

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution des propriétés optiques d'une feuille de blé en fonction de la longueur d'onde (d'après Guyot, 1992), p 12.

Figure 2 : Exemple de localisation d'une référence bibliographique ayant pour auteur J.-M. Géhu, p 23.

Figure 3 : Répartition des relevés de la banque de données botaniques et écologiques «Sophy», p 24.

Figure 4 : Exemple de données climatiques utilisées pour calculer la similitude entre deux postes, p 28.

Figure 5 : Intervalles entre mesures et estimations. o Intervalle entre mesures et estimations d'après le calcul des moyennes, p 29.

Figure 6 : Répartition des 12.000 relevés phytosociologiques sélectionnés aux alentours des postes climatiques, p 30.

Figure 7 : Comparaison des comportements écologiques de deux taxons A et B à partir de leurs fréquences absolues, p 33.

Figure 8 : Comparaison des comportements écologiques de deux taxons A et B à partir de leurs fréquences relatives, p 34.

Figure 9 : Exemple de profils écologiques (d'après Daget et Godron, 1982) : comparaison entre les profils de fréquences absolues et les profils de fréquences corrigées, p 35.

Figure 10 : Exemple de profils écologiques de *Juniperus communis* L. (Mandin, 1990 b), p 36.

Figure 11 : Rangement des espèces selon le barycentre de leur profil écologique en fonction de l'humidité de la station (d'après Daget et Godron, 1982), p 38.

Figure 12 : : Comparaison des comportements écologiques des taxons A et B, dont la distribution est disjointe dans les classes d'une variable environnementale, p 39.

Figure 13 : Exemple de groupe écologique indicateur de l'altitude (d'après Mandin, 1990 a), p 42.

Figure 14 : Schéma des diverses distances impliquées dans une agrégation (d'après Grandjouan, 1982), p 48.

Figure 15 : Exemple graphique du comportement climatique d'*Ulex europaeus* L. présent dans 83 postes climatiques, p 54.

Figure 16 : Exemple de comportements climatiques de plantes de la région méditerranéenne (*Pinus halepensis* Mill.), des montagnes (*Saxifraga oppositifolia* L.), du nord-est (*Ulmus levis* Pallas) et des plaines et basses montagnes (*Prunus spinosa* L.) de France, p 55.

Figure 17 : Exemple de comportement climatique exprimé selon le niveau d'abondance d'un taxon (*Juniperus phoenicea* L.), p 56.

- Figure 18 : Graphique climatique du groupement phytoclimatique n° 1406 (*Cerastium tetrandrum* Curtis 1-5 L. et *Atriplex litoralis* L. 1-6), de type atlantique, p 63.
- Figure 19 : Répartition géographique du groupement phytoclimatique n°1905 (*Fumana coridifolia* (Vill.) P.F. 1-4 et *Galeopsis tetrahit* L.1-6), p 64.
- Figure 20 : Régions climatiques françaises (d'après Pagney 1988 in Veyret 2000), p 66.
- Figure 21 a : Exemples de comportements climatiques pour : *Pistacia lentiscus* L., *Erica ciliaris* L. et *Peucedanum gallicum* Latourette, p 69.
- Figure 21 b : Exemples de comportements climatiques pour : *Impatiens parviflora* DC et *Alchimilla alpina* L., p 70.
- Figure 22 a : Exemples de comportements climatiques pour : *Pinus pinaster* Soland., *Euphorbia spinosa* L., *Potentilla montana* Brotero, *Ammophila arenaria* (L.) Link., p 72.
- Figure 22 b : Exemples de comportements climatiques pour : *Hedera helix* L.. Ce taxon montre un comportement climatique général, p 74.
- Figure 23 : Comparaison entre les fréquences des présences et des abondances d'un taxon dans la gamme d'une variable climatique, p 75.
- Figure 24 : Exemples de l'expression de comportements climatiques selon l'abondance des taxons (*Fagus sylvatica* L., *Genista cinerea* (Vill.) DC et *Reichardia picroides* (L.) Roth.), p 76.
- Figure 25 : Gradients climatiques des taxons du genre *Cistus* : *C. monspeliensis* L., *Cistus albidus* L. et *C. salviaefolius* L., p 78.
- Figure 26 : Gradients géographiques des taxons du genre *Genista* : *G. germanica* L., *G. pilosa* L., *G. tinctoria* L., *G. anglica* L., *G. cinerea* (Vill.) DC., *G. hispanica* L., *G. pilosa* var. *jordani* Shuttl. et *G. scorpius* (L.) Lam., p 80.
- Figure 27 : Gradients climatiques des taxons du genre *Genista* : *G. germanica* L., *G. pilosa* L., *G. tinctoria* L., *G. anglica* L., *G. cinerea* (Vill.) DC., *G. hispanica* L., *G. pilosa* var. *jordani* Shuttl. et *G. scorpius* (L.) Lam., 81.
- Figure 28 : Gradients géographiques des taxons du genre *Lonicera* : *L. implexa* Aiton, *L. etrusca* Santi, *L. nigra* L., *L. alpigena* L., *L. periclymenum* L. et *L. xylosteum* L., p 84.
- Figure 29 : Gradients climatiques des taxons du genre *Lonicera* : *L. implexa* Aiton, *L. etrusca* Santi, *L. nigra* L., *L. alpigena* L., *L. periclymenum* L. et *L. xylosteum* L., p 85.
- Figure 30 : Exemple de comportement climatique pour *Juniperus communis* L. d'après Thompson *et al.*, 1999, p 90
- Figure 31 : Comparaison entre les comportements climatiques de *Ceratonia siliqua* L. présent, issus de l'étalonnage probabiliste réalisé en 1994 (graphique du haut) et celui réalisé en 2000 (graphique du bas), p 93.
- Figure 32 : Extrait du dendrogramme réduit des phytoclimats sur trois niveaux de synthèse, p 97.

