



Dynamique des herbages

André Voisin

Cet ouvrage a été dirigé par Mathieu Archambeaud.

Dynamique des herbages

© Éditions France Agricole
2018

ISBN : 978-2-85557-579-7



8, cité Paradis
75493 Paris cedex 10

Tous droits réservés pour tous pays.

Aux termes de l'article 40 de la loi du 11 mars 1957 « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite ». L'article 41 de la même loi n'autorise que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et « les analyses et courtes citations », « sous réserve que soient indiqués clairement le nom de l'auteur et la source ». Toute représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, ne respectant pas la législation en vigueur, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 à 429 du Code pénal.

Biographie



André Marcel Voisin est né le 7 janvier 1903 à Dieppe, de parents paysans. Après une première partie de scolarité à Dieppe, il est inscrit au collège Louis-le-Grand à Paris. Il effectue son service national dans la Marine nationale en 1923 et le termine avec le grade d'enseigne de vaisseau. Il obtient, en 1924, un diplôme de biochimie à l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris. Voisin commence sa carrière professionnelle comme ingénieur dans l'industrie du caoutchouc. Ses facilités avec la langue allemande l'amènent à l'université de Heidelberg en 1936, où il soutient une thèse intitulée « Goethe et la France » ; il est fait citoyen d'honneur de la ville de Heidelberg.

Une carrière militaire

À la déclaration de guerre en 1939, Voisin quitte l'industrie et rejoint les forces navales françaises en Algérie. Au cours d'une mission en Méditerranée, il est sérieusement blessé et passera sept mois à l'hôpital du Val de Grâce à Paris. Remis de ses blessures, il participe à plusieurs engagements armés, dont la campagne de Narvik en Norvège. Après l'armistice de 1940, il est évacué vers l'Angleterre depuis Cherbourg. Il y rencontre l'amiral Thierry d'Argenlieu et devient l'attaché de l'amiral Émile Muselier, chef des Forces navales françaises libres.

En octobre 1940, de retour en France, il rejoint la ferme familiale qu'il commence à administrer. De 1941 à 1944, il participe à la Résistance en assurant des approvisionnements mais réalisant également des traductions. En mars 1943, il se fait l'avocat d'un fermier menacé du peloton d'exécution.

Il épouse Marthe Rosine Fernagu à Paris courant 1943. Après la libération de Paris en août 1944, il laisse la ferme du Talou aux soins de son épouse et rempile comme Lieutenant dans un régiment des Troupes de Marine et vivra la bataille des Vosges. Il est de nouveau blessé en Alsace à Benfeld.

En 1946, André Voisin publie ses mémoires de guerre : *Un seul pied sur la terre* (Mirambeau et Cie ; janvier 1946 — épuisé).

Le retour à la terre et l'œuvre scientifique

Après avoir fait son devoir, Voisin retourne sur sa ferme à Gruchet en 1945. Il y observera longuement les vaches pâturer les prairies. Ces observations le mèneront à poser les lois du pâturage et sera à la base de ses nombreux travaux de ce qu'il appellera « la rencontre de la vache et de l'herbe ».

À partir des années cinquante, ses recherches attirent l'attention. Il reçoit de nombreuses visites sur sa ferme et est invité dans le monde entier pour en parler : aux États-Unis en 1951, en Grande-Bretagne, en Irlande et en Allemagne. En 1956, il est fait professeur associé de l'École vétérinaire de Maisons-Alfort et devient membre de l'Académie d'Agriculture.

C'est durant cette période qu'il publie *Productivité de l'herbe* (1957), *La vache et l'herbe* (1958), *Sol, herbe et cancer* (1959), *Dynamique des herbages* (1960), *Le pâturage rationnel* (1962), *Tétanie de l'herbe* (1963) et enfin *Le sol, la plante et l'animal* (1964).

Alors qu'il réalise une série de conférences à Cuba en décembre 1964, il décède des suites d'un infarctus le 21 décembre : Fidel Castro annonce sa mort à la télévision le soir même et André Voisin aura des funérailles nationales. Son corps est toujours enterré à Cuba. Son épouse Martha l'y rejoindra en 2006 à l'âge de 105 ans.

Héritage

Si les travaux d'André Voisin ont très tôt connu un fort succès à Cuba, il faudra attendre les années 1980 pour que les Anglo-Saxons le redécouvrent, avec des agronomes tels que Allan Nation, Allan Savory ou Joël Salatin. Ce n'est que très récemment que l'agriculture française a redécouvert l'œuvre de l'un des siens. Ses travaux sont aujourd'hui considérés comme ayant fortement contribué à l'établissement des principes de la permaculture, de l'agroécologie, de la gestion holistique ou encore du mouvement du « retour à l'herbe ».



Avant-propos

Les éditions France Agricole rééditent aujourd'hui les ouvrages d'André Voisin, agronome atypique et écologue avant l'heure qui avait compris le lien étroit qui unit le sol, la plante, l'animal et la civilisation.

Encensé en son temps, André Voisin fera des émules tout d'abord dans le Cuba boycotté des années 1960, puis sera découvert avec le renouveau agronomique anglo-saxon des années 1980-1990. Nul n'étant prophète en son pays, il faudra attendre l'engouement français pour l'agroécologie de ces dernières années pour que les éleveurs et les agronomes français redécouvrent les travaux de ce Normand à la fois paysan enraciné et scientifique de renom.

Publié en 1960, *Dynamique des herbages* est le quatrième ouvrage d'André Voisin (cinquième si on compte ses mémoires de guerre), spécifiquement consacré à l'écologie de la prairie pâturée. Il y approfondit ce qu'il a précédemment abordé dans son *Productivité de l'herbe* publié en 1957 et également réédité par les Éditions France Agricole. Ce véritable traité d'agroécologie étudie le fonctionnement de la prairie, soumise non seulement à la dent des bovins mais également à la main de l'homme (mélange d'espèces, resemis, fertilisation, amendement, gestion de l'humidité, etc.). Plus surprenant pour l'époque, André Voisin insiste sur le rôle fondamental de l'activité biologique et des vers de terre en particulier, qualifiés pour l'occasion de « créateur de civilisations ».

Bonne lecture.

Matthieu Archambeaud
Directeur de collection

Préface

Le nom d'André Voisin m'évoque d'abord la découverte, dans les années 1970, de vieux livres reliés à l'ancienne, à la Bibliothèque des sciences de l'Université catholique de Louvain. Je me souviens y avoir découvert dans un rayonnage *Dynamique des herbages*, *Productivité de l'herbe*, *Sol, herbe et cancer*. Ces titres m'ont vivement intrigué et attiré. En parcourant rapidement ces ouvrages sur une table de consultation de la bibliothèque, j'ai compris l'importance déterminante que ces livres allaient avoir pour moi et pour ma passion pour l'écologie et la gestion des prairies. Je les ai immédiatement empruntés et dévorés dans les jours qui suivirent. Je m'en félicite encore aujourd'hui. J'ai eu la chance d'avoir quatre mentors qui m'ont beaucoup appris sur la science et la gestion des prairies, deux Belges, un Normand et un Écossais. Bien que n'ayant jamais rencontré André Voisin, décédé lorsque j'avais huit ans, je le considère aussi comme une des personnes qui m'ont le plus influencé dans ma carrière de chercheur et d'agronome.

André Voisin était un homme brillant, charismatique, éminemment humain. C'était un visionnaire et un précurseur, ouvert aux autres et au monde. Bien que chimiste de formation, il était indéniablement aussi un écologue et un agronome.

