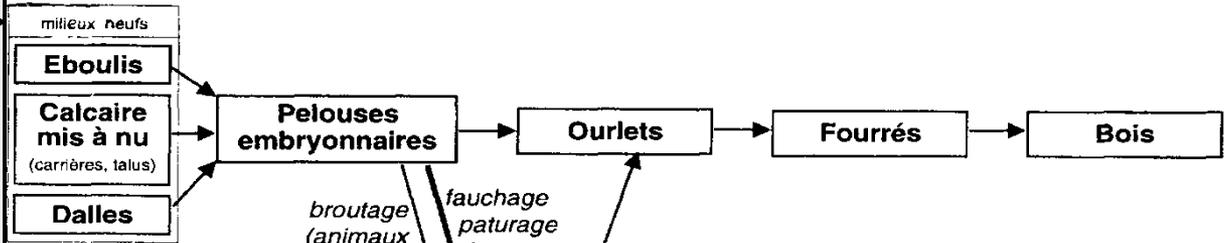
Écosystème + **simple** et - **diversifié**

# Les successions primaires et secondaires

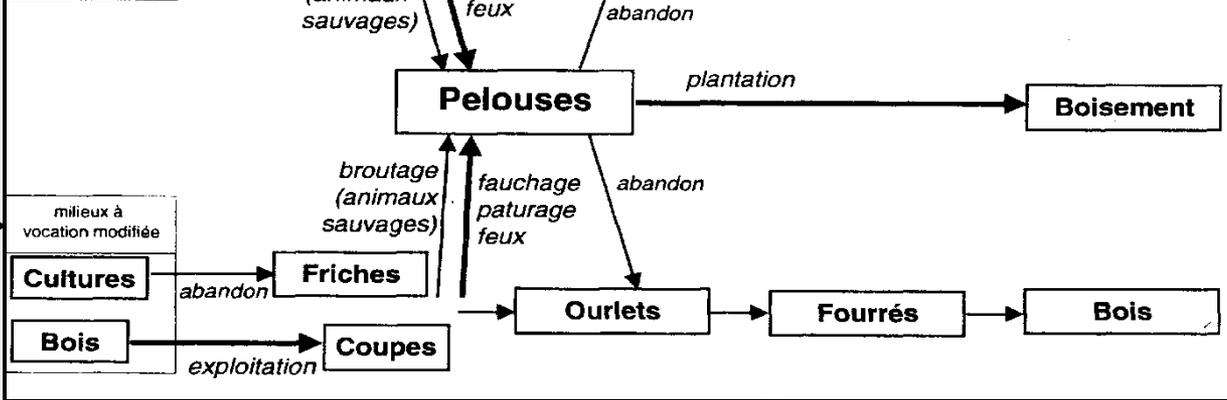
## Dynamique d'évolution des pelouses calcaires



Succession primaire



Succession secondaire



broutage (animaux sauvages)

fauchage paturage feux

abandon

plantation

abandon

abandon

exploitation

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**



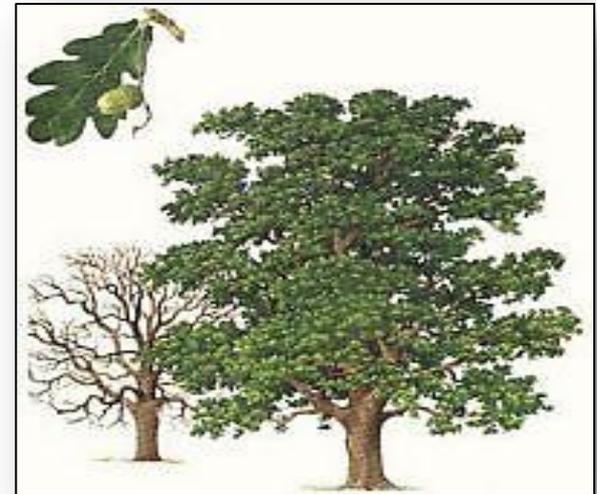
Nombreuses **formations  
intermédiaires**



**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...**



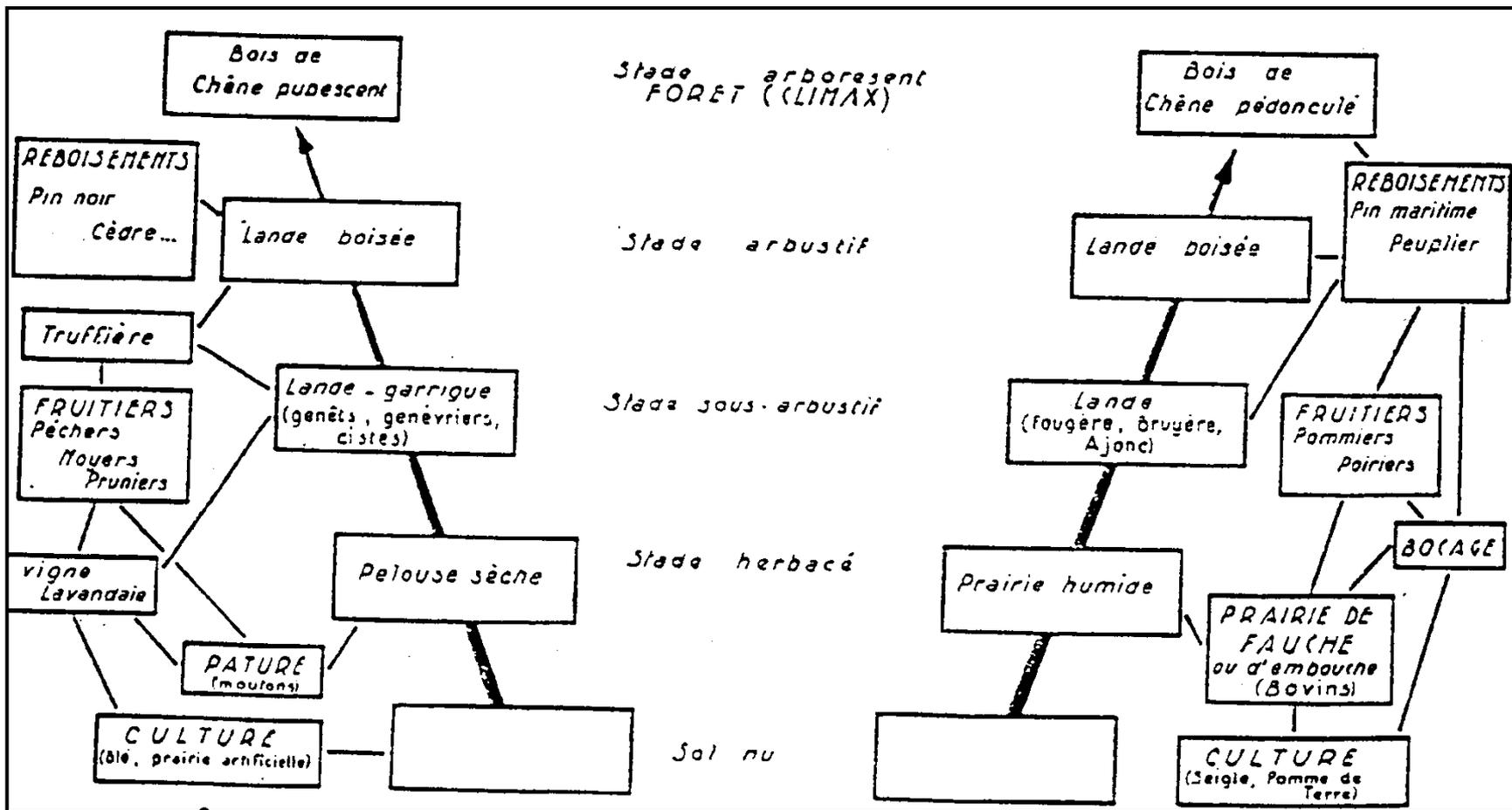
# La notion de série de végétation



# Évolution différente selon les régions

Formations végétales similaires

Flores différentes



**B**

## Formation végétale

Unité de végétation caractérisée par

Sa composition

Sa structure

Sa physionomie

La formation végétale est définie par un ou deux taxons caractéristiques et correspondant à la formation climacique d'un territoire donné.

Les **noms des formations végétales** sont souvent précisés par adjonction de qualificatifs de différents ordres :

**Géographique**

Lande atlantique, lande littorale, lande montagnarde...

**Floristique**

Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*), pelouse à brome, callunaie...

**Écologique**

Prairie humide, lande sèche ou mésophile, tourbière oligotrophe...

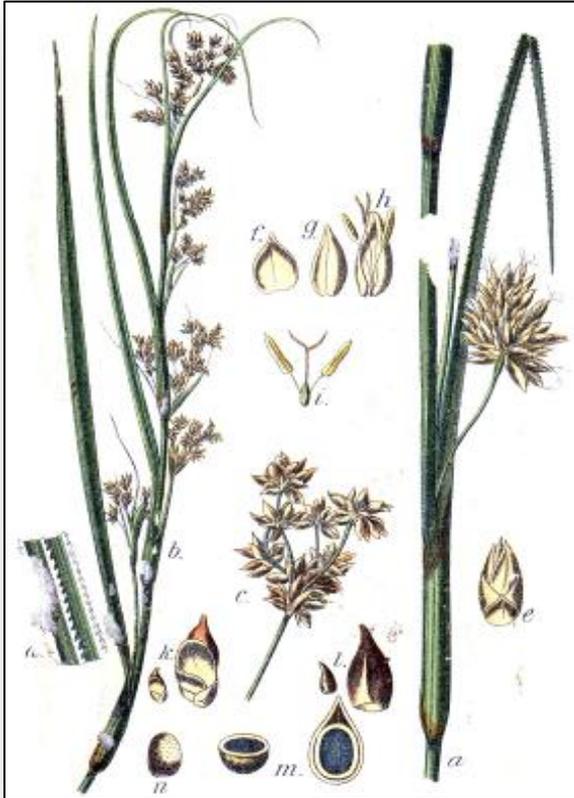
**Biologique**

Formation muscinale ou lichénique, formation semi-ligneuse...

## Exemples de formations végétales

### Cladiaie

Formation herbacée héliophile dominée par le Cladium ou Marisque (*Cladium mariscus* - Cypéacée).



**Cladium ou marisque**  
*Cladium mariscus* - Cypéacée



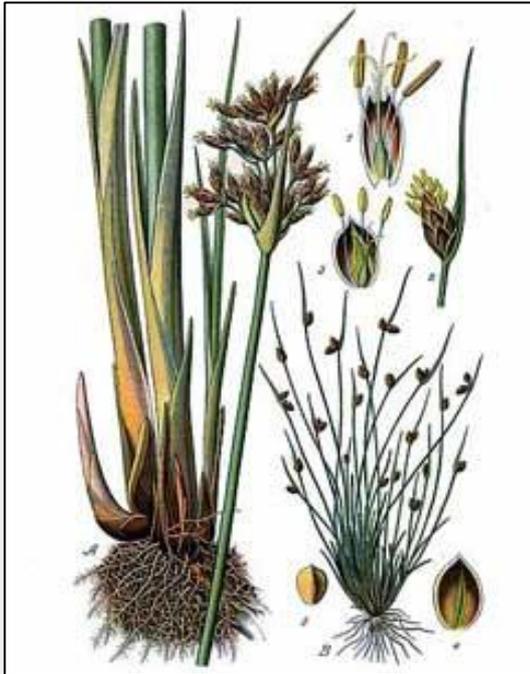
**Cladiaie**



## 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

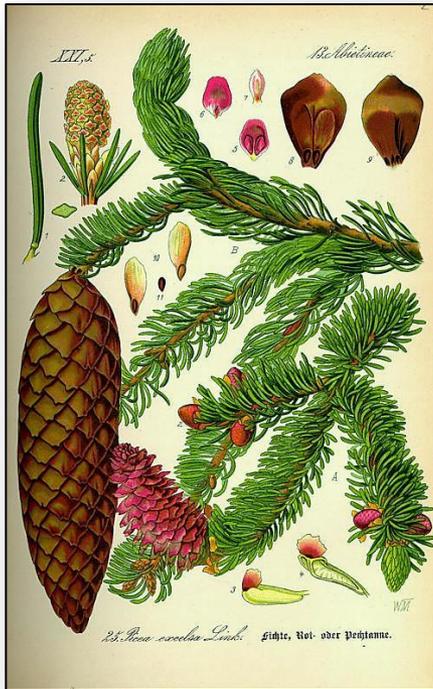


Lande à Ajoncs

## Exemples de formations végétales (suite)

### Pessière

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



Épicéa commun (*Picea abies*)

