

Compléments à la distribution et au statut de relique géomorphologique de *Juniperus communis* L. au Maroc à la lumière de la découverte d'un géomorphosite remarquable sur le mont Maasker

Mustapha RHANEM

Unité de Botanique et Écologie montagnarde Faculté des Sciences Département de Biologie, BP 11201, ZITOUNE, MEKNÈS, MAROC mrhanem@gmail.com

Résumé : Des îlots de *Juniperus communis* L. ont été tout récemment découverts sur le versant nord du mont Maasker. Ils sont surtout confinés dans des combes à neige tout le long de sa bordure orientale. C'est ici que se trouvent probablement les populations les plus luxuriantes et particulièrement denses, parfois impénétrables. Ce conifère rampant boréo-montagnard semble être une relique géomorphologique qui subsiste dans ces zones refuges dont le rôle a été déterminant dans sa survie et qui confèrent à ces populations un exceptionnel intérêt biogéographique. Il se trouve intriqué en mosaïque, en proportions diverses, à *Cotoneaster nummularia* Fisch. & C.A. Mey., élément de souche mésogéenne assez rare au Maroc. Cet arbuste caducifolié démontre aussi une bonne croissance et une capacité de multiplication très active atteignant par endroits un développement extraordinaire et jouant un rôle singulier dans la dynamique des coulées de neige. Strictement cantonnée aux expositions N-O de hauts vallons allongés régulièrement soumis à des coulées de neige, cette fruticée bi-strate rubanée est très rare et de surface réduite. Montrant une forte croissance clonale et remarquablement envahissante, elle colonise préférentiellement les pentes raides drapées d'éboulis périglaciaires qu'elle contribue à fixer.

Mots clés: *Juniperus communis*, *Cotoneaster nummularia*, fruticée rubanée, coulées de neige, zones refuges, relique géomorphologique, Maasker, Maroc

Abstract : *Juniperus communis* L. islets were recently discovered on the northern slope of mount Maasker. They are mostly confined to snow coombs all along its eastern border. It is here that is probably the most lush and particularly dense populations, sometimes impenetrable. This conifer crawling boreo-mountain appears to be a geomorphological relic that remains in these refugia areass whose role has been crucial to its survival and that give these populations exceptional biogeographical interest. It's entangled in mosaic, in various proportions to *Cotoneaster nummularia* Fisch. & C.A. Mey., Mediterranean element quite rare in Morocco. This deciduous shrub also showed good growth and capacity very actively multiplying in places reaching an extraordinary development and playing a remarkable role in the dynamics of snow landslides. Strictly confined to NW exhibits high lying valleys regularly subjected to snow landslidess, this mosaic is very rare ribbon shrubland and reduced surface. Showing a strong clonal growth and an outstanding invasion, it preferentially colonizes steep slopes covered with movable periglacial screes they contribute to stabilize.

Keywords: Juniperus communis, Cotoneaster nummularia, ribbon mosaic, snow landslides, refugia area, geomorphologiacal relict, Maasker, Morocco

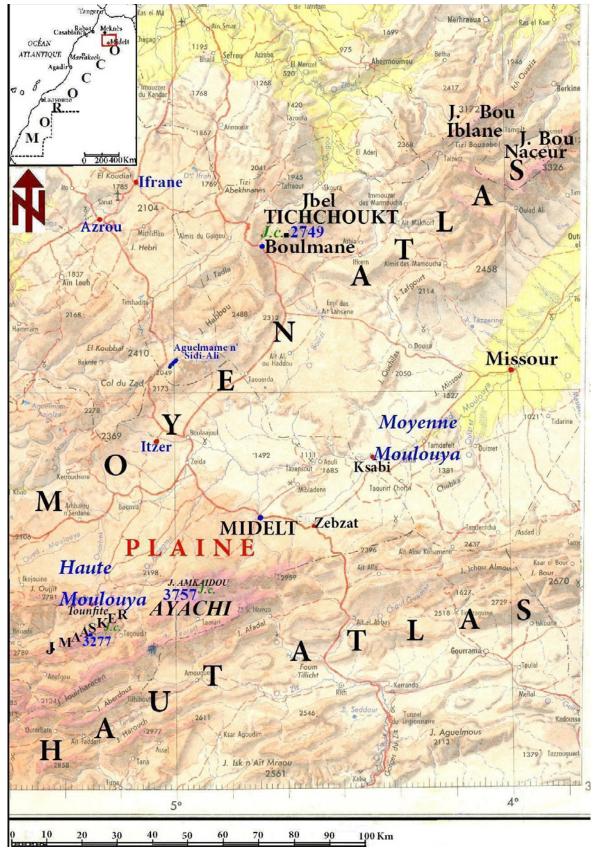
I. Introduction

Au Maroc, si les phénomènes tectoniques liés à l'orogénèse atlasique ont notamment mis en place de grands ensembles lithologiques, la surrection, elle, a engendré l'individualisation d'une flore orophile extrêmement importante qui s'est différenciée à partir d'éléments autochtones, mais qui a bénéficié également d'importants apports, en particulier lors des périodes glaciaires, de sorte que, à côté de l'élément de souche mésogéenne qui reste de très loin prédominant, il existe aussi un lot appréciable de taxons boréo-alpins et qui arrivent à jouer, au moins localement, un rôle appréciable dans ses hautes montagnes où ils constituent les vestiges de migrations septentrionales parvenues sur ces sommets, au cours des phases froides du Quaternaire.

Il convient toutefois d'insister sur le fait que, si ces espèces arctico-alpines sont soit d'authentiques boréo-tempérées, soit des taxons dérivés d'une telle souche, elles vivent cependant ici sous un climat qui, en dépit des analogies, n'est pas réellement arctico-alpin. C'est leur origine géographique ou génétique qui est boréo-tempérée; leur écologie, elle, ne l'est plus. L'ensemble arctico-alpin joue un rôle assez discret en région méditerranéenne, et en particulier sur ses hautes montagnes. C'est ainsi que sur le haut Atlas une vingtaine de taxons s'y rattachent toujours, mais sont franchement résiduels.

Il convient aussi d'indiquer que la juxtaposition d'éléments méditerranéens et d'un contingent d'espèces affines de la flore boréo-montagnarde, mais aussi la richesse en formes endémiques, donnent à la flore du Haut Atlas un très grand intérêt. Si cette richesse floristique est depuis longtemps connue, par contre ses affinités phytogéographiques n'ont été étudiées que depuis une époque relativement récente. Il ne semble pas d'ailleurs que l'on ait suffisamment accordé d'attention à la présence d'un contingent d'espèces relictuelles arctico-alpines qui se trouvent ici à leur limite sud. En dépit de l'exploration floristique très poussée, la liste de ces raretés boréo-montagnardes n'est du reste pas close, pour ne citer que *Juniperus communis* L. sur le chaînon de Tafrant-Taghrout dans le massif de l'Ayachi (Rhanem, 2013a, 2014) que nous désignerons, dans la suite du texte, sous le nom tout court d'« Amkaidou ».

Il en est ainsi plus globalement dans le Haut Atlas de Midelt (Carte 1) où figure en premier lieu le Genévrier commun au rang des espèces arbustives boréo-montagnardes présentes dans l'étage oroméditerranéen de ses massifs frontaux alors qu'au cortège orophile de souche mésogéenne on peut attribuer, toujours parmi les arbustes de haute montagne, Cotoneaster nummularia,



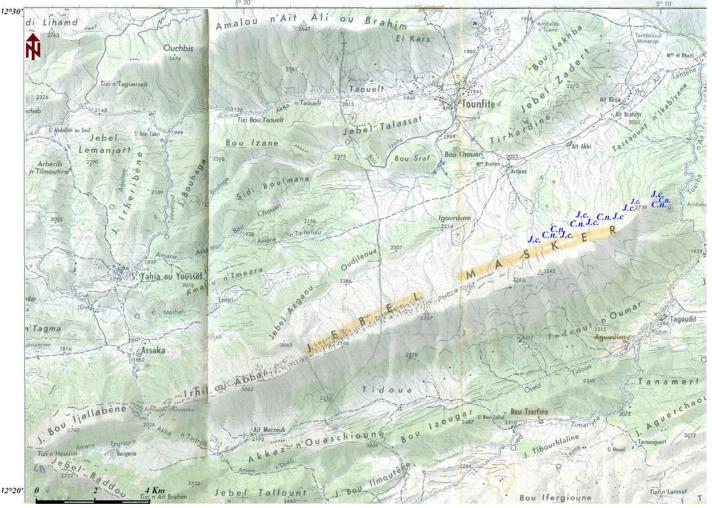
Carte 1. Relations entre la structure orographique et les limites de l'aire d'extension maximale haut-atlasique sud-occidentale et sud-orientale de *J. communis*, noté *J. c.*, avec emplacement du géomorphosite du haut massif montagneux du Maasker (nouvellement inventorié et seul traité ici) par rapport à celui d'Amkaidou dans le Haut Atlas de Midelt en bordure sud de la haute plaine de la Moulouya. Dans cette même région où le climat général est déjà ordinairement humide, la présence de ces deux hauts reliefs montagneux frontaux détermine l'existence de pôles de condensation et, par suite, la prédominance du climax du Genévrier commun. Chacun de ceux-ci correspond à un pôle des plus froids et surtout des plus humides où se sont réfugiés séparément ses deux noyaux principaux, mais qui sont aussi étroitement reliés à la géomorphologie, en particulier le modelé périglaciaire, puisqu'ils couvrent presque d'un seul tenant l'essentiel des dépressions tapissées d'éboulis des haut-ubacs de ces chaînons frontaux. Deux autres stations satellites, que l'échelle ne permet de préciser ici, font le lien entre eux ; l'une recouvre l'ensellement de la retombée orientale du Maasker, l'autre occupe un ensellement de même nature, mais plus contracté où *J. communis* est plus abondant, à l'extrémité ouest de la terminaison occidentale de l'Amkaidou. Fond topographique extrait de la *Carte internationale du monde* 1/1000 000 Rabat NI – 29/30°.

lequel est plus localisé au Maasker (Carte 2, Photo 1), tout particulièrement au niveau de son haut ubac. Son adaptation à la haute altitude consiste dans la caducité hivernale de ses feuilles. Ce dernier taxon est fort ancien et s'étend des Atlas à l'Himalaya; il est cependant assez rare au Maroc (Emberger, 1938). Sa présence sur le Maasker a déjà été signalée par Pujos (1957); il y est refoulé, à la faveur de vallons encaissés, vers le haut de versant par les chaméphyes épineux en coussinet qui prennent une grande ampleur tant en hauteur que dans leur développement longitudinal. Cependant, il y tient une place plus importante que le terme de vallon le laisse imaginer.

Ceci ne va pas sans rappeler la situation décrite sur l'Amkaidou (Rhanem, 2013a, 2014) sauf que, sur ce dernier, *C. nummularia* est mal représenté et qu'il prend une importance grandissante quand on avance vers l'ouest; en particulier sur le Maasker où il trouve les conditions les plus favorables à son développement. Sur ce dernier chaînon, il fait preuve d'une originalité certaine en raison notamment de sa coexistence, en nombre appréciable, avec le Genévrier commun.

Ainsi que nous venons de le voir, le chaînon du Maasker (Carte 2), très peu connu des chercheurs, toutes disciplines confondues, se révèle aussi être un territoire d'un très grand intérêt phytogéographique. Indépendamment en effet, de l'existence de populations luxuriantes de Genévrier commun, fait extrêmement rare dans le domaine atlasique d'altitude, il fait preuve d'une originalité certaine due incontestablement au poids exercé par la présence remarquable de géotopes géomorphologiques, appelés « géomorphosites » à la suite de Panizza (2001), où se côtoient *Juniperus communis* et *Cotoneaster nummularia* en nombre important imprimant au paysage un attrait tout singulier.