C'était avant tout un homme curieux, intéressé par la philosophie, les problèmes du monde et des civilisations. Lors de son séjour d'étude à l'Université d'Heidelberg par exemple, il écrit une thèse intitulée « Goethe et la France » et il est, dans la foulée, élu Citoyen d'honneur de la cité d'Heidelberg¹. Il n'avait alors que trente-trois ans.

Il ne craignait ni les contradictions ni les critiques de ceux qui s'arrêtent aux apparences. Le « Gaulliste classique » qu'il était, d'après le socialiste Gérard Pestrinaux², répondit sans hésiter à l'invitation du révolutionnaire Fidel Castro lorsque celui-ci l'invita à partager ses connaissances avec des agriculteurs et des agronomes cubains.

Comme scientifique, André Voisin, a compris l'importance de l'approche holistique et les limites de l'approche analytique. Il est le premier à écrire que l'interaction entre la vache et l'herbe ne peut se déduire des deux éléments pris isolément lorsque la vache est alimentée à l'étable et l'herbe coupée mécaniquement. Il décrit joliment cette interaction par l'expression devenue mondialement célèbre : « La rencontre de la vache et de l'herbe ».

Source d'inspiration encore aujourd'hui pour le mouvement bio, la gestion holistique d'Alan Savory³, la pratique de l'agroécologie⁴, André Voisin était en avance sur son temps.

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9_Voisin

2. https://en.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9_Voisin

3. Savory, A. and Butterfield, J. (1988) *Holistic Management : A New Framework for Decision Making*. Island Press, 616 p.

4. Peeters, A. and Wezel, A. (2017) *Agroecological Principles and Practices for Grass-based Farming Systems*. Chapter 11 in Wezel, A. (Ed.) *Agroecological Practices for Sustainable Agriculture*. World Scientific, Connecting Great Minds : 293-354.

Il a été honoré à de nombreuses reprises en France et à l'étranger. Parmi les distinctions les plus remarquables, il faut citer : docteur « honoris causa » de l'Université de Bonn (Allemagne fédérale) et de l'Université de La Havane (Cuba), membre de l'Académie d'agriculture de France, lauréat de l'Académie des sciences et de l'Académie vétérinaire de France ainsi que lauréat de l'Académie des sciences de Moscou. Il a aussi enseigné à l'École vétérinaire de Maisons-Alfort.

Le style littéraire d'André Voisin est clair et précis, ses expressions et ses titres de chapitre sont percutants, souvent énoncés selon des formules que le lecteur retient toute sa vie. À propos de la « protéine brute » par exemple, une notion abusive qui recouvre de nombreuses formes d'azote, pas seulement des protéines, il titre avec humour : « Une brute qui porte bien son nom ». Ses livres techniques se lisent comme des romans, le fil des chapitres successifs se déroule comme une intrigue à rebondissements dont on découvre progressivement les tenants et les aboutissants. Le grand « Théâtre du pâturage et mesnage des prairies », pour paraphraser Olivier de Serres⁵, s'y met en place et on s'y laisse emporter par l'histoire de cette pièce sans cesse renouvelée.

Dynamique des herbages a été publié en 1960, c'est-à-dire trois ans après son autre livre capital, *Productivité de l'herbe*. Les deux ouvrages restent pertinents près de soixante ans plus tard parce qu'ils abordent les questions essentielles et les phénomènes fondamentaux de leurs sujets respectifs et surtout grâce au sens aigu de l'observation d'André Voisin et à sa faculté de discerner l'essentiel de l'accessoire, et aussi de traduire les connaissances de son époque en méthodes de gestion pratique. Bien sûr, les connaissances scientifiques et techniques ont progressé depuis la première parution de ses ouvrages et c'est rassurant, mais ils constituent toujours une merveilleuse introduction aux connaissances actuelles. Ils ont aussi la capacité de créer des vocations, de susciter des enthousiasmes grâce à la magie du « style Voisin ». Leur réédition est donc plus que justifiée et souhaitable.

Les livres d'André Voisin ont été traduits dans de nombreuses langues (allemand, anglais, espagnol, hongrois, italien, japonais, polonais, portugais et russe) et diffusés sur plusieurs continents dont l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Océanie et l'Europe. Au cours du dernier tiers du xx^e siècle, les idées de Voisin ont créé de très nombreux émules, notamment au Canada, aux États-Unis, au Brésil, en Argentine et en Nouvelle-Zélande, cinq grands pays d'élevage et de pâturage⁶. Il y est sans doute et, paradoxalement, plus connu qu'en France et en Europe. C'est une autre bonne raison de rééditer son œuvre en français.

Dynamique des herbages est un livre d'écologie végétale mais une écologie originale pour l'époque parce qu'elle explique les interactions entre les herbivores et les espèces végétales, s'intéresse à l'effet des fréquences de coupes sur le couvert prairial, un facteur qui s'est révélé essentiel au fil des recherches ultérieures, pose la question de l'intérêt des resemis de prairies et décrit l'importance de la vie du sol et des vers de terre en particulier. Bien sûr, le livre aborde aussi les effets classiques de l'humidité, de l'acidité et de la richesse en nutriments des sols sur la végétation.

L'homme est présent dans l'écologie d'André Voisin, il herse, roule, applique des engrais et des herbicides, sème des semences, fait varier la charge de bétail, organise le pâturage...

5. De Serres, O. (1600) *Le Théâtre d'agriculture et mesnage des champs*. Jamet Mettayer, Paris, 1024 p.

6. Ville de Dieppe (2014) André Voisin : Agronome et chercheur, mondialement connu. Quinquengrogne, 51 : 3-7.

L'influence de tous ces facteurs sur la flore et la végétation est discutée et des enseignements pratiques en sont tirés. On est loin d'une écologie descriptive qui était largement pratiquée à l'époque. L'écologie d'André Voisin vise à comprendre les mécanismes écologiques en profondeur, à expliquer la nature et les effets des pratiques agricoles. Il la qualifie d'écologie dynamique par opposition à l'écologie statique, très développée dans la première moitié du xx^e siècle. Il s'oppose à « la conception d'un état naturel d'équilibre de la flore des herbages [...] qui suppose que les forces naturelles se trouvent dans un état d'équilibre que ne viennent troubler ni l'animal, ni l'homme⁷ ». Il reconnaît donc le rôle essentiel de l'herbivore et des pratiques agricoles sur l'évolution de la végétation.

André Voisin avait compris l'énorme importance du rôle de l'éleveur dans l'amélioration de la qualité des prairies. Il dénonçait en revanche le leurre des resems réguliers de prairies qui, certes, produisent plus sur le court terme mais produisent moins ensuite, au cours des longues « années de famine » et qui retournent progressivement à leur végétation initiale. Ces conceptions, à contre-courant pour l'époque, ont été confirmées depuis par Hopkins et ses collègues⁸.

Son chapitre sur les vers de terre est éminemment moderne à l'heure où l'on recommence à s'intéresser à la vie du sol après des décennies de « révolution verte », qualifiée souvent aussi d'agriculture conventionnelle. L'œuvre d'André Voisin s'inscrit dans la logique et les principes de l'agroécologie, même si l'auteur n'a jamais utilisé ce terme dans ses ouvrages.

André Voisin était également un éleveur, il avait hérité une ferme familiale de 130 hectares, Le Talou, à Gruchet-sur-Arques, en Seine-Maritime. Il l'a gérée à partir de 1945. Il y a expérimenté les effets de son système de pâturage tournant sur la flore et la végétation prairiales, sur la production des prairies et des animaux. Il s'est même impliqué dans le développement rural en créant une coopérative laitière, la Coopérative laitière du Talou dont il fut le président. Ce double métier de chercheur et d'éleveur-agriculteur a incontestablement contribué à rendre ses écrits et ses propositions crédibles auprès d'un large public international.

