

SUR QUELQUES CLIMAX A CADUCIFOLIEES DANS LES MONTAGNES DU MAROC

C. PEYRE *

RESUME

Description d'un certain nombre de formations à caducifoliées des montagnes du Maroc, les unes constituant des niveaux supra-forestiers, les autres s'individuisant dans les autres niveaux.

La deuxième partie met en relief les paramètres écologiques qui déterminent ces formations et qui permettent de les considérer comme des climax.

Dans la troisième partie est donnée la liste de ces climax avec leurs caractéristiques autoécologiques principales.

* Laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétale Institut Scientifique Charia Ibn Batouta Rabat Maroc.

INTRODUCTION

Dans son aperçu général sur la végétation du Maroc, L. Emberger (1939) ne parle guère des caducifoliées de montagne ; cependant, dans "Les arbres du Maroc et comment les reconnaître" (1938), elles sont presque toutes signalées avec quelques caractéristiques écologiques. Mais c'est A. Pujos qui a plusieurs reprises, et en particulier dans son étude sur les milieux de la cédraie marocaine (1964), a montré l'importance écologique de certaines essences caducifoliées. Dans l'annexe 2 de ce mémoire, il cite : *Acer monspessulanum*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus laciniata*, *Lonicera arborea*, *Coñoneaster nummularia*, *Rhamnus alpina*, *Sorbus aria*, *Viburnum lantana*, *Prunus prostrata* ; il faut ajouter à cette liste : *Fraxinus xanthoxyloides*, *Berberis hispanica*, *Ribes uva-crispa*, *Rosa sp.*

Nous avons déjà décrit (C. Peyre 1975) plusieurs formations à caducifoliées dans le massif du Bou-Iblane (Moyen Atlas oriental). Ces espèces se trouvent parfois mélangées à d'autres essences, et avec le cèdre en particulier. Mais elles constituent aussi des peuplements purs. Dans ce dernier cas, il semble que l'on puisse parler de climax, si l'on comprend ce terme comme qualifiant une formation végétale en équilibre avec les conditions écologiques qui la déterminent.

Dans cette note nous présentons un choix d'exemples situés dans les milieux les plus variés, et nous précisons le rôle des principaux facteurs écologiques qui déterminent les climax à caducifoliées.

A QUELQUES TYPES DE FORMATIONS A CADUCIFOLIEES

I. Les caducifoliées dans les étages supra-forestiers

1.1. ETAGES à CADUCIFOLIEES DANS LE MOYEN ATLAS ORIENTAL

1.1.1. Le massif du Bou-Iblane (Ich Sidi Mimoun)

Ich Sidi Mimoun est l'un des pitons du Bou-Iblane occidental à l'W du Tizi bou Zabel ; il domine le refuge de Mellal. Les niveaux sont les suivants sur le versant N :

1 650 - 1 850 m : Cédraie mixte à *Quercus ilex* sur marno-schistes.

1 850 - 1 950 m : Cédraie pure dense sur marno-schistes.

1 950 - 2 100 m : Niveau à *Berberis hispanica*, *Crataegus laciniata*, *Alyssum spinosum*, *Astragalus boissieri*, *Bupleurum spinosum*, sur colluvium constitué d'une matrice argileuse rouge emballant des blocailles hétérogènes, le tout reposant sur les marno-schistes qui buttent par faille à ce niveau contre les séries de calcaires dolomitiques du Lias inférieur formant les escarpements supérieurs.

2 100 - 2 200 m : Niveau à *Ribes uva-crispa*, *Prunus prostrata*, *Cytisus purgans ssp. balansae*, *Bupleurum spinosum*, *Alyssum spinosum*, sur même substrat plus blocailleux.

2 200 - 2 400 m : Niveau à *Lonicera pyrenaïca* dans ce dernier niveau rupicole, on trouve des espèces d'un intérêt tout particulier dont nous reparlerons plus loin ; ce sont : *Taxus baccata*, *Daphne laureola*, *ononis aragonensis*.

En résumé les niveaux à caducifoliées forment une ceinture buissonnante mêlée de xérophytes épineux qui se développe plus à l'E aux altitudes supérieures. Il n'y a pas de niveau de thuriféraie.

1.1.2. Le massif du Bou-Naceur.

C'est le massif culminant du Moyen Atlas oriental (3 326 m). Orographiquement, il est plus complexe que le Bou-Iblane. Nous choisirons seulement quelques exemples pour illustrer les problèmes traités dans cette note. Le reste fera l'objet d'une monographie ultérieure.

1.1.2.1. Le versant N

Les étages à caducifoliées sont bien développés dans la large gouttière formant cul de sac entre la partie centrale du massif et un important avant mont : l'Adrar Bou Mrhald (2 697 m). Elle est creusée dans les marno-schistes de Boulemane situés entre l'axe anticlinal d'Adrar Bou Mrhald et le calcaire corniche constituant la haute crête du Bou Naceur. Les marnes affleurent très peu, car elles sont recouvertes d'épais glacis de cailloutis ou de brèches encroûtées. Vers l'W, la gouttière est fermée par la terminaison périclinale d'Adrar Bou Mrhald ; le drainage se faisant par une étroite cluse entaillant ce chaînon.

Dans cette zone la forêt reste cantonnée au versant S d'Adrar bou Mrhald ; les bas de pentes, les glacis du piémont du Bou-Naceur, et ses pentes N sont couverts de peuplements de xérophytes épineux purs ou mêlés de caducifoliées.

Nous étudierons l'étagement suivant une coupe EW suivant l'axe de la gouttière, et une coupe au niveau de la cluse.

1.1.2.1.1. Coupe EW

Mises à part les variations dues à la grande hétérogénéité des glacis, on peut distinguer les niveaux suivants :

Au-dessus de 2 300 m : Niveaux à xérophytes épineux

Dans la partie inférieure on trouve : *Vella mairei*, *Astragalus boissieri*, *Bupleurum spinosum*, *Alyssum spinosum*, *Cytisus purgans*, *Erinacea anthyllis*.

2 300 - 2 150 m : Niveau à *Berberis hispanica*, *Cytisus purgans*, *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*, *Euphorbia nicaensis*.

2 150 - 2 100 m : Niveau à *Crataegus laciniata*, *Berberis hispanica*.

Les autres espèces sont présentes, mais *Vella mairei* proche de sa limite inférieure ne subsiste qu'en pieds isolés.

2 150 - 2 100 m : Niveau à *Crataegus laciniata*, *Berberis hispanica*.

Les autres espèces sont présentes, mais *vella mairei* proche de sa limite inférieure ne subsiste qu'en pieds isolés.

1.1.2.1.2. Coupe au niveau de la cluse

Dans cette zone, le versant rive gauche exposé au N et très pentu est accidenté d'une série d'arêtes rocheuses séparées par des couloirs ; la coupe suit l'axe de l'un d'eux.

D'une manière générale, la forêt reste sur les arêtes rocheuses et sur les pentes ; dans les couloirs se succèdent des formations xérophytiques, buissonnantes ou arbustives. Entre 2 780 m et 2 000 m, on distingue les niveaux suivants :

2 780 m : Niveau à *Arenaria pungens*, *Alyssum spinosum*, *Erinacea anthyllis*, *Cytisus purgans*, *Bupleurum spinosum* ; les deux dernières espèces sont rares et proches de leur limite supérieure dans cette zone.

2 725 m : Niveau à *Ribes uva-crispa*

Comme partout ailleurs, le groseillier est la première caducifoliée qui apparaît sous les niveaux à xérophytes épineux. Elle est mêlée à *Vella mairei*, *Alyssum spinosum*, *Cytisus purgans*, *Artemisia flahaultii*. Le ribes persiste même dans l'axe du talveg, tandis que les autres xérophytes sont éliminés sauf l'*Alyssum* et l'armoise qui se présente d'ailleurs sous deux aspects : l'un normal, l'autre

noirâtre dans l'axe du talveg ou en dans les versants sous le vent.

2 400 m : Niveau à *Berberis hispanica*

Il apparaît dans une formation à *Cytisus purgans* et *Alyssum spinosum* dominants, *Vella mairei*, *Artemisia flahaultii*. Mais à cette altitude, l'épine vinette évite encore l'axe du talveg occupé par le groseillier, l'armoise et l'*alyssum*.

2 300 m : Limite supérieure des étages forestiers.

La berbériadaie occupe maintenant tout le couloir. Sur les pentes de part et d'autre, il y a une forêt mixte très ouverte à *Cedrus atlantica*, *Juniperus thurifera*, *Buxus balearica*, *Berberis hispanica*, *Alyssum spinosum*, *Cytisus purgans*.

Dans les revers mieux exposés, au NW ou au SW par exemple, la cédraie est remplacée par une iliçaie à buis et cytise de Balansa, tandis que dans les escarpements le buis et même le chêne vert passent au-dessus du cèdre mêlés à quelques thurifères et aux xérophytes épineux.

2 200 m : Niveau à *Cotoneaster nummularia* et *Lonicera arborea*

Ce niveau s'individualise dans la berbériadaie, et il reste strictement localisé à l'axe du couloir ; le buis commence à y pénétrer, mais ses extrémités sont gelées.

De part et d'autre du couloir, la cédraie s'enrichit de plus en plus en chêne vert ; les xérophytes épineux ont disparu sauf le Cytise de Balansa.

2 050 m : Niveau à *Lonicera arborea*

Dans le couloir, le chevrefeuille domine largement le cotoneaster, tandis que sur les pentes la cédraie mixte est relayée par une iliçaie à *Buxus balearica*, *Crambe filiformis*, *Cerastium boissieri*. Les xérophytes épineux ont disparu.

2 200 m : Buxaie-frênaie

Elle occupe tout le cône de déjection au débouché du couloir dans le ravin principal. L'épine vinette et le chèvrefeuille sont encore abondants et se trouvent ici mêlés au frêne dimorphe qui plus en amont était resté localisé au versant rive droite exposé au S.

1.1.2.2. Le versant Sud

La face S du massif est orographiquement plus complexe que la face N. Elle est accidentée d'une série de cirques évasés plus ou moins ouverts

sur la plaine de la Moulouya qui s'étend au pied du massif.

Sur ce versant les forêts constituées presque uniquement de chêne vert ne constituent qu'un mince liseré sur les hautes pentes de ces cirques entre 1 950 et 2 400 m, localement 2 500 m dans l'axe du cirque de l'Atchana (Taouchguelt el Kbir). Ces forêts occupent des versants bombés sous les escarpements des avancées de la crête principale. Entre ces dernières, il y a de profonds vallons souvent encombrés de moraines anciennes qui remontent vers le N jusqu'aux deux principaux cols du massif : Tizi n'Tizdi (3 000 m) et Tizi n'Silla (3 000 m), et vers l'W dans le versant E d'Adrar n'Tizdi. En remontant ces vallons, l'îliçaie se lamine et passe à des colonies de caducifoliées. Nous citerons quelques exemples.

1.1.2.2.1. Vallon de Tizi n'Silla (2 400 - 2 500 m)

On y trouve : *Acer monspessulanum*, *Cotoneaster nummularia*, *Ribes uva-crispa*, *Berberis hispanica*, *Sorbus aria*, *Artemisia flahaultii*, *Alyssum spinosum*, *Cytisus purgans*. Au-dessus sur les escarpements, vers 2 700 m, il y a quelques genévriers thurifères et des taches de *Juniperus communis* localisées sur d'étroites vires.

1.1.2.2.2. Vallon de Tizi n'Tizdi (2 400 - 2 500 m)

On y trouve la même formation.

1.1.2.2.3. Versant E d'Adrar n'Tizdi - Adrar el Kbir.

Là, en exposition E sous le vent, l'îliçaie s'arrête un peu plus bas que dans les versants exposés au S.A 2 340 m elle est remplacée par une formation à *Acer monspessulanum*, *Sorbus aria*, *Ribes uva-crispa*, *Artemisia flahaultii* sur éboulis blocailleux assez mobile. A côté sur éboulis plus consolidé, plus fin et plus terreux, l'érable et le chêne vert sont en mélange avec *Alyssum spinosum*, *Artemisia flahaultii*, *Ephedra major*, *Avena filifolia*, *Ferula communis*. Au-dessus sur les escarpements on a *Quercus ilex*, *Juniperus thurifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Rhamnus lycioides*, *Avena filifolia*, *Bupleurum spinosum*.

