ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/338741056

Les types biologiques : État de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel

Technical Report · January 2020

DOI: 10.13140/RG.2.2.14673.89440

CITATIONS
0

READS
2

1 author:



Laure Sirvent
Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles
9 PUBLICATIONS **0** CITATIONS

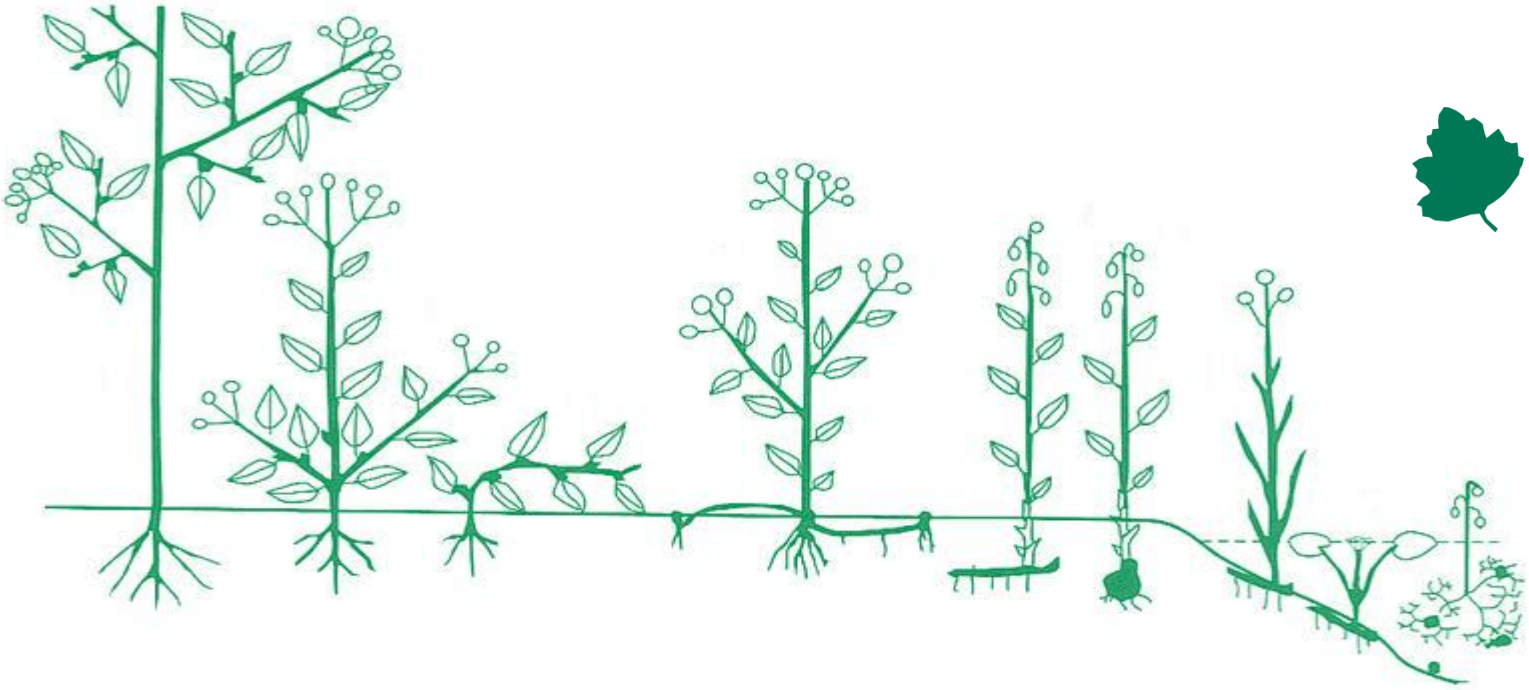
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Les types biologiques - Life forms View project

All content following this page was uploaded by Laure Sirvent on 22 January 2020.

The user has requested enhancement of the downloaded file.



Les types biologiques :

Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel

Laure SIRVENT

Janvier 2020

Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

Conservatoire Botanique National Méditerranéen

PORQUEROLLES

Document réalisé par :

Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

Antenne Languedoc-Roussillon

Rédaction :

Laure SIRVENT – Chargée de mission « Connaissance de la végétation »

Relecture :

Olivier ARGAGNON – Katia DIADEMA - Cyril COTTAZ - Mathias PIRES - Maëlle LE BERRE - Frédéric ANDRIEU - Karine FAURE - Guillaume PAPUGA - Henri MICHAUD - Benoît OFFERHAUS - Virgile NOBLE

Date de réalisation : JANVIER 2020

Citation recommandée :

Sirvent L., 2020. Les types biologiques : Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 64 p.

Photographie de couverture : © Sten Porse, Wikimédia CC by-sa 3.0

Sommaire

Introduction 3

I) Etat des lieux : l'historique et l'analyse des typologies existantes 4

1) Le contexte historique 5

2) Les concepts et les classifications générales 7

2-1) Les types biologiques de Raunkiaer (1905-1934) 7

2-2) Les types biologiques de Braun-Blanquet (1951) 9

2-3) Les types biologiques d'Ellenberg et Mueller-Dombois (1967) 11

2-4) Les types biologiques de Pignatti (1982) 13

3) Les classifications particulières 14

3-1) Le cas des plantes aquatiques 14

3-2) Le cas des plantes annuelles 20

II) Définitions actualisées des types biologiques 22

1) Notion de terminologie 22

2) Sélection des types et des sous-types biologiques pour le nouveau référentiel du Conservatoire 23

3) Définitions des types et sous-types biologiques du référentiel du Conservatoire 25

3-1) Les géophytes 25

3-2) Les hémicryptophytes 29

3-3) Les chaméphytes 33

3-4) Les nanophanérophytes 37

3-5) Les phanérophytes 40

3-6) Les thérophytes 42

3-6) Les hydrophytes 44

3-7) Les hélophytes 47

4) Définitions des sous-types non sélectionnés 52

III) Clef de détermination des types biologiques et de leurs sous-types 55

1) La clef des types biologiques 55

2) La clef des sous-types biologiques 56

Glossaire 59

Annexe : Proposition de codification des types et des sous-types 62

Bibliographie 63

Summary Resumen 64

Introduction

La connaissance de la flore sauvage constitue une des missions centrale du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles (CBNMed). Cette mission s'exerce sur son territoire d'agrément qui comprend les cinq départements de l'ancienne région Languedoc-Roussillon (Aude, Pyrénées-Orientales, Hérault, Gard et Lozère), ainsi que quatre départements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Vaucluse, Bouches-du-Rhône, Var et Alpes-Maritimes). Les données de présence des espèces végétales sur ce territoire sont compilées dans le système d'information du CBNMed, accompagnées d'informations comme les types chorologiques (relatifs aux distributions) ou les traits de vie des espèces. Les types biologiques font partie de ces traits de vie propre à chaque espèce.

C'est l'écologue danois Raunkiaer qui a défini et illustré le concept de types et de sous-types biologiques en 1904. Ce concept décrit les différentes caractéristiques morphologiques issues des adaptations des espèces végétales aux conditions environnementales. La classification de Raunkiaer a été étudiée à maintes reprises, améliorée par certains auteurs, critiquée et remise en question par d'autres. Depuis, diverses classifications ont été décrites.

De nos jours, ce sont les flores qui compilent l'information existante concernant les types biologiques des espèces végétales ; mais ces informations ne concordent pas toujours entre elles. La plupart des flores associent un type biologique à chaque espèce, sans pour autant citer les concepts ou les classifications utilisées, ni la méthode d'attribution des types biologiques ; parfois même sans définir les nouveaux sous-types biologiques qui sont apparus depuis toutes ces années.

Etant donné qu'environ 6900 taxons sont présents sur le territoire du CBNMed, il semble difficile de renseigner les types biologiques de toutes ces espèces sans méthode définie. Le besoin de posséder une typologie claire et opérationnelle a été mis en évidence. L'objectif de cette étude est donc de préciser et de mettre à jour les différents concepts sous-jacents, afin de standardiser et de cadrer l'attribution des types et des sous-types biologiques aux espèces présentes sur le territoire d'agrément du CBNMed (cf. Etapes du projet page 4). Le renseignement de ces informations permettra une meilleure approche et analyse de la flore et des végétations méditerranéennes.

La typologie mise en place dans cette étude ne concerne que les plantes vasculaires. Les algues, bryophytes, lichens et champignons ne sont pas pris en compte ; d'autant plus que pour certains de ces groupes il existe des typologies spécifiques. Deux niveaux typologiques sont utilisés : le niveau des types biologiques, ainsi que celui des sous-types. Deux échelles taxonomiques peuvent être traitées : les espèces et les sous-espèces.

Ce rapport décrit l'historique du concept des types biologiques en abordant les spécificités des différentes classifications existantes ; il synthétise, définit et illustre les types et les sous-types théoriques qui sont conservés dans le référentiel des types biologiques du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles ; et enfin homogénéise l'attribution des types et des sous-types à chaque espèce grâce à une clef de détermination, accompagnée d'un glossaire.

Etapes du projet :

1) Analyse bibliographique des classifications existantes
2) Synthèse de l'ensemble des types et des sous-types existants

Rapport

3) Sélection des types et des sous-types validés pour le référentiel - Réunion
4) Définitions théoriques claires des types et des sous-types validés - Exemples
5) Réalisation d'une clé de détermination sur la base des définitions
6) Tests collectif de la clé et des définitions sur un pool d'espèces restreint pris aléatoirement : renseignement des types biologiques dans le Système d'Information du CBNMED.
7) Retours collectifs des points bloquants et corrections de la clé et des définitions
8) Renseignement des types biologiques des espèces dans le Système d'Information du CBNMED
9) Retours collectifs des derniers points bloquants : version finalisée de la typologie
10) Fin du renseignement du Système d'Information

I) Etat des lieux : l'historique et l'analyse des typologies existantes

1) Le contexte historique

Le contexte historique présenté ici a été en partie décrit par Aberlin et Daget (2003), ainsi que par Schulze (1982). Il synthétise les dates, les auteurs et les approches les plus importantes qui ont fait évoluer le concept de forme ou de type biologique.

L'histoire naturelle peut être définie comme l'enquête et la description de tout ce qui est visible dans le monde naturel : animal, végétal, minéral. Depuis le 17ème siècle, les voyages d'explorations naturalistes se sont développés. Bien que la majorité des explorateurs, naturalistes et taxonomistes du 19ème siècle était en quête de critères directement observables pour décrire les espèces, classer et étiqueter le vivant, certains ont remarqué l'existence de ressemblances dans l'organisation et la structure générale de plusieurs espèces végétales suivant les milieux naturels où elles se développaient.

Suite à une idée déjà ancienne d'Humboldt en 1807, De Candolle en 1818 a mis en place une classification des 'formes de vie' des plantes au travers d'une approche fonctionnelle. Sa classification est basée sur la durée de vie des individus et de leurs organes et sur les caractéristiques de la formation des fleurs.

Par la suite, la théorie de l'évolution de Darwin publiée en 1850 a exposé le fait que les organismes vivants sont en perpétuelle évolution et que la sélection naturelle fait qu'au sein d'une même espèce les individus les plus adaptés à leur milieu se reproduisent davantage que les autres. Les partisans de cette théorie voient dans les groupes de formes végétales le résultat de pressions de sélection partagées : les formes les mieux adaptées des espèces végétales seraient sélectionnées en fonction des conditions du milieu. Plusieurs espèces végétales pourraient donc avoir les mêmes formes en fonction des contraintes écologiques qu'elles subissent.

Warming (1884) introduit le concept de forme biologique : « la forme que le corps végétatif de la plante revêt en harmonie avec le milieu environnant et sous laquelle s'accomplissent les phénomènes vitaux ». La définition de ces formes de vie ou formes biologiques est longtemps restée confuse.

C'est en 1904 que l'écologue danois Raunkiaer définit clairement le concept de types biologiques des plantes sur la base de caractères structuraux qui permettent leur survie lors de la période défavorable et qui sont sélectionnés au cours de l'évolution en fonction des contraintes climatiques et environnementales. En plus du concept, il identifie et décrit les différents types en donnant des exemples.

Que l'existence de ces groupes végétaux aux caractéristiques morphologiques similaires soit justifiée par une approche évolutionniste ou non, plusieurs classifications de ces types ou formes biologiques sont décrites par la suite, notamment par Dansereau (1951), Schmid (1956), Ellenberg et Mueller-Dombois (1974), Box (1981), Orshan (1986) et Barkman (1988). Les différents systèmes, qui décrivent les formes biologiques, suivent globalement deux approches : une phytogéographique et une écologique.

La première approche phytogéographique est inductive (Humboldt 1806 ; Grisebach 1872 ; Drude 1887, 1928 ; Du Rietz 1931 ; Schmithüsen 1968 ; Troll 1956 ; Good 1974) : elle permet de décrire les communautés de plantes exotiques pour les personnes non initiées à ce type de flore.

L'approche écologique est plutôt déductive (Raunkiaer 1905 ; Dansereau 1951 ; Schmid 1956 ; d'Ellenberg et Mueller-Dombois 1967 ; Box 1981) : elle tente d'expliquer la morphologie et la structure caractéristique des plantes, ainsi que leurs schémas d'occurrence par une approche fonctionnelle, en se basant sur les conditions environnementales dans lesquelles les espèces se

développent. Deux thématiques se distinguent au sein de l'approche écologique : la vision purement descriptive (Warming 1884, 1923, Clements 1920) ou la vision fonctionnelle (De Candolle 1818, Raunkiaer 1904). Schulze (1982) fournit deux tableaux comparatifs qui synthétisent les différentes visions des auteurs (Figure 1).

Certains auteurs font la distinction entre les '*life forms*' et les '*growth forms*'. Les '*life forms*' ou formes de vie, aussi appelés '*biological forms*' ou formes biologiques, sont souvent traduites par le terme de types biologiques. Ces formes sont basées sur la position des bourgeons au sens de Raunkiaer. Les '*growth forms*' ou '*basal forms*' sont les formes de croissance qui décrivent purement des caractéristiques morphologiques dans le sens de Meusel (1935). Les deux approches traduisent une adaptation locale et temporelle aux conditions du milieu. Par exemple, Arrigoni (1996) intègre, dans sa classification des formes de croissance des espèces de la flore italienne, les caractères phénologiques, comme le cycle de vie (annuel, pérenne, bisannuel), le cycle végétatif (vernal, euvernal, late-vernal, estival, eu-estival, tardif…) et le cycle des feuilles (sempervirent, caduc, semi-décidu), sous forme de formule. Par exemple : *Quercus ilex* a la formule suivante W/s/la.scl.me qui correspond à un arbre sempervirent à feuilles laminaires sclérophylles. Certains auteurs utilisent sans distinction les types biologiques et les formes de croissance, d'autres les utilisent à différents niveaux des clefs de détermination, d'autres encore les considèrent comme des synonymes.

Figure 1 : Comparaison des classifications des types biologiques – Distinction entre les systèmes orientés vers l'approche phytogéographique ou l'approche écologique. Tableaux issus de Schulze (1982).

Table 18.1. Systems of plant life forms (The distinction between "phytogeographically" and "ecologically" oriented systems of plant life forms is not in all cases strict and contains overlaps

a) More phytogeographically oriented life-form systems

Humboldt (1806)	Grisebach (1872)	Drude (1887)	Drude (1928)	Du Rietz (1931)	Schmithüsen (1968)
Palmen	Holzgewächse	Holzpflanzen mit Laub	Aerophyten	*Main life forms:*	Kronenbäume
Bananenform	Sukkulente	Bäume	Holzgewächse	Woody plants	Schopfbäume
Malvenform	Schlinggewächse	Sträucher	Winder, Klimmer	Trees	Baumgräser
Mimosenform	Epiphyten	Lianen	Epiphyten	Shrubs	Baumwürger
Heidekräuter	Kräuter	Mangroven	Sukkulente	Dwarf shrubs	Lianen
Cactusform	Gräser	Holzparasiten	Grasartige	Cushion plants	Sträucher
Orchideen	Zellenpflanzen	Blattlose Holzpflanzen	Kräuter	Lianes	Zwergbäume
Casuarinen		Stamm-Sukkulente	Therophyten	Half shrubs	Stammsukkulente
Nadelhölzer	(60 subdivisions)	Blattlose Sträucher	Bryophyten	Herbaceous plants	Krautstammpflanzen
Arumform		Halbsträucher	Lichenen	Chtonophytic	Epiphyten
Lianen		perenne Kräuter	Myceten	Epiphytoidic	Zwergsträucher
Aloegewächse		Rosettenpflanzen	Hydrophyten	Parasitic	Halbsträucher
Grasform		Blatt-Sukkulente		Lianes	Zwerg-Sukkulenten
Farne		Epiphyten		(24 subdivisions)	Chamaephytische Stauden
Liliengewächse		hapaxanthe Pflanzen			Hemikryptophytische
Weidenform		Landpflanzen		*Growth forms:*	Holzpflanzen
Myrtenform		Wasserpflanzen		Periodicity life forms	Hemikryptophytische
Melastomeenform		Flechten		Bud height life forms	Stauden
Lorbeerform		Saprophyten/Parasiten		Bud type life forms	Winterannuelle
				Leaf life forms	Geophyten-Stauden
					Therophyten-Kräuter
					Schwimmblattpflanzen
					Submerse Kräuter

b) More ecologically oriented life-form systems

De Candolle (1818)	Warming (1884)	Raunkiaer (1904)	Clements (1920)	Warming (1923)	Monsi (1960) Walter (1973)
monocarpia	Hapaxanthe	Phanerophytes	Annuals	Autotrophs	Herbaceous plants
annua	monocyclisch	Chamaephytes	Biannuals	Hydrophytes (7 classes)	Annual
biennis	bicyclisch	Hemicryptophytes	Herbaceous	Aerophytes	Biennial
perennis	polycyclisch	Cryptophytes	perennials	Autonomous	Deciduous
polycarpia	Perenne	Therophytes	Sod grass	Epiphytoid (2 classes)	perennial
rhizocarpia	kein Wanderungsvermögen		Bunchgrass	Terrestrial	Evergreen
caulocarpia	Primärwurzel bleibend	subdivisions:	Bush grass	10. Chylophytes	perennial
suffrutex	verholzt/krautig	leaf size	Cushion herb	11. Halophytes	Woody plants
frutex	Primärwurzel absterbend	leaf duration	Mat herb	12. Agrophytes (herb)	Deciduous
arbuscula	mit Wanderungsvermögen	vegetative	Rosette herb	13. Poioides	woody
arbor	oberirdisch/unterirdisch	propagation	Carpet herb	14. Xyloides (ligneous)	Evergreen
	Wasserpflanzen		Succulents	Non-autonomous	woody
	(14 main groups)		Woody perennials	15. Klinophytes	
			Half shrub	Allotrophs	
			Bush	16. Saprophytes	
			Succulent	17. Parasites	
			Shrub		
			Tree		

2) Les concepts et les classifications générales

Cette partie synthétise les classifications de certains auteurs, en listant les types et les sous-types décrits, les points forts et les points faibles des classifications, ainsi que leurs particularités.

2-1) Les types biologiques de Raunkiaer (1905-1934)

Les types biologiques de Raunkiaer (*Life forms*) sont une combinaison de caractéristiques morphologiques issues des adaptations des espèces aux conditions environnementales. Les travaux de Raunkiaer (1905 et 1934) définissent cinq types biologiques principaux en fonction de la position des organes de survie (bourgeons persistants) par rapport au sol, pendant la période défavorable de l'année. La figure 2 représente :

- Les phanérophytes (Fig. 2-1) pour lesquels les bourgeons végétatifs sont situés à l'extrémité de tiges ligneuses assez loin du sol. Les phanérophytes sont divisés en sous-groupes suivant la taille des plantes et donc suivant la hauteur où se développent les bourgeons.
- Les chaméphytes (Fig. 2-2 et 2-3) dont les bourgeons sont voisins de la surface du sol.
- Les hémicryptophytes (Fig. 2-4) dont les bourgeons sont situés à la surface du sol.
- Les cryptophytes (Fig. 2-5 à 2-9) pour lesquels les bourgeons sont situés dans le sol ou sous la surface de l'eau. Au sein des cryptophytes, les plantes dont les bourgeons sont situés sous la surface du sol sont appelés géophytes (Fig. 2-5 ; 2-6). Les bourgeons des hélophytes (Fig. 2-7) se trouvent dans les sols totalement saturés en eau. Les hydrophytes eux disposent leurs bourgeons dans l'eau voire à la surface de l'eau, seules les fleurs et les inflorescences s'épanouissent à l'air libre (Fig. 2-9). Les feuilles sont complètement submergées. Certains hydrophytes présentent des bourgeons sur les rhizomes (Fig. 2-8).
- Les thérophytes passent la période défavorable sous forme de graines.

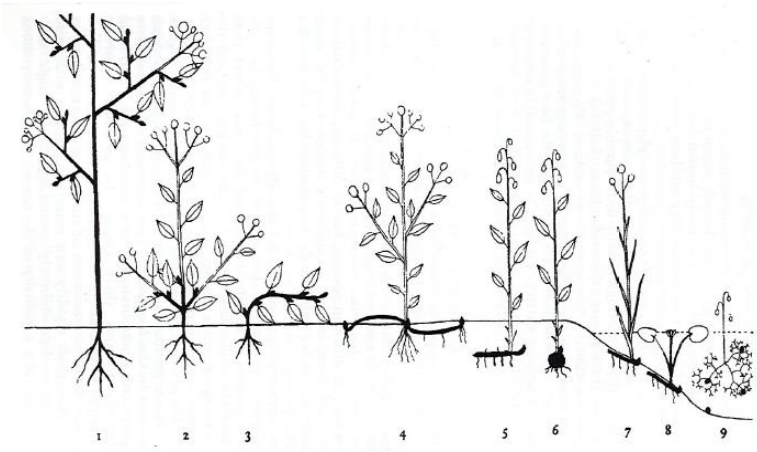


Figure 2 : Représentation schématique des différents types biologiques décrits par Raunkiaer (1934). 1 phanérophytes ; 2-3 chaméphytes ; 4 hémicryptophytes ; 5-9 cryptophytes dont 5-6 géophytes, 7 hélophytes et 8-9 hydrophytes. Les axes persistants lors de la saison défavorable et qui portent les bourgeons de survie sont représentés en noir/gras. En gris sont représentés les parties de la plante qui meurent durant la saison défavorable. Les thérophytes ne sont pas représentés.

