

# Les naturalistes belges

54-7

septembre

1973

Publication mensuelle  
publiée  
avec le concours  
du Ministère de  
l'Éducation nationale  
et de la Culture  
française ainsi qu'avec  
celui de la Fondation  
universitaire



## LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif. Av. J. Dubrucq 65. — 1020 Bruxelles

### Conseil d'administration :

*Président* : M. J. - J. SYMOENS, professeur à la V.U.B.

*Vice-présidents* : M<sup>lle</sup> P. VAN DEN BREEDE, professeur ; M. J. LAMBINON, professeur à l'Université de Liège ; M. A. QUINTART, chef de section à l'I.R.S.N.B.

*Secrétaire et organisateur des excursions* : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, avenue des Mûres, 25. — 1180 Bruxelles. C.C.P. n° 24 02 97.

*Trésorier* : M<sup>lle</sup> A.-M. LEROY, avenue Danis, 80 — 1650 Beersel.

*Bibliothécaire* : M<sup>lle</sup> M. DE RIDDER, inspectrice.

*Administrateurs* : M. G. MARLIER, chef de département à l'I.R.S.N.B. ; M. P. PIÉRART, professeur à l'Université de Mons.

*Rédaction de la Revue* : M. C. VANDEN BERGHEN, chargé de cours à l'Université de Louvain, av. Jean Dubrucq, 65. — 1020 Bruxelles.

Le comité de lecture est formé des membres du Conseil et de personnes invitées par celui-ci.

**Protection de la Nature** : M. M. COSSEY, rue des Pierres rouges, 16 — 1170 Bruxelles.

**Section des Jeunes** : Les membres de la Section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 15 à 18 ans.

**Secrétariat et adresse pour la correspondance** : Les Naturalistes Belges, rue Vautier, 31, 1040 Bruxelles.

**Local et bibliothèque**, 31, rue Vautier, 1040 Bruxelles. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredis du mois, de 14 à 16 h ; les membres sont priés d'être porteurs de leur carte de membre. — Bibliothécaire : M<sup>lle</sup> M. DE RIDDER.

---

**Cotisations des membres de l'Association pour 1973** (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes . . . . . 200 F

Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subventionnés, âgés au max. de 26 ans . . . . . 150 F

Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas . . . . . 200 F

Autres pays . . . . . 225 F

Abonnement à la revue par l'intermédiaire d'un libraire . . . . . 240 F

**Sans le service de la Revue** : tous pays : personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la Revue et domiciliées sous son toit . . . . . 25 F

*Notes.* — Les étudiants sont priés de préciser l'établissement fréquenté, l'année d'études et leur âge.

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il lui suffit de virer la somme de 50 F au C.C.P. 7935.94 du *Cercle de mycologie*, rue du Berceau, 34. — 1040 Bruxelles.

**Pour les versements** : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges  
rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles

# LES NATURALISTES BELGES

## SOMMAIRE

MICHA (J. C.). La destruction de l'environnement est le résultat d'une violation constante de la nature par l'homme . . . . .	301
HERBAUTS (J.). Les grands paysages végétaux du Maroc. . . . .	314
HENRY (S.). La « couleur » des sols . . . . .	353
La section « Jeunes » des Naturalistes Belges. Activités de printemps (1973) . . . . .	355
Le cycle de conférences sur le thème « L'homme et son milieu » . . . . .	356

## La destruction de l'environnement est le résultat d'une violation constante de la nature par l'homme

par J.-C. MICHA

### Introduction

#### 1. — Facteurs biotiques

1.0. — Les populations humaines

1.1. — Les destructions d'espèces

1.2. — Les introductions d'espèces

#### 2. — Facteurs abiotiques

2.0. — Les destructions d'habitats

2.1. — L'utilisation des insecticides et herbicides

2.2. — L'utilisation des engrais chimiques

2.3. — Les pollutions

#### 3. — Conclusions

### Introduction

« L'environnement est, selon VIBERT et LAGLER (1961), la totalité des facteurs organiques ou inorganiques qui entourent un individu particulier, ou un groupe d'individus. Il comprend donc tous les individus de la même espèce ou des autres espèces qui entourent ceux à l'étude, ainsi que les facteurs physiques de l'habitat. » Compte tenu de cette définition, nous allons examiner d'abord les facteurs organiques qui entourent notre espèce singulièrement nommée *Homo sapiens* et les actions qu'elle peut avoir sur eux pour ensuite signaler les actions opérées sur les facteurs inorganiques ou physiques. Nous ne perdrons toutefois pas de vue que ces deux types de facteurs sont intimement liés et qu'une action particulière sur l'un peut entraîner une modification de l'autre.



## 1. — Facteurs biotiques

Parmi les facteurs organiques qui entourent notre espèce, nous examinerons d'abord le plus important d'entre eux : les populations humaines, leur évolution et leur disposition actuelle ; nous nous pencherons ensuite sur les problèmes des autres espèces qui entourent l'homme.

### 1.0. — LES POPULATIONS HUMAINES

Il est devenu commun de souligner l'importance de l'explosion démographique de notre espèce au cours de ce vingtième siècle. Rappelons toutefois qu'en quelques 600 000 ans, date à laquelle l'*Homo sapiens* apparut sur la terre, notre espèce a atteint l'effectif de trois milliards et d'après les estimations le chiffre de 7 milliards sera atteint avant la fin de ce siècle. L'étude des mécanismes qui conduisent à cette situation montre, d'après POURSIN (1971), une évolution nette du régime démographique dans le temps. Au régime démographique naturel, marqué par des taux de natalité et de mortalité élevés, succède un régime démographique d'économie améliorée caractérisé par une forte baisse de la mortalité, alors que la natalité reste forte. Enfin dans une troisième étape, caractérisée par la baisse contrôlée de la natalité, l'écart entre la natalité et la mortalité diminue et la population atteint alors une certaine stabilité.

A l'examen de la situation mondiale, il est certain qu'actuellement aucun pays n'en soit resté au régime naturel. La deuxième étape est atteinte au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle par la plupart des pays européens et au début du XX<sup>e</sup> siècle par l'ensemble des « pays non occidentaux ». Il faut constater que dans cette phase de démographie galopante, résultat d'une action constante contre nature, l'homme se voit obligé de réagir artificiellement en limitant ses naissances. C'est alors la troisième phase qui s'est amorcée depuis quelque temps en Europe et que certains pays sous-développés tentent de mettre au point. Quelques pays comme l'URSS et le Japon ont réagi drastiquement à cette croissance démographique artificiellement accélérée et en sont déjà au stade de la stabilité contrôlée.

Dans l'ensemble, nous voyons donc qu'à une action artificielle contre nature, dont le bien fondé n'est d'ailleurs pas discutable, l'homme est obligé de réagir pour rétablir artificiellement un équilibre dans ses populations afin d'atteindre un optimum démographique.



Un second aspect de l'évolution des populations humaines est l'accroissement de leur concentration en des endroits spécifiques que sont les grandes villes des pays développés et en voie de développement. Il y a cinquante ans, nous comptons 25 villes de plus d'un million d'habitants ; nous en comptons maintenant 160 et, à ce rythme, nous en aurons plus de trois cents à la fin de ce siècle. La densité des populations humaines peut y atteindre des chiffres énormes : 38 600 habitants au km<sup>2</sup> dans certains quartiers de Chicago, 69 500 dans ceux de Londres, 92 700 dans ceux de Tokyo, le record étant détenu par Hong-Kong avec 302 600 habitants au km<sup>2</sup>. Ce développement monstrueux des villes a notamment pour conséquences de transformer « la vie communautaire des citadins en une vie en commun puis en une existence concentrationnaire » (DORST, 1965). Cette existence a transformé radicalement les conditions écologiques et modifié notre environnement physique qui est devenu particulièrement malsain. Bien que la souplesse écologique de notre espèce lui ait permis de s'adapter à des conditions de vie très différentes et de coloniser l'ensemble de la planète, elle s'accommode très mal, comme le montrent les études de médecins, psychologues et sociologues, de cette vie concentrationnaire. Et l'accroissement des maladies cardio-vasculaires et mentales n'est qu'un exemple spécifiquement lié à la vie dans ces grandes villes.

Cet accroissement des grandes villes a un effet direct sur l'environnement physique : contamination des eaux par les déchets, pollution atmosphérique, croissance en champignonnière des bidonvilles, etc. Cette situation résulte d'une absence totale de planification.

Actuellement, certaines nations sont en train d'édifier de fond en comble des villes nouvelles conçues de façon telle que l'eau se conserve, les détritiques soient assujettis à un recyclage, le vacarme des transports, la pollution de l'air et la consommation énergétique soient tenus à un minimum. Vaudreuil en France, Milton Keynes en Angleterre, Northweststadt en Allemagne fédérale, Experimental City aux U.S.A. sont dans l'actualité de bons exemples d'aménagement de l'environnement.

### 1.1. — LES DESTRUCTIONS D'ESPÈCES

L'examen du passé lointain de la terre nous montre l'impuissance de nombreuses espèces contre les forces de la nature et certains auteurs estiment que 99% de toutes les espèces apparues sur la planète depuis 3,2 milliards d'années n'ont pu se confor-

mer aux exigences de l'adaptation et se sont éteintes. Et il est incontestable que les pressions de sélection naturelle continueront à éliminer les espèces mal adaptées au milieu présent. Toutefois il faut maintenant ajouter à l'influence de la nature celle de l'homme qui s'est particulièrement distingué, à la fin du siècle dernier, dans l'extermination des espèces animales et végétales. Les causes de cette destruction sont multiples et résultent d'une action directe ou indirecte de l'homme. C'est ainsi que depuis l'époque des grandes découvertes, l'homme a détruit pour son profit immédiat toute une série d'espèces du monde animal et végétal. Parmi les plus spectaculaires sont certainement les 120 espèces de mammifères et les 150 formes d'oiseaux dont une dizaine s'est éteinte avant 1700, une vingtaine au XVIII<sup>e</sup> siècle, autant de 1800 à 1850 et une centaine jusqu'à nos jours. Quelques exemples d'agression de l'homme contre la nature montrent en Europe la régression spectaculaire du bouquetin *Capra ibex* par suite d'une chasse systématique visant à son éradication. En Amérique du Nord, la destruction du pigeon migrateur *Ectopistes migratorius* est l'exemple le plus lamentable de destruction d'une espèce. Cet oiseau nichait au début du XIX<sup>e</sup> siècle en colonies immenses dans les forêts de l'est américain, mais migrait plus au Sud pour passer l'hiver. Lors des migrations, des milliers de chasseurs tiraient au jugé dans les troupes de passage, pour le seul plaisir de « faire un carton ». Suite à cette agression constante les populations de cette espèce diminuèrent rapidement et en 1899 est signalé le dernier spécimen observé en liberté. Parmi les mammifères, l'extermination spectaculaire du bison d'Amérique, *Bison bison*, constitue un des exemples les plus répréhensibles de la conquête du monde par l'homme. Leurs troupeaux furent décimés soit pour affamer les tribus indiennes soit pour ravitailler les ouvriers de chantiers de construction de voie ferrée, soit lors de simples parties de plaisir. Cette agression contre une seule espèce eut d'ailleurs de graves conséquences pour les populations d'Indiens du Canada qui vivaient en équilibre avec les bisons, leur source principale de nourriture pendant l'hiver. Le taux de mortalité dans les campements indiens fut extrêmement élevé suite à la disette presque totale.

Les exemples peuvent être multipliés pour tous les continents : extermination pour leur fourrure du chinchilla, *Chinchilla laniger* en Amérique du Sud, des rhinocéros d'Asie pour la pharmacopée chinoise, du gnou à queue blanche et du zèbre de montagne en Afrique, du gigantesque pigeon dodo de l'île Maurice pour le ravitaillement des marins, etc.

Ce qu'il faut souligner dans ces destructions d'espèces, c'est leur caractère rapide et brutal, souvent directement lié au perfectionnement des moyens techniques à la disposition de l'homme.

## 1.2. — LES INTRODUCTIONS D'ESPÈCES

Ce type d'action de l'homme qui, a première vue, peut paraître anodin constitue pourtant une des agressions les plus destructrices qui puissent avoir lieu par rupture d'équilibre de certaines entités. D'une façon générale, les motivations qui poussent l'homme à modifier un milieu naturel par l'introduction d'espèces sont d'ordre soit sentimental, désir de reconstituer chez les expatriés un milieu familial, soit d'ordre économique en vue d'améliorer la productivité des régions colonisées. A cela s'ajoute les transports involontaires de semences et de petits animaux dont les exemples se multiplient avec l'intensification du trafic international.

L'introduction d'une nouvelle espèce dans une biocénose est généralement suivie d'une alternative : son acclimatation est soit un échec et elle disparaît sans faire souche, soit une réussite, et elle prolifère souvent très rapidement. La première alternative est sans importance, alors que la seconde peut avoir des conséquences importantes pour l'environnement. Elle peut être bénéfique et l'introduction en 1955 d'un poisson prédateur, le *Lates niloticus*, dans le lac Kioga en Afrique, dont les captures s'élèvent actuellement à plus de 4000 tonnes par an est un bel exemple d'occupation d'une niche écologique vacante. L'introduction des Eucalyptus en Europe, en Amérique du Sud et en Afrique fut également bénéfique à l'homme sans pour cela provoquer de modifications désastreuses du milieu. Malheureusement, l'introduction voulue ou accidentelle de végétaux tels que la jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* en Afrique, le lantana *Lantana camara* en Nouvelle-Calédonie, les opuntias *Opuntia inermis* en Australie ; ou d'animaux tels que le mollusque Achatina, *Achatina fulica*, dans les parties tropicales d'Asie et d'Amérique, du crustacé *Eriocheir sinensis* en Europe, du lapin *Oryctolagus cuniculus* en Australie, du rat musqué *Ondatra zibethica* en Europe, ne sont que quelques exemples lamentables et désastreux de destruction de l'environnement. Leur nombre ne cesse d'ailleurs de s'accroître.

Il est pourtant bien connu que les populations d'une biocénose vivent en équilibre contrôlé par les effets de la compétition et de la prédation, et toute introduction d'une espèce dans une biocénose, sans être condamnée au préalable, devrait faire l'objet d'une étude sérieuse afin de s'assurer d'une part de l'existence



d'une niche écologique vacante, et d'autre part de la possibilité rapide d'intégration de cette espèce nouvelle dans la biocénose sans rupture brutale d'équilibre et sans prolifération démesurée. Il faut cependant rester réaliste et bien que l'écologie progresse à grands pas, nos connaissances sont encore loin de nous permettre de prédire avec certitude l'impact d'une nouvelle espèce dans une biocénose particulière. C'est pourquoi il semble plus prudent de limiter ces introductions, pour la plupart intempestives.

## 2. — Facteurs abiotiques

A notre avis, les actions que l'homme peut avoir sur son environnement physique sont tout d'abord la simple destruction de l'habitat et ensuite sa modification plus ou moins importante par l'utilisation d'insecticides, d'engrais ou le rejet de polluants.

### 2.0. — LES DESTRUCTIONS D'HABITAT

Par destruction d'habitat, il faut entendre une modification rapide, brutale et durable de celui-ci, dont les plus beaux exemples sont la déforestation, la construction de barrages et l'assèchement des marais. Bien qu'il soit évident que la survie de l'homme nécessite une agriculture intensive et a exigé la transformation du milieu forestier en champs de cultures, elle ne justifie pas la destruction du manteau forestier sur les pentes des montagnes et collines du bassin méditerranéen ; l'exemple classique de destruction des Cèdres du Liban pour la construction de navires n'est qu'un entre mille. De même, la grande forêt équatoriale en Afrique et en Amérique est menacée à la fois par l'exploitation inconsidérée du bois et l'industrialisation des cultures ainsi que par les cultures itinérantes pratiquées par les populations autochtones qui s'accroissent de plus en plus.

La pratique abusive des feux de brousse appauvrit l'écosystème savane et restreint le nombre des espèces végétales en favorisant les plantes pyrophytes. Le milieu devient de plus en plus xérophile avec progression très nette vers l'assèchement et la désertification dont le Tchad offre un bel exemple.

Un autre type d'agression contre la nature est le surpâturage qui consiste à dépasser outrageusement la capacité limite des herbages et à rompre l'équilibre naturel entre les animaux et leur milieu. La nudité des plateaux ibériques, l'érosion de 240 millions d'hectares de pâturages aux États-Unis et des territoires

occupés par les Masaï en Afrique orientale ne sont que quelques exemples de dégradation par surpopulation d'animaux domestiques.

L'ensemble de ces actions, déforestation, feux de brousse, surpâturage, débouche sur le même corollaire : érosion accélérée des sols. A ce problème d'érosion s'ajoute alors celui du régime des eaux qui est profondément modifié par la transformation des habitats. Les conséquences en sont l'assèchement progressif, les inondations spectaculaires et l'accumulation de matériaux dans les bassins inférieurs des réseaux hydrographiques. Ces phénomènes évidemment naturels sont toutefois amplifiés de façon démesurée par ces actions inconsidérées.