Figure 33 : **Groupe 1905** : Groupe de 1906 plantes, dont *Fumana coridifolia* (Vill.) P.F. et *Galeopsis tetrahit* L., peu ou pas indicateur de climat moyen durant toute l'année, fréquent dans les régions littorales, montagnardes et méditerranéennes, p 99.

Figure 34 : **Groupe 2468** : Groupe de 564 plantes, dont *Succisa praemorsa* (Gilib.) Ascherson, et *Crataegus monogyna* Jacq., peu ou pas indicateur de valeurs moyennes durant toute l'année et réparti en région continentale, p 101.

Figure 35 : **Groupe 1407** : Groupe de 1408 plantes, dont *Fumana coridifolia* (Vill.) P.F. et *Cerastium tetrandrum* Curtis, moyennement indicateur de températures maximales en hiver et des températures minimales en été, localisé en région méditerranéenne et sur le littoral atlantique, p 103.

Figure 36 : **Groupe 1904** : Groupe de 498 plantes, dont *Galeopsis tetrahit* L. et *Phyteuma michelii* (All.) Rchb., indicateur de températures inférieures à très inférieures durant toute l'année et moyennement indicateur de précipitations supérieures surtout en été, des montagnes de France, p 105.

Figure 37 : **Groupe 2254** : Groupe continental de 350 plantes, dont *Succisa praemorsa* (Gilib.) Ascherson et *Euphorbia dulcis* L., moyennement indicateur de températures hivernales moyennes inférieures, p 107.

Figure 38 : **Groupe 2467** : Groupe de 214 plantes, dont *Crataegus monogyna* Jacq. et *Viola odorata* L., non indicateur d'un climat moyen, p 109.

Figure 39 : **Groupe 1345** : Groupe de 1346 plantes méditerranéo-atlantiques, dont *Fumana coridifolia* (Vill.) P.F. et *Vicia sativa* L., moyennement indicateur des températures maximales supérieures en automne et en hiver et minimales supérieures en été, p 111.

Figure 40 : **Groupe 1406** : Groupe du littoral atlantique de 62 plantes, dont *Cerastium tetrandrum* Curtis et *Atriplex litoralis* L., très indicateur d'un climat de régime océanique, p 113.

Figure 41 : **Groupe 1684** : Groupe de 278 plantes de moyennes montagnes, dont *Galeopsis tetrahit* L. et *Silene rupestris* L., indicateur de températures inférieures en automne et en hiver, p 115.