Pour chaque type biologique, Raunkiaer décrit et définit des sous-types biologiques (Tab. 1). Sa classification est la plus utilisée et est reconnue par la communauté scientifique. Cependant, il n'y a pas de critère associé à une clef de détermination pour chaque type et sous-type. Il est mentionné que certaines espèces peuvent être considérées comme pouvant appartenir à plusieurs types biologiques. Les délimitations entre les types et sous-types ne sont pas évidentes. Certains sous-types se justifient en régions tropicales par exemple, mais ne sont pas représentés en Méditerranée. Le tableau 1 synthétise les différents types biologiques et les sous-types associés de Raunkiaer (1934).

Selon Arrigoni (1996), les défauts de la classification de Raunkiaer qui ont été mis à jour au fil des ans sont les suivants :
- La classification est basée sur une seule caractéristique qui est la position du méristème apical en période défavorable.
- La séparation entre les phanérophytes et les chaméphytes est artificielle.
- La distinction entre plusieurs types est difficile. Par exemple, certaines espèces gardent leurs bourgeons juste sous la surface du sol durant les périodes défavorables. *Polypodium vulgare* peut être considéré comme un géophyte, un hémicryptophyte, voire épiphyte suivant les situations.

Toujours selon Arrigoni (1996), la classification de Raunkiaer est incomplète : elle ne concerne que les végétaux vasculaires, et n'aborde que quelques cas particuliers comme les plantes parasites. Certaines espèces peuvent aussi présenter des types biologiques différents suivant la période d'observation : par exemple, *Aceras longibracteatum* [*Himantoglossum robertianum*] se présente sous forme de rosette en hiver et sous forme de géophyte en été. De plus, la formulation vague de la notion de mauvaise saison ou de période défavorable peut faire référence à différentes périodes suivant les zones géographiques considérées et le climat qui y réside, mais aussi suivant les capacités de résistance de chaque espèce. Pour certaines espèces, la période défavorable peut être la période de sècheresse estivale ou au contraire la période de gel ou d'enneigement en hiver. Sauvage (1966) définit la période défavorable comme la période de l'année au cours de laquelle la plante est au repos maximal de son cycle biologique annuel. C'est cette définition qui est conservée dans ce rapport. On préfèrera la formulation de période défavorable à saison défavorable car la période en question ne correspond pas forcément à une saison.

Sauvage (1966) propose quelques améliorations de la classification de Raunkiaer. Notamment, la hiérarchisation de certains caractères en amont de la classification des types biologiques permet de résoudre quelques problèmes. Sauvage préconise de prendre en compte en premier lieu le type de milieux, puis le mode d'alimentation carbonée et enfin les types biologiques et leurs sous-types. Au sein des types biologiques, il fait premièrement la distinction entre les thérophytes et les vivaces ou pérennantes, puis décompose les différents types biologiques au sein des vivaces. Le premier critère utilisé par Sauvage en amont de la classification est le type de milieux. Il décrit trois milieux primaires de développement des végétaux : terrestres, aquatiques (pour les hydrophytes) et aériens (pour les véritables épiphytes). Etant donné qu'il existe beaucoup d'intermédiaires de formes chez les hélophytes de Raunkiaer, Sauvage préconise de ne pas les individualiser en tant que groupe, mais ne clarifie pas le traitement de ces espèces. Le second critère concerne le mode d'alimentation carbonée des plantes. Cinq grands types de végétaux sont décrits : les végétaux autotrophes, les végétaux hémiparasites, les végétaux saprophytes (pour les végétaux inférieurs seulement), les végétaux parasites et les végétaux symbiotiques. Le troisième critère concerne le caractère vivace ou non des plantes. Sauvage distingue donc les thérophytes annuelles des plantes vivaces ou pérennantes. C'est seulement après cette étape qu'il traite les types biologiques : phanérophytes, chaméphytes, hémicryptophytes et géophytes.

Tableau 1 : Types biologiques et sous-types associés de Raunkiaer (1934), accompagnés de commentaires et d'exemples.

TYPES BIOLOGIQUES	SOUS-TYPES	Commentaires-Exemples
Phanérophytes	Phanérophytes herbacés	Climat particulier. Souvent associés aux chaméphytes suffrutescents.
	Phanérophytes épiphytes	Climat particulier. Parasites inclus.
	Phanérophytes à tige succulente	Climat particulier. Sans feuillage.
	Nanophanérophytes < 2m	Sempervirent avec ou sans protection des bourgeons / Feuillage caduc
	Microphanérophytes 2-8m	Sempervirent avec ou sans protection des bourgeons / Feuillage caduc
	Mésophanérophytes 8-30m	Sempervirent avec ou sans protection des bourgeons / Feuillage caduc
	Mégaphanérophytes > 30m	Sempervirent avec ou sans protection des bourgeons / Feuillage caduc
Thérophytes	-	*Schedonorus tectorum [Anisantha tectorum], Cerastium semidecandrum, Scandix pecten-veneris, Galium aparine*
Chaméphytes	Suffrutescents	*Leguminosae [Fabaceae], Caryophyllaceae, Labiatae [Lamiaceae]*
	Passifs	*Arabis albida, Veronica spp., Kernera saxatilis, Stellaria holostea, Saxifraga spp., Sedum spp.*
	Actifs	*Veronica officinalis, Thymus zygis, Vinca spp., Arctostaphylos uva-ursi, Empetrum nigrum*
	En coussinet	*Sedum spp., Saxifraga spp., Aubrieta spp.*
Hémicryptophytes	Proto-hémicryptophytes	Avec stolons : *Urtica dioica, Epilobium tetragonum, Lysimachia vulgaris* / Sans stolon : *Thalictrum flavum, Hypericum perforatum, Euphorbia dulcis*
	A rosette partielle	Avec stolons : *Ajuga reptans, Ranunculus repens, Achillea millefolium* / Sans stolon : *Caltha palustris, Ficaria ranunculoides [Ficaria verna* subsp. *fertilis], Ranunculus flammula*
	A rosette entière	Avec stolons : *Petasites spp., Hieracium pilosella [Pilosella officinarum], Goodyera repens* / Sans stolon : *Drosera spp., Limonium spp., Primula spp., Bellis spp.*
Cryptophytes		
Géophytes	A bulbes	*Gagea spp., Lilium spp., Oxalis spp., Allium spp., Ornithogallum spp.*
	A tiges tubéreuses	*Cyclamen spp., Corydalis cava, Chaerophyllum bulbosum, Bunium bulbocastanum*
	A racines tubéreuses	*Orchis spp., Dichorisandra spp., Herminium monorchis*
	A rhizomes	*Polygonatum multiflorum, Paris quadrifolia, Asparagus officinalis*
	A bourgeons persistants situés sur les racines	*Cirsium arvense, Climaphila uniflora [Pyrola uniflora]*
Hélophytes	-	*Typha spp., Sparganium spp., Cyperus spp., Alisma plantago, Phragmites communis*
Hydrophytes	-	*Nymphaea spp., Zostera spp., Potamogeton spp.*

2-2) Les types biologiques de Braun-Blanquet (1951)

D'après Géhu (2006), le système de Braun-Blanquet (1951) distingue onze classes de formes biologiques (Tableau 2). Braun-Blanquet introduit la notion de vrais types biologiques : euthérophytes, eugéophytes et de nouveaux termes afin d'intégrer les algues, les lichens et les bryophytes. Il intègre les espèces du milieu marin et les espèces terrestres aquatiques. Ces espèces sont réparties dans les hydrophytes, les planctophytes, les édaphophytes et les endophytes. Les hélophytes ne sont pas abordés dans cette classification. La majorité des sous-types sont exclusifs aux types dont ils dépendent et sont peu intuitifs. Les sous-types traitent soit de la forme, soit du mode de vie, soit du

système de fixation, soit du substrat sur lequel se développent les plantes. Les sous-types couramment utilisés concernant la forme des plantes (cespiteux, rampants, etc…) sont relégués à un 3ème rang de caractérisation et ne sont pas décrits pour tous les types biologiques. Certains sous-types reprennent même les grands types biologiques, ce qui n'est pas clair : par exemple, les hydrophytes enracinés hydrogéophytes. Parfois d'autres termes sont utilisés comme crassulant, synonyme de succulent qui est utilisé dans la majorité des typologies. Les phanérophytes sont découpés en deux groupes : les nanophanérophytes et les macrophanérophytes. Les épiphytes arboricoles sont traités à part. Dans les zones tempérées, hormis quelques fougères (*Polypodium spp.*), les épiphytes arboricoles sont essentiellement des algues, des bryophytes et des lichens. Chez les thérophytes, le sous-type à scape souvent décrit dans les autres typologies doit correspondre au sous-type dressé de Braun-Blanquet. Deux sous-types sont identifiés pour les hydrophytes, mais il semble difficile de distinguer les hydrophytes fixés des hydrophytes enracinés. Le sous-type à bourgeons radicants semble correspondre au concept de racines bourgeonnantes persistantes vu dans les typologies précédentes. Braun-Blanquet inclut dans les géophytes à bulbes, les plantes à bulbes, à cormes, mais aussi à tubercules qui sont généralement identifiés comme un sous-type à part entière. Le sous-type stolonifère est identifié pour la première fois dans une classification. Le caractère stolonifère ou non est abordé dans les autres classifications mais n'est jamais élevé au rang de sous-type.

Tableau 2 : Types biologiques et sous-types associés d'après Braun-Blanquet (1951).

TYPES BIOLOGIQUES	SOUS-TYPES	SOUS-SOUS-TYPES
Planctophytes	Aéroplanctophytes	-
	Hydroplanctophytes	-
	Cryoplanctophytes	-
Edaphophytes = Phytoédaphon	Aérobiontes	-
	Anaérobiontes	-
Endophytes	Endolithophytes	-
	Endoxylophytes	-
	Endozoophytes	-
Thérophytes	Thallothérophytes	-
	Mycothérophytes	-
	Ptéridothérophytes	-
	Euthérophytes	Rampants
		Grimpants
		Dressés
		A rosette
Hydrophytes	Flottants	-
	Fixés	-
	Enracinés	Hydrogéophytes
		Hydrohémicryptophytes
Géophytes	Fungiques	-
	Parasites de racines	-
	Eugéophytes	Bulbeux (dont cormes et tubercules)
		Rhizomateux
		A bourgeons radicants
Hémicryptophytes	A thalles	-
	Radicants	Cespiteux
		A rosette
		A scape
		Grimpants
		Décombants
		Stolonifères
Chaméphytes	Bryochaméphytes rampants	-
	Lichéniques	-
	Rampants	-
	Crassulants	-
	En coussin	-
	Grimpants	-

	Sphagnoïdes	-
	Graminéens	-
	En espaliers	-
	Sous-frutescents	-
	Frutescents	-
Nanophanérophytes	A vie courte	-
	Drageonnants	-
Macrophanérophtes	A bourgeons protégés	-
	A bourgeons nus	-
	A tronc charnu	-
	A rosette épicaule	-
	Herbacés	-
	De mangroves	-
	Lianescents	-
	Graminéens	-
Epiphytes arboricoles	Hémiparasites	-
	Tuberculeux caulinaires	-
	Néosioépiphytes récoltant l'humus	-
	A racines aériennes	-

2-3) Les types biologiques d'Ellenberg et Mueller-Dombois (1967)

Les types et les sous-types biologiques de Raunkiaer ont été révisés par Ellenberg et Mueller-Dombois en 1967. Ellenberg et Mueller-Dombois répartissent les plantes aquatiques dans chaque type biologique et dans un groupe d'hydrophytes vasculaires errantes. Ils rajoutent les lianes (vraies lianes), les hémi-épiphytes (pseudo-lianes) et les épiphytes. Ils traitent aussi les parasites et semi-parasites à part, ainsi que les cryptogames non vasculaires (thallophytes), ce qui permet de traiter les bryophytes et les lichens. La clef générale fait référence à de nouveaux types biologiques tels que les thallo-parasites, les thallo-saprophytes, les saprophytes vasculaires, les parasites vasculaires, les semi-parasites vasculaires et les thallo-semi-parasites. Cependant, la clef des sous-types associés à ces nouveaux types n'a pas été rédigée. Les autres types biologiques et la plupart des sous-types sont associés à un code abrégé. Le tableau 3 présente le récapitulatif des types et des sous-types traités dans la clef d'Ellenberg et Mueller-Dombois.

Tableau 3 : Types biologiques et sous-types associés Ellenberg et Mueller-Dombois (1967), accompagnés de codes abrégés.

TYPES BIOLOGIQUES	SOUS-TYPES	SOUS-SOUS-TYPES
Phanérophytes	A scape	Nanophanérophytes ; Microphanérophytes ; Mésophanérophytes ; Mégaphanérophytes
	Cespiteux	Nanophanérophytes ; Microphanérophytes ; Mésophanérophytes
	Rampants	Nanophanérophytes ; Microphanérophytes
	Arbres à rosette/touffe	Nanophanérophytes ; Microphanérophytes ; Mésophanérophytes ; Mégaphanérophytes
	A système de stockage de l'eau dans les tiges	-
	Succulents	-
	Graminoïdes	-
	Non graminoïdes	-
Thérophytes	Cespiteux	Printanier ; Estival ; Automnal ; Hivernal
	Rampants	Printanier ; Estival ; Automnal ; Hivernal
	A scape	Sans rosette ; A rosette sans feuille sur la tige ; A rosette partielle avec des feuilles sur la tige
	Succulents	-
	Aquatiques	-

Chaméphytes	Frutescents	Cespiteux ; Pulvinés ; Rampants
	Suffrutescents	Cespiteux ; Pulvinés ; Rampants ; A scape
	Herbacés	Cespiteux ; Pulvinés ; Rampants ; A scape
	Succulents	A tiges succulentes ; A feuilles succulentes ; A racines succulentes
	Poïkilohydres	-
Hémicryptophytes	Cespiteux	Modérément sempervirents ; Caducs au froid ; Caducs à la sècheresse
	Rampants	Modérément sempervirents ; Caducs au froid ; Caducs à la sècheresse
	A scape	Sans rosette ; A rosette ; A rosette partielle
	Aquatiques	Cespiteux ; Rampants ; A scape
Géophytes	A bulbes ou cormes	Printanier ; Estival ; Automnal
	A rhizomes	Printanier ; Estival ; Automnal
	A racines bourgeonnantes	Printanier ; Estival ; Automnal
	Aquatiques	A bulbes ; A rhizomes ; A racines bourgeonnantes
Lianes	Phanérophytes et chaméphytes	A racines ; Tortueux ; A vrilles ; Grimpants ; Frutescents ; Suffrutescents ; Herbacés
	Hémicryptophytes	A racines ; Tortueux ; A vrilles ; Grimpants
	Géophytes	Tortueux ; A vrilles ; Grimpants
	Thérophytes	Tortueux ; A vrilles ; Grimpants
Hémi-épiphytes	Etrangleuses	-
	Non étrangleuses	A lianes étendues le long du tronc ; A lianes pendantes
Epiphytes	A système racinaire dans le sol	Phanérophytes ; Chaméphytes ligneux ou suffrutescents ; Herbacés
	A système racinaire aérien modifié	Succulents ; Non-succulents
Hydrophytes vasculaires errantes	-	-
Thallophytes	Thallo-chaméphytes	-
	Thallo-hémicryptophytes	-
	Thallo-thérophytes	-
	Thallo-épiphytes	-
	Thallo-hydrophytes errants	-
	Kryophytes	-
	Edaphophytes	-
	Chémo-édaphophytes	-
Semi-parasites vasculaires	-	-
Thallo-semi-parasites	-	-
Parasites vasculaires	-	-
Saprophytes vasculaires	-	-
Thallo-parasites	-	-
Thallo-saprophytes	-	-

Les phanérophytes sont sous-classés en fonction de la hauteur où se situent les bourgeons par rapport au sol. Le tableau 4 compare les sous-classes décrites par Raunkiaer et Ellenberg et Mueller-Dombois.

Tableau 4 : Comparaison des sous-classifications des phanérophytes en fonction de la hauteur des bourgeons persistants par rapport au sol, selon Raunkiaer (1934) et selon Ellenberg & Mueller-Dombois (1967).

	Raunkiaer	**Ellenberg & Mueller-Dombois**
Nanophanérophytes	<2m	<2m
Microphanérophytes	2-8m	2-5m
Mesophanérophytes	8-30m	5-50m
Megaphanérophytes	>30m	>50m

Ellenberg et Mueller-Dombois ont produit deux clefs de détermination : une clef principale pour les grands types, ainsi qu'une clef pour les sous-types. Ces clefs permettent surtout de standardiser l'attribution des types biologiques pour chaque espèce, en évitant de donner plusieurs types biologiques ou sous-types à une seule espèce en fonction de l'interprétation des définitions.

Cependant, plus le niveau de détermination est précis, plus la clef est complexe. Elles sont en anglais et parfois incomplètes pour certains nouveaux sous-types. La numérotation est aussi complexe ce qui ne facilite pas la lecture.

2-4) Les types biologiques de Pignatti (1982)

Pignatti traite les types biologiques des espèces italiennes dans sa flore (Pignatti, 1982). Contrairement à la Flore Méditerranéenne (Tison *et al.*, 2014) ou à Flora Gallica (Tison et Foucault, 2014), Pignatti attribue des types et des sous-types biologiques à chaque espèce dans sa flore, parfois plusieurs par espèce. Il reprend les grands types biologiques de Raunkiaer et certains sous-types ; tout en simplifiant et en créant de nouveaux sous-types (Tab.5). Cependant, il fournit uniquement le tableau 4 sans définition, ni clef de détermination. Il est donc difficile d'appliquer cette classification et les concepts qu'il a utilisé pour attribuer un type biologique à d'autres espèces que celle de sa flore.

Pignatti fait la distinction uniquement entre les phanérophytes et les nanophanérophytes, avec deux classes de hauteur. Il ne travaille pas à l'échelle des cryptophytes de Raunkiaer, mais directement à celle des géophytes, des hélophytes et des hydrophytes. Il identifie aussi les taxons sempervirents par un code (SV) : par exemple, P scap (SV) pour les phanérophytes à scape sempervirents. Les lianes, les épiphytes et les parasites sont directement intégrés dans chaque type biologique. Les hydrophytes sont subdivisés en nageants ou enracinés. De nouveaux sous-types apparaissent par rapport à Raunkiaer et Ellenberg & Mueller-Dombois ; notamment les thérophytes à rosette, les thérophytes parasites, les chaméphytes rampants, les chaméphytes à scapes, les chaméphytes pulvinés, les hémicryptophytes à rosette, les hémicryptophytes bisannuels, les hémicryptophytes grimpants et les géophytes parasites.

Tableau 5 : Types biologiques et sous-types associés (Pignatti, 1982).

TYPES BIOLOGIQUES	SOUS-TYPES
Phanérophytes (P)	A scape - P scap
	Cespiteux - P caesp
	Lianescents - P lian
	Succulents - P succ
	Epiphytes - P ep
	Rampants - P rept
Nanophanérophytes (NP)	-
Thérophytes (T)	A scape - T scap
	Cespiteux - T caesp
	Rampants - T rept
	A rosette - T ros
	Parasites - T par
Chaméphytes (Ch)	Suffrutescents - Ch suffr
	Rampants - Ch rept
	Succulents - Ch succ
	Frutescents - Ch frut
	A scape - Ch scap
	Pulvinés - Ch pulv
	A thalle - Ch thall
Hémicryptophytes (H)	A scape - H scap

	Bisannuels - H bienn
	Cespiteux - H caesp
	A rosette - H ros
	Rampants - H rept
	Grimpants - H scand
Géophytes (G)	Bulbeux - G bulb
	Rhizomateux - G rhiz
	A racines bourgeonnantes - G rad
	Parasites - G par
Hélophytes (He)	He
Hydrophytes (I)	Nageants - I nat
	Enracinés - I rad

3) Les classifications particulières

Les plantes aquatiques, ainsi que les plantes annuelles ont fait l'objet de classifications particulières et sont présentées dans les paragraphes suivants.

3-1) Le cas des plantes aquatiques

Suivant les classifications, les plantes aquatiques sont individualisées et ont leurs propres types biologiques ou sont directement intégrées en tant que sous-type aquatique. Plusieurs auteurs ont tenté des descriptions plus ou moins complètes et complexes. De nombreux termes ont été utilisés pour les décrire ce qui complique la synthèse et la compréhension des différents concepts.

Raunkiaer (1934) appelle hydrophytes les plantes dont les parties végétatives sont immergées ou flottent à la surface de l'eau sans se projeter dans l'air, et qui survivent à la période défavorable sous la forme de bourgeons immergés, soit attachés à un rhizome, soit étendus librement sur le fond de l'eau. Cette définition ne prend pas en compte les espèces annuelles.