Pour toutes les raisons dont il vient d'être question, nous nous limiterons dans ce travail à évoquer le cas de *Juniperus communis* (conifère sempervirent arctico-alpin) mais aussi celui de *Cotoneaster nummularia* (caducifolié mésogéen). Cependant, si notre attention se focalisera principalement ici sur ce chaînon, nous serons amenés à aborder au moins à titre comparatif le cas d'autres montagnes bordant la haute plaine de la Moulouya et en particulier précisément celle de l'Amkaidou (Carte 2). Qui plus est, ce sont elles qui constituent les montagnes les plus hautes culminant entre 3 000 et 3 757 m et que, du point de vue bioclimatique, elles offrent un échantillonnage quasi complet s'étendant du semi-aride (voire localement aride) au perhumide. En outre, elles présentent dans un espace réduit des variations brusques du relief, du substrat et des facteurs climatiques, de sorte que les étages de végétation du méditerranéen supérieur, du montagnard et l'oroméditerranéen s'y trouvent contractés et assez nettement identifiables par leurs caractères floristiques, édaphiques, géomorphologiques et topoclimatiques.



Carte 2. Carte de situation des limites d'aires approximatives de *J. communis* (*J. c.*) et *C. nummularia* (*C. n.*), respectivement sud-occidentale et sud-orientale, dans la partie orientale de l'ubac du Maasker. Situées sensiblement à la même altitude, elles forment à leurs points de contact une bande étroite supérieure à climax mixte. La dissymétrie entre cette extrémité et le secteur centro-occidental est surtout d'origine géomorphologique, Bien que ce denier soit plus arrosé, la répartition et l'importance relative de ce couple conifère-feuillu sont essentiellement modelées par des causes locales ; le climat s'en trouve fortement modifié : bonification due à l'effet d'impluvium des géomorphosites vallonnés et de la proximité de la cluse d'Ansgmir dans l'est, péjoration due à l'aridité édaphique au centre et dans l'ouest. Tout autour se trouvent des formations à chaméphytes épineux en coussinet Fond topographique extrait de la carte du Maroc 1/100 000, feuille NI-30-I-2 Tounfite.



Photo 1. En arrière plan, terminaison orientale de l'ubac du Maasker avec la grande tache supraforestière sombre et fusiforme plus ou moins discontinue de Genévrier commun dans laquelle prennent place des îlots séparés de Cotonéaster nummulaire. Plus spécialisé, ce dernier ne forme qu'une strate arbustive rubanée sous laquelle le Genévrier commun développe, par contre, dans toutes les directions, de vigoureuses colonies et tend progressivement à coloniser les places vides par le cotonéaster dans les hauts vallons à l'allure de berceau évasé. Au premier plan, les pentes de marno-calcaires schisteux supportant une chênaie sèche à *Quercus ilex* L. tandis que le fond des ravins est occupé par une formation arbustive linéaire infraforestière à *Crataegus lacinita* Ucria, *Buxus balearica* Willd. et *Berberis hispanoca* Boiss. & Reut., © M. RHANEM.



Photo 2. Station satellite de Genévrier commun légèrement en contrebas du sommet.de la retombée orientale du Maasker. Exposée au nord-est, elle ne comprend que quelques colonies éparses ici et là de part et d'autre de l'écotone supraforestier de l'ensellement boisé d'Iganzar Noufounass, à 2 700 m. Vers le bas à droite du cliché, l'on reconnaît quelques cèdres en mélange avec le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* L.) et le Chêne vert ; à gauche, tache de Buis des Baléares au sein d'une formation de Chêne vert, passant vers le haut à une chênaie-cédraie (10/04/2015), © M. RHANEM.

Or jusqu'à ces trois dernières années, l'écologie du Genévrier commun était encore assez mal connue. Récemment, la distribution, l'édaphotopoclimatologie et la géomorphologie de cette espèce dans le Moyen Atlas et surtout dans le Haut Atlas ont fait l'objet d'études approfondies (Rhanem, 2013a, 2014). À la suite de ces remarques préliminaires et des travaux cités cidessus en particulier, le but de notre note est d'apporter quelques compléments à ces travaux, en précisant l'écologie et la répartition du Genévrier commun dans le Maasker et les relations qu'il entretient avec le C. nummulaire. Ce travail vise aussi à analyser le statut biogéographique de ses populations en apportant des informations importantes quant à son probable statut de relique géomorphologique. Enfin nous voudrions tout particulièrement essayer de mieux cerner quelles sont les affinités réelles des populations du Genévrier commun tant du point de vue géomorphologique que phytoclimatique.

II. Nouveaux éléments sur la position systématique de Juniperus communis au Maroc

Bien que la majorité des diverses formes de J. communis se rencontre plus au nord, au Maroc, cet arbuste magnifique constitue symboliquement à l'état sporadique l'une des raretés les plus remarquables de la région du Haut Atlas de Midelt, laquelle semble être son centre de gravité de son aire actuelle de répartition. Rappelons que cette même région est une véritable zone de contact privilégiée de différents domaines où se sont affrontés les courants floristiques les plus divers, de sorte que leur fond floristique est composé d'un mélange complexe d'espèces aux origines biogéographiques variées et plus ou moins anciennes.

S'agissant d'une relique tertiaire circumpolaire parfois même à de modestes altitudes, elle présente une tendance très nette au cosmopolitisme avec un noyau principal, où l'on rencontre le maximum de variétés (Adams, 2014), largement répandu dans les régions médio-européennes de part et d'autre du cercle polaire et des aires secondaires et disjointes qui se disloquent en satellites montagnards caractéristiques relativement comparables, situés surtout à l'étage oroméditerranéen des montagnes atlasiques et quelques autres hautes chaînes du pourtour méditerranéen à la faveur de conditions écologiques stationnelles spécialisées ; on parle d'ailleurs à son égard d'espèce arcticoalpine ou boréo-montagnarde.

Il convient aussi d'observer que ces populations méridionales se caractérisent par des effectifs Il ressort de cette récapitulation très sommaire du mode de distribution spatiale du Genévrier commun particulièrement expressive deux types de remarques apparemment significatives. Outre le fait de la localisation préférentielle ou exclusive du Genévrier commun au Maroc, une autre remarque non moins importante évoque plutôt des faits d'ordre quantitatif. L'appauvrissement est ainsi évident au fur et à mesure que l'on se dirige vers le sud et que l'on s'éloigne des masses septentrionales. De tels phénomènes de proportions décroissantes des effectifs à partir de ce noyau à fortes densités à travers l'enveloppe de son aire générale évoquent l'existence de foyers probables de diversification et de dispersion des formes confinées et éparpillées sous la forme d'un semis de petits satellites comme il a été signalé ci-dessus. En outre, ces processus ont été renforcés par l'apparition de barrières d'isolement qui a contribué à la disjonction de l'aire du Genévrier commun produisant la différenciation de ses variétés à partir du taxon d'origine, dans les portions de l'aire ainsi isolée et par suite l'établissement de zones refuges que l'on peut considérer comme des biotopes d'exception ayant assuré sa survivance aux grandes péjorations climatiques quaternaires.

Il convient à cet égard de préciser que le triple gradient latitudinal, longitudinal et altitudinal rend compte de l'extrême variabilité morphologique et génétique de ce taxon et de la grande diversité des habitats qu'il occupe. En raison précisément du morcellement de l'aire, il embrasse plusieurs formes géographiques aussi différentes les unes des autres telles que ces micromorphes qui ont pu être décrites selon des rangs taxinomiques très divers et qui ont été répartis en plusieurs taxons infraspécifiques.

Si en Europe du Nord, sa forme de croissance se présente ordinairement en individus isolés à port érigé dont la hauteur est inférieure à 2 m, mais les dépassant parfois, en revanche, son assortiment change complètement au Maroc ; sa forme de croissance habituellement rencontrée comprend des individus bas branchus prostrés et rampants agglomérés en touffes aux enchevêtrements très denses (Rhanem, 2014) formant des colonies denses. Par ce caractère, des ports en coussinets souvent couchés et descendants et l'allure xérophile du feuillage, ses populations se rapprochent bien des morphotypes de haute altitude. Cependant, ce taxon, qui mérite son nom commun de Genévrier rampant par lequel il est souvent désigné, donne aux paysages montagnards alticoles du Maroc une physionomie bien particulière.

Ainsi que l'a remarqué Ozenda (1985), l'existence, dans les montagnes périméditerranéennes, de ces formes prostrées de *J. communis*, qui sont des accommodats ou des sous-espèces en voie d'isolement, montre que ce processus doit encore se poursuivre actuellement. Aussi, cette micromorphe hémisphérique est-elle considérée classiquement le plus souvent comme une sous-espèce géographique, nommée « *hemisphaerica* » (Presl) Nyman, qui s'est manifestement formée à partir la grande espèce collective *Juniperus communis* L. dont elle est aujourd'hui assez bien différenciée du point de vue morphologique et écologique, et qui présente une aire disjointe dans les montagnes de l'Afrique du Nord, de l'Europe méridionale et de l'Asie Mineure.

Il convient toutefois de mentionner que nombre de ses populations méditerranéennes, souvent rares, sont relictuelles et présentent parfois de profondes originalités écophysiologiques et génétiques qui leur confèrent un intérêt certain dans le cadre de la conservation de l'originalité génétique de l'espèce. De ce point de vue et en raison de la situation géographiquement marginale de ces populations dans notre pays et dans l'hypothèse de la poursuite des changements climatiques en cours, on peut raisonnablement s'attendre à observer des modifications de leur distribution, de leur dynamique ou de leur écologie, de façon beaucoup plus marquée que si l'on se situait au centre de l'aire générale de répartition de l'espèce.

On remarquera d'emblée, selon une récente étude (Adams et al., 2015), qu'un tel début de processus de spéciation n'a pu être réalisé en dépit de l'isolement géographique ancien de ces populations périphériques. Ainsi, comme l'ont indiqué ces auteurs, le Genévrier commun couché du Maroc semble être une variante du J. communis d'Europe et d'Asie centrale et ne fait pas partie de la var. du groupe hemisphaerica. Sa position systématique est donc loin d'être clairement établie. Son aire de répartition centrée sur les parties orientales et centrales de la chaîne alpine se termine dans le Haut Atlas (massifs de l'Ayachi et du Maasker surtout) avec quelques localités isolées signalées par ci par là (Rhanem, 2013a, 2014). Au Maroc, nous sommes à l'extrême limite d'aire de cette variété intermédiaire.

Aussi, dans ce qui suit, nous nous en tiendrons seulement à l'espèce collective *J. communis* L. que nous désignons pour la commodité de l'exposé, sous réserve de renseignements complémentaires, sous le qualificatif de « méditerranéenne », terme pris sans un sens purement géographique. En effet, il existe probablement dans les montagnes de la région méditerranéenne des populations naturelles qui présentent toutes l'ensemble des caractères communs dont il vient d'être question et qui peuvent ainsi être rattachés à une unité taxonomique *J. communis* dont la réalité est incontestable.

III. Station nouvelle ou méconnue de *Juniperus communis* et sa valeur biogéographique

Juniperus communis occupe au Maroc, au moins dans les stations que nous avons eu l'occasion d'étudier, presque toujours la même situation écologique. Il se situe en plein étage oroméditerranéen où il est optimalement développé à des altitudes nettement élevées, très souvent loin au-dessus de l'écotone supraforestier dont il en est séparé par un niveau de xérophytes épineux large de 200 m. Il colonise toujours des géomorphosites en creux longuement enneigés (niches de nivation, couloirs d'enneigement, ensellements...) où les éboulis prennent une grande place dans la géomorphologie.

Bien que ne s'individualisant que par plaques isolées à l'état dispersé, le Genévrier commun est parmi les pénétrations de lots d'espèces boréo-montagnardes les plus importantes qui ont le plus largement influencé de façon sensible la physionomie du tapis végétal et à marquer d'une manière certaine la végétation de haute montagne. Le Genévrier commun et les groupements qu'il individualise représentent, pour le Maroc du moins, une des originalités de la végétation du Haut Atlas.

Du point de vue biogéographique, la découverte des localités marocaines de ce Genévrier (Rhanem, 2013a, 2014) est bien évidemment une surprise considérable et cela d'autant plus que son abondance et sa vitalité, ainsi que son rôle physionomique dans la couverture végétale, dont il constitue localement un élément essentiel par les populations étendues et souvent presque pures qu'il forme, contrastent curieusement avec le fait qu'il est ici à la limite méridionale de son aire principale subarctiquenordique.