L'accroissement des besoins de l'homme en eau pour l'irrigation, l'énergie hydroélectrique, l'utilisation industrielle et domestique a poussé les ingénieurs à construire d'immenses barrages pour disposer de la plus grande quantité d'eau au moindre coût. Ces constructions provoquent des changements importants pour les facteurs chimiques et biologiques de l'eau et réduisent souvent drastiquement le débit en aval. Cette réduction du débit devient particulièrement critique pendant la période normale d'étiage. Les débits inadéquats en aval des barrages se soldent ainsi par une diminution voire une élimination des populations piscicoles, un accroissement des problèmes de pollution, une altération des estuaires, la création de problèmes de santé, etc. Toutefois, les biologistes ont maintenant commencé (FRASER, 1972) à quantifier les besoins en eau de beaucoup d'espèces de poissons et, malgré la lenteur des progrès enregistrés, il faut reconnaître que c'est la seule méthode logique et appropriée pour déterminer les besoins en eau d'un biome fluvial.

## 2.1. — L'UTILISATION DES INSECTICIDES ET HERBICIDES

L'action de l'homme sur la nature a entraîné un bouleversement dans les équilibres biologiques et, si la mise en culture de vastes superficies a entraîné la destruction totale de nombreuses espèces, elle en a favorisé d'autres dont certaines sont devenues des parasites des cultures. Cela est particulièrement spectaculaire pour les céréales qui sont cultivées dans les régions récemment ouvertes à l'agriculture où les densités de certains insectes deviennent 20 à 360 fois plus élevées que sur les graminées sauvages.

L'homme a donc dû intervenir pour rétablir un équilibre et il a inventé la lutte chimique et fabriqué insecticides, herbicides, fongicides dont les plus récents et les plus toxiques sont des corps

synthétiques appartenant au domaine de la chimie organique. Il est incontestable que cette lutte chimique a permis de contrôler de dangereux parasites des cultures et de libérer l'homme de certaines maladies dont l'exemple le plus frappant, d'après l'Organisation Mondiale de la Santé, est le milliard d'hommes libérés du risque du paludisme grâce au DDT, au cours des vingt-cinq dernières années.

Pourtant une campagne publicitaire menée contre les produits chimiques fut déclenchée par certains environmentalistes en 1962 avec le livre célèbre : *Printemps silencieux*, du savant américain Rachel CARSON. Elle condamne l'usage abusif de ces substances répandues à profusion dans la nature. Ces poisons parfois violents ont des effets secondaires qui se répercutent dans la nature tout entière et leur abus conduit à un empoisonnement véritable de la biosphère. Leur action n'est jamais sélective, leurs propriétés toxiques se manifestent vis-à-vis d'autres espèces, et ce qui est encore plus grave, leur concentration augmente le long des chaînes alimentaires. Ainsi les insecticides organochlorés deviennent de dangereux poisons pour les poissons, les oiseaux et notamment les rapaces, qui se trouvent à l'extrémité de longues chaînes alimentaires.

Il est cependant inconcevable d'abandonner la lutte chimique dans la pratique agricole, car cela provoquerait une chute de 50% dans les récoltes. Il faut en effet reconnaître que le cliché de l'équilibre naturel des environmentalistes modernes est une grande source de confusion. D'après eux, il existe un équilibre naturel favorable aux récoltes, à condition que l'homme lui-même ne bouleverse pas l'équilibre. En réalité, il n'existe pas un écosystème unique en équilibre avec la nature. Il y a, en réalité, un nombre infini d'écosystèmes locaux qui s'interpénètrent et qui sont caractérisés par une évolution dynamique. Ils réagissent aux modifications de l'environnement et, selon le temps, les pressions de sélection qui provoquent le changement sont la sécheresse, les pluies, les gelées, les chaleurs, l'action des insectes, etc. Les tentatives de culture du coton en l'absence d'insecticides au Mexique, pays d'origine de l'authonome du cotonnier, où se rencontrent tous les prédateurs naturels de cet insecte, ont toujours été désastreuses. De même, les résultats de cultures de coton sans insecticide dans le Pakistan occidental, où le ver rose de la capsule du cotonnier est indigène et est accompagné de tous ses prédateurs et hyperparasites naturels, ont été catastrophiques. Un équilibre naturel aurait pourtant dû être constaté.



En conclusion, il faut reconnaître l'intérêt des pesticides, mais en condamner l'emploi abusif. Il convient également de remplacer tous les insecticides persistants par des insecticides à durée de vie limitée, pour éviter les effets rémanents et leur accumulation dans la biosphère. Et l'application de ce que Dorst appelle « la lutte intégrée en utilisant les insecticides dans un plan d'action basé sur des impératifs écologiques », en considérant « les insecticides non pas comme des moyens de lutte exclusifs, mais comme des adjuvants aux défenses naturelles du milieu » évitera à l'avenir la destruction de l'environnement.

## 2.2. — L'UTILISATION DES ENGRAIS CHIMIQUES

Les progrès spectaculaires enregistrés dans la production de blé, de riz et de maïs dans certains pays sont en partie le résultat d'une application convenable de fortes doses d'engrais. Pour accroître considérablement la production agricole dans les pays en voie de développement, il faudra absolument augmenter l'utilisation d'engrais chimiques.

Et pourtant, les répercussions de ces applications d'engrais accélèrent les processus d'eutrophisation du milieu aquatique. Cet enrichissement en sels minéraux des eaux des lacs, des étangs et des rivières intensifie la croissance de tous les éléments vivants aquatiques tels que phytoplancton, zooplancton, végétaux supérieurs, etc. La croissance accélérée des végétaux dans les petits lacs superficiels se solde par un envahissement rapide du lac et une désoxygénation de l'eau qui provoque la disparition de certaines espèces de poissons. D'autre part, un apport excessif d'éléments nutritifs réduit une communauté d'algues très diversifiée à quelques espèces. Celles qui sont éliminées sont généralement celles qui servent à l'alimentation des poissons.

Certains auteurs considèrent que, si les autres facteurs sont favorables, la croissance végétale n'est pas limitée avec une concentration d'azote dans l'eau supérieure à 2 millièmes et une concentration de phosphates supérieure à 50 milliardièmes. Suite, notamment aux épandages d'engrais azotés et phosphatés, et aux rejets d'effluents, ces concentrations sont prêtes d'être atteintes dans la plupart des milieux aquatiques d'eau douce des pays développés ; aussi certains de ces pays ont déjà adopté des lois qui visent à restreindre l'emploi de ces engrais. Certains environnementalistes préconisent de remplacer les engrais minéraux par une fumure organique en récupérant les résidus végétaux, les fumures animales et les constituants des eaux urbaines non toxiques, mais il ne semble

pas que ces éléments nutritifs des plantes puissent satisfaire aux besoins de la production mondiale des denrées alimentaires.

### 2.3. — LES POLLUTIONS

Le type d'agression contre la nature, le plus récent et le mieux connu du grand public par son ampleur a certainement trait aux pollutions des eaux douces et marines, ainsi que de l'atmosphère.

Il est bien connu que l'eau est capable de se purifier elle-même et ce principe a été utilisé pour justifier le déversement des eaux usées dans les cours d'eau. La croyance généralement admise était que « la dilution est la solution à la pollution ». Lorsque une région est faiblement peuplée, il est certain que l'eau est capable de recevoir les effluents domestiques sans inconvénient majeur, et de s'autopurifier à mesure qu'elle s'écoule vers l'aval. Toutefois, lorsqu'un réseau hydrographique reçoit une grosse quantité d'effluents importants, l'eau n'est plus capable de s'autopurifier et la surcharge des résidus ne permet plus au réseau hydrographique de s'adapter au niveau d'utilisation auquel il est soumis par l'homme. Les résultats sont alors catastrophiques et se résument pour l'homme à la destruction des populations piscicoles. Ce sont généralement les Salmonides qui disparaissent les premiers, les Cyprinides étant plus résistants à la pollution. Lorsque les déchets ménagers non traités sont déversés dans les eaux fermées, telles que lacs, estuaires ou baies, leur décomposition en éléments minéraux peut absorber la totalité de l'oxygène dissous dans l'eau, provoquant un désastre écologique en tuant toute vie animale.

Toutefois, l'eutrophisation des lacs et cours d'eau est un processus réversible. L'épuration primaire permet déjà d'enlever une grande quantité de déchets solides, ainsi que 10% du phosphore des eaux usées. L'épuration secondaire enlève approximativement 30% du phosphore, mais la concentration en éléments nutritifs reste encore plusieurs milliers de fois supérieure à celle des eaux naturelles. Enfin, l'épuration tertiaire permet d'éliminer des effluents la plupart des sels minéraux azotés et phosphorés. Ainsi le lac Washington à Seattle a été assaini de façon spectaculaire par le détournement des effluents qui y pénétraient et qui sont maintenant recueillis, épurés et déversés dans une rivière avoisinante, où la circulation de l'eau est intense. Les mêmes résultats sont enregistrés dans certains lacs alpins d'Europe, dont le Zeller See en Autriche est un bel exemple.

Loin d'être à l'abri, les mers font depuis longtemps l'objet de pollutions. Les origines en sont multiples. Les mers reçoivent, en effet, toutes les eaux terrestres qui sont chargées de déchets ménagers et industriels, ainsi que de pesticides et d'engrais provenant du ruissellement agricole. Par l'atmosphère, elles reçoivent les retombées de particules et composés volatiles. Enfin, les activités maritimes, telles que exploitation des ressources minérales des fonds marins, rejets des navires et accidents de pétroliers, ne font qu'aggraver le degré de pollution des mers. Ces agressions contre nature ont des effets multiples sur les biocénoses marines. Ils peuvent être d'ordre biologique et des concentrations sublétales de polluants peuvent modifier le schéma normal de migrations des animaux, rendre l'organisme plus sensible à une maladie, modifier le comportement quotidien des espèces, interrompre le cycle vital d'une espèce, contrarier les processus physiologiques tels que respiration, ponte, etc. Ces effets de polluants peuvent être d'ordre génétique, car certains se comportent comme des produits mutagéniques et cancérigènes. Enfin, les effets d'ordre écologique sur l'écosystème sont certains, mais encore difficiles à apprécier. Il est cependant évident que les polluants exercent une pression supplémentaire qui tend à favoriser ou éliminer certaines espèces, soit en agissant directement sur les espèces elles-mêmes, soit indirectement par destruction de certaines sources de nourriture.

L'atmosphère n'échappe pas non plus à la pollution. Celle-ci est produite par des gaz et des solides en suspension. La combustion des foyers domestiques et industriels enrichit l'atmosphère en gaz carbonique, ce qui favorise la production de végétaux et accélère, d'après les géophysiciens, les processus de réchauffement du globe. Par contre, les rejets d'oxyde de carbone, de dérivés chlorés, nitrés, soufrés, etc., sont de véritables poisons pour les animaux. Dans certaines conditions météorologiques, l'air stagne au-dessus des villes et les particules solides en suspension, rejetées par les foyers, se mélangent intimement au brouillard provoquant le phénomène du « smog », qui fait la réputation de beaucoup de villes industrialisées. Ce phénomène agit directement sur l'homme, provoquant des affections cardio-vasculaires et respiratoires et parfois même la mort. L'homme n'est malheureusement pas le seul à souffrir de ces exactions et les pollutions atmosphériques provoquent des dégâts importants surtout parmi les communautés végétales. Ainsi dans les Alpes françaises, des forêts de conifères dégénèrent suite à une pollution fluorée causée par les usines d'alumi-



nium ; aux États-Unis, des forêts sont détruites sur de vastes superficies par l'action des gaz de fonderie, etc. Aussi, actuellement, des mesures sont prises dans la plupart des pays pour obliger les industries et les privés à utiliser des appareils de combustion bien conditionnés, avec système de récupération, pour éviter le rejet de fumées à l'état brut. C'est ainsi que l'air de Londres est actuellement plus pur qu'il y a cent ans, et depuis plus de dix ans il n'y a plus de brouillard enfermé pendant l'hiver (en 1952, un banc de brouillard avait tué plus de 4 000 Londoniens).

### 3. — Conclusions

D'une façon générale, l'équilibre primitif de la nature fut surtout modifié avec l'apparition de moyens techniques perfectionnés et l'accroissement de densité des populations humaines. Celles-ci ont consciemment et inconsciemment violé les lois de la nature, ce qui s'est rapidement traduit par une destruction de l'environnement physique et organique. Il faut insister sur l'action constante de cette agression généralisée et le simple fait de prendre en temps voulu des mesures adéquates ou de cesser toute agression, peut permettre un retour à l'équilibre naturel, comme l'indique l'assainissement spectaculaire de certains lacs et cours d'eau, lorsque les eaux usées sont traitées avant leur rejet.

En tout cas, l'évolution écologique de notre biosphère n'est plus seulement déterminée par des pressions de sélection naturelle ; il faut reconnaître maintenant que l'homme joue un rôle déterminant sur l'environnement. Et l'importance de ce rôle ne cessera d'augmenter. C'est pourquoi, il faut penser que toute action d'envergure peut avoir des effets importants à court ou à long terme sur notre environnement. Aussi, il faut souhaiter qu'à l'avenir elle fasse l'objet d'études préalables et interdisciplinaires. Ceci pourra peut-être nous éviter de constater trop tard les désastres écologiques souvent provoqués par insouciance ou par économie mal conçue.

### BIBLIOGRAPHIE

- BORLAUG, N.E., 1972 : Les malades de l'écologie, *Cérès* 5, 1, 21-25.  
DORST, J., 1965 : *Avant que nature meure*, Neuchâtel (Suisse), Delachaux et Niestlé, 538 p.  
DORST, J., 1972 : L'âge d'or de la chimie agricole est révolu, *Cérès* 5, 1, 31-34.

- FAO, 1971 : *La pollution. Un problème international pour la pêche*, Rome, FAO, Cahier 14, 97 p.
- FRASER, J., 1972 : Regulated stream discharge for fish and other aquatic resources. An annotated bibliography, FAO, *Fish. Techn. Pap.*, Firi/T 112, 103.
- POURSIN, J. M., 1971 : *La population mondiale*, Collection « Société », Paris, Le Seuil, 114 p.
- VIBERT, R. et LAGLER, K. F., 1961 : Pêches continentales, *Biologie et aménagement*, Paris, Dunod, 720 p.

---

### ÉDITIONS « LES NATURALISTES BELGES »

<b>Géologie de la Belgique.</b> Une introduction par A. LOMBARD, avec une carte géologique de la Belgique au 1:600 000, par P. DE BÉTHUNE . . . . .	150 F
<b>L'eau et quelques aspects de la vie</b> , par M. DE RIDDER . . . . .	50 F
<b>Les Animaux filtrants</b> , par P. VAN GANSEN . . . . .	70 F
<b>Dissection de quatre Animaux de la mer.</b> Le Calmar, la Raie, la Plie, l'Anguille, par P. VAN DEN BREEDE et L. PAPYN . . . . .	70 F
<b>Faune élémentaire des Mammifères de Belgique</b> , par J.-P. VANDEN EECKHOUDT . . . . .	20 F
<b>Flores anciennes et climats</b> , par F. STOCKMANS et Y. WILLIERE . . . . .	50 F
<b>Initiation à la Mycologie</b> , par P. PIÉRART, 2 <sup>e</sup> éd. . . . .	70 F
<b>Champignons.</b> Notions élémentaires, par H. BRUGE . . . . .	30 F
<b>Les Amanités</b> , par P. HEINEMANN, 3 <sup>e</sup> éd. . . . .	30 F
<b>Les Bolétinées</b> , par P. HEINEMANN, 4 <sup>e</sup> éd. . . . .	30 F
<b>Les Lactaires</b> , par P. HEINEMANN, 2 <sup>e</sup> éd. . . . .	30 F
<b>Les Russules</b> , par P. HEINEMANN, 4 <sup>e</sup> éd. . . . .	30 F
<b>Les Lichens.</b> <i>Introduction à l'étude des Lichens de Belgique et des régions voisines.</i> Un volume de 196 pages, illustré de 56 figures, par J. LAMBINON . . . . .	160 F
<b>Les Gastéromycètes.</b> <i>Introduction à l'étude des Gastéromycètes de Belgique.</i> Un volume de 50 pages, illustré de 19 figures, par V. DEMOULIN . . . . .	50 F
<b>La photographie et le naturaliste</b> , par J. P. VAN DEN EECKHOUDT e.a. . . . .	50 F
<b>Introduction à l'étude de la Pédofaune</b> , par C. MOREAU . . . . .	20 F
<b>Pesticides et biocénoses</b> , par J. RAMAUT . . . . .	60 F
<b>Les Migrations des Oiseaux</b> , par M. DE RIDDER . . . . .	50 F

Pour se procurer ces ouvrages, nos membres doivent en virer le prix au C.C.P. n° 1173.73 de la S.P.R.L. Universa, Hoenderstraat, 24, à 9200-WETTEREN.