Braun-Blanquet (1951) nomme les espèces aquatiques annuelles des hydrothérophytes. D'autres espèces aquatiques posent aussi des problèmes car elles ne sont pas associées au même type biologique suivant la période d'observation. Par exemple, le *Potamogeton natans* est considéré comme un hydrophyte en hiver, mais il survit à la période d'émergence sous forme d'hémicryptophyte.

Selon Iversen (1936), les plantes aquatiques qu'il appelle les limnophytes présentent des parties végétatives immergées ou flottantes à la surface de l'eau, qui ne se propagent pas dans l'air, et qui pour la plupart sont capables de se reproduire végétativement. Cette définition contient les hydrophytes et hydrothérophytes de Raunkiaer. Iversen définit ensuite les amphiphytes comme des plantes capables de développer des formes aquatiques et de finir leur cycle de reproduction qu'elles soient immergées ou à l'air libre (*Eleocharis acicularis, Littorella uniflora*). Ces amphiphytes présentent des feuilles hydromorphes et des feuilles aériennes émergées. D'après Iversen, les plantes aquatiques à feuilles flottantes peuvent être considérées comme des amphiphytes étant donné que leurs feuilles sont aussi bien adaptées à la vie aquatique qu'à la vie terrestre. La distinction entre limnophytes et amphiphytes n'est pas claire car les deux groupes sont connectés par des formes intermédiaires. Les amphiphytes d'Iversen seraient l'équivalent des hélophytes décrits par Raunkiaer.

Les paragraphes suivants abordent les différentes définitions et classifications des plantes aquatiques.

La classification de Poplawskaja (1948)

Poplawskaja utilise le terme de limnophytes pour les plantes aquatiques. Il fait la distinction entre les plantes totalement dépendantes de l'eau et celles qui se développent aussi à l'air libre ; en prenant en compte le degré d'immersion des parties végétatives ou reproductives. Sur la base de ces critères, les plantes aquatiques ou limnophytes sont divisées en 3 groupes :

- Les hydatophytes qui n'ont pas d'adaptation à la vie aérienne et qui réalisent leur cycle de vie complètement immergés.

- Les aérohydatophytes immergés dont les parties végétatives sont complètement immergées et dont les inflorescences s'élèvent au-dessus de la surface de l'eau où se réalise la pollinisation.

- Les aérohydatophytes flottants dont les parties végétatives sont partiellement immergées, voire flottantes à la surface et dont les inflorescences s'élèvent au-dessus de la surface de l'eau.

La distinction entre le concept d'hydrophytes et celui de limnophytes n'est pas claire. Aucun sous-type n'est défini par Poplawskaja.

La classification de Luther (1949)

Luther classifie les plantes aquatiques en fonction de leur système d'attache au substrat. Il identifie trois groupes :

- Les haptophytes qui ne pénètrent pas dans le substrat mais s'attachent à la surface des substrats durs tels que les rochers, les morceaux de bois etc …

- Les rhizophytes dont les parties basales pénètrent dans le fond ou sont recouvertes par le substrat (*Charophyta, Vaucheriaceae, Chlorophyta*…)

- Les planophytes qui flottent librement et dont les organes assimilateurs sont immergés ou flottent à la surface de l'eau. Deux catégories sont définies pour les planophytes :
    - Les planctophytes microscopiques sont toutes les formes assimilées au plancton.
    - Les pleustophytes macroscopiques sont toutes les plantes flottantes, non attachées au substrat.
        - Les bentopleustophytes sont les plantes étendues librement sur le fond (*Cladophora spp., Nostoc* spp. …).
        - Les mésopleustophytes sont les plantes flottant librement entre le fond et la surface de l'eau (*Lemna trisulca, Riccia fluitans, Utricularia vulgaris, Ceratophyllum demersum*).
        - Les acropleustophytes sont les plantes qui flottent à la surface de l'eau et dont la face supérieure des feuilles est adaptée à la vie aérienne (*Lemna minor, Azolla filiculoides, Salvinia natans, Hydrocharis morsus-ranae*).

Luther ne prend en compte que le système d'attache au substrat et la localisation des plantes dans la colonne d'eau et non l'adaptation morphologique au milieu, ni le mode de reproduction.

La classification de Du Rietz (1923, 1930) améliorée par Den Hartog et Segal (1964)

Selon Den Hartog et Segal, les plantes aquatiques (hydrophytes) sont des plantes capables d'accomplir l'ensemble de leur cycle de vie, lorsque l'ensemble des parties végétatives sont immergées ou à la surface de l'eau (feuilles flottantes) ou lorsque l'immersion prolongée déclenche la reproduction sexuée avant la mort des parties végétatives. Cette définition exclut trois groupes de plantes généralement considérées comme des plantes aquatiques. Notamment, les pseudo-hydrophytes sont des plantes qui sont fréquemment complètement immergées et qui se maintiennent des années par reproduction végétative, mais qui ne sont pas capables d'achever leur cycle de vie dans ces conditions *(Sphagnum crassicladum, Sagittaria sagittifolia*). Les hélophytes sont définis comme des plantes dont les racines sont au fond de l'eau, immergées quasi-continuellement, et dont les feuilles et les inflorescences s'élèvent au-dessus de la surface de l'eau (*Typha* spp., *Phragmites* spp., *Butomus* spp.,

Scirpus spp.). Enfin, les pleustohélophytes sont des plantes qui dérivent à la surface, dont le système racinaire est immergé et dont les autres parties végétatives et les inflorescences s'élèvent au-dessus de l'eau, grâce à leur aérenchyme (*Eichhornia crassipes*, *Calla palustris*).

La classification de Du Rietz (1923, 1930) basée sur les formes de croissance a été améliorée par Den Hartog et Segal (1964). Leur classification décrit trois grands types : les rhizophytes, les pleustophytes et les haptophytes ; ainsi que onze types basiques. Les haptophytes n'étaient pas traités dans la bibliographie consultée. Les noms des sous-types biologiques se basent sur la ressemblance morphologique de plusieurs espèces entre elles et font référence en général à une espèce type.

Les rhizophytes sont des plantes dont les parties basales pénètrent dans le fond ou sont recouvertes par le substrat (*Charophyta, Vaucheriaceae, Chlorophyta…*). On trouve dans ce groupe :

- Les isoëtides, plantes à tiges courtes, à rosette de feuilles rigides (*Isoetes lacustris, Littorella uniflora, Lobelia dortmanna*).

- Les vallisneriides, plantes stolonifères à tiges courtes et à rosette ou faisceau de feuilles longues, molles et linéaires (*Vallisneria spiralis*).

- Les élodeïdes, plantes caulescentes à feuilles immergées entières ou sans feuilles spécialisées dans la flottaison (*Potamogeton spp., Elodea spp., Najas spp., Zannichellia spp.*).

- Les myriophyllides, plantes caulescentes à feuilles immergées, finement divisées, sans système de flottaison, dont les parties reproductives s'élèvent au-dessus de la surface de l'eau (*Hottonia spp., Ranunculus circinatus, Myriophyllum spp.*).

- Les batrachiides, plantes caulescentes, à feuilles présentant des systèmes de flottaison ou à feuilles immergées spatulées ou finement découpées, qui ont tendance à développer des formes terrestres (*Ranunculus spp., Callitriche spp.*).

- Les nymphaeides, plantes à tiges peu ou pas ramifiées, à feuilles flottantes longuement pétiolées, dans certains cas avec aussi des feuilles immergées (*Nuphar spp., Nymphea spp., Nymphoides spp., Potamogeton natans spp.*).

L'utilisation du terme rhizophytes peut induire en erreur dans le cas des espèces qui ont leur partie basale ancrée dans le substrat mais qui n'ont pas de racines.

Les pleustophytes sont des plantes flottantes, non attachées au substrat. On trouve dans ce groupe :

- Les cératophyllides, plantes immergées à feuilles finement divisées, sans feuille flottante, situées près de la surface de l'eau en été, qui coulent au fond en automne, passant l'hiver sous forme de turions (*Ceratophyllum spp., Utricularia spp., Aldrovanda spp.*).

- Les hydrocharides, plantes flottant librement à la surface de l'eau, présentant des feuilles spécialisées dans la flottaison, passant l'hiver sous forme de gemmules ou de sporocarpes (*Hydrocharis spp., Salvinia natans*).

- Les stratiotides, plantes flottant librement, avec des feuilles rigides dont la partie supérieure s'élève au-dessus de la surface de l'eau, qui coule au fond de l'eau en automne et passe l'hiver sous forme de turions (*Stratiotes spp.*).

- Les lemnides, petites plantes, flottant librement à la surface de l'eau, à frondes réduites dont la face supérieure est adaptée au métabolisme aérien et la face inférieure à la vie aquatique (*Spirodela spp., Wolffia spp., Lemna minor, Ricciocarpos natans, Azolla spp.*).

- Les ricciellides, petites plantes, immergées, lancéolées, divisées ou réticulées, sans adaptation au métabolisme aérien (*Riccia spp., Lemna trisulca*).

Les types de cette classification sont bien définis et facilement reconnaissables. Très peu

d'espèces peuvent être classifiées dans plusieurs types ou sous-types à la fois. Cependant, les formes de croissance sont basées sur les caractères morphologiques d'une espèce 'type' ce qui n'est pas forcément adéquat pour une définition générale des groupes de plantes aquatiques. Nommer les formes de croissance à partir d'une espèce et d'une terminaison en –id pose des problèmes lorsque les groupes ne sont pas strictement homogènes. Les types sont multipliés en fonction du nombre d'espèces ayant une forme particulière. Cette nouvelle classification reprend des termes connus, en rajoutant des sous-types à la classification de Raunkiaer. Cependant, aucun sous-type n'est décrit en dehors des espèces énumérées ; seuls les quatre grands types sont définis.

La classification de Hejny (1957, 1960)

La classification de Hejny est basée sur les adaptations écologiques des plantes au facteur eau. Trois groupes sont décrits :

- Les euhydatophytes dont les parties végétatives sont complètement adaptées à la vie aquatique et dont les inflorescences sont soit immergées, soit s'élèvent au-dessus de la surface de l'eau. Cette entité regroupe les hydatophytes et les aérohydatophytes immergés au sens de Poplawskaja.

- Les hydatoaérophytes sont très liés à l'eau mais

des feuilles flottantes adaptées au contact avec l'air. Ce groupe correspond aux aérophytes flottants de Poplawskaja.

- Les ténagophytes forment un groupe hétérogène de plantes amphibies des berges dont le niveau d'eau varie fortement. Certaines espèces peuvent boucler leur cycle de vie immergées (*Littorella uniflora, Pilularia globulifera, Callitriche palustris)* ; d'autres sont des annuelles éphémères d'été du *Nanocyperion flavescentis* et tolèrent bien la submersion, mais terminent leur cycle de vie en dehors de l'eau.

Les définitions des trois groupes sont peu claires. La création d'un groupe supplémentaire paraissant très hétérogène ne semble pas bien justifiée, bien qu'il se rapproche du concept d'hélophytes de Raunkiaer. Hejny ne donne aucune définition de sous-types.

La classification de Schuyler (1984)

Cette classification de Schuyler s'inspire de celle d'Hutchinson (1975). Elle reprend aussi en partie les classes de Luther, Du Rietz et Segal. De plus, Schuyler fournit sa classification sous forme de clef de détermination (Figure 3), dont les termes sont accompagnés de définitions succinctes. La clef de détermination reprend et améliore les classifications déjà existantes. Elle prend en compte à la fois l'ancrage de la plante, la position de celle-ci dans la colonne d'eau, les types biologiques au travers des adjectifs descriptifs de l'appareil végétatif (caulescent, à rosette, à thalle…), ainsi que les formes de croissance. Les catégories de Du Rietz, Den Hartog et Segal en -id peuvent être utilisées au quatrième niveau de cette clef, tout comme la classification en -id d'Hutchinson (1975). Les benthophytes de Schuyler incluent les rhizophytes, les haptophytes et les benthopleustophytes de Luther.

Figure 3 : Clef de détermination des macrophytes aquatiques de Schuyler (1984).

I. Pleustophytes. Floating free from substrate (pleustonic)
  A. Mesopleustophytes. Vegetative plant body underwater
    1. Caulescent. Leaves or leaf-like structures on elongate stems (e.g., *Ceratophyllum* and *Utricularia* when not benthic)
    2. Rosulate. Leaves radiating from short stems (e.g., *Stratiotes* when floating underwater)
    3. Thalloid. Not differentiated into stems and leaves (e.g., *Riccia fluitans* and *Lemna trisulca* when not benthic)
  B. Acropleustophytes. Vegetative plant body on water surface
    1. Caulescent. Leaves scattered or closely spaced along stems, not radiating (*Azolla, Salvinia*)
    2. Rosulate. Clusters of leaves radiating from short stems (*Pistia stratiotes, Hydrocharis morsus-ranae, Eichhornia crassipes*)
    3. Thalloid. Not differentiated into stems and leaves (*Lemna minor, Spirodela polyrhiza, Wolffia punctata*)

II. Benthophytes. Basal portion of plant in or on substrate (benthic)
  A. Submergents. Vegetative plant body underwater
    1. Caulescent. Leaves on elongate stems protruding above substrate (e.g., *Potamogeton pectinatus, Myriophyllum spicatum*); also including plants not differentiated into true stems and leaves (e.g., *Chara* and aquatic mosses) or where this differentiation is obscure (e.g., *Utricularia*)
    2. Rosulate. Clusters of leaves radiating from short stems in or slightly protruding above substrate (e.g., *Vallisneria*); also including plants with unbranched stems in rosettes (e.g., *Eleocharis acicularis*)
    3. Scopiform. Stems or leaves protruding above substrate as simple solitary units (e.g., stems of *Myriophyllum tenellum* and underwater leaves of *Juncus militaris* when scattered along horizontal rhizomes)
    4. Thalloid. Not differentiated into stems and leaves (e.g., thallus of *Podostemum* and the lichen *Hydrothyria venosa*)
  B. Planmergents. Conspicuous portion of vegetative plant body on water surface
    1. Caulescent. Floating leaves on elongate stems protruding above substrate (e.g., *Potamogeton natans, Brasenia schreberi, Sparganium angustifolium*)
    2. Rosulate. Clusters of floating leaves radiating from short portions of elongate stems that protrude above substrate (e.g., *Trapa natans*)
    3. Foliose. Floating leaves protruding from stems in or slightly protruding above substrate (e.g., *Nymphaea odorata, Nuphar lutea*)
  C. Emergents. Vegetative plant body protruding above water surface
    1. Caulescent. Leafy stems protruding above water (e.g., *Typha, Polygonum punctatum*); also including plants with green leafless stems protruding above water (e.g., *Eleocharis palustris, Scirpus acutus*)
    2. Foliose. Only leaves protruding above water (*Sagittaria, Peltandra*)

Bilan des classifications des types biologiques des plantes aquatiques

Les tableaux 6, 7, 8, 9, 10 synthétisent les différentes classifications et types existants pour décrire les plantes aquatiques, en mettant en évidence les relations qui existent entre les différentes classifications lorsque c'est possible.

Tableau 6 : Comparaison des classifications de Luther, Du Rietz et Schuyler concernant les types biologiques et les sous-types associés des plantes aquatiques.

<table>
<tr><th colspan="2">Luther (1949)</th><th>Du Rietz (1923, 1930)</th><th colspan="3">Schuyler (1984)</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">Haptophytes</td><td rowspan="8">Benthophytes (Haptophytes, Rhizophytes, Benthopleustophytes)</td><td rowspan="4">Submergés</td><td>Caulescents</td></tr>
<tr><td>A rosette</td></tr>
<tr><td>Scopiformes</td></tr>
<tr><td>A thalle</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Rhizophytes</td><td rowspan="4">Isoëtides, Vallisneriides, Elodeïdes, Myriophyllides, Batrachiides, Nymphaeides</td><td rowspan="3">A la surface</td><td>Caulescents</td></tr>
<tr><td>A rosette</td></tr>
<tr><td>Feuillés</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Emergents</td><td>Caulescents</td></tr>
<tr><td>Feuillés</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Planophytes</td><td colspan="2">Planctophytes microscopiques</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Pleustophytes macroscopiques (Benthopleustophytes , Mésopleustophytes, Acropleustophytes)</td><td rowspan="6">Cératophyllides, Hydrocharides, Stratiotides, Lemnides, Ricciellides</td><td rowspan="6">Pleustophytes (Mésopleustophytes et Acropleustophytes)</td><td rowspan="3">Mésopleustophytes</td><td>Caulescents</td></tr>
<tr><td>A rosette</td></tr>
<tr><td>A thalle</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Acropleustophytes</td><td>Caulescents</td></tr>
<tr><td>A rosette</td></tr>
<tr><td>A thalle</td></tr>
</table>

Tableau 7 : Comparaison des classifications de Poplawskaja et Hejny concernant les types biologiques et les sous-types associés des plantes aquatiques.

Poplawskaja (1948) Limnophytes	**Hejny (1957, 1960)**
Hydatophytes	Euhydatophytes
Aérohydatophytes immergés	-
Aérohydatophytes flottants	Hydatoaérophytes
-	Ténagophytes

Tableau 8 : Synthèse de la classification de Raunkiaer (1934) concernant les types biologiques et les sous-types associés des plantes aquatiques.

Raunkiaer (1934)
Hydrophytes
Hélophytes

Tableau 9 : Synthèse de la classification de Den Hartog et Segal (1964) concernant les types biologiques et les sous-types associés des plantes aquatiques.

Den Hartog et Segal (1964)
Hydrophytes
Pseudo-hydrophytes
Hélophytes
Pleustohélophytes

Tableau 10 : Synthèse de la classification d'Ellenberg et Mueller-Dombois (1967) concernant les types biologiques et les sous-types associés des plantes aquatiques.

Ellenberg et Mueller-Dombois (1967)
Hémicryptophytes aquatiques
Géophytes aquatiques
Hydrophytes vasculaires errantes
Thérophytes aquatiques

3-2) Le cas des plantes annuelles

La position des plantes annuelles dans les classifications et même leur définition est très variable en fonction des auteurs. Généralement, aucun sous-type de thérophytes n'est décrit. Deux critères définissent les thérophytes de Raunkiaer : le premier fait référence à la capacité de survie de la plante à la période défavorable sous forme de graine, le deuxième à la durée restreinte du cycle de vie qui se déroule sur une année. Krumbiegel (1998) donne dix groupes différents des plantes annuelles, qui appartiennent à un voire à cinq types biologiques et à deux voire à quatre formes de croissance différentes. Selon Krumbiegel, les plantes annuelles ne sont pas uniquement incluses dans les thérophytes de Raunkiaer ; elles peuvent appartenir aux hydrophytes, aux thérophytes (*summer annuals*), voire aux hémicryptophytes (*winter annuals*), ce qui nécessite la réalisation d'une clef spécifique qui prenne en compte les formes de croissance.

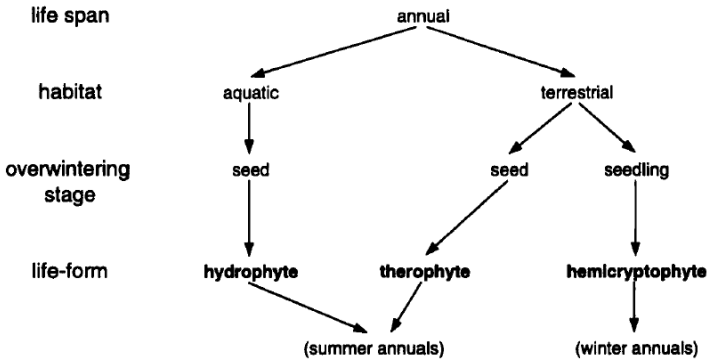


Figure 4 : Classification des plantes annuelles en fonction de leur habitat et des types biologiques (Krumbiegel 1998).

Au lieu de considérer toutes les plantes annuelles comme appartenant aux thérophytes, Krumbiegel (1998) considère qu'il peut exister des thérophytes, mais aussi des hydrophytes annuelles et des hémicryptophytes annuelles. Il a donc créé une clef de détermination des types biologiques d'annuelles (Figure 4) et des formes de croissance (Figure 5). Les types biologiques interviennent en 3ème choix de la clef. Il distingue aussi les annuelles hivernales et les annuelles estivales.

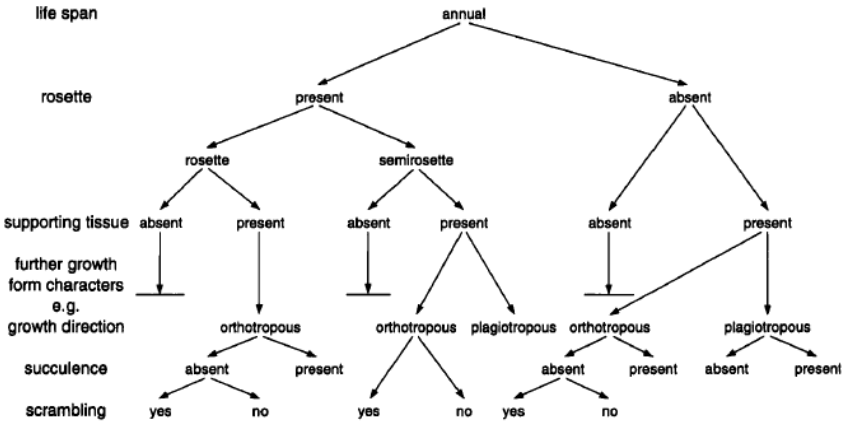


Figure 5 : Représentation des différents niveaux hiérarchiques des critères utilisés dans la clef de

La clef de détermination de Krumbigiel (1998 ; Fig. 6) est assez courte et peu compliquée. Plusieurs sous-types sont communs à ceux qui ont été définis auparavant chez les thérophytes, les hémicryptophytes et les hydrophytes. Les critères de direction de croissance ne paraissent pas forcément déterminants pour des plantes annuelles. La distinction entre les tiges volubiles, les espèces grimpantes et les espèces à vrilles n'est pas forcément évidente sans définition claire. Certains sous-types sont valables pour les hydrophytes, par contre les hémicryptophytes à pseudo-rosette flottants n'existent peut-être pas. Il existe quelques incohérences dans cette classification.