En exposition N en remontant le vallon, l'érable est mieux individualisée et plus riche en xérophytes épineux ; elle atteint 2 500 m. On y trouve : *Prunus prostrata*, *Ribes uva-crispa*, *Rhamnus punila*, *Vella mairei*, *Alyssum spinosum*, *Bupleurum spinosum*, *Aster purosii*, *Artemisia flahaultii*, *Artemisia mesatlantica*, *Juniperus communis* ; *Cytisus purgans*

se localise sur les croupes, car il est proche de sa limite supérieure dans cette exposition.

En exposition S, rive gauche du même vallon, l'érable occupe les mêmes limites altitudinales, mais elle est plus réduite et très mêlée de genévrier thurifère. On y trouve en plus : *Avena filifolia*, *Ferula communis*, *Salvia aucheri*, *Artemisia mesatlantica*, *Berberis hispanica* dominant *Ribes uva-crispa*, *Alyssum spinosum* ; *Cytisus purgans*, *Bupleurum spinosum* rares. En contrebas, l'îliçaie débute à 2 380 m, mais elle fuit l'axe du talveg toujours colonisé par l'érable.

Plus bas à 2 300 m, en exposition N, rive droite du vallon, l'érable est remplacé par *Cotoneaster nummularia*, avec *Berberis hispanica*, *Ribes uva-crispa*, *Rosa sp.*, *Prunus prostrata*, *Juniperus thurifera*, *Alyssum spinosum*, *Artemisia mesatlantica*. Ce niveau se prolonge vers le bas dans tout le versant rive droite, tandis que le versant rive gauche est occupé par l'îliçaie.

1.1.2.2.4. Vallée de l'Assif Mergchoult

Affluent de l'oued Chegg el Ard, ce ravin draine le versant SW de l'Adrar n'Tizdi. Sur sa rive gauche en exposition N, entre 2 300 et 2 400 m, on trouve encore une érable avec quelques cèdres, accompagnés de *Juniperus thurifera*, *Juniperus communis* (un peu au-dessus), *Ribes uva-crispa*, *Vella mairei*, *Alyssum spinosum*, *Bupleurum spinosum*. L'îliçaie occupe le niveau sous-jacent et le versant rive droite exposé au S.

1.1.2.2.5. Le haut bassin de l'Oued Chegg el Ard

L'Oued Chegg el Ard draine la partie septentrionale des hauts plateaux qui prolongent le massif du Bou-Naceur à l'W. La vallée très encaissée dans son cours moyen, est par contre très évasée à l'amont des derniers villages, et les formations à *Berberis hispanica* y sont bien développées surtout en versant rive droite d'exposition NE, entre 2 000 et 2 400 m d'altitude. Hélas l'absence totale de forêts dans cette zone malgré des altitudes relativement basses ne permet pas d'étudier les relations entre les niveaux à caducifoliées et les niveaux forestiers.

1.1.2.2.6. Conclusion

Dans le massif du Bou-Naceur, les formations à caducifoliées sont aussi bien individualisées que dans le massif du Bou-Iblane. Elles constituent des niveaux supra-forestiers ou succèdent latéralement à ces derniers. Dans le versant N, on trouve

de haut en bas : la ribesiaie, la berbériadaie, la crataigaie, la frênaie. La loniceraie et la cotoneas-traie paraissent incluses dans la berbériadaie. Bien que se recouvrant largement selon le schéma classique des écaillés, ces niveaux n'en sont pas moins individualisés.

Dans le versant S, l'érablaie succède à l'iliciaie et semble occuper la place du cèdre.

1.2. ETAGES A CADUCIFOLIEES DANS LE HAUT ATLAS ORIENTAL

Le Haut Atlas oriental offre beaucoup de similitudes avec le Moyen Atlas oriental, et nous avons élargi notre étude à ces régions pour avoir des éléments de comparaison et mieux résoudre les problèmes ; seul celui des caducifoliées sera envisagé ici, le reste fera l'objet d'une monographie ultérieure.

1.2.1. Le massif de l'Ayachi.

Le Jbel Ayachi point culminant du Maroc oriental (3 757 m) domine la plaine de la Moulouya. C'est un massif complexe constitué d'une série de chaînons parallèles plus ou moins élevés protégeant la zone axiale. Au N ce sont : le Jbel Taarbat, le Jbel Toufli n'ou Addou, l'Amkaïdou ; au S c'est le Jbel Maoutfoud qui double presque complètement la chaîne de l'Ayachi. Entre ces chaînons sont creusées des vallées très encaissées. Trois coupes seront décrites.

1.2.1.1. Le versant N du Jbel Taarbat

Le transect passe par la maison forestière de Bou Admam. On y distingue les niveaux suivants depuis la plaine.

1 550 - 1 650 m : Steppe à *Stipa tenacissima*

Elle occupe tous les glacis de piémont souvent en mosaïque avec la steppe à *Artemisia herba-alba*.

1 650 - 1 750 m : Steppe arborée à *Stipa tenacissima* *Quercus ilex*.

Vers le haut les arbres deviennent plus abondants, mais la forêt demeure très ouverte.

1 750 - 1 900 m : Ilicaie à *Stipa tenacissima*, *Cytisus fontanesi*, *Globularia nainii*.

Encore assez ouverte cette forêt occupe la zone des larges collines au-dessous du poste forestier.

1 900 - 2 000 m : Ilicaie à *Artemisia mesatlantica*.

Ce niveau s'étend sur la zone des plateaux

traversés par la piste du cirque de Jaffar. L'alfa ne subsiste plus que sur les versants des ravins qui entaillent ces plateaux. Sur les plats, l'armoise domine, et le chêne vert est remplacé par le genévrier oxycèdre.

2 000 - 2 200 m : Ilicaie dense à *Dactylis glomerata*, *Linaria heterophylla*, *Centaurea triunfeti*, *Cytisus purgans*, *Astragalus boissieri*.

Ce dernier ne formant que des colonies éparses localisées aux versants sous le vent.

Cette iliciaie occupe essentiellement les versants des ravins qui entaillent un ensemble de glacis encroûtés constituant des replats étagés au pied des pentes du Jbel Taarbat. Dans les arrachements, les marno-schistes affleurent, tandis qu'au niveau des glacis, ils sont recouverts d'une épaisse carapace de brèches plus ou moins grossières. Sur ces substrats, le chêne vert est toujours très rare, et souvent absent ; il est remplacé par un piqueté de genévrier oxycèdre mêlé de *Bupleurum spinosum* et *Artemisia mesatlantica*, ou par des pelouses sèches à *Koeleria vallesiana* dans les ensellements un peu terreux.

2 200 - 2 300 m : "Ilicaie limite" - berbériadaie

Le chêne vert ne subsiste plus qu'en gros pieds isolés dans une formation à *Berberis hispanica*, *Cytisus purgans*, *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*, *Bupleurum spinosum*.

2 300 - 2 400 m : Niveau à *Ribes uva-crispa* et caducifoliées arborescentes.

Il se développe sur de fortes pentes d'éboulis blocailleux plus ou moins mobiles. Ce niveau est particulièrement intéressant car on y trouve réunies toutes les caducifoliées arborescentes : *Acer monspessulanum*, *Fraxinus xanthoxyloïdes*, *Lonicera arborea*, *Sorbus aria*, *Viburnum lantana*, *Cotoneaster nummularia*. Il peut constituer un excellent témoin, comme nous le verrons plus bas, pour étudier les effets du froid et les capacités de résistance de chacune de ces essences. Il faut signaler encore *Alyssum spinosum*, *Cytisus purgans* et quelques pieds de *Juniperus thurifera*.

2 400 - 2 500 m : Niveau à *Lonicera arborea* ou à *Ribes uva-crispa*.

Le premier est localisé aux escarpements, le deuxième ailleurs en mélange avec les xérophytes épineux parmi lesquels domine *Cytisus purgans* avec *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*, *Erinacea anthyllis*. Le groseillier est beaucoup plus

dense dans les talwegs, mais dans leurs versants rive gauche, en exposition NE sous le vent, il ne subsiste qu'en pieds très isolés, et il est souvent remplacé par une formation à *Prunus prostrata*, *Rosa sp.*, *Scrofularia ramosissima*, *Alyssum spinosum*; les autres xérophytes épineux sont aussi éliminés.

1.2.1.2. Le versant N de l'Ayachi de Tattiouine.

C'est la partie de la chaîne axiale qui domine la vallée de l'oued Ikkis. En suivant le sentier de Tizi n'Tasserdount, on traverse les niveaux suivants :

2 000 - 2 200 m : *Iliçaiés claires* à *Artemisia mesatlantica*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* (rare) *Stipa tenacissima*; ce dernier très épars sur les glacis à pente faible, reste abondant sur les versants des ravins en exposition WSW au vent.

2 200 - 2 350 m : *Iliçaiés denses* à *Astragalus boissieri*, localisé aux affleurements marno-schisteux.

2 350 - 2 450 m : Niveau à *Berberis hispanica*, *Alyssum spinosum*, *Astragalus boissieri*, *Bupleurum spinosum*, *Cytisus purgans*; les deux premiers xérophytes dominant sur les seconds.

La limite supérieure du chêne vert varie un peu suivant les conditions topoédaphiques, et localement il rentre dans ce niveau en compagnie de quelques genévriers thurifères et frères dimorphes. L'astragale de Boissier se localise toujours sous le vent sur marno-schistes. Latéralement vers l'W par rapport au sentier, l'ilicéa supérieure est relayée par la berbériadaie avec quelques cèdres. C'est là, la limite orientale absolue du cèdre dans le Haut Atlas.

2 450 - 2 700 m : Niveau à *Ribes uva-crispa*, *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*, *Bupleurum spinosum*, *Cytisus purgans*.

2 700 - 2 900 m : Niveau à *Ribes uva-crispa* et *Cytisus purgans*.

Le cytise de Balansa domine ici largement les autres xérophytes cités ci-dessus.

2 900 - 3 000 m : Niveau à xérophytes épineux : *Erinacea anthyllis* domine avec *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*, *Astragalus ibrahimianus*.

Sur les escarpements qui dominent le sentier se développe le niveau à *Lonicera pyrenaica* correspondant aux deux niveaux ci-dessus.

1.2.1.3. Le versant N de Toufli n'ou Addou.

C'est l'une des écaïles situées entre l'Ayachi

et le Jbel Taarbat. Le vallon qui la sépare de ce dernier débouche sur le site célèbre du cirque de Jaffar.

Toute la partie amont du vallon se terminant à Tizi n'Toufli n'ou Addou (2 650 m) est asylvatique. On retrouve là une situation identique à celle du versant N du Bou-Naceur. Ici, le niveau à *Berberis* s'individualise entre 2 450 et 2 350 m sur les glacis de cailloutis plus ou moins encroûtés du piémont de Toufli n'ou Addou, dans des formations à *Cytisus purgans* dominant, *Alyssum spinosum*, *Bupleurum spinosum*.

Latéralement vers l'aval, le cèdre apparaît à partir de 2 350 m. Il s'agit de gros arbres trapus, mourants sur marno-schistes ou colluvions caillouteux. L'épine vinette pullule avec *Alyssum spinosum*, tandis que le Cytise de Balansa est dominé par l'Astragale de Boissier.

1.2.2. Le versant N du Jbel Masker

Le Jbel Masker prolonge vers l'W le massif de l'Ayachi; moins élevé que lui (3 265 m), il en est séparé par la cluse de l'oued Ansegmir. Sur sa face N, la cédraie ne dépasse guère 2 600 m dans les cas les plus favorables. Elle est relayée par l'étage de haute montagne sensu lato sans niveau de thuriféraie. Cependant, localement, en particulier à l'extrémité orientale de la chaîne, on rencontre un beau niveau à caducifoliées : il s'agit d'une cotonéastraie qui couvre plusieurs hectares entre 2 600 et 2 760 m d'altitude. On y trouve en plus : *Juniperus communis*, *Ribes uva-crispa*, *Rosa sp.*, *Alyssum spinosum*, *Astragalus ibrahimianus*, *Arenaria pungens*. Le tout occupe de fortes pentes sur colluvion de cailloutis terreux. Au-dessus, seuls subsistent *Ribes uva-crispa* et *Rosa sp.*; ils disparaissent vers 2 850 m. En contrebas, la cédraie ne dépasse pas 2 450 m.