---

# Les grands paysages végétaux du Maroc

par J. HERBAUTS

Le plus occidental des pays du Maghreb, le Maroc, couvre près de 450 000 km<sup>2</sup> sur le front septentrional de l'Afrique. Il est baigné, à l'ouest, par les flots de l'Atlantique, au nord, par ceux de la Méditerranée. Une histoire géologique complexe et une tectonique variée ont profondément modelé sa structure physiographique, faisant naître ici des basses plaines ou des hauts plateaux, là des barrières montagneuses très élevées qui composent notamment la puissante chaîne de l'Atlas. Nulle part ailleurs en Afrique du Nord l'étagement altitudinal ne dépasse 4 000 mètres.

Bien qu'ouvert sur le continent africain par sa large façade saharienne, le Maroc reste avant tout un pays méditerranéen, surtout par son climat qui fait alterner pluies d'hiver et sécheresse estivale. Ce trait climatique essentiel prime tous les autres et influe notamment de façon capitale sur la composition et la structure de la végétation. Mais la présence de l'océan Atlantique à l'ouest, l'existence du vaste amphithéâtre montagneux atlasique qui prend en écharpe tout le pays, ainsi que l'étalement en latitude sur plus de 900 kilomètres, expliquent que toutes les nuances du climat méditerranéen sont représentées au Maroc. De la diversité de ces bioclimats naissent de multiples types de végétations dont le contraste est souvent étonnant ; il en résulte aussi une très remarquable palette de paysages.

## I. — Les grands traits du relief

Trois grands domaines structuraux se partagent le territoire marocain (fig. 1) :

a) Dans le nord du pays, et grossièrement parallèle au rivage méditerranéen qu'il domine de plus de 2 000 mètres (*Djebel Tidirhine*, 2 452 m), s'élève, tel un obstacle qui isole la côte du reste du Maroc, l'arc montagneux du **Rif**. D'âge et de style alpins, ce massif est profondément disséqué et morcelé par des vallées aux versants écorchés par une érosion violente. Au sud, le Rif vient s'empâter dans une mer de collines marneuses, le **Pré-Rif**,



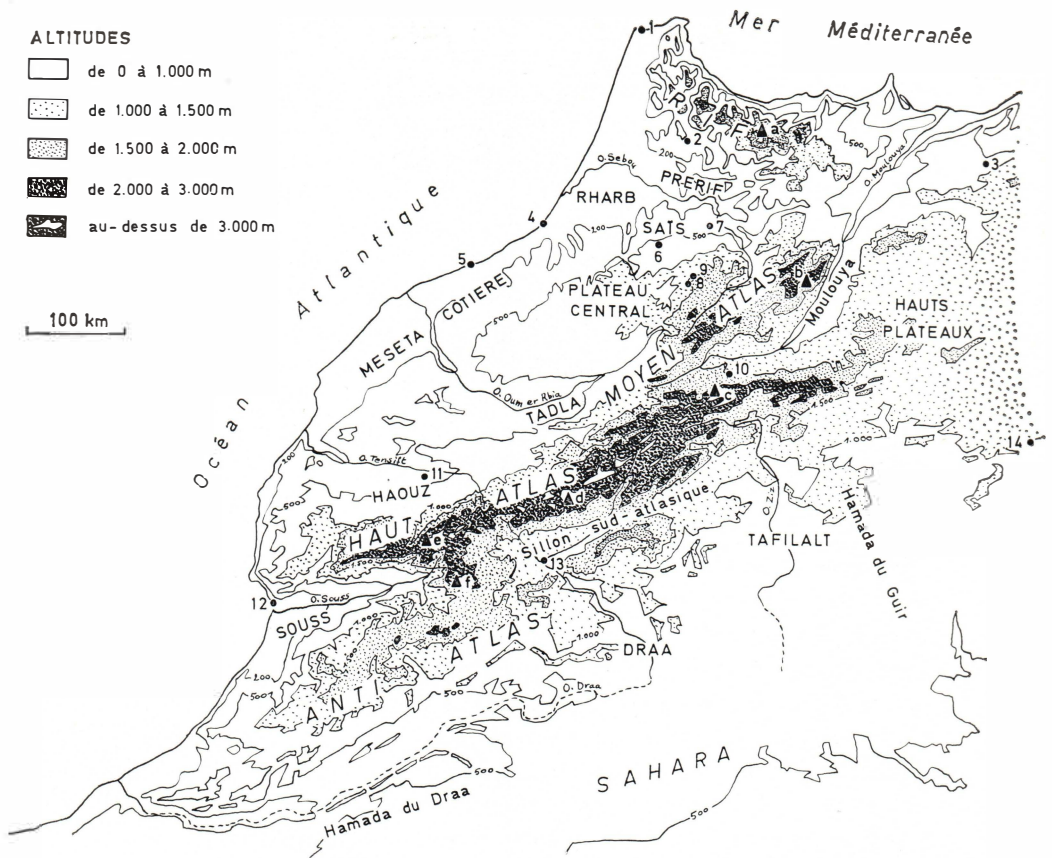


FIG. 1. — Maroc

Localités importantes ou citées dans le texte :

1. Tanger, 2. Zoumi, 3. Oujda, 4. Rabat (capitale), 5. Casablanca,
6. Meknès, 7. Fès, 8. Azrou, 9. Ifrane, 10. Midelt, 11. Marrakech,
12. Agadir, 13. Ouarzazate, 14. Figuig.

Principaux sommets montagneux :

- a. Tidirhine (2 452 m), b. Bou Nasseur (3 340 m), c. Ayachi (3 751 m),
- d. Mgoun (4 071 m), e. Toubkal (4 165 m), f. Siroua (3 304 m).

qui composent avec quelques crêtes calcaires plus vigoureuses la limite septentrionale de la vaste plaine alluviale et marécageuse du **Rharb**.

b) Au cœur du pays surgissent les assises du puissant bastion que constitue le **domaine atlasique**. Le relief y est varié, car, dans ce bâti hercynien localement fossilisé par une couverture sédimentaire secondaire et tertiaire, le socle et les sédiments qui

le nappent ont été très inégalement déformés suivant les régions.

Érigée au Tertiaire, l'ossature du domaine est faite des massives chaînes du **Haut Atlas** qui composent une imposante dorsale montagneuse s'étirant, presque rectiligne, sur plus de 700 kilomètres, de l'W-SW à l'E-NE du pays ; elle culmine majestueusement à 4 165 mètres d'altitude au *Djebel Toubkal* dans l'Atlas de Marrakech. Le bombement principal de cette chaîne, et aussi l'un des plus occidentaux, fait affleurer les roches cristallines du vieux socle primaire, alors que, dans le Haut Atlas central et oriental, moins élevé (*Djebel Mgoun*, 4 071 m ; *Djebel Ayachi*, 3 751 m) mais d'aspect plus lourd, se succèdent de très larges synclinaux façonnés dans des calcaires mésozoïques et cénozoïques. Les vallées qui pénètrent le Haut Atlas sont tantôt évasées et encombrées de terrasses et glacis résultant des pulsations climatiques quaternaires, tantôt profondément incisées, souvent même en d'étroites gorges, surtout sur le versant saharien (*Dadès*, *Todrha*).

Divergent du Haut Atlas en direction du NE, et aussitôt séparé de ce dernier par le profond fossé tectonique de la *Moulouya*, le **Moyen Atlas** est, lui aussi, composé de puissantes assises calcaireuses liasiques et jurassiques, constituant d'une part, vers 1 800 mètres d'altitude, la charpente tabulaire d'un énorme causse truffé de dépressions karstiques et couvert localement de cratères volcaniques qui y ont épandu au quaternaire d'innombrables coulées basaltiques, d'autre part une chaîne montagneuse franchement plissée et qui porte les plus hauts sommets moyen-atlasiques (*Djebel Bou Nasseur*, 3 340 m).

A l'est, le Haut Atlas vient mourir au contact des **Hauts Plateaux** de l'Oriental. Ceux-ci constituent, à plus de 1 000 mètres d'altitude moyenne, la terminaison occidentale des hautes plaines oranaises d'Algérie. Une couverture sédimentaire peu plissée y engendre un paysage aux horizons très larges, où le réseau hydrographique embryonnaire, peu drainant, donne naissance à un endoréisme local dont les vastes étendues salées des *chotts* et des *sebkhas* sont les témoins incontestables.

Au pied de la muraille de l'Atlas, qui est véritablement le centre de divergence hydrographique d'où partent tous les grands oueds <sup>(1)</sup> du pays (*Oued Sebou*, *Oued Oum Er Rbia*, *Oued Souss*, *Oued*

(1) L'oued est un élément du réseau hydrographique, comme la rivière ou le fleuve le sont sous nos latitudes, ou encore le torrent dans les zones alpines ou méditerranéennes. Mais un oued désigne non seulement un cours d'eau à écoulement plus ou moins régulier ou tout à fait sporadique, mais aussi, par extension, la vallée ou le lit où il chemine.

*Moulouya*, etc.), s'étagent, ouverts sur l'océan, les plateaux et plaines du Maroc atlantique. Le socle primaire, pénéplané, y constitue diverses cellules de relief plus ou moins arasées par d'anciennes surfaces d'érosion. Le massif le plus élevé et le plus vigoureux, le **Plateau Central**, fait affleurer de belles séries schisteuses, quartzitiques ou granitiques. En contrebas de ce vieux môle et descendant graduellement vers le rivage océanique, s'étagent les bas-plateaux de la **Meseta côtière**, sur lesquels diverses transgressions marines récentes ont abandonné d'énormes chapelets de vieilles dunes calcaires grésifiées. Enfin, au SE et au S du Plateau central, dominé par la haute barrière de l'Atlas, s'étalent divers plateaux et plaines intérieures, tels le plateau des phosphates (célèbre par ses gisements phosphatiers activement exploités), les cuvettes arides du **Tadla** et du **Haouz** de Marrakech.

c) Dans les contrées méridionales du pays, à peine franchie la corniche du Haut Atlas dominant le sillon tectonique sud-atlasique qui va s'ouvrir plus à l'ouest sur l'océan au niveau de la plaine du Souss, on entre de plein pied dans le **domaine présaharien**. Là affleure le bouclier précambrien du continent africain, qui s'élève dans la chaîne de l'**Anti-Atlas** (dont les plus hautes cimes, volcaniques, dépassent 3 000 mètres d'altitude : *Djebel Siroua*, 3 304 m) et s'enfonce, au sud et à l'est, sous les couvertures sédimentaires variées des grandes *hamadas* désertiques, disséquées par de multiples vallées sèches, frangées de vastes glacis rocailleux, nappées d'épandages caillouteux burinés par le vent en d'immenses *regs*, et localement voilées par les sables des premiers *ergs* sahariens.

## 2. — **Aperçu climatique**

Bien que fort nuancé suivant les régions, le climat qui prévaut sur l'ensemble du territoire marocain est typiquement **méditerranéen** : il présente les caractéristiques fondamentales d'un climat de zone tempérée chaude, à pluviosité concentrée sur les mois froids de l'année ; l'été, saison chaude, est sec.

Ceci reste vrai du nord à l'extrême sud du pays, des plaines côtières aux plus hautes cimes de l'Atlas. Mais les moyennes annuelles des précipitations varient de 25 mm dans le bassin présaharien du Draa, à près de 2 000 mm dans le Rif central et occidental ! La plus grande partie du Maroc reçoit cependant moins de 500 mm ; tout le sud, l'oriental et la plupart des plaines arides, moins de 300 mm. D'une manière générale, les pluies diminuent très rapidement non seulement avec la latitude mais

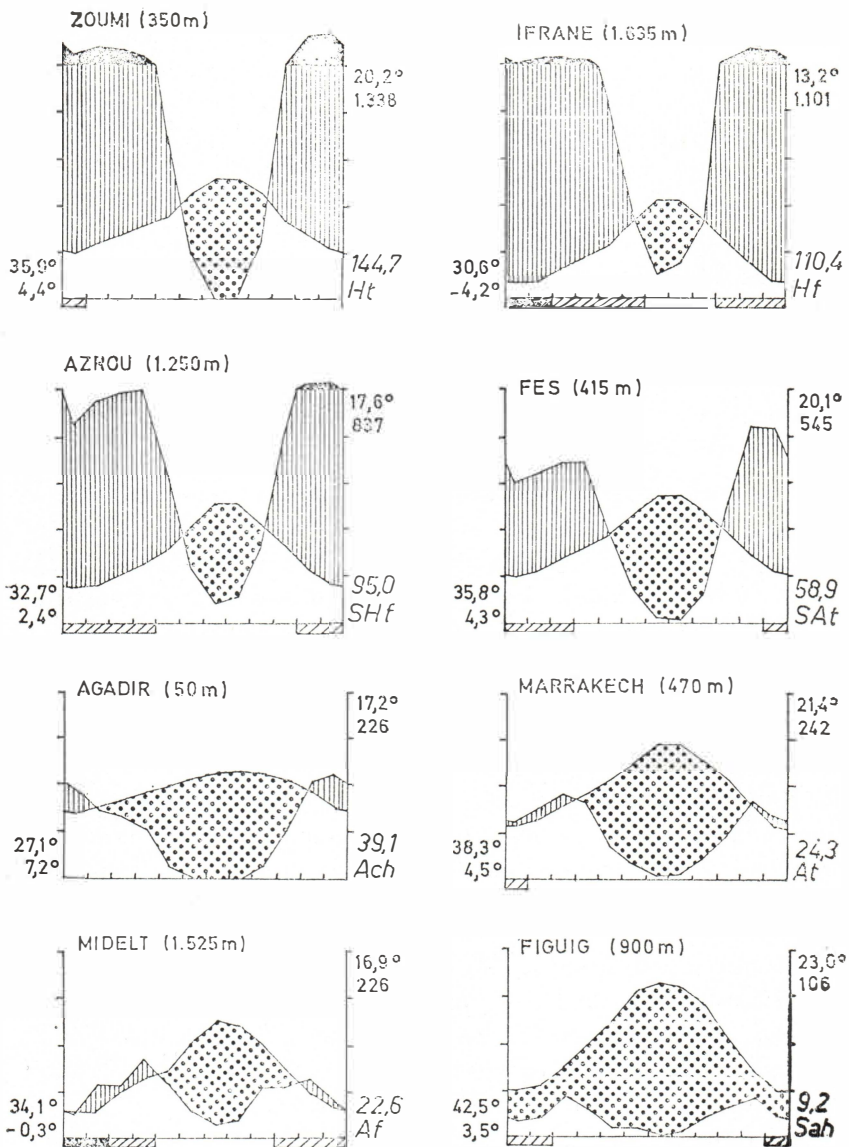


FIG. 2. — DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES

(Méthode de WALTER) de quelques stations marocaines :

Zoumi (Pré Rif) (*Etage humide tempéré*), Ifrane (Moyen Atlas) (*Etage humide froid*), Azrou (Moyen Atlas) (*Etage subhumide froid*), Fès (Plaine du Saïs) (*Etage semi-aride tempéré*), Agadir (Plaine du Souss) (*Etage aride chaud*), Marrakech (Plaine du Haouz) (*Etage aride tempéré*), Midelt (Haute Moulouya) (*Etage aride froid*) et Figuig (Oriental) (*Etage saharien*)

Nom de la station et altitude.

En abscisse : mois de l'année, de Janvier à Décembre.

En ordonnée : moyennes mensuelles des températures (T) et de la pluviosité (P) ;  
une division = 10°C ou 20 mm de pluie, soit  $P = 2 T$ .

En haut, à droite, on lit la température et la pluviosité annuelles moyennes ; en bas, à gauche, la moyenne des maxima du mois le plus chaud et celle des minima du mois le plus froid (l'écart entre ces deux valeurs donne une idée de la continentalité du climat).

Les courbes de température et de pluviosité délimitent une **saison humide** (hachuré vertical) et une **saison sèche** (pointillé) ; la teinte plate correspond à un montant des précipitations supérieur à 100 mm (échelle réduite de 1-10<sup>e</sup>).

En-dessous du diagramme sont indiqués les mois pour lesquels la moyenne journalière des T est inférieure à 0°C (teinte plate) et ceux pour lesquels le minimum absolu est inférieur à 0°C, soit la possibilité de gel (hachuré oblique). Enfin, en bas et à droite, est noté le coefficient Q d'EMBERGER.

aussi sous l'effet d'une continentalité croissante (éloignement de la mer). Quant à l'influence des reliefs, elle se marque de façon particulièrement évidente par une augmentation sensible des précipitations avec l'altitude, surtout sur leurs flancs océaniques. L'Atlas constitue de la sorte une remarquable dorsale humide.