1 Plant always without a rosette of foliar leaves .... erosulate plants
1 Plant with a rosette foliar leaves 2

2 At least some leaves at the elongated part of the shoot axis, rather similar in form and size to the rosette leaves close to them, more simple and smaller distant from the rosette ..... semirosette plants
2 All leaves also during flowering period arranged as a rosette, flowering shoots leafless or with (mostly crowded) bracts in the inflorescence area .... rosette plants

Erosulate plants

1 Plant aerolabile (aquatic) 2
1 Plant aerostable (terrestrial) 3

2 Plant completely submersed, without floating leaves, rooting in the substrate .... 1.1. submerged erosulate annual (e.g. *Najas marina*)
2 Plant free floating, not rooting in the substrate .... 1.2. floating erosulate annual (e.g. *Salvinia natans, Azolla filiculoides*)

3 Whole plant more or less prostrate, shoots only partly ascending at the tips 4
3 Plant erect or ascending, never prostrate or creeping with the major part of the shoots, adventitious roots (if present) restricted to the shoot base 5

4 Plant succulent .... 1.3. succulent plagiotropous erosulate annual (e.g. *Portulaca oleracea* [a], *Montia fontana* p.p. [a-h])
4 Plant not succulent .... 1.4. plagiotropous erosulate annual (e.g. *Amaranthus blitoides* [a], *Veronica persica, Stellaria media* [a-h])

5 Plant succulent .... 1.5. succulent orthotropous erosulate annual (e.g. *Salicornia europaea, Salsola kali* [a], *Montia fontana* p.p. [a-h])
5 Plant not succulent 6

6 Shoots winding, twining or (spread)climbing 7
6 Shoots never winding, twining or (spread)climbing 10

7 Plant with tendrils ..... 1.6. tendriled erosulate annual (e.g. *Vicia tetrasperma, Lathyrus aphaca*)
7 Plant without tendrils 8

8 Plant with climbing hairs .... 1.7. spreadclimbing erosulate annual (e.g. *Galium aparine, G. spurium*)
8 Plant with twining shoots 9

9 Plant with chlorophyll .... 1.8. twining erosulate annual (e.g. *Fallopia convolvulus, Phaseolus coccineus*)
9 Plant without chlorophyll, shoots adhering with haustoria on other plants .... 1.9. twining holoparasitic erosulate annual (e.g. *Cuscuta* spec.)

10 Shoots numerous, basal-peripheral promoted, tuft-like1. ..... 10. tufted erosulate annual (e.g. *Eleocharis ovata*)
10 Plant not tuft-like 11

11 Plant without chlorophyll, root parasite, leaves reduced, scaly, (shoot base sometimes tuberously swollen) .... 1.11. orthotropous holoparasitic erosulate annual (e.g. *Orobanche ramosa, O. reticulata*)
11 Plant with chlorophyll .... 1.12. orthotropous erosulate annual (e.g. *Chenopodium rubrum, Euphorbia helioscopia*)

Semirosette plants

1 Plant aerolabile (aquatic), with floating leaf rosettes at the tip of elongated, submerged shoots .... 2.1. floating semirosette annual (e.g. *Trapa natans*)
1 Plant aerostable (terrestrial) 2

2 Shoots more or less entirely prostrate, partly ascending only at the tips, sometimes rooting at the nodes . ..... 2.2. plagiotropous semirosette annual (e.g. *Asperugo procumbens* [a], *Coronopus squamatus* [a{-h}], *Alopecurus geniculatus* p.p. [h])
2 Shoots erect or ascending, sometimes climbing, adventitious roots (if present) restricted to the base of the shoots 3

3 Plant with tendrils .... 2.3. tendriled semirosette annual (e.g. *Fumaria capreolata*)
3 Plant erect or ascendent, never climbing 4

4 Shoots numerous, basal-peripheral promoted, tuft-like ..... 2.4. tufted semirosette annual (e.g. *Myosotis arvensis* [a], *Juncus bufonius* [h])
4 Plant not tuft-like .... 2.5. orthotropous semirosette annual (e.g. *Adonis aestivalis, Arabidopsis thaliana*)

Rosette plants

1 Plant aerostable, succulent .... 3.1. succulent rosette annual (e.g. *Claytonia perfoliata, Subularia aquatica*)
1 Plant not succulent 2

2 Plant stoloniferous .... 3.2. stoloniferous rosette annual (e.g. *Limosella aquatica*)
2 Plant without stolons ..... 3.3. rosette annual (e.g. *Plantago coronopus, Erophila verna* [a], *Myosurus minimus* [{a-}h])

Figure 6 : Clé de détermination des plantes annuelles de Krumbigiel (1998).

Ebel et Mühlberg (1987), Kästner et Karrer (1995) et Rothmaler (1996) sont les seuls à avoir défini clairement les formes de croissance des annuelles (Tableau 11) telles que les plantes sans rosette (*Erosulate plant*), les plantes à pseudo-rosette (*Semirosette plant*), les plantes à rosette (*Rosette plant*), les plantes aérolabiles (*Aerolabile plant*), les plantes aérostables (*Aerostable plant*), les plantes en touffe (*Tuft plant*) et les plantes stolonifères (*Stoloniferous plant*).

Tableau 11 : Bilan de la combinaison des types biologiques et des formes de croissance des plantes annuelles : exemple des hémicryptophytes. Un tableau similaire peut être fait pour les thérophytes et les hydrophytes.

Types d'annuelles	Sous-types
Hémicryptophytes à rosette	Succulents
	Stolonifères
	A rosette
Hémicryptophytes sans rosette	Submergés
	Flottants
	Succulents plagiotropes
	Plagiotropes
	Succulents orthotropes
	A vrilles
	Grimpants
	A tiges volubiles
	Holoparasite à tiges volubiles
	En touffe
	Holoparasite orthotrope
	Orthotropes
Hémicryptophytes à pseudo-rosette	Flottants
	Plagiotropes
	A vrilles
	En touffe
	Orthotropes

II) Définitions actualisées des types biologiques

Cette partie aborde la terminologie utilisée, fait la synthèse des types et des sous-types existants accompagnés de leurs définitions et actualise la définition des types et des sous-types biologiques théoriques conservés pour le référentiel du CBNMed.

1) Notion de terminologie

La synthèse bibliographique précédente a permis de mettre en avant l'existence de nombreuses

classifications des types biologiques. Chaque auteur a ses propres définitions ou ses propres approches, qu'elles soient écologique, phytogéographique, purement morphologique, adaptative ou fonctionnelle en intégrant les traits de vie, les modes de croissance et d'acquisition des ressources. Il en ressort une multiplication des termes descriptifs des diverses formes, qui complexifient la compréhension et intègrent des concepts biologiques et écologiques différents. Cette hyper subdivision et hyper diversification des types biologiques semble s'éloigner du concept originel. Bien que ce soit le terme de type biologique qui est utilisé dans ce rapport, il semble nécessaire de réfléchir à la terminologie originelle et à sa traduction actuelle.

A quoi fait référence le terme anglais '*life forms*'? Si on décompose le terme '*life-forms'*, le terme anglais '*life*' fait référence à la vie, l'existence d'un être ; et le terme anglais '*forms*' est traduit par formes ou sortes. Le terme originel de '*life-forms*' pourrait être traduit de façon littérale par le terme de forme de vie des plantes. Or, cette expression ne tombe pas sous le sens et semble peu précise.

A quoi fait référence le terme français de type biologique? La traduction française la plus courante des '*life forms*' de Raunkiaer est le type biologique. Le terme de typologie fait référence à l'étude d'un ensemble ou d'une population, visant à y déterminer des catégories ou types regroupant des éléments aux caractères identiques ou voisins (Da Lage et Métailié, 2005). Les types possèdent donc un ensemble de traits caractéristiques qui définissent une catégorie d'êtres vivants. Les types sont les références pour chaque catégorie. Le terme biologique est un terme générique qui fait référence à l'ensemble de toutes les sciences qui étudient les espèces vivantes et les lois de la vie (Larousse, 2019). Les types biologiques seraient donc des catégories d'êtres vivants qui présentent des caractéristiques communes en ce qui concerne leur biologie.

La traduction française des '*life forms*' originels, semble s'éloigner du but premier évoqué par Raunkiaer qui était de décrire des types de végétaux qui traduisent les adaptations morphologiques des plantes aux conditions du milieu. Ce sont les notions d'adaptation et de morphologie qui paraissent les plus importantes dans le concept de Raunkiaer. Dans le cadre de la définition, la notion d'adaptation, bien que fondamentale, est sous-jacente à la variabilité des formes végétales qui sont elles directement observables et qui peuvent donc être la base d'une typologie.

Quel serait le terme français le plus adéquat pour traduire le concept de '*life forms*'? Deux termes semblent plus cohérents avec le concept de Raunkiaer : le terme de physionomie ou le terme de morphologie des plantes. Le terme physionomie fait référence à l'allure générale d'un être vivant, ou l'ensemble des caractères, des aspects particuliers qui les distinguent les uns des autres. Le terme morphologie, plus précis, fait référence à la forme et à la structure externe des êtres vivants dans les différentes sciences biologiques (Larousse, 2019) ; dans notre cas, la forme et la structure externe des plantes et de leurs organes. Il semblerait donc plus cohérent d'utiliser les termes de types physionomiques ou plutôt de types morphologiques qui seraient plus précis.

Il a été décidé de conserver dans ce rapport le terme de types biologiques afin de rester cohérent avec le terme couramment utilisé et validé par la communauté scientifique. Cependant, nous considérons les types biologiques des plantes comme des types physionomiques ou morphologiques.

2) Sélection des types et des sous-types biologiques pour le nouveau référentiel du Conservatoire

Trois classifications ont été utilisées pour établir la typologie du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. En plus de la classification de Raunkiaer qui est la référence, les classifications de Pignatti et d'Ellenberg et Mueller-Dombois ont aussi été prises en compte car

elles sont basées sur l'approche fonctionnelle de Raunkiaer en intégrant quelques clarifications et améliorations, voire de nouveaux types. L'approche par sous-type est plus descriptive mais elle reste focalisée sur une logique de description de l'organisation et du port des plantes.

La typologie mise en place dans cette étude ne concerne que les plantes vasculaires car il existe des typologies spécifiques pour les algues (Garbary, 1976 ; Chapman et Chapman, 1976), les bryophytes (Magdefrau, 1883 ; Bates 1998), les lichens (Clauzade et Rondon, 1966) etc... Les traits de vie reliés au mode d'acquisition ou de stockage des ressources doivent être traités en dehors des types biologiques (parasitisme, saprophytisme, succulents etc…). Les épiphytes ne sont pas pris en compte car il n'y a pas d'épiphyte strict sur notre territoire. Les espèces s'y rapprochant de manière occasionnelle ne seront pas traitées.

Le tableau 12 compile les types et les sous-types existants dans les classifications de Raunkiaer (1934), d'Ellenberg et Mueller-Dombois (1967) et de Pignatti (1982). Les sous-types les plus courants dans les trois classifications ont été conservés (sauf cas cités ci-dessus) ; les autres ont été soumis à discussion, puis sélectionnés ou non ; certains sous-types ont aussi dû être créés pour les nanophanérophytes sur la base des sous-types des phanérophytes et pour les hélophytes sur la base des sous-types de géophytes et les sous-types les plus courants.

La dernière colonne compile les sous-types sélectionnés pour le référentiel des types biologiques du CBNMed. Ces sous-types sont définis dans les paragraphes suivants.

Tableau 12 : Récapitulatif des sous-types utilisés par type biologique, suivant les typologies existantes. La dernière colonne compile les sous-types biologiques intégrés dans le référentiel du CBNMed.

TYPES	SOUS-TYPES	Raunkiaer (1934)	Ellenberg et Mueller-Dombois (1967)	Pignatti (1982)	Validé pour CBNMED
Phanérophytes	A scape	-	Oui	Oui	A tronc
	Cespiteux	-	Oui	Oui	-
	Rampants	-	Oui	Oui	-
	Succulents	Oui	Oui	Oui	-
	A lianes	-	Oui	Oui	Lianescents
	A rosette épicaule – en touffe	-	Oui	-	-
	A système de stockage de l'eau dans les tiges	-	Oui	-	-
	Graminoïdes	-	Oui	-	-
	Non graminoïdes	-	Oui	-	-
	Herbacés	Oui	-	-	-
Nanophanérophytes	A tronc	-	-	-	Créé
	Cespiteux	-	-	-	Créé
	Rampants	-	-	-	Créé
	Lianescents	-	-	-	Créé
Thérophytes	A scape	-	Oui	Oui	Scapoïdes
	Cespiteux	-	Oui	Oui	Conservé
	Rampants	-	Oui	Oui	Conservé
	Succulents	-	Oui	-	-
	A rosette	-	-	Oui	Conservé
Chaméphytes	A scape	-	-	Oui	Scapoïdes
	Rampants	-	-	Oui	Conservé
	Succulents	-	Oui	Oui	-
	Frutescents	-	Oui	Oui	Conservé
	Suffrutescents	Oui	Oui	Oui	Conservé
	En coussinet	Oui	-	Oui	Conservé
	Passifs	Oui	-	-	-
	Actifs	Oui	-	-	-
	Poïkilohydres	-	Oui	-	-
	Herbacés	-	Oui	-	-
Hémicryptophytes	A scape	-	Oui	Oui	Scapoïdes
	Cespiteux	-	Oui	Oui	Conservé
	Rampants	-	Oui	Oui	Conservé
	A rosette	Oui	-	Oui	Conservé
	Grimpants	-	Oui	Oui	Lianescents
	Proto-hémicryptophytes	Oui	-	-	-

	Bisannuelles	-	-	**Oui**	-
	A rosette partielle	**Oui**	-	-	-
Géophytes	**A bulbes (cormes inclus)**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Conservé**
	A rhizomes	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Conservé**
	A racines bourgeonnantes	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Conservé**
	A tubercules	-	-	-	**Conservé**
	A racines tubéreuses	**Oui**	-	-	**Regroupé**
	A tiges tubéreuses	**Oui**	-	-	**Regroupé**
Hydrophytes	**Nageants**	-	**Oui**	**Oui**	**Conservé**
	Enracinés	-	-	**Oui**	**Conservé**
Hélophytes	**Scapoïdes**	-	-	-	**Créé**
	Cespiteux	-	-	-	**Créé**
	A bulbes (cormes inclus)	-	-	-	**Créé**
	A rhizomes	-	-	-	**Créé**
	A tubercules	-	-	-	**Créé**
	Rampants	-	-	-	**Créé**

3) Définitions des types et sous-types biologiques du référentiel du Conservatoire

Suite à la sélection de types et sous-types dont l'existence pourrait correspondre à une réalité de terrain, nous avons compilé les définitions existantes des principaux référentiels de types biologiques et de dictionnaires afin d'aboutir à des définitions assez simples, explicites et opérationnelles. Il a fallu créer et définir les sous-types inexistants notamment pour les hélophytes et les nanophanérophytes. Ces nouvelles définitions théoriques nécessitent d'être testées et validées par des observations de terrain.

3-1) Les géophytes

Le terme géophyte provient du grec « *gê* » qui signifie terre et « *phuton* » qui signifie plante. Le tableau 13 compile les définitions du terme géophyte des différents auteurs.

Tableau 13 : Récapitulatif des définitions existantes du terme géophyte.

AUTEURS	DEFINITIONS
Smith (1913)	Plantes dont les parties dormantes sont souterraines : bulbes, rhizomes et tubercules au niveau des tiges ou des racines et des bourgeons sur les racines.
Raunkiaer (1934)	Plantes dont les bourgeons sont situés sur des tiges souterraines, sous la surface du sol. Ces plantes terminent leur vie épigée rapidement. Les fleurs et les feuilles se développent lors de la saison sèche grâce à des organes spécialisés dans le stockage.
Cain (1950)	Plantes qui ont des organes souterrains tubéreux remplis de réserves qui leur permettent un développement végétatif rapide dès le retour des conditions favorables. Les structures pérennantes les plus courantes sont les bulbes (*Allium spp.*), les cormes (*Arisaema spp.*), les rhizomes (*Podophyllum spp.*), les tiges tubéreuses (*Solanum spp.*) ou les racines tubéreuses (*Orchis spp.*).
Braun-Blanquet (1951)	Plantes dont les organes de survie (bourgeons, mycélium…) sont enfoncés dans le sol et donc protégés lors de la période défavorable.
Da Lage et Métailié (2005)	Plantes dont les bourgeons, portés par des bulbes, des rhizomes

	ou des tubercules, restent enfouis dans le sol à la période défavorable.
Géhu (2006)	Plantes (au sens de Raunkiaer) dont les organes de survie sont situés dans le sol, et donc soustraits aux effets de la période défavorable. Cryptophytes affrontant l'hiver sous terre dont les organes de survie (bulbe, rhizome, tubercule) sont enterrés dans le sol.
Douzet (2007)	Plantes passant l'hiver en ne conservant que des organes souterrains.
Jouy et de Foucault (2016)	Plantes passant la période défavorable sous la forme d'un bourgeon dormant reposant sur un organe souterrain.
Pignatti (2017)	Plantes pérennes herbacées avec un organe végétatif souterrain.
Dictionnaire de botanique (2019)	Plantes qui passent l'hiver en ne conservant que des organes souterrains.

La définition admise des géophytes dans ce rapport est la suivante : **les géophytes sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont enfouis dans des organes souterrains, en dormance : racines, bulbes, tubercules, rhizomes... Les parties végétatives s'expriment rapidement au début de la période favorable grâce aux réserves généralement stockées dans ces organes.**

Les géophytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous.

- Les géophytes à bulbes

Un bulbe est un organe souterrain à tige courte et portant des écailles charnues remplies de réserves nutritives (Jouy et de Foucault, 2016). Les plantes à bulbes stockent les réserves dans les feuilles (ressemblant à des écailles) ou dans des portions de feuilles qui sont rassemblées comme les feuilles dans un bourgeon. La portion persistante de la tige sert uniquement de support aux feuilles. Les feuilles entourent les bourgeons destinés à former des tiges aériennes lors de la prochaine période de croissance. Dans certains cas, les écailles des bulbes sont complètement modifiées pour le stockage, dans d'autres cas, seule une portion des feuilles est modifiée pour le stockage (Raunkiaer, 1934). Un bulbe est un organe de réserve souterrain provenant de la modification d'une tige souterraine associée (bulbe écailleux et tuniqué) ou non (bulbe solide = corme) à des feuilles (Douzet, 2007). La définition admise du terme bulbe est la suivante : organe de réserve charnu, pérennant dans le sol, formé à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, portant des feuilles imbriquées, entièrement ou partiellement charnues.

Un corme est une tige souterraine verticale à entre-nœuds très courts que l'on appelle aussi bulbe solide comme pour les crocus (Douzet, 2007). Un corme est un organe charnu, pérennant dans le sol, portant des écailles et des racines adventives (Jouy et de Foucault, 2016). La définition admise du terme corme est la suivante : organe de réserve charnu pérennant dans le sol, formé à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, dont la base renflée stocke les réserves nutritives ; la tige est entourée non pas de feuilles charnues mais d'une enveloppe écailleuse, aussi appelée tunique.

Pour minimiser le nombre de sous-type de géophytes, on considère que les géophytes à bulbes comprennent les plantes à bulbes à proprement parler, ainsi que les plantes à cormes. La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les géophytes à bulbes sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont enfouis dans des organes de stockage souterrains, en dormance, formés à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, portant des feuilles imbriquées, entièrement ou partiellement charnues (bulbe) ou dont la base de la tige renflée stocke les réserves nutritives et est entourée non pas de feuilles charnues mais d'une enveloppe écailleuse (corme).**

Lilium martagon (Fig. 7), *Muscari comosum* (Fig. 8), *Leucojum vernum*, *Allium spp.*, *Ornithogalum*

spp., Narcissus spp. sont des exemples de géophytes à bulbes au sens large.



Figure 7 : *Lilium martagon*, © Pierre et Délia Vignes



Figure 8 : *Muscari comosum*, © Pierre et Délia Vignes.

- Les géophytes à rhizomes

Un rhizome est une tige souterraine portant des racines adventives en général (Douzet, 2007). Un rhizome peut aussi être défini comme une tige souterraine subhorizontale, plus ou moins tubéreuse et émettant saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées. Les rhizomes ont souvent l'apparence de racines, mais ils s'en distinguent par la présence de cicatrices foliaires ou de feuilles réduites à des bourgeons (Da Lage et Métailié, 2005). Les géophytes à rhizome ont un rhizome horizontal plus ou moins allongé, principalement composé de portions horizontales qui portent sur la partie supérieure des bourgeons à croissance verticale qui se développent dans les airs et portent les feuilles et les fleurs (Raunkiaer, 1934). La définition admise du terme rhizome est la suivante : tige souterraine allongée sur le plan horizontal, plus ou moins tubéreuse, qui porte des cicatrices foliaires ou des feuilles réduites à des bourgeons. Cette tige émet saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées verticales.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante **: les géophytes à rhizome sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont enfouis dans des organes souterrains, en dormance, qui se forment à partir d'une tige souterraine allongée sur le plan horizontal, plus ou moins tubéreuse et qui porte des cicatrices foliaires ou des feuilles réduites à des bourgeons. Cette tige émet saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées verticales.**

Polygonatum multiflorum (Fig. 9), *Anemone nemorosa, Elytrigia repens, Paris quadrifolia, Asparagus officinalis, Carex flacca, Cephalanthera sp, Listera sp, Epipactis sp* sont des exemples de géophytes à rhizome.