À Gentinnes, Brabant wallon, Belgique,
le 1^{er} mai 2018.

Alain Peeters
Professeur à l'Université catholique de Louvain (1990-2007)
et Directeur du Laboratoire d'Écologie des prairies.
Représentant de l'Europe de l'Ouest dans le Comité permanent pour l'organisation
du Congrès international sur les prairies, l'association mondiale des chercheurs
sur ce sujet, entre 1997 et 2005.
Depuis 2007, coordinateur du réseau inter-régional et coopératif de recherche et développement sur les pâtures et les cultures fourragères de la FAO et du CIHEAM.

7. Voisin A. (1960) *Dynamique des herbages*, La Maison Rustique, 319 p.

8. Hopkins, A., Gilbey, J., Dibb, C., Bowling, P.J. and Murray, P.J. (1990) Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 1. Herbage production and herbage quality. *Grass and Forage Science*, 45, 43-55.

Avertissement

Pour des raisons très valables, il est arrivé, fréquemment, qu'une plante porte plusieurs noms scientifiques. Cette multiplicité ne pouvant que nuire à la bonne compréhension, sur le plan mondial, des Congrès internationaux, de botanistes systématiciens fixèrent les règles d'une dénomination (taxonomie en terme de botaniste) applicable à tous les végétaux. Périodiquement des congrès se tiennent pour trancher toutes questions litigieuses à cet égard. Indiquons que les plus récents furent ceux de Stockholm en 1950, de Paris en 1954 et de Montréal en 1959.

Or, pour plusieurs des auteurs que nous avons cités et souvent parce qu'il s'agissait de travaux entrepris ou publiés antérieurement à la diffusion des décisions prises lors des congrès internationaux, les noms scientifiques employés pour désigner certaines plantes ne sont pas ceux admis officiellement aujourd'hui. Aussi, d'une part, pour rendre cet ouvrage homogène et, d'autre part, pour éviter toute confusion de la part de lecteurs non initiés à ces changements de vocables, nous avons pris la liberté, chaque fois que cela était nécessaire, de remplacer le nom latin d'une plante par celui qui est le plus couramment admis.

Malgré tous les soins apportés à cette uniformisation des dénominations scientifiques, nous avons pu commettre quelques erreurs. Nous nous en excusons par avance tant auprès de nos lecteurs qu'auprès des auteurs cités et des botanistes systématiciens.

D'un autre côté, en matière d'écriture des noms d'espèces, si l'emploi de la lettre minuscule au début du second nom est admise par les congrès internationaux de botanistes, nous avons, pour des raisons de logique grammaticale et suivant les conseils des systématiciens français, estimé préférable de conserver les règles anciennes.

Les deux exemples suivants permettront de mieux saisir les raisons et la portée de la ligne de conduite que nous avons adoptée :

1. Le « fromental », encore communément appelé « avoine élevée », fut autrefois classé dans le genre « *Avena* » et appelé *Avena elatius*. Aujourd'hui, il est devenu l'*Arrhenatherum elatius*. Nous avons donc adopté, uniformément : fromental = *Arrhenatherum elatius*, quels que soient les noms communs ou scientifiques employés par les auteurs que nous citons.
2. L'« achillée millefeuille » a pour nom scientifique *Achillea Millefolium*. Il a été conservé la majuscule à *Millefolium*, car ce dernier nom est celui de la plante avant la classification de Linné. En effet, s'il s'agissait simplement du qualificatif « millefeuille » en raison des règles latines d'accord du genre des mots, l'on aurait dû écrire *millefolia* (féminin) puisque *Achillea* est féminin. Dans ce cas, l'emploi de la majuscule pour *Millefolium* montre immédiatement qu'il ne s'agit pas d'une faute mais d'un nom ancien de cette plante.

Sommaire

Biographie	V
Avant-propos	VII
Préface	IX
Avertissement	XII
 PARTIE I – STATIQUE ET DYNAMIQUE DE L'ÉCOLOGIE DES HERBAGES	 1
1 Les différents facteurs écologiques.....	3
Qu'est-ce que l'écologie ?	3
Écologie végétale et écologie animale	3
Les cinq facteurs écologiques de Schennikov.....	3
Écologie statique et écologie dynamique.....	4
Les trois facteurs statiques	4
Les deux facteurs dynamiques	5
Définition élargie des facteurs biotiques	5
2 Aspect trop statique de l'écologie actuelle des herbages	6
Trop souvent la flore de l'herbage est considérée comme stable et définitive	6
Méconnaissance des méthodes de pâturage	6
3 Conception dynamique de l'écologie des herbages	8
Accorder la priorité aux facteurs biotiques	8
Étude des relations entre les méthodes d'exploitation et l'évolution de la flore.....	8
L'intervention de l'homme détermine la flore de l'herbage	9
4 Méthodes d'étude de l'écologie dynamique des herbages.....	10
Déterminer les causes de la dégradation de la flore.....	10
Étude individuelle des facteurs qui modifient la flore	10
Quand nous étudions un facteur écologique, gardons les yeux fixés sur l'ensemble des autres facteurs	11
Une toute petite introduction à l'écologie dynamique	11

PARTIE II – RELEVÉS DE LA FLORE DES HERBAGES	13
5 Différentes méthodes employées	15
Les relevés de la flore des herbages sont faits d'après des méthodes non homogènes	15
Comparaison des trois méthodes de détermination de la flore	16
Les méthodes de relevé de la flore ne sont pas toujours indiquées	17
PARTIE III – SENSIBILITÉ DES PLANTES D'HERBAGES À LA COUPE	19
6 Classification des plantes d'herbage d'après leur sensibilité à la coupe	21
Limitations d'une méthode très simplifiée	21
Graminées hautes et graminées basses	21
Degré progressif de résistance à la coupe	23
Sensibilité des herbes à la fréquence de coupe	23
Le même mélange semé de pâturin et de trèfle fournit une flore avec 80 % ou 1 % de trèfle	24
Sensibilité des herbes à la hauteur de coupe au-dessus du sol	25
La fréquence du nombre de coupes influence profondément aussi bien les bonnes que les mauvaises herbes	26
Influence de l'âge physiologique de la plante au moment de sa coupe ..	27
Pour détruire une mauvaise herbe par la coupe, il faut tenir compte de son stade végétatif	27
7 Influence du nombre de coupes sur la capacité de concurrence de la luzerne avec les plantes associées	29
Une expérience de la station d'Aberystwyth concernant l'influence de la fréquence des coupes	29
Un nombre élevé de coupes favorise l'envahissement de la luzerne par l'herbe	31
Le trèfle blanc ne se développe que si les coupes sont suffisamment fréquentes	32
8 Sensibilité différente au cisaillement par la dent de l'animal et à la coupe par une lame tranchante	33
Le pâturage exerce sur la flore des actions particulières et spécifiques ..	33
La « coupe » et le « cisaillement »	33
Fauche et pâturage créent deux flores différentes à partir du même mélange semé	34
Plantes de pâtures et plantes de prés de fauche	35