La variabilité des températures, elle aussi, est forte ; moins cependant que celle enregistrée pour les pluies. L'amplitude moyenne de l'année en un même lieu est le plus souvent de l'ordre de 25°C à 35°C, sauf en marge de la côte atlantique où s'exerce l'action adoucissante de l'océan. Les moyennes maximales du mois le plus chaud (généralement juillet) sont couramment supérieures à 30°C et les moyennes minimales du mois le plus froid (janvier) sont partout inférieures à 10°C ; elles descendent même en-dessous de 0°C en montagne. Les écarts de températures sont accentués dans l'intérieur du pays par un vent brûlant et sec, d'origine essentiellement saharienne : c'est le *Chergui*, proche parent du *Sirocco* d'Algérie. A l'opposé, les gelées sont fréquentes, de longs mois durant, dans les contrées montagneuses ou présahariennes. Enfin, des neiges abondantes mais peu tenaces — elles ne persistent en été qu'en quelques sites ombrés du Haut Atlas — couvrent en hiver la plupart des massifs montagneux, à partir de 1 000 ou 1 500 mètres d'altitude selon les régions.



### 3. — Les étages bioclimatiques et les principales formations végétales

Le climat et la végétation étant dans une large mesure solidaires (2) — c'est d'ailleurs, aux yeux du voyageur, la modification de la physionomie et de la composition du couvert végétal qui trahit au premier abord la variation des conditions climatiques régionales —, nous allons brosser le tableau des grands paysages botaniques du Maroc sur le canevas des étages bioclimatiques qui couvrent le territoire et qui ont été si magistralement analysés et définis, dès 1936, par le phytogéographe français Louis EMBERGER et, à sa suite, par Charles SAUVAGE et maints autres botanistes.

EMBERGER a utilisé un *quotient pluviothermique* (3) pour subdiviser de façon synthétique le climat de la région méditerranéenne et spécialement du Maroc en étages climatiques. Il distingue de la sorte des étages arides, semi-arides, subhumides, humides, etc., suivant les diverses nuances du climat méditerranéen. Or, à chaque étage climatique ainsi défini, correspond un étage de végétation (par exemple l'étage de végétation méditerranéen aride, ou l'étage de végétation méditerranéen subhumide, etc.) ; ces étages de végétation constituent en quelque sorte la réplique biologique des étages climatiques auxquels ils s'identifient, d'où la notion plus large et plus écologique d'**étages bioclimatiques**. Soulignons que la notion d'*étage* bioclimatique est, au sens d'EMBERGER, complètement dégagée du facteur altitudinal. Il ne faut donc pas la confondre avec la notion d'*étagement* de la végétation avec l'altitude dans un massif montagneux. Nous verrons toutefois que ces deux notions se superposent parfois quand la succession des étages

(2) L'adaptation des essences forestières dans un milieu édaphique s'inscrit en effet toujours dans un cadre climatique, et on peut dire, en climat méditerranéen et au Maroc en tout cas, que cette adaptation dépend le plus souvent de la faculté de l'essence à se satisfaire d'un minimum de réserves hydriques du sol pendant la période sèche (LEPOUTRE).

(3) Le quotient pluviothermique Q, défini par EMBERGER, répond à la formule suivante :

$$Q = \frac{1\ 000\ P}{(M - m) \frac{M + m}{2}}$$

où P = moyenne annuelle des précipitations (en mm)

M =  $\bar{m}$  des maxima du mois le plus chaud (en degrés absolus)

m =  $\bar{m}$  des minima du mois le plus froid (en degrés absolus)

climatiques au flanc d'une montagne coïncide avec la distribution altitudinale des ceintures sylvatiques.

Mais, au sein d'un même étage bioclimatique, on pourra rencontrer une ou plusieurs formations végétales caractéristiques, selon la variation locale de facteurs climatiques secondaires (influences maritimes ou au contraire continentales), de facteurs édaphiques (substrat lithologique calcaire ou siliceux), ou d'autres facteurs encore (facteurs anthropiques notamment).

En outre, il ne faut pas perdre de vue que les formations climatiques (généralement forestières, sauf dans les zones très arides) qui pourraient caractériser au mieux chaque étage et ses variations, sont le plus souvent, et à l'image de bien d'autres pays à vieilles civilisations pastorales, profondément altérées, voire complètement anéanties, sur d'énormes surfaces et remplacées par des groupements de substitution plus ou moins stables. Bien des contrées marocaines qui furent par le passé indubitablement forestières, offrent aujourd'hui, après des siècles et des siècles de déforestation et de surpâturage, un visage dévasté ; il n'y subsiste plus que de misérables restes de la sylvie d'antan.

La dégradation du pays par l'homme, surtout le pasteur nomade, est très ancienne et les lambeaux forestiers relictuels sont souvent minuscules ou réfugiés dans les zones montagneuses les moins accessibles : les forêts marocaines ne représentent plus que 11% de la superficie du pays. Souvent aussi ce sont des tribus d'agriculteurs sédentaires ou semi-nomades qui ont fait reculer les limites forestières devant les terres cultivées (souvent temporairement), dans des proportions d'autant plus grandes que s'accroissait leur population. La presque totalité des plaines et basses collines du Maroc atlantique s'est ainsi vue livrée rapidement et totalement aux cultures et aux jachères pâturées.

Ainsi, outre les contraintes climatiques et édaphiques qui modèlent ses caractères régionaux, la physionomie *actuelle* des paysages marocains est-elle indissociablement liée à l'action immémoriale des populations rurales autochtones. Si les nuances climatiques et les grands types de sols régissent sans conteste la distribution première des ingrédients floristiques majeurs, le facteur anthropique apparaît néanmoins fondamental dans le modelage final du tapis végétal. Son action ne doit jamais être sous-estimée.

Quoi qu'il en soit, par son caractère méditerranéen, la végétation reflète bien le climat qui prévaut sur l'ensemble du territoire marocain. La phénologie contrastée des groupements végétaux (repos estival, croissance vigoureuse en saisons des pluies)

et leur physionomie largement xérophytique (*Durisilvae*, groupements steppiques ou semi-déserts) sont, elles aussi, caractéristiques de la région méditerranéenne.

Au nord et à l'ouest de l'Atlas, c'est-à-dire dans les plaines, collines et bas-plateaux du Maroc atlantique, un climat suffisamment humide allié à des températures estivales modérées, et le développement fréquent de sols profonds (sols rouges méditerranéens, sols isohumiques, etc.), ont permis jadis l'extension de forêts plus ou moins denses, mais dont l'aire originelle s'est résorbée de façon extrême face au *fellah* (cultivateur) armé de son araire ou, aujourd'hui, de sa charrue (grandes régions de culture) ; dans les contrées plus orientales et plus méridionales, où l'aridité du climat et la maigreur corrélative des sols brident d'autant l'épanouissement de la vie végétale, s'étalent des formations ligneuses très xéromorphes et très ouvertes, ou plus souvent encore, des groupements climaciques de steppe ou de semi-désert qui sont livrés à un pacage extensif, leur mise en culture sans irrigation étant fort aléatoire sinon impossible. L'homme, tout au long de la période historique, a sans nul doute favorisé par son action destructrice propre ainsi que par celle de ses troupeaux, l'extension de ces végétations des zones arides ou semi-arides, aux dépens des fragiles formations forestières des régions limitrophes un peu plus humides. D'une façon imagée, on peut dire que l'aridification anthropique des paysages marocains s'est étendue en faisant tache d'huile. Heureusement, les régions montagneuses, à climax essentiellement forestier, ont conservé mieux que d'autres régions leur couvert sylvatique (tout au moins à leurs niveaux les plus humides). Des zones entières n'ont toutefois pas échappé à une dégradation plus ou moins vive et qui a été (et malheureusement reste encore souvent) le fait des pasteurs nomades et de leurs troupeaux.

### 3.1. — LA VÉGÉTATION DE L'ÉTAGE SAHARIEN

L'immense majorité du territoire marocain est aride ou semi-aride, et plus de la moitié de ces terres défavorisées (soit presque un tiers du pays) est sous l'influence d'un climat méditerranéen saharien. S'il n'existe pas à proprement parler de désert *vrai* au Maroc, puisque même dans l'extrême sud on observe une périodicité des chutes de pluie (pluies de saison froide), l'aridité de ces

régions est déjà extrêmement prononcée <sup>(4)</sup> et, partant, les conditions de vie très sévères, tant pour l'homme que pour les autres organismes vivants. La végétation n'échappe pas à la règle.

La somme des précipitations reste toujours inférieure à 100 mm. Le thermomètre enregistre des variations journalières importantes et la moyenne annuelle des maxima avoisine 40°C. Les froids nocturnes dus au rayonnement terrestre (ciel limpide) sont cependant fréquents et fort vifs ; le gel est loin d'être inconnu, surtout en altitude (fig. 2).

Le paysage garde essentiellement un aspect minéral, rocheux : la géomorphologie et la tectonique s'y lisent à livre ouvert tant est maigre le couvert végétal. Ce dernier est presque entièrement effacé par le décor physiographique et influe peu, ou alors très localement (oasis), sur la physionomie d'ensemble des horizons présahariens. Discrète, clairsemée, homochrome du milieu et souvent fugace ou rabougrie, la végétation qui s'étend du piémont sud de l'Atlas aux confins septentrionaux du grand Sahara et qui s'étire d'ouest en est, de la vallée du Draa jusqu'aux oasis de l'Oriental (Figuig), est cependant présente partout (photo 1). Tantôt éparpillée à la surface des immenses *regs* caillouteux qui coiffent les *hamadas*, tantôt accrochée aux enrochements ou *krebs* qui surplombent les vallées, tantôt encore enlisée dans les voiles sablonneux des champs de dunes (*barkhanes* et *ergs*), le monde végétal y présente un fourmillement d'adaptations remarquables à la sécheresse du milieu : xérophytes épineux ou succulents, éphémérophytes, phréatophytes, etc. D'un point de vue floristique, c'est aussi le moins méditerranéen de tous les étages de végétation du Maroc, car son cortège floristique comporte une forte proportion d'éléments saharo-sindiens.

Sur le *reg* dur, argilo-limoneux, plus ou moins encombré de rocailles et de cailloutis polis par les agents éoliens, éclatés et vermiculés par l'action de brusques alternances journalières des températures, se développent quelques espèces remarquables : *Fredolia aretioides*, Chénopodiacee se présentant sous la forme d'un coussinet dense et épineux (photo 2), endémique du Sahara oriental marocain ; la « Rose de Jéricho », *Anastatica hierochuntica* ; le

(4) L'aridité d'une région exprime le déficit en eau qui y règne ; celui-ci dépend bien entendu du total annuel des précipitations (P), mais aussi des pertes en eau, notamment par évaporation (E). Pratiquement, on considère qu'il y a aridité quand P est inférieur à E.





PHOTO 1. — Paysage présaharien dans la région de Goulimine. Végétation très clairsemée de *reg* limono-caillouteux, à dominance de deux Chénopodiacées sous-frutescentes : le « Remt », *Haloxylon scoparium*, et *Anabasis aphylla*.

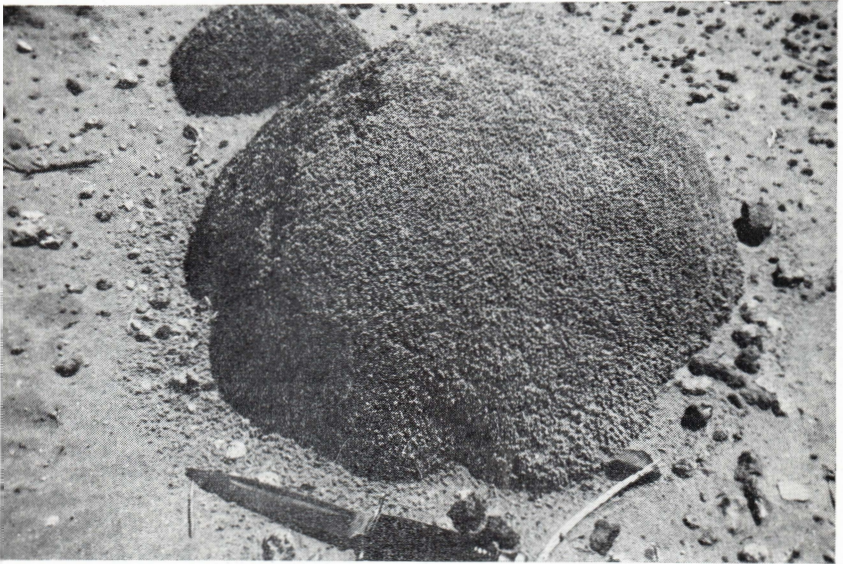


PHOTO 2. — Une curieuse Chénopodiacée épineuse en coussinet dense : *Fredolia cretzioides* (= *Anabasis cretzioides*), endémique du Sahara marocain oriental, photographiée sur un *reg* de la région de Ksar Es Souk (Tafilalt).



“Remt”, *Arthrophytum scoparium* ; de nombreuses espèces des genres caractéristiques *Fagonia* (Zygophyllacées) et *Farsetia*, etc. Les terrains salés sont colonisés par des *Limoniastrum* ou diverses halophytes crassulentes du genre *Zygophyllum*. Les pluies d’hiver déclenchent l’apparition d’une foule de petites thérophytes et la floraison de géophytes caractéristiques du milieu désertique : *Warionia saharae*, *Battandiera amoena*, *Pancratium saharae*, etc.

Sur les substrats sableux, *nebkhas*, *barkhanes* et *ergs*, s’installent préférentiellement le “Drinn”, *Aristida pungens*, et une génistée arbustive, *Retama raetam* (photo 3).



PHOTO 3. — L’image classique du désert : la mer de sable ou erg. L’erg Chebbi (Tafilalt) est cependant un des seuls grands champs dunaires du sud marocain. La végétation se réduit à quelques populations de « Drinn » (*Aristida pungens*) dans les creux interdunaires.

Les alluvions légères qui engorgent les lits d’oueds où l’écoulement des eaux de surface est limité aux crues, mais compensé en étiage par un inféro-flux de profondeur, se caractérisent par des peuplements très clairs d’Acacias, *Acacia raddiana* (photo 4) et *Acacia seyal*. Il va de soi que la végétation est plus abondante ou de meilleure venue dans les fonds d’oueds, dans la mesure où ils sont encore alimentés, dans les dépressions humidifiées temporairement

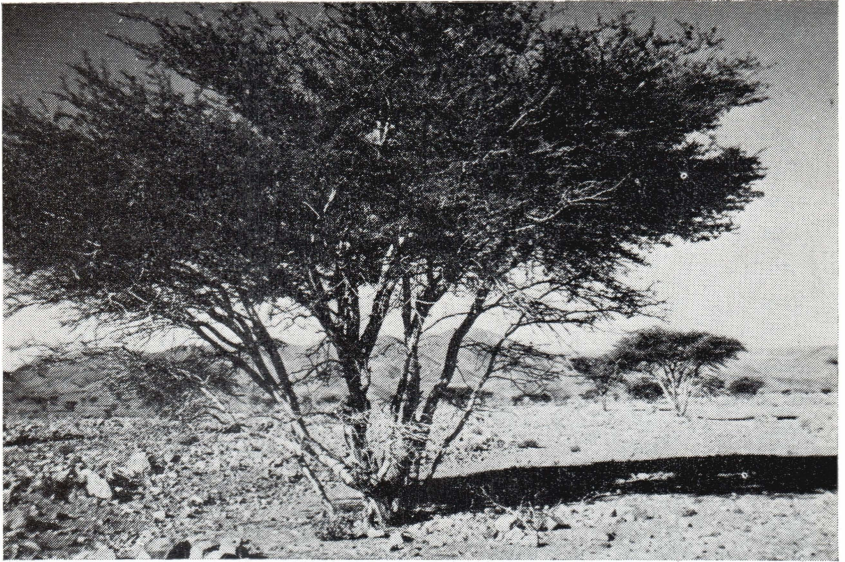


PHOTO 4. — Peuplement d'*Acacia raddiana* dans la vallée présaharienne de l'Oued Draa.

et au pied des zones d'épandage temporaire par ruissellement ou *maader*. Là croît une maigre végétation buissonnante de jujubiers, *Ziziphus lotus*, de tamaris, *Tamarix div. sp.*, et, lorsque la présence de l'eau est plus durable, de lauriers roses, *Nerium oleander*, et de gâilliers, *Vitex agnus-castus*. Le sud-ouest présaharien voit apparaître un curieux arbuste à latex de la famille des Asclépiadacées : *Calotropis procera*.

L'homme a introduit dans le sud marocain, et depuis des temps très reculés, le palmier dattier, *Phoenix dactylifera*, qui compose de très belles palmeraies le long des principaux oueds descendus de l'Atlas. Ces *oasis* constituent des îlots de végétation et de cultures étroitement subordonnés à la présence d'une eau durable dont l'homme s'est ingénié à tirer le meilleur parti possible par le biais de multiples et ingénieux systèmes d'irrigation. Seules ces longues oasis organisées au long des oueds tracent des sillons de verdure et de vie dans la poussière et la rocaille du désert.