Figure 42 : **Groupe 1903** : Groupe de 220 plantes des moyennes et hautes montagnes de France, dont *Phyteuma michelii* (All.) Rchb. et *Draba aizoides* L., très indicateur de températures maximales extrêmement inférieures pendant presque toute l'année et extrêmement indicateur de températures minimales moyennes extrêmement inférieures en hiver, p 117.

Figure 43 : **Groupe 2216** : Groupe de 312 plantes, dont *Succisa praemorsa* (Gilib.) Ascherson et *Eupatorium canabum* L., des plaines continentales du nord-est de la France, moyennement indicateur de températures maximales moyennes inférieures en automne et en hiver, p 119.

Figure 44 : **Groupe 2253** : Groupe de 38 plantes des basses montagnes, dont *Euphorbia dulcis* L. et *Tussilago farfara* L., moyennement indicateur de températures minimales inférieures pendant presque toute l'année, p 121.

Figure 45 : **Groupe 2424** : Groupe de 171 plantes de plaines, dont *Crataegus monogyna* Jacq. et *Castanea sativa* Mill., non indicateur de climat moyen, p 123.

Figure 46 : **Groupe 2456** : Groupe de 33 plantes de plaines de l'Europe tempérée, dont *Polygonum convolvulus* L. et *Odontites rubra* Gilib., moyennement indicateur d'un climat moyen, p 125.

Figure 47 : Exemple de gradient méditerranéo-atlantique à méditerranéen observé à partir des répartitions géographiques de huit groupes phytoclimatiques, p 128.

Figure 48 : Exemple de gradient méditerranéo-atlantique à méditerranéen observé à partir des comportements climatiques des groupes, p 129.

Figure 49 : Exemple de gradient de continentalité observé à partir des répartitions géographiques des groupes, p 131.

Figure 50 : Exemple de gradient de continentalité observé à partir des comportements climatiques des groupes, p 132.

Figure 51 : Exemple de gradient d'altitude observé à partir des répartitions géographiques des groupes, p 133.

Figure 52 : Exemple de gradient d'altitude observé à partir des comportements climatiques des groupes, p 134.

Figure 53 : Une nouvelle carte de végétation de l'Europe, détail, d'après Ozenda et Borel (2000), modifié, p 137.

Figure 54 : Comportements climatiques de *Euphorbia paralias* L. et de *Cakile maritima* Scop., p 139.

Figure 55 : Comportements climatiques de *Eriophorum vaginatum* L. et de *Andromeda polifolia* L., p 139.

Figure 56 : Comportements climatiques de *Arundo phragmites* L. et de *Typha angustifolia* subsp. *domingensis* Pers., p 140.

Figure 57 : Localisation du satellite NOAA 14 le 22/03/2001 à 15h29 UT. Image issue du site Internet de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) : <http://liftoff.msfc.nasa.gov/temp/NOAA14Loc.html>, p 143.

Figure 58 : Exemple d'une image présentant des artéfacts (le 12/07/99). On remarque nettement la présence d'un trait parcourant la France du nord au sud, p 146.

Figure 59 : Relation entre l'indice de végétation NDVI et la biomasse aérienne (d'après Tucker, 1979 in Bonn, 1996), p 148.

Figure 60 : Relations entre, d'une part, la production primaire nette (en g de matière sèche par m² et par an), d'autre part la température moyenne (en haut), et les précipitations annuelles (en bas), (d'après Lieth, 1975 in Barbault, 1990), p 149.

Figure 61 : Comparaison entre les synthèses numériques du NDVI du mois de juillet, p 151.

Figure 62 : Echantillonnage d'*Ulex europaeus* L. et de *Pistacia lentiscus* L. dans les valeurs des pixels NOAA AVHRR pour le NDVI de juillet, p 152.

Figure 63 : Occurrences réduites d'*Ulex europaeus* L. et de *Pistacia lentiscus* L. dans les valeurs des pixels NOAA AVHRR de 1,1 km de côtés pour le NDVI de juillet, p 153.

Figure 64 : Occurrences réduites d'*Ulex europaeus* L. et de *Pistacia lentiscus* L. dans les valeurs médianes des pixels NOAA AVHRR de 5,5 km de côtés pour le NDVI de juillet, p 154.