PARTIE IV – INFLUENCE DES MÉTHODES DE PÂTURAGE SUR LA FLORE.....	37
9 Action différente des espèces d'animaux sur la flore.....	39
« Récolte » de l'herbe	39
Bovins.....	39
Chevaux	40
Moutons.....	40
Porcs et oies.....	40
10 Influence du temps de repos entre deux pâturages sur l'évolution de la flore	41
Importance du temps de repos de l'herbe	41
Diagrammes d'évolution de la flore	41
Deux associations végétales différentes	41
Trois temps de repos constants, mais différents.....	43
Le pâturin commun est favorisé par un temps de repos court	44
11 Influence sur la flore de la mise à l'herbe au début de l'année ...	45
Dangers de mettre trop tôt à l'herbe	45
Végétation différente du ray-grass et du dactyle au début de la saison .	45
Trois flores différentes par suite du mode de mise à l'herbe.....	46
La mise à l'herbe dans la rotation des herbages	46
L'apport différentiel d'azote sur les parcelles au début de l'année	47
12 Le pâturage améliore les prés de fauche.....	48
Avantages du pâturage des prés de fauche	48
Avantages de faucher quelquefois les pâturages	48
L'alternance de la fauche et du pâturage.....	49
Le pâturage réduit les vides et les mauvaises herbes des prés de fauche	50
Combinaison du pâturage et des apports d'engrais pour améliorer la flore d'un pré de fauche	51
Le pâturage rationnel demeure l'outil le plus efficace d'amélioration de la flore.....	52
PARTIE V – INFLUENCE DU MÉLANGE SEMÉ SUR LA FLORE DE L'HERBAGE ..	55
13 Influence exercée par les quantités et les variétés semées.....	57
Études nombreuses sur les semis d'herbages	57
Meilleur établissement des variétés indigènes de dactyle et de ray-grass.....	57
Tallage des variétés indigènes et sélectionnées.....	59

14 Concurrence et entraide du trèfle blanc et de la graminée.....	61
L'optimum de quantité semée de graminée.....	61
Influence de la variation simultanée de la quantité semée de graminée et de trèfle blanc	62
Les « années de misère » ont commencé la troisième année qui a suivi le semis.....	63
La quantité semée de graminée ou de trèfle perd rapidement son influence sur la composition de la flore	64
15 Influence d'une plante de couverture sur l'évolution de la flore de l'herbage semé.....	66
La tradition paysanne est de semer le mélange de prairie temporaire sous une plante de couverture	66
Semis, soit direct, soit sous orge, du mélange d'une graminée avec trèfle blanc.....	67
Évolution de la flore du semis sur terre nue et sous plante de couverture	67
La plante de couverture influence le rendement de la prairie de manière très variable	69
Facteurs influençant la flore et le rendement de la prairie semée sous une plante de couverture	70
Règles générales et conditions particulières.....	71
16 Concurrence du ray-grass italien avec les autres plantes du mélange semé	72
Lutte entre les plantes semées	72
Le ray-grass d'Italie.....	72
Croissance rapide du ray-grass d'Italie	73
Grande « force de concurrence » du ray-grass d'Italie	73
La flore ayant l'apparence la plus rigoureuse donne le rendement le plus faible	74
Le ray-grass d'Italie refoule les graminées	74
La disparition du ray-grass d'Italie crée dans le gazon des vides longs à combler.....	75
PARTIE VI – ÉVOLUTION DE LA FLORE D'HERBAGES NOUVELLEMENT SEMÉS EN FONCTION DU MODE D'EXPLOITATION	77
17 Quatre méthodes de pâturage (avec des moutons) développent quatre flores bien différentes.....	79
Le même mélange va fournir quatre flores différentes	79
Les quatre méthodes de pâturage.....	79

Un pâturage, serré au mois de mars, favorise le développement du trèfle blanc.	80
18 Influence comparée de diverses méthodes de fauche et de pâturage sur le développement parallèle de la flore et des racines	81
Double intérêt des expériences de Poppelsdorf	81
Chacune des huit plantes semées devait théoriquement recouvrir la même surface de l'herbage.	82
Méthodes de pâturage et de coupe	82
Évolution de la flore.	83
Évolution de la masse totale et de la répartition des racines en profondeur.	84
Influence parallèle de la fréquence de coupe sur le tallage et les racines	84
Le mode d'exploitation exerce une influence profonde sur les racines. .	85
19 Plasticité de la flore	87
Les parcelles précédemment pâturées sont fauchées et celles précédemment fauchées sont pâturées	87
Trois ans après semis, le pâturage et la fauche ont créé deux flores totalement différentes.	87
La modification de la méthode d'exploitation agit rapidement sur la flore	87
20 La création d'herbages par engazonnement naturel	89
Quel que soit le mélange semé, la flore de l'herbage reprend le type local	89
L'écotype de la grande plaine des États-Unis	89
Lent retour de l'« herbe à bisons »	90
Deux vieilles méthodes paysannes.	90
L'engazonnement naturel à la suite d'une légumineuse	90
Variations comparatives des rendements d'herbages obtenus par engazonnement naturel et par semis de variétés sélectionnées . . .	91
Nécessité d'étudier les méthodes empiriques paysannes	91
Deux grands botanistes apprécient les qualités des herbes indigènes. . .	92
La vache préfère les variétés indigènes d'herbe	93
21 Difficultés de sélection des plantes de pâtures	94
Efforts considérables pour sélectionner de nouvelles variétés de plantes d'herbages	94
Il n'a pas été suffisamment tenu compte des méthodes d'exploitation dans la sélection des plantes d'herbage	94

Conséquences de la mauvaise adaptation au milieu des nouvelles variétés d'herbes.	95
22 Trois opinions sur l'évolution de la flore d'un herbage resemé. . .	96
Coup d'œil rétrospectif	96
Une opinion américaine	96
Une opinion allemande	96
Une opinion anglaise	97
PARTIE VII – LES « ANNÉES DE MISÈRE » DES HERBAGES RESEMÉS.	99
23 Chute du rendement des herbages resemés au cours des « années de misère »	101
Vieille expérience paysanne	101
Un fait fort ignoré, quoique souvent signalé.	101
Négation <i>a priori</i> des « années de misère »	102
Voix anglaises	102
Voix allemandes	103
Les « <i>Hungerjahre</i> »	103
Les « années de misère » de prés uniquement fauchés	104
Évolution comparative des rendements de pacages, améliorés avec et sans retournement	105
Les engrais agissent-ils sur les herbages dégradés ?	106
La chute moyenne de rendement au cours des « années de misère » . . .	107
Remontée lente du rendement de la prairie après les « années de misère »	108
Les « années de misère » s'accroissent après plusieurs retournements successifs.	108
Les soucis de deux agriculteurs anglais	109
24 L'évolution de la flore au cours des « années de misère ».	110
Extrême rareté des relevés de la flore portant sur de nombreuses années successives.	110
Modification de la flore au cours des quatre premières années qui suivent le resemis	110
Les « taches de misère ».	111
Mauvaise adaptation au milieu des plantes semées	112
Dynamique de l'association végétale de l'herbage resemé	112
La flore de l'herbage resemé tend vers la forme locale adaptée aux conditions du milieu	113