1.2.3. Les chaînons méridionaux : le bassin de Tirrhist.

Ce bassin, intéressant à plus d'un titre, est une petite enclave presque fermée, creusée dans des marno-schistes et des gabbros au pied de la haute chaîne des Jbels Inouzane, Tanrhourt, Ouirarassen qui limitent vers le S la bassin de l'oued el' Abid. Vers le N, il est séparé des profondes vallées du haut bassin de l'Assif n'Ourhedou par les Jbels Issoual, Hayim et Fazaz.

Au N de ces derniers reliefs, les forêts sont encore bien développées, et le cèdre y occupe encore une place considérable malgré la position assez méridionale de ces régions. C'est au Jbel

Hayim que le cèdre bat certainement son record d'altitude au Maroc, puisqu'il atteint 2 750 m sur gabbros en exposition S. Sur le versant N il atteint à peine 2 500 m.

Dès que l'on passe la cluse de l'oued Tirrhist entre le Jbel Issoual et le Jbel Fazaz, la forêt disparaît brusquement ; il ne reste que quelques lambeaux d'iliciaie localisée aux expositions S et des piquetés de genévrier thurifère. Pourtant les altitudes ne sont pas incompatibles avec le développement de la forêt ; sa place est encore occupée par des berbérdaies mêlées de xérophytes épineux. En exposition N, l'épine vinette ne dépasse guère 2 450 m sur les basses pentes du J. Tanrhout. En exposition S, elle succède latéralement à la forêt, soit à l'iliciaie sur le versant sud oriental du J. Fazaz à l'amont de Tirrhist, soit à la thuriferaie sur Assameur n'Inouzane où elle atteint 2 850 dans des formations à *Cytisus purgans* dominant, *Erinacea anthyllis*, *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*. Sur les escarpements qui dominent ces pentes, on retrouve le niveau à *Lonicera pyrenaica* sous un faciès différent de ceux des hauts versants N, avec *Rhamnus lycioides*.

Sur la face S d'Amalou n'Inouzane, à 2 850 m d'altitude, la rhamnaie s'individualise à l'état pur sur des surfaces structurales avec *Cytisus purgans* dominant, *Avena filifolia*, *Alyssum spinosum*, *Bupleurum spinosum*, *Melica cupani*, *Catananche coerulea*, *Euphorbia clementei*. Le même niveau se poursuit beaucoup plus loin vers l'W toujours dans la même position ; ainsi nous l'avons repéré sur le versant S du Jbel Ouirarassen vers 2 800 m au-dessus des rares colonies de cèdre du versant saharien du Haut Atlas.

Plus près de la zone forestière, la rhamnaie occupe des biotopes identiques avec un cortège floristique voisin et un piqueté de genévriers oxycèdre et thurifère (versant S de l'arête 2 754 au N du Jbel Issoual). Dans la haute vallée de l'Assif Melloul à l'W du plateau des lacs, la rhamnaie succède latéralement vers l'amont à la thuriferaie au-dessus du douar Oulghazi en versant rive droite exposé au S.

II LES CADUCIFOLIEES DANS LES ETAGES FORESTIERS

Dans les exemples précédents, nous avons voulu montrer l'étagement des caducifoliées en fonction du climat que nous définirons dans les chapitres suivants.

1.2.4. Conclusion

Dans le Haut Atlas oriental, il existe aussi des niveaux à caducifoliées supra-forestiers ; suivant le cas, ils succèdent à la cédraie ou à l'iliciaie, plus rarement à la thuriferaie.

On trouve la même succession altitudinale que dans le Moyen Atlas oriental à savoir de bas en haut : la berbérdaie, la ribésiaie, la loniceraie sur escarpements. La cotoneastraie monte ici au-dessus de la berbérdaie. On trouve en plus la rhamnaie qui semble caractériser certains hauts versants S.

1.3. ETAGES A CADUCIFOLIEES DANS LE HAUT ATLAS SILICEUX

Nous signalons ces régions pour mémoire, car nous ne les connaissons pas encore très bien. Cependant au cours de courtes missions de reconnaissance, nous avons pu repérer un niveau supra-forestier à *Genista florida* dans les localités suivantes :

1.3.1. Massif des Seksaoua

Sur la piste de Tizi n'Mâchou à Tizi n'Tabgourt sur le versant N du Jbel Tabgourt vers 2 200 m, *Genista florida* forme un niveau avec *Alyssum spinosum* au-dessus de l'iliciaie à *Adénocarpus anagyriifolius* et *Genista florida*.

1.3.2. Massifs du Tizi n'Test

La floridaie s'individualise sur le versant N de la crête d'Adrar n'Guinnous vers 2 500 m au-dessus de l'iliciaie.

1.3.3. Massifs du Tizi n'Tichka

La floridaie se rencontre au niveau des lacets supérieurs de la route au-dessus du niveau à *Adénocarpus anagyriifolius*.

1.3.4. Bassin de la Tessaout

Vers 2 400 m à l'E d'Ait Tamlil, *Genista florida* forme un niveau avec *Alyssum spinosum* au-dessus de l'iliciaie à *Cistus laurifolius*.

Dans le chapitre qui suit, les exemples bien que localisés à des sites particuliers sont tous situés à l'intérieur des autres étages. Les principaux sites étudiés sont : les couloirs et les cuvettes,

les ensemlements et les couloirs de versants, les plats, les pentes, les ripisilves.

II.1. LES CADUCIFOLIEES DES COULOIRS ET DES CUVETTES

Dans le Moyen Atlas, il existe de nombreuses formations à caducifoliées dans ce genre de site. Ces derniers sont en rapport avec la lithologie et la tectonique qui a affecté ces régions.

Dans le Moyen Atlas plissé on peut citer les longs couloirs creusés dans les marnes de Boulemane (Dogger) bordant les grands axes anticlinaux de calcaire jurassique, et les escarpements du "calcaire corniche" (Dogger). Dans le Moyen Atlas tabulaire ce sont au contraire de larges bombements anticlinaux qui déterminent des lignes de crêtes séparées par de larges couloirs à fond plat. A ces formes de relief s'ajoutent les dépressions karstiques : dolines et poljiés, ces derniers couvrant souvent des surfaces considérables.

D'une manière générale, les forêts à feuillage pérenne, cédraies et iliaies restent localisées sur les reliefs et s'arrêtent à mi-pente, cédant la place à des steppes ligneuses ou des pelouses avec ou sans caducifoliées. Nous citerons trois exemples :

II.1.1. Frênaie et crataigaie de l'Afekak

C'est une grande cuvette synclinale entre la dorsale d'Ifrane et celle du Tizi n'Tretten. Dans la partie orientale traversée par la piste de Daiet Achlaf, la frênaie s'individualise à l'état pur : plus près d'Ifrane elle se mêle au chêne vert, et puis on passe à une cédraie mixte à chêne vert sur les reliefs de la dorsale d'Ifrane. Entre le carrefour de la route du Michlifen et la cédraie du Taïlilout, la frênaie est remplacée par une crataigaie claire sur pelouses.

II.1.2. Crataigaies diverses

Aux altitudes plus élevées, les aubépines se substituent complètement au frêne dimorphe. Tel est le cas des couloirs de la cédraie d'Ain Kahla, celui de la piste de Békrit à Senoual, etc.

Dans le Haut Atlas oriental, on retrouve la même disposition ; ainsi sur la piste de Tounfite à Sidi Yahia-ou-Oussef, l'aubépine est abondante dans le couloir marno-schisteux situé entre les cédraies de Bou-Izzane et d'Amalou n'Ait Ali ou

Brahim : elle s'y mêle au genévrier thurifère. Quand on redescend vers Sidi Yahia, après le carrefour de la piste d'Idikel, le frêne dimorphe réapparaît ; il y a là un étagement bien marqué entre ces deux essences.

II.2. LES CADUCIFOLIEES DANS LES ENSELLEMENTS ET LES COULOIRS DE VERSANTS

Ces sites, bien que de surface souvent plus restreinte que celle des précédents, sont bien individualisés à cause des conditions écologiques qui règnent dans ce type de situation. Nous citerons :

II.2.1. Loniceraies, berbériadaies et ribésiaies

Dans les couloirs pentus du versant N du Bou-Naceur (§ I 1212).

II.2.2. Ribésiaies

Elle sont citées par A. Pujos (1966) dans les couloirs de neige ombragés et frais des cédraies d'altitude du Moyen Atlas central.

II.2.3. Frênaies

Dans un ensemlement blocailleux sous falaise, dans une iliaie à *Adenocarpus anagyriifolius* (vallée de l'Ourika).

II.3. LES CADUCIFOLIEES DANS LES PLATS

Dans le Moyen Atlas tabulaire, la forêt exclue des couloirs et des grandes dépressions, disparaît aussi sur les grandes zones plates. Pour s'en rendre compte, il suffit de voir les relations entre l'espace-ment des courbes de niveau et la distribution de la forêt sur la feuille Azrou au 1/50 000^{ème}. A la place de la forêt on trouve encore des pelouses, des steppes ligneuses, et des peuplements de caducifoliées ; il s'agit généralement de crataigaies. Nous citerons celles des coulées basaltiques du Causse d'Azrou : plateau de Tagounit es-Seheb, clairière de Mel Caid, clairière de Moudmam sur la route Azrou-Midelt au carrefour de la piste d'Ain Leuh.

II.4. LES CADUCIFOLIEES DANS LES BAS DE PENTES

En montagne, les forêts à feuillage pérenne couvrant les reliefs, sauf les plus élevés, et les versants, disparaissent souvent en bas de pentes ; elles sont remplacées par des formations à caduci-

foliées ou par des steppes ligneuses. C'est là un fait général, les exceptions sont rares. Nous donnerons des exemples assez nombreux pour montrer la généralité du cas.

II.4.1. Massif du Bou-Naceur

Au niveau de la cluse signalée au § 1 121 on trouve :

Frênaie-berbériadaie entre 2 200 et 2 100 m en exposition S, avec *Crataegus laciniata*, *Juniperus oxycedrus*, *Ephedra major*, *Genista scorpius* sur colluvium blocailleux. Ce niveau se trouve sous une junipéraie mixte à *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Juniperus phoenicea*, *Quercus ilex*, *Fraxinus xanthoxyloides*, *Ferula communis*, *Stipa tenacissima*, *Genista scorpius*, sur escarpements et débris blocaillo-terreux.

Frênaie-buxaie entre 2 100 et 2 050 m en exposition S sur colluvion avec *Berberis hispanica*, *Ephedra major*, *Genista scorpius*, *Artemisia flahaultii*. Ce niveau se trouve sous une iliaie à *Buxus Balearica*, *Ferula communis*, *Genista scorpius*.

Berbériadaie sur colluvion entre 2 150 et 2 100 m, avec *Cytisus purgans*, *Alyssum spinosum*. Ce niveau se trouve sous une cédraie pure à xérophytes épineux.

Buxaie-berbériadaie entre 2 100 et 2 050 m, sur colluvion, toujours en exposition N, avec *Crataegus laciniata*, *Ribes uva-crispa*, *Cotoneaster nummularia*, *Prunus prostrata*, *Artemisia flahaultii*, *Cytisus purgans*, *Alyssum spinosum*. Ce niveau se trouve sous une cédraie mixte à *Quercus ilex* et *Buxus balearica*.

II.4.2. La bordure méridionale du Massif du Bou-Iblane

Cette zone a déjà fait l'objet d'une monographie partielle (op. cité). La suite sera publiée prochainement ; nous extrayons les données intéressantes sur le problème des caducifoliées.

On peut distinguer les faciès suivants :

Crataigaie à *Berberis hispanica* sur le versant S d'Ich Askor entre 1 850 et 1 900 m sur des marno-schistes colluvionnés, sous une iliaie à *Astragalus boissieri* et *Astragalus armatus*.

Berbériadaie à *Astragalus boissieri*, sur le versant N d'Ich bou-Tilfine, au niveau de la piste de Tamgilt à Imouzer des Marmoucha, entre 2 000 et 2 050 m, sur marno-schistes colluvionnés sous la cédraie. Dans cette zone les parties les plus terreuses

sont colonisées par *Eryngium bourgati* et *Euphorbia nicaensis*.

Frênaie à *Berberis hispanica* sur le versant S d'Ich n'Fenda entre 1 880 et 1 950 m, sur colluvion calcaire sous une iliaie à *Juniperus oxycedrus*, rares cèdres et *Ferula communis*.

II.4.3. L'Ayachi oriental

Frênaie à *Ormenis scariosa*, au débouché des gorges de l'Oued Tissouit tantôt sous une iliaie en exposition NE, tantôt sous une iliaie mixte à *Juniperus phoenicea*, *Globularia nainii*, *Anarrhinum fruticosum* en exposition S, sur colluvium argileux.