Figure 9 : *Polygonatum multiflorum,* © Pierre et Délia Vignes.

- Les géophytes à racines bourgeonnantes

Le terme de racine bourgeonnante se dit de racine produisant des bourgeons (Da Lage et Métailié, 2005). Les plantes à racines bourgeonnantes survivent à la période défavorable exclusivement ou principalement grâce aux bourgeons situés sur les racines persistantes, alors que le reste de la plante meurt au début de la période défavorable (Raunkiaer, 1934). La définition admise du terme racine bourgeonnante est la suivante : racines, sans système de stockage de réserve, dont les bourgeons sont les seuls organes à survivre à la période défavorable.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les géophytes à racines bourgeonnantes sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés sur les racines qui n'ont pas de système de stockage de réserve ; le reste de la plante meurt au début de la période défavorable.**

L'existence biologique de ce sous-type reste à confirmer. *Cirsium arvense* (Fig. 10), *Moneses uniflora (Fig*. 11) seraient des géophytes à racines bourgeonnantes. Braun-Blanquet (1951) donne l'exemple d'*Aconitum napellus* pour les géophytes à bourgeons radicants.



Figure 10 : *Cirsium arvense,* © Virgile Noble.



Figure 11 : *Moneses uniflora,* © Pierre et Délia Vignes.

- Les géophytes à tubercules

Raunkiaer (1934) définit les géophytes à tiges tubéreuses comme des plantes dont une ou plusieurs portions de la tige souterraine est enflée, tubéreuse ; elle sert d'organe de stockage et porte les bourgeons destinés à survivre à la période défavorable alors que le reste de la plante, qu'il soit

souterrain ou épigé, meurt au début de la période défavorable. Raunkiaer (1934) définit les géophytes à racines tubéreuses comme des plantes dont les racines renflées forment des tubercules qui permettent de stocker les ressources. Au début de la période défavorable les bourgeons aériens meurent. Seulement certains bourgeons connectés à la racine survivent à la période défavorable. Chez les Ophrydae, les tubercules vivent une année, le bourgeon appartenant à chaque tubercule utilise toutes les ressources stockées lorsqu'il s'active ; le tubercule meurt ensuite alors que les autres bourgeons sont approvisionnés par leurs propres tubercules. Un tubercule est une tige ou une racine souterraine pérennante et renflée servant de réserve et ne portant que des embryons minuscules de feuilles (Jouy et de Foucault, 2016). La définition admise du terme tubercule est la suivante : organe de réserve pérennant dans le sol, formé à partir d'une tige ou d'une racine souterraine verticale renflée permettant le stockage de réserves nutritives et portant uniquement des embryons minuscules de feuilles, sans tunique ni écaille.

La définition admise du sous-type biologique dans ce rapport est la suivante : **les géophytes à tubercules regroupent les géophytes à tiges tubéreuses et à racines tubéreuses. Ce sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont enfouis dans des organes souterrains en dormance, formés à partir d'une tige ou d'une racine souterraine verticale renflée permettant le stockage de réserves nutritives. Ces tiges ou racines portent de petits bourgeons sous forme d'embryons minuscules de feuilles, dépourvus de tunique ou d'écaille.**

Corydalis solida (Fig. 12, 13), *Chaerophyllum bulbosum, Bunium bulbocastanum, Bistorta vivipara* sont des exemples de géophytes à tubercules.



Figure 12 : *Corydalis solida,* © Jean-Claude Arnoux.



Figure 13 : *Corydalis solida,* © Jean-Claude Arnoux.

3-2) Les hémicryptophytes

Le terme hémicryptophyte provient du grec « *hemi* » qui signifie demi, « *cryptos* » qui signifie caché et « *phuton* » qui signifie plante. Le tableau 14 compile les définitions du terme hémicryptophyte des différents auteurs.

Tableau 14 : Récapitulatif des définitions existantes du terme hémicryptophyte.

AUTEURS	DEFINITIONS
Smith (1913)	Plantes qui ont leurs bourgeons dormants dans la partie supérieure du sol, juste en dessous de la surface. Les parties aériennes sont herbacées et meurent durant la période défavorable, elles forment ainsi une protection additionnelle pour les bourgeons proches de la surface du sol. Les parties pérennantes peuvent être longues ou courtes, étendues latéralement ou formant un amas compact.
Raunkiaer (1934)	Plantes dont les bourgeons hivernaux sont situés sur la surface du sol. Seules les parties inférieures de la plante sont protégées par le sol et les feuilles

	mortes desséchées ; elles survivent à la période défavorable et portent les bourgeons qui permettront la croissance et la formation de nouvelles tiges, feuilles et fleurs lors de la période favorable suivante. Les tiges aériennes, les fleurs et les feuilles vivent pendant une seule période favorable de végétation. La majorité des plantes bisannuelles et des herbacées pérennes fonctionnent de cette façon. Les espèces bisannuelles qui survivent à l'hiver sont considérées comme des hémicryptophytes (*Jasione montana, Carlina vulgaris).*
Cain (1950)	Plantes qui ont leurs bourgeons à la surface du sol.
Braun-Blanquet (1951)	Plantes dont les bourgeons et organes de survie sont situés au ras du sol, où ils sont protégés notamment par la litière.
Da Lage et Métailié (2005)	Plantes dont les bourgeons, au niveau du sol, sont dissimulés par des feuilles ou des écailles à la période défavorable. Certains hémicryptophytes sont vivaces. Les hémicryptophytes monocarpiques sont souvent bisannuelles.
Géhu (2006)	Plantes (au sens de Raunkiaer) dont les bourgeons sont situés au ras du sol. Selon Géhu lui-même, les hémicryptophytes sont des plantes herbacées vivaces dont les bourgeons et les organes de survie d'hiver sont placés à la surface du sol.
Jouy et de Foucault (2016)	Plantes peu enracinées dans le sol, bisannuelles ou vivaces, présentant en hiver un ou des bourgeons dormants au ras du sol.
Pignatti (2017)	Plantes pérennes herbacées qui passent la période défavorable grâce aux bourgeons qui se situent au niveau du sol.
Douzet (2017) **Dictionnaire de botanique (2019)**	Plantes dont les bourgeons passent l'hiver au niveau du sol ou très proche de celui-ci.

La définition admise des hémicryptophytes dans ce rapport est la suivante : **les hémicryptophytes sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la période défavorable se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm. Les parties aériennes meurent durant la période défavorable, elles forment ainsi une protection additionnelle pour les bourgeons proches de la surface du sol. Ces bourgeons peuvent aussi être protégés par des écailles. Ils permettront la croissance et la formation de nouvelles tiges, feuilles et fleurs lors de la période favorable suivante.**

Les hémicryptophytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous.

- Les hémicryptophytes cespiteux

Le terme cespiteux se dit d'une plante qui croît en formant des touffes (Douzet, 2007) ; se dit d'une plante présentant à la base des touffes compactes (Jouy et de Foucault, 2016) ; se dit d'une plante formant une touffe compacte à sa base, par resserrement des bourgeons (Da Lage et Métailié, 2005). La définition admise du terme cespiteux est la suivante : se dit de plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hémicryptophytes cespiteux sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm, et qui forment à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons.**

Festuca halleri (Fig. 14), *Heteropogon contortus, Avellena flexuosa, Deschampsia cespitosa* (Fig. 15), *Nardus sp, Carex sp, Dactylis sp,* sont des exemples d'hémicryptophytes cespiteux.



Figure 14 : *Festuca halleri,* © Jacques Vincent-Carrefour.



Figure 15 : *Deschampsia cespitosa*, © Katia Diadema.

- Les hémicryptophytes rampants

Le terme rampant se dit d'une plante dont certains organes poussent parallèlement au sol en émettant ou non des racines adventives (Douzet, 2007) ; se dit d'une plante qui pousse, couchée sur le sol (Jouy et de Foucault, 2016). La définition admise du terme rampant est la suivante : se dit de plantes qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hémicryptophytes rampants sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm, et qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.**

Cynodon dactylon (Fig. 16), *Agrostis stolonifera*, *Melinis repens* sont des exemples d'hémicryptophytes rampants.



Figure 16 : *Cynodon dactylon*, © Bernadette Huynh-Tan.

- Les hémicryptophytes scapoïdes

Le terme scape se dit d'une hampe florale (Da Lage et Métailié, 2005) ou d'un pédoncule aphylle, parfois à écailles, sortant du sol ou d'une rosette et portant des fleurs (Jouy et de Foucault, 2016). Les définitions du terme scape sont hétérogènes. Le terme scapoïde a donc été utilisé de préférence et redéfini comme ci-après : se dit de plantes qui possèdent une tige unique, dressée, non lignifiée, feuillée ou non, sortant du sol et non d'une rosette de feuilles et portant une hampe florale.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hémicryptophytes scapoïdes sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm, et dont la tige unique est dressée, non lignifiée, feuillée ou non, sortant du sol et non d'une rosette de feuilles, et portant une hampe florale.**

Trifolium ochroleucon (Fig. 17), *Scrophularia nodosa* (Fig. 18) sont des exemples d'hémicryptophytes scapoïdes.



Figure 17 : *Trifolium ochroleucon,* © Julien Ugo.



Figure 18 : *Scrophularia nodosa*, ©Pierre et Délia Vignes.

- Les hémicryptophytes à rosette

Le terme de rosette se dit d'un ensemble formé par les feuilles basales d'une plante herbacée, insérées au niveau du collet et étalées tout autour de la tige (Da Lage et Métailié, 2005) ; se dit d'un *g*roupement de feuilles autour d'une tige courte au ras du sol (Jouy et de Foucault, 2016) ; se dit de plantes qui portent tout leur feuillage à la base au ras du sol (Cain, 1950). Selon Raunkiaer (1934), la portion allongée de la tige aérienne porte quasi-exclusivement les fleurs, alors que les feuilles sont attachées à la portion de la tige au ras du sol. Pendant toute la période végétative, les bourgeons restent à la surface du sol ; la tige aérienne se forme uniquement lorsque la plante fleurit. Pour la plupart, le développement de la tige est bisannuelle : la première année, la rosette de feuilles se forme ; la deuxième année la hampe florale se développe et meurt. La définition admise du terme à rosette est la suivante : se dit de plantes dont la plupart des feuilles sont regroupées à la base de la tige, au ras du sol.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hémicryptophytes à rosette sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm, et dont la plupart des feuilles sont regroupées à la base de la tige, au ras du sol**.

Bellis perennis (Fig. 19), *Desmodium triflorum, Erigeron canadensis, Pilosella officinarum, Plantago lanceolata, Taraxacum sp, Primula sp* sont des exemples d'hémicryptophytes à rosette.



Figure 19 : *Bellis perennis*, © Bernadette Huynh-Tan.

- Les hémicryptophytes lianescents

Le terme grimpant se dit de plantes dont la tige, trop faible, doit s'appuyer sur un support par des vrilles, des griffes, des crampons (Jouy et de Foucault, 2016). La définition admise du terme grimpant est la suivante : se dit de plantes dont la tige s'appuie sur un support grâce à des vrilles, des griffes, des crampons.

Le terme lianescent n'est pas défini par Ellenberg et Mueller-Dombois (1974). Une plante lianescente est une plante vivace ou annuelle, à longue tige flexible, herbacée ou ligneuse, qui ne peut s'élever qu'en s'enroulant autour d'un support ou s'y accrochant (Da Lage et Métailié, 2005). La définition du terme lianescent est la suivante : se dit de plantes dont la tige flexible, herbacée ou ligneuse est longue et s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.

Le terme grimpant est généralement utilisé pour les hémicryptophytes et le terme lianescent pour les phanérophytes mais les définitions sont similaires. Le suffixe –escent signifie 'qui se transforme en'. Il fait ici référence à une tige qui peut avoir une forme de liane. La différence principale entre une tige grimpante et une liane semble être la longueur. Pour une meilleure homogénéité de la typologie, le terme lianescent a été conservé pour tous les sous-types biologiques initialement grimpants ou lianescents. La définition admise du terme lianescent, ici utilisé, est la suivante : se dit de plantes dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hémicryptophytes lianescents sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm, et dont la tige flexible herbacée s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.**

Bryonia cretica (Fig. 20) et *Convolvulus arvensis* (Fig. 21) sont des exemples d'hémicryptophytes lianescents.



Figure 20 : *Bryonia cretica*, © Thierry Christophe Schlienger. Source : Tela Botanica.



Figure 21 : *Convolvulus arvensis*, © Pierre et Délia Vignes.

3-3) Les chaméphytes

Le terme chaméphyte provient du grec « *chamai* » qui signifie à terre et « *phuton* » qui signifie plante. Le tableau 15 compile les définitions du terme chaméphyte des différents auteurs.

Tableau 15 : Récapitulatif des définitions existantes du terme chaméphyte.

AUTEURS	DEFINITIONS
Smith (1913)	Plantes dont les bourgeons pérennes se situent à la surface du sol ou juste au-dessus, sans excéder 25 cm de hauteur.
Raunkiaer (1934)	Plantes dont les bourgeons hivernaux sont voisins de la surface du sol. Les bourgeons peuvent s'élever plus haut, cependant, dans ce cas, ils meurent pendant la période défavorable ; il ne reste alors que les bourgeons persistants plus bas. Les bourgeons floraux ne se développent que pendant la période favorable et occupent une position plus visible permettant d'assurer la pollinisation. Les plantes en coussins sont considérées comme des chaméphytes.
Cain (1950)	Plantes qui ont leurs bourgeons pérennants au-dessus de la surface du sol, à moins de 25 cm de hauteur, de telle façon que, durant la période défavorable, ils soient souvent protégés par les feuilles mortes, la neige ou le port dressé de la plante.
Braun-Blanquet (1951)	Plantes dont les bourgeons restent au-dessus du sol, mais à moins de 25-50 cm de hauteur.
Da Lage et Métailié (2005)	Plantes herbacées ou ligneuses dont les bourgeons sont à moins de 50 cm au-dessus du sol. Les chaméphytes ligneux ou sous-arbrisseaux sont appelés parfois nanophanérophytes à cause de leur aspect d'arbrisseaux nains.
Géhu (2006)	Plantes qui possèdent des bourgeons au-dessus du sol jusqu'à 25-50 cm de hauteur. Elles bénéficient du microclimat qui règne juste au-dessus du sol, et éventuellement de la couche protectrice de la neige.
Douzet (2007)	Plantes dont les tiges aériennes persistent et dont les bourgeons sont situés à moins de 50 cm du sol.
Jouy et de Foucault (2016)	Plantes vivaces, souvent à port rampant, dont les bourgeons d'hiver sont au-dessus de la surface du sol, à moins de 25 cm.
Pignatti (2017)	Plantes pérennes faiblement lignifiées dont les tiges ne dépassent pas 30 cm de longueur.
Dictionnaire de botanique (2019)	Plantes dont les bourgeons se situent à moins de 50 cm du sol.

La définition admise des chaméphytes dans ce rapport est la suivante : **les chaméphytes sont des plantes pérennes, plus ou moins lignifiées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la période défavorable sont voisins de la surface du sol ; de 5 cm jusqu'à 50 cm au-dessus de celui-ci. Les bourgeons peuvent s'élever plus haut ; cependant, ils meurent pendant la période défavorable. Il ne reste alors que les bourgeons végétatifs persistants entre 5 et 50 cm de hauteur. Les bourgeons floraux ne se développent que pendant la période favorable et occupent une position souvent plus élevée leur permettant d'assurer la pollinisation.** Les chaméphytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous.

- Les chaméphytes rampants

La définition admise du terme rampant est la suivante : se dit de plantes qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante **: les chaméphytes rampants sont des plantes pérennes, faiblement lignifiées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont**

voisins de la surface du sol, entre 5 et 50 cm, et qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.

Fumana procumbens (Fig. 22) , *Lycopodium clavatum* (Fig. 23), *Arctostaphylos uva-ursi* (Fig. 24) sont des exemples de chaméphytes rampants.



Figure 22 : *Fumana procumbens,* © Henri Michaud.



Figure 23 : *Lycopodium clavatum,* © Henri Michaud.



Figure 24 : *Arctostaphylos uva-ursi,* © Henri Michaud.

- Les chaméphytes en coussinet

Le terme en coussinet, synonyme de pulviné, se dit d'une plante en forme de coussin (Da Lage et Métailié, 2005 ; Jouy et de Foucault, 2016) ; se dit d'une plante en forme de touffe végétale hémisphérique de petite taille (Da Lage et Métailié, 2005). La définition admise du terme en coussinet est la suivante : se dit de plantes sous forme de coussin hémisphérique de petite taille.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les chaméphytes en coussinet sont des plantes pérennes, faiblement lignifiées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont voisins de la surface du sol, entre 5 et 50 cm, et forment un coussin hémisphérique de petite taille.**

Saxifraga caesia (Fig. 25), *Acantholimon sp, Silene acaulis, Androsace helvetica* sont des exemples de chaméphytes en coussinet.



Figure 25 : *Saxifraga caesia,* © Lara Dixon.

- Les chaméphytes scapoïdes

Les définitions du terme scape sont hétérogènes Le terme scapoïde a donc été utilisé de préférence et redéfini comme ci-après : se dit de plantes qui possèdent une tige unique, dressée, non lignifiée, feuillée ou non, sortant du sol et non d'une rosette de feuilles et portant une hampe florale.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les chaméphytes scapoïdes sont des plantes pérennes, faiblement lignifiées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont voisins de la surface du sol, entre 5 et 50 cm, et dont la tige unique est dressée, feuillée ou non, sortant du sol et non d'une rosette de feuilles et portant une hampe florale.**

Stellaria holostea (Fig. 26) est un exemple de chaméphyte scapoïde.



Figure 26 : *Stellaria holostea*, © Pierre et Délia Vignes.

- Les chaméphytes suffrutescents

Le terme suffrutescent se dit d'une plante qui a le port d'un sous-arbrisseau (Douzet, 2007 ; Da Lage et Métailié, 2005) ; se dit d'une plante herbacée possédant une tige persistante lignifiée à sa base (Jouy et de Foucault, 2016). La définition admise du terme suffrutescent est la suivante : se dit de plantes herbacées dont la tige principale persistante est lignifiée à la base, et qui présentent un port similaire à un sous-arbrisseau.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante **: les chaméphytes suffrutescents sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont voisins de la surface du sol, entre 5 et 50 cm, dont la tige principale persistante est lignifiée à la base ; plantes dont le port est similaire à un sous-arbrisseau.**

Helichrysum stoechas (Fig.27) est un exemple de chaméphyte suffrutescent.



Figure 27 : *Helichrysum stoechas*, © Pierre et Délia Vignes.

- Les chaméphytes frutescents

Le terme frutescent se dit d'une plante qui a le port ou l'aspect d'un arbuste ou d'un arbrisseau (Jouy et de Foucault, 2016 ; Douzet, 2007) ; se dit d'une plante ligneuse ramifiée naturellement dès la base (Da Lage et Métailié, 2005). La définition admise du terme frutescent est la suivante : se dit de plantes ligneuses ramifiées dès la base, qui ont le port d'un arbuste ou d'un arbrisseau.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante **: les chaméphytes frutescents sont des plantes pérennes, lignifiées, ramifiées dès la base, dont les bourgeons végétatifs persistants sont voisins de la surface du sol, entre 5 et 50 cm ; plantes dont le port est similaire à**

celui d'un arbuste ou d'un arbrisseau.

Thymus vulgaris (Fig. 28), *Daphne striata, Mahonia aquifolia, Ephedra sp, Vaccinium myrtillus* sont des exemples de chaméphytes frutescents (*Fumana, Satureja, Lavandula, Helianthemum).*



Figure 28 : *Thymus vulgaris*, © Pierre et Délia Vignes.

3-4) Les nanophanérophytes

Le terme nanophanérophyte provient du grec « *nano* » qui signifie nain, de « *phaneros* » qui signifie visible et « *phuton* » qui signifie plante.

Les phanérophytes sont divisés en sous-groupes suivant la taille des végétaux et donc suivant la hauteur où se développent les bourgeons. Raunkiaer, Ellenberg et Mueller-Dombois définissent quatre sous-groupes sans s'accorder sur les hauteurs limites (Tableau 16) : nanophanérophytes, microphanérophytes, mésophanérophytes et mégaphanérophytes. Pignatti (2017) définit les nanophanérophytes comme des plantes pérennes ligneuses arbustives dont la hauteur est inférieure à 1 mètre. Braun-Blanquet (1951) définit les nanophanérophytes comme des arbustes dont les bourgeons se situent entre 0,25 et 2 m au-dessus du sol ; certains d'entre eux peuvent, au cours de leur développement, se transformer en macrophanérophytes.

Tableau 16 : Comparaison des sous-groupes de phanérophytes en fonction de la hauteur selon Raunkiaer (1905), Pignatti (1982) et selon Ellenberg & Mueller-Dombois (1967).