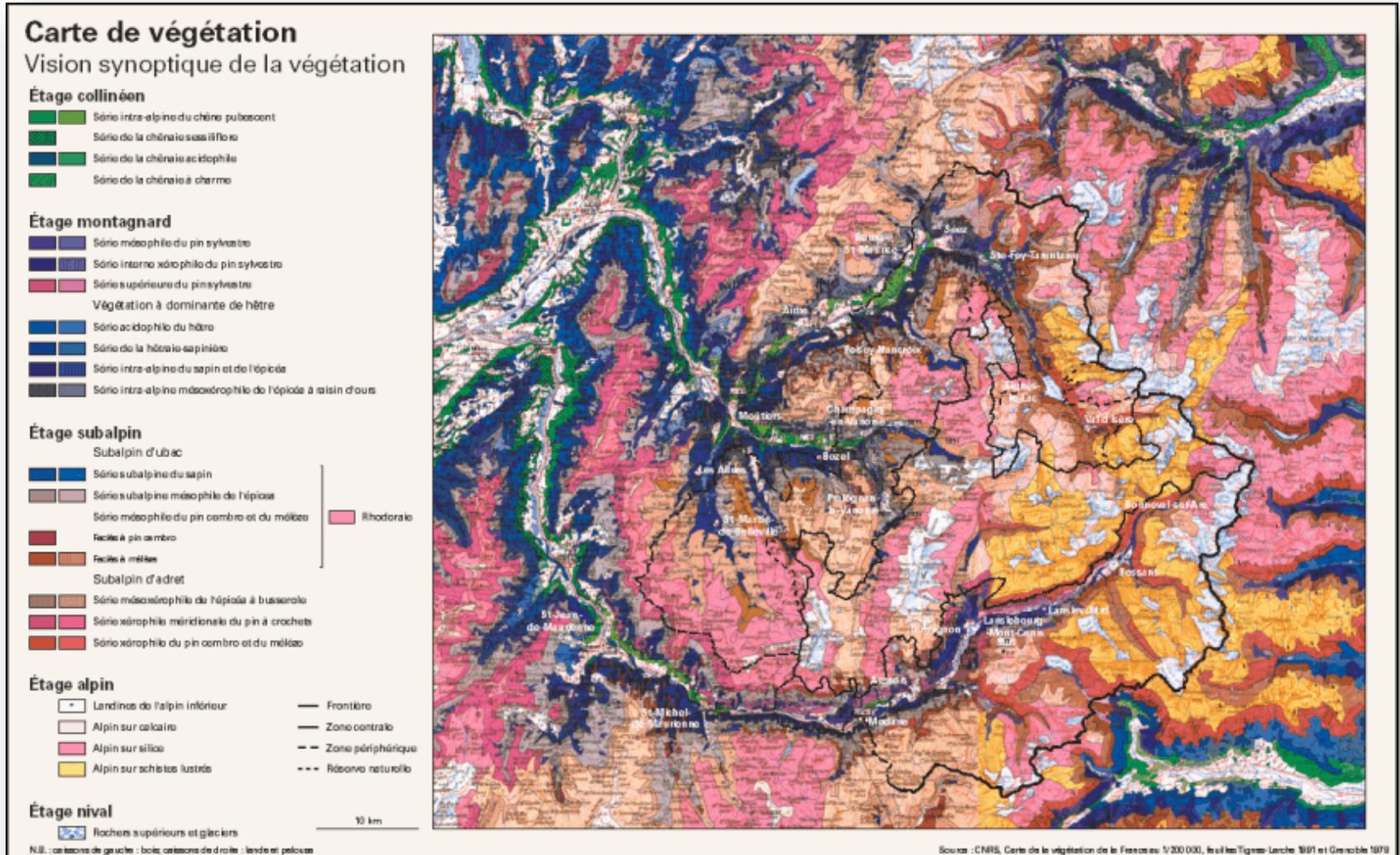


Pessière dans les Alpes

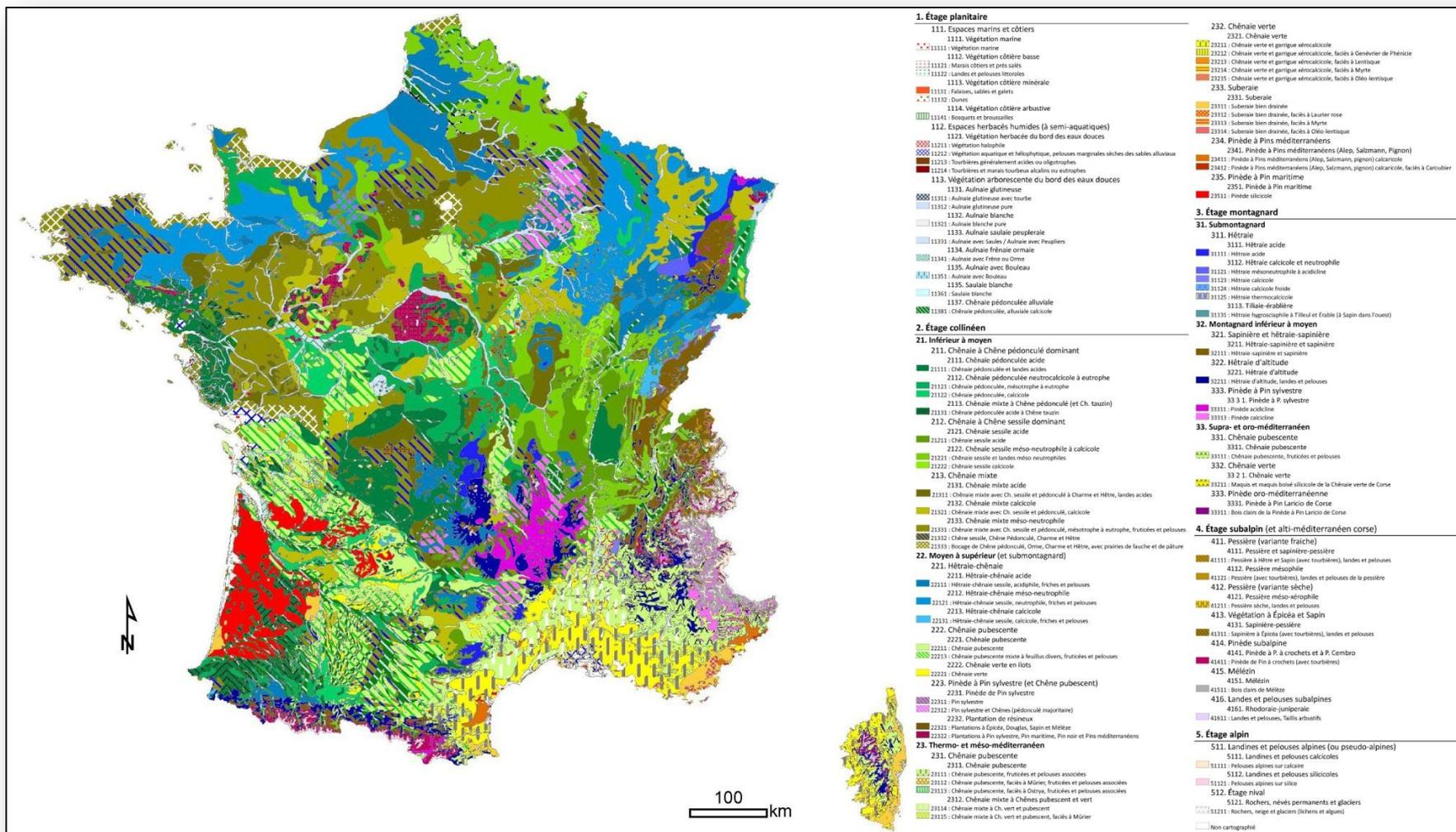


# L'outil créé par l'école toulousaine : la carte de végétation

Couverture de la France : 64 feuilles au 1/200 000<sup>ème</sup> de 1947 à 1991



# Carte de la végétation potentielle harmonisée de la France



Carte téléchargeable sur le site de [Tela Botanica](http://TelaBotanica.com)

2

## Principaux éléments recherchés dans l'approche phytogéographique

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

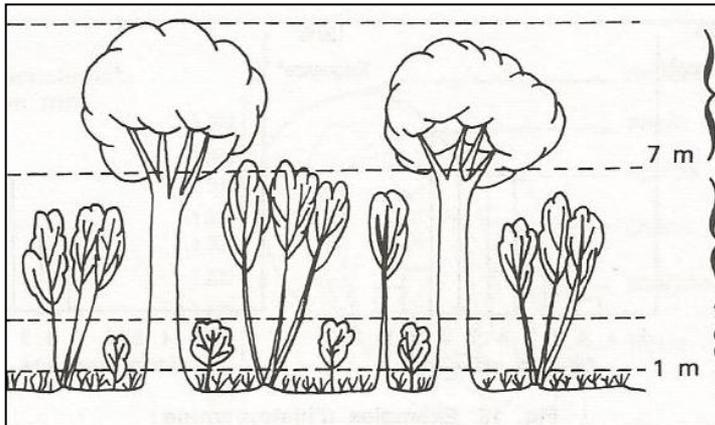
Le nombre de strates

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)

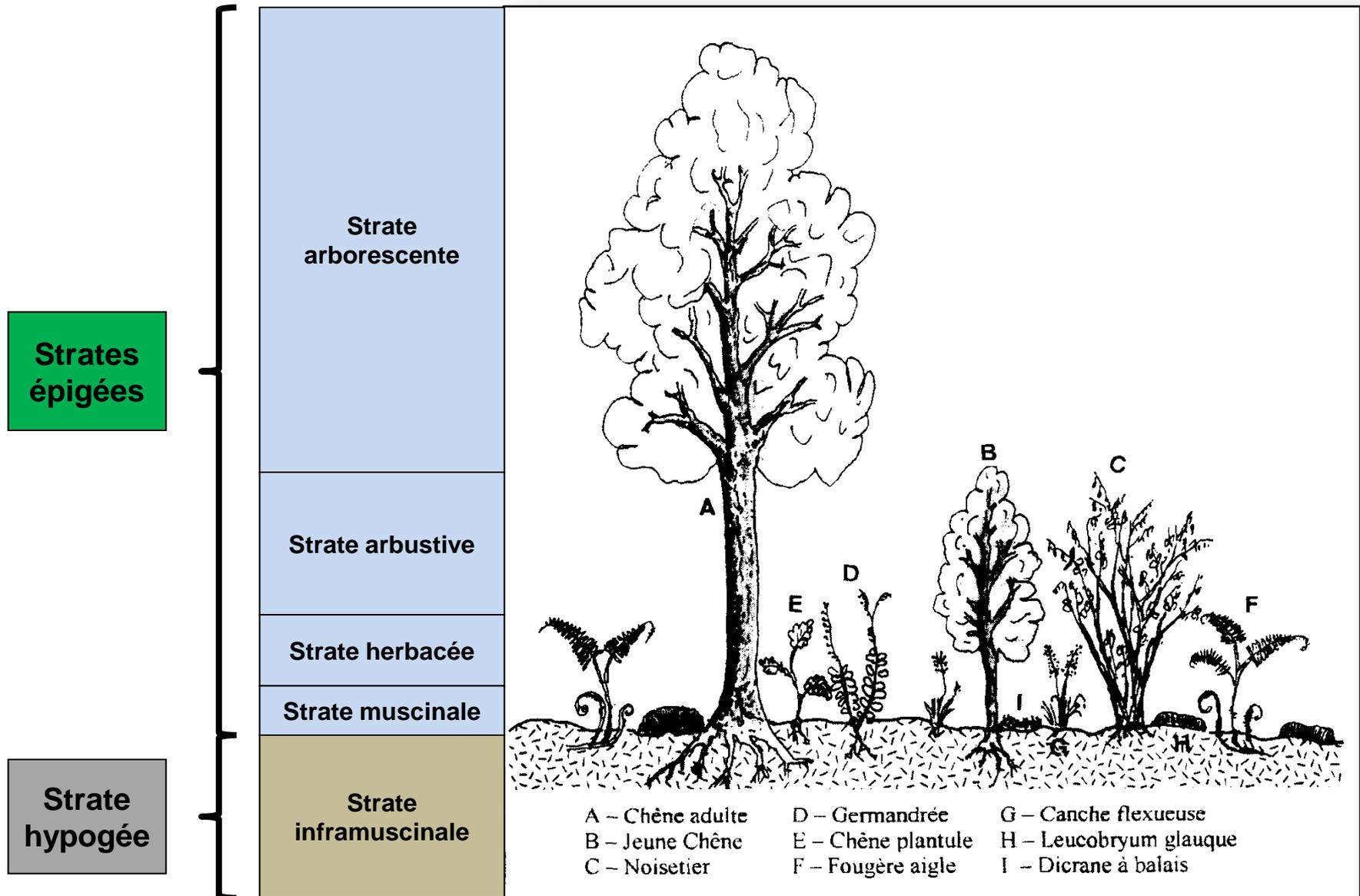
strate\* herbacée (h), muscinale (m) et lichénique (l)

**Hauteur** de la végétation par rapport au sol

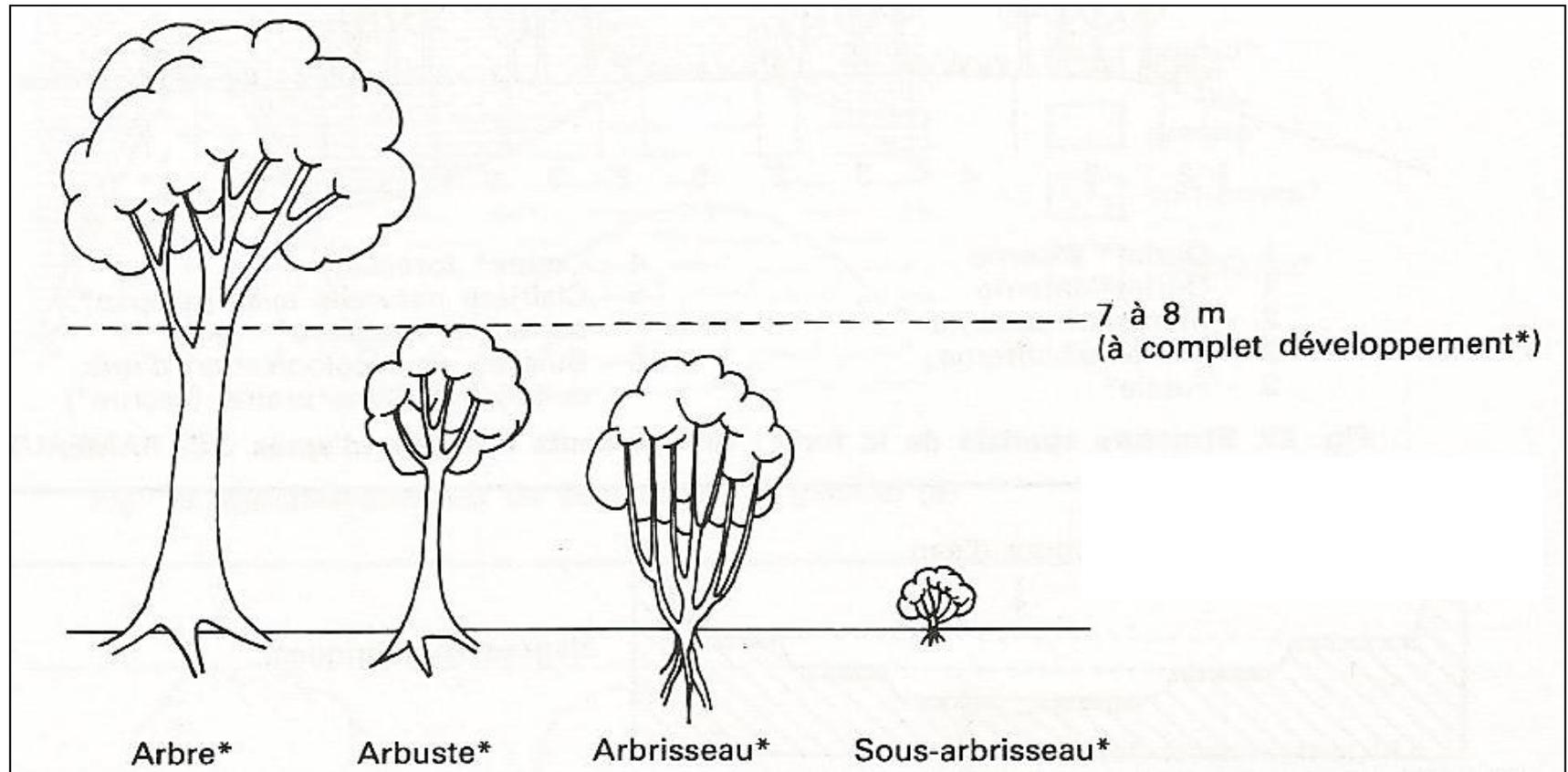
Strates A et a = végétation **ligneuse**

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.

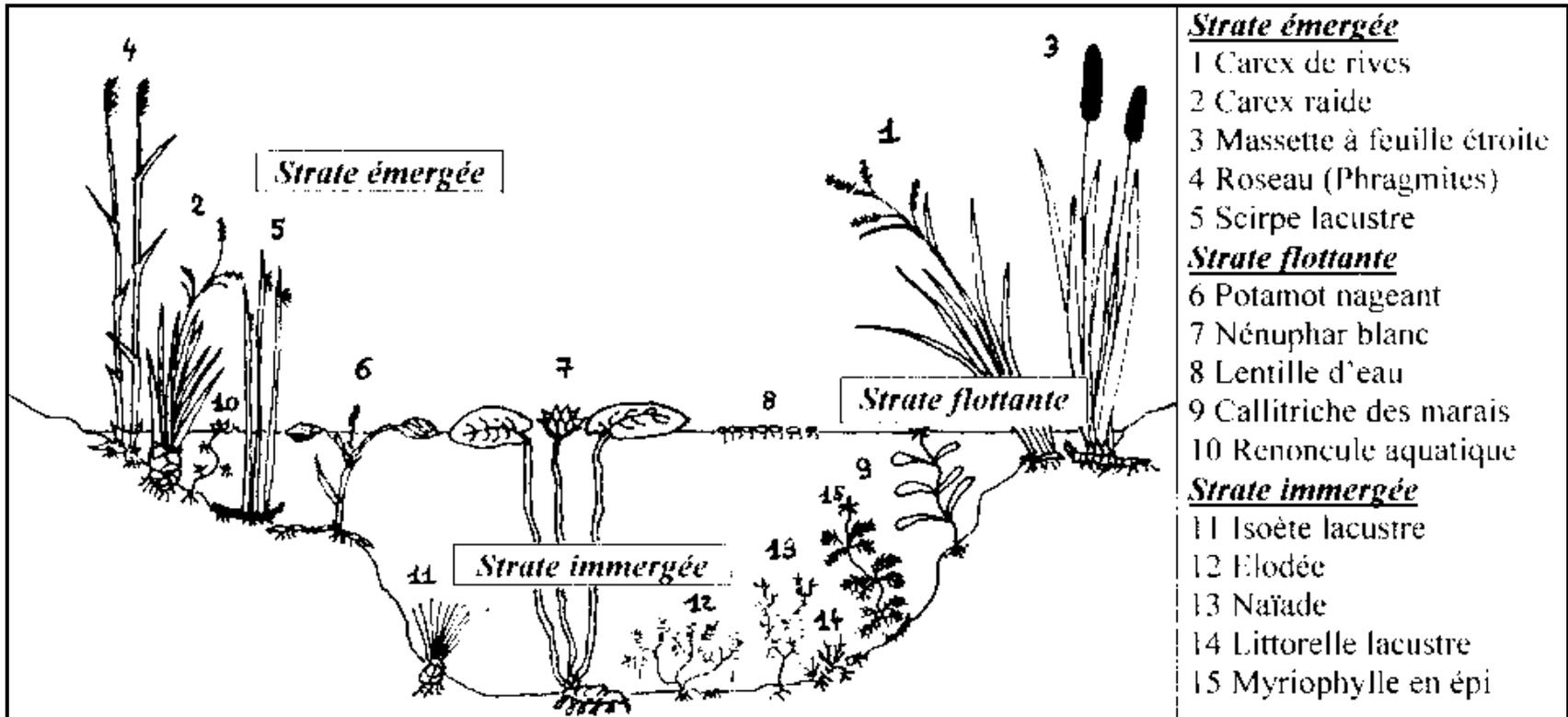


## Cas particuliers (suite)

### Stratification en milieu aquatique

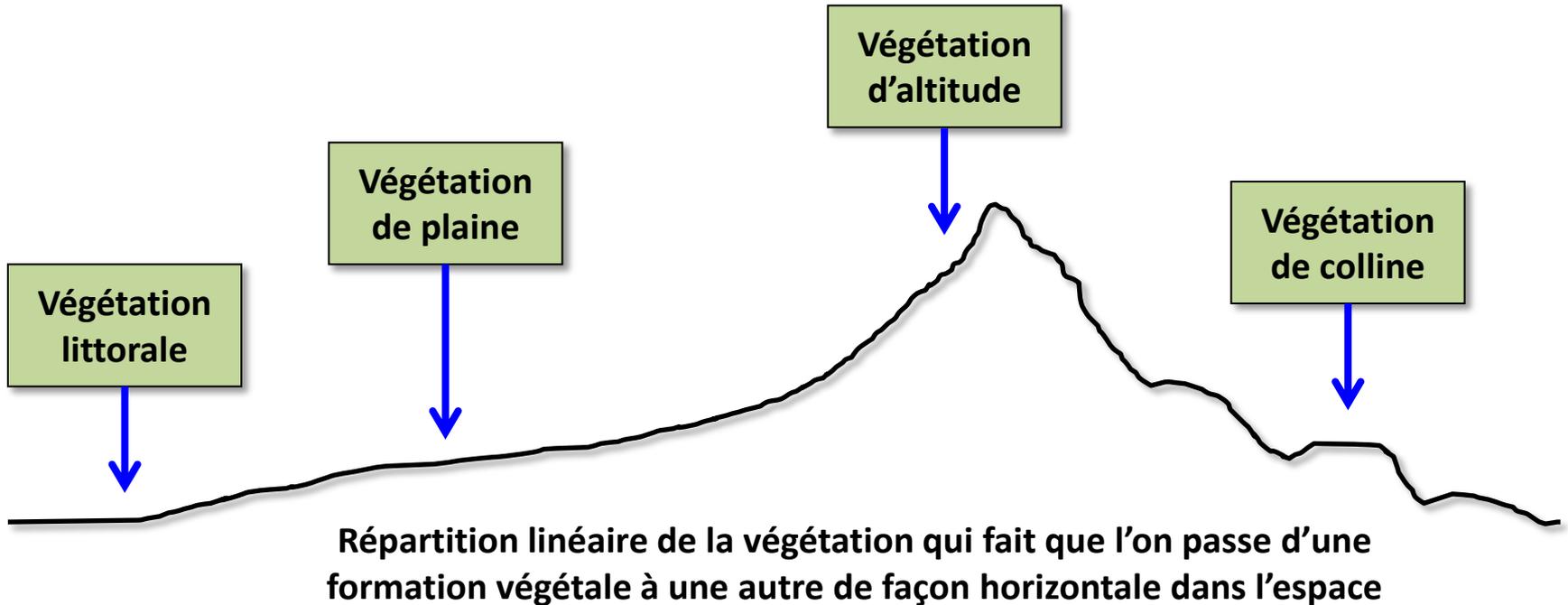
Stratification établie par rapport au niveau de l'eau

