

Synthèses

Bioclimatologie

Concepts et applications

Sané de Parcevaux, Laurent Huber



35632

éditions
Quæ

ECL84

Collection Synthèses

35632

②

Bioclimatologie

Concepts et applications



S. de Parcevaux et L. Huber



Table des matières

Avant-propos	1
Introduction.....	3
Définition et place de la bioclimatologie.....	3
Domaine et particularités de la bioclimatologie.....	4
Constitution et organisation de l'espace.....	5
Homogénéité et hétérogénéité de l'espace.....	5
Organisation spatio-temporelle.....	5
Quantité et qualité : énergie et information.....	7
Systèmes et interfaces.....	7
Structure, évolution et fonctionnement des systèmes.....	8
Réflexions épistémologiques.....	9
Laboratoire ou conditions naturelles.....	9
Globalisme et réductionnisme.....	10
Régime permanent, variable et transitoire.....	11
Stratégies et tactiques adaptatives.....	11
Modélisation.....	12
1. Transferts d'énergie par rayonnement	
Généralités.....	15
Nature et qualité du rayonnement.....	15
Interaction des rayonnements et de la matière.....	17
Phénomènes élémentaires.....	17
Réflexion : albédo, couleur.....	17
Transmission : transparence, opacité, diffusion.....	19
Absorption et émission : lois du rayonnement.....	23
Hyperfréquences ou micro-ondes.....	28
Quelques définitions concernant le rayonnement.....	28
Mesure du rayonnement.....	30
Principes et appareils.....	30
Détecteurs thermiques.....	30
Détecteurs quantiques.....	34
Détecteurs hyperfréquences.....	34
Unités.....	34
Unités énergétiques.....	35
Unités photométriques.....	35
Unités photoniques.....	36

Résultats.....	37
Constante solaire.....	37
Causes des fluctuations du rayonnement solaire reçu au sol.....	37
Causes astronomiques : distance terre-soleil,	
Déclinaison et équation du temps.....	37
Causes atmosphériques : extinction et ennuagement.....	37
Fluctuations du rayonnement solaire et de la durée d'insolation.....	42
Variations des rayonnements de grandes longueurs d'onde.....	42
Bilan du rayonnement : effet de serre.....	46
Rayonnement net.....	46
Bilan général.....	47
Effet de serre.....	47
Importance biologique et agronomique du rayonnement.....	49
Interactions du rayonnement et des systèmes vivants.....	50
Rayonnement et feuille.....	50
Rayonnement et couvert végétal.....	51
Effets des brise-vent sur le rayonnement.....	54
Pénétration du rayonnement dans le pelage.....	56
Importance écologique de l'éclairage et adaptation à l'ombrage.....	56
Phototropisme.....	57
Photopériodisme.....	58
Lumière et différenciation des stomates.....	60
Éclairage artificiel et croissance des plantes.....	61
Applications agronomiques de la télédétection.....	62
Signification des mesures.....	62
Indices de végétation : biomasse et rendement.....	64
Hyperfréquences, végétation et sol.....	65
Conclusion.....	66
Exercices.....	67

2. Transferts dans l'air : vent

Généralités.....	69
Circulation atmosphérique.....	69
Caractéristiques et composition de l'atmosphère.....	69
Pression atmosphérique : cyclone et anticyclone.....	72
Forces s'exerçant sur une particule d'air.....	73
Structure de l'atmosphère : couches limites.....	76
Nature de l'écoulement au voisinage d'une surface.....	79
Convection.....	83
Processus des transferts atmosphériques.....	86
Transferts en air calme par diffusion des constituants.....	87
Transferts turbulents de la surface à l'atmosphère.....	93
Mesure.....	98
Mesure de la pression.....	98
Mesure de la direction et de la vitesse du vent.....	100
Les anémomètres soniques.....	101
Les anémomètres thermiques.....	102