### 3.2. — LA VÉGÉTATION DE L'ÉTAGE ARIDE

Ici aussi la sécheresse est très grande et l'irrigation des cultures indispensable. La pluviométrie reste faible, de 200 à 400 mm, et,

de surcroît, combinée avec une forte évaporation, exacerbée par des températures élevées et des vents desséchants fréquents.

Empiétant sur de vastes portions du territoire marocain, ces zones soumises à un climat aride sont dépourvues d'écoulements superficiels permanents, à l'exception de quelques grands oueds allo-gènes qui les traversent. Elles englobent tout le piémont méridional du Haut Atlas, la plaine du Souss et la majeure partie des reliefs de l'Anti-Atlas, les cuvettes du Haouz et du Tadla, la vallée de la Moulouya et les Hauts Plateaux de l'Oriental.

Partout l'aridité est maîtresse des terres, mais les hivers peuvent être, suivant les contrées, froids ou chauds.

### 3.2.1. — *Les zones arides à hiver chaud ou tempéré*

La douceur des hivers pénètre les terroirs arides plus ou moins soumis à l'influence de l'océan atlantique ; les étés restent très chauds et très secs (fig. 2), et la vie végétale, comme partout ailleurs, est strictement limitée à la période des pluies qui s'étend de l'automne au printemps. En fait, les conditions écologiques correspondent à une aggravation sensible et générale de celles qui ont cours dans la région méditerranéenne d'Europe.

Le climax de l'étagé aride à hivers chauds est cependant forestier : c'est la forêt claire d'arganiers, si caractéristique du sud-ouest marocain (photo 5). L'arganier, *Argania spinosa*, qui appartient à la famille des Sapotacées, est de loin l'essence forestière la plus originale du Maroc : endémique de ce pays et relique du Tertiaire, son aire de distribution actuelle compose dans le sud-ouest marocain, du littoral atlantique aux versants de l'Atlas, une enclave à affinité floristique nettement macaronésienne. En plus, l'arganier joue un rôle prépondérant dans la vie et l'économie rurales de ces contrées : à la fois « pâturage suspendu » — les chèvres grimpent dans sa ramure pour brouter son feuillage — et source locale d'huile alimentaire par l'amande de ses drupes (huile de *noix d'argan*), l'arganier est la providence de ces zones arides, ce que les populations berbères *chleuh* ont compris de longue date, puisqu'elles ont relativement ménagé l'arganeraie en pratiquant une culture intercalaire, c'est-à-dire en cultivant l'orge sous son couvert léger mais protecteur.

L'arganeraie est donc le plus souvent livrée à la culture ou au pâturage ; sa physionomie est alors celle d'une forêt extrêmement claire et plus ou moins fortement dégradée. Quant elle peut s'épanouir plus librement, la forêt d'arganiers, qui est indifférente à la nature du sol, se peuple de nombreux arbustes sclérophylles





PHOTO 5. — Chèvres « arboricoles » dans l'arganeraie de la plaine du Sous. Outre la fourniture de drupes oléagineuses dont les populations locales tirent une huile comestible (huile d'argan), les arganiers servent véritablement de pâturages suspendus pour les nombreux troupeaux de caprins qui broutent leur feuillage.

et sempervirents, entremêlés de multiples plantes volubiles et lianescentes, avec au sol un bel éventail de géophytes et de thérophytes à développement vernal. Les espèces ou sous-espèces endémiques foisonnent dans ce type de végétation. Bien qu'intéressante à plus d'un point de vue, la composition floristique des arganeraies marocaines sera tue ici, car elle sort de notre propos.

Sur la frange littorale, la dégradation de l'arganeraie sous l'action du surpâturage donne naissance à une formation très particulière à base d'euphorbes arbustives ou cactiformes (*Euphorbia regis-jubae*, *E. echinus*, *E. beaumeriana*) et même d'une grande composée succulente (*Senecio antheuphorbium*), toutes espèces endémiques qui forment plus au sud les stades ultimes de régression des arganeraies dégradées (photo 6).

Dans la cuvette aride du Haouz de Marrakech, et dans la plaine voisine du Tadla, ainsi que dans la basse vallée de la Moulouya, la végétation climacique est un fourré de jujubiers (*Ziziphus lotus*) et de betoum ou pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*), mêlé dans le Haouz d'un petit gommier endémique, *Acacia gummifera*.

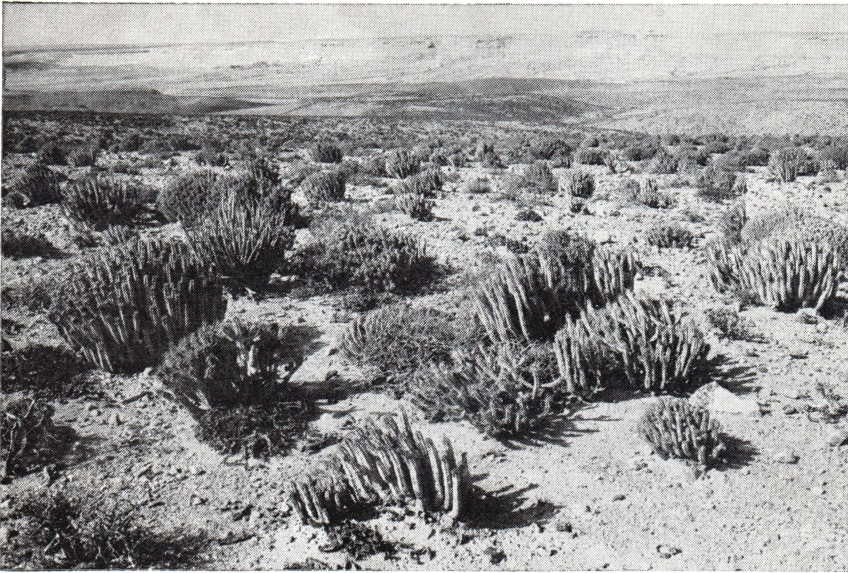


PHOTO 6. — Semi-désert à euphorbes cactiformes (*Euphorbia echinus*) et séneçons crassulents (*Senecio anteuphorbium*) colonisant les collines rocailleuses dominant la basse vallée du Draa.

Tel est le climax, mais le couvert végétal est partout profondément dégradé par un pacage abusif en d'immenses pelouses steppiques (*ermes*) à *Stipa tortilis* et autres annuelles (photo 7), ou bien quadrillé par l'araire du *fella* pour faire place à de pauvres et aléatoires cultures sèches, ou encore effacé par le développement de vastes périmètres irrigués et verdoyants, traditionnels ou modernes (cultures vivrières, céréales, agrumes, amandiers et oliviers), principalement développés au débouché des grands oueds montagnards. Les terres salées où apparaissent des halophytes (*Lycium intricatum*, *Atriplex halimus*, etc.) sont fréquentes et ponctuent çà et là l'étendue de ces zones arides.

### 3.2.2. — Les zones arides à hiver froid

C'est, sur plus de deux millions d'hectares, le domaine infini de la steppe d'*halfa*, *Stipa tenacissima*, et de *chih*, *Artemisia herba-alba*. Les peuplements de l'*halfa*, grande graminée sociale, s'étendent à perte de vue sur les Hauts Plateaux de l'Oriental et s'infiltrèrent jusque dans la vallée de la Haute Moulouya (photo 8). Nous nous trouvons à plus de 1 000 mètres d'altitude et des condi-





PHOTO 7. — Steppe à jujubiers, *Ziziphus lotus*, et *Stipa tortilis* dans la plaine aride du Tadla. La muraille enneigée du Moyen Atlas occidental barre l'horizon.

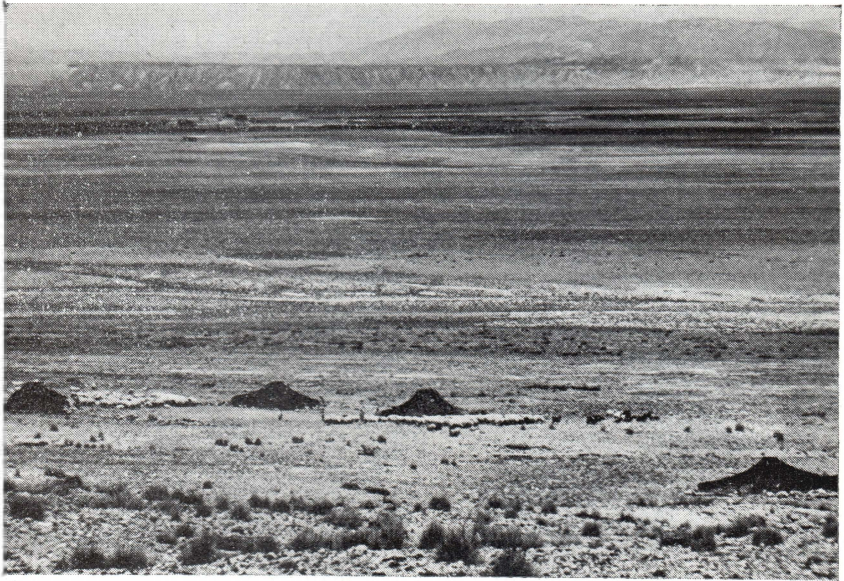


PHOTO 8. — Dans la vallée de la Haute Moulouya, à près de 1 500 mètres d'altitude, l'immensité de la steppe d'halfa (*Stipa tenacissima*). A l'avant-plan, tentes et troupeaux de pasteurs nomades.

tions climatiques extrêmement rudes inhibent dans ces régions tout développement de la forêt : le climax est asylvatique. Le froid est intense en hiver, l'été se révèle vite extrêmement chaud ; la virulence de la sécheresse résulte non seulement de précipitations atmosphériques faibles (de l'ordre de 200 mm) (fig. 2), mais aussi de vents particulièrement desséchants et qui soufflent en toute liberté dans l'immensité de ces paysages dépouillés. Ces steppes à *halfa* constituent de vastes zones pastorales, parcourues par des tribus nomades ou semi-nomades.

L'*halfa* est localisé préférentiellement sur des substrats rocheux ou bien drainés, alors que l'armoise blanche et aussi le sparte, *Lygeum spartum*, qui l'accompagne volontiers, sont plutôt liés à des sols argileux plus lourds et plus compacts. Les dépressions salées (*chotts*) sont loin d'être rares ; elles interrompent la monotonie de la steppe et se signalent par un essaim de diverses halophytes des genres *Atriplex*, *Salsola*, *Lygeum*, etc.

Mais toutes les steppes d'*halfa* et de *chih* ne sont pas climaciques, loin s'en faut. La destruction des forêts sèches avoisinantes a permis une extension sensible des nappes alfatières sur leurs pourtours : on peut observer sur les flancs du Haut Atlas oriental de telles infiltrations de l'*halfa* dans les groupements forestiers montagnards à chênes verts ou genévriers rouges, et même, dans les zones les plus dévastées, leur substitution complète par la steppe dont seule une composition floristique particulière dénote encore leur origine sylvatique (présence d'arbustes relictuels, d'*Othonopsis maroccana*, de *Salvia aucheri*, d'*Adenocarpus bacquei*, etc.).

### 3.3. — LA VÉGÉTATION DE L'ÉTAGE SEMI-ARIDE

Très vaste lui aussi, l'étage méditerranéen semi-aride s'étend sur toutes les plaines atlantiques du Maroc, à l'exception des enclaves arides du Haouz, du Tadla et du Souss, couvre la majeure partie du versant méditerranéen du Rif et enveloppe les chaînes atlasiques en y isolant vers les moyennes et hautes altitudes des îles de plus grande humidité.

La moyenne annuelle des précipitations avoisine 500 mm (fig. 2). Les pluies d'hiver sont donc sensiblement plus abondantes que dans l'étage aride. Les maxima thermiques sont, quant à eux, moins accentués. Toutefois, l'irrigation d'un grand nombre de cultures s'avère encore très utile, sinon indispensable.

Toutes les nuances d'une océanité ou d'une continentalité plus ou moins affirmées contribuent à diversifier l'aire climatique de l'étage semi-aride. Plus on pénètre vers l'intérieur des terres ou

plus on s'élève en altitude, plus les hivers se font froids et plus s'accroît le caractère continental du climat. Soumis à ce gradient d'influences, les groupements végétaux sont tantôt, et aussi suivant la nature du sol, des peuplements de chênes sempervirents (chênes verts, chênes liège), de thuyas, d'oléastres et de lentisques ou de pins d'Alep, dans les zones océaniques, tantôt des forêts continentales montagnardes, à genévriers thurifères, tantôt encore, dans les contrées semi-arides plus tempérées, des peuplements de genévriers rouges.

L'action de l'homme a été particulièrement vive dans le domaine semi-aride : mise en culture des terres les plus fertiles (avec ou sans irrigation), pacage excessif des terres jugées stériles et des jachères, exploitation mal conduite des lambeaux forestiers relictuels, etc. Par l'action de ses troupeaux pléthoriques, par la mise en culture de terres érodables, par une déforestation exagérée, les populations des zones semi-arides ont souvent contribué à l'aridification catastrophique de nombreux terroirs, aridification qui s'est propagée comme une lèpre à la surface du pays.

### 3.3.1. — *Les forêts de thuyas de Berbérie*

Le thuya de Berbérie ou *arar*, *Tetraclinis articulata* (= *Callitris articulata*), est une essence résineuse fort abondante en Afrique du Nord, tout spécialement dans les pays du Maghreb.

Assez indifférent à la nature du substrat lithologique sur lequel il croît, l'*arar* est, en revanche, strictement inféodé au climat méditerranéen semi-aride océanique, c'est-à-dire à hiver doux. A sa limite altitudinale déterminée par le froid, il se réfugie aux expositions chaudes ; aux frontières que lui impose l'humidité, il se cantonne sur des calcaires drainants ; partout, à ses limites d'aire, il fuit une trop grande aridité ou un froid trop humide et cède la place à des essences mieux armées. C'est pourquoi on peut observer des boisements de thuyas sur le front rifain qui domine la Méditerranée, alors qu'il n'en existe pas sur le revers atlantique trop humide. Son domaine pénètre largement le Rif oriental ainsi que le bassin de la Basse Moulouya et les reliefs avoisinants qui assurent sa jonction avec les peuplements algériens. Les callitriaies s'étendent aussi dans le Massif Central et ceignent le Moyen Atlas oriental qu'elles pénètrent par ses vallées les plus sèches. Alors que, dans le Maroc septentrional et atlantique, c'est surtout le souffle humide de l'océan qui chasse le thuya sur les versants méditerranéens, plus au sud c'est l'effet inverse qui régit la répartition de ses peuplements : là il est tenu en échec par



l'aridité et se voit obligé de grimper en altitude où il trace, approximativement entre 800 et 1 000 mètres d'altitude, un étroit ruban sylvaïque sur les flancs océaniques de l'Atlas (photo 9).

Aujourd'hui, ce petit conifère a disparu de régions entières, alors que, dans d'autres contrées, ses boisements ont été profondément dégradés par une exploitation abusive (coupe à blanc, feu courant, etc.), et un pâturage mal conduit. Dans la plupart des taillis actuels de thuyas, le sol est profondément griffé par l'érosion ou réduit à l'état de caillasse pierreuse stérile. Les peuplements les mieux conservés offrent l'aspect de petites futaies basses et claires, envahies d'une foule de petits arbrisseaux et sous-arbrisseaux aromatiques ou sclérophylles (cistes, lavandes, filarias, rouvets, etc.). Le botaniste verra que les callitriades occidentales sont caractérisées notamment par la présence d'*Ampelodesma mauritanica* (Graminée de taille imposante), que les populations plus continentales et donc plus froides le sont par *Buxus balearica*, alors que quelques formations à thuyas du front du Moyen Atlas occidental sont remarquables par la présence d'une variété endémique de laurier, *Laurus nobilis* var. *rotundifolia*, ainsi que par des stades de dégradation à euphorbes cactiformes (*Euphorbia resiniifera*).



PHOTO 9. — Peuplement de thuyas de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) sur les argiles triasiques ravinées du Haut Atlas de Marrakech.

3.3.2. — *Les junipérais de genévriers rouges*

A l'instar du thuya, le genévrier rouge ou genévrier de Phénicie, *Juniperus phoenicea*, présente une distribution géographique presque entièrement dépendante des facteurs climatiques, les liens avec le substrat édaphique apparaissant secondaires ou pour le moins subordonnés, et ne se manifestant avec quelque acuité qu'en bordure de son aire. Les peuplements montagnards du genévrier rouge se substituent partout à ceux du thuya dès que l'océanité du climat méditerranéen semi-aride décroît et que, corrélativement, s'affirment les effets de la continentalité, c'est-à-dire, notamment, un abaissement assez net des températures hivernales. Ceci a lieu par l'altitude et l'éloignement de la mer. EMBERGER a montré que le passage altitudinal et latéral d'un peuplement à l'autre est particulièrement démonstratif sur le versant atlantique du Haut Atlas, depuis la partie occidentale de la chaîne jusqu'à ses confins orientaux. Le genévrier, d'abord en mélange avec le thuya et même le chêne vert, se taille progressivement un domaine de plus en plus large en refoulant les callitriaies vers le piémont atlasique.