25	Les caractéristiques physiques du sol au cours des « années de misère » sont très différentes de celles des vieilles pâtures . . .	115
	Devons-nous chercher dans le sol ou dans la plante la cause des « années de misère » ?	115
	État physique défectueux du sol au cours des « années de misère » . . .	116
	Le sol des nouveaux semis a tendance à durcir	116
	Meilleure résistance à la sécheresse des vieilles pâtures.	117
	Les caractères physiques d'un vieux pâturage sont meilleurs que ceux d'un pâturage récemment semé	117
	Diminution du volume de pores quand l'herbage est retourné et resemé	118
	État meuble du sol des vieilles pâtures	119
	Les années intermédiaires de labour accentuent les caractéristiques physiques défavorables du sol de l'herbage semé après retournement .	119
	Évolution de la matière organique du sol pendant les « années de misère »	120
	Consommation très rapide de la matière organique au cours des années intermédiaires de labour.	120
	Évolution générale du sol au cours des « années de misère »	121
	L'évolution dans le sol des agrégats stables à l'eau au cours des « années de misère »	121
	« Il faut modifier le moins possible la structure du sol des herbages permanents »	123
26	Évolution de la vie du sol pendant les « années de misère »	124
	L'intensité de la vie dans le sol détermine la fertilité de ce sol	124
	Vers de terre et Enchytrées	124
	Richesse du sol des vieux herbages en micro-faune	125
	Le poids d'excréments des vers de terre est dix fois plus élevé sur une vieille que sur une jeune pâture.	125
	La « charrue de la nature »	125
	Accumulation des organismes vivants dans la couche supérieure du sol des vieux herbages.	126
	Le retournement d'un herbage permanent correspond à un massacre des vers de terre	127
	Les types de vers de terre sont différents dans un vieil herbage et dans un labour	127
	Le bouleversement dans la vie du sol est une des causes principales des « années de misère »	128
	Destruction de la vie dans le sol et apparition de caractères physiques défavorables du sol	129
	Caractère mort particulièrement marqué des « taches de misère »	129

Réactivation de la vie dans le sol après les « années de misère »	130
Les stades d'évolution de la vie du sol dans l'herbage retourné.	130
L'homme ne laboure plus, et les « laboureurs lilliputiens » ne sont pas encore en action	131
Le semis de nouvelles variétés n'empêche pas la dégradation du sol . . .	131
Légère diminution possible des « années de misère »	132
27 Réticences paysannes vis-à-vis du retournement des herbages . .	133
Deux questions à séparer nettement.	133
Une grave confusion d'idées.	133
L'attachement des agriculteurs aux vieux herbages	134
Le paysan paie plus cher un hectare de vieille pâture que l'hectare contigu de labour.	134
Les subventions ne modifient pas les lois de la nature.	134
La surface des pâtures permanentes anglaises a augmenté depuis quinze ans, malgré 140 millions de nouveaux francs de subventions annuelles	135
La surface des pâtures permanentes ne diminue pas en Europe	136
28 Devons-nous retourner nos vieilles pâtures pour les améliorer ? .	138
Raisons des réticences paysannes	138
Le cultivateur n'est pas un arriéré	138
Les agriculteurs craignent pour la santé de leurs animaux sur les prairies temporaires.	139
Les craintes des paysans allemands	139
Opinions de vétérinaires britanniques	140
L'écologie dynamique donne raison au bon sens paysan.	140
Les méthodes favorables pour les cultures de labour ne conviennent que rarement aux herbages	141
Deux types d'association végétale	141
Le retournement et le resemis considérés comme uniques moyens d'améliorer les prairies.	142
Les sept arguments « végétaux » de l'école autrichienne contre le retournement des vieux herbages.	142
Un herbage est dégradé parce qu'il est mal exploité	143
Le retournement des herbages du point de vue de l'« écologie dynamique »	143
Une opinion scientifique allemande	144
L'opinion oubliée d'un chercheur britannique.	144
Quelques opinions courageuses et peu orthodoxes	144
Respectons l'herbe	145
Les observations d'un fermier du Lancashire	145

Pourquoi un grand éleveur de Hereford fait des réserves sur le retournement des pâtures	146
--	-----

PARTIE VIII – EFFETS EXERCÉS PAR LE PIED ET LES EXCRÉMENTS DE L'ANIMAL..... 147

29 Influence du piétinement de l'animal sur la flore	149
Fort piétinement des pâtures	149
Tassement optimum du sol	149
Flore des chemins tassés	150
Graduation de la flore près d'une barrière.....	150
Flore des pistes de circulation des animaux	151
30 Résistance des plantes individuelles au piétinement	152
Difficultés pour déterminer directement la résistance d'une plante au piétinement	152
Classifications générales	152
Résistance relative au piétinement de la plante individuelle et de la même plante dans une association végétale	153
Relativité de la résistance au piétinement	158
31 Les excréments sont un facteur important d'amélioration de la flore.....	159
Actions générales exercées par les excréments sur l'herbage	159
Quantités quotidiennes excrétées	159
Variations de la quantité et de la qualité des excréments.....	160
Le pâturage rationnel permet de « fabriquer » plus d'excréments	160
Rôle des excréments pour améliorer la flore	160
Les excréments sont le facteur fondamental d'amélioration des herbages dégradés	161
32 Sensibilité des plantes individuelles à l'action des excréments... ..	162
Action localisée des excréments aux points où ils tombent.....	162
Expérience néo-zélandaise concernant l'influence des excréments sur l'ensemble de l'herbage	162
Le retour des excréments augmente le rapport des graminées aux trèfles	163
Les excréments font reculer l'agrostide, graminée très médiocre.....	165
La flore est bien différente suivant qu'il y a retour ou non des excréments	166

PARTIE IX – INFLUENCE DE L'ÉCLAIRAGE SUR L'ASSOCIATION VÉGÉTALE 167

- 33 Besoins en lumière des différentes plantes d'herbage 169**
 - Dynamique des besoins en lumière des plantes d'herbage 169
 - Le pâturage rationnel et l'éclairage des plantes 169
 - La fauche défavorise les plantes avides de lumière. 170
 - Classification des plantes d'herbage d'après leurs besoins en lumière . . 170
 - Sensibilité relative des plantes à une réduction de l'éclairage 172
 - Fréquence de certaines plantes d'herbage dans les endroits ombragés et non ombragés. 173
 - Le trèfle blanc, plante de lumière 173
- 34 Influence de l'ombre des arbres sur la flore. 174**
 - Les arbres des vergers 174
 - Relations entre l'intensité de pâturage et l'ombre des arbres 174
 - Le sol des parties ombragées est plus riche en éléments fertilisants . . . 175
 - L'ombre favorise généralement le dactyle et la houlque laineuse 176
 - Modifications de l'action de l'ombre par les engrais et l'intensité de broutage. 176
 - L'effet de l'ombre sur le ray-grass peut être inversé par la méthode d'exploitation 177
 - Amélioration de la flore par le pâturage intensif 177

PARTIE X – L'HUMIDITÉ DU SOL ET LA FLORE DES HERBAGES 179

- 35 Fréquence des plantes d'herbage en fonction de l'humidité du sol. 181**
 - Classification des plantes d'après leur comportement vis-à-vis des conditions d'humidité du sol 181
 - Le « chiffre d'humidité » d'Ellenberg 182
 - La capacité d'adaptation à l'humidité et à la submersion 182
- 36 La flore des herbages indique le régime des eaux du sol 186**
 - Préférence relative des plantes pour un sol humide ou sec. 186
 - Modifications de la table d'eau à la suite de la construction de barrages 186
 - Amélioration du régime des eaux grâce aux variations de flore des herbages 187
- 37 Influence du drainage sur la flore de prairies humides 189**
 - Le drainage doit être complété par l'apport d'éléments fertilisants . . . 189
 - Amélioration, au moyen du drainage, de prés de fauche sur fonds tourbeux. 189

Amélioration d'un pré de fauche marécageux par le drainage et un ensemble de mesures diverses	191
Amélioration de la flore du fait de la suppression des causes de sa dégradation.	192
Remontée saisonnière du niveau de la table d'eau.	193
Influence de l'arrosage sur la flore des herbages	193