Les exemples cités ci-dessus sont tous à des altitudes importantes ; il existe cependant des sites identiques à des altitudes beaucoup plus basses. Nous prendrons un exemple dans le bassin de l'Oued Melloulou, au niveau de l'Oued Timerhout, le long de la piste de Merhaoua à Tamtroucht. La frênaie forme là un niveau à 900 m d'altitude sur limons marno-schisteux, avec *Ampelodesma mauritanica* et *Rosmarinus officinalis*, au-dessous d'une iliaie à *Ampelodesma mauritanica* et *Genista quadriflora* sur marno-schistes.

II.5. LES CADUCIFOLIEES DANS LES PENTES

Les formations à caducifoliées peuvent s'individualiser en pleine pente, en dehors des sites topographiques décrits ci-dessus ; elles sont en général sur des substrats particuliers ; nous citerons les pentes sur basaltes, les pentes à colluvium épais, les pentes sur surfaces structurales, les pentes sous le vent ; dans ce dernier cas, le substrat intervient en relation avec l'accumulation de la neige.

II.5.1. Les pentes sur basaltes : la coupe du volcan de Tamgilt

Déjà décrit (op.cité), nous ne donnerons que les grandes lignes de ce transect. Ce volcan est situé sur le versant S du Massif du Bou-Iblane à l'E du Moussa-ou-Salah. Il est constitué de basaltes quaternaires formant une coulée qui s'étage en gradins entre le cratère situé à 2 650 m d'altitude, et la vallée du Souf n'Shar à 1 650 m. On distingue les niveaux suivants :

1 650 m - 1 700 m : Niveau à *Buxus balearica* et *Genista scorpius*.

1 700 - 1 900 m : Niveau à *Fraxinus xanthoxyloides*, *Berberis hispanica*, *Prunus prostrata*.

La frênaie forme une série de haies dans les murettes de blocs de lave qui entourent les parcelles cultivées. Dans les friches, *Euphorbia nicaensis* et *Origanum elongatum* abondent.

1 900 - 2 150 m : Niveau à *Prunus prostrata*, *Berberis hispanica*, *Crataegus laciniata*, *Alyssum spinosum*.

L'épine vinette et l'aubépine ont une répartition moins homogène que le prunier qui caractérise vraiment ce niveau.

2 150 - 2 280 m : Niveau à *Crataegus laciniata*, *Prunus prostrata*, *Berberis hispanica*, *Cedrus atlantica*.

Ce niveau situé à la limite inférieure de la cédraie comprend quelques cèdres tronqués qui rejettent vigoureusement en donnant plusieurs flèches.

2 280 - 2 550 m : Cédraie

La cédraie dense et vieille s'individualise sur le cône formé de ponces chaotiques avec *Ribes uva-crispa* et *Prunus prostrata*. Sur les autres matériaux la cédraie cède la place à d'autres formations : pelouse rase sur colmatages de matériaux fins, pelouse mixte à *Astragalus boissieri* et *Ononis antiquorum* sur matériaux un peu plus caillouteux, enfin steppe à *Astragalus boissieri* et *Alyssum spinosum* sur ponces plus ou moins terreuses.

2 550 - 2 650 m : Niveau à *Alyssum spinosum* et *Astragalus boissieri*.

2 650 - 2 700 m : Niveau à *Erinacea anthyllis* et *Avena filifolia* sur calcaires terminant le versant au-dessus du cratère.

2 700 - 2 850 m : Niveau sommital à *Ericanea anthyllis* et *Arenaria pungens*.

En résumé, les niveaux à caducifoliées sont ici entièrement sous la cédraie. Altitudinalement, ils occupent la position du chêne vert entre la cédraie et la buxaie du fond de la cuvette de Tamgilt.

II.5.2. Les pentes à colluvium épais : le versant N de la cuvette de Ouaooulzent.

La frênaie occupe une large zone de part et d'autre de la piste d'Imouzer des Marmoucha au Jbel Bou-Iblane, dans un niveau d'ilicéaie à *Cytisus purgans*, sur colluvium rouge épais recouvrant des marno-schistes, entre 1 600 et 1 800 m d'altitude. Dans le haut du versant, l'érablaie se substitue à la frênaie sur le même substrat.

II.5.3. Les pentes sur surfaces structureles : Sidi Yahia-ou-Youssef.

La frênaie s'individualise en peuplement mixte avec *Juniperus oxycedrus* et *Genista scorpius*, sur les surfaces structurales constituées d'épais blancs calcaires à intercalations schisteuses ou argileuses, en exposition S, au-dessus de la piste de Bou-Adil, à 1 800 m d'altitude.

II.5.4. Les pentes sous le vent

II.5.4. Cratignae-berbériadaie d'Ich-ou-las (Bou-Iblane sud-oriental)

Déjà décrite (op.cité), cette formation se trouve dans un étage à *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*, *Genista scorpius*, *Helianthemum croceum*. Dans le versant sous le vent, le cortège est différent : *Prunus prostrata*, *Astragalus boissieri*, *Alyssum spinosum*, *Bupleurum spinosum*, *Origanum elongatum*, *Brachypodium ramosum*.

II.5.4.2. Formation mixte du cratère du Jbel Hebri

Sur la bordure W du cratère, en exposition E, la cédraie est presque remplacée par une formation mixte à *Cotoneaster nummularia*, *Lonicera arborea*, *Acer monspessulanum*, *Cytisus battandieri*, *Ribes uva-crispa* ; ce dernier devient particulièrement abondant dans le bas du versant. Il y a eu du cèdre comme en témoignent les vieilles souches, mais sa densité était très faible, et actuellement, il n'y a pas de régénération, tandis que le chêne vert rare et buissonnat est souvent gelé à ses extrémités.

II.6. LES CADUCIFOLIEES DE RIPISILVE

Un certain nombre d'essences citées plus haut peuvent former des ripisilves particulières un peu différentes de celles qui sont étroitement localisées au bord des eaux courantes pérennes. En montagne on trouve dans ce dernier cas plusieurs espèces de saules et le frêne oxyphyllé ; nous ne les étudierons pas dans cette note.

Dans les ripisilves étudiées, on peut distinguer deux types : les ripisilves sur terrassettes limoneuses s'étendant parfois largement de part et d'autre des cours, d'eau et les ripisilves sur la blocaille des oueds à débit très temporaire.

II.6.1. Les ripisilves sur terrassettes : oued Soufoulout (Moyen Atlas oriental)

Une coupe perpendiculaire à la vallée au niveau de la piste de Tamgilt à Beni bou-Iloul

montre la succession suivante entre 1 900 et 1 730 m :

Versant rive gauche exposé au S de haut en bas.

Iliçaie très ouverte à *Globularia nainii*, *Stipa tenacissima* sur calcaires à intercalations schisteuses.

Iliçaie mixte à *Juniperus oxycedrus*, *Buxus balearica*, *Globularia nainii*, sur marno-schistes très pentus.

Buxaie-frênaie à *Juniperus oxycedrus* et rares *Quercus ilex* sur bas de pentes à colluvion de marno-schistes.

Buxaie-frênaie à *Berberis hipanica*, *Euphorbia nicaensis* sur la fin de la pente et le début des terrassettes limoneuses.

Crataigaie claire à *Berberis hispanica*, *Euphorbia nicaensis*, *Senecio doria*, *Ononis antiquorum*, *Cirsium chrysanthum* sur les terrassettes limoneuses jusqu'au bord de l'oued.

Versant rive droite exposé au N de haut en bas :

Pinède claire de *Pinus pinaster*, *Quercus ilex*, et *Buxus balearica* sur marno-schistes décapés, sur les croupes dominant le versant rive droite.

Buxaie à *Berberis hispanica*, *Fraxinus xyloxanthoides*, *Juniperus thurifera*, *Ephedra major*, *Cytisus purgans*, sur forte pente et colluvion rouge de marno-schistes.

Frênaie-crataigaie à *Berberis hispanica*, *Buxus balearica*, *Euphorbia nicaensis*, sur bas de pente, sur même substrat que ci-dessus.

Crataigaie mixte symétrique de celle du bord rive gauche.

II.6.2. Les ripisilves sur lits blocailleux : vallée de l'Oued Ikkis (Ayachi).

L'oued Ikkis draine avec l'oued Jaffar une bonne partie du versant N de l'Ayachi central. D'abord profondément encaissée dans les marnes de Boulemane coincées entre l'Ayachi et l'écaille de Toufli n'Ou Addou, la vallée s'élargit considérablement et constitue le bassin interne de Tattiouine séparé de la plaine de la Moulouya par un petit chaînon prolongement oriental du Jbel Taarbat. Plus ou moins pérennes à l'amont, les eaux se perdent ensuite sous un amas de graviers et de blocailles pour ressortir à la grande source de Tattiouine. Une coupe perpendiculaire

à la vallée un peu à l'amont de la source montre la succession suivante : entre 1 950 et 1 700 m d'altitude.

Versant rive gauche exposé au S de haut en bas :

Junipéraie claire de *Juniperus phoenicea*, avec *Stipa tenacissima*, *Globularia nainii*, *Globularia alypum*, *Launea acanthoclada*, *Phillyrea augustifolia* sur calcaires en forte pente, et affleurements rocheux dominants.

Junipéraie dense de *Juniperus phoenicea* avec *Juniperus oxycedrus*, rare, *Quercus ilex*, *Stipa tenacissima*, *Globularia alypum*, *Globularia nainii*, *Cytisus fontanesii*, sur colluvion rouge blocailleux recouvrant des marnes.

Artemisiaie de *Artemisia herba-alba*, avec un piqueté de frêne dimorphe, genévrier oxycèdre et rares genévriers de Phénicie sur bas de versant à pente faible, sur colluvium fin issu des marnes supérieures.

Frênaie pure à *Ormenis scariosa* dans la blocaille du lit de l'oued.

Versant rive droite exposé au N de haut en bas :

Iliçaie ouverte à *Stipa tenacissima* rare, *Artemisia mesatlantica* sur les glacis encroûtés du piémont de l'Ayachi de Tattiouine (citée au § 1 212).

Juniperaie mixte à *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Artemisia mesatlantica*, *Globularia nainii*, *Hertia marocana* sur revers S secondaire de la colline de Bou Maden, sur dolomies cristallines massives.

Juniperaie à *Juniperus oxycedrus*, *Artemisia mesatlantica*, *Cytisus purgans* sur le revers N de la même colline.

Frênaie mixte à *Juniperus oxycedrus*, *Artemisia mesatlantica*, *Artemisia herba-alba*, *Cytisus purgans*, dans le bas de pente sur colluvion rouge recouvrant des marno-schistes.

Frênaie à *Ormenis scariosa* symétrique de celle du bord rive gauche sur blocaille.

B. DETERMINISME ECOLOGIQUE DES CLIMAX A CADUCIFOLIEES

I. Les formations à caducifoliées et le climat général.

Dans une étude climatique sur le Massif du Bou-Iblane (C. Peyre 1976), nous avons montré que l'étagement climatique est l'inverse de celui donné par Ch. Sauvage dans la carte de Etages bioclimatiques (1963). Quand la succession est complète comme au Jbel Ayachi par exemple, on trouve de bas en haut : l'étage aride, l'étage semi-aride, l'étage sub-humide, l'étage humide. Cette succession est le résultat d'un gradient pluviométrique croissant avec l'altitude. Cependant il s'y superpose un gradient thermique décroissant ; si bien qu'à une certaine altitude, l'excès de froid devient un facteur limitant qui s'oppose au développement des forêts humides malgré des conditions pluviométriques favorables. Il faut remarquer que ce dernier caractère climatique est non seulement corroboré par des observations climatiques (op.cité), mais aussi par la présence constante de stations d'espèces hautement indicatrices de l'étage humide telles que *Daphne laureola*, *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Digitalis lutea*. Déjà signalées au Jbel Bou-Iblane, nous les avons retrouvées dans le Haut Atlas oriental sur le J. Masker occidental (Bou Ijellaben) (2 650 m), sur le J. Issoual (2 754 m), sur le J. Hayim (2 750 m).