Or si la flore du Maasker peut-être considérée comme à peu près connue complètement, il n'en est pas de même, et loin de là, des localités d'espèces déjà connues. Une exploration plus poussée de ces zones pourrait vraisemblablement fournir des

BRYOLOGIE LICHÉNOLOGIE

PTÉRIDOLOGIE

PHANÉROGA

SORTIES

PHYTOSOCIOLOGIE

DIVERS

HOMMAGES

éléments nouveaux et la découverte de stations d'espèces rares en particulier celles de *J. communis*. C'est là donc un domaine qui a été moins exploré que tout autre.

Sa situation d'avant poste, la brutalité et l'ampleur de ses dénivellations entre les crêtes et les bassins en contrebas, la raideur des pentes présentant des déclivités à fort gradient atteignent ici également des valeurs très élevées, le développement important d'un étage de haute montagne et la présence de grands réceptacles nivéo-éoliens où peuvent s'accumuler les éboulis à l'instar du faisceau de conditions relevé sur l'Amkaidou (Rhanem, 2013, 2014) qui le relaye, à peu de distance vers l'est ne pouvaient que constituer autant d'arguments en faveur de l'installation du Genévrier commun sur le Maasker, hypothèse que nous avons, dans un premier temps, estimée improbable en raison principalement de l'absence de ces couloirs d'éboulisation (Rhanem, 2014) dont nous ignorions l'existence à ce moment-là.

C'est dans cette perspective qu'au cours d'une prospection menée sur la retombée orientale du Maasker, au début du printemps 2015, nous avons eu la surprise de découvrir quelques touffes de Genévrier rampant occupant, mais à un moindre degré et dont l'accès est de loin beaucoup plus périlleux, une situation assez comparable à celle de l'ensellement d'Imi-n-Takhamt n'Bou-Ifsr que nous avions pu observer dans le massif de l'Ayachi au cours du printemps de l'année précédente. Suite aux remarques précédentes, une prospection plus ciblée du Maasker nous permit de localiser, en particulier sur son haut versant nord, de luxuriantes populations actuellement très prospères et donnant une image spectaculaire, les plus belles que nous avons eu la bonne fortune de rencontrer. Rien de semblable n'a été signalé jusqu'à présent.

Les localités principales de ce Genévrier rampant méditerranéen connues actuellement dans le Haut Atlas avec certitude sont donc respectivement, d'est en ouest, celles d'Amkaidou et d'Imi-n-Takhamt n'Bou-Ifsr, localisées toutes les deux dans le massif de l'Ayachi *I.s.* (Rhanem, 2013a, 2014) ; enfin la station de haute altitude sur l'ubac du Maasker, la plus exubérante, et celle de sa retombée nord-orientale (Photos 1 et 2) signalées ici paraissent l'être pour la première fois puisque les junipéraies et les groupements qui leur sont associés à ce niveau, dont il sera question plus loin, ne sont mentionnées que comme des plages de *Cotoneaster nummularia* (Pujos, 1957) ; ce dernier y occupe une place tout à fait comparable à celle du Genévrier commun et domine largement la strate arbustive. De là vient peut-être que le Genévrier commun soit peu voyant et qu'il soit passé inaperçu, sans oublier leur accès particulièrement difficile.

Cette nouvelle station se situe entre 2 700 et 2 900 m d'altitude à une vingtaine de kilomètres, à vol d'oiseau, de celle d'Imin-Takhamt n'Bou-Ifsr considérée jusqu'à présent comme la station finale de l'espèce. Elle est ici à la limite sud-occidentale de son aire marocaine en l'état actuel de nos connaissances et, comme il a déjà été signalé, dont la partie principale se trouve très loin au nord.

Cette dernière trouvaille nous a conduit à nous interroger sur la singularité de la présence de cette population au regard de sa distribution connue, du fait qu'il n'en est fait nulle part mention dans les travaux botaniques consacrés à la région ou plus généralement à ceux du Haut Atlas.

Issus de l'orogénèse atlasique, soumis aux mêmes actions périglaciaires, envahis ensuite par les mêmes éléments floristiques, le Maasker et l'Ayachi s. l. se ressemblent à la fois par la composition floristique de leurs groupements végétaux et leur répartition sur leurs territoires respectifs. D'ailleurs, nos récents travaux (2013a, 2014) sur l'Amkaidou et sa périphérie occidentale dans le massif de l'Ayachi montrent les remarquables analogies que ses groupements végétaux tant forestiers qu'asylvatiques offrent avec ceux du Maasker.

La grande proximité du Maasker et d'Amkaidou la similitude des substrats, des climats, du substratum géologique suffisent pour expliquer cette étroite parenté. En outre, sur le Maasker, dont le versant septentrional présente des différences climatiques tout aussi notables que celui d'Amkaidou, les groupements végétaux offrent une répartition analogue, avec en particulier une grande extension de l'étage oroméditerranéen.

Il n'est pas sans intérêt de signaler aussi que ces deux hauts massifs montagneux sont incontestablement les plus originaux de toute la région du Haut Atlas de Midelt. Ils le doivent non seulement au rôle important de passerelle qu'ils ont dû jouer dans les migrations d'espèces qui se sont effectuées entre le Haut Atlas et le Moyen Atlas, entre le Haut Atlas et l'Atlas saharien, mais surtout à l'extraordinaire développement des populations de *Juniperus communis*, alors qu'il est fort rare dans le reste du pays, et qui se trouvent en limite sud de leur aire de répartition nord-africaine, voire mondiale, ce qui renforce plus spécialement leur originalité biogéographique illustrée notamment par le nombre élevé de populations vigoureuses déployées sur une grande aire locale. De plus, si l'on considère la pauvreté relative en taxons arbustifs dans l'étage oroméditerranéen bien que le Genévrier commun n'y occupe qu'une aire morcelée et qu'il y est rare (Rhanem, 2013a, 2014), leur intérêt sur le plan écologique est tout aussi important.

Dans la partie orientale du Maasker, comme dans la plupart des stations analogues où coexistent *J. communis* et *C. nummularia*, on relève toujours la présence de hauts vallons à long enneigement où le froid joue en permanence un rôle important comme en témoignent les formes de modelé actives ou héritées d'origine périglaciaire qu'illustre parfaitement, dans la genèse et le fonctionnement des talus d'éboulis, l'importance de la cryoturbation pour la fourniture des gélifracts qu'affectionne tout particulièrement le Genévrier commun.

Ce modelé périglaciaire a trouvé, durant les périodes pluviales du Quaternaire, un climat plus froid et humide que le climat actuel et des conditions et lithologiques très favorables à son extension en sorte que son aire de distribution naturelle était plus vaste, aire qui s'est probablement fragmentée par suite du réchauffement climatique. Son maintien et sa persistance jusqu'à l'heure actuelle sont dus à l'existence, surtout pendant la saison hivernale, de températures très basses, quoique moins intenses qu'elles ne l'étaient lors des cycles pluviaux.

Enfin, suite à ce qui précède, on ne saurait comprendre comment les rares îlots du Genévrier commun en mosaïque avec le Cotonéaster nummulaire arrivent nettement à s'imposer dans le paysage de haute montagne de l'ubac du Maasker si l'on ne dégageait d'abord les grands traits écologiques qui les caractérisent. C'est ce que nous essayerons d'éclaircir tout au long des pages qui suivent.

IV. Géomorphologie et lithologie

Au sein des montagnes atlasiques, le chaînon du Maasker (Moa' Skar ou encore Mo' Askar) est un des principaux maillons externes de la chaîne du Haut Atlas oriental qui se dressent au sud-est de la haute plaine de la Moulouya. Situé dans la zone axiale où se sont superposés au maximum les mouvements tectoniques, il n'est donc pas étonnant qu'il corresponde à un



Photo 3. Aspect typique dit « roubine » constitué par les marno-calciares schisteux qui caractérise les dépressions en contrebas du Maasker septentrional. Cette formation géomorphologique contraste nettement avec la vigueur des versants et les fortes déclivités de ce chaînon isolé calcaréo-dolomitique et bien délimité topographiquement. Le Genévrier commun et le Cotonéaster occupent une partie non négligeable de son haut versant nord-oriental, à gauche du cliché. (09/05/2015). La vue est prise du bord de la route qui relie Tounfite à Agoudim, © M. RHANEM.

anticlinal étroit aux pentes très fortes à raides dont l'axe, parcouru d'une grande faille alignée sur la direction de l'accident nord-atlasique, est orienté SO-NE, de sorte que les structures brouillées et très serrées y dominent. Comme beaucoup de chaînons de cette zone, le Maasker est taillé dans les calcaires du Jurassique et présente des sommets limités par des escarpements vigoureux de ligne de faille souvent très élevés, tandis les marno-calcaires schisteux sont assez régulièrement mis en creux, parfois de façon spectaculaire (le paysage de « roubine » à dos d'éléphant est le plus fréquent). Contemporain de la mise en place des plissements alpins eu Europe, le Maasker doit par ailleurs à la surrection des montagnes atlasiques une complexité architecturale et une variété pétrographique remarquables.

Si le cadre géologique est diversifié, c'est également le cas des formes géomorphologiques rencontrées. La configuration du terrain, avec un relief accidenté, favorise les processus gravitaires et torrentiels, ainsi que les processus périglaciaires dans les parties élevées du Maasker.

Relativement à l'Amkaidou, terme commode de comparaison dans la mesure où, comme nous venons de le voir, ils présentent une similitude quasi

parfaite, le Maasker a une nette symétrie et se déroule sous la forme d'une ellipse, entre l'ensellement d'Aghbalou Iganzar Noufounass à l'est et l'Aqqa –n- ou Saka à l'ouest, sur près de 22 km de long et de 3 km de large. Il se positionne légèrement en retrait d'un linéament en arc de cercle de hauts massifs montagneux d'avant-garde englobant notamment l'Amkaidou, qu'il borde sur son flanc occidental (Rhanem, 2013, 2014).

Cependant, si cette imposante muraille constitue une unité orographique bien délimitée topographiquement (Photo 3) par rapport à celle d'Amkaidou, elle en présente la même configuration particulièrement sévère de la déclivité des reliefs, ainsi qu'un bâti géologique quasi semblable. Comme dans le massif de l'Ayachi, l'ossature des hauts sommets du Maasker est constituée de calcaires-dolomitiques du Lias, ce qui donne aux reliefs du cœur de l'anticlinal une allure rigide et quelquefois massive. Un réseau de vallées plus ou moins larges l'encadre, accentuant son isolement. En somme, il semble qu'en tous points ces traits lui confèrent l'originalité morphologique de ses formes structurales puissantes et son individualité par rapport aux reliefs qui l'entourent immédiatement.

Surplombant au nord le village de Tounfite (1 940 m d'altitude), son piémont en est séparé par des avant-monts d'altitude moyenne comprise entre 2 375 m vers l'ouest et 2 273 m vers l'est. Quoique d'altitude modeste, mais non moins caractéristiques par la rudesse de leurs reliefs, ces chaînons secondaires périphériques offrent un style de relief très disséqué aux pentes vives. Ils sont façonnés dans les marno-calcaires en plaquettes du Toarcien-Aalénien caractérisés par la superposition de roches tendres épaisses de nature schisteuse qui fournissent beaucoup de matériau fin et de roches plus compactes, d'où un relief plus dégagé et plus ouvert. Il se présente sous la forme de crêts monoclinaux arqués au front abrupt à contre-pendage surmontant un chapelet de ravins et de cônes de déjection collatéraux, à écoulement sporadique, taillées dans les roches plus friables et imperméables, allongées en couloirs étroits au sud mais plus ou moins évasées par contre dans le nord. L'ensemble donne naissance à de grandes étendues de cuestas dessinant de véritables balcons au pied desquels les talus raides s'érodent abondamment et donnent des sols souvent superficiels recouverts d'une fine pellicule de gravillons qui sont régulièrement évacués vers les thalwegs. Ils portent fréquemment des peuplements hétérogènes clairsemés à base de Quercus ilex L. et Juniperus phoenicea L. Le raccordement entre ces entités et les contreforts du Maasker proprement dit se fait par des glacis de revers de crêt faiblement inclinés à pendage conforme à la surface topographique. Ces replats supportent de vastes cultures au détriment de la cédraie qui a quasiment disparue. Elle ne subsiste que dans les zones non cultivables aux conditions de milieu extrêmes : combes, pentes abruptes et rochers apparents. Le long des lits fluviaux, les épandages sablo-limoneux très filtrants sont surtout colonisées par de hauts bosquets pouvant atteindre 3 m de hauteur de Berberis hispanica et de Buxus balearica, avec, par endroits, Crataegus laciniata.