#### 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

En milieux  
aquatiques

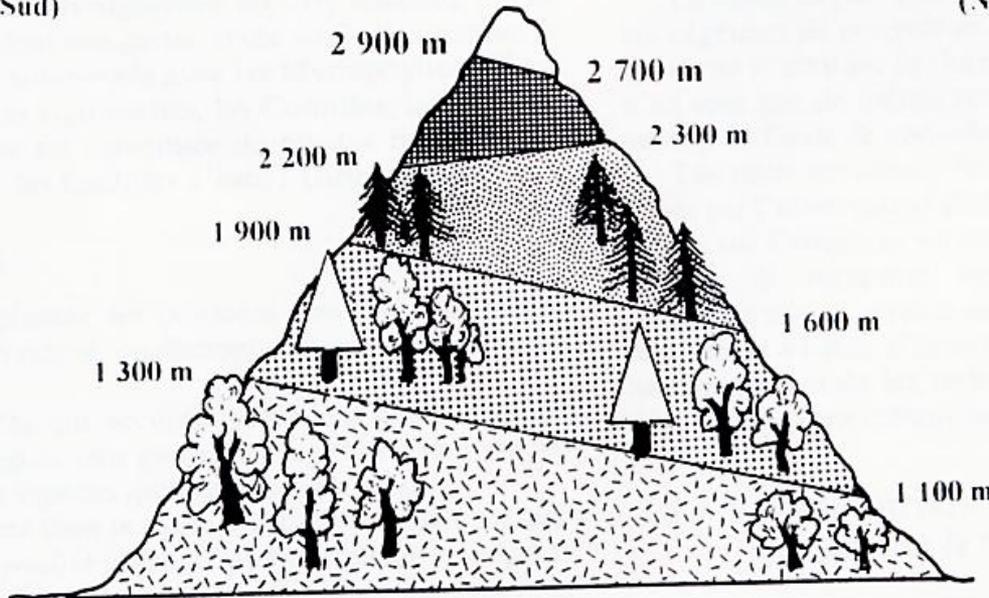
Variations **altitudinales** des facteurs  
**climatiques** et **morphopédologiques**

Variations des conditions  
suivant la **profondeur**

# Principales séries de végétation correspondant aux étages de la végétation

Adret  
(Sud)

Ubae  
(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**



Systeme mixte utilisant des  
critères différents



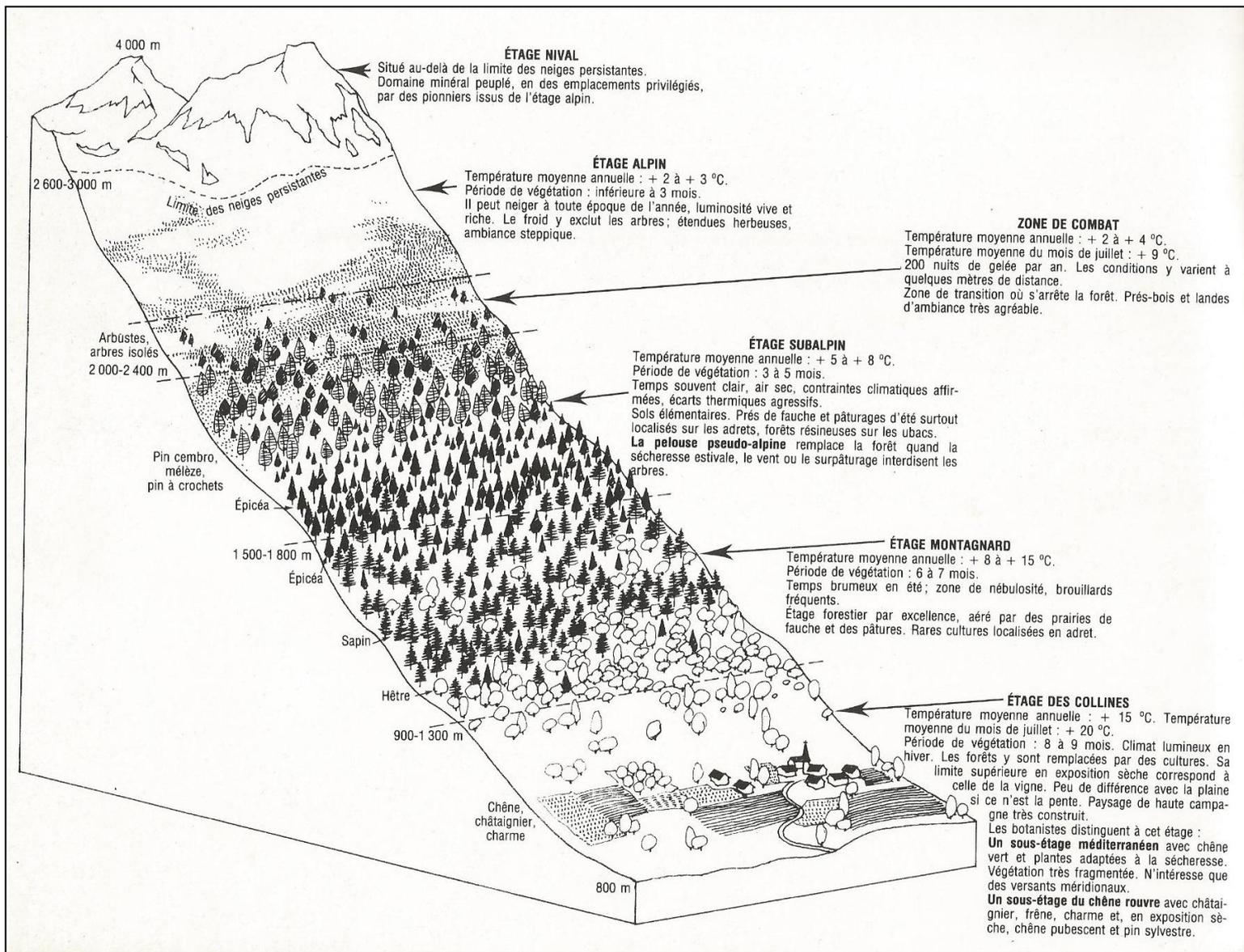
Données topographiques :  
étage collinéen, étage  
montagnard...

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

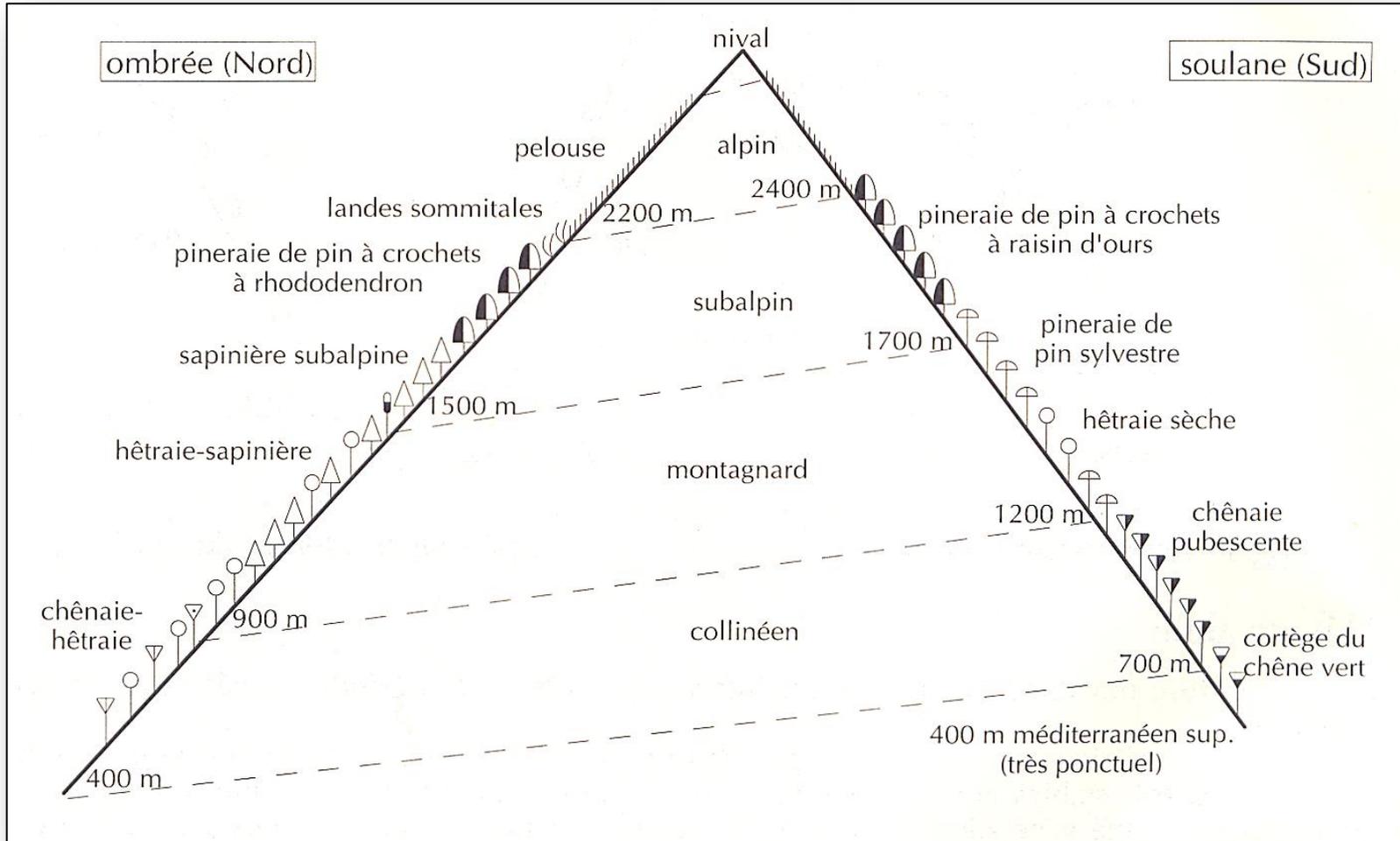
Données physionomiques :  
étage forestier, étage des  
pelouses...

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

Niveau supérieur	Étage 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>Himantalia 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

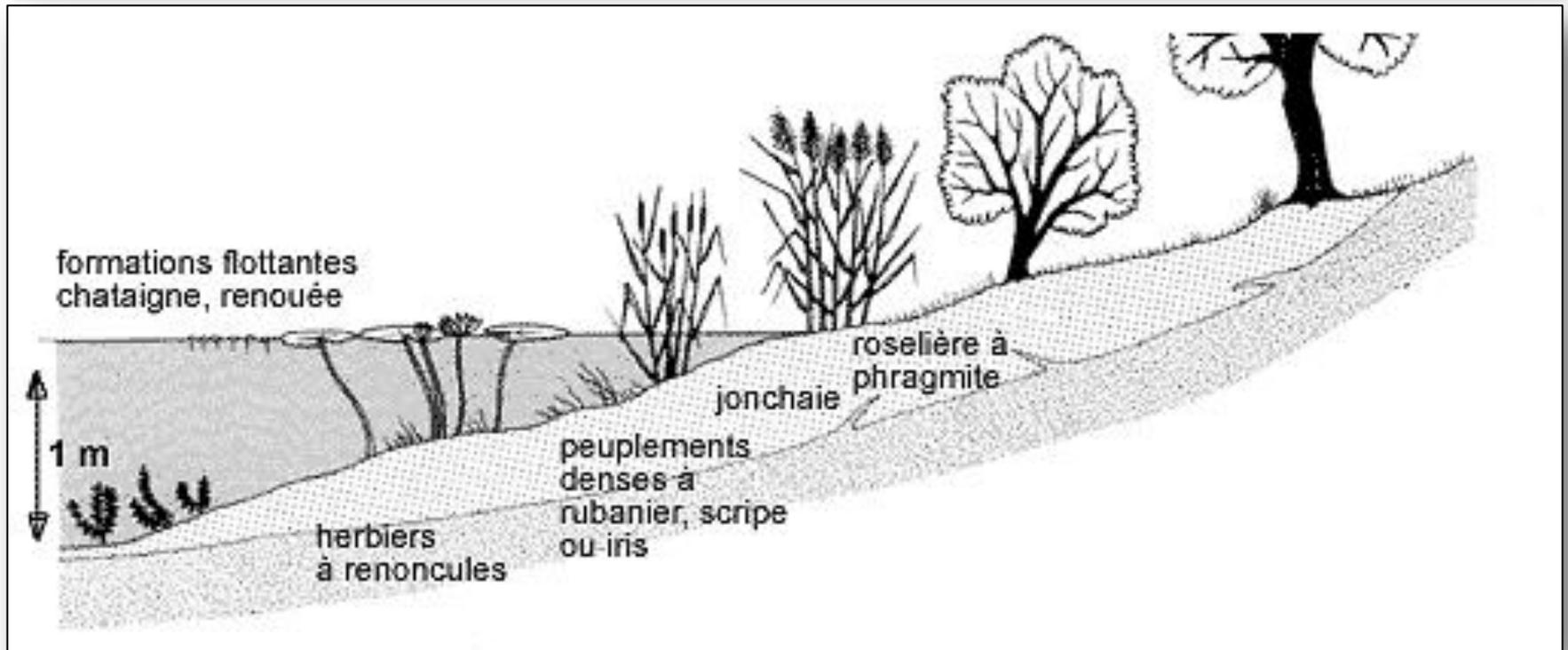
Causes possibles de la  
disposition en ceintures