Indépendamment des précipitations abondantes qui tombent essentiellement sous forme de neige, ces niveaux sommitaux sont des niveaux nébuleux malgré ce qu'ont pu dire les auteurs. Si parfois ils émergent de la masse nébuleuse, se comportant alors comme des îles plus sèches, souvent aussi, ils sont dans la brume alors que les basses pentes sont dégagées, en particulier à la fin de la saison des pluies ou à la fin de l'été. A ce moment, les températures sont suffisamment élevées pour empêcher les condensations et les précipitations sur les basses pentes, mais non sur les hauts versant qui sont souvent cachés par le brouillard à chaque arrivée d'air humide océanique, au moins pendant la nuit et les premières heures de la matinée. Ces précipitations occultes contribuent à diminuer l'effet de la sécheresse qui commence à se faire sentir plus bas.

En définitive, le climat de ces niveaux sommitaux est une variante très froide de la gamme des climats humides. Nous y avons distingué trois variantes caractérisées par les tranches thermiques suivantes : $-9^{\circ} < m < -6^{\circ}$; $-12^{\circ} < m < -9^{\circ}$; $-15^{\circ} < m < -12^{\circ}$. Ces climats humides très froids se rencontrent sur les hautes chaînes qui sont directement exposées aux masses d'air océaniques : c'est le cas du massif du Bou-Iblane qui, bien que protégé par une série d'avant monts, reçoit les masses d'air

qui ont circulé dans le couloir du Saïs. C'est aussi le cas de Massif du Masker et de la chaîne des Oujoud au N, dominant à l'E le seuil de la haute Moulouya dans lequel s'engouffrent les masses d'air qui ont longé la bordure méridionale du Plateau Central, au-dessus du Plateau des Phosphates. Les chaînons méridionaux, assez élevés, sont aussi affectés malgré leur position en retrait ; en effet, le Masker occidental et son prolongement (J. Taoudelt) ne sont pas assez élevés pour constituer un barrage aussi efficace que la chaîne du J. Ayachi ; par ailleurs la cluse de l'Oued Ansegmir constitue aussi une zone de pénétration importante. Ces caractères orographiques expliquent ainsi le développement des belles cédraines du haut bassin de l'Assif n'Ourheddou, et même le débordement du cèdre sur le versant saharien du Haut Atlas lorsque les chaînons qui le limitent ne sont pas très élevés, par exemple dans la zone comprise entre le Jbel Ouirarassen et Ich n'Ifrane (Maoutfoud occidental). L'Ayachi plus oriental est déjà plus sec sauf sa partie occidentale (J. Amkaïdou).

Il nous reste à déterminer ce climat dans les chaînes qui présentent des caractéristiques orographiques identiques ou voisines. Si l'on se réfère à la carte des pluviométries de H. Gaussen (1958) malgré ce qu'en pensent certains bioclimatologues, on peut supposer que ces climats existent dans le Haut Atlas central calcaire et siliceux, et dans le Haut Atlas occidental.

II. Les formations à caducifoliées et les mésoclimats

Généralités

C'est A. Pujos qui a montré de la manière la plus nette l'influence des mésoclimats dans le déterminisme de certaines formations végétales au Maroc, et plus spécialement de la cédraie dans Le Moyen Atlas central (op.cité), plus tard M. Lecompte a confirmé ces résultats (1969).

Le Moyen Atlas, et d'une manière générale les montagnes marocaines sont caractérisées par l'existence de mésoclimats particuliers souvent fort différents du climat général. Hélas la densité du réseau climatologique n'a pas permis de les individualiser tous ; mais ils sont si bien caractérisés que la végétation réagit suffisamment pour les faire apparaître ; ainsi sans mesures, il est possible de constater presque tous les ans les effets du gel sur les essences forestières : roussissement du cèdre et du chêne vert, phénologie des caduci-

foliées en fonction de leur situation topographique par exemple.

II.2. LES SITES MESOCLIMATIQUES

D'une manière générale, ce sont les bas fonds : cuvettes et couloirs. Dans les premières, l'air froid s'accumule pendant les nuits claires et calmes d'hiver, y déterminant de véritables lacs d'air froid. Ces creux à gel couvrent parfois des surfaces considérables sur les grands plateaux du Causse Moyen Atlasique, ou bien, ils sont localisés à des dolines ou des poljiés (Michlifen, Aguelmane Azigza). Dans les couloirs au contraire, l'air froid s'écoule lentement "brûlant" au passage les essences non résistantes comme le chêne vert ou les jeunes cèdres qui se sont installés en lisière de la forêt.

III. Les formations à caducifoliées et le bilan hydrique des sols

III.1. GENERALITES

En climat méditerranéen, le bilan hydrique des sols est un paramètre fondamental et particulièrement actif dans le déterminisme des formations végétales. Pendant la longue saison sèche, les plantes n'ont à leur disposition que les réserves d'eau du sol ; pendant la saison humide, au contraire, l'excès d'eau peut leur être néfaste.

Dans le Moyen Atlas A. Pujos (op.cité) a montré comment la lithologie est déterminante dans l'individualisation des principaux faciès de la cédraie. L'étude du rôle du bilan hydrique sur la répartition du cèdre, a été reprise par M. Lecompte et B. Lepoutre (sous presse) dans le cas particulier des cédraies sur basaltes. B. Lepoutre (1963) a aussi démontré comment les variations et la régénération de la subéraie sur sable de la Mamora, sur le littoral atlantique, étaient liées à la profondeur du sable, et à la présence plus ou moins profonde d'une nappe phréatique. Nous même (op. cité) avons mis en relation certains faciès lithologiques et certaines formations végétales dans le massif du Bou-Iblane. En méditerranée orientale il semble que l'on trouve des conditions identiques si l'on se réfère aux travaux de I. Nahal (1974).

III.2. QUELQUES SUBSTRATS A CARACTERES HYDRIQUES PARTICULIERS

Souvent il n'est pas nécessaire de faire des mesures pour apprécier le bilan hydrique d'un substrat ; il suffit de faire des observations au

moment voulu pour comprendre ce qui se passe ; c'est bien cela l'essentiel.

III.2.1. Les calcaires domériens

Ces calcaires constituent un faciès lithologique classique du Lias moyen dans tout le domaine atlasique marocain. Ce sont des calcaires en gros bancs à minces intercalations schisteuses donnant des argiles rouges par décomposition.

Ce faciès apparaît souvent sous la forme de surfaces structurales plus ou moins inclinées et lapiézées sur les versants des grands axes anticlinaux entre les calcaires massifs souvent dolomitiques du Lias inférieur, et les marnes du Jurassique moyen dites marnes de Boulemane ; ou bien il tapisse des grandes cuvettes synclinales du Moyen Atlas central (Afekfak par exemple).

Les caractères hydriques de ces substrats sont liés à la présence des argiles rouges et des schistes. C'est le seul endroit où les racines peuvent s'installer lorsqu'il n'y a pas d'épaisse couverture superficielle. Or étant donnée leur faible épaisseur ces intercouches n'assurent aucune réserve. Durant la saison humide elles sont gorgées d'eau qui suinte partout ; durant la saison sèche, elles se dessèchent rapidement à cause de la fissuration des calcaires ; le peu d'eau qui reste est fortement retenu par les argiles. En résumé le bilan hydrique de ces substrats est très irrégulier, ce caractère étant encore plus accentué dans les expositions S.

Lorsque ces faciès lithologiques succèdent à d'autres ayant un bilan hydrique plus favorable, les forêts sont remplacées par la frênaie ou par des formations mixtes à frêne dimorphe et genévrier oxycèdre (§ II 53).

III.2.2. Les colluvions

Le colluvionnement est un phénomène général qui s'est produit tout au long du quaternaire sur les substrats les plus variés. On peut distinguer deux types de sites à colluvionnement important : les bas fonds et les pentes.

III.2.2.1. Les colluvions de bas fonds

A. Pujos (op. cité) a déjà insisté sur le rôle de certains de ces dépôts quaternaires sur la limitation de la cédraie du Moyen Atlas central, Ainsi de nombreuses zones sont asylvatiques en plein climat forestier : il en est ainsi des grandes surfaces couvertes d'épaisses argiles rouges à silex, par exemple : la cuvette de Nertène au-dessus d'Ain Leuh, celles situées sur la piste de Ouiouane à

El Hammam, celle de l'Afekfak, celle d'Ain Kahla, etc.

Etant donné le bioclimat humide à subhumide qui règne dans ces régions, ces argiles sont engorgées durant toute la saison des pluies, d'autant plus que la pente est faible et le drainage mauvais. Certaines années très humides, beaucoup de cuvettes, et même de grands plateaux sont envahis par une multitude de dayas ou même entièrement recouverts ; chose que l'on aurait du mal à imaginer en année normale. Ces zones sont précisément le domaine des pelouses souvent parsemées d'un piqueté clair d'aubépines, alors qu'à côté sur les pentes prospèrent la cédraie ou l'iliciaie.

III.2.2.2. *Les colluvions de pentes*

Sur certains types de roches ont pu s'individualiser d'épaisses formations argileuses de versant plus ou moins solifluantes dans les zones à substratum imperméable. A. Pujos signale ce phénomène dans le moyen Atlas central sur les marnes du Jurassique moyen, sur les argiles du permo-trias, sur les faciès tendres et altérés des dolérites du même âge. Nous l'avons observé dans le Moyen Atlas oriental sur les marno-schistes du Jurassique moyen.

Sur ces épaisses masses argileuses, la forêt est souvent éliminée ; on y trouve des taches de pelouses avec des niveaux de sources, ou des peuplements de caducifoliées (frênaie et érableiaie de Ouazolzent (§ 11 52), berbériadaie du versant N du Bou-Iblane (§ 1 112).

III.2.2.3. *Les colluvions de vallons et de bas de versant*

A. Pujos signale l'accumulation de colluvions lourdes à matériaux argileux fins dans les fonds de vallons qui sillonnent la cédraie ; ils sont souvent impropres à celle-ci. Dans les chaînes plissées ces colluvions fines constituent un niveau constant dans les bas de versants, en particulier ceux sur marno-schistes, et au débouché des ravins. Grâce au drainage oblique des versants, ces niveaux ont un bilan hydrique très excédentaire à la fonte des neiges ; cet excès d'eau temporaire suffit pour éliminer la forêt à feuillage pérenne qui se trouve ainsi presque toujours bordée par un liseré de caducifoliées ou de steppes ligneuses selon le cas.

Lorsque des terrassettes limoneuses succèdent aux bas de pentes, on peut observer d'intéressants gradients topoédaphiques à bilan hydrique croissant de la pente vers le talveg. On y voit se

succéder parallèlement les niveaux à caducifoliées (vallée du Soufoulout (§ 11 61).

III.2.2.4. *Les amas de blocailles*

Les grands ensembles à grosse blocaille souvent dominés par des escarpements, ont aussi des bilans hydriques spéciaux. Si le substrat est imperméable, il peut se former des nappes phréatiques plus ou moins permanentes alimentées par le ruissellement sur les escarpements et par le drainage oblique sur les versants voisins. Ici encore les caducifoliées paraissent mieux adaptées à ce bilan d'eau excédentaire (§ II 23).

III.2.3. LES ROCHES ERUPTIVES

III.2.3.1. *Hétérogénéité des roches éruptives*

Dans les montagnes calcaires, on rencontre fréquemment quatre sortes de roches éruptives : les *basaltes quaternaires* qui constituent de vastes coulées surmontées par des cônes de matériaux pyroclastiques sur les Causes Moyen Atlasiques, ou des coulées plus réduites s'éloignant peu de l'appareil qui les a émises (volcan de Tamgilt). Les *dolérites du permo-trias* qui affleurent en filons-couches dans les argiles du même âge. Les *gabbros* qui constituent de vastes affleurements du même type que ceux des dolérites. Les *syénites néphéliniques* localisées dans l'Ayachi oriental.

Toutes ces roches sont très hétérogènes quant à leur composition chimique et leur structure. Parmi les basaltes quaternaires par exemple, on trouve tous les produits classiques du volcanisme effusif : laves compactes ou ponceuses, produits d'explosion de granulométrie variée, brèches volcaniques, etc. Parmi les gabbros et les syénites, on rencontre des structures microgrenues, grenues et pegmatitiques. Cette grande variété va induire celle des matériaux d'altération. Nous retiendrons essentiellement trois types : les *matériaux très fins* abondants sur les coulées de basaltes quaternaires et sur les dolérites du permo-trias ; les *arènes grossières* abondantes sur certaines dolérites, les gabbros et les syénites ; les *produits d'explosion* des cônes volcaniques.