À l'ouest, le Maasker se prolonge au-delà de la gorge d'Assaka par le jbel Bou Ijallabène (2 742 m). À l'est, la cluse de Tourha –n- Aît Moussa l'isole du jbel Tagount (2 516 m). Au sud, s'étendent les chaînons de Bou Irhilassène, Ouirarassène et Fazaz qui se relaient d'est en ouest. Cette deuxième ligne de reliefs majeurs est disposée *grosso modo* parallèlement au Massker dont il est séparé par la large vallée longitudinale aride de Ntidowa.

Sur le plan géomorphologique, alors que son versant sud est entaillé sur toute sa longueur d'une multitude de ravins aux plis en chevrons, l'ubac de ce chaînon présente une tout autre configuration et se divise en trois ensembles nettement distincts. Portant les plus hauts sommets, le Maasker oriental développe une ligne de faîte à sommets lourds arrondis, culminant à 3 265 m d'altitude, mais la ligne de crête, en forme de dôme allongé s'avançant en coin dans l'est, se maintient constamment audessus de 3 200 m sur deux tiers de sa longueur. C'est précisément sur ses flancs nord que se trouve probablement la limite sud-ouest de l'aire du Genévrier rampant dans la région considérée.

Son haut versant est largement découpé par des vallons transversaux relativement étroits perpendiculaires à l'axe du chaînon constituant autant de couloirs d'éboulisation où le démantèlement cryoclastique mobilise d'importants gélifracts et, du fait de la forme d'entonnoir du relief, l'exposition générale passe brutalement du NE au NO. Rigoureusement inféodés à ces hauts vallons comblés d'éboulis, *J. communis* et *C. nummularia* y sont particulièrement bien représentés et atteignent un développement remarquable, offrant parfois un couvert spécifique important. L'élément dominant pour la répartition de ces deux espèces est l'importance des éboulis. Ils y montrent, cependant, assez rapidement une tendance à une vitalité réduite ; ce trait apparaît d'autant plus nettement qu'on s'élève en altitude.

Ils sont relayés à mi-versant par de larges amphithéâtres qui parsèment le Maasker d'est en ouest où s'abritent l'essentiel de ses cédraies, du moins ce qu'il en reste. Les substrats, surtout carbonatés, sont donc souvent d'origine colluviale puisque les éboulis y occupent une grande place dans la géomorphologie.

À l'ouest du méridien passant à peu près par le village d'Ardouz, les mi-versants des parties centrale et occidentale sont, au contraire, traversés sur toute leur longueur d'épaisses barres rocheuses de calcaires compacts souvent bordées d'escarpements d'un commandement pouvant atteindre quelques mètres, à l'origine de sortes de balcons d'aspect chaotique. La dissection y est par ailleurs moins marquée, ne présentant que des reliefs faiblement tourmentés et des dalles très inclinées ou très diaclasées, ainsi que de gros blocs. Par contre, les nappes d'éboulis sont assez peu développées surtout à cause du faible taux de déségrégation des roches en place. Toutes ces considérations contribuent à créer une certaine xéricité édaphique au niveau des ces secteurs.

Il convient cependant de souligner aussi qu'en déterminant à l'avant du Maasker septentrional l'amorce d'une vallée le raccordement du chaînon secondaire d'Azgaou (2 840 m) de direction S.SO-N.NE sépare ces deux dernières entités orographiques (Carte 2). De plus, au-delà de cette deuxième ligne de démarcation, les promontoires et corniches très abrupts ont tendance à se décaler vers le sommet de l'ubac à mesure que l'on avance en direction de l'ouest.

Enfin, bien que ce tronçon occidental du Maasker soit souvent désigné sur les cartes topographiques sous l'appellation de Ighil Ou Hbbari, pour la commodité de l'exposé, nous avons jugé utile de le rattacher à ce chaînon d'autant que, sur le plan morphologique, les calottes sommitales de ses trois composantes se rejoignent sans interruptions notables d'un bout à l'autre en dessinant une ligne de faîte continue qui descend exceptionnellement à ses deux extrémités sous le seuil attitudinal de 3 000 m

Dans ces trois parties ainsi délimitées, de nombreux torrents se distribuent de façon aléatoire, même à moyenne altitude, dévalent en été (alors qu'ils bénéficient en hiver d'une rétention nivale maximale) les ravins à forte pente lesquels se partagent à peu près également entre les deux grands bassins versants de la Moulouya à l'est de l'oued El-Abid à l'ouest. La fonte des neiges explique les hautes eaux printanières. Notons qu'ici tous les petits bassins d'alimentation qui les drainent sont franchement montagnards et ne comprennent que des reliefs supérieurs à 2 000 m ; ils sont le siège de crues rapides qui causent les grands débordements sous l'influence d'averses orographiques. Si l'on éliminait ces flots, parfois dévastateurs, les débits spécifiques tomberaient peut-être de moitié. C'est ce qui fait que le régime hydrologique est nivo-pluvial, la rétention des neiges donnant probablement à peu près 50 % de l'écoulement annuel.

Il faut noter enfin qu'en raison des conditions topographiques et des dénivelés marqués, la diversité de l'une et de l'autre est grande, les situations locales étant elles-mêmes très diverses par suite des grandes variations d'un point à l'autre des conditions écologiques.

V. Éléments de bioclimatologie

Bien qu'étant moins exposé directement aux vents humides, le régime des précipitations est, dans l'ensemble, de type océanique avec une influence piémontaise certaine à partir du couloir de la haute Moulouya (Rhanem, 2012, 2013b). Ce climat général se trouve nuancé évidemment sur le Maasker par l'existence de variations d'altitude, d'exposition et de la géomorphologie, induisant par conséquent une marqueterie de topoclimats, de sorte que les facteurs topoclimatiques et géomorphologiques sont les plus discriminants. Les subdivisions proposées ici reposent donc à la fois sur le gradient thermique du nord au sud, sur l'océanité décroissante (ou de continentalité croissante) d'ouest en est et sur la nature du substrat.

Il convient de souligner à propos de ce dernier point que, dans les géomorphosites où se réfugient le Genévrier commun et le Cotonéaster, il n'y a pas encore d'élaboration d'un véritable sol, le substrat n'est constitué le plus souvent que d'éboulis instables qui couvrent abondamment la surface des pentes. Outre la nature lithologique, seule la granulométrie va conditionner à son tour d'autres caractères du milieu, comme la circulation ou la rétention d'eau.

En dépit de la mobilité de ces éboulis détruisant une partie des plantes et de leur pauvreté en terre fine et en eau, et de la concurrence entre les parties souterraines qui sont toujours plus développées que les organes aériens, le recouvrement des deux ligneux est souvent moyen, voire localement fort.

Notons enfin à cet égard que les formations végétales sont définies et classées d'après leur composition botanique ; mais leur répartition géographique est liée à leur écologie, elle-même, comme nous venons de le dire, sous la dépendance du gradient thermique altitudinal, du gradient de continentalité ouest-est et de la nature du substrat.

Faute de stations d'observation directe, il est naturellement difficile de percevoir des nuances autrement que par le témoignage indirect de processus géodynamiques (l'abondance des gélifracts est à cet égard hautement révélatrice des rigueurs de l'hiver, avec ses gelées rudes et prolongées, particulièrement aux fortes altitudes où les froids actuels sont assez puissants pour induire une cryoclastie, due au gel-dégel...) et de la végétation (étagement, recouvrement...). En effet, les seules données chiffrées sont celles de stations piémontaises de moyenne altitude jouxtant le Maasker ou aux environs immédiats et l'on est donc conduit à formuler des hypothèses, basées sur des critères visuels empiriques tangibles au demeurant et souvent à extrapoler pour parvenir à une approche même imparfaite du climat d'altitude qui règne tout particulièrement sur les géomorphosites où se côtoient *J. communis* et *C. nummularia*. Il faut d'autre part indiquer que, bien qu'elles soient très fragmentaires et ne concernent que les précipitations, elles sont cependant suffisantes pour esquisser ici une ébauche d'analyse climatique.

Sur cette haute montagne méditerranéenne, le climat est dominé par quelques grands traits. Les précipitations sont importantes en raison de sa position d'avant-garde et de premier haut massif montagneux qui marque le passage brutal avec la haute plaine de la Moulouya. Outre le facteur thermique, l'humidité y joue également un rôle essentiel dont la neige en est la principale source, ce qui lui confère une grande originalité bioclimatique. Ce trait apparaît d'autant nettement que l'on s'élève en altitude.

Sur son versant septentrional et comme il vient d'être souligné ci-dessus, le mont est directement influencé par le couloir de la haute Moulouya par lequel s'engouffrent les vents humides et amenés par les vents dominants de direction NO (Rhanem, 2012, 2013 b). Les conditions climatiques semblant leur être favorables sont celles des secteurs situés entre 2 700 et 2 900 m d'altitude à précipitations importantes (souvent égales ou supérieures à 1 000 mm et atteignent probablement 1 300 à 1 400 mm, toutes précipitations confondues (c'est le deuxième record de toute la chaîne du Haut Atlas de Midelt) qui entretiennent la junipéraie touffue à *C. nummularia* où l'évapotranspiration est relativement limitée. Il convient de cependant de souligner que, malgré l'importance des précipitations, celles-ci présentent un creux estival, certes moins prononcé que dans les autres secteurs, en raison des compensations liées à une plus forte nébulosité au niveau du géomorphosite considéré. Les brouillards assez fréquents qui s'y accrochent s'ajoutent aux précipitations neigeuses pour le doter d'une pluviosité plus importante que le gradient normal le laisserait supposer. Mais on manque encore d'observations suffisamment nombreuses et d'études détaillées à ce sujet. Un meilleur appui vient de la répartition et de la durée de d'enneigement.

En hiver et au printemps, souvent nos deux ligneux bas sont totalement ensevelis sous un épais manteau neigeux, lequel perdure longtemps et fond tardivement par suite d'une exposition générale fraîche très favorable et de la raideur des versants (et de l'effet de masque qui en découle), de sorte qu'une grande partie de ses populations ne voient le soleil que quelques semaines par an. La persistance même du manteau neigeux y est par ailleurs d'environ six mois en moyenne, cette durée variant de cinq à sept mois de la base au sommet de l'étage oroméditerranéen, lequel est beaucoup plus vaste que ceux plus bas du fait de l'altitude moyenne élevée du chaînon qui forme une large bande continue tout le long de sa bordure sommitale, ainsi bien entendu qu'en fonction de l'exposition et de la pente. Ces valeurs moyennes ne doivent pas cependant masquer l'un des traits fondamentaux des précipitations dans le Haut Atlas, et plus généralement en montagne méditerranéenne, à savoir son extrême irrégularité, tant au point de vue de l'épaisseur que de la persistance manteau nival en une même station.

D'autre part, de novembre à mai, la neige représente plus de 80 % des précipitations mensuelles. Les premières neiges tombent en novembre mais sont très faibles, les fortes chutes se produisent en janvier, en février, en mars et peuvent être encore importantes en avril. En haute altitude, elles s'accumulent et persistent localement jusqu'en mai. Mais, à altitude égale, la quantité tombée varie en fonction de l'exposition. En effet, aux précipitations normales pour l'altitude, s'ajoutent en hiver toute la neige qui tombe des hauts versants escarpés, au printemps celle qui glisse sur les pentes situées au-dessus de cellesci, en été et à l'automne les orages assez fréquents, ainsi que les suintements et les condensations nocturnes relativement abondantes tout particulièrement sur les hautes pentes du versant nord.