Figure 65 : Localisation des 11.083 pixels NOAA AVHRR de 5,5 km de côté sélectionnés pour l'étalonnage satellitaire de la flore de France, p 154.

Figure 66 : Image du NDVI maximal du mois de décembre obtenue après la classification des pixels en 20 classes d'effectifs égaux, p 156.

Figure 67 : Exemple de relations entre un taxon (*Pinus halepensis* Mill. présent) et six grandeurs satellitaires mensuelles sélectionnées : NDVI maximal, NDVI médian, NDVI moyen, NDVI cumulé, Canal 1 (R) et Canal 2 (PIR), p 157.

Figure 68 : Exemples de plantes indicatrices des valeurs spectrales des milieux dans lesquels elles vivent : *Pistacia lentiscus* L., *Rhododendron ferrugineum* L., *Sambucus racemosa* L. et *Genista anglica* L., p 158.

Figure 69 : Image de la végétation de la France (d'après Pauseder in Brunet et Auriac, 1995, modifiée), p 160.

Figure 70 : Exemple de comportements spectraux de taxons de milieux de montagnes : *Larix decidua* Mill., *Lonicera alpigena* L et *Melampyrum silvaticum* L., p 162.

Figure 71 : Exemple de comportements spectraux de taxons de milieux méditerranéens : *Pinus halepensis* Mill., *Cistus albidus* L. et *Brachypodium ramosum* (L.) R. & S., p 164.

Figure 72 : Exemple de comportements spectraux de taxons de plaines et de collines continentales : *Prunus padus* L., *Ulmus levis* Pallas et *Anemone ranunculoides* L., p 166.

Figure 73 : Exemple de comportements spectraux de taxons de landes et de forêts de l'ouest : *Salix cinerea* var. *atrocinerea* Brot., *Ulex nanus* Forst. et *Peucedanum gallicum* Latourette, p 168.

Figure 74 : Exemple de comportements spectraux de taxons de milieux littoraux : *Eryngium maritimum* L., *Ammophila arenaria* (L.) Link et *Convolvulus soldanella* L., p 170.

Figure 75 : Exemple de comportements spectraux de taxons de ripisylves et de milieux aquatiques dulçaquicoles : *Populus nigra* L., *Symphytum officinale* L. et *Ceratophyllum demersum* L., p 172.

Figure 76 : Exemples de gradients géographiques mis en évidences par les espèces du genre *Rhamnus* : *R. saxatilis* Jacquin, *R. alaternus* L., *R. frangula* L., *R. cathartica* L., *R. alpina* L. et *R. pumila* L., p 174.

Figure 77 : Exemples de gradients de comportements spectraux de milieux mis en évidences par les espèces du genre *Rhamnus* : *R. saxatilis* Jacquin, *R. alaternus* L., *R. frangula* L., *R. cathartica* L., *R. alpina* L. et *R. pumila* L., p 175.

Figure 78 : Exemples de gradients géographiques et spectraux mis en évidences par quatre espèces du genre *Quercus* : *Q. coccifera* L., *Q. suber* L., *Q. ilex* L., et *Q. toza* Bosc., p 177.

Figure 79 : Exemples de gradients géographiques et spectraux mis en évidence par quatre espèces du genre *Gentiana*: *G. kochiana* Perrier et Song., *G. verna* L., *G. campestris* L. et *G. lutea* L., p 179.

Figure 80 a : Exemples de comparaisons entre phytoclimats et indications de caractéristiques spectrales par les plantes : *Rhododendron ferrugineum* L., *Quercus coccifera* L., *Ulmus levis* Pallas et *Quercus toza* Bosc., p 182.

Figure 80 b : Exemples de comparaisons entre phytoclimats et indications de caractéristiques spectrales par les plantes : *Erica cinerea* L., *Salix alba* L., *Prunus spinosa* L. et *Lagurus ovatus* L., p 183.

Figure 81 : Tendances des valeurs moyennes et médianes des pixels au cours de l'année, p 186.

Figure 82 : Tendances des valeurs maximales des pixels au cours de l'année, p 186.

Figure 83 : Tendances des valeurs cumulées des pixels au cours de l'année, p 187.