III.2.3.2. *Caractères hydriques des roches éruptives*

Etant donné leur hétérogénéité, le bilan hydrique de ces roches et son rôle dans le déterminisme de la végétation est fort difficile à comprendre et à cerner dans sa réalité. Leur comportement est souvent déconcertant ; en effet, dans des conditions climatiques analogues,

les basaltes, les dolérites ou les gabbros peuvent porter côte à côte les plus belles forêts de cèdre, tant par leur densité que par leur capacité de régénération, et des formations asylvatiques à caducifoliées ou même steppiques à ligneux bas. L'étude M. Lecompte et B. Lepoutre (op.cité) apporte des éclaircissements, mais elle ne nous a pas entièrement convaincu. En attendant sa parution, pour en faire une étude critique, nous apporterons quelques éléments à la discussion.

III.2.3.2.1. Les basaltes et la répartition de quelques espèces dans le Moyen Atlas central

Si l'on considère la répartition de certaines espèces particulièrement exigeantes en eau, et indifférentes à la nature chimique du substrat comme le chêne zène, on constate que même dans son bioclimat (humide), il se localise de préférence sur les basaltes, laissant souvent les calcaires au chêne vert : tel est le cas de la zénaie de Jaba, la zénaie de la face W du volcan de Bou-Jrirt, sur la route Azrou-Ifrane, la zénaie de l'escarpement dominant Azrou. Dans ce dernier cas, le comportement du chêne zène est particulièrement significatif : d'une part, il forme une grande tache dans l'ensellement dominant la RP 21 au-dessus du premier abreuvoir, d'autre part, il se localise à la *coulée basaltique* sous la route avant le deuxième abreuvoir.

Ces exemples permettent d'avancer que d'une manière générale, les basaltes, à conditions climatiques égales, sont des substrats plus humides que les calcaires. Cette propriété est éminemment favorable au développement des arbres, et on comprend que les plus belles forêts se trouvent souvent sur basaltes.

Cependant, il suffit d'une exagération locale de ces conditions pour que la forêt disparaisse. Nous avons vu comment cela était possible sur les autres substrats, et comment des formations à caducifoliées peuvent s'individualiser au sein des autres formations forestières. Il en est de même sur les basaltes, d'autant plus qu'ils donnent des produits de décomposition très fins, les allophanes. Il suffit d'un mauvais drainage, et on se retrouve dans le cas des argiles rouges à silex cité plus haut. C'est ce qui se passe dans la cédraie sur basalte au niveau des grandes clairières peuplées d'aubépines, et de *Thymelaea virgata*.

L'abondance de l'aubépine semble corroborer l'hypothèse émise ci-dessus ; en effet dans les exemples étudiés plus haut, sur d'autres substrats, nous avons vu que l'aubépine supporte le mieux

les conditions extrêmement humides. Sous les bioclimats favorables au frêne dimorphe par exemple, celui-ci lui cède la place dans les stations trop humides : pelouses de l'Afekfak, route Aïn Leuh-Ouiouane, sur argiles rouges, mais aussi sur basaltes dans le couloir de l'Ari Ininif sur la RP. 21, avant le col du Zad ; dans ce site, le frêne dimorphe à sa limite climatique, forme quelques colonies bien localisées sur les parties chaotiques de la coulée qui suit l'axe de la route ; l'aubépine colonisant les zones plus ou moins colmatées sur basaltes ou sur marnes crétacées dans les versants de part et d'autre de la route.

L'abondance de la thymélée doit aussi attirer l'attention. A première vue, elle peut apparaître comme une espèce cosmopolite sous les bioclimats sub-humide et humide à hiver frais et froid. Mais quand elle forme des peuplements importants, sa valeur indicatrice est certaine ; ces peuplements se rencontrent essentiellement sur des épandages argileux du même type que ceux décrits plus haut ; la thymélée y constitue l'élément physiognomique le plus typique des pelouses sèches qui s'individualisent sur ces substrats, dans certaines conditions de drainage, entre les véritables pelouses et les steppes ligneuses. La thymélée supporte mieux l'engorgement que les xérophytes épineux à condition que le froid ne soit pas excessif.

La thymélée peut aussi former des peuplements importants sous des bioclimats beaucoup plus secs de type semi-aride ou même sub-aride, dans le bassin de la Srhina par exemple, sur des replats limoneux, elle remplace localement l'armoise blanche caractérisant par ailleurs la physiognomie de la région.

Ainsi la thymélée apparaît comme capable de supporter à la fois un certain engorgement des sols, et un dessèchement prononcé ; c'est une excellente indicatrice de conditions xérophiles à engorgement hivernal. Sa pullulation sur les basaltes colmatés nous permet d'avancer que ces milieux sont certainement très humides en hiver et impropres aux espèces qui ne supportent pas ces conditions comme le cèdre ; seules les caducifoliées peuvent s'y installer ; mais ces milieux peuvent aussi se dessécher très vite après les dernières pluies ; or c'est là l'une des conclusions majeures de l'étude de M. Lecompte et B. Lepoutre.

III.2.3.2.2. La coupe du volcan de Tamgilt

Dans les Causses moyen atlasiques, les gradients topoédaphiques ne sont pas toujours très visibles,

et souvent on a du mal à comprendre les successions brusques telles que cédraie-steppe ligneuse, ou cédraie-crataigaie. Les mesures, du moins telles qu'elles ont été conduites et interprétées par les auteurs (op.cité), ne semblent pas mettre en évidence toutes les nuances. Pourtant l'écologiste averti sent qu'il y a des différences ; s'il ne le démontre pas toujours par des mesures, il accumule un faisceau d'observations qui valident ses hypothèses. En ce qui concerne les basaltes, l'incertitude peut être levée en observant les mêmes phénomènes dans des régions où les gradients topoédaphiques sont mieux marqués ; c'est le cas du volcan de Tamgilt (§II 51).

Sur les gradins de la partie moyenne de la coulée, les matériaux d'altération sont si fins qu'ils constituent des sols battants. A ce niveau abonde *Euphorbia nicaensis* dont le comportement est voisin de celui de la thymélée. Les deux espèces sont d'ailleurs intimement mêlées dans les clairières à aubépines de la cédraie du Causse Moyen atlasique.

La répartition d'espèces strictement xérophiles ne supportant pas l'engorgement hivernal est aussi édifiante : *Genista scorpius* par exemple, est présent entre 2 000 et 2 100 m d'altitude sur les calcaires de part et d'autre de la coulée ; il est relégué à 1 600 m sur celle-ci. A 2 000 m, les conditions hydriques des basaltes sont impropres au genêt scorpion ; le cèdre lui-même reste strictement localisé au cône volcanique sur d'énormes chaos de lave ponceuse, tandis que la crataigaie lui succède en bas de pente.

III.2.3.2.3. Les gabbros et les granites

Contrairement aux basaltes qui appartiennent à la même famille minéralogique, la décomposition des gabbros donne des arènes plus ou moins grossières. D'une manière générale, celles-ci se comportent comme des sables : très perméables si elles sont bien drainées, elles détermineront des conditions plus sèches que sur les autres substrats à climat égal. Au contraire, si leur épaisseur est insuffisante, et si le drainage est mauvais, elles seront gorgées d'eau en saison humide, d'autant plus qu'elles sont relativement riches en éléments argileux provenant de la décomposition des feldspaths.

Même en climat aride ou semi-aride, les arènes se comportent comme des milieux hydromorphes ; tel est le cas des vastes affleurements de la plaine de la Moulouya entre Itzer et Midelt couverts d'*Artemista herba-alba* supportant l'engorgement

de la saison humide aussi courte soit-elle. L'alfa ne subsiste que sur quelques pointements mieux drainés. Dans les conditions un peu plus humides de la haute Moulouya, l'armoise est partiellement éliminée au profit d'espèces plus résistantes à l'engorgement hivernal telles que *Ormenis scariosa* et *Erinacea anthyllis*.

En climat sub-humide ou humide éminemment forestiers, le contraste entre les deux saisons va s'accroître, et les essences forestières sensibles à ces bilans hydriques trop contrastés seront éliminées. L'exemple le plus typique est celui du Jbel Hayim dans le Haut Atlas oriental. Ce piton gabbroïque au demeurant fort beau avec ses trois aiguilles déchiquetées culminant à 2 755 m d'altitude, est un véritable laboratoire écologique. Sur son versant sud-occidental, on observe la succession suivante : cédraie sur escarpements et sur chaos à leur pied, thuriféraie sur arènes et chaos, niveau à caducifoliées sur arènes. La texture sableuse permet le grand développement du genêt scorpion qui monte ici à des altitudes inhabituelles contrairement à l'exemple du volcan de Tamgilt où il était totalement éliminé sur les matériaux basaltiques fins. Ici, il se mêle aux xérophytes épineux tels que *Cytisus purgans* et *Alyssum spinosum*. Par contre le cèdre, ici encore, se localise sur les zones les mieux drainées ou à bilan hydrique plus régulier.

Parfois la sécheresse estivale semble être un facteur plus limitant que l'engorgement hivernal, et les caducifoliées relativement exigeantes en eau ne peuvent pas s'installer ; on a alors des steppes ligneuses pures ou avec un piqueté de genévrier oxycèdre ; tel est le cas des plateaux granitiques du versant occidental du massif du Siroua, et très certainement aussi des plateaux et des basses pentes des appareils volcaniques du Causse moyen atlasique.

III.2.4. Les versant à accumulation de neige

En montagne une grande partie des précipitations tombe sous forme de neige et il est nécessaire de repérer les zones à accumulation préférentielle. Nous avons déjà montré (C. Peyre 1975) comment la répartition des xérophytes épineux est en partie réglée par ce paramètre écologique. Le long séjour de la neige et sa fonte progressive entretiennent des conditions hydriques particulières : engorgement plus ou moins long et dans tous les cas, humidité plus grande par rapport aux zones voisines. Dans le cas du J. Hebri (§ II 542), la cédraie est plus ou moins éliminée malgré la forte pente et les substrats les plus

favorables (matériaux d'explosion drainants). L'excès d'eau à la fonte des neiges favorise le grand développement des caducifoliées. Dans le cas d'Ich-ou-Las (§ II 5.4.1.), le faciès à caducifoliées s'individualise dans une formation typique du climat semi-aride : la junipéraie. Mais temporairement, l'humidité est suffisante pour permettre l'installation des caducifoliées, d'autant plus que le séjour de la neige favorise la décomposition de la roche mère, et la formation de colluvions argileuses. Cependant cette humidité édaphique est trop temporaire, et elle ne permet pas l'installation d'espèces exigeant un bilan hydrique plus régulier comme le chêne vert par exemple.

Dans les étages de haute montagne, les prunaises de *Prunus prostrata*, les rosaies, et à un moindre degré les ribésiaies et les berbériadaies sont souvent liées aux zones d'accumulation de neige.

III.2.5. Les ripisilves

La distinction faite dans la première partie est fondée sur une différence de bilan hydrique. Au niveau des ripisilves humides, le débit du cours d'eau est plus ou moins pérenne, et la nappe phréatique est régulièrement alimentée sous les terrasses formées essentiellement de matériaux limoneux.

Dans les ripisilves sèches, au contraire, le débit du cours d'eau est beaucoup plus temporaire, l'eau ne coule que durant les fortes crues. La nappe phréatique subit des variations beaucoup plus amples si bien que les niveaux de surface peuvent se dessécher considérablement ; ceci explique la présence simultanée des caducifoliées et d'espèces xérophiles comme le buis des Baléares ou *Ormenis scariosa* par exemple.

C. LES CLIMAX A CADUCIFOLIEES ET LEURS CARACTERISTIQUES AUTOECOLOGIQUES PRINCIPALES

I. Caractéristiques autoécologiques générales

II.1. LA CADUCITE DU FEUILLAGE

Toutes les caducifoliées étudiées ici perdent leurs feuilles pendant la saison froide. Ce passage à la vie ralentie leur permet de supporter mieux que les espèces à feuillage persistant les conditions difficiles qui règnent à ce moment : froids excessifs en haute altitude, mésoclimats locaux, engorgement des sols.

Mais les caducifoliées peuvent aussi perdre leur feuillage en été lors des périodes de sécheresse excessive. Ici intervient la notion de conditions climatiques extrêmes ; celles-ci ont été trop souvent mésestimées au profit des seules moyennes. Or souvent il y a une succession d'années exceptionnelles ; c'est ce qui se passe un peu depuis 1972 : tantôt année trop sèche (1974-1975), tantôt hiver très froid (1976), tantôt fortes gelées printanières (1977), tantôt saison des pluies fortement concentrée (1977). Grâce à la caducité du feuillage survenant à chaque période défavorable les caducifoliées semblent les plus aptes à supporter ces conditions extrêmes. Parfois le feuillage persiste assez longtemps flétri et jauni (épine vinette).