Un tel climat humide et froid est propice à une forte nivation, en particulier dans les creux des dépressions. Il en est ainsi par exemple sur les hauts vallons, où abondent les deux arbustes concernés, constituant de véritables collecteurs de neige dans lesquels s'accumule aussi la neige arrachée par les vents d'ouest et d'est aux corniches et croupes environnantes. De plus, la réalimentation après chaque épisode neigeux a pour effet d'allonger de façon notable, par rapport aux secteurs adjacents, la durée de la période d'enneigement qui se poursuit parfois jusqu'au cœur du printemps.

Il convient aussi de remarquer que, contrairement aux larges amphithéâtres suspendus sur l'Amkaidou, les risques de coulées de neige par effet gravitaire sont beaucoup plus fréquents en raison aussi de l'effet d'entonnoir engendré par la configuration étroite des hauts vallons à pentes raides de l'ubac du Maasker.

Cette abondance des précipitations neigeuses a pour corollaire une moyenne thermique très basse avec des températures minimales toujours négatives se produisant principalement en hiver. Les estimations de la moyenne des minima du mois le plus froid permettent de placer les niveaux à G. commun et C. nummulaire dans la fourchette - 9 à - 12 °C. Les températures moyennes annuelles leur convenant sont vraisemblablement comprises entre 4 et 3 °C. Par contre, en été les températures y sont relativement peu élevés en comparaison avec ceux d'Amkaidou en raison d'un effet de masque plus prononcé qui maintient les hauts vallons raides à l'abri de l'influence du rayonnement solaire pendant une longue période de la journée.

Ces différentes constatations concernant les précipitations concordent assez grossièrement avec celles de la carte des isohyètes établie par Gaussen *et al.* (1958). Si l'on s'y réfère, son examen montre du premier coup d'œil que la calotte sommitale de l'ubac du Maasker se situe dans la tranche 900-1 200 mm, ce qui en fait le deuxième pôle le plus humide de toute la région du Haut Atlas de Midelt, nous l'avons dit plus haut. À l'instar d'Amkaidou, la coiffe à *J. communis* et *C. nummularia* doit probablement recevoir annuellement pas moins de 1 000 mm. Ces précipitations relativement très élevées s'expliquent par la situation même du chaînon et par la vigueur du relief, avec en particulier des pentes fortes à raides, de sorte que ce chaînon présente, sur de courtes distances, un gradient écologique en rapport avec l'altitude, extrêmement rapide, induisant des variations rapides de la température et des précipitations. Les lames d'eau sont ainsi de plus en plus importantes à la fois en puissance et en fréquence à mesure que l'on s'élève. Un tel phénomène est directement conditionné par une condensation des nuages de plus en plus forte. On conçoit dès lors que cet air rapidement refroidi arrive donc à créer entre 2 700 et 2 900 m, amplitude altitudinale de l'aire locale du Genévrier commun, une pluviosité supérieure à celle qui serait normale pour ces altitudes sur les chaînons voisins.

En outre, à l'instar d'Amkaidou, la bordure orientale de l'ubac du Maasker est largement ouverte aux vents porteurs d'humidité qui empruntent la cluse de l'oued Ansegmir. Formant un front encore plus exposé en raison des pentes plus fortes, ce surplus d'eau favorise davantage dans les hauts vallons abritant *Juniperus communis* une humidité édaphique prononcée et quasi permanente. En exagérant la pente des fronts et la turbulence, ils en renforcent les effets en provoquant encore plus l'intensification et l'accroissement rapide des précipitations qui tombent principalement sous forme neigeuse. De fait, le climat diffère assez sensiblement d'est en ouest. Celui qui sévit sur la partie orientale de l'ubac du Maasker est plus froid et humide, alors que le caractère montagnard des tronçons central et occidental est plutôt caractérisé par une chaleur et une sécheresse relativement plus élevées.

Il faut encore indiquer que cette bande altitudinale se trouve assez souvent noyée dans les brumes, alors que les pentes des niveaux inférieurs sont dégagées, en particulier à la fin des saisons des pluies ou à la fin de l'été. Néanmoins, un tel phénomène s'observe plus nettement pendant la saison chaude et sèche. À ce moment, les températures sont suffisamment élevées pour empêcher les condensations et les précipitations sur les basses pentes, mais non sur le haut-versant qui est souvent caché par le brouillard à chaque arrivée d'air humide océanique, du moins pendant la nuit et au lever du jour.

Au contraire des précédentes, les parties plus basses en contrebas du Maasker sont beaucoup moins pluvieuses et plus chaudes. Il en est ainsi par exemple du secteur planitiaire de Tounfite, très encaissé au démeurant, qui le borde au nord. Le pluviomètre

BRYOLOGIE LICHÉNOLOGIE

PTÉRIDOLOGIE

PHANÉROGAMI

SORTIES

PHYTOSOCIOLOGIE

DIVERS

HOMMAGES

implanté à 1 940 m ne totalise en moyenne que 350 mm de pluie, ce qui fait de ce secteur le plus sec de tous les piémonts s'étirant au sud de la haute plaine de la Moulouya dans une direction dominante ouest-est en raison de l'obstacle majeur que représente le chaînon d'Amalou –n- Aït Ali Ou Brahim (Carte 2) pour les vents pluvieux dominants soufflant depuis le couloir de la Moulouya.

D'après les moyennes en notre possession, dont les valeurs concordent bien entre elles, la diminution des précipitations s'avère très marquée entre les secteurs les plus occidentaux d'Aghbala (1 800 m) et d'Idikel (2 030 m), mais aussi les plus arrosés, avec respectivement 650 et 520 mm, et les plus orientaux comme le révèlent les données chiffrées des postes pluviométriques d'Iganzar Noufounass (1 855 m) et de Mitkane (1 937 m) installés dans ces zones et qui s'échelonnent respectivement autour de 349 et 450 mm.

Cette décroissance des précipitations n'est pas vraiment régulière d'ouest à l'est à latitude quasi constante puisque la zone de Mitkane est nettement plus humide que celle de Tounfite, cette dernière représentant en définitive la plus xérique des zones piémontaises méridionales du haut bassin versant de la Moulouya.

Rappelons que ce phénomène met particulièrement en évidence une pluviosité relativement peu élevée au pied du flanc nord du Maasker, soit un climat nettement plus sec à altitude égale que celui du secteur de Mitkane au pied d'Amkaidou. Par contre, son flanc sud est beaucoup plus sec puisque le poste d'Agoudim (1 900 m) n'enregistre plus que 240 mm/an. Ce déficit accusé atteint toutes les vallées, surtout les plus profondes, protégées des vents pluvieux par de très hauts versants. Cet effet d'abri s'ajoute à celui du foehn pour créer dans les secteurs en contrebas du mur de foehn des températures plus clémentes que le gradient normal le laisserait envisager. Une telle différenciation découle principalement des incidences climatiques engendrées par l'orientation des reliefs environnants vis-à-vis du vent pluvieux dominant comme nous avons déjà eu l'occasion de le montrer (Rhanem, 2012, 2013a et b, 2014).

Les précipitations sont irrégulièrement réparties, au cours de l'année, avec une légère tendance à un maximum hivernal et à un autre printanier sur les trois stations piémontaises. Ces dernières, en l'occurrence celles de Tounfite, d'Iganzar Noufounass et d'Agoudim, forment notamment un croissant entourant à l'est le Maasker (Carte 2); ailleurs, on relève un double maximum d'hiver et de printemps comme c'est le cas à Aghbala où les régimes saisonnier est de type HPAE (classification des saisons hiver, printemps, automne et été selon la pluviométrie décroissante) ou alors d'automne et de printemps à l'instar de ce qui se produit dans le secteur d'Idikel où il devient franchement APHE. Mais le déficit pluviométrique est, lui, toujours plus marqué en été.

De ce qui précède, on pourrait déduire que les groupements végétaux qui reflètent la diversité des conditions climatiques diffèrent du tout au tout d'un versant ou d'une extrémité à l'autre. C'est d'abord à l'amont de la haute vallée de la Moulouya, dans les secteurs de forte pluviosité ouverts au nord-ouest, en bordure des massifs montagneux extérieurs et les premières pentes qui reçoivent des pluies relativement abondantes, que l'on rencontre une forte extension du Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica) dès 2 000 m d'altitude, d'ailleurs en pleine progression dans les forêts d'Idikel. Par contre, en s'enfonçant profondément vers le sud-est, dans les parties sèches, à la même altitude, apparaissent, comme il y a été fait allusion plus haut, des peuplements clairsemés de Genévrier rouge, xérophiles et thermophiles, qui sont strictement cantonnés sur les piémonts et les flancs moins arrosés des dépressions internes, en position d'abri jouxtant les contreforts inférieurs du Maasker. Plus à l'est, la limite inférieure du Genévrier rouge s'incurve vers le nord. De là vient aussi que les limites inférieures du Cèdre en bordure sud de la haute plaine de la Moulouya s'élèvent à la fois d'ouest en est et de la bordure montagneuse vers l'intérieur, de sorte qu'au pied du Maasker le Cèdre apparaît en mélange avec le Chêne vert partir de 2 200 m d'altitude, avec des topoclimats moins humides et plus tempérés dans lesquels prennent place les étages forestiers et en particulier ceux des cédraies-chênaies moins humides dont le sol présente une couche superficielle de gravillons calcaires plus ou moins mobiles, surmontant immédiatement, à très faible profondeur, un horizon d'éboulis très terreux. Les cédraies n'atteignent ici leur plein développement, tant en surface qu'en diversité, qu'à la faveur de dépressions en hémicycliques, contrairement aux groupements précédents du Cèdre dont le caractère continental est plus accusé dont une grande partie a disparu, car occupant les meilleures terres, presque entièrement converties en céréaliculture. Cependant, cette remontée en altitude nécessite un apport d'eau atmosphérique supplémentaire qui n'est rendu possible que par une augmentation des précipitations, permettant de créer les conditions de leur développement.

Ces constations suggèrent que le total annuel des précipitations serait de 500 mm, sensiblement inférieur aux précipitations de la zone d'Idikel plus à l'ouest. En outre, elles mettent en évidence une opposition entre les zones froides, et par ailleurs humides, des pentes supérieures de l'ubac du Maasker d'une part et les dépressions intérieures plus chaudes en contrebas d'autre part.

Au dessus, la végétation passe sous un climat plus froid et plus humide, c'est-à-dire à l'étage de haute montagne le plus souvent asylvatique. Vers 2 500 m d'altitude, la cédraie est en effet relayée assez brusquement par des formations basses constituées principalement de chaméphytes épineux en coussinets, ce qui constitue une frontière assez nette au point de vue tant physionomique, floristique que climatique, bien qu'une zone de transition s'étende sur une dénivellation de 20 à 50 m. Elles recouvrent de vastes surfaces et atteignent les parties sommitales. Les facteurs de milieu plus rudes (moyennes thermiques basses, enneigements longs) éliminent le Cèdre.

Formant cinq taches assez tranchées au milieu de ces formations de haute montagne, le Genévrier commun et le Cotonéaster nummulaire s'établissent à des altitudes encore plus élevées où le climat est plus froid et plus humide. Ces enclaves s'étagent entre 2 700 et 2 900 m en se cantonnant dans des secteurs à enneigement prolongé sur des pentes raides drapées d'éboulis mouvants. Dans l'étage oroméditerranéen moyen du Maasker, ces conditions sont réunies le long des pentes de l'ensellement d'Iganzar Noufounass à sa terminaison orientale ou dans les hauts vallons étroits septentrionaux très frais au pied de son rebord sommital. Ces derniers forment leurs stations favorites où une épaisse couche humifère a pu se construire et qui voient d'ailleurs s'accroître l'importance relative du résineux et du caducifolié. Les coussins d'humus s'observent aussi bien sous le cotonéaster que sous les touffes du genévrier commun. Bien développées, leur extension maximum s'observe sur la partie orientale du chaînon la plus humide et la plus fraîche. Notons enfin que, en raison de l'humidité générale qui règne sur le Maasker et de la rareté des hautes dépressions, cette fruticée mixte se trouve concurrencée, dans le reste de l'étage oroméditerranéen, par les formations à chaméphytes épineux en coussinet moins mésohygrophiles. Aussi ne recouvre-t-elle qu'une aire assez restreinte et se trouve-t-elle fragmentée en petits îlots de quelques centaines de m² qui reposent sur un épais coussin de mull. La couche d'humus brut peut atteindre 30 à 40 cm.