Les anémomètres laser à effet Doppler.....	102
Les anémomètres à pression dynamique.....	103
Les anémomètres dont le capteur utilise l'énergie cinétique de l'air.....	103
Mesure des flux turbulents au-dessus d'un couvert végétal.....	104
Mesure des fluctuations.....	104
Mesure des gradients.....	106
Variations de la vitesse du vent dans la biosphère.....	107
Échelle locale.....	107
Profils.....	107
Turbulence.....	109
Échelle du paysage.....	111
Échelle régionale.....	113
Importance agronomique.....	114
Dégâts dus au vent.....	114
Érosion éolienne.....	114
Effets sur les végétaux.....	119
Transport des particules d'origine biologique (graines, spores, pollens).....	123
Généralités.....	123
Dispersion atmosphérique des bioaérosols à l'échelle locale (1 m-1 km).....	124
Dispersion des spores par éclaboussement de gouttes de pluie (échelle : 1 cm-1 m).....	126
Dynamique et impact de polluants gazeux à l'interface biosphère-atmosphère.....	127
Brise-vent et bocage.....	130
Effets d'un brise-vent isolé.....	130
Effets d'un réseau de brise-vent (bocage).....	132
Conclusion.....	133
Exercices.....	134

3. Transferts de chaleur : température

Généralités.....	135
Température et chaleur.....	135
Rôle du bilan radiatif : effet de serre.....	137
Propagation de la chaleur : conduction.....	138
Notion de moyenne, d'amplitude, de normale.....	139
Mesure (repérage).....	140
Principales méthodes de détermination de la température.....	140
Mesures par contact.....	140
Mesures à distance.....	143
Indice actinothermique.....	144
Résultats.....	145
Variations en un même lieu dans le temps et l'espace.....	145
Variations d'un lieu à un autre : climat et microclimat.....	150
Évolution historique du climat.....	151
Température et plantes : importance agronomique.....	153
Action sur la croissance durant une phase de différenciation.....	154

Somme des températures (cas où la variation est linéaire)	155
Notion de Q_{10} : cas où la variation est exponentielle.....	157
Action sur la différenciation.....	157
Thermopériodisme	158
Accidents dus aux températures extrêmes et concernant les plantes....	158
Par le froid.....	159
Par le chaud (échaudage physiologique).....	166
Modifications du microclimat thermique	167
Brise-vent et bocage	167
Serre	168
Conclusion	169
Exercices.....	171

4. Transferts d'eau et d'énergie

Généralités.....	173
Propriétés et structure de l'eau : la liaison hydrogène	173
Eau à l'état statique : eau libre, eau liée, eau de constitution.....	177
Eau libre	177
Eau liée	182
Dynamique de l'eau	190
Résistance, conductance	190
Conductivité hydraulique.....	191
Stomates	192 x
Cycle de l'eau.....	193
Apports au niveau du sol	193
Pertes d'eau au niveau du sol : évaporation	197
Mesure.....	201
Teneur en eau, humidité	201
Mesure de l'humidité du sol.....	202
Mesure de l'humidité de l'air	202
Mesure de l'humidité des végétaux.....	204
Potentiel hydrique	204
Potentiel hydrique des végétaux.....	204 x
Potentiel hydrique du sol.....	205
Précipitations	206
Évaporation, évapotranspiration : bilan d'énergie.....	208
Mesure de l'évaporation et de l'évapotranspiration	208
Calcul de l'évapotranspiration.....	210
Résultats.....	211
Pluie	211
Tension de vapeur d'eau dans l'air.....	212
Potentiel	213
Évaporation, évapotranspiration	213
« Demande » climatique	213
Déficit théorique.....	214
Importance biologique et agronomique de l'eau.....	216
Contraintes dues à l'eau	216

Grêle	216
Excès d'eau.....	217
Persistance d'eau liquide sur la végétation	220
Insuffisance d'eau : aridité.....	221
Offre en eau du sol.....	222
Infiltration	223
Réserve en eau du sol (RU).....	224
Foisonnement du sol	228
Demande : évapotranspiration, advection	229
Eau dans la plante : point de vue dynamique.....	232
Estimation de l'équilibre offre-demande : flux de sève.....	233
Transpiration : réponse à la demande.....	234
Absorption.....	235
Plantes isohydriques et anisohydriques.....	238
Modifications possibles à l'échelle agronomique de l'équilibre offre-demande.....	239
Importance de la durée du jour sur la demande instantanée	243
Périodes sensibles, périodes critiques, coefficient cultural	244
Adaptation à la sécheresse : esquivé, évitement, tolérance	246
Conclusion	247
Exercices.....	248