Hydrométrie du sol

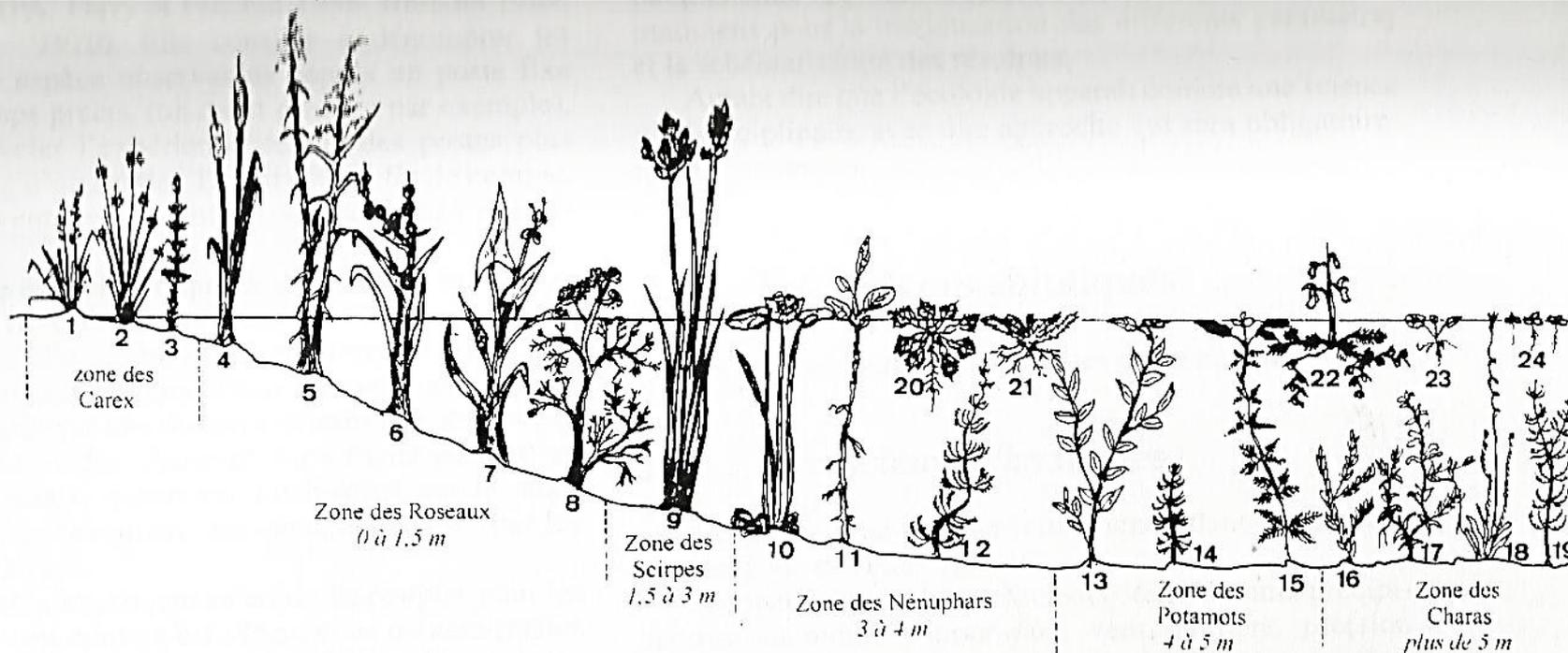
Salinité du sol

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



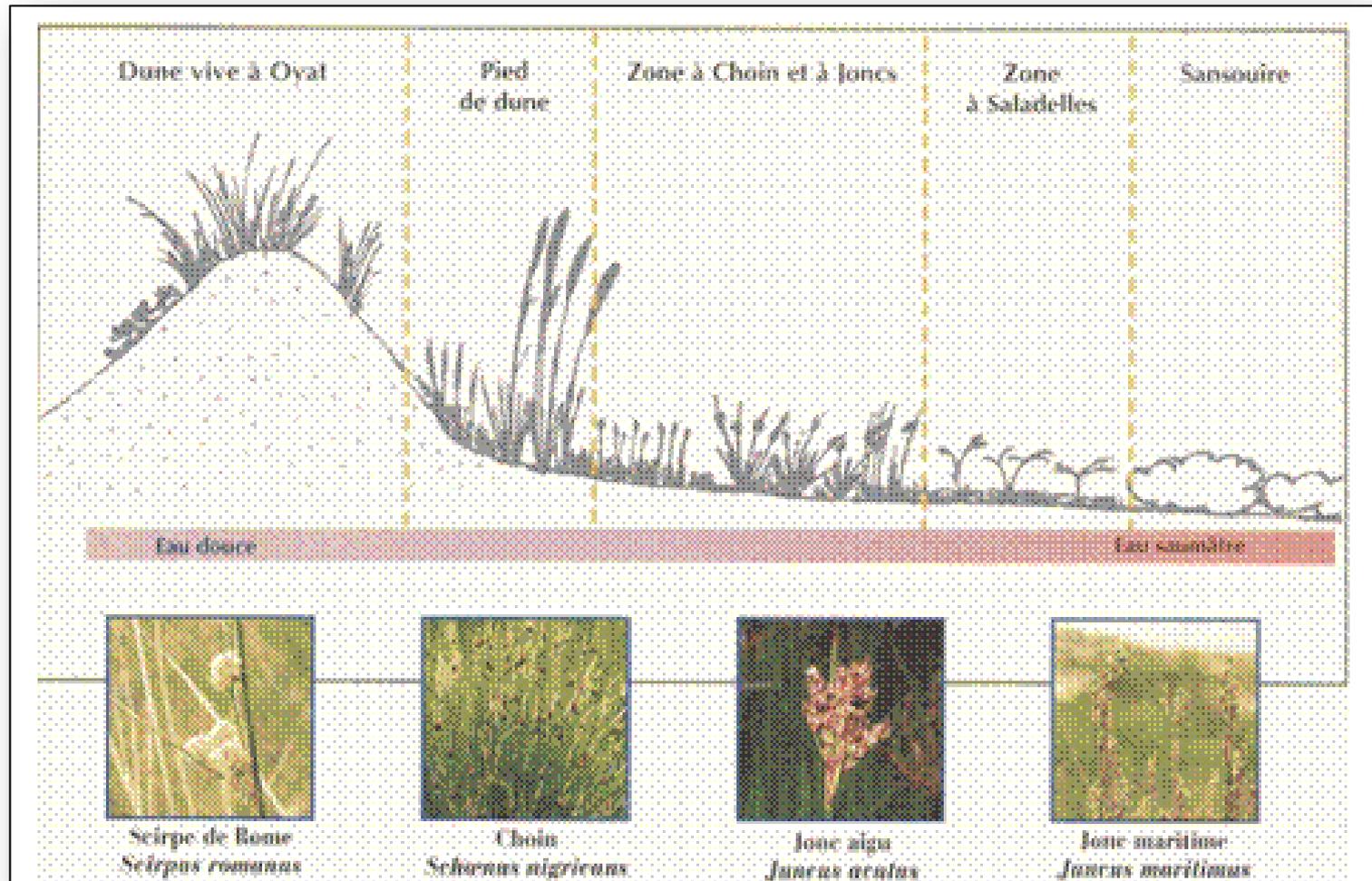
### Plantes enracinées

- |              |                      |                       |
|--------------|----------------------|-----------------------|
| 1 - Carex    | 6 - Rubamer          | 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



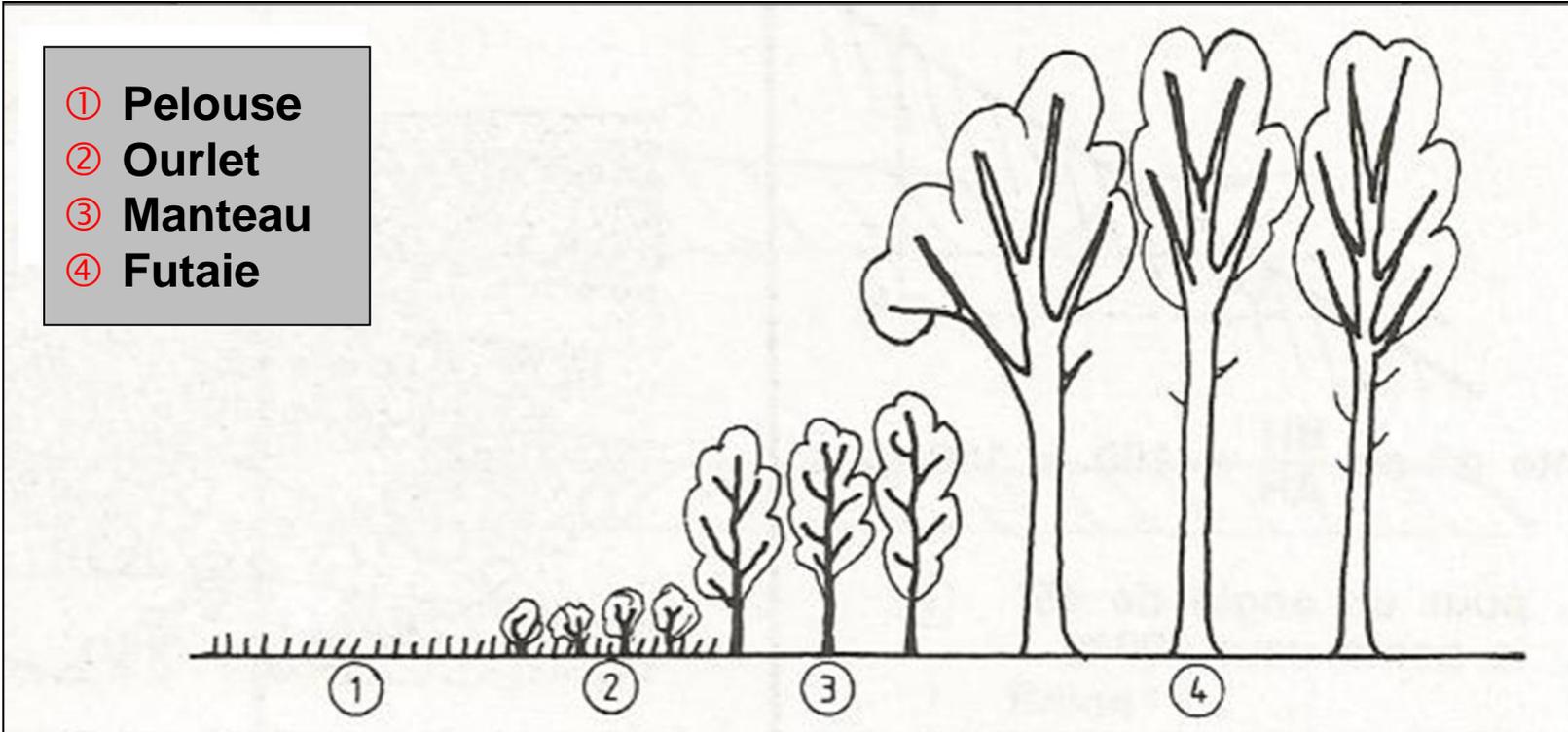
En **avant de la dune**, la végétation est soumise aux **embruns** et à la **mobilité du sable**

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

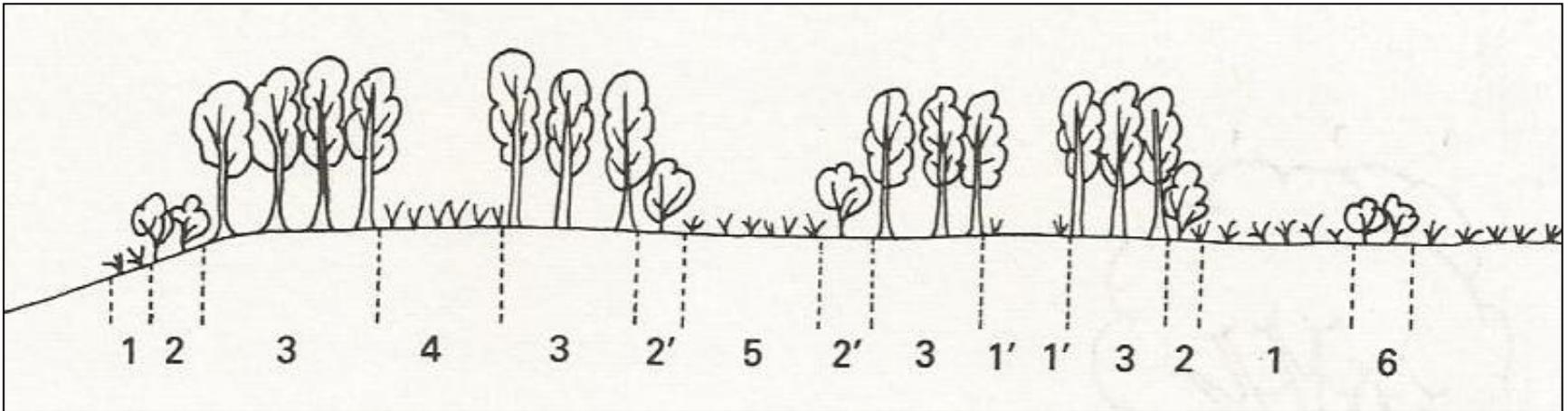
### 3 Les transitions d'une formation végétale à l'autre



### Structure naturelle d'une lisière forestière



## 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

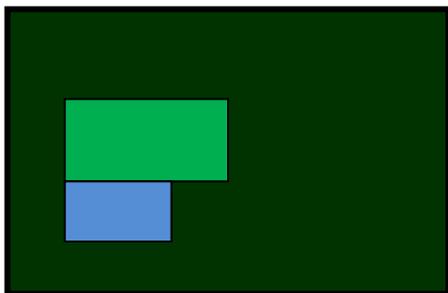


 Prairie humide atlantique

Code CORINE = 37.21

Taux de recouvrement = 100%

## Formation en mosaïque



 Prairie humide atlantique

 Typhaie

 Étang eutrophe

Code CORINE = 37.21

TR = 88%

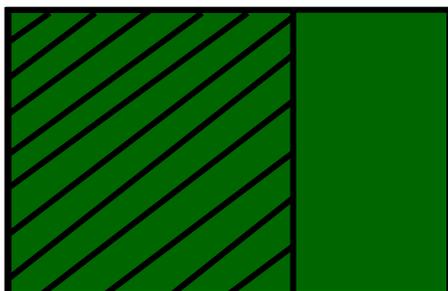
Code CORINE = 53.13

TR = 8%

Code CORINE = 22.13

TR = 4%

## Formations en complexe



 Communauté à grandes Laïches

 Peupleraie

Code CORINE = 53.2

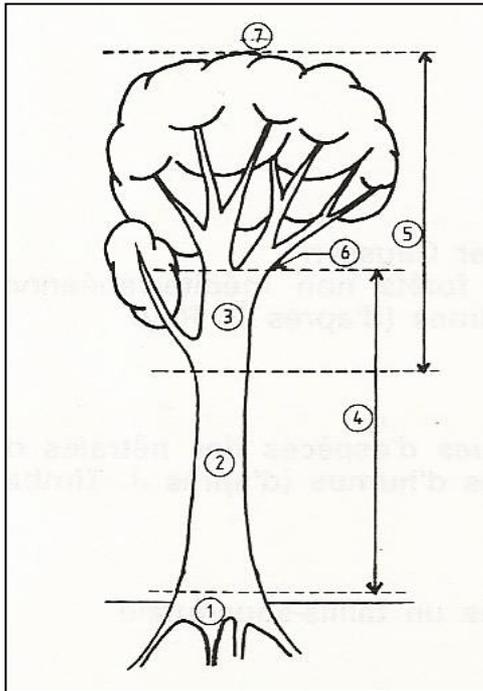
TR = 100%

Code CORINE = 88.321

TR = 60%

## 4 Le recouvrement de la végétation au sol

### Différentes parties d'un arbre

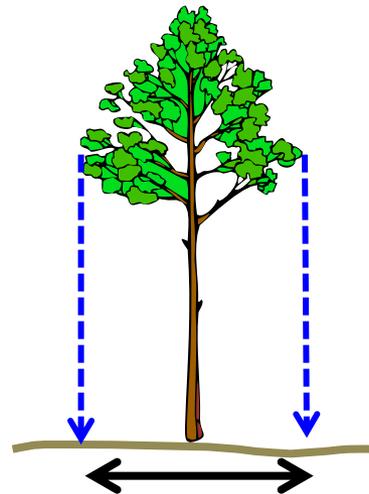


- ① Souche
- ② Bille de pied
- ③ Surbille
- ④ Fût
- ⑤ Houppier
- ⑥ Couronne
- ⑦ Cime



### 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.

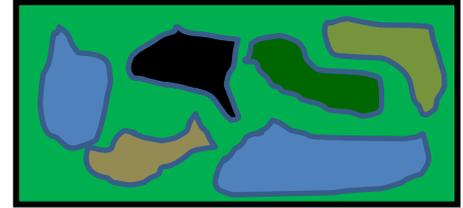


### Arboré

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

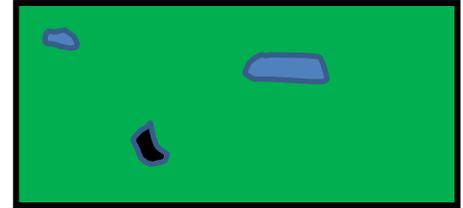
## Ouvert(e)

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** ».



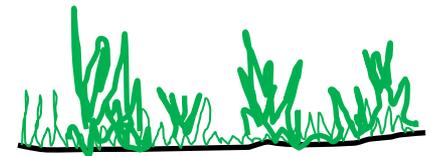
## Clair(e)

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** ».