PARTIE XI – INFLUENCE DE L'ACIDITÉ DU SOL SUR LES PLANTES D'HERBAGE 195

38 Fréquence de présence des plantes d'herbage en fonction du pH du sol.	197
Difficultés pour déterminer le pH du sol d'un herbage	197
Le pH de la couche supérieure du sol de l'herbage est plus élevé	197
Influence réciproque des vers de terre et de l'acidité du sol	198
L'acidité ne peut guère être séparée de l'action d'autres facteurs.	199
Teneur en calcium et acidité du sol	199
Fréquence de quelques plantes d'herbages en fonction du pH du sol. . .	199
Sensibilité relative des ombellifères à l'acidité du sol.	201
39 Exigences des plantes individuelles d'herbage vis-à-vis de l'acidité du sol	202
Classement des plantes d'herbage.	202
Relative indifférence des plantes courantes d'herbage à l'acidité du sol	202
L'influence de l'acidité du sol sur les légumineuses est fonction de certains éléments minéraux du sol	205
Influence atténuée de l'acidité du sol des herbages.	205
40 Dangers et bienfaits du marnage des herbages.	206
Un pH trop élevé est beaucoup plus nuisible à l'herbe qu'un pH trop bas	206
Le marnage et la santé des animaux.	206
Quand faut-il marnage ?	207
L'évolution de la flore indique l'efficacité d'un marnage	207
Modifications de la flore d'un pré de fauche par le marnage.	208
La chaux fait reculer l'agrostide et l'oseille	209
Le ray-grass peut « survivre » sur un sol acide, mais non y « prospérer »	210
L'amélioration des méthodes de pâturage doit nécessairement accompagner le marnage	210
Le pâturage rationnel, outil le plus efficace d'amélioration de la flore. .	211

**PARTIE XII – RÔLE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE, DE LA POTASSE ET
DES OLIGO-ÉLÉMENTS DANS L'ÉVOLUTION DE LA FLORE. 213**

41	Action de l'acide phosphorique et de la potasse sur le développement individuel des plantes d'herbage	215
	Influence visible de l'acide phosphorique et de la potasse sur la flore . .	215
	L'effet de l'engrais sur une plante ne peut être isolé de la méthode d'exploitation	216
	Résultats statistiques concernant l'influence des éléments fertilisants sur les plantes individuelles des prés de fauche.	216
	L'acide phosphorique est en général favorable aux bonnes graminées. .	217
	La potasse est défavorable à beaucoup de « mauvaises » graminées . .	221
42	Évolution de la flore après apport d'engrais phospho- potassique	224
	L'engrais phospho-potassique améliore la flore dégradée	224
	Amélioration de la flore dégradée d'un pré de fauche par l'apport d'acide phosphorique et de potasse	225
43	Influence des oligo-éléments du sol sur la flore de l'herbage . . .	227
	Les deux aspects de la carence en oligo-éléments du point de vue de l'écologie dynamique	227
	Rareté des études concernant l'influence des oligo-éléments sur les plantes d'herbage	228
	Le zinc et l'équilibre entre la phalaris et la luzerne	228
	Sensibilité de quelques plantes d'herbage à la carence en un oligo- élément	228
	Plantes indicatrices de carences du sol en un oligo-élément.	231

**PARTIE XIII – INFLUENCE DES ENGRAIS AZOTÉS SUR LA FLORE
DE L'HERBAGE. 233**

44	Irrégularités et contradictions des résultats concernant l'influence des engrais azotés sur la flore des herbages	235
	Les engrais azotés et le rendement des herbages	235
	Contradictions concernant l'influence des engrais azotés sur le trèfle blanc	236
	L'engrais azoté fait généralement reculer le trèfle blanc.	236
45	Les engrais de fond modifient l'effet des engrais azotés sur la flore	238
	L'engrais azoté doit être soutenu par l'engrais de fond.	238
	La potasse soutient le trèfle blanc.	238

L'engrais de fond détermine l'influence de l'engrais azoté sur le trèfle blanc du pré de fauche	239
Sur deux pâtures différentes, un même apport d'engrais azoté peut diminuer ou augmenter le trèfle blanc	240
46 Soufre, engrais azotés et trèfle blanc	242
Le rôle du soufre dans le métabolisme de l'azote	242
Le soufre et les nodules des légumineuses	242
Soufre et molybdène	242
Les apports de soufre favorisent le développement du trèfle dans les pâtures	243
Concurrence pour le soufre du sol entre les graminées et les trèfles de l'herbage	243
Influence des apports de sulfate de calcium sur l'association végétale des graminées et trèfles	244
Des quantités suffisantes de soufre dans le sol empêchent l'engrais azoté de faire reculer le trèfle	246
47 Les chutes de pluie modifient l'action exercée par les engrais azotés sur le trèfle blanc	247
Les expériences de Landsberg	247
Action combinée des différents apports d'engrais azotés et des chutes variables de pluie sur le trèfle blanc	249
La modification d'un seul facteur bouleverse l'action des autres facteurs sur la flore	250
48 L'influence de l'engrais azoté sur le trèfle blanc est fonction de la méthode d'exploitation	251
L'emploi de l'azote sur les herbages ne peut être isolé des méthodes d'exploitation	251
L'azote n'exerce pas la même influence sur la flore du pré de fauche et de la pâture	252
Le nombre de fauches modifie l'effet de l'engrais azoté sur le trèfle des prés de fauche	252
L'action des engrais azotés sur la flore des pâtures est fonction de la méthode de pâturage	253
Deux éléments de la méthode de pâturage contrôlent particulièrement l'action des engrais azotés sur le trèfle blanc	253
Les apports d'engrais azotés doivent être répartis sur toute l'année. . .	254
Les engrais azotés aident à avoir une production d'herbe plus régulière	254
La prolongation de la saison de pâturage dépend surtout des graminées	255

L'engrais azoté, aussi bien que le trèfle blanc, peut avoir des inconvénients pour l'animal.	255
Les exigences de l'herbe et de l'animal.	255
49 Influence de l'engrais azoté sur diverses plantes d'herbage	257
Action de l'azote sur les plantes individuelles.	257
Résultats statistiques concernant l'influence de l'engrais azoté sur la flore des prés de fauche.	259
Réaction des plantes à la richesse en azote du sol.	261
50 La nature de l'engrais azoté et la flore de l'herbage.	263
Question controversée.	263
Une expérience de cent années à Rothamsted.	264
Aspects très différents de la flore suivant le type d'engrais azoté.	264
Action cumulative comparée du sulfate d'ammoniaque et du nitrate de soude sur la flore des prés de fauche.	265
Le sulfate d'ammoniaque rend le sol acide.	265
Le nitrate de soude favorise le développement du brome dans le pré de fauche.	265
Deux formes d'azote ont créé à la longue deux flores bien différentes.	266
PARTIE XIV – LES ENGRAIS ORGANIQUES ET LA FLORE DE L'HERBAGE	267
51 Les divers engrais organiques utilisés sur les herbages	269
Quatre types courants d'engrais organiques.	269
Y a-t-il lieu d'employer des engrais organiques sur les herbages ?	269
Causes des actions exercées par les engrais organiques sur la flore de l'herbage.	270
52 Évolution de la flore des herbages après apports d'engrais organiques solides	271
Les engrais organiques solides exercent, dans certains cas, une faible action sur la flore.	271
L'influence du fumier sur la flore est fonction des apports d'engrais de fond.	272
Le fumier fait reculer le nard dans les prairies fortement dégradées.	272
53 Les engrais organiques liquides modifient profondément la flore de l'herbage	274
Faible richesse du purin en acide phosphorique.	274
Le purin et le lisier favorisent le développement des ombellifères.	274
Emploi combiné de lisier et d'engrais phospho-potassique.	275
Le lisier frais détériorerait moins la flore.	276