Mais, comme celles de thuyas, les anciennes forêts de genévriers rouges (photo 10) ont été saccagées, voire complètement anéan-

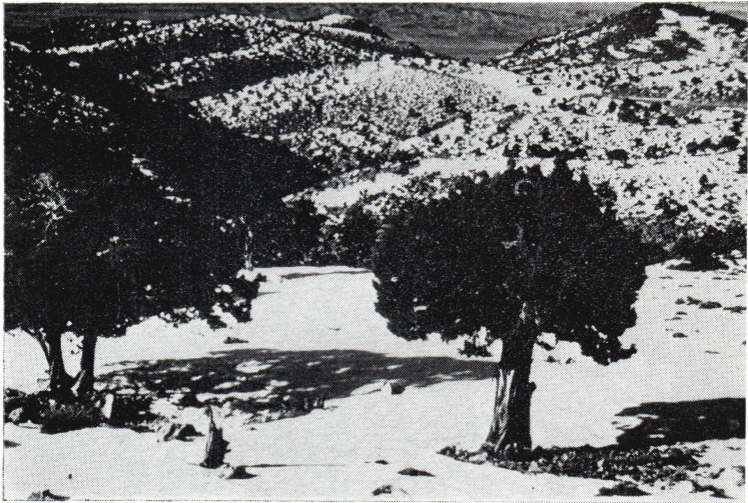


PHOTO 10. — Sur les premiers contreforts enneigés du Haut Atlas oriental, vers 1 800 mètres d'altitude, un boisement très dégradé de genévriers rouges (*Juniperus phoenicea*).



ties, sur une surface considérable. Elles aussi ont eu à pâtir de l'action inconsciente de l'homme et ont ainsi presque totalement disparu des montagnes de l'Anti-Atlas et du flanc saharien du Haut Atlas où devaient jadis s'étendre de vastes peuplements de genévriers ; il n'en reste aujourd'hui que de misérables reliques, disséminées dans une végétation aridifiée et asylvatique. Les junipé-  
raies ont été si malmenées qu'il est délicat de définir leur cortège floristique originel. Tout au plus les botanistes ont-ils pu constater que, sur le versant atlantique du Maroc, le fond floristique rappelle beaucoup celui des forêts de thuyas dont auraient été exclues les composantes les plus thermophiles. Des espèces adaptées à la sécheresse froide s'infiltrèrent même dans le groupement : c'est le cas du buis des Baléares ; les junipé-  
raies se voient aussi souvent pénétrées par des indentations de la steppe d'*halfa*.

Un cachet local et particulier est conféré aux boisements de genévriers rouges du Haut Atlas occidental, notamment ceux qui s'accrochent aux flancs des hautes vallées dominant le Haouz de Marrakech, suite à la présence de cyprès de l'Atlas, *Cupressus sempervirens* ssp. *atlantica*.

### 3.3.3. — Les junipé- raies de genévriers thurifères.

Le genévrier thurifère, *Juniperus thurifera*, est par excellence l'arbre des hautes altitudes de l'Atlas. Édaphiquement indifférent au cœur de son aire, mais lié à un climat semi-aride continental, il s'accommode bien de l'environnement sec, lumineux et froid qui règne au-dessus de 2 000 mètres d'altitude : il y compose l'ultime ceinture forestière des hautes montagnes marocaines. Le thurifère se taille une place dans le couvert sylvatique dès que la continentalité et surtout les froids hivernaux inhibent la croissance des autres essences forestières montagnardes : genévriers rouges, chênes verts et cèdres. Mais il s'introduit aussi dans les chaînes périphériques de l'Atlas, plus océaniques, soit aux très hautes altitudes (largement au-dessus de 2 500 m) où il se trouve hors d'atteinte des niveaux de précipitations maximales (5), soit à des altitudes plus basses (2 000 m), en position topographiquement ou édaphiquement froides (climax stationnels : emplacements ven-

(5) On se rappellera que, d'une façon générale, l'altitude accroît sensiblement le montant des précipitations. Mais ceci n'est vrai que jusqu'à une certaine altitude (optimale et variable suivant les massifs montagneux) au-dessus de laquelle les précipitations diminuent.

tilés de col, cuvettes empâtées d'argiles humides de décalcification) ou bien sur le revers des crêtes qui le mettent « à l'ombre des pluies » et des influences douces et humides des vents océaniques. Ceci s'observe magnifiquement dans le Moyen Atlas. Dans le Rif, c'est également la trop grande humidité des hautes altitudes qui l'en chasse.

Dans la séquence des étagements forestiers en altitude, la thuriféraie fait suite à la junipéraie de genévriers rouges, surtout sur le versant méridional de la grande dorsale atlasique, et pourrait constituer, selon EMBERGER, un vaste étage entre approximativement 2 000 et 3 000 mètres d'altitude. Mais les boisements de thurifères y sont aussi dévastés que les peuplements de genévriers rouges sous-jacents, en sorte qu'ils ont pratiquement été rayés du paysage. Dans le Haut Atlas central (massifs du Mgoun et de l'Azourki) (photo 11) et oriental (massifs de l'Imdghas et de l'Ayachi), les peuplements de thurifères s'étagent, un peu gauchis, de 1 800 à près de 3 200 mètres d'altitude, mais se cantonnent essentiellement au centre du bastion montagneux, ne se rapprochant des lèvres de la chaîne qu'à l'extrême est. Là, ils empiètent même sur les versants externes de la montagne qui dominent le fossé aride de la Haute Moulouya.



PHOTO 11. — Ce qui reste de la thuriféraie du Haut Atlas central, sur les flancs de l'Azourki dont on distingue à l'arrière-plan la cime enneigée (3 685 m).

Aujourd'hui, et en tout point de l'Atlas, on ne peut plus contempler que des lambeaux plus ou moins dégradés des thuriféraies, « forêts » réduites à merci par les populations montagnardes sédentaires et les pasteurs nomades. Elles présentent l'aspect de boisements très ouverts, séniles, où chaque individu a été mutilé par des émondages successifs qui font de sa silhouette meurtrie l'un des attributs si caractéristiques du Haut Atlas. Les sols sont presque toujours squelettiques. Comme de nombreux écologistes l'ont souligné, le déboisement abusif de la haute montagne marocaine est véritablement catastrophique, car, une fois saccagés, les groupements sylvatiques ne régénèrent plus ou alors très difficilement (aridification du micro-climat, érosion du sol, pacage anarchique) ; or l'existence même des populations berbères montagnardes est intimement liée à leur maintien (bois de feu, fourrage d'hiver, protection des sols, etc.). D'un point de vue botanique, la destruction progressive de la thuriféraie se traduit par l'infiltration rapide de xérophytes épineux venus de l'étage asylvatique supérieur. Progressivement et avec la disparition simultanée du genévrier, ces xérophytes montagnards se substituent complètement à la thuriféraie.

#### 3.3.4. — *Les formations à oléastres et lentisques*

Tout permet de penser qu'il s'agit là du climax semi-aride dans les plaines et collines du Maroc atlantique. Les sols y sont riches mais souvent argileux, lourds et localement teintés d'hydromorphie plus ou moins permanente (terres noires ou *tirs*). Ce groupement arbustif (mais élevé et vigoureux) se trouve, à l'opposé des formations précédemment décrites, strictement inféodé à des caractéristiques édaphiques, au point que le moindre affleurement de roches dures ou arénacées le livre à la concurrence d'autres végétations semi-arides, et notamment la callitriaie ou la forêt sèche de chênes liège. On voit donc que, à climat égal, en l'occurrence ici le semi-aride océanique, c'est le facteur sol qui peut influencer sur la répartition des divers types de végétation.

L'aire primitive d'extension climacique de la brousse à oléastres, *Olaea europaea*, et pistachiers lentisque, *Pistacia lentiscus*, devait être très vaste. Mais, de nos jours, il est bien malaisé d'en retrouver des traces notables ou bien conservées, car sa distribution originelle coïncide largement avec celle des sols qui comptent parmi les plus fertiles du Maroc, en sorte que l'Oléo-Lentisque a presque partout cédé la place au damier des terres agricoles



(photo 12). Dans les terres en friche, dans celles livrées à la libre pâture, ou encore dans celles qui, pour l'une ou l'autre raison, ont été épargnées par la mise en culture (lieu saint, marabout), on n'observe souvent qu'un stade de dégradation plus ou moins broussailleux, mais très caractérisé par la présence constante d'un petit palmier nain (6), le *doum* des Arabes, *Chamaerops humilis*. Ces faciès dégradés sont extrêmement riches en géophytes et thérophytes vernaux dont les vagues de floraisons successives, aussi colorées qu'abondantes, confèrent aux terroirs du Maroc atlantique un prodigieux mais éphémère éclat printanier.



PHOTO 12. — Le damier des terres agricoles de la plaine de la *Chaouïa* casablancaise a complètement effacé la végétation climacique régionale à oléastres et lentisques.

### 3.3.5. — *Les pinèdes à pins d'Alep*

Les pinèdes sont relativement rares au Maroc. Celles à base de *Pinus halepensis* ne font pas exception. Les seuls peuplements quelque peu importants de ce résineux sont tous situés sur le versant méditerranéen du pays (Rif), avec aussi quelques flots disséminés dans des vallées du Haut Atlas. Partout ailleurs, et sur-

(6) En fait, réduit à l'état de nanisme par le pâturage, le *doum*, quand il se trouve protégé, au voisinage des marabouts par exemple, atteint facilement une hauteur de plusieurs mètres.

tout sur les contreforts atlantiques de l'Atlas, si le pin est présent, il est très dispersé et subordonné à d'autres boisements : chênes verts, genévriers rouges, thuyas.

### 3.3.6. — *Les forêts de chênes liège semi-arides*

Le chêne liège, *Quercus suber*, colonise au Maroc de vastes territoires, de l'étage semi-aride à l'étage humide. En zone semi-aride il compose notamment aux portes de Rabat une énorme forêt sur sables qui couvre à elle seule et d'un seul tenant, à l'exception de quelques enclaves déforestées, près de 140 000 hectares. Cette grande subéraie (forêt de la *Mamora*) joue dans l'économie forestière et subéricole du pays un rôle important (7).

On convient habituellement que le chêne liège est une essence strictement *calcifuge*. A ce titre, les boisements marocains sont forts démonstratifs puisque partout ils fuient les substrats calcaires ; mais ce chêne n'apprécie pas davantage les sols humides trop lourds et trop compacts, en sorte que, en définitive, on ne le rencontre ni sur les sols calcaires ni sur les terres argileuses. Au Maroc, la subéraie est véritablement « l'expression de la végétation méditerranéenne semi-aride sur roches dures acides ou sur substrats arénacés non calcaires ». La forêt climacique de chênes liège s'étendait donc jadis sur les affleurements du socle de la Meseta côtière, abandonnant aux thuyas les calcaires et les versants ensoleillés des vallées des grands oueds, trop chauds et trop secs, aux jujubiers (*Ziziphus lotus*) et aux *betoum* (*Pistacia atlantica*) les cuvettes thermiques, trop arides en été et trop froides en hiver, enfin, aux oléastres, aux lentisques, ou aux ripisilves à lauriers roses (*Nerium oleander*) et gâilliers (*Vitex agnus-castus*), les alluvions lourdes et humides des fonds de vallée.

Sur les sables lessivés et faiblement acides de la *Mamora*, se développent une futaie claire ou des taillis plus ou moins touffus de *Quercus suber*, mêlés d'un poirier local, *Pyrus mamorensis* ; ce couvert léger domine un sous-bois arbustif de genêts (*Genista linifolia*, très abondant), ajoncs, cistacées diverses (*Cistus*, *Halimium*) et la-

(7) D'après divers auteurs, le chêne liège aurait tenu dans la période protohistorique une place beaucoup plus grande qu'aujourd'hui : la forêt de la *Mamora* aurait à elle seule perdu les 2/3 de sa surface primitive ! L'homme, à la suite de l'action déjà néfaste des dernières pulsations climatiques quaternaires, peut être tenu pour principal responsable de cette régression massive de la sylve (défrichement suivi de mise en culture, coupes excessives, pratiques pastorales compromettant la régénération du couvert arborescent, etc.). De nos jours, la forêt est sous la sauvegarde des forestiers.



vandes (*Lavandula stoechas*); une strate herbacée essentiellement printanière (annuelles) compose un maigre fond pastoral pour les nombreux troupeaux de bovins et d'ovins qui pâturent encore sous forêt. La déforestation locale aboutit à la constitution de fourrés où prolifèrent les essences du sous-bois ainsi qu'une passerine arbustive endémique, *Thymaelaea lythroides* (photo 13). Quand la déforestation est plus radicale et la pression de pâturage plus forte, une pelouse annuelle à asphodèles (*Asphodelus microcarpus*) et palmier nain s'installe.



PHOTO 13. — Enclave déforestée à *Genista linifolia* et *Thymaelaea lythroides* dans la subéraie semi-aride de la Mamora.

Les subéraies sur roches dures siliceuses, schistes, grès ou quartzites, sont certainement parmi les chênaies les plus xériques qui existent au Maroc; elles correspondent d'ailleurs à la limite méridionale en plaine de l'extension du chêne liège. Ce sont des forêts assez chétives, basses et très clairiérées, livrées au pacage. Elles se distinguent de leurs homologues sur sables par la composition de leur sous-bois au sein duquel viennent à manquer bon nombre d'espèces inféodées à un substrat arénacé (*Genista linifolia*, *Thymaelaea lythroides*, etc.), mais où d'autres ingrédients floristiques apparaissent: *Cistus monspeliensis* (surabondant), *Myrtus communis*, *Lavandula multifida*, *Astragalus lusitanicus*, etc. Un petit sumac, le

*tizra*, *Rhus pentaphylla*, caractérise bien ces forêts claires, sèches et chaudes. La dégradation fréquente et irréversible de ces subétraies par les pratiques pastorales des tribus locales, fait naître des maquis (*matorrals*) à cistes et des pelouses arides (*ermes*) à asphodèles qui annoncent la ruine prochaine, rapide et irrémédiable des sols par érosion.

#### 3.4. — LA VÉGÉTATION DE L'ÉTAGE SUBHUMIDE

Nous voici sous un climat que connaît également la région méditerranéenne française. C'est, si l'on veut, le climat méditerranéen *modat*. Au Maroc, où il s'étend sur d'assez grandes surfaces, il n'existe toutefois, eu égard à la latitude, que dans le nord du pays ou encore aux altitudes moyennes des massifs montagneux, Rif et Atlas ; en un mot, partout où la pluviosité est suffisamment élevée (au moins 600 mm) pour permettre sa différenciation (fig. 2).

Tel est le cas de la péninsule tingitane, du Rif, du Moyen Atlas et du versant occidental du Haut Atlas. Comme celle de tous les étages plus humides du Maroc, sa répartition est nettement soumise aux influences atlantiques, et cela surtout au niveau des masses montagneuses atlasiques qui arrêtent et recueillent sélectivement les pluies océaniques selon l'altitude et l'orientation fine de leurs chaînes ; ainsi se différencient sur leurs flancs des étages de végétation — au sens altitudinal du terme — particulièrement contrastés.

L'essence dominante des zones subhumides est sans conteste le chêne vert, *Quercus ilex*, arbre par excellence des régions méditerranéennes et d'ailleurs extrêmement répandu dans tout le Maroc où cette espèce écologiquement très souple va jusqu'à déborder largement les frontières de l'étage subhumide, tant vers des secteurs de plus grande aridité que de plus grande humidité. Quant au chêne liège que nous avons vu former d'importants boisements dans l'étage semi-aride, il joue ici un rôle plus effacé, mais n'en compose pas moins de splendides peuplements.

##### 3.4.1. — *Les chênaies de chênes verts subhumides*

*Quercus ilex* est une essence forestière très robuste et d'une remarquable plasticité écologique : elle tolère autant la sécheresse et la forte chaleur des zones semi-arides que les rigueurs hivernales du milieu montagnard. Très rustique, l'yeuse s'accommode tantôt de sols superficiels et pierreux, tantôt de substrats argileux profonds et lourds ; sa grande vitalité et son pouvoir de régéné-

ration après la coupe lui permettent de résister longtemps et mieux que d'autres essences, aux mutilations et à toutes les actions anthropiques les plus rudes et les plus destructrices. Tout cela contribue à assurer au chêne vert une place de choix dans maints boisements où il se comporte comme un liant forestier qui unit les éléments de la mosaïque sylvatique, véritablement comme le plomb soude les pièces d'un vitrail.