<table>
<tr><th>CBNMED</th><th>Raunkiaer (1934)</th><th>Ellenberg & Mueller-Dombois (1967)</th><th>Pignatti (1982, 2017)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Nanophanérophytes
50 cm – 8 m</td><td>Nanophanérophytes
<2 m</td><td>Nanophanérophytes
<2 m</td><td>Nanophanérophytes
<2 m (1982) <1 m (2017)</td></tr>
<tr><td>Microphanérophytes
2-8 m</td><td>Microphanérophytes
2-5 m</td><td rowspan="3">Phanérophytes
>2m (1982) >1m (2017)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Phanérophytes
>8 m</td><td>Mésophanérophytes
8-30 m</td><td>Mésophanérophytes
5-50 m</td></tr>
<tr><td>Mégaphanérophytes
> 30m</td><td>Mégaphanérophytes
>50 m</td></tr>
</table>

En région méditerranéenne, autant de subdivisions en fonction des hauteurs des bourgeons ne sont pas forcément justifiées. D'un point de vue pratique sur le terrain, la distinction entre les strates arbustives et les strates arborées est couramment utilisée. Elle est fixée à 8 mètres de hauteur. C'est donc cette limite que l'on prend en compte pour séparer les nanophanérophytes, des phanérophytes.

La définition admise des nanophanérophytes dans ce rapport est la suivante : **les nanophanérophytes sont des plantes pérennes, généralement ligneuses, de type arbustif, dont les bourgeons végétatifs, qui survivent lors de la période défavorable, sont situés à l'extrémité de tiges, qui se situent entre 50 cm à 8 mètres de hauteur. Ces bourgeons, qui se développent dans les airs, loin du sol, sont capables de vivre plusieurs années.**

Les nanophanérophytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous. Certains sous-types ont été créés. Ces nouvelles définitions théoriques nécessitent d'être testées et validées par des observations de terrain.

- Les nanophanérophytes à tronc

En général, c'est le terme nanophanérophyte à scape qui est utilisé. Le terme à scape se dit d'une plante qui possède une hampe florale (Da Lage et Métailié, 2005) ; se dit d'une plante portant un pédoncule aphylle, parfois à écailles, sortant du sol ou d'une rosette et portant des fleurs (Jouy et de Foucault, 2016). Les définitions du terme à scape sont hétérogènes et ne correspondent pas à des plantes élevées et plus ou moins lignifiées : dans ce cas, on utilise les termes de tronc et de stipe.

Le tronc est une tige principale ligneuse et unique (Jouy et de Foucault, 2016). Le tronc est l'axe principal d'un arbre ou d'un arbuste au-dessus du système racinaire et portant l'ensemble des rameaux feuillés. Sur le plan anatomique, le tronc présente des formations ligneuses secondaires (bois), ce qui exclut de cette acceptation les tiges des monocotylédones arborescentes (Da Lage et Métailié, 2005).

Le stipe est un organe végétatif analogue à une tige mais sans développement de tissus conducteurs secondaires et donc sans croissance en épaisseur, caractérisant certaines monocotylédones comme les palmiers. Le stipe est une tige de palmier ou de fougère arborescente. Les tiges de ces plantes dépourvues de cambium, sont en fait des empilements de bases foliaires et ne peuvent être considérées comme des troncs (Da Lage et Métailié, 2005).

On regroupe ici dans le sous-type à tronc, les plantes à tronc au sens strict et les plantes à stipe. La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les nanophanérophytes à tronc sont des plantes pérennes, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité de tiges, entre 50 cm et 8 mètres de hauteur, dont la tige principale ligneuse et unique peut être pourvue ou non de formations ligneuses secondaires.**

Osyris alba (Fig. 29) est un exemple de nanophanérophyte à tronc.

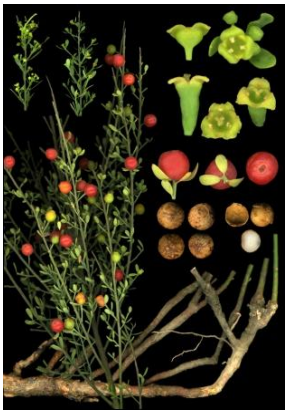


Figure 29 : *Osyris alba*, © Pierre et Délia Vignes.

- Les nanophanérophytes cespiteux

La définition admise du terme cespiteux est la suivante : se dit de plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les nanophanérophytes cespiteux sont des plantes pérennes, généralement ligneuses, formant à la base une touffe compacte de tiges, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité des tiges, entre 50 cm et 8 mètres de hauteur, et qui ont le port d'un arbuste ou d'un arbrisseau.**

Corylus avellana (Fig. 30) est un exemple de nanophanérophyte frutescent.



Figure 30 : *Corylus avellana*, © Michaël Martinez. Source : Tela Botanica.

- Les nanophanérophytes rampants

La définition admise du terme rampant est la suivante : se dit de plantes qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les nanophanérophytes rampants sont des plantes pérennes, généralement ligneuses, qui poussent au moins en partie couchées sur le sol, et dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité de tiges, entre 50 cm et 8 mètres de hauteur.**

Juniperus nana (Fig. 31) sont deux exemples de nanophanérophytes rampants.



Figure 31 : *Juniperus nana*, © Olivier Argagnon.

- Les nanophanérophytes lianescents

La définition admise du terme lianescent, ici utilisé, est la suivante : se dit de plantes dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les nanophanérophytes lianescents sont des plantes pérennes, généralement ligneuses, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité de tiges, entre 50 cm et 8 mètres de hauteur, et dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.**

Clematis vitalba (Fig. 32) et *Humulus lupulus* (Fig. 33) sont des exemples de nanophanérophytes lianescents.



Figure 32 : *Clematis vitalba,* © Olivier Argagnon.



Figure 33 : *Humulus lupulus,* © Bernadette Huynh-Tan.

3-5) Les phanérophytes

Le terme phanérophyte provient du grec « *phaneros* » qui signifie visible et « *phuton* » qui signifie plante. Le tableau 17 récapitule les définitions existantes du terme phanérophytes des différents auteurs.

Tableau 17 : Récapitulatif des définitions existantes du terme phanérophytes

AUTEURS	DEFINITIONS
Smith (1913)	Arbres et arbustes portant leurs bourgeons dormants sur des branches qui poussent librement dans les airs.
Raunkiaer (1934)	Plantes dont les bourgeons végétatifs destinés à survivre lors de la période défavorable sont situés à l'extrémité de tiges et sont capables de vivre plusieurs années. Ils se développent dans les airs, assez loin du sol.
Cain (1950)	Plantes dont les tiges qui portent les bourgeons se développent dans les airs. Ce sont, sauf en de rares exceptions, des arbres et des arbustes.
Braun-Blanquet (1951)	Il divise les phanérophytes en deux groupes : les nanophanérophytes définis ci-dessus et les macrophanérophytes qui sont des arbres dont les bourgeons ses situent à plus de 2 m au-dessus de la surface du sol.
Da Lage et Métailié (2005)	Plantes dont les bourgeons sont situés nettement au-dessus du sol (arbres, arbustes, arbrisseaux, lianes ligneuses…).
Géhu (2006)	Plantes ligneuses (arbres, arbustes, arbrisseaux, lianes) dont les bourgeons de renouvellement se situent à plus de 25-50 cm au-dessus de la surface du sol.
Douzet (2007)	Plantes, en général ligneuses, à appareil végétatif persistant au-dessus du sol lors de la période défavorable et dont les bourgeons sont situés à plus de 50 cm du sol.
Jouy et de Foucault (2016)	Plantes ligneuses dont les bourgeons persistants sont à plus de 50 cm au-dessus du sol.
Pignatti (2017)	Plantes dont les bourgeons persistants se situent au minimum à 2

	mètres du sol.
Dictionnaire de botanique (2019)	Plantes ligneuses, qui possèdent des bourgeons situés à plus de 50 cm du sol.

La définition admise des phanérophytes dans ce rapport est la suivante : **les phanérophytes sont des plantes pérennes ligneuses, de type arboré, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable, sont situés à l'extrémité de tiges, au-delà de 8 mètres de hauteur. Ces bourgeons qui se développent dans les airs assez loin du sol sont capables de vivre plusieurs années.**

Les phanérophytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous.

- Les phanérophytes à tronc

En général, c'est le terme phanérophyte à scape qui est utilisé. Or, les définitions du terme scape ne correspondent pas à des plantes élevées et plus ou moins lignifiées : dans ce cas, on a choisi d'utiliser les termes de tronc et de stipe comme pour les nanophanérophytes. On regroupe ici dans le sous-type à tronc, les plantes à tronc au sens strict et les plantes à stipe.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante **: les phanérophytes à tronc sont des plantes pérennes, ligneuses, de type arboré, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité de tiges, au-delà de 8 mètres de hauteur, dont la tige principale ligneuse et unique peut être pourvue ou non de formations ligneuses secondaires.**

Pinus pinaster (Fig. 34) est un exemple de phanérophyte à tronc.



Figure 34 : *Pinus pinaster*, © Robert Andréa.

- Les phanérophytes lianescents

La définition admise du terme lianescent, ici utilisé, est la suivante : se dit de plantes dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les phanérophytes lianescents sont des plantes pérennes, ligneuses, de type arboré, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité de tiges, au-delà de 8 mètres de hauteur, et dont la tige s'appuie sur un support pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.**

Hedera helix (Fig. 35) est un exemple de phanérophyte lianescent.



Figure 35 : *Hedera helix*, © Pierre et Délia Vignes.

3-6) Les thérophytes

Le terme thérophyte provient du grec « *theros* » qui signifie été et « *phuton* » qui signifie plante. Le tableau 18 récapitule les définitions existantes du terme thérophytes des différents auteurs.

Tableau 18 : Récapitulatif des définitions existantes du terme thérophytes.

AUTEURS	DEFINITIONS
Smith (1913)	Plantes vivant durant la période favorable et qui survivent à la période défavorable sous forme de graines ; de fait, ce sont des plantes annuelles.
Raunkiaer (1934)	Plantes qui bouclent leur cycle de vie durant la période favorable et passent la période défavorable en dormance sous forme de graines. La plupart d'entre eux sont capables de réaliser leur cycle de vie en quelques semaines.
Cain (1950)	Plantes annuelles dont les bourgeons pérennes correspondent à l'embryon contenu dans les graines, étant donné qu'aucune autre partie embryonnaire ne survit à la période défavorable.
Braun-Blanquet (1951)	Plantes annuelles, développant leur cycle de vie, de la germination à la fructification, sur une seule période de végétation et passant la période défavorable sous forme de graines ou de spores.
Da Lage et Métailié (2005)	Plantes annuelles, monocarpiques, dont seules les semences subsistent à la période défavorable.
Géhu (2006)	Plantes subsistant à l'état de graine durant la période défavorable. La vie des thérophytes est brève, quelques semaines à quelques mois s'écoulant entre le moment où germe la graine et celui où la plante meurt, après avoir dispersé ses graines. En région tempérée, il existe deux groupes de thérophytes, selon la période de développement : les printaniers et les estivaux.
Douzet (2007)	Plantes réalisant leur cycle en quelques mois et passant la période défavorable sous forme de graine.
Pignatti (2017)	Plantes annuelles, toujours herbacées.
Dictionnaire de botanique (2019)	Plantes réalisant leur cycle de vie en quelques mois et passant la période défavorable sous forme de graine.

La définition admise des thérophytes dans ce rapport est la suivante : **les thérophytes sont des plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie durant la période favorable et passent la période défavorable en dormance uniquement sous forme de graines. La plupart des thérophytes sont capables de réaliser leur cycle de vie en quelques semaines. Celui-ci dure au maximum une année entre la germination de la graine, la floraison et la nouvelle fructification. Ce sont des plantes dites annuelles.**

Les thérophytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous.

- Les thérophytes cespiteux

La définition admise du terme cespiteux est la suivante : se dit de plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les thérophytes cespiteux sont des plantes annuelles qui forment à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons.**

Setaria viridis (Fig. 36), *Aira caryophyllea*, *Chloris inflata* sont des exemples de thérophytes cespiteux.



Figure 36 : *Setaria viridis*, © Dominique Remaud.

- Les thérophytes rampants

La définition admise du terme rampant est la suivante : se dit de plantes qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les thérophytes rampants sont des plantes annuelles qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.**

Stellaria mediai (Fig. 37), *Veronica hederifolia*, *Alopecurus geniculatus*, *Euphorbia peplis* sont des exemples de thérophytes rampants.



Figure 37 : *Stellaria media*, © Bernadette Huynh-Tan.

- Les thérophytes scapoïdes

Les définitions du terme scape sont hétérogènes. Le terme scapoïde a donc été utilisé de préférence et redéfini comme ci-après : se dit de plantes qui possèdent une tige unique, dressée, non lignifiée, feuillée ou non, sortant du sol et non d'une rosette de feuilles et portant une hampe florale.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les thérophytes scapoïdes sont des plantes annuelles dont la tige unique est dressée, non lignifiée, feuillée ou non, sortant du sol et non d'une rosette de feuille et portant une hampe florale.**

Myosotis arvensis (Fig. 38), *Veronica triphyllos, Chenopodium polyspermum, Chenopodium album, Eragrostis tenella, Ranunculus arvensis, Erophila verna, Arnoseris minima, Stenophragma thalianum, Sonchus oleraceus, Capsella bursa-pastoris* sont des exemples de thérophytes scapoïdes.



Figure 38 : *Myosotis arvensis*, © Henri Michaud.

- Les thérophytes à rosette

La définition admise du terme à rosette est la suivante : se dit de plantes dont la plupart des feuilles sont regroupées à la base de la tige, au ras du sol.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante **: les thérophytes à rosette sont des plantes annuelles dont la plupart des feuilles sont regroupées à la base de la tige, au ras du sol.**

Arnoseris minima (Fig. 39), *Draba verna* sont des exemples de thérophytes à rosette.



Figure 39 : *Arnoseris minima*, © Frédéric Andrieu.

3-6) Les hydrophytes

Le terme hydrophyte provient du grec « *hydro* » qui signifie eau et « *phuton* » qui signifie plante. Le tableau 19 récapitule les définitions existantes du terme hydrophytes des différents auteurs.

Tableau 19 : Récapitulatif des définitions existantes du terme hydrophytes.

AUTEURS	DEFINITIONS
Raunkiaer (1934)	Plantes qui survivent à la période défavorable grâce aux bourgeons situés au fond de l'eau. Les bourgeons végétatifs sont immergés, seules les fleurs ou les inflorescences s'épanouissent à l'air libre. Les feuilles sont soit complètement immergées, soit flottent à la surface. Les feuilles totalement immergées sont très étroites ou divisées en segments linéaires. Les feuilles flottantes sont entières ou orbiculaires, ovales à ovales-oblongues ; la base étant généralement cordée.
Cain (1950)	Plantes flottantes, libres, telles que les lentilles d'eau, les utriculaires et les formes enracinées mais non émergeantes lors de la période défavorable (*Potamogeton spp.*).
Braun-Blanquet (1951)	Plantes aquatiques, non planctoniques, dont les organes de survie passent la mauvaise période sous l'eau.
Da Lage et Métailié (2005)	Plantes aquatiques dont les organes munis de bourgeons qui subsistent à la période défavorable restent immergés.
Géhu (2006)	Plantes aquatiques au sens de Raunkiaer. Selon Géhu lui-même, les hydrophytes sont des plantes dont les bourgeons se développent dans l'eau.
Douzet (2007)	Plantes aquatiques qui peuvent êtres libres et flottantes, mais ne s'élevant pas au-dessus de l'eau, et qui passent l'hiver grâce à des structures subaquatiques. Dans le système de Raunkiaer, il s'agit de plantes passant la période défavorable à l'état de bourgeons dormants sous l'eau ou dans la boue**.**
Pignatti (2017)	Plantes vivant dans l'eau, submergées ou flottantes.
Dictionnaire de botanique (2019)	Plantes aquatiques qui peuvent être libres et flottantes, mais ne s'élèvent pas au-dessus de l'eau, et passent l'hiver grâce à des structures subaquatiques.

La définition admise des hydrophytes dans ce rapport est la suivante **: les hydrophytes sont des plantes vivant dans l'eau, submergées ou flottantes, libres ou enracinées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont constamment submergés dans l'eau ou la vase. L'appareil végétatif n'a pas de tissu de soutien suffisamment efficace pour permettre le développement de la plante hors de l'eau. Les feuilles sont soit complètement immergées, soit flottantes à la surface. Seuls les bourgeons floraux peuvent se développer dans l'air, proche de la surface de l'eau.**

Les hydrophytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous.

- Les hydrophytes nageants

Trois termes pourraient caractériser ce sous-type d'hydrophyte qui est défini par opposition aux hydrophytes enracinés.

Le terme nageant se dit d'une plante aquatique dont les tiges et les feuilles sont immergées (Da Lage et Métailié, 2005).

Le terme errant utilisé par Ellenberg et Mueller-Dombois (1967), équivaut, en langage courant, à être sans attache, qui va à l'aventure, qui n'a pas de demeure fixe (Larousse). En botanique, il n'y a pas de définition précise de ce terme ; on suppose qu'il fait référence à une plante non fixée au

sol ou à un substrat.

Le terme flottant se dit d'une plante dont les tiges et les feuilles flottent en surface mais qui est fixée au fond de l'eau (Jouy et de Foucault, 2017) ; se dit d'une plante aquatique libre ou fixée dont la plupart des feuilles s'étalent à la surface de l'eau (Da Lage et Métailié, 2005).

Or ce sous-type biologique, par opposition au premier sous-type des hydrophytes enracinés, fait référence à des plantes strictement non enracinées. Le terme flottant étant ambigu vis-à-vis de l'ancrage ou non au substrat, il n'est donc pas utilisé ici. Le terme nageant a été validé comme sous-type biologique plutôt que les termes errant et flottant. La définition admise du terme nageant est la suivante : se dit de plantes libres, non fixées à un substrat, bien que pouvant posséder un système racinaire réduit, et dont les tiges et les feuilles sont immergées.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hydrophytes nageants sont des plantes vivant dans l'eau, libres, non fixées à un substrat, dont les tiges et les feuilles sont immergées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont constamment submergés dans l'eau ou la vase ; plante qui ne peut se développer hors de l'eau à l'exception des bourgeons floraux.**

Lemna gibba (Fig. 40), *Utricularia spp, Salvinia spp* sont des exemples d'hydrophytes nageants.



Figure 40 : *Lemna gibba,* © Pierre et Délia Vignes.

- Les hydrophytes enracinés

Le terme enraciné se dit d'une plante possédant un système racinaire souterrain développé et organisé, lui permettant d'être fixée sur un substrat et d'être approvisionnée en eau et en nutriments (Da Lage et Métailié, 2005). Par extension, ce terme fait référence à une fixation définitive (Jouy et de Foucault, 2016). La définition admise du terme enraciné est la suivante : se dit de plantes possédant un système racinaire souterrain développé et organisé, lui permettant d'être fixée sur un substrat.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hydrophytes enracinés sont des plantes vivant dans l'eau, submergées ou flottantes, enracinées sur un substrat par un système racinaire souterrain développé et organisé, dont les bourgeons végétatifs persistants sont constamment submergés dans l'eau ou la vase ; plante qui ne peut se développer hors de l'eau à l'exception des bourgeons floraux.**

Potamogeton nodosus (Fig. 41), *Nymphaea alba* (Fig. 42) sont des exemples d'hydrophytes enracinés.



Figure 41 : *Potamogeton nodosus*, © Pierre et Délia Vignes.



Figure 42 : *Nymphaea alba*, © Pierre et Délia Vignes.

3-7) Les hélophytes

Le terme hélophyte provient du grec « *helodes* » qui signifie marais et « *phuton* » qui signifie plante. Le tableau 20 récapitule les définitions existantes du terme hélophytes des différents auteurs.

Tableau 20 : Récapitulatif des définitions existantes du terme hélophytes.

AUTEURS	DEFINITIONS
Smith (1913)	Plantes des marais, comprenant seulement les cryptophytes qui ont leurs bourgeons au fond de l'eau ou dans le sol sous-jacent**.**
Raunkiaer (1934)	Plantes qui se développent dans l'eau ou dans des sols saturés en eau et dont les feuilles et fleurs émergent de l'eau. Les bourgeons hivernaux sont situés dans l'eau ou au fond dans les sols saturés en eau (Ex : *Typha, Sparganium, Cyperus, Acorus, Phragmites, Alisma).*
Cain (1950)	Plantes des marais dont les bourgeons persistants sont ancrés dans le sol, sous l'eau. La plupart sont des plantes émergentes.
Da Lage et Métailié (2005)	Plantes dont les seuls organes munis de bourgeons qui subsistent à la période défavorable sont enfouis dans la vase.
Géhu (2006)	Plantes (au sens de Raunkiaer) vivant aux bords des eaux, dont la base et les bourgeons d'hiver sont submergés ou enfoncés dans la vase (diverses plantes de roselières). Selon Géhu lui-même, les hélophytes sont des plantes de biotopes marécageux et des bords des eaux dont les organes de survie subsistent à l'hiver dans la vase, sous le niveau de l'eau.
Douzet (2007)	Plantes aquatiques dont les feuilles dépassent de l'eau, mais dont les bourgeons dormants sont immergés.
Jouy et de Foucault (2016)	Plantes qui se développent dans la boue de façon saisonnière ou permanente ; dont la tige y compris le bourgeon apical sont enfouis dans un sol vaseux, mais dont les feuilles sont émergées.
Pignatti (2017)	Plantes vivant dans des milieux soumis à des submersions périodiques.
Dictionnaire de botanique (2019)	Plantes aquatiques dont les feuilles dépassent de l'eau, mais dont les bourgeons dormants restent immergés.