II.2. LE DEGRE DE RESISTANCE AU FROID

Résultant du caractère précédent, la résistance au froid est variable ; on peut l'apprécier d'après l'étagement altitudinal lié au gradient thermique, et aussi grâce à des observations phénologiques. Ainsi à la suite des gelées de Mars 1977, nous avons pu comparer la capacité de résistance d'un certain nombre de caducifoliées sur le versant N du Jbel Taarbat dans le massif de l'Ayachi (§ I 211). Entre 2300 et 2400 m, au-dessus de l'iliciaie, neuf espèces se trouvent localement réunies. Toutes étaient feuillées, seul le frêne dimorphe venait de débourrer. Ce caractère phénologique nous montre déjà que cette dernière espèce est la plus sensible au froid, d'autant plus que les jeunes feuilles étaient toutes gelées à noir. Sur l'érable de Montpellier, les feuilles déjà bien formées étaient gelées, mais elles avaient gardé leur couleur verte ; sur le sorbier les feuilles n'étaient que légèrement flétries. Les autres espèces étaient en excellent état.

Compte tenu de ces observations et de celles faites dans la première partie, on peut tenter un classement général des caducifoliées ; dans l'ordre de résistance décroissante au froid on a : *Lonicera pyrenaïca*, *Ribes uva-crispa*, *Prunus prostrata*, *Rosa sp.*, *Berberis hispanica*, *Cotoneaster nummularia*, *Lonicera arborea*, *Prunus mahaleb*, *Sorbus aria*, *Viburnum lantana*, *Rhamnus alpina*, *Acer monspessulanum* ; *Fraxinus xanthoxyloides*, *Cytisus battandieri*, *Genista florida*, *Rhamnus lycioides*.

Ce classement n'a qu'une valeur indicatrice : il ne tient pas compte de l'action des autres paramètres. Or lorsque les conditions écologiques quelles qu'elles soient, deviennent très difficiles, aux hautes altitudes par exemple, ou sur des

substrats à bilan hydrique particulier, les espèces deviennent très sensibles, et une très faible variation du milieu modifie leur répartition. Ces faibles variations ne sont pas toujours mesurables, mais elles sont décelables.

En conséquence, il est souvent difficile de savoir quel est le paramètre le plus limitant. Considérons par exemple *Lonicera pyrenaica* et *Ribes uva-crispa*. Le premier est ripicole, et il est soumis aux vents glacés de l'hiver sur des falaises qui ne voient pas le soleil ; mais il a les pieds au sec. La deuxième espèce sera protégée par la neige en hiver, mais à la fonte, elle devra affronter les conditions asphyxiques qui règnent pendant un certain temps.

1.3. LE DEGRE DE RESISTANCE A L'EXCES D'EAU

Aux altitudes moyennes, l'épine vinette et l'aubépine se classent en tête, la deuxième semblant encore plus apte à supporter l'engorgement. Quand le frêne dimorphe est présent, il se trouve toujours en retrait par rapport à ces deux espèces (§ A II 1.1. et A II 61). Dans les étages de haute montagne, ce sont le groseillier, le prunier prostré et l'églantier nain qui résistent le mieux.

1.4. LE DEGRE DE RESISTANCE AU DESSECHEMENT DES SOLS

Ce paramètre est souvent lié à l'engorgement plus ou moins important, si bien que telle espèce supportant bien l'engorgement pourra être éliminée parce qu'elle ne supporte pas un trop fort dessèchement.

D'après les observations qui précèdent, le frêne dimorphe et le *Rhamnus* apparaissent comme les espèces les plus xérophiles ; viennent ensuite l'épine vinette et l'aubépine. Les autres espèces recherchent les milieux où l'humidité est plus permanente.

II. Les climax à caducifoliées

II.1. LES CLIMAX CLIMATIQUES OU ETAGES A CADUCIFOLIEES

Si l'on considère l'étagement classique de la végétation du Maroc tel qu'il ressort des travaux de L. EMBERGER, nulle part on ne trouve la mention d'étages à caducifoliées. Au sujet de la limite supérieure à des forêts, l'auteur écrit (1 939) "Dans le massif des Seksaoua la limite supérieure des forêts est formée par le chêne vert (*Quercus ilex*) ; partout ailleurs elle l'est par *Juniperus thurifera*.

Le passage de la ceinture forestière à la zone asylvatique se fait assez brusquement. En aucun point, on n'observe une ceinture de buissons (Strauchgürtel)."

Les observations que nous avons pu faire dans le Moyen Atlas oriental, et plus récemment dans le Haut Atlas oriental infirment la dernière remarque de L. EMBERGER. Dans certaines conditions climatiques, il existe un niveau buissonnant plus ou moins important au-dessus de la forêt. Ce niveau succède en général au cèdre, et parfois au chêne vert. Dans ces zones le genévrier thurifère ne forme jamais un niveau bien individualisé ; il est souvent absent, ou il se trouve à l'état de pieds isolés dans le dernier niveau forestier, ou dans les premiers niveaux à caducifoliées. Par ailleurs ces arbres occupent souvent des positions particulières : les escarpements ou revers mieux exposés. Les thuriféraires aussi dégradées soient-elles sont des formations plus denses ; elles se développent sur les versants S des mêmes chaînons. Les quelques thurifères isolés sur les versants N ne sont pas des témoins d'une ancienne forêt ce sont des arbres qui ont poussé dans les conditions limites qui ne leur sont pas favorables : ce sont celles de l'étage humide à hiver très froid et nébuleux (op.cité et § B I). Le genévrier thurifère est un arbre de climat lumineux.

D'après les observations faites en première partie, nous distinguerons : les étages suivants :

II.1.2. L'étage à *Berberis hispanica*

C'est celui qui se trouve au contact de la forêt. Les auteurs ont pensé qu'il résultait d'une dégradation de celle-ci. En fait les forêts sommitales sont très souvent en mauvais état pour des causes naturelles : difficultés des conditions de vie et d'installation. Ces dernières ne surviennent qu'à intervalles très espacés. Parfois, il y a eu des vagues de régénérations qui ont donné ces vieilles cédraies denses, sommitales, équiennes, actuellement mourantes. Mais dans la plupart des cas, les forêts sommitales sont très ouvertes et passent à la formation à *Berberis hispanica* sous l'influence d'un gradient climatique progressif. Parfois quelques bouquets ou des pieds isolés subsistent dans ce premier niveau asylvatique ; mais ils sont liés à des conditions topoédaphiques particulières.

Dans les massifs du Bou-Iblane, Ayachi occidental, Masker, la berbériadaie succède à la cédraie. Dans l'Ayachi oriental, elle succède à l'iligaie. En effet dans ces régions déjà plus sèches, l'étage humide ne s'individualise qu'à des altitudes où

les conditions thermiques ne permettent plus le développement de la cédraie. Ainsi on passe directement de l'iliciaie sub-humide froide à la berbériadaie.

Le cortège floristique qui accompagne l'épine vinette est caractérisé par l'abondance du *Cytisus purgans* ssp. *balansae* dans les faciès les plus humides (Bou-Iblane, Bou Naceur, Ayachi occidental, Masker). Dans les zones moins humides, le Cytise est dominé par *Alyssum spinosum* (Ayachi oriental). C'est dans ces niveaux que P. Quézel (1954) a décrit le *Marrubieto-Avenetum* caractérisé selon les critères de la phytosociologie classique par *Marrubium ayardii* et *Avena jahandiezii*.

II.1.3. L'étage à *Ribes uva-crispa*

Lorsque le froid augmente, le groseillier succède progressivement à l'épine vinette. Les formations qu'il constitue sont beaucoup moins denses car les conditions sont plus dures ; mais le niveau est constant. Dans la partie inférieure, le Cytise de Balansa est encore abondant ; au-dessus c'est l'*Alyssum spinosum* qui domine jusqu'à devenir pur. Dans les éboulis mobiles ou les hauts couloirs il peut être éliminé et il ne reste plus que *Ribes uva-crispa*, *Leuzea berardioides*, *Silene ayachica* et *Platycapnos saxicola* pour ne citer que les espèces les plus typiques.

Ce niveau correspond en partie aux alliances *Arenarion pungentis* et *Platycapnion saxicolae* de P. QUEZEL (op. cité).

II.1.4. L'étage à *Lonicera pyrenaïca*

C'est un étage rupicole qui s'individualise sur les hauts escarpements dans les zones les plus humides, au-dessus de l'étage du *Ribes*. Parfois il peut se trouver en versant S comme à Assameur n'Inouzane dans les hauts chaînons méridionaux du Haut Atlas oriental. Il succède alors directement à l'étage du *Berberis*. Il s'agit d'un faciès plus thermophile à *Rhamnus lycioides*.

C'est dans cet étage rupicole que l'on rencontre souvent des espèces communes de forêts humides telles que *Daphne laureola*, *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*.

II.1.5. L'étage à *Rhamnus lycioides*

C'est ainsi un étage rupicole, mais il est toujours localisé aux expositions S. Il est plus affine au genévrier oxycèdre qu'au genévrier thurifère, bien que ce dernier soit parfois présent.

Dans une première approximation, on peut

dire qu'il caractérise certains hauts versants S protégés des vents froids, mais suffisamment humides, et surtout souvent touchés par les débordements nébuleux par temps perturbé. Il semble représenter une nuance entre les thuriférais les plus humides et relativement thermophiles, ou les thuriférais mixtes à genévrier oxycèdre, ou certaines oxycédraies, et la steppe à *Cytisus purgans* et *Avena filifolia* dans les zones relativement humides, ou bien la steppe à *Bupleurum spinosum* et *Alyssum spinosum* dans des conditions un peu sèches.

II.1.6. L'étage à *Acer monspessulanum*

Beaucoup plus localisé, il caractérise un climat voisin de celui des cédraies hautes, mais certainement trop froid pour permettre l'installation du cèdre. Sur le versant S du Bou-Naceur où cet étage est représenté, l'étage humide ne s'individualise, en effet, que très haut étant donnée la dynamique nuageuse particulière sur cette partie du massif, et les influences aridifiantes des steppes arides de la plaine de la Moulouya voisine. L'érable se réfugie même dans les hauts vallons sur des colluvions épaisses dont l'engorgement temporaire à la fonte des neiges est défavorable au cèdre.

II.1.7. L'étage à *Cotoneaster nummularia*

Lui aussi ne forme jamais de niveau continu ; mais les stations supraforestières dans lesquelles on le trouve semblent témoigner de conditions climatiques assez comparables pour qu'on puisse le considérer comme caractéristique d'un étage. Dans le versant N du Jbel Masker, localité la plus typique, et le Jbel Issoual, il occupe la partie supérieure de l'étage à *Berberis*. Il pourrait caractériser une nuance plus humide.

II.1.8. L'étage à *Genista florida*

Cet étage semble s'individualiser au-dessus de l'iliciaie dans les zones humides du Haut Atlas siliceux. *Genista florida* a été considéré par P. QUEZEL (op. cité) comme caractéristique d'une association à *Genista florida* et *Adenocarpus anagyriifolius* : bien que parfois mêlée à cette dernière espèce, le genêt s'en sépare nettement et constitue un étage plus alticole.

II.2. LES CLIMAX MESOCLIMATIQUES

II.2.1. Les frênaies

Elles caractérisent les sites mésoclimatiques du

domaine à hiver frais à froid. L'une des localités les plus typiques est celle de l'Afekfak. Dans sa carte du Moyen Atlas central, M. LECOMPTE (1969) place ces frênaies dans la série des iliçaies d'altitude. En effet, à l'Afekfak, il y a du chêne vert, mais il n'est pas n'importe où ; il se localise sur les collines accidentant cette vaste dépression synclinale, et il n'est jamais très dense. Mis à part le rôle de l'édaphisme, les collines représentent un type de situation où les effets mésoclimatiques signalés plus haut (§ B II), sont atténués, d'autant plus qu'elles sont plus hautes par rapport aux zones en creux. Si bien que l'on peut avoir côte à côte l'iliçaie et la frênaie ; mais les deux formations correspondent à des conditions écologiques différentes, et il n'y a aucune raison de les réunir dans une même série, si l'on conçoit ce terme comme définissant l'ensemble des formations dérivant du même climax par évolution régressive ou progressive. Dans le cas de l'Afekfak, il y a bien deux climax : la frênaie et l'iliçaie. Par ailleurs la série des iliçaies d'altitude n'a pas beaucoup de valeur écologique à nos yeux ; l'auteur y a groupé beaucoup de formations qu'il n'a pas su bien interpréter ; mais le cadre de cette étude ne nous permet pas d'en faire une critique détaillée.