Abondante sur le versant du Rif qui domine la Méditerranée, l'ilicaie subhumide est néanmoins mieux représentée sur les causses du Moyen Atlas, en mélange avec des faciès plus humides, ainsi que tout le long du versant atlantique du Haut Atlas. De nos jours, on peut encore rencontrer quelques lambeaux de chênaies modérément dégradées, presque à l'état climacique, mais ces futaies basses font exception : la plupart des forêts d'yeuses sont d'autant plus clairiérées et infiltrées d'espèces xérothermophytes que leur état de dégradation est plus poussé ; souvent même il ne subsiste que des taillis ouverts ou encore des pelouses pierreuses à asphodèles et palmiers nains, pacagées par des troupeaux surabondants qui hâtent leur dévastation (photo 14).



PHOTO 14. — Peuplement extrêmement dégradé de chênes verts (*Quercus ilex*) mêlés de genévriers rouges (*Juniperus phoenicea*) au pied du *Djebel Masker* (3 277 m), dans le Haut Atlas oriental. La zonation altitudinale des ceintures sylvatiques est particulièrement apparente : de bas en haut s'étagent ilicaies, junipéraies, cédraies (dont on distingue aisément les boisements sombres) et thuriféraies.



L'iliçaie se trouve liée dans une large mesure aux roches calcaires, mais il n'est pas rare de la voir coloniser des substrats siliceux, aussi bien en montagne qu'en plaine ; dans ce dernier cas, elle entre toutefois en vive compétition avec la subéraie (Tangérois, Massif central).

La variation floristique régionale des iliçaies subhumides est très grande et elle est fonction soit de facteurs édaphiques (sols calcaires ou non), soit de conditions physiographiques (chênaies littorales, planitaires, collinaires ou montagnardes), facteurs auxquels sont intimement liées des actions climatiques locales (effets de versant, orientation des vallées, etc.). Schématiquement, on peut distinguer des chênaies xériques dont la florule est tout naturellement très semblable à celle des forêts de thuyas, et des chênaies nettement plus humides, et généralement développées en altitude, mieux individualisées et notamment plus riches en espèces caractéristiques ou endémiques.

#### 3.4.2. — *Les chênaies de chênes liège subhumides*

Essentiellement développé dans l'étage semi-aride, le chêne liège envahit aussi de ses très beaux boisements une portion de l'étage subhumide et, entre autres, les profondes vallées qui lacèrent le vieux môle siliceux du Maroc atlantique (plateau d'Oulmès). Les futaies y sont de belle venue et remarquables par leur sous-bois arbustif particulièrement dense et riche en espèces (cistes, cytises, genêts, viornes, arbousiers, etc.). Cette strate sous-arborescente ne manque pas de devenir exubérante dans les aires déforestées ; elle y forme alors d'impénétrables maquis.

Notons ici que le chêne kermès, *Quercus coccifera*, n'occupe au Maroc qu'une place de second rang et que les territoires qu'il couvre sont réduits à la portion congrue. On ne le rencontre que dans le nord du pays, dans le Tangérois et sur le versant méditerranéen du Rif, le plus souvent d'ailleurs en mélange avec d'autres essences, chêne vert et chêne liège notamment.

#### 3.5. — LA VÉGÉTATION DE L'ÉTAGE HUMIDE

Des précipitations copieuses (pour une bonne part sous forme de chutes de neige en montagne), des températures hivernales fraîches dans les terroirs océaniques (littoral et basses montagnes tingitanes), des froids plus rudes (gels fréquents et incisifs) dans le domaine atlasique, confèrent aux zones humides du Maroc des caractères écologiques quelque peu apparentés à ceux de nos latitudes plus septentrionales (fig. 2). Cette impression se dégage

avec une particulière acuité pour le voyageur qui, en hiver, traverse les forêts enneigées de l'Atlas. Mais, et ceci est fondamental, le bioclimat reste typiquement *méditerranéen* par sa sécheresse estivale et le rythme que celle-ci impose à la végétation.

En vérité, si l'on consulte une carte bioclimatique du Maroc, on constate aussitôt que l'aire de l'étage humide se présente de façon morcelée et n'est guère constituée que par un chapelet plus ou moins continu et essentiellement montagnard d'îlots de plus grande humidité qui tranchent sur la vaste toile de fond, plus aride, de la végétation marocaine. Ces îlots de grande humidité s'accrochent à la haute dorsale du Rif (qui reçoit en certains endroits près de 2 000 mm de précipitations), s'étend assez largement sur les crêtes et les flancs océaniques du Moyen Atlas (eux aussi copieusement arrosés avec quelque 1 000 mm) et, finalement, vont s'égrener sur quelques versants bien exposés du Haut Atlas. Presque partout l'étage humide relaie en altitude les remontées montagnardes du subhumide, auquel il succède de façon plus ou moins tranchée suivant les régions ; il va mourir à sa limite supérieure au contact des végétations semi-arides froides.

Dans l'Atlas, cette zonation des ceintures sylvatiques est remarquablement liée à la distribution altitudinale des précipitations : l'augmentation des chutes de pluies (et de neige) marque le pas, comme nous l'avons déjà signalé, au-delà d'un niveau altitudinal optimal, ce qui a pour effet de créer en altitude une barrière de sécheresse pour les formations sylvatiques humides. Ces dernières s'y étagent donc, *grosso modo*, entre 1 500 et 2 500 mètres d'altitude. Il ressort également de ce qui précède que, à de rares exceptions près, la limite supérieure des forêts atlasiques n'est jamais constituée par des groupements forestiers de l'étage humide, mais bien par le liseré des thuriféraires sèches semi-arides.

D'une richesse floristique moindre que celle des étages plus arides, les formations de l'étage humide montrent, en revanche, une physiologie bien plus vigoureuse et les peuplements forestiers qui souvent évoquent de façon saisissante ceux de nos latitudes, y sont de fort belle venue quand l'homme ne les a pas dégradés. La pédogénèse y est, elle-aussi, très favorisée et peut donner naissance, sauf sur des pentes excessives, à des sols évolués, profonds et à bonne réserve hydrique (sols bruns et sols rouges méditerranéens).

### 3.5.1. — *Les forêts de cèdres*

Étroitement liées à l'étage méditerranéen humide froid, les cèdres marocains couvrent encore aujourd'hui près de 215 000



hectares, d'une part sur les crêtes siliceuses du Rif, d'autre part sur les gradins calcaro-dolomitiques du Moyen Atlas ; quelques beaux peuplements gagnent même les flancs humides du Haut Atlas oriental.

Le cèdre de l'Atlas, *Cedrus libanotica* ssp. *atlantica*, est, comme son proche parent libanais plus célèbre, un conifère magnifique (photo 15). Il constitue d'ailleurs avec le chêne liège l'une des essences forestières les plus précieuses du royaume chérifien. Les futaies les plus vigoureuses, les plus denses et les plus remarquables que l'on puisse observer, s'épanouissent sur les versants exposés au souffle humide de l'Atlantique ; les précipitations qui prennent en écharpe l'écran que leur opposent ces flancs montagneux sont en moyenne de l'ordre de 1 000 mm et les chutes de neige sont

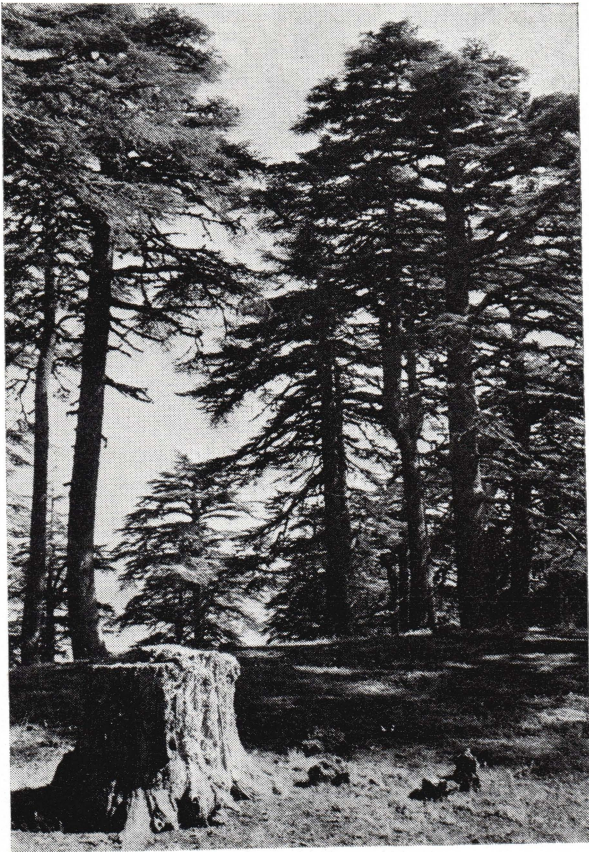


PHOTO 15. — Cèdraie sur basalte dans le Moyen Atlas. *Djebel Hebri*, 2 104 mètres d'altitude.

très abondantes en hiver. Les cèdraies poussent également des pointes vers le cœur des massifs montagneux, Moyen Atlas entre autres, mais la diminution progressive des précipitations dont elles bénéficiaient sur les pourtours océaniques de ces mêmes montagnes et la continentalité croissante qui en découle, agit sur leurs peuplements en clairsemant le couvert des résineux et en modifiant radicalement leur cortège floristique ; la régénération naturelle de la cèdraie pâtit aussi de ces modifications climatiques, ce qui rend le boisement plus labile et surtout plus sensible à l'action destructrice de l'homme. Ces effets dépressifs — sans tenir compte de l'action humaine — créent rapidement une frontière éoclimatique pour la cèdraie. Les amples peuplements séniles et mourants des cèdraies les plus continentales du Moyen Atlas offrent à cet égard un spectacle particulièrement édifiant (photo 16).

La limite altitudinale inférieure de la cèdraie est assez fluctuante (à peu près 1 500 mètres dans le Rif, 1 800 mètres dans le Moyen Atlas) et son tracé dépend bien entendu de l'abondance locale des précipitations qui baignent le pied des reliefs. Par contre, le climat plus sec et plus froid des hautes altitudes, dont le cèdre s'accommode mal, crée une frontière plus tranchée et assez bien limitée entre 2 700 et 2 800 mètres d'altitude.

Hormis les cèdraies rifaines, les plus beaux peuplements de cèdres croissent, entre 1 600 et 2 200 mètres, sur le front occidental des grands causses du Moyen Atlas central. Sur des sols bruns calcimorphes ou basaltiques, se développent de splendides futaies, avec un sous-bois de chênes verts, d'érables de Montpellier (*Acer monspessulanus*), de houx (*Ilex aquifolium*), de viornes (*Viburnum tinus*), d'alisiers (*Sorbus torminalis*), d'aubépines, etc. En dépit de sa relative stabilité et malgré l'exercice seulement saisonnier du pâturage (transhumance estivale), la cèdraie se dégrade rapidement si elle n'est pas sévèrement protégée contre des abus pastoraux manifestes qui entravent sa régénération. La dégradation de l'ambiance forestière profite toujours au chêne vert qui, pour peu que le couvert du résineux s'ouvre, s'étoffe aussitôt en un groupement buissonnant très envahissant. Mais, localement, les pasteurs finissent même par altérer ces ilôts de substitution : naissent alors des « landes » (*matorrals* bas) à génistées (*Genista pseudopilosa*, *G. quadriflora*, *Adenocarpus boudyi*), hélianthèmes et thymes, ou des pelouses rases à fétuques et *Poa bulbosa*. Celles-ci constituent les parcours d'été (*almou*) pour d'innombrables troupeaux de moutons transhumants qui, dès la fonte des neiges, y montent des plaines environnantes.

Dans les cèdraies sèches plus continentales et d'autant plus clairiérées qu'elles se trouvent proches de leur limite écologique, le genévrier thurifère prend la place du chêne vert. De vieilles forêts de cèdres mourants, dévastées par les passages répétés des tribus berbères transhumantes et de leurs troupeaux immenses, s'accrochent encore sur des sols squelettiques ou de véritables pierriers calcaires et se voient envahies par les coussinets épineux de xérophytes montagnards (photo 17) : *Bupleurum spinosum*, *Erinacea pungens*, *Cytisus balansae*, etc. Mais la disparition progressive et inéluctable de ces cèdraies décharne peu à peu l'ossature pierreuse du paysage et les maigres pâturages qui subsistent ne parviennent plus à cacher les roches mises à vif.



PHOTO 16. — Vieille cèdraie mourante du Moyen Atlas (*Aguelmane Sidi Ali*, 2 100 m). A leur limite écologique imposée par un climat plus continental, sec et froid, les peuplements de cèdres ne régénèrent plus et les conifères les plus séniles meurent sur pied. La dévastation de ces forêts écoclimatiquement très labiles a été hâtée de façon catastrophique par les pasteurs nomades et leurs troupeaux.

### 3.5.2. — *Les sapinières*

Quelques peuplements de sapins pinsapo, *Abies pinsapo*, sous-espèce endémique *maroccana*, s'installent, entre approximativement 1 600 et 2 000 mètres d'altitude, sur les crêtes de la grande dorsale calcaire du Rif, copieusement arrosée. Ces sapinières présentent plus d'une affinité écologique et floristique avec les forêts de cèdres



qui les bordent ; l'intrication des sapinières et des cédraies est d'ailleurs fort fréquente.

3.5.3. — *Les chênaies caducifoliées à chênes zeen et chênes tauzins*

De remarquables futaies de chênes à feuilles caduques se rencontrent en quelques stations du Moyen Atlas et du Rif. Ces peuplements de chênes décidus s'épanouissent toujours aux expositions océaniques des flancs montagnards, selon les régions, entre 1 200 et 1 800 mètres d'altitude environ.

Dans le Rif, chêne tauzin, *Quercus toza*, et chêne zeen, *Quercus faginea*, mêlent leurs boisements dans des proportions variées ; sur l'épaulement atlantique des causses moyen-atlasiques, le chêne zeen compose à lui seul de belles forêts.



PHOTO 17. — Dans le Haut Atlas oriental, à 2 300 mètres d'altitude sur le flanc septentrional du *Djebel Ayachi*, les misérables restes d'une cédraie-thuriféraie sont envahis par les coussinets épineux des xérophytes montagnards (ici, essentiellement *Bupleurum spinosum*).

Tozaies et zènaies forment de grandes futaies (photo 18) ou des taillis denses. Les zènaies du Moyen Atlas apparaissent vers l'altitude moyenne de 1 700 mètres et s'y cantonnent volontiers sur des sols basaltiques profonds ou des colluvions calcaires frais, aux expositions et niveaux de l'escarpement du causse où des





PHOTO 18. — A 1 500 mètres d'altitude, sur le front océanique du causse moyen-atlasique encore partiellement enneigé, la forêt de *Jaaba* (Ifrane) se compose de splendides futaies caducifoliées de chênes zeen (*Quercus faginea*).

effets de brise adoucissent quelque peu le thermisme de l'habitat. Intercalées entre la limite inférieure de la cèdraie et le liseré supérieur des iliaïes humides, elles se voient fréquemment infiltrées, par le bas, de chênes verts et de son cortège arbustif, par le haut, des compagnes du cèdre et du conifère lui-même.

#### 3.5.4. — *Les forêts humides de chênes verts*

La forêt de *Quercus ilex* prend ici un développement splendide : élevée, dense, ombreuse, l'iliaïe humide couvre un sous-bois plus ou moins luxuriant et varié de viornes (*Viburnum tinus*, *V. lantana*), de houx, de daphnés (*Daphne laureola*, *D. gnidium*), de chèvre-feuille (*Lonicera etrusca*), de fragon, de lierre, d'if (*Taxus bacchata*), etc. ; les zones plus clairiérées favorisent le développement de grands cistes, *Cistus laurifolius* et *C. salvifolius* ; la strate herbacée est riche en espèces, avec notamment des *Paeonia* endémiques.

Ces types forestiers se rencontrent dans le Rif, mais aussi et surtout dans le Moyen Atlas (photo 19), où ils constituent, en contrebas des forêts de chênes zeen, un des maillons dans la zonation altitudinale des ceintures sylvatiques qui s'étagent sur le front humide des grands causses.



PHOTO 19. — Futaie de chênes verts (*Quercus ilex*) sur le flanc atlantique du Moyen Atlas, dans la région d'Azrou, vers 1 400 mètres d'altitude. Iliçaille humide à sous-bois dense de *Viburnum tinus*, *Lonicera etrusca* et *Cistus laurifolius*.

### 3.5.5. — *Les forêts humides de chênes liège*

Les subéraies humides forment également des forêts magnifiques, denses et souvent pures, mais parfois aussi mélangées de chênes verts, de tauzins ou de zeen. Elles ne se développent pleinement que dans le Rif et sur les escarpements cristallins du Moyen Atlas oriental (photo 20). L'aire potentielle (climacique) de ces subéraies s'étend sans conteste sur une vaste portion des croupes grès-quartziteuses du Rif occidental et central, mais la sylve y a été dégradée sur de très grandes surfaces et substituée par des maquis (*matorrals*) exubérants à cistacées (on n'y compte pas moins de sept espèces du genre *Cistus*) et éricacées arbustives (*Erica arborea*

et *Arbutus unedo* dominants), eux-mêmes livrés très souvent à une érosion ravinante aussi intense que spectaculaire.