En somme, par ses conditions climatiques des plus singulières, l'ubac du Maasker offre tous les caractères d'une montagne humide et froide, fortement et longuement enneigée et montre par conséquent un climat océanique qui rappelle, dans ses grandes lignes, celui d'Amkaidou (Rhanem, 2013a, 2014).

VI. Influence des conditions géomorphologiques et édapho-topoclimatiques sur la répartition et la physionomie de *Juniperus communis* et *Cotoneaster nummularia*

Comte tenu de la morphologie du Maasker et de son relief tourmenté où les conditions édapho-topoclimatiques entraînent une importance accrue des facteurs d'exposition et de géomorphologie sur l'ordonnancement de la végétation, il s'effectue ainsi un véritable tri dans sa flore composée d'éléments divers, en fonction des conditions que le milieu crée localement désormais plus sélectives au fur et à mesure que l'altitude s'élève comme en témoigne l'imbrication entre le Genévrier commun et le Cotonéaster nummulaire, les deux seuls ligneux encore capables de pénétrer profondément dans l'étage oroméditerranéen et d'y occuper une place appréciable voire localement importante et, bien que nos informations soient encore incomplètes, il faut souligner que c'est à cet étage qu'ils offrent leur développement optimal occupant exclusivement les combes à neige où ils sont la règle. C'est peut être le seul endroit du Maroc où ces deux espèces codominent de cette manière. Rien de semblable n'a été signalé jusqu'à présent.

Bien individualisée floristiquement et très spécialisée, leur mosaïque, remarquablement développée aujourd'hui dans l'horizon moyen de l'étage oroméditerranéen, loin au dessus des vestiges d'une cédraie de haute altitude dont ils sont isolés par un niveau de xérophytes épineux, en particulier à *Vella mairei*, a une étroite correspondance avec la géomorphologie.

Formant des enclaves disséminées dans l'aire des groupements appartenant du point de vue phytosociologique à l'ordre des *Erinacetalia* (Quézel, 1957), la présence conjuguée et singulièrement prospère de *J. communis* et *C. nummularia* dans l'étage oroméditerranéen est particulièrement notable au niveau du haut ubac du Maasker. Ils présentent cependant une extension altitudinale assez ample qui leur permet de s'intriquer avec les chaméphytes épineux en coussinet et, à leur limite inférieure, de s'infiltrer, par endroits, dans les ravins ou ensellements frais qui recoupent verticalement les versants concernés, dans les cédraies hautes de l'étage montagnard méditerranéen, de sorte qu'ils participent à trois complexes de végétation très distincts au sein et de part et d'autre de l'écotone supraforestier ; mais c'est essentiellement à l'étage oroméditerranéen qu'ils offrent leur développement maximal.

Cependant, localement, l'aire du Genévrier commun déborde sur celle du Cotonéaster. En effet, si les deux espèces arrivent à s'infiltrer sous la cédraie, comme c'est le cas par exemple dans l'ensellement d'Iganzar Noufounass (le Cotonéaster s'y enfonce plus profondément), et que les deux acquièrent une vigueur, encore plus forte dans les stations nettement humides comme les combes longuement enneigées des faces strictement nord-ouest des vallons, avec un léger avantage pour le cotonéaster, en revanche sur les croupes ventées le Genévrier commun est moins vigoureux tandis que le Cotonéaster est totalement éliminé.

A. Composition floristique et géomorphologie de la mosaïque à *Juniperus com*munis et *Cotoneaster nummularia* dans l'étage oroméditerranéen

Ces deux ligneux bas d'exigences assez distinctes ont une répartition différente. Moins répandu que le Cotonéaster nummulaire, *J. communis,* qui a incontestablement des exigences édapho-topoclimatiques et géomorphologiques plus strictes, a une aire considérablement plus restreinte. Très rare dans le Moyen Atlas, se retrouvant dans les montagnes du Rif, plus fréquent dans le Haut Atlas, s'il descend au contact du cèdre, il trouve son optimum dans l'étage oroméditerranéen en compagnie des xérophytes épineux ou de *Cotoneaster nummularia*. La coexistence avec ce dernier dans les hauts vallons du Maasker est donc un fait régional qui s'explique d'une part par les conditions climatiques actuelles qui leur sont très favorables et, d'autre part, par une oro-topographie et une géomorphologie des plus adéquates.

En effet, si le climat actuel et ses variations passées apparaissent toujours comme étant les facteurs ayant induit l'état présent des noyaux de populations plus ou moins isolées du Genévrier commun, les groupements végétaux qui lui sont liés sont cependant subordonnés à de hauts géomorphosites vallonnés en forme d'hémicycle ou d'entonnoir aux pentes très fortes tapissées d'éboulis à long enneigement induisant un ensoleillement plus faible et un sol constamment humide créant les secteurs les plus frais. Ainsi que nous l'avons dit, cet ensemble de facteurs convergents édapho-topoclimatiques, géomorphologiques et biogéographiques ont joué également un rôle déterminant dans son maintien et dans sa vigueur actuelle.

Il ressort des analyses qui précèdent que tous les phénomènes climatiques et géomorphologiques très typiques dans les parties sommitales nord-orientales du Maasker qui nous occupent plus particulièrement concourent à créer une zone privilégiée de fraîcheur extrême où sévit en toute saison une humidité élevée dans ces hauts vallons couronnée de la fruticée à *J. commuins* et *C. nummularia* montrant nettement des conditions océaniques du climat qui la régit ; en raison directe de leur rôle d'impluvium, l'alimentation hydrique estivale y est assurée et provient essentiellement de la fonte des congères situées en amont qui subsistent tardivement en été, mais aussi de l'apport des précipitations occultes évoquées plus haut. Notons enfin que l'humectation intense en période pré- et fin-nivale se maintient à un taux élevé durant la plus grande partie de l'année, grâce à la bonne capacité de rétention des horizons supérieurs organiques immédiatement en dessous de la nappe d'éboulis. Signalons enfin que sous le dôme formé par les couronnes feuillues des cotonéasters, la luminosité est fortement atténuée; les chaleurs de l'été y sont par conséquent moins fortes qu'à découvert.

S'étendant à peu près depuis le village d'Aït-Lhssain jusqu'à jusqu'au niveau d'Ardouz (Carte 2), le fond dominant des structures de végétation constituées par *J. communis* et *C. nummularia* se présente d'est en ouest sous la forme de cinq taches plus on moins contiguës et qui s'arrêtent brutalement à leurs périphéries en cédant la place à ce niveau aux chaméphytes épineux en coussinet et tout spécialement à *Alyssum spinosum* et *Arenaria pungens* qui prennent le relais verticalement et horizontalement à leurs alentours immédiats.

De cette brève étude, il apparaît aussi que cette fruticée en mosaïque demeure à l'heure actuelle la seule formation ligneuse qui arrive encore localement à s'imposer dans l'étage oroméditerranéen du Maasker. Présentant une convergence d'ordre écologique et floristique, ces deux ligneux rares y marquent très fortement le paysage végétal en couronnant les hauts vallons en dehors desquels ils ne trouvent pas les conditions d'humidité suffisantes pour se maintenir en période sèche, tandis qu'ils sont bien moins fréquentes au montagnard méditerranéen.

Cette fruticée ligneuse de type particulier prend donc place au niveau de ces couloirs frais longtemps enneigés ; elle possède relativement un fort recouvrement et c'est précisément son important degré de fermeture, en plus de sa structure verticale composée d'une strate arbustive et d'une autre buissonnante, qui permet de la distinguer d'assez-loin (surtout au printemps avec l'apparition des feuilles du C. nummulaire) puisqu'elle pare somptueusement le haut versant du Maasker en formant des plaques assez denses fortement individualisées sur le fond clair de la végétation à chaméphytes épineux de haute altitude à Alyssum spinosum et Arenaria pungens comme l'avons déjà dit dans un paysage d'ensemble où domine la couleur plus sombre des éboulis.

Relativement homogène, la mosaïque concernée représente vraisemblablement un groupement unique en son genre dans le Haut Atlas de Midelt, et plus généralement au Maroc dont Le Genévrier commun et le Cotonéaster nummulaire représentent deux des éléments physionomiques majeurs, et leur signification, dans la constitution du tapis végétal, y est particulièrement importante. Elle comprendrait outre ces deux ligneux bas, si l'on tient compte de ses modifications floristiques d'une extrémité à l'autre de l'ensemble des quatre vallons où il se différencie, deux autres espèces qui, malgré leur faible présence, sont tout aussi significatives.

D'autre part, si la composition floristique reste globalement liée à la forme géomorphologique et à la pente ainsi qu'à l'influence de la taille et du degré de mobilité éboulis calcaires, le rôle de la méso-exposition est aussi très déterminant, nous aurons l'occasion d'y revenir. Par ses caractères écologiques et sa composition floristique particulière, elle constitue donc une individualité remarquable. À son niveau, lorsque les conditions édapho-topoclimatiques et géomorphologiques s'y prêtent, le Genévrier couché peut se développer au point de constituer des groupements plus ou moins étendus où il représente 80 % de la couverture végétale.

Il convient à ce propos de signaler que des différences apparaissent dans la composition floristique ; elles sont à mettre en rapport avec certaines variations des conditions du milieu dont nous avons donné un aperçu succinct ci-dessus. Mais sa forme générale se calque toujours sur les irrégularités du fond de vallon et les lignes de rupture de pente du pourtour. La coupure y est toujours assez tranchée entre le tapis bi-strate méso-hygrophile fermé et la végétation xérophile ponctuelle des versants, de sorte que cette fruticée constitue un climax édapho-topoclimatique ayant pour sa plus grande part un caractère de formation permanente qui manifeste, en l'absence de perturbation des conditions stationnelles, une relative stabilité dynamique. En effet, constamment rajeunis, ces populations de localités froides, ventées et très humides ne peuvent évoluer et constituent des formations permanentes (Rhanem, 2013, 2014).

En outre, par leur dynamisme et leur pouvoir concurrentiel, leur caractère conquérant paraît en effet indiscutable et elles font preuve d'une grande vitalité si l'on en juge par leur aptitude remarquable à y développer des populations vigoureuses démontrant de surcroît une capacité de multiplication active sur des pentes abruptes et assez instables. Le Genévrier commun, dont l'extension des touffes s'effectue principalement de façon végétative en s'enracinant en touffes denses et en fixant la pente par ses rameaux descendants au ras du sol pourvus de racines adventives (Rhanem, 2014), le Cotonéaster nummulaire aussi, par ses nombreuses tiges arquées portées par des souches très vieilles et solidement ancrées, contribuent tous deux à la stabilisation du sol, même sur les pentes les plus fortes. Par ailleurs, de par son port prostré et sa plus grande densité de feuillage, le Genévrier commun joue un rôle essentiel dans la protection des formations édaphiques superficielles qu'il contribue, plus encore que le Cotonéaster nummulaire, à alimenter en matière organique.

Le G. commun et, dans une moindre mesure, le C. nummulaire peuvent ainsi, de par leur double rôle de producteur et de protecteur, se ranger parmi ce que Baudière et Serve (1971) nomment les « espèces hautement édificatrices ». Ces fait semblent en outre confirmés par la présence d'autres buissons ligneux à semi-ligneux d'architecture comparable : Ribes uvacrispa et Daphne laureola, respectivement troisième et quatrième espèces dominantes qui semblent indiquer ici des stations à enneigement important comme en témoignent leurs rameaux souples arqués parfois même décombants. Cependant, si la première de ces deux espèces supporte une exposition au vent marquée, Daphne laureola, très peu présente certes, montre nettement une prédilection pour les stations abritées ayant une très bonne humidité édaphique ; elle révèle aussi le caractère de bonne stabilité du substrat, son système racinaire de type pivotant étant en effet incompatible avec un remaniement important des formations superficielles.