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**

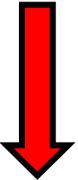
# Principaux groupes écologiques en lien avec les facteurs édaphiques

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

-



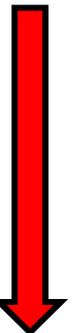
+

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

-



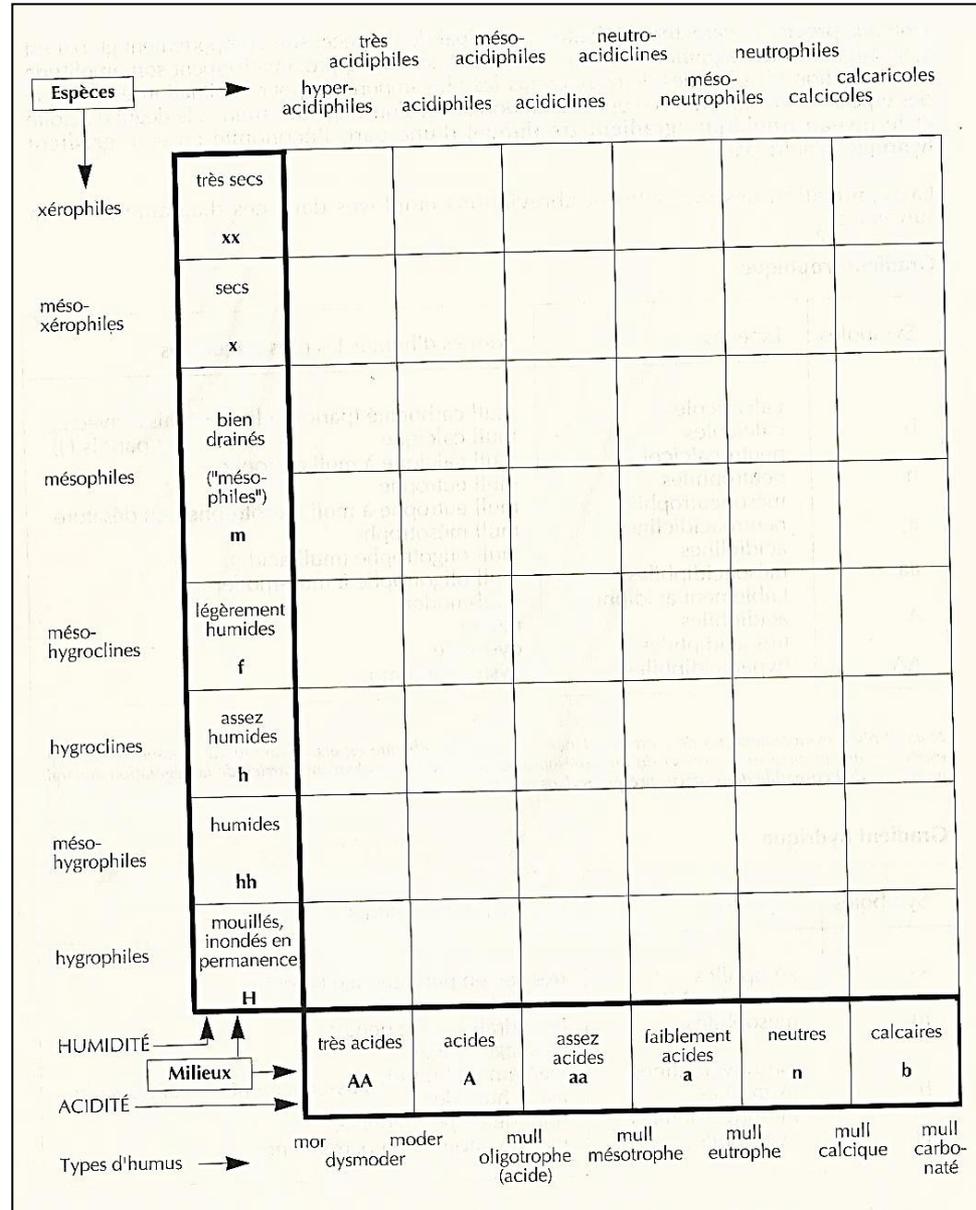
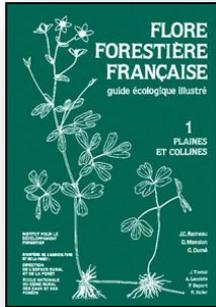
+

Degré d'acidité du sol  
Niveau trophique

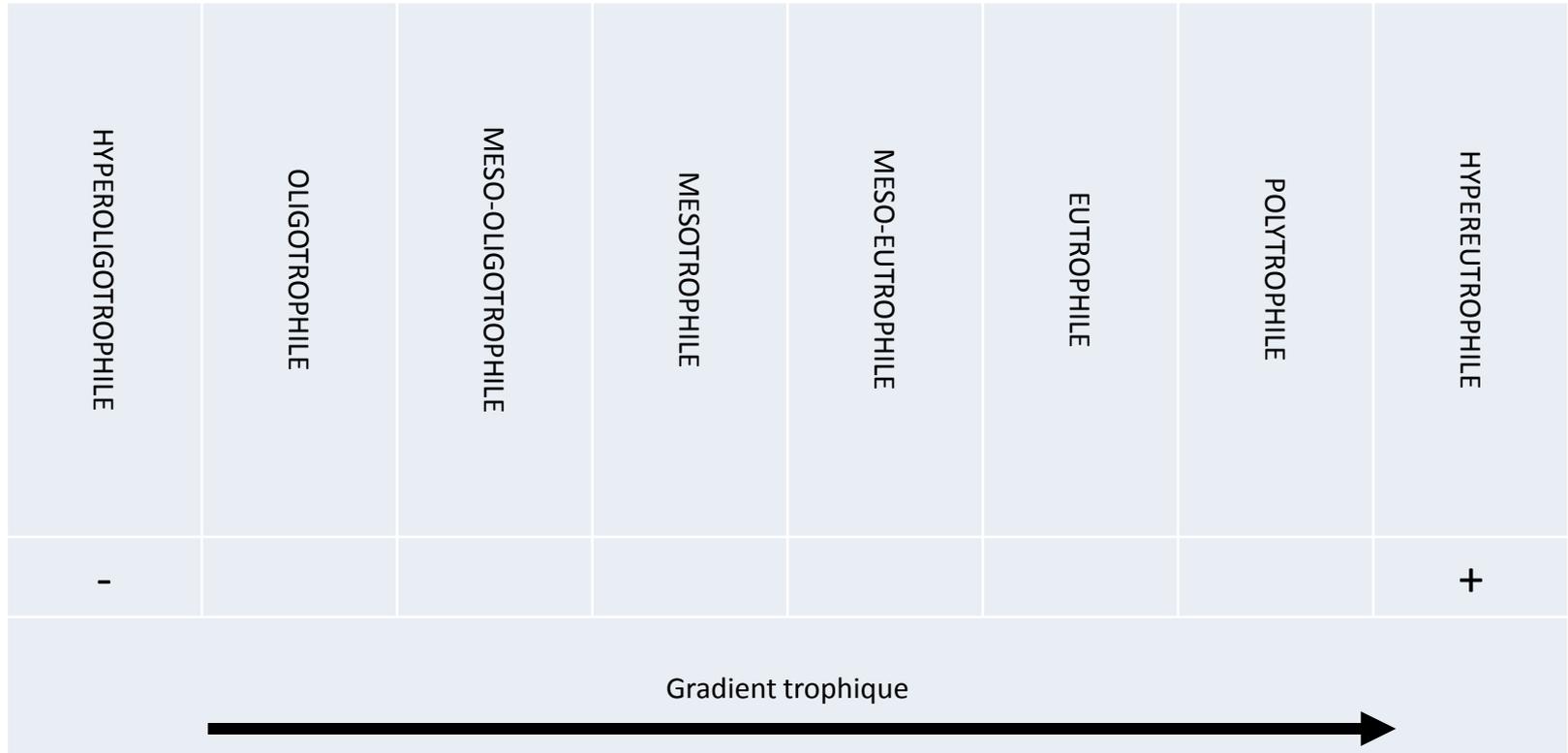
Type d'humus  
optimal

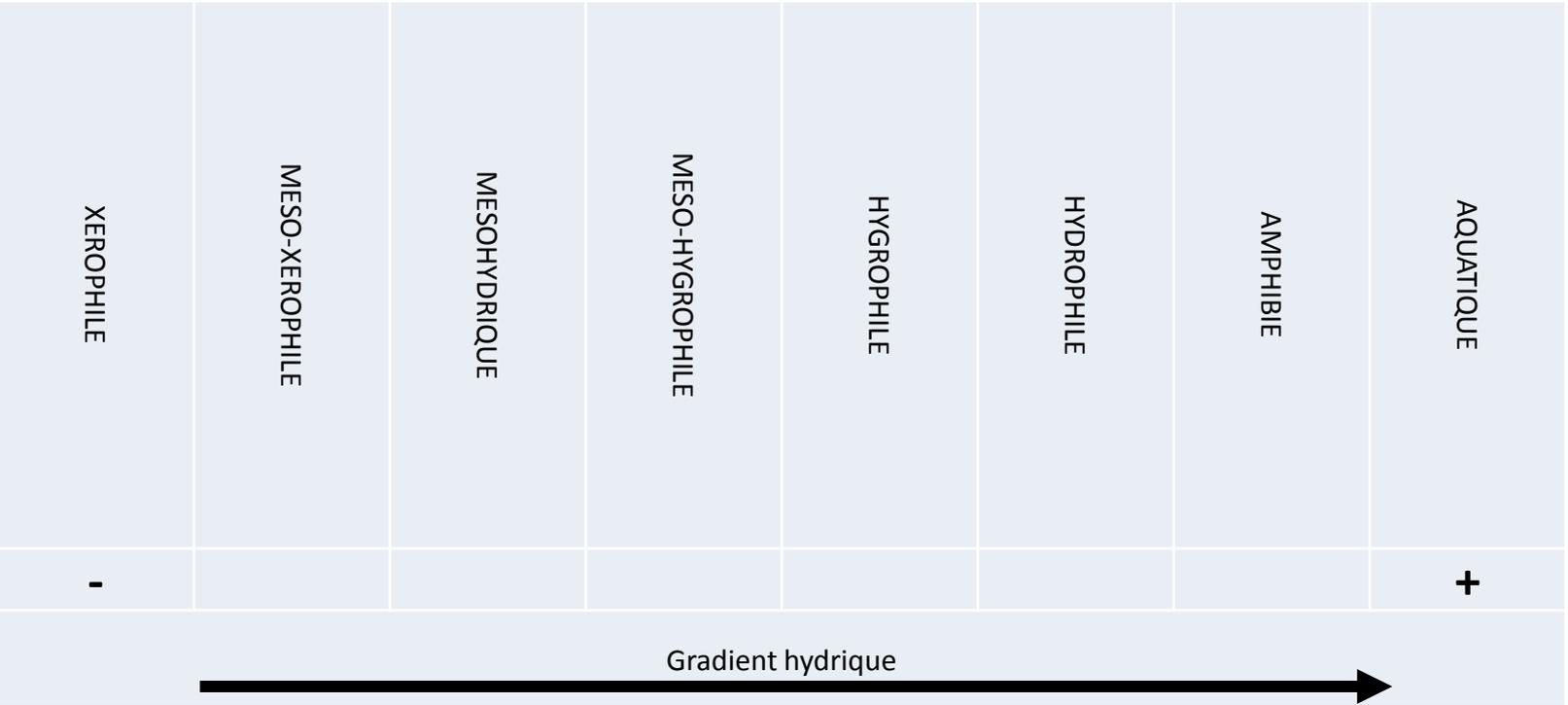
# Diagramme combinant les gradients trophique et hydrique de répartition des espèces

## Extrait de la flore forestière française



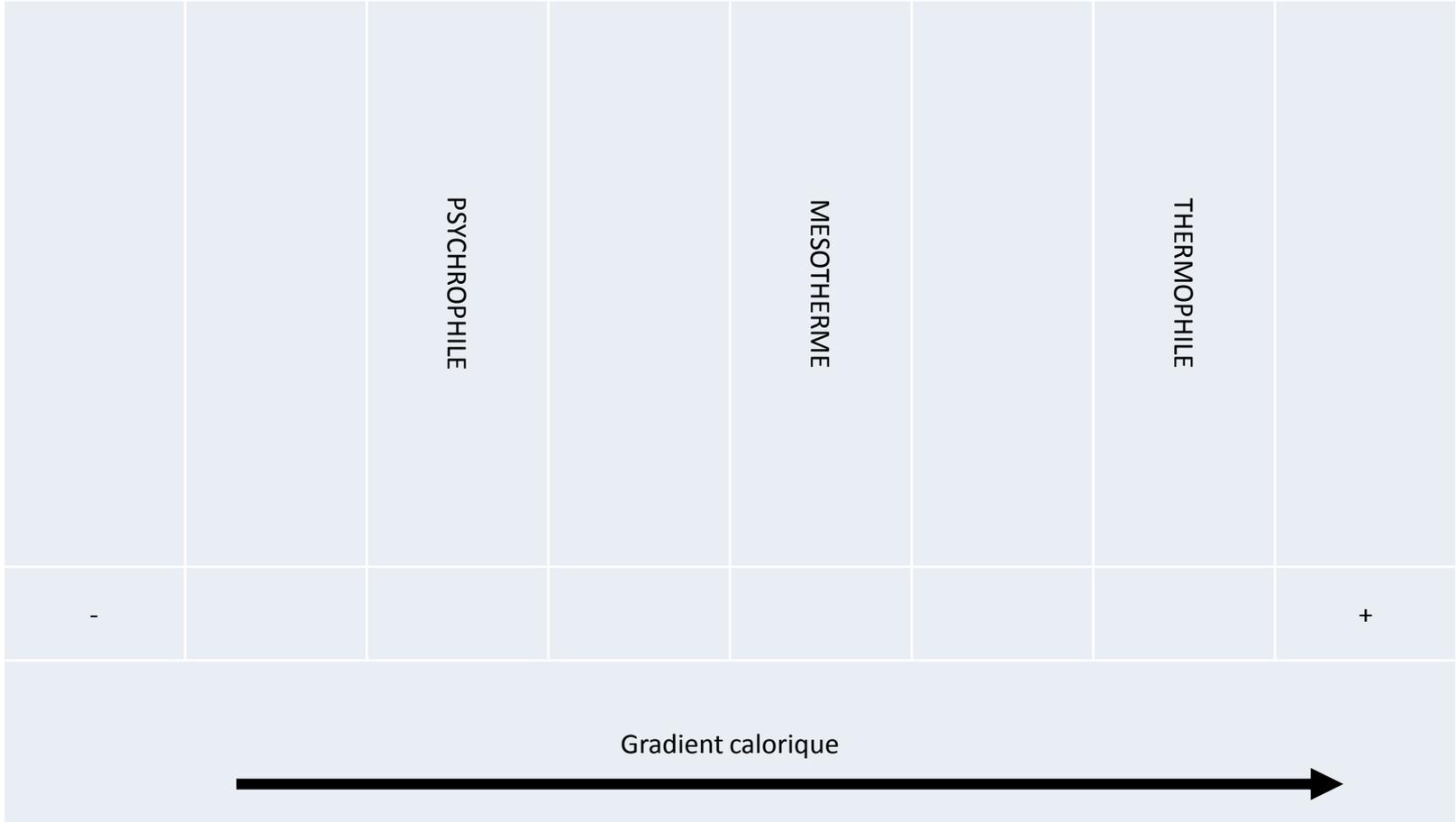
# NOMENCLATURE RELATIVE SELON DIFFERENTS GRADIENTS ECOLOGIQUES (adjectifs descriptifs appliqués à la végétation)



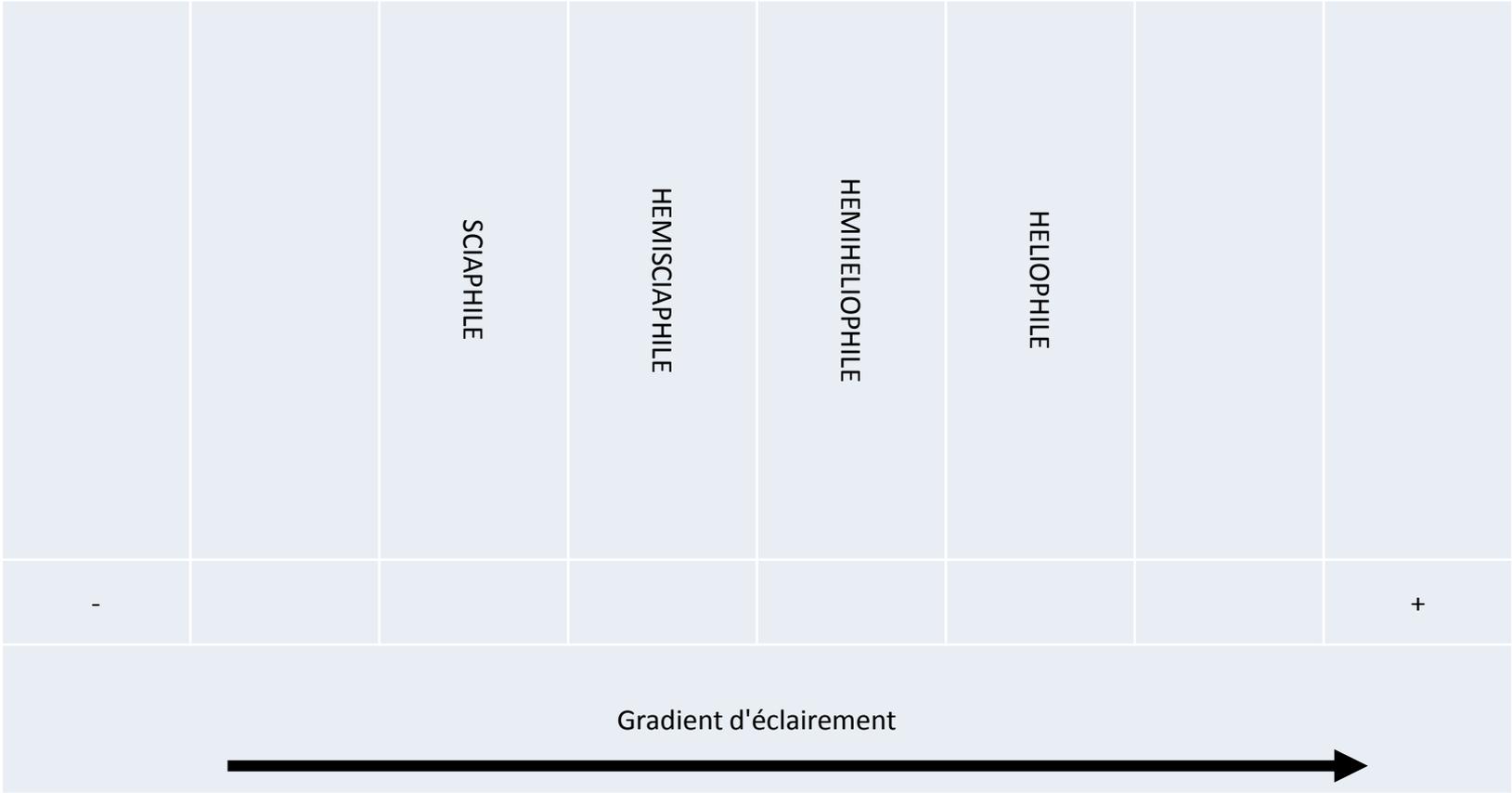




Remarque : pour les pH écologiques, le basculement s'effectue à pH=5,5









## 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 durée de vie

Du végétal

- Végétaux **annuels**
- Végétaux **bisannuels**
- Végétaux **pérennes (vivaces)**