5. Transferts de gaz carbonique : métabolisme

Généralités.....	251
Propriétés : diffusion, thermodiffusion	252
Cycle du carbone	253
Gaz carbonique et climat : effet de serre de l'atmosphère	254
Métabolisme : respiration et photosynthèse	254
Sources et puits. Respirations de croissance et d'entretien.....	255
Mesure.....	260
Résultats.....	261
Bilan et évolution du gaz carbonique au niveau du globe	261
Variations de la teneur en gaz carbonique dans une culture	263
Importance agronomique.....	263
Photosynthèse : facteurs limitants	263 x
Photosynthèse et lumière.....	264
Photosynthèse et température.....	264
Photosynthèse et gaz carbonique.....	265
Photosynthèse et eau.....	267
Photosynthèse et azote.....	267
Photosynthèse et indice foliaire	268
Respiration.....	269 x
Rôle et comportement des stomates en fonction des facteurs du milieu.....	270
Ordre de grandeur des résistances	271
Régulation stomatique	271
Effets de la sécheresse	273 x

Efficiencie.....	274
Efficiencie de conversion de l'énergie solaire	274
Efficiencie de l'eau : importance de la diversité.....	275
Production de biomasse, rendement, modélisation.....	285
Influence du gaz carbonique atmosphérique sur la température et les plantes.....	287
Effet sur la photosynthèse d'une augmentation de la concentration en gaz carbonique.....	288
Effet sur l'efficiencie de l'eau.....	289
Conclusion	289
Exercices.....	290
X Conclusion	
Quelques caractéristiques de la recherche en bioclimatologie	291
Agrométéorologie	292
Zonage agro-pédoclimatique	294
Réflexions sur l'aménagement du territoire et l'utilisation de l'espace	295
Fonctionnement des écosystèmes.....	295
Exemples de changements souhaitables	298
Villes nouvelles	298
Bocages	298
Écosystèmes et aménagement du territoire.....	299
Possibilités de recherches en bioclimatologie	300
Annexes.....	303
Références bibliographiques	307
Index.....	315

La bioclimatologie étudie les relations entre l'environnement physique et les organismes vivants. Synthèse entre les sciences physiques et biologiques, cette discipline - initiée au sein de l'Inra par Henri Geslin - contribue fortement à la compréhension des relations entre les écosystèmes cultivés ou naturels et le climat ; elle permet par conséquent l'amélioration des techniques agricoles avec notamment la définition des conditions de culture et la lutte contre les stress ou les intempéries (sécheresse, gel, vent...), tout en veillant au respect de l'environnement.

Les bases physiques et biologiques exposées dans cet ouvrage, ainsi que diverses méthodes de mesure ou d'analyse, permettent de proposer des alternatives aux approches fondées sur des relations empiriques ou statistiques. Le lecteur trouvera également de nombreux exemples d'applications qui découlent de ces principes.

Cet ouvrage est destiné aux étudiants et aux futurs ingénieurs en agronomie, écologie végétale, agrométéorologie, sciences de l'environnement, de même qu'aux professionnels de l'agriculture et aux chercheurs de disciplines connexes (géographie, aménagement ...).

Sané de Parcevaux, ingénieur agronome, physicien, docteur ès sciences et directeur de recherche à l'Inra a été directeur du Centre d'études phytosociologiques et écologiques au CNRS, puis adjoint au chef de département de biologie du CEA et chargé de cours dans plusieurs établissements supérieurs. Il a participé à la formation des conseillers agricoles dans le cadre de l'assemblée permanente des chambres d'agriculture.

Laurent Huber est docteur-ingénieur en sciences agronomiques, habilité en sciences de la vie et directeur de recherche à l'Inra. Au sein de l'Unité mixte de recherche Inra-AgroParisTech Environnement et Grandes Cultures (EGC), il consacre à présent ses recherches sur la dispersion de particules biotiques (spores, pollen) par la pluie et le vent. Il coordonne l'équipe de recherche Biosphère-Atmosphère de l'UMR EGC sur le site de Grignon.

En couverture : Paysage autour de Vézelay dans l'Yonne. Cliché de Christophe Maitre (Photothèque Inra Paris).

éditions
Quæ

Éditions Cemagref, Cirad, Ifremer, Inra
www.quae.com

ISBN : 978-2-7592-0047-4
ISSN : 1777-4624
Réf. : 02046

Prix TTC : 45 €