II.2.2. *Les crataigaies*

Les exemples cités plus haut montrent que les crataigaies caractérisent des conditions plus froides que celles du frêne dimorphe ; ce sont celles des sites mésoclimatiques de la cédraie moyenne et haute selon les critères de A. Pujos (op.cité).

II.2.3. *Les berbérídaies*

Parfois en peuplements mixtes avec les aubépines les berbérídaies caractérisent les sites mésoclimatiques de la cédraie haute et la dépassent en altitude.

II.2.4. *Les formations des couloirs pentus.*

On y trouve les mêmes formations que ci-dessus souvent enrichies d'espèces plus exigeantes en eau. Elles se succèdent toujours dans l'ordre du gradient thermique altitudinal : frênaies dans les zones inférieures, berbérídaies, cotoneastraies, lonicéraies, viornaies au-dessus, ribésiaies dans les zones les plus froides. Parfois on observe un étroit mélange de toutes ces espèces dans certaines cédraies du Haut Atlas oriental sur des versants très pentus exposés au N (J. Sloul).

II.3. *LES CLIMAX EDAPHIQUES*

On peut placer dans ce type de climax les formations situées dans les bas de versants, sur les colluvions de pentes, sur les basaltes, les calcaires domériens, les versants à accumulation de neige. Suivant le climat général, ce sont des frênaies, des érabaiaies, des crataigaies, des berbérídaies, des ribésiaies, des prunaies et des rosaies.

Cependant il est souvent difficile de départager les causes déterminantes de certains climax. Dans beaucoup d'exemples cités, le mésoclimat et l'édaphisme interviennent ensemble. Il s'agit de climax édaphoclimatiques. Mais parfois, on peut voir le rôle prépondérant de l'un ou l'autre des facteurs ; par exemple dans des conditions climatiques semblables, l'aubépine et l'épine vinette supportent mieux l'engorgement que le frêne dimorphe (Afekfak, Soufoulout) ; le frêne fuit les zones les plus plates colmatées par des matériaux fins. D'ailleurs l'aptitude d'une espèce à supporter l'engorgement est variable ; quand d'autres difficultés s'ajoutent, froid par exemple, l'aptitude diminue : comportement de l'épine vinette à sa limite supérieure dans le Bou-Naceur (§ A I 1212), et du frêne dimorphe à L'ari Ininif (§ III 2321).

III. *Les climax mixtes*

III.1. *LES CLIMAX A CADUCIFOLIEES DOMINANTES*

III.1.2. *Les formations à genévriers*

III.1.1.1. *Le genévrier oxycède*

Le genévrier oxycède est une essence dont l'écologie n'est pas encore bien définie. Au Maroc, il forme d'importants peuplements purs ou mixtes qui sont certainement climatiques contrairement à l'opinion courante qui en fait des formations de dégradation. Nous avons déjà soulevé ce problème à propos des peuplements clairs du versant S du massif du Bou-Iblane (C. PEYRE 1975).

D'une manière générale, le genévrier oxycède est une essence plastique qui supporte les conditions difficiles. Dans le cas particulier traité dans cette note, le genévrier oxycède caractérise des frênaies de versant S où les conditions hydriques estivales sont particulièrement rudes : tels est le cas des surfaces structurales de calcaires à minces lits schisteux ou argileux, des calcaires récifaux massifs (au-dessus de la frênaie pure de la rive droite de l'oued n'Shar, à Tamgilt (non décrit), des calcaires travertins au-dessus d'Irhboula n'Batli

dans la vallée de l'assif Melloul (non décrit). Parfois la frênaie mixte à genévrier oxycède s'inscrit dans un gradient topoédaphique et caractérise des zones mieux drainées que celle de la frênaie pure (coupe de la vallée de l'oued Ikkis § A II 62).

III.1.1.2. *Le genévrier thurifère*

Son comportement est identique à celui du genévrier oxycède, mais il caractérise une gamme climatique plus froide ; il se mêle souvent à l'aubépine et à l'épine vinette, et il s'inscrit lui aussi dans des gradients topoédaphiques où il se trouve en inversion d'étage par rapport aux autres essences dont le cèdre. Il indique des conditions hydriques intermédiaires entre celles de la forêt localisée sur les hauts de pentes les mieux drainés, et les formations à caducifoliées pures localisées dans les zones les moins drainées (coupe du Jbel Hayim § III 2323).

III.1.1.3. *Le genévrier commun*

Il est parfois mêlé aux caducifoliées de haute montagne (Versant S du Bou-Naceur, versant N de l'Ayachi occidental), mais il constitue un climat spécial dont l'étude fera l'objet d'une note séparée.

III.1.2. *Les formations à Ephedra major*

Son comportement est voisin de celui des genévriers ; mais il peut constituer des peuplements purs : son étude fera aussi l'objet d'une note séparée.

III.1.3. *Les formations à Buxus balearica*

Le buis des Baléares est une espèce très plastique ; par de nombreux aspects de son comportement, elle s'apparente aux caducifoliées. Comme celles-ci, le buis semble capable de supporter des bilans hydriques très contrastés, et des mésoclimats très froids. Le feuillage persiste, mais il se charge progressivement de pigments anthocyaniques dès que les conditions deviennent difficiles.

D'une manière générale le buis est caractéristique des massifs internes à l'abri des influences océaniques directes.

III.2. LES CLIMAX FORESTIERS A CADUCIFOLIEES

Certains faciès forestiers sont caractérisés par l'abondance des caducifoliées. C'est là un signe qui traduit des conditions écologiques particulières. Nous citerons quelques cas typiques :

III.2.1. *Les cédraies à Acer monspessulanum*

Selon A. PUJOS (op. cité), l'érable est abondant dans les versants N des cédraies moyenne et haute du Moyen Atlas central ; "il participe au remplissage de la forêt difficilement réalisé dans ces situations longuement à l'ombre par le chêne vert trop thermophile". On voit comment on peut passer à partir de ces formations, aux érablaies par exagération des conditions thermiques.

L'abondance de l'érable traduit aussi des conditions édaphiques difficiles. Ainsi dans la cédraie du Seheb, l'une des plus belles du Maroc, sur basaltes, les îlots de calcaire compact qui pointent çà et là sont occupés par une cédraie claire mixte à érable. On sait en effet que les calcaires avec leurs argiles associées ont souvent un bilan hydrique défavorable. Le même faciès de cédraie à érable se retrouve sur le versant S de la dorsale du Tizi n-Taïlout sur calcaires domériens.

III.2.2. *Les cédraies à Crataegus laciniata*

Mis à part les peuplements importants décrits plus haut, les aubépines constituent souvent une mosaïque en îlots avec des bouquets de cèdre ou des arbres isolés. Cet aspect discontinu de la forêt est naturel. A. PUJOS (op. cité) a bien insisté sur l'hétérogénéité des sols sur de petites surfaces ; ainsi à côté de sols sableux légers, il n'est pas rare de voir dominer des secteurs limoneux et parfois même argileux. C'est sur ces derniers que se trouvent les aubépines, les xérophytes épineux, ou les pelouses avec parfois des cèdres isolés qui ont réussi à s'installer dans des conditions difficiles et qui font croire que ces vides de cédraie sont le résultat de la dégradation. Ce phénomène est bien trop général pour qu'il en soit ainsi ; on le retrouve dans l'iliciaie, dans la subéraie : ce sont là des formations forestières limitées (C. PEYRE 1975).

III.2.3. *Les iliciaies à frêne dimorphe*

L'abondance du frêne dimorphe traduit encore des conditions édaphiques difficiles sur des calcaires compacts à intercalations schisteuses ou argileuses, à l'Afekfak par exemple, et sur le rebord nord occidental du synclinal du Guigou, sous les cédraies mixtes à *Acer monspessulanum*, sous un climat déjà moins humide.

III.2.4. *Les thuriferaies à frêne dimorphe ou érable de Montpellier*

Les formations à genévrier thurifère se présen-

tent sous de nombreux faciès au Maroc. L'un des plus curieux est le faciès à caducifoliées. Le faciès à frêne dimorphe se rencontre sur le versant N des chaînons bordant au S la double chaîne de l'Ayachi-Maoutfoud (Jbel Afadaï et Taarirt Adraka), entre 2 200 et 2 400 m. Le cortège floristique est caractérisé par *Artemisia sp.*, *Alyssum spinosum*, *Vella mairei*, *Citrus purgans*. Dans la partie supérieure du niveau, *Berberis hispanica* est abondante ; au-dessus de 2 400 m, il ne reste plus que *Ribes uva-crispa* mêlé au thurifère.

Ces faciès sont liés à l'orographie et à la dynamique nuageuse particulière de ces régions. L'abondance du frêne dimorphe traduit une nuance assez humide dans le vaste ensemble des thuriféraires ; mais il s'agit là d'une humidité assez temporaire qui n'est pas nuisible au thurifère et qui est insuffisante pour le chêne vert qui ne subsiste çà et là qu'en pieds isolés. A ce déficit

hydrique s'ajoute d'ailleurs la rudesse des conditions thermiques étant données l'exposition et l'altitude.

On trouve des niveaux voisins dans les thuriféraires et les hautes juniperaies de *J. phoenicea* de l'extrémité orientale du Haut Atlas (J. Mesrouh et J. Bour).

Le faciès à érable de Montpellier se rencontre dans les hautes gorges de l'Assif n°Tissouit (Ayachi oriental). Il succède à une belle ilicéie sub-humide, et il constitue la limite amont de la forêt sur le versant N de cette partie du massif de l'Ayachi. On trouve là un curieux mélange avec *Juniperus thurifera*, *Acer monspessulanum*, *Taxus baccata* dans une formation de xérophytes épineux apparentée au *Vellutum mairei* de P. QUEZEL (op.cité) ; mais le cèdre est absent malgré un climat probablement assez humide mais déjà trop froid. Ces formations seraient à rapprocher de celles du versant S du Bou-Naceur.

Ouvrages cités

- EMBERGER L. (1938) : Les arbres du Maroc et comment les reconnaître Larose, Paris.
- EMBERGER L. (1939) : Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Veröff. Géobot. Inst. Rübél.* 14 et *Mém. h. ser. Soc. Sc. nat. Maroc* : 40-157.
- QUEZEL P., (1957) : Peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. Paul Lechevalier, Paris.
- LEPOUTRE B. (1967) : Régénération artificielle du chêne liège et équilibre climacique de la subéraie en Mamora. *Ann. Rech. forest. Maroc* : 9 : 1-188.
- LECOMPTE M. (1969) : La végétation du Moyen Atlas central, esquisse phyto-écologique et carte des séries de végétation au 1/200 000. *Trav. I.S.C. et Fac. Sc. sér. Bot. et Biol. vég.* 31.
- NAHAL I. (1974) : Réflexions et recherches sur la notion de climax de la végétation sous le climat méditerranéen oriental. *Rev. bio. et éco. médit.*, (1) : 1-10.
- PEYRE C. (1973) : Quelques aspects de la végétation du massif du Bou-Iblane. *C.N.R.S., Trav. R.C.P.* 249, I : 129-155.
- PEYRE C. (1975) : Contribution à l'étude de la végétation du Moyen Atlas oriental : le versant sud-oriental du massif du Bou-Iblane. *C.N.R.S., Trav. R.C.P.* 249, III : 97-142.
- PEYRE C. (1977) : Contribution à l'étude de la végétation du Moyen Atlas oriental : le versant sud du massif du Bou-Iblane et sa bordure méridionale ; éléments de climatologie. *Bul. I.S.* (sous presse)
- PUJOS A., (1966) : Les milieux de la cédraie marocaine. *Ann. Rech. forest.*
- LEPOUTRE B. et PUJOS A. (1964) : Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de cèdre. *Ann. Rech. forest. Maroc*, 7 : 23-54.
- SAUVAGE CH. (1963) : Etages bioclimatiques. *Atlas du Maroc*, sect. II, planche 6b ; notice explicative.