Des feuilles

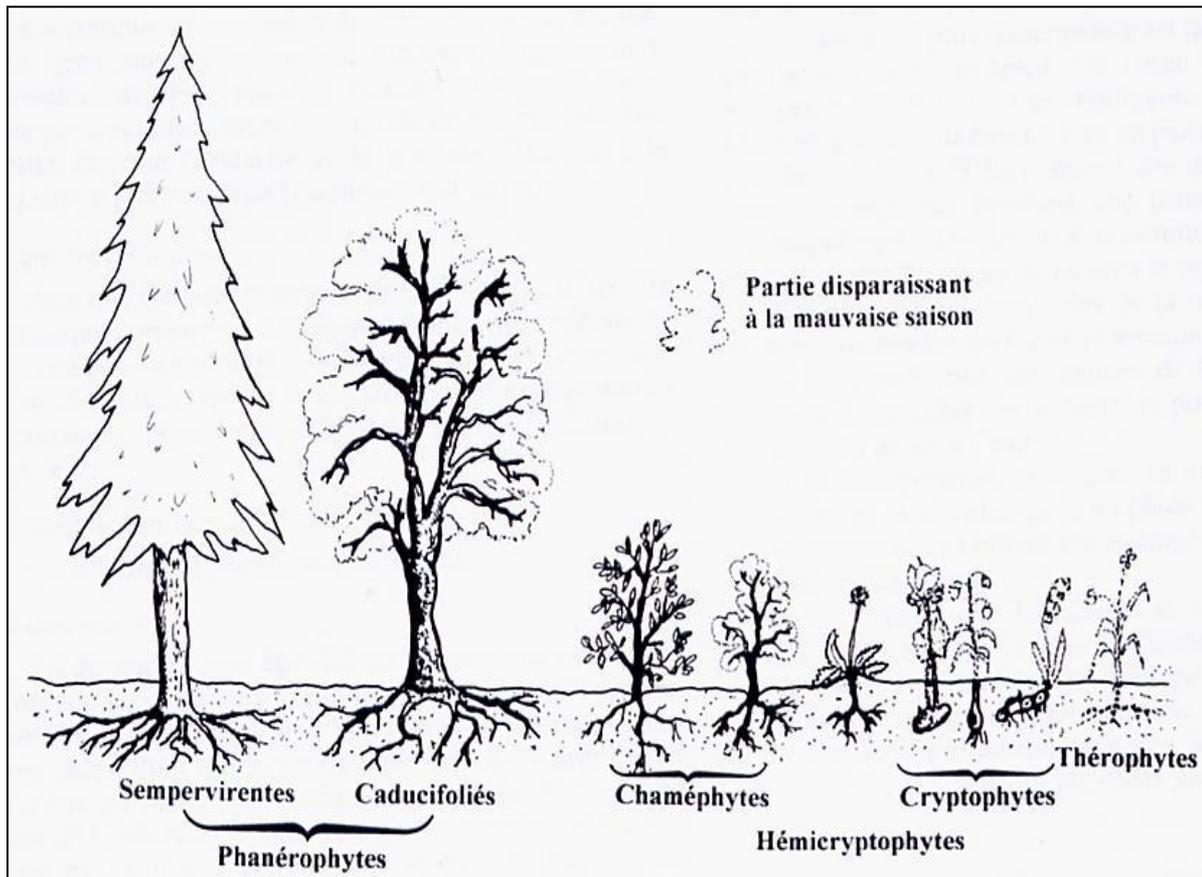
- Végétaux **caducifoliés (ou décidus)**
- Végétaux **marcescents**
- Végétaux **sempervirents (ou persistants)**

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

Classification de Raunkiaer



Christen Christensen  
Raunkiaer (1860–1938)



Système de classification  
des végétaux

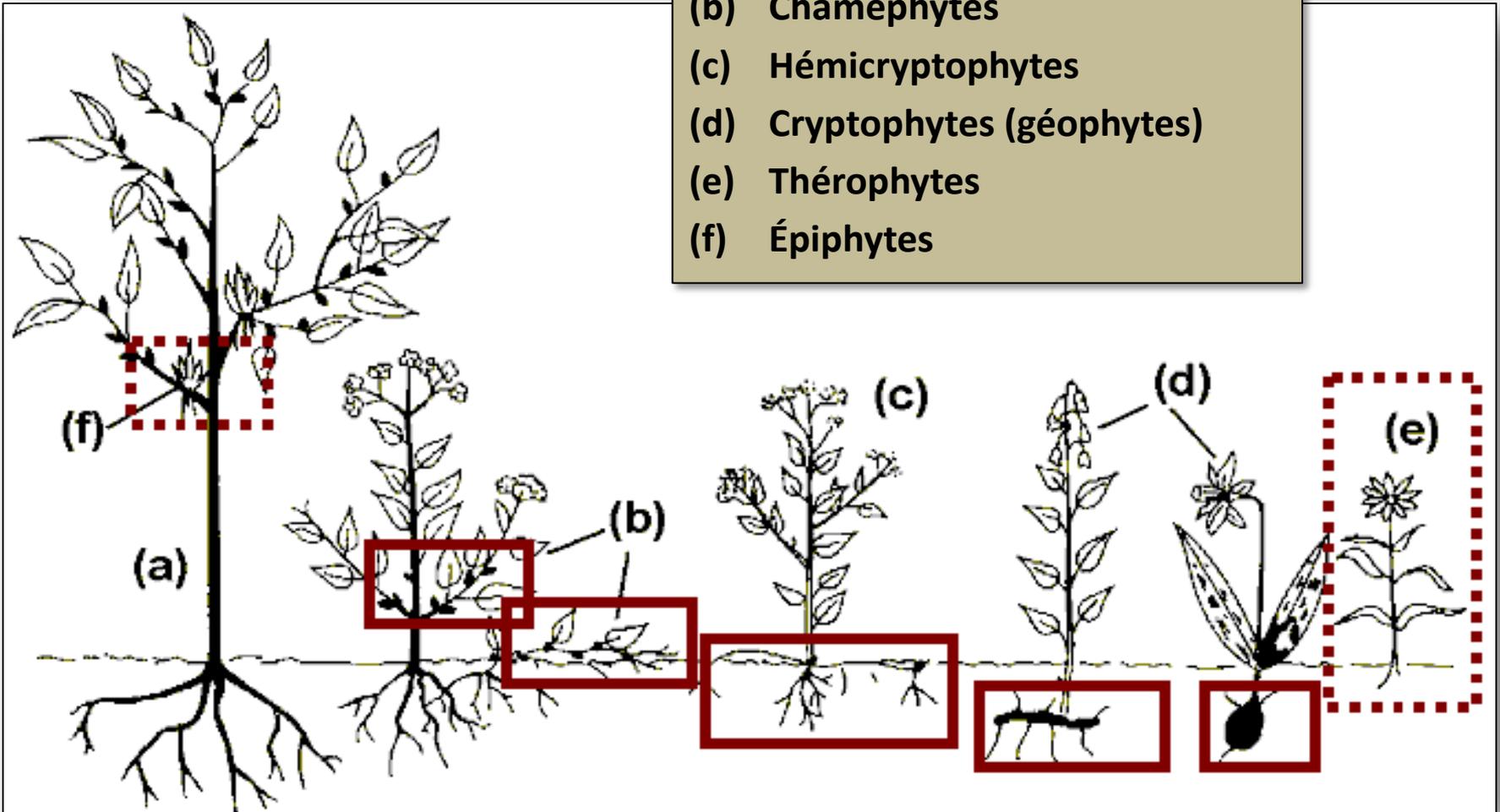
Hauteur, par rapport à la  
surface du sol, des  
bourgeons de  
renouvellement  
permettant à la plante  
de passer la saison  
défavorable  
(hiver ou saison sèche)

# Principales formes biologiques issues de la classification de Raunkiaer

Type biologique	Caractères	Exemples
<b>Phanérophytes</b> <i>De phaneros = visible</i>	<b>Les bourgeons sont exposés au froid.</b> <b>Ce sont les arbres, arbustes et grands arbrisseaux.</b>	<b>Hêtre, chêne,</b> <b>rhododendrons de</b> <b>l'étage subalpin</b>
<b>Chaméphytes</b> <i>De khamai = à terre</i>	<b>Les bourgeons sont situés à environ 20-30 cm du sol (donc sous la neige en hiver).</b> <b>Ce sont les arbrisseaux, sous-arbrisseaux, herbacées rampantes, végétaux en coussinet ou en boule.</b>	<b>Callune et bruyères</b>
<b>Hémicryptophytes</b> <i>De hémi et cryptos = à moitié caché</i>	<b>Herbacées dont les bourgeons sont protégés à la mauvaise saison par une rosette verte de feuilles ou une touffe sèche au ras du sol.</b> <b>Pour certains, souches cespiteuses (en touffes compactes).</b>	<b>Anémones, pissenlits,</b> <b>plantains, luzules,</b> <b>fétuques</b>
<b>Cryptophytes</b> <i>De cryptos = caché</i>	<b>Géophytes</b> 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. <b>Hélophytes</b> Bourgeons dans la vase. <b>Hydrophytes</b> Bourgeons dans la vase.	<b>Bulbe = jonquilles, crocus</b> <b>Rhizome = muguet,</b> <b>fougère aigle</b> <b>Tubercule = orchidées</b>  <b>Phragmites</b>  <b>Nénuphar</b>
<b>Thérophytes</b> <i>De théros = saison</i>	<b>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 ».</b>	<b>Poacées cultivées (blé,</b> <b>orge, avoine, maïs...)</b>

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

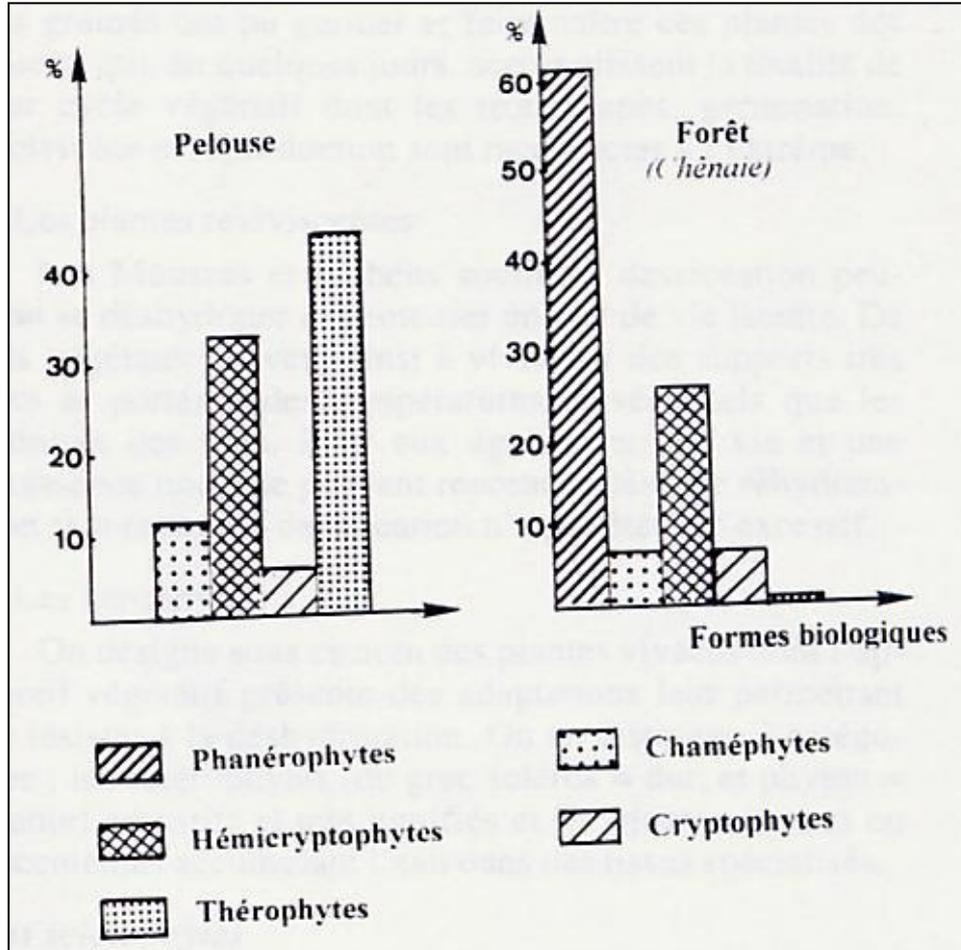
- (a) Phanérophytes
- (b) Chaméphytes
- (c) Hémicryptophytes
- (d) Cryptophytes (géophytes)
- (e) Thérophytes
- (f) Épiphytes



## 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

1

# 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).

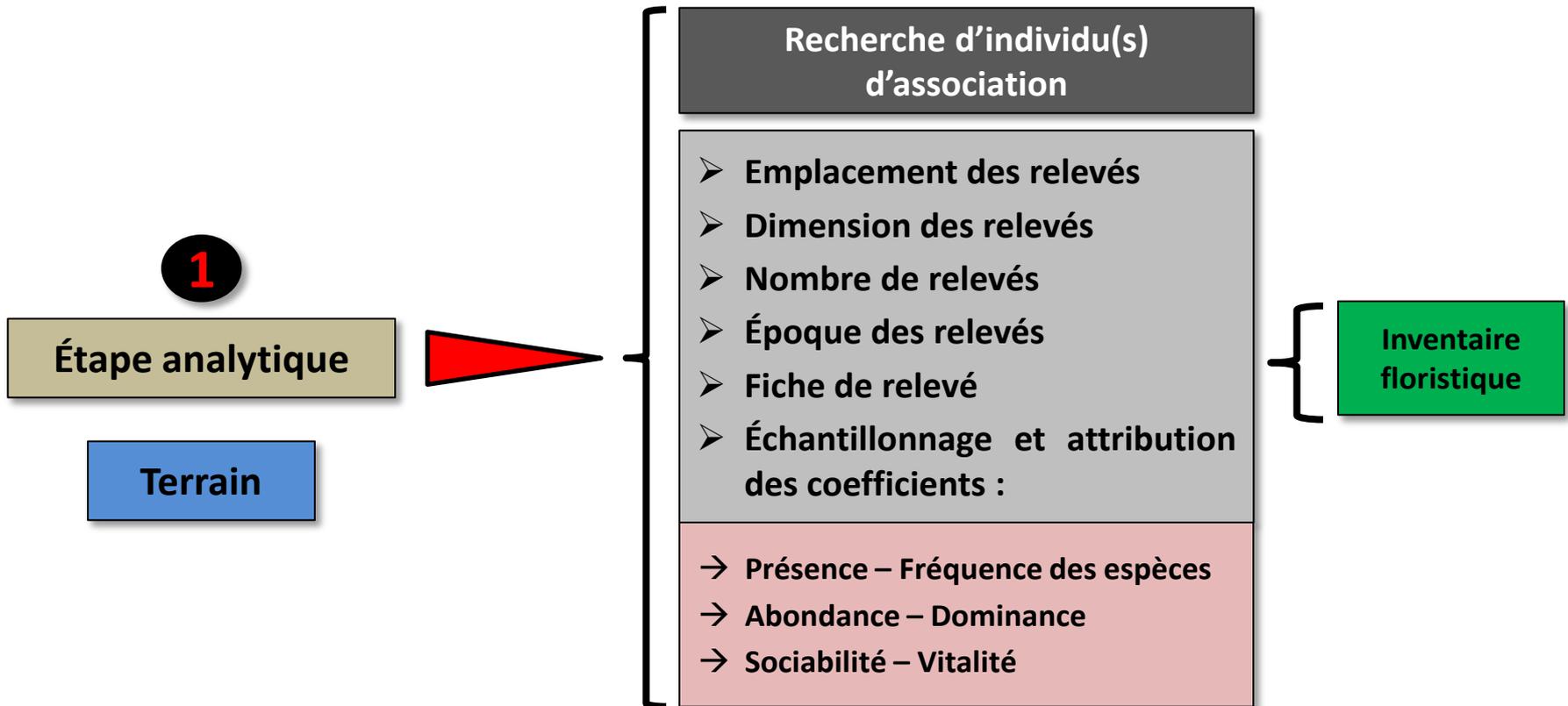
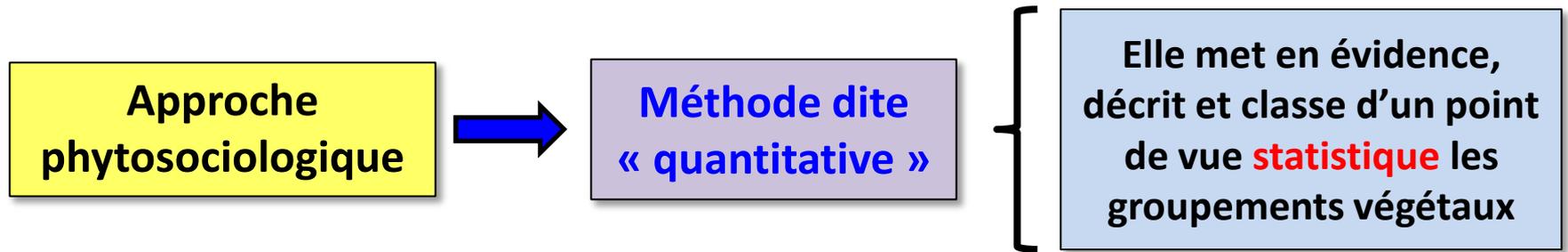
**SIGMA** = Station internationale de géobotanique méditerranéenne et alpine

## **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.

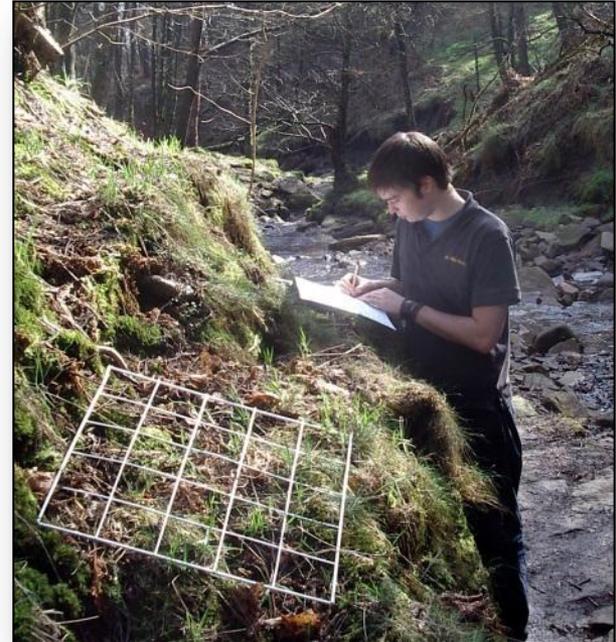
### Quadrat

- 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.
- Itinéraire effectué dans une formation végétale selon un axe directionnel, afin d'y prospecter, inventorier ou échantillonner la végétation.