La flore s'améliore très vite quand on arrête les apports de lisier	276
Pour améliorer un herbage, il s'agit avant tout de remédier aux causes de la dégradation de la flore	277
Le pied de l'animal fait reculer les ombellifères	278
PARTIE XV – HERSAGE, ROULAGE ET HERBICIDES	279
54 Le hersage améliore-t-il les herbages ?	281
Discussions sans fin	281
Le hersage des prairies il y a quatre-vingts ans	281
Les opinions des agronomes français sont, en général, favorables au hersage	282
Voix anglaises en faveur du hersage	282
Condamnations allemandes du hersage	283
Les cinq arguments d'un adversaire du hersage	283
Opinions divisées en Nouvelle-Zélande	284
Le plébiscite paysan condamne-t-il le hersage des herbages ?	284
La herse ne supprime pas la cause des mousses	284
La herse est nuisible aux « laboureurs lilliputiens » de l'herbage	285
Le sol est tassé parce que la vie y est réduite	285
55 Le roulage n'améliore la flore des herbages que dans certaines conditions	287
En matière de roulage les opinions sont différentes suivant qu'il s'agit de pâtures ou de prés de fauche	287
Avantages du roulage	287
Objections au roulage	288
Influence du roulage sur le rendement de l'herbage	288
Il existe un degré optimum de roulage et de tassement du sol	288
Influence des chutes de pluie sur l'efficacité du roulage	289
56 Destruction de la prêle des marais par roulage	291
La prêle des marais	291
Dans la destruction de la prêle par roulage les résultats sont irréguliers	291
Il faut éviter de détériorer les bonnes graminées	292
Tenir compte de tous les facteurs entrant en jeu	292
57 Destruction des mauvaises herbes par pulvérisation de produits chimiques	293
L'emploi des herbicides s'est surtout développé sur les labours	293
Quelles sont les mauvaises herbes à détruire ?	293
La destruction chimique d'une mauvaise herbe ne fait pas disparaître les causes de son développement	294

Moment favorable pour détruire une mauvaise herbe	294
Insecticides et vers de terre	295
PARTIE XVI – VERS DE TERRE, FLORE ET CIVILISATION	297
58 Les vers de terre fainéants et les vers de terre courageux	299
Une performance qui étonne les hommes les plus gourmands.	299
Les vers de terre rouges et les vers de terre gris	299
Les actifs remueurs de terre	300
Les vers de terre rendent assimilables les éléments minéraux du sol ...	300
<i>L'Allolobophora caliginosa</i> , ouvrier d'élite.	302
59 Influence des engrais et des excréments sur les vers de terre	304
Influence de l'acidité du sol sur les vers de terre	304
L'acidité du sol et les vers de terre	304
Certaines familles de vers de terre actifs sont très sensibles à l'acidité du sol	305
Le sulfate d'ammoniaque est-il défavorable aux vers de terre ?	306
Les engrais azotés favoriseraient les vers de terre.	306
Le superphosphate est favorable aux vers de terre.	307
Le retour au sol des excréments de l'animal qui pâture augmente d'un tiers le poids des vers de terre	307
L'augmentation du poids des vers de terre fait reculer l'agrostide et prosperer le ray-grass.	308
60 Trèfle blanc, vers de terre et molybdène	309
Observations indiquant une action nulle ou légèrement défavorable des vers de terre sur le trèfle blanc	309
Dans certaines expériences, les vers de terre favorisent nettement le trèfle.	309
Corrélation dans certaines pâtures entre le développement du trèfle blanc et l'activité des vers de terre.	310
Importance du molybdène pour la fixation de l'azote par les nodules des légumineuses	311
Nombreux sols néo-zélandais déficients en molybdène assimilable.	311
Les vers de terre rendraient assimilable le molybdène du sol	312
Retournement des herbages et carence chez les animaux.	312
61 La qualité de la flore de l'herbage est fonction de la qualité et de la quantité du cheptel de vers de terre	314
<i>L'Allolobophora caliginosa</i> favorise le développement du ray-grass mais n'aurait aucune influence sur le trèfle.	314

La flore d'une pâture varie parallèlement à l'importance et à la qualité des vers de terre	316
Corrélation étroite de la vie du sol et de la flore de l'herbage	318
62 Le ver de terre européen à la conquête de la Nouvelle-Zélande . .	319
Les vers de terre autochtones de Nouvelle-Zélande	319
Comment les vers de terre transformèrent la flore des pâtures misérables de M. Ashmore	320
L'amélioration frappante des pâtures de M. Ashmore attire l'attention .	320
L'enquête des biologistes néo-zélandais	321
Prodigieuse transformation de la pâture	322
Considérations d'écologie dynamique sur les expériences néo-zélandaises	323
63 Les vers de terre et la théorie de Wegener de la dérive des continents	324
Rôle immense des vers de terre dans l'histoire du monde	324
Les civilisations n'ont pu se développer que là où les vers de terre avaient créé un sol fertile	324
Exposé sommaire de la théorie de Wegener sur la dérive des continents	325
Les vers de terre à l'appui de la théorie de Wegener	326
Théorie de la dérive des continents et répartition des vers de terre	328
64 Le ver de terre, créateur des civilisations	329
Les Lombricidés à l'époque glaciaire	329
Les civilisations des vallées régulièrement inondées	330
Les vers de terre et la civilisation égyptienne	330
Les milliards d'esclaves qui bâtirent les pyramides	331
Zones favorables à un haut niveau de vie	331
La « charrue de la Nature » des Maoris n'était qu'une misérable araire .	332
Il y a peu d'animaux qui ont joué un rôle aussi important dans l'histoire des civilisations	334
Conclusion :	
La civilisation, forme suprême d'écologie dynamique	335
Du sol à l'homme, à travers l'herbe	335
Le caractère écologique particulier de l'homme	335
Le miracle et la catastrophe de la civilisation méditerranéenne	336
La fuite, forme d'adaptation passive des masses humaines	336
L'engrais organique humain des gigantesques cités ne retourne plus vers le sol	337
Le manque d'humus réduit les quantités d'éléments assimilables du sol	338

Un phénomène qui n'était jamais apparu dans les autres civilisations . .	338
Nous ne pouvons plus nous passer des engrais minéraux	339
Les « famines clandestines » des peuples	339
De troublantes photographies biochimiques du sol	339
L'épuisement lent de l'énergie des peuples	340
Étudiants et peuples indisciplinés	340
L'épuisement du sol use lentement les hommes	341
De l'influence du sol sur la psychologie des peuples et notamment sur leur courage	342
L'« <i>homo mechanichus</i> » a perdu le sens du sol.	343
L'homme ne peut survivre que s'il est l'associé du sol et non son parasite.	343
Bibliographie	344
Liste des tableaux	365
Liste des figures	370



Statique et dynamique de l'écologie des herbages

Les différents facteurs écologiques

Qu'est-ce que l'écologie ?

Des termes comme celui d'écologie ne sont pas toujours faciles à définir. Je pense cependant que la définition la plus courte et la plus pertinente nous est fournie par cet extraordinaire petit dictionnaire américain qu'est le Thorndike-Barnhart. Celui-ci nous dit :

« L'écologie est la branche de la biologie qui étudie les relations des êtres vivants entre eux et avec leur milieu extérieur. »

Écologie végétale et écologie animale

On a eu et on a encore souvent tendance à diviser l'écologie en deux parties fondamentales :

- l'écologie végétale, ou phytosociologie, ou écologie des plantes, appelée en anglais *Plant ecology* et en allemand *Pflanzenökologie* ou quelquefois *Pflanzenzoologie* ;
- l'écologie animale, appelée en anglais *Ecology of animal* et en allemand *Tierökologie*.

Cette division ne peut et ne doit être que limitée et partielle, car les animaux, grands ou petits, agissent sur les plantes. Aussi, les conditions de vie des animaux sont toujours plus ou moins influencées par le milieu végétal, depuis les bactéries jusqu'aux plantes supérieures.