### 3.5.6. — *Les pinèdes de pins maritimes*

Au Maroc, *Pinus pinaster* se mêle à divers types forestiers mais n'individualise que très rarement des peuplements spontanés purs. Seul le Moyen Atlas possède quelques belles pinèdes développées sur des calcaires marneux.

## 3.6. — LA VÉGÉTATION DE L'ÉTAGE MÉDITERRANÉEN DE HAUTE MONTAGNE

La chaîne montagneuse de l'Atlas marocain culmine au *Djebel Toubkal* à plus de 4 200 mètres d'altitude et de très nombreux sommets approchent les 4 000 mètres. Il s'ensuit qu'un étage asylvatique se différencie nettement en haute montagne : il répond à un climat rigoureux, froid et sec, et aussi très lumineux. Bien qu'extrême, ce climat reste de caractère méditerranéen par ses précipitations hivernales et sa sécheresse d'été.

Comme dans la plupart des massifs montagneux, la limite altitudinale supérieure des forêts montagnardes — ici, des forêts de genévriers thurifères —, n'est guère aisée à tracer, car l'action de l'homme, par le pâturage et la déforestation, n'a pas manqué de brouiller cette limite en repoussant les sylves de montagne vers des altitudes plus basses. En conséquence, toutes les cimes actuellement dénudées ne sont pas nécessairement en-dehors du niveau climacique forestier, leur déboisement étant le plus souvent le fait de l'homme. Selon EMBERGER, on peut estimer que la frontière supérieure du domaine forestier court à peu près vers 3 000 mètres d'altitude.

A la base de l'étage asylvatique dominant des formations de ligneux bas, de physionomie extrêmement particulière et reconnaissable, puisque constituées par un moutonnement de xérophytes en coussinets. *Erinacea pungens*, *Cytisus balansae*, *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*, *Bupleurum spinosum*, sont autant de ces buissons épineux, ramassés, très compacts et de forme hémisphérique, qui peuplent la haute montagne marocaine. Ils abandonnent très souvent leurs pierriers d'altitude pour s'infiltrer dans les groupements forestiers dégradés des altitudes inférieures (photo 17) et ceci explique que leur domaine s'est largement étendu au détriment des étages sylvatiques sous-jacents.

C'est jusqu'à près de 4 000 mètres d'altitude qu'il faut grimper pour voir les xérophytes épineux céder le pas à un horizon culminant



de pelouses maigres et de végétations de pierriers mobiles. Mais la richesse en endémiques atlasiques des plus hautes cimes du Toubkal, du Mgoun et de l'Ayachi est particulièrement grande.

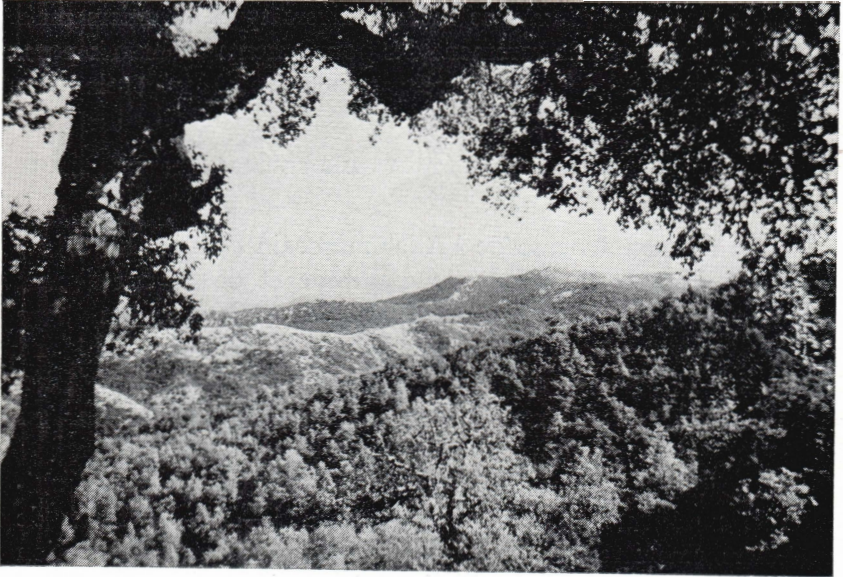


PHOTO 20. — Subéraie dense et humide sur les versants cristallins du massif du *Tazeka* (1 450 m), dans le Moyen Atlas oriental.



## La « couleur » des sols

par M<sup>lle</sup> S. HENRY

On peut se demander quel est ou quels sont les éléments qui donnent aux sols leur couleur.

Les dunes de sable terne sont toutes pareilles. Mais nos limons, nos marnes, nos sols belges accusent une coloration qui, en surface, peut aller du rouge au gris foncé en passant par toute la gamme des jaunes, bruns et orangés. Les « oxydes de fer » et les « humus » en sont responsables pour la plus grande part.

L'« humus », résultant du pourrissement des déchets végétaux ou d'addition de pailles, fumier, matériel organique, joue un rôle important par lui-même et par apport de matériel énergétique permettant la prolifération des micro-organismes. Ceux-ci pouvant alors « libérer » des silicates du sol des éléments biogènes tels calcium, potassium, magnésium dont la plante a besoin.

L'« humus » apporte de plus des éléments que le végétal, dont il provient, avait extrait du sol, ou des engrais précédemment ajoutés. C'est l'« humus » qui donne aux sols leur couleur grise.

La couleur des oxydes de fer varie du jaune au rouge d'après leur composition propre, car il en existe de différents types, hydratés ou non :

l'hématite :  $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$  est de couleur rouge,

la goethite :  $\alpha\text{FeOOH}$  est jaune ocre,

la lepidocrocite :  $\gamma\text{FeOOH}$  : orangé,

la maghémite :  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ , également parfois rencontrée dans les sols, est rouge.

Enfin, et surtout, les oxydes de fer hydratés sans structure cristalline décelable aux rayons X :  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : la limonite ou stilpnosidélite, de couleur brunâtre.

Pour éviter tout facteur d'appréciation personnelle, souvent subjectif, la couleur des sols est précisée à l'aide d'un code de référence. Le plus souvent employé sur le plan international est le code Munsell qui utilise, pour le classement des principales couleurs des sols, trois variables :

1. la teinte, donnant la proportion de jaune et de rouge,
2. la gamme du blanc au noir,
3. la proportion de gris mélangé à la couleur de base.

(Il convient aussi de préciser si la couleur est donnée à l'état sec ou humide.)

Lors d'une recherche sur les « latosols du Zaïre », il a été trouvé que lorsque ceux-ci accusent une coloration jaune (2,5 y) d'après Munsell, le fer y est présent sous forme de goethite. Tandis que dans les latosols rouges (2,5 à 10 R), le fer est présent sous forme d'hématite. Dans ces cas, la « qualité » et la « teneur » en oxydes de fer correspondent exactement à la couleur et à son intensité.

Les oxydes de fer hydratés sans structure cristalline, présents dans les limons belges notamment, jouent quant à eux un rôle important au point de vue de la formation des grumeaux et agglomérats. C'est si vrai que, lorsqu'en laboratoire on les extrait chimiquement des autres éléments du sol, le matériel restant tombe en poussière ; plus aucune cohésion n'est observée. De plus, ils jouent un rôle « protecteur » vis-à-vis des silicates, empêchant ainsi leur trop rapide destruction.

Inversément à ce rôle « bénéfique », les oxydes de fer enrobant les cristallites et le matériel argileux inhibent certaines propriétés de ces derniers masquant ainsi en partie leur degré de « capacité de sorption ». Les ions lourds, tels  $Fe^{3+}$  neutralisent les charges négatives des colloïdes électro-négatifs : argile et humus, favorisant leur floculation. C'est ainsi que, lorsqu'on procède en laboratoire à une séparation des minéraux primaires des minéraux secondaires, existant par altération des premiers, il faut au préalable les débarrasser de ces oxydes de fer.

Après cette opération de laboratoire, l'ensemble en résultant ne présente plus en général qu'une teinte grisâtre, due aux éléments tels  $Fe^{2+}$  intégrés dans les réseaux silicatés.

Dans les sols, le fer se complexant à l'humus est souvent en partie lixivié de l'horizon supérieur, et se retrouve dans les couches profondes, à teneur plus élevée.

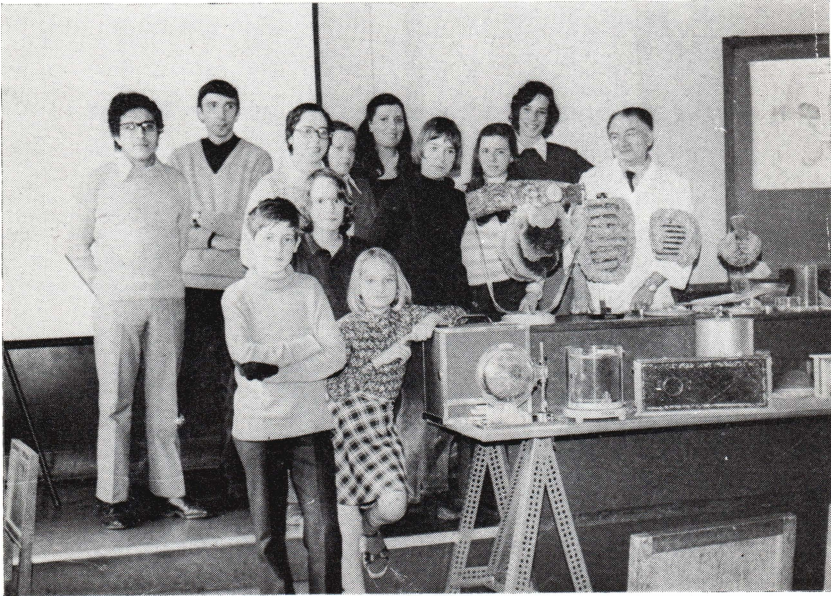
Ainsi, un apport d'engrais « organique » peut modifier, tout au moins partiellement, la couleur qui initialement était propre à une formation meuble de surface.

## La section « Jeunes » des Naturalistes Belges

Activités du printemps 1973

Ils étaient au nombre de dix, venant de Bruxelles, Evere, Saint-Gilles, La Hulpe et Nivelles pour participer aux réunions organisées à l'Institut royal des Sciences naturelles sur le thème « L'étude des Abeilles ».

Le **28 mars** fut consacré à l'Architecture chez les Abeilles. Dans 3 ruchettes d'observation de formes différentes, à savoir : une droite, une cylindrique et une sphérique, on a pu constater avec quelle perfection les abeilles pouvaient modifier la construction de leurs cellules pour s'adapter à de nouveaux gabarits. Dans la ruchette au cadre droit évoluaient une reine numérotée, quelque 500 à 600 ouvrières et des mâles ; après quelques démonstrations avec des boîtes et des disques numérotés spécialement conçus pour le marquage des reines, des abeilles et des mâles, nos jeunes naturalistes réussirent de très bons marquages.



Le **4 avril** : Morphologie et dissection, grâce aux 5 binoculaires prêtés par la section d'entomologie.

L'examen de la tête, du thorax et de l'abdomen des reines, des ouvrières et des mâles fut l'objet de multiples explications. La pénétration du dard au travers de fines bandes en caoutchouc fut suivie avec curiosité. L'avantage et l'inconvénient de piqûres d'abeilles ne laissèrent personne indifférent.

Le **11 avril** : Physiologie et dissection : L'étude du fonctionnement et le prélèvement du cœur, de la chaîne nerveuse, du tube digestif et des trachées exigèrent beaucoup de doigté et de dextérité de la part de nos jeunes biologistes.

**18 avril** : Les maladies : De nombreuses préparations microscopiques furent examinées, à savoir : naséinose, acariose, mycoses. D'autres maladies : loque américaine, loque européenne et saebrook ont été expliquées dans leur ensemble.

Le **25 avril** : Les parasites et les ennemis des abeilles. Pour cette dernière réunion l'institut mit à notre disposition une très belle collection d'insectes, ennemis des abeilles. Du matériel vivant fut examiné avec intérêt : chenilles et papillons de fausses teignes, acares et « poux des abeilles ».

Cette réunion se termina par la visite du rucher de l'institut, en compagnie de quelques parents.

DEHOUSE : collaborateur à l'Institut pour la recherche expérimentale entomologique.

---

## Cycle de conférences publiques sur le thème L'homme et son milieu

**Samedi 27 octobre 1973** : Journée d'études en introduction au cycle, organisée en collaboration avec le Crédit Communal de Belgique, dans le cadre du Festival « Europalia 73 Great Britain », au Crédit Communal, Passage 44, Bruxelles :

**10 h 00** : Conférence inaugurale de M. Jean-Paul HARROY, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles : « L'homme et son milieu : les problèmes en cette fin du xx<sup>e</sup> siècle ».

**11 h 15** : Présentation de films britanniques.

**15 h 00** : Conférence du Dr Max NICHOLSON, Directeur Général honoraire du « Nature Conservancy », « Convenor » du Programme Biologique International : « Reconciliation of Technology and Nature ».

**16 h 30** : Visite de l'exposition « Pour un environnement total ».

**Lundi 12 novembre 1973, à 20 h 30**, dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : M. Michel DIDISHEIM, Président d'Inter-Environnement : « La qualité de la vie ».

**Lundi 3 décembre 1973, à 20 h 30**, dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : M. André GALOUX, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles : « L'homme et la forêt ».

Nos membres participent gratuitement aux activités de la journée inaugurale. Une participation aux frais de 20 F sera demandée à l'entrée de l'auditorium Lippens.



# LES NATURALISTES BELGES A.S.B.L.

---

**But de l'Association :** Assurer, en dehors de toute intrusion politique ou d'intérêts privés, l'étude, la diffusion et la vulgarisation des sciences naturelles, dans tous leurs domaines.

**Avantages réservés à nos membres :** Participation gratuite ou à prix réduit à nos diverses activités et accès à notre bibliothèque.

---

## Programme

**Samedi 27 octobre 1973 :** Journée d'études organisée en collaboration avec le Crédit Communal de Belgique, dans le cadre du Festival « Euro-palia 73 Great Britain », au Crédit Communal, Passage 44, Bruxelles :

**10 h 00 :** Conférence inaugurale de M. Jean-Paul HARROY, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles : « L'homme et son milieu : les problèmes en cette fin du xx<sup>e</sup> siècle ».

**11 h 15 :** Présentation de films britanniques.

**15 h 00 :** Conférence du Dr Max NICHOLSON, Directeur Général honoraire du « Nature Conservancy », « Convenor » du Programme Biologique International : « Reconciliation of Technology and Nature ».

**16 h 30 :** Visite de l'exposition « Pour un environnement total ».

**Lundi 12 novembre 1973, à 20 h 30,** dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : M. Michel DIDISHEIM, Président d'Inter-Environnement : « La qualité de la vie ».

**Lundi 3 décembre 1973, à 20 h 30,** dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : M. André GALOUX, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles : « L'homme et la forêt ».

**Lundi 14 janvier 1974, à 20 h 30,** dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : M. Ivan ELSKENS, Professeur à la « Vrije Universiteit Brussel » : « La pollution par le mercure et les métaux lourds ».

**Lundi 4 février 1973, à 20 h 30,** dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : M. Oscar VANDER BORGH, Directeur de laboratoire au Centre de Recherches Nucléaires de Mol : « Les pollutions radioactives ».

**Lundi 25 février 1974, à 20 h 30,** dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : Conférence-débat avec la participation de : M. Karel POMA, Membre de la Chambre des Représ-

sentants, M. Philip POLK, Professeur à la « Vrije Universiteit Brussel », M. Jean MICHIELENS, Ingénieur civil, Directeur des Services techniques de la Société « Belgian Shell » : « Développement industriel et problèmes de l'environnement ».

**Lundi 18 mars** 1974, à **20 h 30**, dans l'auditorium Lippens de la Bibliothèque royale, boulevard de l'Empereur, Bruxelles : M. Jean-Jacques SYMOENS, Professeur à la « Vrije Universiteit Brussel » : « Les problèmes du milieu en région tropicale ».

---

Nos membres participent gratuitement aux activités de la journée du 27 octobre. Une participation aux frais de 20 F sera demandée à l'entrée de l'auditoire Lippens.

---

#### Notre couverture

L'épiaire des marais (*Stachys palustris*) se rencontre le long des eaux stagnantes et courantes et dans les roselières. La plante est très vigoureuse et atteint souvent une hauteur d'un mètre. La hampe florale est généralement très fournie.

(Photo M. DE RIDDER).