### Transect

- 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).

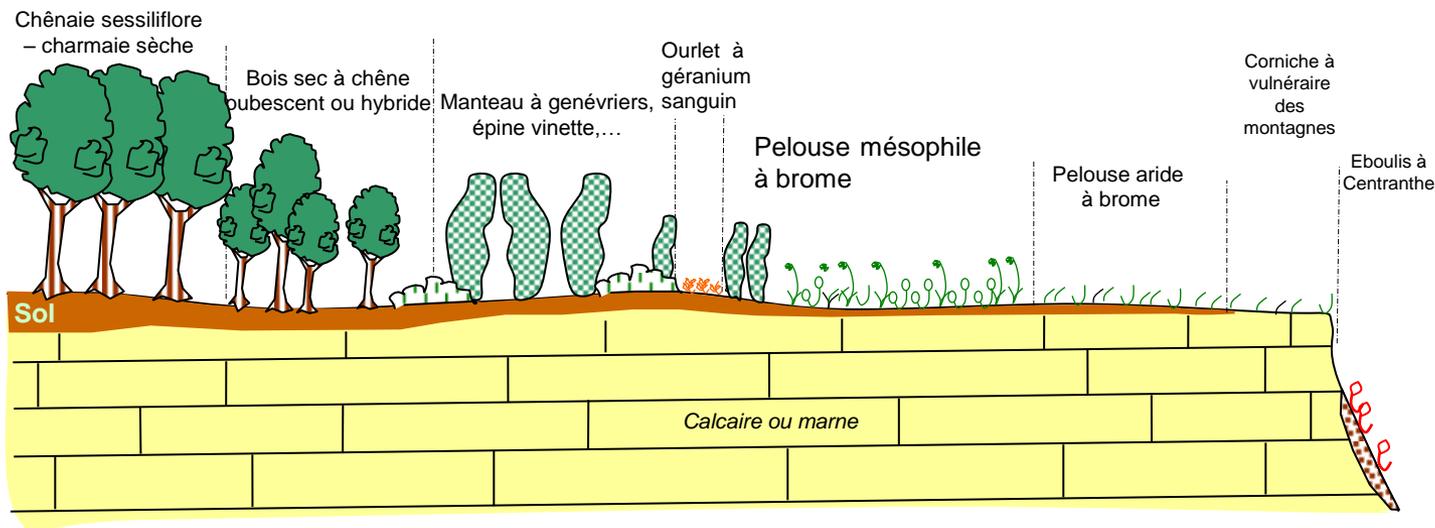
### Intérêt

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 :

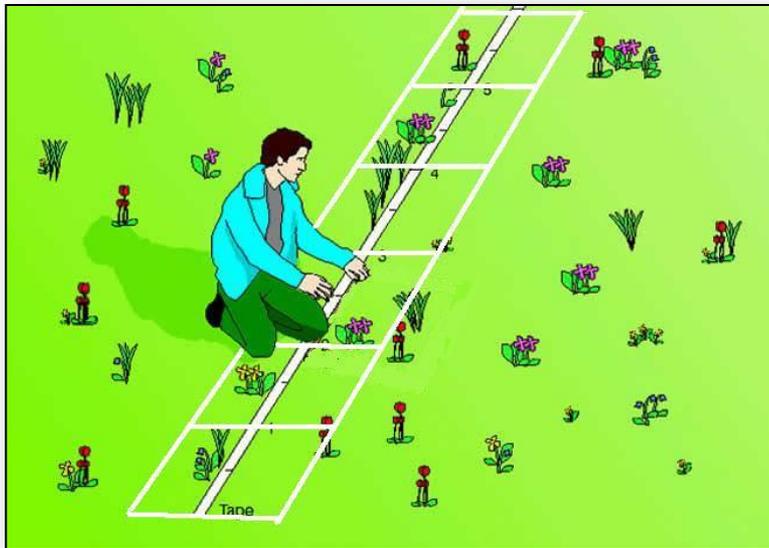
	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m	65m	70m	75m	80m
Espèce 1	+															
Espèce 2	+															
Espèce 3		+														
Espèce 4		+														
Espèce 5		+	+													
Espèce 6			+													
Espèce 7			+													
Espèce 8																



# METHODE DU TRANSECT

## Variantes possibles

### Le transect en bande



# METHODE DU TRANSECT

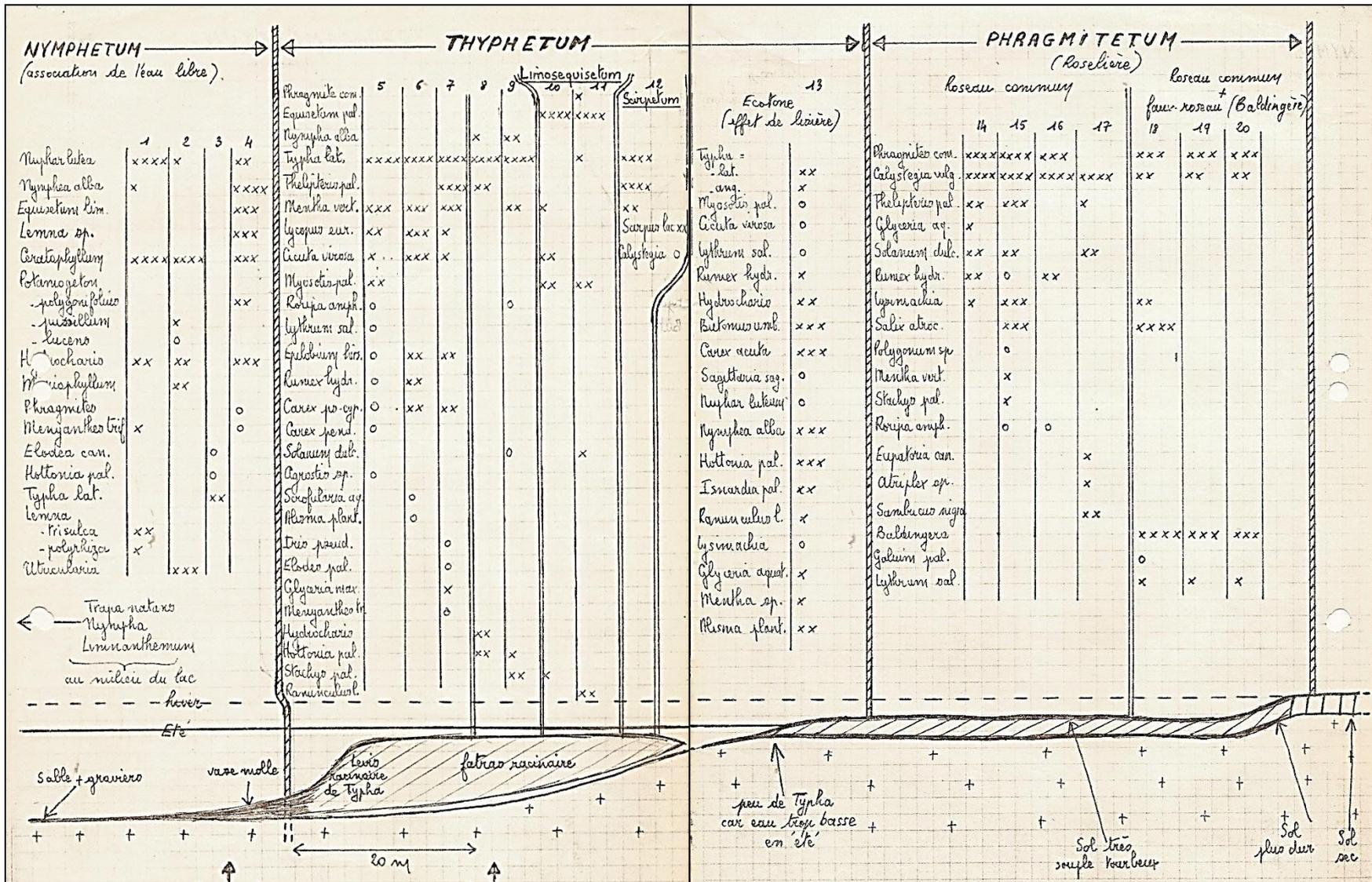
## Variantes possibles

### 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

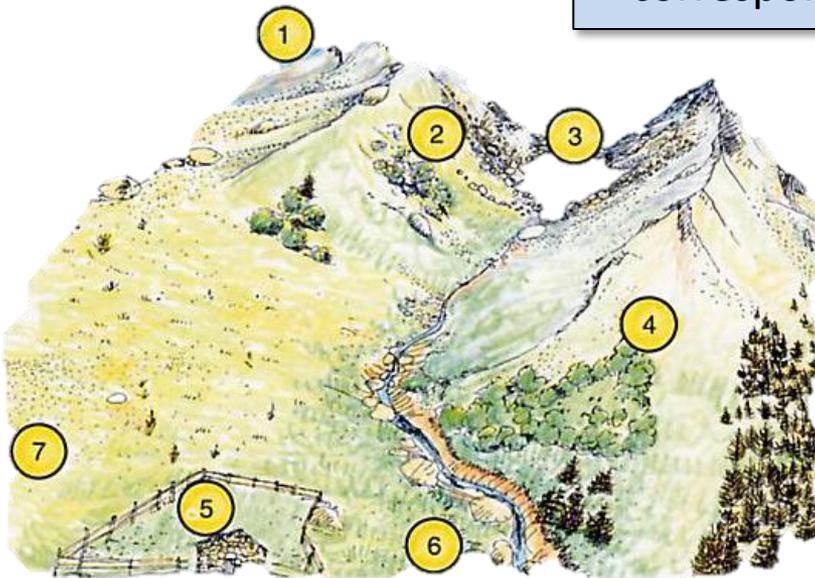


**Autres paramètres :**

- 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

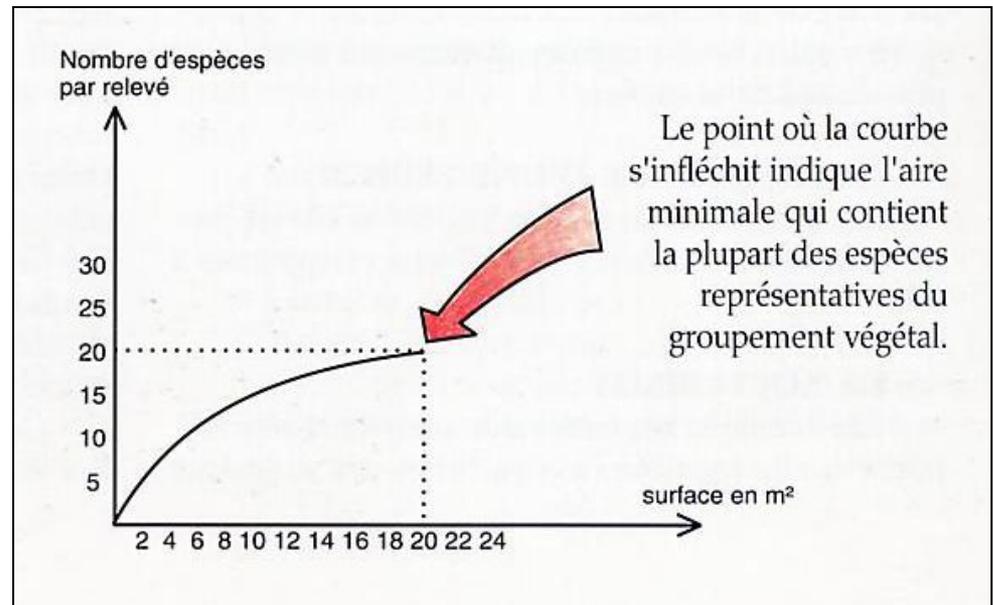
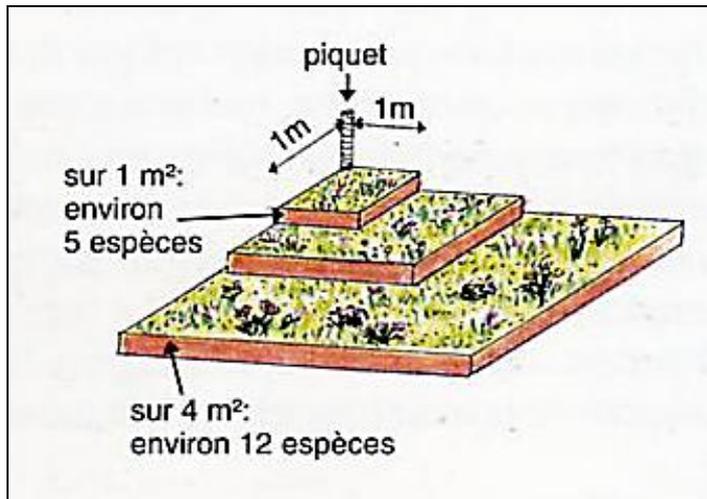
## Quelle surface pour le quadrat ?