On comprend mieux les limitations de cette division quand on examine plus en détail les différents facteurs écologiques entrant en jeu.

Les cinq facteurs écologiques de Schennikov

En accord avec le savant russe Schennikov (210, p. 21)¹, nous diviserons les différents facteurs intervenant dans l'écologie végétale comme suit :

1. *Facteurs climatiques*. — L'air et ses mouvements, la lumière, la chaleur, les chutes de pluie, l'humidité de l'air, l'électricité atmosphérique, etc.
2. *Facteurs du sol et du sous-sol*. — Caractères physiques et chimiques du sol.
3. *Facteurs topographiques*. — Relief du sol et de la région environnante.

1. Les références bibliographiques sont répertoriées et numérotées en fin d'ouvrage.

4. *Facteurs biotiques*. — Les animaux et les plantes.
5. *Facteurs humains*, appelés « anthropogènes » par Schennikov. — C'est l'ensemble des différentes influences que l'homme peut exercer directement sur les plantes et les facteurs écologiques².

Écologie statique et écologie dynamique

Nous estimons que les facteurs 1, 2 et 3 de Schennikov sont relativement indépendants de l'action de l'homme et des animaux. Il en résulte que l'écologie des plantes, qui tient surtout compte de ces trois premières catégories de facteurs, est une *écologie statique* (des plantes) qui est la constatation d'un état d'équilibre que Azzi (13) nous paraît définir clairement en disant : « L'écologie agricole est l'étude du milieu physique (climat et sol) dans ses rapports avec le développement des plantes cultivées et leur rendement, celui-ci étant considéré du triple point de vue quantitatif, qualitatif et génératif. »

Il n'est question dans cette définition que de l'étude du milieu physique et non de l'influence de l'homme.

Nous distinguerons et opposerons l'écologie dynamique (des plantes) qui est la science étudiant l'influence des facteurs 4 et 5 de Schennikov sur la végétation.

Il est évident qu'il ne s'agit que d'une classification relative aux chevauchements multiples.

Les trois facteurs statiques

Examinons les trois premières catégories, c'est-à-dire « *statiques* », de Schennikov :

1. *Facteurs climatiques*. — Ceux-ci sont loin d'être indépendants de l'action de l'homme. Nous ne parlerons pas de pluies artificielles obtenues en semant par avion certaines poudres sur les nuages, ou de l'influence des bombes atomiques sur les orages. Nous nous contenterons de rappeler l'influence énorme qu'exerce le déboisement sur le climat. Or le déboisement est presque totalement l'œuvre directe ou indirecte de l'homme.
2. *Facteurs du sol et du sous-sol*. — Même sur un sol non cultivé, l'homme peut exercer une grande influence. Citons le niveau de la table d'eau, fortement influencé par les travaux de l'homme : barrages de rivière, captation de sources, drainages, et, à nouveau, déboisement. Enfin, il s'y ajoute les apports d'engrais organiques ou minéraux.
3. *Facteurs topographiques*. — Il est évident que de nombreux travaux de l'homme influent sur le relief de l'alentour : routes, travaux d'art, rideaux de haies ou d'arbres.

2. D'autres classements de ces facteurs ont été souvent donnés. Certains, par exemple Leach (163, p. 7-8), dans son ouvrage sur l'écologie des plantes, classent en trois groupes les facteurs écologiques :

- a) Facteurs *climatiques* ayant leur origine dans le climat de la région, où la végétation étudiée se trouve.
- b) Facteurs *physiographiques* (ou édaphiques) qui sont ceux résultant du sol et de la topographie.
- c) Facteurs *biotiques* qui représentent les différentes influences des activités des animaux (y compris l'homme) et des plantes elles-mêmes.

Nous voyons que le (a) de Leach correspond au (1) de Schennikov, le (b) de Leach (2) et (3) de Schennikov et le (c) de Leach au (4) et (5) de Schennikov. De Vries (262) a adopté une classification analogue à celle de Leach.

Les deux facteurs dynamiques

Voyons maintenant les deux derniers groupes de facteurs « *dynamiques* » :

1. *Facteurs biotiques*. — Les animaux et les plantes sont loin d'être sous le contrôle total de l'homme, même sur des terrains cultivés. Si un herbage est situé dans le voisinage d'un bois et que des lapins viennent souvent le brouter, sa flore en sera fortement modifiée. Sur un herbage se trouvant près d'une côte abrupte abandonnée où poussent des chardons, le vent apportera des graines de cette plante. Ces deux événements sont relativement dans l'ensemble indépendants de l'homme, quoique celui-ci puisse cependant intervenir en grillageant son herbage ou en demandant au propriétaire de la pente inculte de détruire les chardons.
2. *Facteurs humains*. — Il s'agit, par notre définition même, des influences exercées directement surtout, mais indirectement également, par l'homme.

Définition élargie des facteurs biotiques

Le grand spécialiste autrichien de l'écologie, Aichinger (5), dans son petit dictionnaire des termes écologiques, définit ainsi les « facteurs biotiques » (*biotische Faktoren*) :

Influence du monde extérieur vivant. À savoir :

- concurrence avec d'autres plantes ;
- action de la dent et du pied des animaux domestiques et du gibier, qui pâturent ;
- influence de l'homme du fait des incendies qu'il cause, des arbres qu'il abat, de la fauche, des irrigations, des drainages, etc.

Les facteurs *biotiques* d'Aichinger correspondent donc au total des facteurs 4 (biotiques) et 5 (anthropogènes) de Schennikov. En conséquence, nous dirons que les *facteurs biotiques* sont tous ceux exercés par l'homme.

Aspect trop statique de l'écologie actuelle des herbages

Trop souvent la flore de l'herbage est considérée comme stable et définitive

Dans nos relevés de cartes phytosociologiques, on a eu trop souvent tendance à considérer de manière statique la flore de nos herbages.

J'entends par là qu'on a trop vu les influences indépendantes de l'homme qui s'exercent sur les herbages, c'est-à-dire sol et climat. En d'autres termes, on a trop minimisé l'influence de l'homme, c'est-à-dire des méthodes d'exploitation des herbages sur la composition de la flore.

Le point de vue statique de l'écologie des herbages a été parfaitement exposé par Fream (92, p. 286-287) dans son excellent *Traité d'agriculture* où il nous dit :

La flore de nos prés et de nos pâtures est constituée surtout de graminées et de trèfles, mais mélangés avec différentes mauvaises herbes vivaces, telles que renoncules, pâquerettes, piloselles et plantains. Cette association de plantes constituant le gazon de nos herbages demeure plus ou moins constante d'une année à l'autre, à condition que les méthodes d'exploitation ne subissent pas de changements importants. Si, par exemple, un herbage est toujours pâturé au même degré ou fauché au même stade de croissance, il y a peu de changements de la flore d'une saison à l'autre, les changements concernent du reste beaucoup moins la constitution de la flore que les proportions relatives des différentes espèces la composant. Ils sont surtout dus aux variations des conditions climatiques d'une année à l'autre, et sont particulièrement sensibles dans les années de sécheresse ou de fortes chutes de pluie. On peut donc considérer que la flore des herbages est relativement stable.

Ce point de vue de Fream a malheureusement été trop souvent celui des écologistes des herbages qui ont affirmé comme lui : « La flore d'un herbage est relativement stable. »

Méconnaissance des méthodes de pâturage

La plupart des spécialistes des herbages se sont cantonnés dans des études botaniques et génétiques, *négligeant aussi bien l'influence de l'herbe sur l'animal que l'influence de l'animal sur l'herbe.*