La définition admise des hélophytes dans ce rapport est la suivante **: les hélophytes sont des plantes enracinées dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont submergés constamment dans l'eau ou la vase. L'appareil végétatif a un tissu de soutien suffisamment efficace pour permettre le développement d'autres bourgeons végétatifs hors de l'eau. Ces bourgeons végétatifs, qui ne survivent pas à la mauvais période, poussent vers le haut, aussi bien sous l'eau que dans l'air : quelques feuilles peuvent être immergées, mais la plupart émergent. Les bourgeons floraux se développent à l'air libre, éloignés de la surface de l'eau.**

Les hélophytes sont subdivisés en plusieurs sous-types définis ci-dessous. Ces sous-types ont été nouvellement créés. Ces nouvelles définitions théoriques nécessitent d'être testées et validées par des observations de terrain.

- Les hélophytes à bulbes

La définition admise du terme bulbe est la suivante : organe de réserve charnu, pérennant dans le sol, formé à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, portant des feuilles imbriquées, entièrement ou partiellement charnues. La définition admise du terme corme est la suivante : organe de réserve charnu pérennant dans le sol, formé à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, dont la base renflée stocke les réserves nutritives ; la tige est entourée non pas de feuilles charnues mais d'une enveloppe écailleuse, aussi appelée tunique. Pour minimiser le nombre de sous-type d'hélophytes, on considère que les hélophytes à bulbes comprennent les plantes à bulbes à proprement parler, ainsi que les plantes à cormes, comme pour les géophytes.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante **: les hélophytes à bulbes sont des plantes enracinées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont enfouis dans des organes charnus de stockage, en dormance, submergés constamment dans l'eau ou la vase, formés à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, portant des feuilles imbriquées, entièrement ou partiellement charnues (bulbe) ou dont la base de la tige renflée stocke les réserves nutritives et est entourée non pas de feuilles charnues mais d'une enveloppe écailleuse (corme). Les bourgeons foliaires et floraux non persistants se développent hors de l'eau grâce à la présence d'un tissu de soutien efficace.**

L'existence biologique de ce sous-type reste à confirmer : un bulbe immergé de façon continue peut-il rester intègre ? L'*Alisma plantago-aquatica* (Fig. 43) est décrit comme un hélophyte à souche bulbeuse et non pas strictement comme un hélophyte à bulbes. Cet exemple pourrait plutôt être rattaché aux hélophytes à tubercules (voir plus bas).



Figure 43 : *Alisma plantago-aquatica*, © Pierre et Délia Vignes.

- Les hélophytes à rhizomes

La définition admise du terme rhizome est la suivante : tige souterraine allongée sur le plan horizontal, plus ou moins tubéreuse, qui porte des cicatrices foliaires ou des feuilles réduites à des bourgeons. La tige émet saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées verticales.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hélophytes à rhizomes sont des plantes enracinées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont enfouis dans des organes souterrains, en dormance, constamment submergés dans l'eau ou la vase, qui se forment à partir d'une tige souterraine allongée sur le plan horizontal, plus ou moins tubéreuse et qui porte des cicatrices foliaires ou des feuilles réduites à des bourgeons. La tige émet saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées verticales. Les bourgeons foliaires et floraux non persistants se développent hors de l'eau grâce à la présence d'un tissu de soutien efficace.**

Iris pseudacorus (Fig. 44) est un exemple d'hélophyte à rhizomes.



Figure 44 *:* *Iris pseudacorus,* © Pierre et Délia Vignes.

- Les hélophytes à tubercules

Les tiges tubéreuses souterraines présentent une ou plusieurs portions enflées et tubéreuses ; elles servent d'organe de stockage et porte les bourgeons destinés à survivre à la période défavorable alors que le reste de la plante, qu'il soit souterrain ou épigé, meurt au début de la période défavorable (Raunkiaer, 1934). Les racines tubéreuses sont aussi renflées et forment des tubercules qui permettent de stocker les ressources. Au début de la période défavorable, les bourgeons aériens meurent. Seuls certains bourgeons connectés à la racine survivent à la période défavorable (Raunkiaer, 1934). La définition admise du terme tubercule est la suivante : organe de réserve pérennant dans le sol, formé à partir d'une tige ou racine souterraine verticale renflée permettant le stockage de réserves nutritives et portant uniquement des embryons minuscules de feuilles, sans tunique ni écaille.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hélophytes à tubercules sont des plantes enracinées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont enfouis dans des organes souterrains, en dormance, submergés constamment dans l'eau ou la vase, qui sont formés à partir d'une tige ou d'une racine souterraine verticale renflée permettant le stockage de réserves nutritives. Ces tiges ou racines portent uniquement des embryons minuscules de feuilles, sans tunique, ni écaille. Les bourgeons foliaires et floraux non persistants se développent hors de l'eau grâce à la présence d'un tissu de soutien efficace.**

Oenanthe fistulosa (Fig. 45, 46) est un exemple d'hélophyte à tubercules.



Figure 45 : *Oenanthe fistulosa*, © Vincent-Carrefour Jacques.



Figure 46 : *Oenanthe fistulosa*, © Henri Signoret.

- Les hélophytes scapoïdes

Les définitions du terme scape sont hétérogènes. Le terme scapoïde a donc été utilisé de préférence et redéfini comme ci-après : se dit de plantes qui possèdent une tige unique, dressée, non lignifiée, feuillée ou non, sortant du sol et non d'une rosette de feuilles et portant une hampe florale.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hélophytes scapoïdes sont des plantes enracinées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont submergés constamment dans l'eau ou la vase, à tige unique dressée, non issue d'une rosette, portant une hampe florale et portant ou non des feuilles. Les bourgeons foliaires et floraux non persistants se développent hors de l'eau grâce à la présence d'un tissu de soutien efficace.**

Lythrum salicaria (Fig. 47) est un exemple d'hélophyte scapoïde.



Figure 47 : *Lythrum salicaria*, © Pierre et Délia Vignes.

- Les hélophytes cespiteux

La définition admise du terme cespiteux est la suivante : se dit de plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hélophytes cespiteux sont**

des plantes enracinées, qui forment à la base une touffe compacte de tiges, dont les bourgeons végétatifs persistants sont submergés constamment dans l'eau ou la vase, et dont les bourgeons foliaires et floraux non persistants se développent hors de l'eau grâce à la présence d'un tissu de soutien efficace.

Isoetes duriei est exemple d'«hémicryptophyte aquatique cespiteux» selon Ellenberg et Mueller-Dombois (1974), ce qui correspondrait dans notre classification à un hélophyte cespiteux. Dans notre cas, *Scirpoides holoschoenus* (Fig. 48) et *Isoetes duriei* (Fig. 49) sont des exemples d'hélophytes cespiteux.



Figure 48 : *Isoetes duriei*, © Guy Blanc.



Figure 49 : *Scirpoides holoschoenus*, © Bernadette Huynh-Tan.

- Les hélophytes rampants

La définition admise du terme rampant est la suivante : se dit de plantes qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.

La définition admise du sous-type biologique est la suivante : **les hélophytes rampants sont des plantes enracinées, dont les bourgeons végétatifs persistants sont submergés constamment dans l'eau ou la vase, dont les bourgeons foliaires et floraux non persistants se développent hors de l'eau grâce à la présence d'un tissu de soutien efficace. Ces plantes poussent au moins en partie couchées au fond de l'eau.**

Pilularia spp. (Fig. 50) est un exemple d' « hémicryptophyte aquatique rampant » selon Ellenberg et Mueller-Dombois (1974) ce qui correspondrait dans notre référentiel à un hélophyte rampant.



Figure 50 : *Pilularia minuta*, © Olivier Argagnon.

4) Définitions des sous-types non sélectionnés

Certains sous-types ont été décrits par un ou plusieurs auteurs mais n'ont pas été conservés dans le référentiel du Conservatoire botanique pour différentes raisons explicitées ci-dessous.

Les phanérophytes rampants

La définition admise du terme rampant est la suivante : se dit de plantes qui poussent totalement ou au moins en partie couchées sur le sol.

Les phanérophytes rampants seraient des plantes pérennes ligneuses, de type arboré, qui poussent totalement ou au moins en partie couchées sur le sol, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité de tiges, au-delà de 8 mètres de hauteur.

Il existe une incohérence dans la définition entre la hauteur des bourgeons (8m) et le critère couché sur le sol, même si seule une partie de l'individu est rampante. Cette définition correspond plutôt à une variation du type général phanérophyte du fait de l'action d'un facteur environnemental, comme par exemple le vent dans le cas d'une anémomorphose, ou un défaut de croissance. Ce sous-type n'a donc pas été validé.

Le caractère succulent

La définition admise du terme succulent est la suivante : se dit de plantes à aspect charnu du fait de réserves stockées dans leurs tissus. Etant donné que le caractère succulent d'une plante peut se superposer à d'autres sous-types et qu'il décrit plus un mode de stockage que l'organisation ou le port de la plante, il a été convenu de ne pas considérer ce caractère comme un sous-type.

Phanérophytes à système de stockage de l'eau dans les tiges ou les arbres bouteilles

Les '*Bottle trees*' ou arbres bouteilles d'Ellenberg et Mueller-Dombois sont définis comme des phanérophytes dont les tiges ont un système de stockage de l'eau et de ce fait sont gonflées.

Ce sous-type est similaire au sous-type succulent, il n'est donc pas conservé d'autant plus qu'il est absent de la région méditerranéenne.

Phanérophytes en touffes - à rosette épicaule

Ellenberg et Mueller-Dombois (1974) décrivent les '*Tuft trees*' ou '*Rosulate phanérophytes*' comme des phanérophytes à tiges (stipes) ligneuses et à larges frondes apicales ou terminales, dont les branches sont disposées en rosette (palmiers et fougères arborescentes). Braun-Blanquet (1951) utilise le terme de phanérophyte à rosette épicaule dans le cas des palmiers.

Ce sous-type est utilisable dans des régions au climat tropical humide, ce qui n'est pas le cas du climat méditerranéen. Ce sous-type n'est pas utilisé.

Les phanérophytes cespiteux

La définition admise du terme cespiteux est la suivante : se dit de plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons. Le terme cespiteux est plutôt utilisé pour les plantes herbacées, mais il n'y a pas d'équivalent pour les arbres et il est utilisé tel quel dans les typologies existantes. Les phanérophytes cespiteux seraient des plantes pérennes, ligneuses, de type arboré, dont les bourgeons végétatifs persistants sont situés à l'extrémité de tiges, au-delà de 8 mètres de hauteur, qui forment à la base une touffe compacte de stipes ou de troncs par resserrement des bourgeons. Ce sous-type n'étant pas représenté en région méditerranéenne, il n'est pas pris en compte.

Phanérophytes graminoïdes et non graminoïdes

Ellenberg et Mueller-Dombois (1974) utilisent deux sous-types : les phanérophytes graminoïdes, à forme stolonifère et rhizomateuse et les phanérophytes non graminoïdes. Le terme graminoïde se dit d'une plante qui présente de fortes convergences, notamment physionomiques et écologiques, avec les graminées (Da Lage et Métailié, 2005). Jouy et de Foucault (2016) l'utilisent

pour qualifier les plantes ressemblant à une Poaceae, à feuilles linéaires, étroites à nervures parallèles. Braun-Blanquet (1951) donne *Arundo sp* et *Bambusa sp* comme exemples de phanérophytes graminéens.

Ces sous-types sont utilisables dans des régions au climat tropical humide, ce qui n'est pas le cas du climat méditerranéen. Ils ne sont pas utilisés dans ce rapport.

Phanérophytes herbacés

Le terme herbacé se dit d'une plante peu lignifiée, généralement de petite taille et à cycle de vie court (Da Lage et Métailié, 2005). Cette définition n'est pas cohérente avec celle d'un phanérophyte.

Raunkiaer (1934) regroupe sous le terme de phanérophytes herbacés des phanérophytes plus ou moins herbacés des régions au climat tropical constamment humide. Ce terme se réfère aux grandes herbes ; les bourgeons aériens restent en vie pendant plusieurs années, sans devenir ligneux ; les tiges sont généralement plus souples que celles des vraies plantes ligneuses ; les tissus de soutien ne sont pas très développés. La plupart de ces espèces sont des nanophanérophytes au sens de Raunkiaer.

Ellenberg et Mueller-Dombois (1974) définissent les phanérophytes dont la tige est herbacée ou lignifiée de manière variable mais dérivant d'une tige herbacée. Ce type inclut les herbacées et les plantes pérennes suffrutiqueuses dont la hauteur est supérieure à 50 cm voire 1 m dans les milieux tropicaux et ne meurt pas périodiquement en dessous de cette limite. Pour Braun-Blanquet (1951), les phanérophytes herbacés correspondent aux bananiers.

Ce sous-type est utilisable dans des régions au climat tropical humide, ce qui n'est pas le cas du climat méditerranéen. Ce sous-type qu'il concerne les phanérophytes et les nanophanérophytes n'est pas utilisé.

Chaméphytes herbacés

Ellenberg et Mueller-Dombois (1974) définissent les chaméphytes herbacés comme les herbes, graminées et fougères pérennes à feuilles persistantes non ligneuses, dont la hauteur maximale est inférieure à 1 mètre ou dont les parties supérieures meurent périodiquement et dont les bourgeons persistants se situent au moins à 25 cm au-dessus du sol.

Les plantes concernées par ce sous-type sont considérées dans ce rapport comme des chaméphytes à scape.

Chaméphytes poïkilohydres

Da Lage et Métailié (2005) définissent les plantes poïkilohydres comme des plantes dont le cycle de développement est lié à des alternances de dessiccation et d'humidification de l'air ou bien d'assèchement et d'engorgement du sol. Selon Jouy et De Foucault (2016), les plantes poïkilohydres sont des plantes dont la teneur en eau est déterminée par celle du milieu environnant. Elles peuvent s'enrouler en cas de sècheresse puis se redéployer à l'humidité, ce qui leur permet de s'adapter aux cycles de sécheresse et d'humidité. Les chaméphytes poïkilohydres d'Ellenberg et Mueller-Dombois (1974) sont majoritairement des fougères de climats arides, dont les réserves hydriques varient avec l'humidité de l'air. Leurs bourgeons survivent à la période défavorable dans des conditions de latence, et redeviennent verts immédiatement après le retour d'une atmosphère plus humide.

Ce sous-type n'est applicable que dans des climats présentant de fortes variations des conditions atmosphériques, il n'est donc pas utilisé.

A thalles

Ellenberg et Mueller-Dombois (1974) utilisent le sous-type à thalles pour les chaméphytes, hémicryptophytes, thérophytes, épiphytes, hydrophytes, parasites, saprophytes, sans les définir. Le terme de chaméphyte à thalle est utilisé par Pignatti (1982) mais non défini. Un thalle est couramment défini (Larousse) comme étant l'appareil végétatif des plantes inférieures sans feuilles, tiges ni racines (algues, champignons, lichens).

Etant donné que la définition concerne des cryptogames, de type lichens et bryophytes et que

nous avons choisi de ne pas traiter ces groupes, ce sous-type n'est pas utilisé.

Bisannuelles

Da Lage et Métailié (2005) définissent les plantes bisannuelles comme des plantes qui accomplissent leur cycle biologique au cours d'une période comprise entre 1 an et 2 ans, en ne fructifiant que la deuxième année. Selon Jouy et De Foucault (2016), une plante bisannuelle est une plante fleurissant, fructifiant et mourant la seconde année de sa vie.

Ce sous-type reflète plus un trait d'histoire et de vie et de reproduction qu'un véritable type biologique, il n'est donc pas utilisé.

Proto-hémicryptophytes

Cain (1950) définit les proto-hémicryptophytes comme des plantes sans rosette, ni feuilles basales. Raunkiaer (1934) définit les proto-hémicryptophytes comme des plantes dont les bourgeons aériens qui portent les feuilles et les fleurs sont éloignés de la base de la plante. Les feuilles les plus grandes se développent généralement au milieu de la tige. La longueur des feuilles diminuent ensuite lorsque l'on se rapproche de la base ou de l'apex de la tige. Les feuilles situées juste au-dessus du sol ressemblent plus ou moins à des écailles et couvrent les bourgeons lors de la période défavorable. Les proto-hémicryptophytes développent une longue tige aérienne la première année suite à la germination. Cette tige est similaire à celle des phanérophytes, bien qu'elle ne soit pas destinée à fleurir.

Ce sous-type paraît similaire à notre définition du sous-type à scape ou scapoïde, il n'est donc pas conservé.

A rosette partielle

Cain (1950) attribue le sous-type à rosette partielle aux plantes dont la plupart des feuilles et notamment les plus larges se situent près du sol sur de courts entrenœuds.

Raunkiaer (1934) attribue le sous-type à rosette partielle aux plantes dont la plupart des tiges aériennes portent des fleurs et des feuilles mais la plupart des feuilles et les plus grandes sont attachées au bas de la tige où les entrenœuds sont plus ou moins contractés et forment ainsi une sorte de rosette. Ces plantes sont généralement bisannuelles. La première année, la rosette de feuilles basales se développe ; la seconde année la tige aérienne s'allonge et porte d'autres feuilles ainsi que les fleurs.

Ce sous-type est inclus dans le sous-type à rosette.

Chaméphytes passifs et actifs

Raunkiaer (1934) définit les chaméphytes passifs comme des plantes dont les bourgeons végétatifs, persistants lors de la période défavorable, ont une croissance géotropique négative. Seuls les apex des tiges sont érigés et s'élèvent, mais ils ne peuvent pas rester droits ; ils se penchent ensuite jusqu'à s'allonger sur le sol.

Raunkiaer (1934) définit les chaméphytes actifs comme des plantes dont les bourgeons se situent au ras du sol ; ils suivent une croissance géotropique transverse. Les bourgeons aux apex poussent toujours à l'horizontale. Ces deux sous-types de chaméphytes semblent difficile à distinguer et peu utiles ; ils ne sont pas conservés. Ils pourraient correspondre aux chaméphytes frutescents de Pignatti et Ellenberg et Mueller-Dombois.

III) Clef de détermination des types biologiques et de leurs sous-types

Le problème de beaucoup de classifications de types biologiques réside dans le fait qu'une espèce peut être classée dans plusieurs types biologiques suivant l'interprétation que chacun fait des définitions. Par exemple, une plante aquatique à bulbe est-elle un géophyte ou un hélophyte ? Si le critère principal est le fait que cette plante est aquatique, alors ce sera un hélophyte, dont le sous-type peut être à bulbe. Si le fait que la plante possède un bulbe est le critère le plus important alors on l'associera à un géophyte à bulbe. Pour régler ce problème, il est nécessaire de prioriser certaines caractéristiques biologiques ou écologiques permettant de classifier chaque espèce dans un seul groupe. Cette méthode utilisée dans toutes les clefs de détermination floristique, restreint ainsi les erreurs d'attribution des espèces à un type. Nous avons donc créé une clef de détermination des types biologiques, ainsi que des sous-types biologiques théoriques. Afin de construire ces clefs de détermination, nous nous sommes basés sur les définitions synthétisées ci-dessus, ainsi que sur les réflexions d'amélioration de la typologie de Raunkiaer réalisée par Sauvage en 1966. Il préconise d'utiliser les critères discriminants suivants dans l'ordre : 1) Aquatique/Terrestre/Aérien ; 2) Modes de vie (autotrophes, parasites, saprophytes…) ; 3) Annuelles/Vivaces. Ici, nous avons utilisé la division aquatique/terrestre en 1ère division, puis la distinction entre les espèces vivaces et les espèces annuelles. Le critère de mode d'acquisition des ressources n'est pas utilisé, car il fait référence à des traits de vie qui sont intégrés indépendamment des types biologiques dans la base de données du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles.

Notice d'utilisation de la clef :
- Cette clef ne concerne que les plantes vasculaires.
- On considère que la période défavorable est définie comme la période de l'année au cours de laquelle la plante est au repos maximal de son cycle biologique annuel (Sauvage 1966).
- Le type biologique doit être établit sur des plantes adultes normalement développées, sans prendre en compte les cas de morphologies exceptionnelles.
- La forme prédominante de l'espèce doit correspondre au type biologique principal associé à son sous-type. Il est possible d'identifier un type secondaire avec son sous-type.