Cependant, si *J. commuins* et *C. nummularia*, se disputent par endroits la place dominante, avec un net avantage pour le premier comme on vient de voir, dans l'édification de la physionomie de ces plages, *Ribes uva-crispa*, dont la présence reste toutefois faible, est également un élément essentiel de ce milieu mouvant. Ce troisième élément physionomiquement marquant de ce type de fruticée peut se rencontrer à toutes les expositions en particulier NE et NO contrairement aux trois autres végétaux qui sont étroitement liés aux pentes NE des vallons. Cependant, le Genévrier commun arrive à coloniser, d'une manière beaucoup moins abondante certes, des substrats rocheux et s'étend de ce fait sur les deux flancs avec toutefois des touffes de bonne vitalité et une plus grande compacité, dotées d'un dynamisme important sur les pentes tapissées d'éboulis tournées à l'ouest.

Il convient enfin de souligner que cette dominance et cette meilleure adaptation du Genévrier commun se manifestent également par une plus grande diversité de formes de croissance ; de plus, c'est l'espèce la plus rustique, si l'on considère qu'elle arrive à se développer dans les stations les plus froides ; c'est dire que *C. nummularia* constitue un élément floristique, certes important du groupement, sans toutefois en être l'élément majeur et que physionomiquement son impact dans le paysage de fruticée basse auquel il participe n'est pas absolument prépondérant. Il ne forme jamais en effet de tapis dense, comme c'est souvent le cas pour *J. communis*.

Ces colonies représentent par ailleurs autant de noyaux de relative stabilité qui constituent la toile de fond arbusto-buissonnante autour de laquelle s'organise le groupement. Entre les plages qui peuvent recouvrir 50 à 60 % de la surface du sol, la végétation est diffuse, constituée d'espèces existant sous forme d'individus épars, à dominance faible et ne témoignant d'aucune sociabilité particulière. Le cortège floristique se singularise avant tout par la prédominance d'orophytes d'affinités méditerranéennes. Les espèces les plus communément rencontrés à la périphérie de ces milieux temporairement remaniés sont pour l'essentiel des chaméphytes en coussinet compact (*Alyssum spinosum*, *Arenaria pungens*) mais surtout des hémicryptophytes appartenant au genre *Festuca*. Ces dernières occupent la majeure partie des hautes croupes et paraissent, en dépit de leur faible superficie, le mieux résister à la dynamique périglaciaire.

Il va sans dire que l'importance prise par les conditions stationnelles dans un milieu aussi contraignant pour les ligneux (fréquence et intensité locales du vent, de l'enneigement, des phénomènes de cryoturbation...) aboutit à la constitution d'une mosaïque de groupements végétaux. Autrement dit, il n'existe en haute montagne que des groupements bien individualisés floristiquement et très spécialisés liés directement au topo- ou microclimat, mais qui ont aussi une étroite correspondance avec la géomorphologie. Cette prépondérance du climax stationnel s'explique par un équilibre naturel précaire qui n'est que rarement réalisé sur de grandes surfaces.

B. Quelques observations préliminaires sur les rapports entre la répartition du couple Juniperus communis-Cotoneaster nummularia et la microgéomorphologie

L'orientation des vallons au nord détermine l'affrontement de deux versants de pente quasi identique : l'un orienté à l'est, l'autre exposé à l'ouest (Photo 4). Sur ces deux flancs, le regard distingue immédiatement que les deux espèces se localisent exclusivement sur le versant ouest, celui d'en face étant recouvert d'une formation basse très clairsemée constituée principalement d'Alyssum spinosum et Ribes uva-crispa, qui sont à peu près également représentées, entre lesquels s'installent quelques rares pieds épars ici et là de Genévrier commun.



Photo 4. Uniformité de la dissymétrie dans l'enneigement et dans la répartition du Genévrier commun et du Cotonéaster. Leur mosaïque apparaît comme beaucoup moins homogène qu'on n'aurait pu le penser en examinant simplement l'aire des deux espèces. Mais ce qui paraît finalement être la réalité profonde au niveau de ces géomorphosites, ce n'est pas la dominance de l'un ou de l'autre, c'est l'existence de deux situations écologiques, l'une à l'est et l'autre à l'ouest, le cotonéaster occupant strictement les flancs ouest de chacun des deux vallons fortement enneigés, tandis que le genévrier se trouve de préférence, mais non exclusivement, sur ces mêmes pentes où il se trouve intriqué en mosaïque avec le cotonéaster ; la neige, elle, persiste, par contre, plus longtemps sur les pentes NE. Les deux groupements d'ubac qu'ils forment contiennent en outre une proportion notable de chaméphytes épineux en coussinet qui existent un peu partout. Vue prise en direction du sommet du Maasker, © M. Rhanem (09/05/2015).

D'autre part, bien que possédant dans l'ensemble une végétation assez uniforme et que la présence simultanée des deux espèces puisse donner l'impression d'un mélange où elles s'interpénètrent pied à pied, il n'en est rien puisque la mosaïque est constituée d'un ensemble hétérogène d'agrégats. distribution apparemment désordonnée est en réalité le reflet d'une juxtaposition de milieux bien différents les uns des autres. Des caractéristiques microtopographiques et microgéomorphologiques se déduisent en partie les conditions microclimatiques stationnelles induisant des discontinuités écologiques et certaines particularités floristiques du groupement, de sorte que la mosaïque décrite ci-dessus peut présenter plusieurs faciès. Ainsi trouvera-t-on côte à côte des espèces révélatrices de la présence de l'un ou l'autre de ces facteurs.

TI en résulte, au sein de cette formation végétale, deux complexes aisément discernables : une zone inférieure caractérisée par éléments mésohygrophiles et zone supérieure présentant divers faciès nettement plus froids. Il y a été fait allusion précédemment. Entre ces deux extrémités, les espèces les plus xérophiles comme les plus mésophiles voient leur importance diminuer nettement. Cependant, plus plastique Cotonéaster nummulaire, aue le le Genévrier commun donne leur physionomie à ces trois groupements principaux qui se développent à des niveaux différents.

L'ensemble du flanc exposé au NO est constitué de molles ondulations : croupes plus ou moins pierro-rocheuses porteuses de sols très superficiels, assez secs, la quasi-totalité du flanc est plus moins largement colluvionnée où le sol, même un peu épais, parvient à s'accumuler et à rester longtemps humide, mais qui est largement drapé de véritables éboulis fonctionnels et hétérogènes. Ces derniers sont actuels et manifestent une intense action cryoclastique. Le profil de ces sols carbonatés, bien aérés, peu profonds et souvent squelettiques, n'y présente jamais d'horizon pédologique discernable. Leur substrat est souvent constitué d'éléments grossiers, entre lesquels s'entreposent des débris de matière organique, développant un humus brut, des limons el des argiles ou résulte de la fixation d'un éboulis où les éléments figurés de taille moyenne et petite, représentent un pourcentage très important.

Partout, que ce soit sur les croupes, dans les thalwegs, en amont et à l'aval du vallon, le Genévrier commun forme des taches plus ou moins étendues. Dans les parties basses relativement plus étroites bordant immédiatement les thalwegs du côté ouest, où se produisent probablement des inversions thermiques, le Genévrier commun prend largement l'ascendant sur toutes les autres espèces, en particulier le cotonéaster, dont les touffes s'étalent largement en formant des fruticées de talus d'éboulis peu pentus quasi pures. *C. nummularia* se réfugie dans des secteurs situés légèrement au-dessus, là où les coulées de neige atteignent leur paroxysme.

Dans les stations abritées (du vent vers le haut et des coulées de neige vers le bas) des parties moyennes, encombrées d'éboulis hétérométriques (de quelques centimètres à deux ou trois décimètres), frais à humides tout au long de l'année, on se rend compte de l'étendue des colonies du Genévrier commun présent, en mosaïque avec *Cotoneaster nummularia*, sous la forme de boules coalescentes dont la hauteur dépasse un mètre (Photo 5). Elles sont étroitement liées à ces stations fraîches et à enneigement prolongé, en principe humides et plus ou moins ombragées, et explique son développement spectaculaire. En s'interpénétrant, le C. nummulaire le met l'abri des coulées de neige.

Vers le haut des couloirs, à l'approche des croupes plus ou moins rocheuses, ces plages hétérogènes compactes à base de Genévrier commun s'effilochent, les individus s'espacent de plus en plus et l'évasement tangentiel des vallons au fur et à mesure que l'altitude s'élève impose des contraintes de plus en plus sévères, freinant l'implantation du Genévrier commun et surtout celle du Cotonéaster nummulaire totalement éliminé, n'arrivant plus à supporter les effets de l'éventation. Cependant,

à ce niveau, si le Genévrier commun parvient à s'installer, il rencontre souvent bien des difficultés à se maintenir. Il y est nettement anémomorphosé, de sorte que la hauteur de ses touffes rases excède rarement la surface du sol, doublée d'une allure dissymétrique. De longues branches courbées en crosse, à divers degrés, plus ou moins couchées sur le sol descendent vers l'aval. Les rameaux latéraux rampant au niveau du sol sont entraînés dans le sens de la pente où ils se fixent par un important lacis de racines adventives (marcottage).



Photo 5. Plaque luxuriante et très étendue de Genévrier commun sur éboulis calcaires mobiles de moyenne et petite dimensions. S'y réfugie, avec quelques *Alyssum spinosum*, un pied de *Daphne laureola* dont la présence est indicatrice de milieu humide tandis qu'en amont, de chaque côté, on remarquera les bouquets de tiges arquées du cotonéaster ; ces derniers protègent la colonie du Genévrier commun de l'influence directe des coulées de neige. Vue en direction du sommet du Maasker, © M. RHANEM (09/05/2015).



Photo 6. Tache rubanée de *C. nummularia* de quelques centaines de m² auréolée de *J. communis* où les cotonéasters poussent en rangées parallèles comme si chaque individu bénéficiait de l'abri des précédents pour croître dans la direction opposée à celle des coulées de neige. Ces rubans arbustifs sont à peu près uniformes dans leur largeur et dans leur espacement ; ils mesurent jusqu'à une vingtaine de mètres de longueur. Entre les rangs alignés le long de la ligne de plus grande pente, s'intercalent des colonies de Genévrier commun. Extrémité nord-orientale du Maasker, © M. RHANEM (09/05/2015).

L'époussetage nival dû à la déflation éolienne livre en effet ces plages très diffuses à l'action régulière du vent très fort du fait de l'absence d'obstacle freinant sa course et à l'agression du gel qui sévit à ce niveau où règne une dynamique périglaciaire intense. D'une manière générale, en plus de son rôle géomorphologique notamment sous des climats froids (Seppälä, 2004), il peut être aussi à l'origine d'importantes déformations chez les plantes ligneuses, en particulier les arbres et les arbustes comme l'on montré Yoshino (1973), Grace (1977), Holtmeier (1985), Couttis & Grace (1995) et Ruck et al. (2003).

En contrebas des croupes, au fur et à mesure que l'on s'enfonce vers les thalwegs des hauts vallons, la neige balayée par les vents s'y accumule et les nivomorphoses se multiplient surtout dans les endroits exposés aux coulées de neige.