Le calcul de l'aire minimale

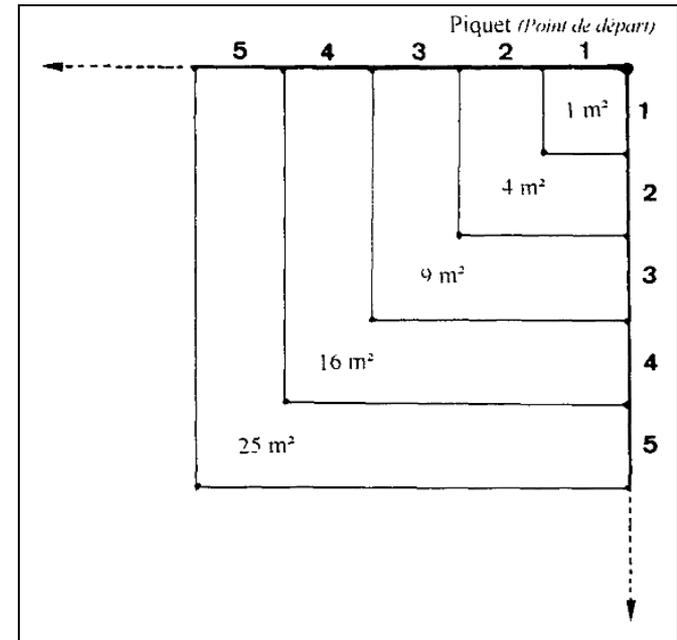
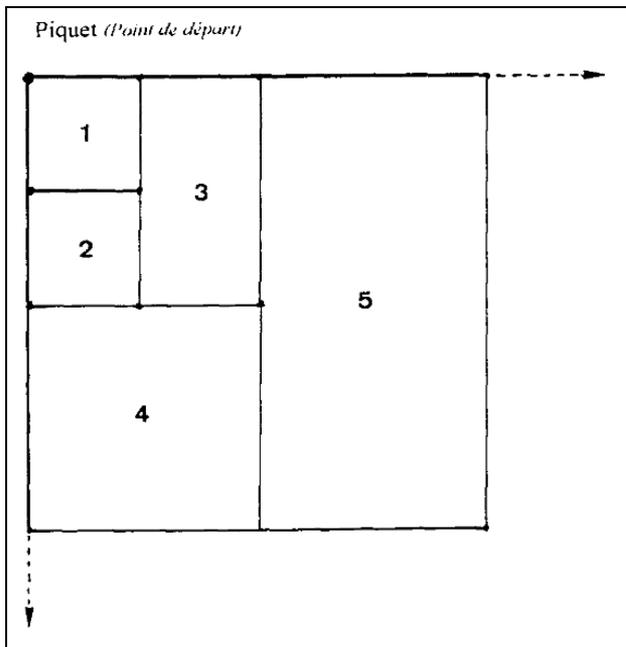


La courbe aire-espèces



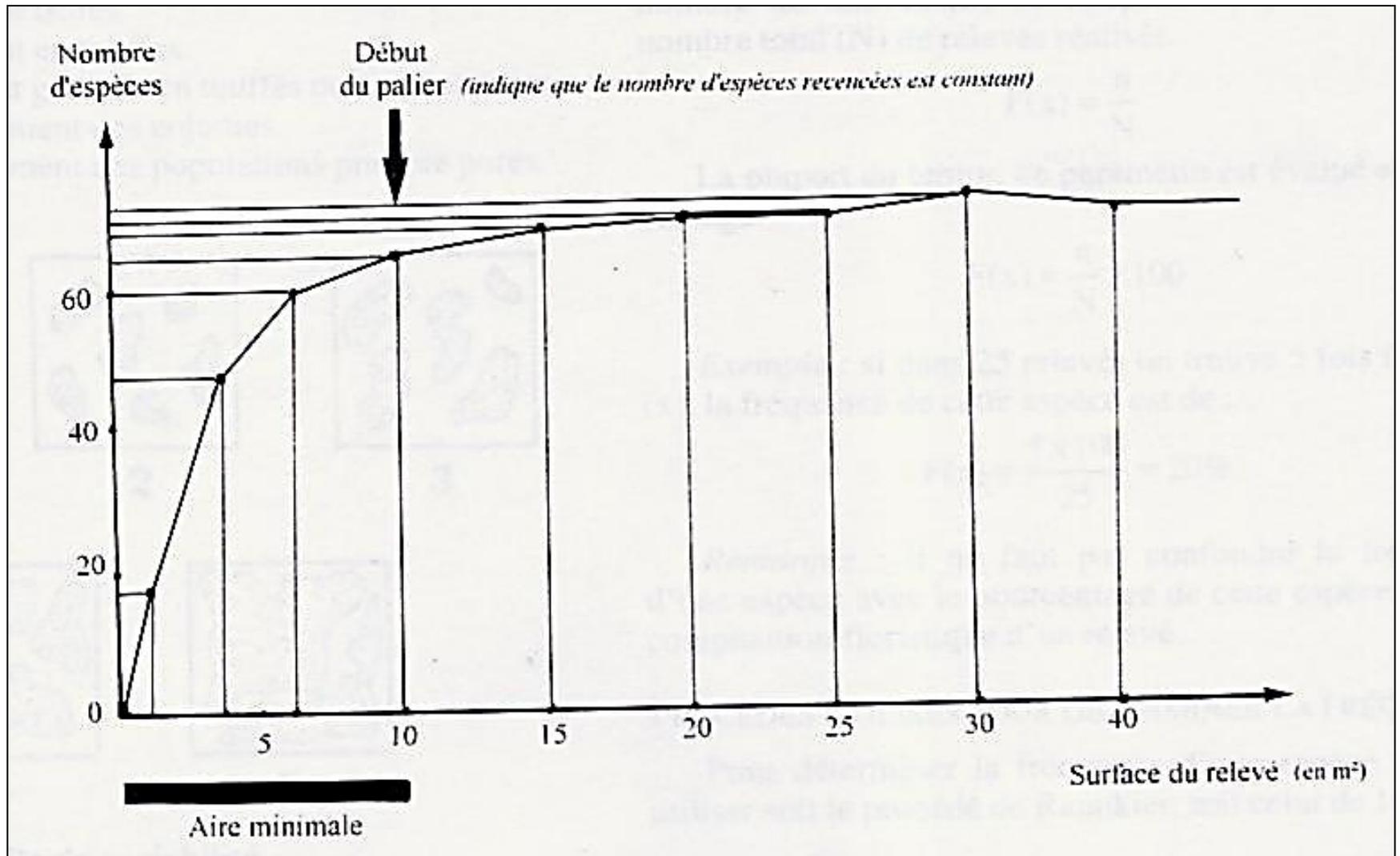
# Disposition des quadrats pour calculer l'aire minimale

## 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 m<sup>2</sup>
- Sous-bois seul : 50 à 200 m<sup>2</sup>
- Pelouses : 50 à 100 m<sup>2</sup>
- Landes : 10 à 25 m<sup>2</sup>
- Prairie amendée : 10 à 25 m<sup>2</sup>
- Pâturage amendé : 5 à 10 m<sup>2</sup>
- Communauté de « mauvaises herbes » des cultures (adventices) : 25 à 100 m<sup>2</sup>
- Communauté muscinale : 1 à 4 m<sup>2</sup> (0,1 à 0,4)
- Communauté lichénique : 0,1 à 1 m<sup>2</sup>



## 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 m<sup>2</sup>
- 10 ha → 10 x 10 000 m<sup>2</sup> soit 100 000 m<sup>2</sup>
- Nombre de relevés de 200 m<sup>2</sup> à effectuer : surface représentative : 1 % de 100 000 m<sup>2</sup> → 1 000 m<sup>2</sup>
- Nombre de relevés de 200 m<sup>2</sup> à effectuer pour atteindre 1 000 m<sup>2</sup> → **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

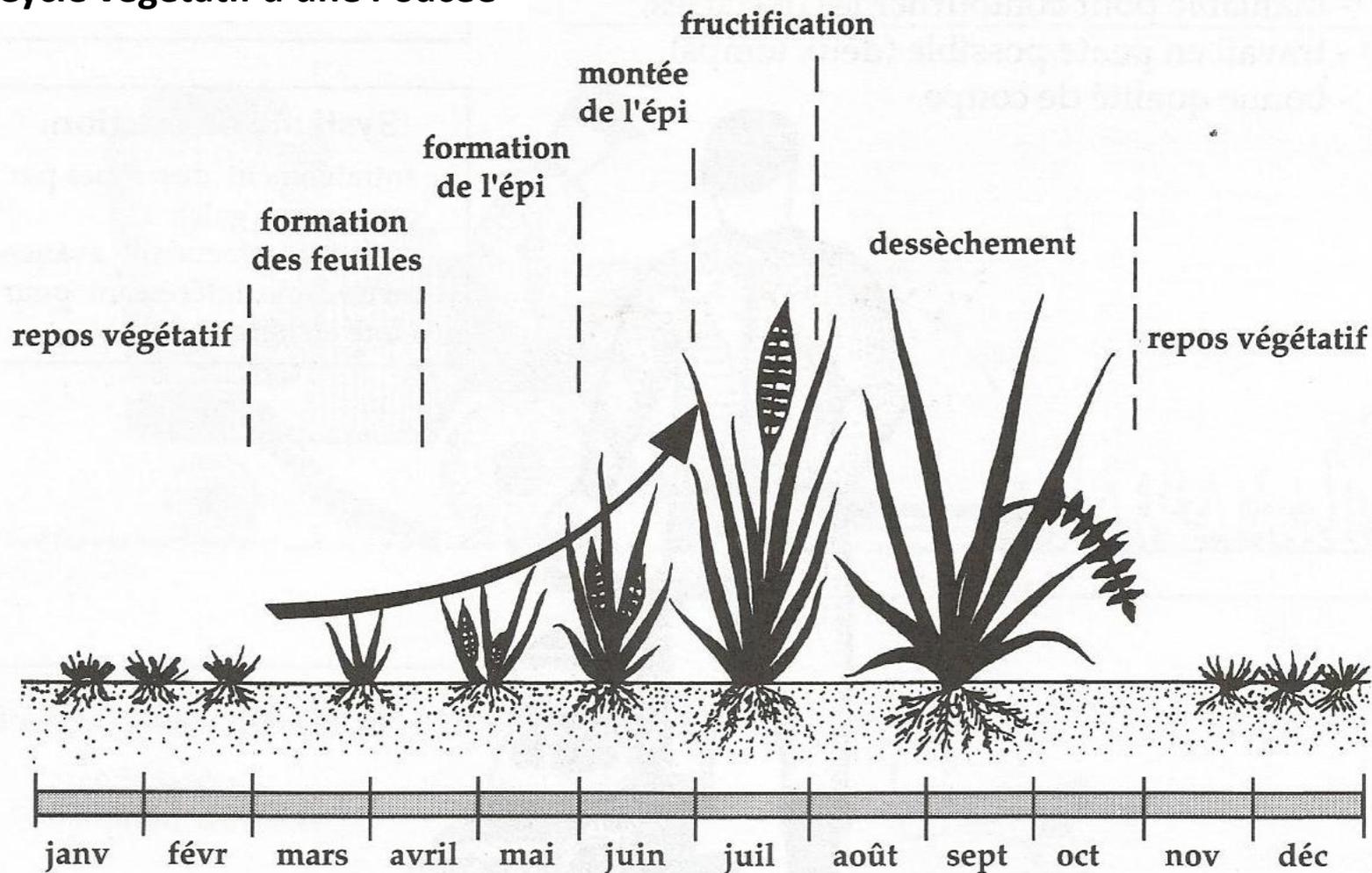
Suivant le milieu et le degré de précision souhaité



Plusieurs inventaires à différentes périodes

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

## Cycle végétatif d'une Poacée





# La fiche de relevés

# Quelles informations relever ?

Chaque relevé doit faire mention d'un minimum d'informations

- 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...)

Liste des espèces (relevé floristique)

	abondance-dominance		sociabilité
Numéro du relevé	1		
Surface (en m <sup>2</sup> )	10		
Recouvrement total	75		
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arenaria</i>	4	5	
<i>Elymus farctus</i> subsp. <i>boreali-atlanticus</i>	1	1	
<i>Calystegia soldanella</i>	2	2	
<i>Euphorbia paralias</i>	1	2	
<i>Galium arenarium</i>	+	2	
<i>Honkenya peploides</i>	+	2	
<i>Festuca juncifolia</i>	+		
<i>Eryngium maritimum</i>	+		

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

Exemple de relevé phytosociologique dans une formation boisée

	Strate		
	A	a	h
	90	60	90
<i>Ulmus minor</i>	2.3		
<i>Quercus robur</i> subsp. <i>robur</i>	3.3		
<i>Hedera helix</i> subsp. <i>helix</i>	2.2	2.2	3.4
<i>Laurus nobilis</i>	2.2	2.2	
<i>Crataegus monogyna</i> subsp. <i>monogyna</i>		2.2	
<i>Ligustrum vulgare</i>		+	
<i>Rosa canina</i>		+	
<i>Euonymus europaeus</i>		+	
<i>Arun italicum</i> subsp. <i>neglectum</i>			2.3
<i>Rubia peregrina</i>			2.2
<i>Iris foetidissima</i>			+
<i>Galium aparine</i>			+
<i>Tamus communis</i>			+
<i>Geum urbanum</i>			+
<i>Lonicera periclymenum</i> subsp. <i>periclymenum</i>			+

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

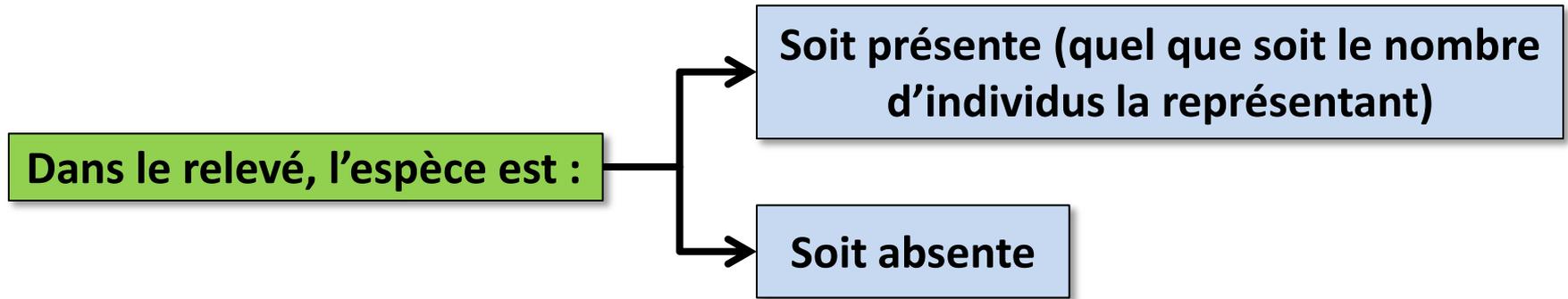
Surface (en m<sup>2</sup>) : 150  
 Géologie : calcaire détritique du Cénomaniens inférieur  
 25 mai 1996  
 Île d'Aix (Charente-Maritime), à Coudepont  
 Exposition : sud-est  
 Aspect : chênaie-ormaie



## Échantillonnage et attribution des coefficients

1

La présence et la fréquence des espèces



Présence



Existence dans un relevé floristique, d'une espèce représentée par au moins 1 individu



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 noueux 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

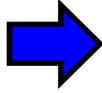
Tous les relevés ont obtenu au moins 1 contact avec la végétation, ce qui permet de calculer son taux de recouvrement

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

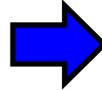
La végétation, en terme de recouvrement, est constituée à **25 %** de jonc noueux.

## 2 L'abondance et la dominance des espèces

Dominance  
d'une espèce



Degré de  
couverture



Place occupée par la plante  
(la dominance exprime donc la surface)

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 %)

Abondance  
d'une espèce



Degré de  
présence



Quantité relative d'individus d'une espèce donnée  
présente dans l'aire d'un relevé floristique

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)

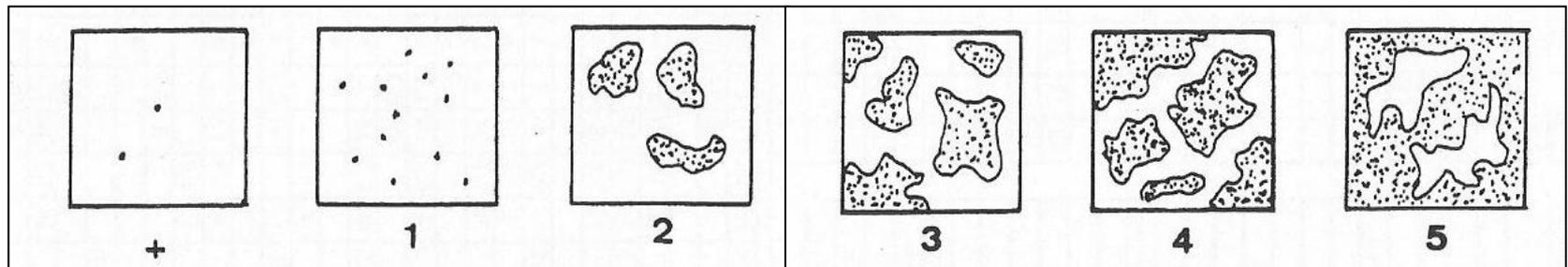
**1** : espèce peu ou assez abondante (individus dispersés) à couvert jusqu'à 1/20 (- 5% de la surface de référence)

**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)

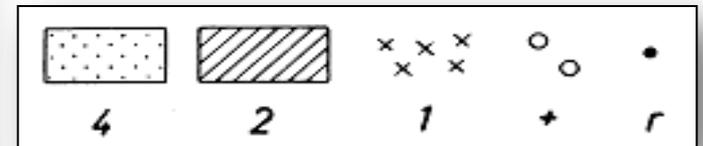
**4** : nombre quelconque d'individus couvrant entre 1/2 et 3/4 de la surface (50 à 75% de la surface de référence)

**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

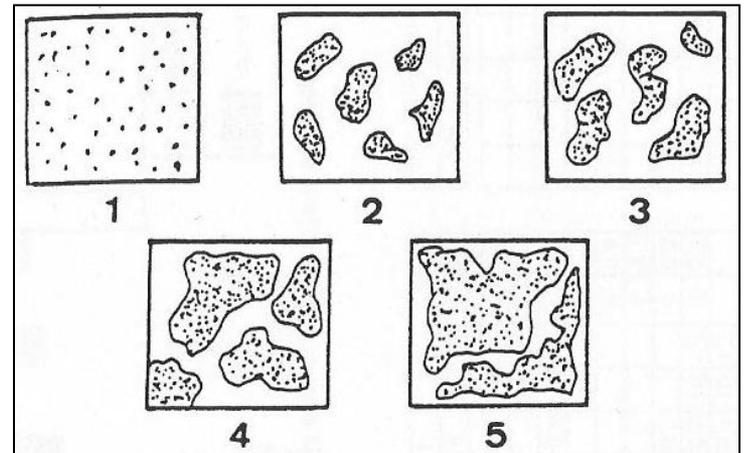
Espèce sociale = apte à former des colonies denses

## 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>Polygonum 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	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
<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>Bouteloum 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>Polygonum 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 :

Numéro du relevé	2	6	7	10	13	14	15	18	19	4	1	5	8	9	11	12	16	17	3	20
<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
<i>Parapholis strigosa</i>	+	2	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
<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											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 leuissonii</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
<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 = *Oenanthe 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).