1) La clef des types biologiques

1) Plantes dont les bourgeons végétatifs persistants sont constamment submergés dans l'eau ou la vase----------A

A- Tissus de soutien suffisant pour permettre le développement de la plante hors de l'eau ; les bourgeons végétatifs se développent vers le haut aussi bien sous l'eau que dans l'air ; les bourgeons floraux sont strictement aériens ----------**HELOPHYTES**

A'- Tissus de soutien insuffisant pour permettre le développement de la plante hors de l'eau ; les bourgeons végétatifs non persistants sont constamment immergés ; seuls les bourgeons floraux peuvent se développer, à l'air libre, proche de la surface ----------**HYDROPHYTES**

2) Plantes dont les bourgeons végétatifs persistants se développent à l'air libre ou sous terre----B

B - Plantes qui réalisent leur cycle biologique sur une durée d'une année et qui passent la période défavorable uniquement sous forme de graines----------**THEROPHYTES**

B' - Plantes vivaces ou pérennantes----------**C**

C - Les bourgeons végétatifs persistants se développent dans le sol---------- **GEOPHYTES**

C'- Les bourgeons végétatifs persistants se développent à l'air libre----------**D**

D- Les bourgeons végétatifs persistants se développent au ras du sol de 0 à 5 cm----------
----------**HEMICRYPTOPHYTES**

D'- Les bourgeons végétatifs persistants se développent en hauteur > 5 cm du sol----------**E**

E – Plantes dont les bourgeons végétatifs persistants se développent entre 5 à 50 cm de hauteur----------**CHAMEPHYTES**

E'- Plantes dont les bourgeons végétatifs persistants se développent entre 50 cm et 8 m ----------**NANOPHANEROPHYTES**

E''- Plantes appartenant à la strate arborée, dont les bourgeons végétatifs persistants se développent au-dessus de 8 m ----------**PHANEROPHYTES**

2) La clef des sous-types biologiques

HELOPHYTES

1- Plantes possédant des organes souterrains, spécialisés dans le stockage de réserves, qui sont les seuls à survivre lors de la période défavorable----------**2**

2 - Plantes dont la tige souterraine est horizontale, plus ou moins tubéreuse et porte des cicatrices foliaires ou des feuilles réduites à des bourgeons. La tige émet saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées verticales----------**A rhizomes**

2'- Plantes dont les organes souterrains de réserve ne sont pas disposés de façon horizontale---------**3**

3- Plantes possédant des tiges ou des racines souterraines pérennantes, verticales, renflées et non entourées d'une enveloppe écailleuse----------**A tubercules**

3'- Plantes possédant une tige souterraine verticale à entrenœuds courts, portant de nombreuses feuilles imbriquées charnues (bulbes) ou dont la base de la tige est renflée et entourée d'une enveloppe écailleuse (corme) ----------**A bulbes**

1' - Plantes dont les bourgeons végétatifs persistants se développent sous l'eau ou à l'air libre---4

4 - Plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons ----------
----------**Cespiteux**

4' - Plantes dont certains organes poussent couchés sur le sol, pouvant émettre des racines adventives -
----------**Rampants**

4''- Plantes présentant une tige unique dressée, non issue d'une rosette, portant ou non des feuilles-----
----------**Scapoïdes**

HYDROPHYTES

- Plantes possédant un système racinaire souterrain développé et organisé, leur permettant d'être fixées à un substrat ----------**Enracinés**

- Plantes libres, non fixées à un substrat (pouvant posséder un système racinaire réduit) ----------
----------**Nageants**

THEROPHYTES

- Plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons ---**Cespiteux**

- Plantes dont certains organes poussent couchés sur le sol, pouvant émettre des racines adventives----------**Rampants**

- Plantes dont la plupart des feuilles sont regroupées de façon compacte à la base de la tige, au ras du sol----------**A rosette**

- Plantes présentant une tige unique dressée, non issue d'une rosette, non lignifiée, portant ou non des feuilles----------**Scapoïdes**

GEOPHYTES

- Plantes dont les bourgeons des racines persistantes sont les seuls organes à survivre à la période défavorable----------**A racines bourgeonnantes**

- Plantes possédant des organes souterrains spécialisés dans le stockage des réserves qui sont les seuls à survivre lors de la période défavorable----------**1**

1- Plantes dont la tige souterraine est horizontale, plus ou moins tubéreuse et porte des cicatrices foliaires ou des feuilles réduites à des bourgeons. La tige émet saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées verticales----------**A rhizomes**

1'- Plantes dont les organes souterrains de réserve ne sont pas disposés de façon horizontale----------**2**

2- Plantes possédant des tiges ou des racines souterraines pérennantes, verticales, renflées et non entourées d'une enveloppe écailleuse----------**A tubercules**

2'- Plantes possédant une tige souterraine verticale à entrenœuds courts, portant de nombreuses feuilles imbriquées charnues (bulbes) ou dont la base de la tige est renflée et entourée d'une enveloppe écailleuse (corme) ----------**A bulbes**

HEMICRYPTOPHYTES

- Plantes dont certains organes poussent couchés sur le sol, pouvant émettre des racines adventives----------**Rampants**

- Plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons ----------**Cespiteux**

- Plantes dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons----------**Lianescents**

- Plantes dont la plupart des feuilles sont regroupées de façon compacte à la base de la tige, au ras du sol----------**A rosette**

- Plantes présentant une tige unique dressée, non issue d'une rosette, non lignifiée, portant ou non des feuilles----------**Scapoïdes**

CHAMEPHYTES

- Plantes en forme de coussin hémisphérique de petite taille----------**En coussinet**

- Plantes dont certains organes poussent couchés sur le sol, pouvant émettre des racines adventives----------**Rampants**

- Plantes présentant une tige unique dressée, non issue d'une rosette, portant ou non des feuilles--------

----------**Scapoïdes**

- Plantes dont la tige principale persistante est lignifiée à la base ; port similaire à un sous-arbrisseau ----------**Suffrutescents**

- Plantes totalement ligneuses, ramifiées dès la base ; port d'un arbuste ou d'un arbrisseau----------**Frutescents**

NANOPHANEROPHYTES

- Plantes généralement ligneuses, dont certains organes poussent couchés sur le sol, pouvant émettre des racines adventives----------**Rampants**

- Plantes généralement ligneuses, dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons ----------**Lianescents**

- Plantes généralement ligneuses, ramifiées dès la base ; qui ont le port d'un arbuste ou d'un arbrisseau ----------**Cespiteux**

- Plantes dont la tige principale ligneuse et unique peut être pourvue ou non de formations ligneuses secondaires----------**A tronc**

PHANEROPHYTES

- Plantes dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons ----------**Lianescents**

- Plantes dont la tige principale unique, non flexible, peut être pourvue ou non de formations ligneuses secondaires----------**A tronc**

Glossaire

Annuelles : Se dit de plantes qui réalisent entièrement leur cycle biologique sur une durée d'une année.

Bulbe : Organe de réserve charnu, pérennant dans le sol ; formé à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, portant des feuilles imbriquées, entièrement ou partiellement charnues.

Cespiteux : Se dit de plantes formant à la base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons.

Chaméphytes : Plantes pérennes, plus ou moins lignifiées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la période défavorable sont voisins de la surface du sol ; de 5 cm jusqu'à 50 cm au-dessus de celui-ci. Les bourgeons peuvent s'élever plus haut ; cependant, ils meurent pendant la période défavorable. Il ne reste alors que les bourgeons végétatifs persistants entre 5 et 50 cm de hauteur. Les bourgeons floraux ne se développent que pendant la période favorable et occupent une position souvent plus élevée leur permettant d'assurer la pollinisation.

Corme : Organe de réserve charnu pérennant dans le sol ; formé à partir d'une tige souterraine verticale à entrenœuds très courts, dont la base renflée stocke les réserves nutritives ; la tige est entourée non pas de feuilles charnues mais d'une enveloppe écailleuse, aussi appelée tuniques.

Coussinet (en) - Pulviné : Se dit de plantes sous forme de coussin hémisphérique de petite taille.

Ecaille : Petite lame mince et coriace protégeant certains organes et comprenant plusieurs cellules dans sa largeur.

Enraciné : Se dit de plantes possédant un système racinaire souterrain développé et organisé, lui permettant d'être fixée sur un substrat.

Errant : Se dit de plantes libres, non fixées à un substrat.

Frutescent : Se dit de plantes totalement ligneuses ramifiées dès la base, qui ont le port d'un arbuste ou d'un arbrisseau.

Géophytes : Plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont enfouis dans des organes souterrains, en dormance : racines, bulbes, tubercules, rhizomes... Les parties végétatives s'expriment rapidement au début de la période favorable grâce aux réserves généralement stockées dans ces organes.

Hélophytes : Plantes enracinées dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont submergés constamment dans l'eau ou la vase. L'appareil végétatif a un tissu de soutien suffisamment efficace pour permettre le développement d'autres bourgeons végétatifs hors de l'eau. Ces bourgeons végétatifs, qui ne survivent pas à la mauvais période, poussent vers le haut, aussi bien sous l'eau que dans l'air : quelques feuilles peuvent être immergées, mais la plupart émergent. Les bourgeons floraux se développent à l'air libre, éloignés de la surface de l'eau.

Hémicryptophytes : Plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la période défavorable se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm. Les parties aériennes meurent durant la période défavorable, elles forment ainsi une protection additionnelle pour les bourgeons proches de la surface du sol. Ces bourgeons peuvent aussi être protégés par des écailles. Ils permettront la croissance et la formation de nouvelles tiges, feuilles et fleurs lors de la période favorable suivante.

Hydrophytes : Plantes vivant dans l'eau, submergées ou flottantes, libres ou enracinées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont constamment submergés dans l'eau ou la vase. L'appareil végétatif n'a pas de tissu de soutien suffisamment efficace pour permettre le développement de la plante hors de l'eau. Les feuilles sont soit complètement immergées, soit flottantes à la surface. Seuls les bourgeons floraux peuvent se développer dans l'air, proche de la surface de l'eau.

Lianescents : Se dit de plantes dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.

Nageants : Se dit de plantes libres, non fixées à un substrat, bien que pouvant posséder un système racinaire réduit, et dont les tiges et les feuilles sont immergées

Nanophanérophytes : Plantes pérennes, généralement ligneuses, de type arbustif, dont les bourgeons végétatifs, qui survivent lors de la période défavorable, sont situés à l'extrémité de tiges, qui se situent entre 50 cm à 8 mètres de hauteur. Ces bourgeons, qui se développent dans les airs, loin du sol, sont capables de vivre plusieurs années.

Période défavorable : Période de l'année au cours de laquelle la plante est au repos maximal de son cycle biologique annuel (Sauvage, 1966). Cette période ne correspond pas forcément à une saison.

Persistants : Se dit de plantes ou de bourgeons qui survivent à la période défavorable.

Phanérophytes : Plantes pérennes ligneuses, de type arboré, dont les bourgeons végétatifs, qui survivent lors de la période défavorable, sont situés à l'extrémité de tiges, au-delà de 8 mètres de hauteur. Ces bourgeons qui se développent dans les airs assez loin du sol sont capables de vivre plusieurs années.

Racine bourgeonnante : Se dit de racines, sans système de stockage de réserve, dont les bourgeons sont les seuls organes à survivre à la période défavorable.

Rampants : Se dit de plantes qui poussent au moins en partie couchées sur le sol.

Rhizome : Tige souterraine allongée sur le plan horizontal, plus ou moins tubéreuse, qui porte des cicatrices foliaires ou des feuilles réduites à des bourgeons. La tige émet saisonnièrement des racines adventives et des tiges feuillées verticales.

Rosette : Se dit de plantes dont la plupart des feuilles sont regroupées à la base de la tige, au ras du sol.

Scapoïde : Se dit de plantes qui possèdent une tige unique, non lignifiée, feuillée ou non, portant une hampe florale, non issue d'une rosette de feuilles.

Succulents : Se dit de plantes à aspect charnu du fait de réserves stockées dans leurs tissus.

Suffrutescents : Se dit de plantes herbacées dont la tige principale persistante est lignifiée à la base, présentant un port similaire à un sous-arbrisseau.

Thérophytes : Plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie durant la période favorable et passent la période défavorable en dormance uniquement sous forme de graines. La plupart sont capable de réaliser leur cycle de vie en quelques semaines. Celui-ci dure au maximum une année entre la germination de la graine, la floraison et la nouvelle fructification. Ce sont des plantes dites annuelles.

Tubercule : Organe de réserve pérennant dans le sol ; formé à partir d'une tige ou racine souterraine verticale renflée permettant le stockage de réserves nutritives ; portant uniquement des embryons minuscules de feuilles, sans tunique ni écaille.

Tunique : Se dit d'un ensemble de feuilles gorgées de réserve.

Vivaces : Se dit de plantes qui réalisent leur cycle de vie sur une durée supérieure à une année. Les espèces bisannuelles sont considérées comme des plantes vivaces.

Annexe : Proposition de codification des types et des sous-types

Types biologiques	Sous-types	Codes
Hélophytes	A rhizomes	Helo rhiz
	A tubercules	Helo tub
	A bulbes	Helo bulb
	Cespiteux	Helo cesp
	Rampants	Helo ramp
	Scapoïdes	Helo scap
Hydrophytes	Enracinés	Hyd rac
	Nageants	Hyd nag
Thérophytes	Cespiteux	T cesp
	Rampants	T ramp
	A rosette	T ros
	Scapoïdes	T scap
Géophytes	A racines bourgeonnantes	G rac
	A rhizomes	G rhiz
	A tubercules	G tub
	A bulbes	G bulb
Hémicryptophytes	Rampants	H ramp
	Cespiteux	H cesp
	Lianescents	H lian
	A rosette	H ros
	Scapoïdes	H scap
Chaméphytes	En coussinet	Ch cou
	Rampants	Ch ramp
	Scapoïde	Ch scap
	Suffrutescents	Ch suffr
	Frutescents	Ch frut
Nanophanérophytes	Rampants	NP ramp
	Lianescents	NP lian
	Cespiteux	NP cesp
	A tronc	NP tr
Phanérophytes	Lianescents	P lian
	A tronc	P tr

Bibliographie

Dictionnaire de botanique, 2019. Consulté le [02/2019] sur http://www.dictionnaire-botanique.com/

Aberlin J. P. et P. Daget, 2003. Etablir et comparer les spectres biologiques de plusieurs groupements végétaux. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, **56 (1-2)**: 57-61.

Arrigoni P. V., 1996. A classification of plant growth forms applicable to the floras and vegetation types of Italy. *Webbia*, **50** (2): 193-203.

Barkman J. J., 1988. New systems of plant growth forms and phenological plant types. In: M. J. A. Werger et al. (ed), Plant form and vegetation structure. *SPB Acad. Publ. The Hague*.

Box E. E., 2012. Macroclimate and plant forms: an introduction to predictive modeling in phytogeography (Vol. 1). *Springer Science & Business Media*.

Braun-Blanquet J., 1951. Pflanzensoziologie. 2nd ed. Vienna. 631 p.

Cain S. A., 1950. Life forms and phytoclimate. *The botanical review*, *Cranbook Institute of Science*, Bloomfield Hills, Michigan, Vol **XVI (1)**: 32 p.

Clements F. E., 1920. Plant Indicators. Washington.

Da Lage A. et Métailié G., 2005. Dictionnaire de biogéographie végétale (NE): Nouvelle édition encyclopédique et critique. CNRS Editions, Paris : 579 p.

Dansereau P., 1951. Description and recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology*, **32**: 172-229.

De Candolle A. P., 1818. Regni vegetabilis systema naturale, 1. Paris.

Den Hartog C. et S. Segal, 1964. A new classification of the water-plant communities. *Acta botanica neerlandica*, **13 (3)**: 367-393.

Douzet R., 2007. Petit lexique de botanique. 42 p. PDF - [consulté le 02/2019].

Drude O., 1887. Systematische und geographische Anordnung der Phanerogamen. *Systematische und geographische Anordnung der Phanerogamen*.

Drude O., 1928. Pflanzengeogra.phische b.lrol.ogie. Abderhalden's Hanclbuch cler biologischen Arbeitsm etoclen , Abt. XI, Tei l 4. Berlin uncl Wien.

Du Rietz G. E., 1923. Einige Beobachtungen uncl Betrachtungen iiber Pflanzengesellschaften in Nieclerosterreich uncl den Kleinen Karpathen. *Osterreich. Bot. Zeitschr. Wien*.

Du Rietz G. E., 1930. The Fundamental Units of Biological Taxonomy. *Svensk Bot. Ticlskr*. Stockholm, 24 p.

Du Rietz G. E., 1931. Life-forms of terrestrial flowering plants. *Acta phytogeogr. suec*. **3**: 1.

Ellenberg H. et D. Mueller-Dombois, 1967. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. geobot. Inst. eidg. tech. Hochschule Rubel*, **37**: 56-73.

Ellenberg D. et D. Mueller-Dombois, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, *NY: Wiley*.

Géhu J. M., 2006. Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales. *Phytocoenologia*, **38**: 1-2.

Grisebach A., 1872. Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Ein *Abriss der vergleichenden Geographie der Pflanzen*., Leipzig.

Hejný, S., 1957. Ein Beitrag zur ökologischen Gliederung der Makrophyten der tschechoslowakischen Niederungsgewässer. *Preslia*, **29 (4):** 349-368.

Humboldt A. D., 1807. Essai sur la géographie des plantes. Nanterre, France, *Editions européennes Erasme*, 155 p. + XXII + annexes.

Hutchinson, G. E. 1975. A treatise on limnology. Vol. 3.Limnological botany. *John Wiley and Sons*, New York

Iversen J., 1936. Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung.Thesis, Copenhagen, 224 p.

Jouy A. et de Foucault B., 2016. Dictionnaire illustré de botanique. *Biotope Editions*, Mèze : 468 p.

Krumbiegel A., 1998. Growth forms of annual vascular plants in central Europe - *Nord. J. Bot.* **18**: 563-575. Copenhagen. ISSN 0107-055X.

Larousse P., 2019. Larousse [consulté le 31/10/2019]. https://www.larousse.fr/portail/

Luther H., 1949. Vorschlag zu einer ökologischen Grundeinteilung der Hydrophyten. *Acta Bot. Fenn*. **44**: 15 p.

Meusel H., 1935. Wuchsformen und Wuchstypen der europäischen Laubmoose. *Nova Acta Leopoldina*, **3 (12)**: 124-275.

Orshan G., 1986. Plant form as describing vegetation and expressing adaptation to environment. Ann. Bot. (Roma) **44**: 7-38.

Pavillard J., 1935. Eléments de sociologie végétale. Paris, France, Hermann, 102 p.

Pignatti S., 1982. Flora d'Italia, vol I. *Edagricole, Bologna*.

Poplavskaja G. I., 1948. Ekologija rastenij, *Sov. nauka*, Moscow, 295 p.

Raunkiaer C., 1904. Om biologiske typer, med Hensyn til Planternes Tilpasning til at overle ugunstige Aarister. *Bot. Tidsskrift*, **26**.

Raunkiaer C., 1905. Types biologiques pour la géographie botanique. *Oversigt over Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger* : 347-437.

Raunkiaer C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. *Oxford Clarendon Press*, 632 p.

Sauvage C. H., 1966. Remarques sur la classification des types biologiques. *Bulletin de la Société Botanique de France*, **113** (sup2) : 5-13.

Schmid E., 1956. Die Wuchsformen der Dicotyledonen. *Ber. Geobot. Forsch.-Inst. Rubel*: 38-50.

Smith W. G., 1913. Raunkiaer's "life-forms" and statistical methods. *Journal of Ecology*, **1(1)**: 16-26.

Schmithüsen J., 1968. Vegetationsgeographie. 3rd ed. *Walter de Gruyter*, Berlin, 463 p.

Schulze E. D., 1982. Plant life forms and their carbon, water and nutrient relations. In *Physiological plant ecology II*. *Springer*, Berlin, Heidelberg: 615-676.

Schuyler A. E., 1984. Classification of life forms and growth forms of aquatic macrophytes. *Bartonia*, **50**: 8-11.

Warming E., 1923. Okologiens Grundformer, udkast til en systematisk ordning.

Warming E., 1884. Ueber perenne Gewächse. *Bot. Centralbl.*, **18***:* 184-188.

Summary

Life forms describe morphological characteristics that plants species develop as an adaptation to environmental conditions. At the beginning of the 20th century, Raunkiaer classification laid the foundation of life forms concept. This classification is a reference but it's been criticized, improved by some authors and challenged by others. Since then, several classifications have been published.

The Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles gathered some biological traits, one of which is life form, for each species occurring in its territory. Given that approximately 6900 taxa are recorded over the Conservatoire territory, it seems difficult to fill out the database with life form of each species without a clear and workable typology.

This report describes the historical context with specific approach of each life form classification. Theoretical life form types and sub-types that have been selected for the Conservatoire referential have been synthesized, defined and illustrated. Finally, the determination of life form type and sub-type for each species has been homogenized thanks to an identification key and a glossary.

Resumen

Los tipos biológicos describen diferentes características morfológicas las cuales plantas desarrollan como adaptación a las condiciones ambientales. La clasificación de Raunkiaer ha puesto las bases del concepto al principio del siglo XX. Fue criticada muchas veces, mejorada gracias a algunos autores y cuestionada por otros. Desde entonces, se han descrito distintas clasificaciones.

El conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles recopila algunos rasgos biológicos, por cada especie de su territorio, cuales forman parte los tipos biológicos. Dado que hay unos 6900 taxones documentados en la base de datos, parece difícil completar los tipos biológicos de cada especie sin una tipología clara y operacional.

Este informe describe el histórico del concepto de tipos biológicos con las características principales de cada clasificación. Se ha hecho también una síntesis de las definiciones de los tipos y los subtipos biológicos retenidos en el referencial del Conservatoire con ilustraciones. Por fin, una clave de determinación de los tipos y los subtipos biológicos y un glosario permiten homogeneizar la atribución a cada especie.

Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

Les types biologiques : Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel

Résumé

Les types biologiques décrivent les différentes caractéristiques morphologiques issues des adaptations des espèces végétales aux conditions environnementales. La classification de Raunkiaer a posé les bases de ce concept au tout début du XX^{ème} siècle. Elle a été critiquée à maintes reprises, améliorée par certains auteurs et remise en question par d'autres. Depuis, diverses classifications ont été décrites.

Le conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles compile certains traits biologiques des espèces présentes sur son territoire d'agrément et notamment les types biologiques. Etant donné qu'environ 6900 taxons sont répertoriés, il semble difficile de renseigner les types biologiques de toutes ces espèces sans une typologie claire et opérationnelle.

Ce rapport décrit l'historique du concept des types biologiques en abordant les spécificités des différentes classifications existantes ; il synthétise, définit et illustre les types et les sous-types théoriques qui sont conservés dans le référentiel des types biologiques du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles ; et enfin homogénéise l'attribution des types et des sous-types à chaque espèce grâce à une clef de détermination, accompagnée d'un glossaire.

Siège

34 avenue Gambetta
83400 HYÈRES
04 94 16 61 40
contact.siege@cbnmed.fr

Antenne Languedoc-Roussillon

Parc scientifique Agropolis – Bât. 7
2214 Boulevard de la Lironde
34980 Montferrier-sur-Lez
04 99 23 22 11
contact.lr@cbnmed.fr

Conservatoire Botanique National Méditerranéen
PORQUEROLLES

View publication stats