Ces faits confèrent à ces habitats une indiscutable originalité. On conçoit dès lors que la géomorphologie joue un rôle de tout premier plan vis-àvis de la distribution des colonies de Genévrier commun. Une telle situation est parfaitement homologue et rappelle par beaucoup d'aspects celle que l'on trouve sur l'Amkaidou (Rhanem, 2013, 2014) où des processus identiques concourent au développement du Genévrier commun, sauf que sur ce dernier le Cotonéaster nummulaire, numériquement important, peu n'apparaît que très ponctuellement d'une façon épisodique, supportant mal la concurrence de ce dernier. À première vue, il semblerait que l'évasement beaucoup plus prononcé des niches de nivation sur l'Amkaidou est telle que la fréquence des coulées de neige y est beaucoup moins fréquente. Dès lors, on peut penser que, dans les couloirs étroits du haut ubac du Maasker, sur les talus instables soumis assez fréquemment aux coulées de neige, les grandes tiges souples de cet arbrisseau caducifolié lui procurent une plus grande résistance à la traction et permettent de dissiper l'énergie des coulées neigeuses. Ses branches flexibles et arquées se courbent aisément sous le poids des congères épaisses, par le phénomène de reptation et de glissement. Souvent couchées, elles arrivent cependant à se redresser dès la fonte (rappelons à titre comparatif que le Genévrier commun ne se redresse pas, mais reste plus ou moins couché). De plus, son système racinaire est très étendu (racines obliques et horizontales se développant dans les horizons superficiels du sol), sa capacité à drageonner, à rejeter de souche et à produire des racines adventives lui procurent un fort pouvoir

recouvrant et en font de fait un élément essentiel pour la protection contre les coulées de neige, notamment sur les terrains à forte pente recouvert d'éboulis. Ainsi, il apparaît très clairement que la cotonéastraie à *C. nummularia* est uniquement localisée sur les pentes abruptes et assez instables constamment érodées par les coulées de neige et qu'elle y atteint son développement optimal. D'ailleurs, c'est le seul endroit où le cotonéaster arrive à supplanter *J. communis*; il y abonde et constitue de grandes touffes hautes de 2 à 3 m et sa vigueur étouffante supprime presque toute la flore compagne. En outre, c'est au niveau de ces portions de terrain que le cotonéaster atteint sa limite altitudinale supérieure extrême.

Si le cotonéaster parvient à s'accommoder de la dynamique périglaciaire provoquée par les coulées de neige, il n'arrive cependant pas à enrayer l'instabilité des dépôts de pentes du versant. Des ensevelissements sous les gélifracts sont observables à la partie amont de ces bandes et des écoulements de matériaux sont parfaitement discernables (disposition des éboulis avec le grand axe dans le sens de la pente qui est toujours forte) sur les faces latérales. Comprimées vers l'aval où les éclats de

calcaires deviennent plus volumineux et ensevelies de chaque côté, ces bandes, qui semblent correspondre aux rebords est et ouest de la coulée de neige, ne peuvent continuer à se développer que vers l'aval jusqu' à un certain seuil. Elles disparaissent aussi à mesure que l'on se dirige vers les bords à proximité des croupes qui limitent les hauts vallons et où l'accumulation des congères n'a plus lieu.

L'autre aspect le plus typique des motifs végétaux du cotonéaster par la physionomie originale qu'elle imprime au paysage végétal sous forme d'un linéament très singulier des individus plus ou moins serrés de C. nummularia disposés irrégulièrement l'un derrière l'autre et interrompus ici et là par des pieds de Ribes uva-crispa. Ces taches linéaires discontinues peuvent atteindre plusieurs mètres de longueur sur quelques décimètres de largeur. Dans le secteur considéré, on distingue plusieurs alignements parallèles plus ou moins espacés sur des versants inclinés à 30-35°, mais dont l'allongement se fait toujours dans le sens de la ligne de plus grande pente du versant (Photos 6, 7, 8 et 9).

En s'entassant sur les côtés, congères persistent longtemps empêchent toute nouvelle germination des semis du cotonéaster qui ne peut s'effectuer alors qu'à l'aval sous le houppier de l'individu adulte. L'ombre portée de ce dernier les met en effet à l'abri de sauts de températures (gel, sécheresse) en réduisant d'une part le refroidissement radiatif et d'autre part l'évapotranspiration. Outre le poids de ces congères, les deux phénomènes précités peuvent être une cause majeure de mortalité, particulièrement élevé chez les jeunes plants de cotonéaster qui poussent aux endroits dégagés et ensoleillés plutôt qu'ombragés, de sorte que la mise en place des semis se produit aux seules extrémités avales des rubans assurant au fur et à mesure leur allongement dans le sens de la coulée de neige.

Il convient enfin d'observer que de tels motifs linéaires se retrouvent sous diverses formes et occupent de grandes étendues ; ils ont été en particulier identifiés et décrits dans des paysages subalpins (Billings, 1969 ; Buckner, 1977 ; Marr, 1977 ; Holtmeier, 1982 ; Arno & Hammerly, 1984 ; Bekker & Malanson, 2008 ; Bekker *et al.*, 2009)



Photo 7. Vue rapprochée de deux rubans de Cotonéaster dans l'intervalle desquels se développe une colonie de Genévrier commun supportant un pied de *Ribes uvacrispa*, © M. RHANEM (09/05/2015).



Photo 8. Aspect d'un bouquet de cotonéasters souvent détruit à sa périphérie et croissant par son centre. Remarquer la flexibilité de ses tiges latérales, couchées par la neige en limite supraforestière dans l'ensellement d'Iganzar Noufounass à 2 700 m, © M. RHANEM (10/04/2015).

VII. Ressemblances et dissemblances entre le Maasker et l'Amkaidou.

Si les milieux planitiaires environnants ont tous leurs spécificités, à la fois sur le plan climatique, biogéographique sur celui des mécanismes morphodynamiques, celles de ces deux massifs s'en distinguent du fait de leur localisation, parce qu'elles se trouvent à la charnière des domaines méditerranéens au nord, des hauts plateaux à l'est, saharien au sud. Mais ce qui fait l'originalité de ces montagnes est plutôt la coexistence de flores d'origines diverses qui varient pour chaque chaînon selon sa position en latitude et en longitude.

Dans le haut Atlas, le Genévrier commun apparaît comme écologiquement très restreint. Abstraction faite de quelques descentes dans l'étage montagnard, relativement limitées et sans aucune comparaison avec ce qui a lieu en Europe par exemple, il se cantonne préférentiellement dans l'étage oroméditerranéen à de hauts reliefs en creux en position relativement avancée de cette chaîne dont il est, localement, une excellente caractéristique. Il en est



Photo 9. Dislocation des rangées du cotonéaster à leur limite inférieure vers 2 700 m d'altitude. L'on peut aussi remarquer que celle du Genévrier commun déborde largement vers le bas en s'incurvant vers l'est en direction de la retombée orientale du Maasker, © M. RHANEM. (09/05/2015).

une bonne différentielle par rapport au reste de la végétation orophile ; il est donc indiscutable que la végétation de ces sommets, tout au moins de ceux qui font partie de l'arc situé entre Midelt et Tounfite, possède une individualité qui lui confère une valeur biogéographique certaine.

Malgré son extension réduite et son extrême localisation sur le Maasker, l'existence même de ces populations est particulièrement intéressante, car elles semblent s'apparenter directement à celles développées sur les pentes septentrionales escarpées d'Amkaisdou.

En résumé, les deux hauts massifs montagneux offrent au niveau de leur végétation, de leur géomorphologie et leur édaphotopoclimatologie un certain nombre de caractères d'une part communs et d'autre part différents.

A. Caractères communs

En dépit de leur séparation dans l'espace, le Maasker et l'Amkaidou sont intéressants à plusieurs titres ; ils présentent des convergences évidentes tant au point de vue de leur situation que de leur structure, ce qui souligne les affinités existant entre eux. Celles-ci sont perceptibles aussi bien aux étages arborés qu'aux étages asylvatiques infra- ou supraforestiers. D'un autre côté, l'importance de ces traits ne saurait d'ailleurs être sous-estimée pour expliquer un certain nombre de particularités biogéographiques, conséquence des conditions écologiques actuelles, mais surtout passées. Il paraît évident qu'un pareil parallélisme ne saurait être le fruit du hasard et qu'il traduit en première approximation une origine biogéographique, écologique et singulièrement géomorphologique au moins partiellement commune.

Ainsi, par sa composition floristique même, qui lui assure une individualité et une singularité remarquables, cette fruticée est très étroitement affine avec celle que nous avons décrite tout récemment sur l'Amkaidou (Rhanem, 2013a, 2014) dans des conditions écologiques absolument similaires. D'ailleurs, les affinités floristiques, édapho-topoclimatiques et géomorphologiques entre les groupements de ces deux chaînons sont remarquables. De nombreuses espèces sont en effet communes et la pente, toujours marquée, varie suivant les cas de 30 à 40°

Parmi les autres points communs, citons :

ces deux chaînons, jumeaux dans leur structure géologique et orographique, sont aussi tous les deux dissymétriques du point de vue climatique. Les cédraies prédominent largement sur leurs ubacs en raison de l'importance des précipitations ; cependant, le versant occidental, le premier à être exposé aux précipitations atlantiques, est en principe beaucoup plus arrosé, ce qui entraîne une disparité de la végétation de part et d'autre de l'ubac des deux chaînons ;

c'est au-dessus de la limite supérieure des forêts qu'elles atteignent leur développement optimal, elle affectionne les hautes dépressions fraîches, soumises à un enneigement prolongé ;

elles dépassent largement la limite supérieure des arbres de quelque 200 m et se trouvent enclavées au sein de l'étage oroméditerranéen intercalées entre deux niveaux de chaméphytes en coussinet ;

elles manifestent une préférence certaine pour les substrats formés aux dépens de calcaires ou de calcaires dolomitiques, ce qui fait considérer ces deux ligneux bas comme calcicoles ;

elles sont en général couvertes par les neiges dès le mois de novembre et subissent un long enneigement qui perdure jusqu'au mois de mai ;

elles s'installent de préférence sur les éboulis mobiles ;

elles occupent des dépressions qui, pour la plupart, marquent l'emplacement des couches de neige les plus épaisses (la neige s'y accumule et à la fin de mai elle n'est pas encore fondue dans la plupart d'entre-elles), mais aussi celui des nappes d'éboulis les plus importantes ;

nulle part dans ces deux chaînons l'élément arctico-alpin n'a trouvé des conditions aussi propices à son installation et à son maintien que dans ces hautes dépressions perchées froides et très humides. Mais sa distribution géographique le montre surtout prospère et envahissant dans les stations les plus humides ;

elles colonisent les pentes fortes à raides exposées au nord, au nord-est ou au nord-ouest ;

- elles sont bien individualisées dans les dépressions où séjournent longuement les brouillards ;
- par leur système radiculaire, particulièrement robuste et profond, elles stabilisent le sol, alors que les hérnicryptophytes, de taille plus modeste, ne peuvent empêcher sur les déclivités un écoulement du sol par solifluction, sous l'action de l'alternance des phases de gel el de dégel et par conséquent leur propre ensevelissement.

B. Caractères distinctifs

Quoiqu'elles présentent ces nombreuses similitudes, elles offrent néanmoins des différences secondaires, de sorte que cette formation montre une remarquable dualité. Et, bien qu'ayant la caractéristique commune d'être des espèces envahissantes et couvrantes liées à des sols constamment rajeunis, elles ont néanmoins des aires plus complémentaires que superposables et ce n'est qu'au niveau des points de contact de leurs aires respectives où elles cohabitent que l'on observe un certain chevauchement en « écailles » qui se manifeste par une juxtaposition. En témoigne le fait que les structures de végétation constituées par *C. nummularia* se cantonnent plus strictement sur le haut ubac du Maasker, alors que *J. communis*, végète à la fois sur le Maasker et l'Ayachi, leur imprimant, de son côté, un cachet tout particulier bien qu'au sein de ce dernier la situation soit légèrement un peu différente.

Il convient aussi de préciser que l'installation de cette mosaïque est en relation avec les différences microclimatiques qui peuvent exister dans les diverses expositions. De chaque côté de cette aire de contact, la dislocation de la mosaïque, due aux conditions édapho-topographiques, se complique corrélativement de variations microclimatiques locales. Chaque fragment de cette fruticée mixte isolé évoluera donc sous l'influence des facteurs stationnels qui lui sont particuliers et qui sont exprimés par la physionomie des strates basses et la composition floristique.

Au développement relativement timide sur l'Amkaidou, s'oppose l'exubérance sur le Maasker en se distinguant par son extraordinaire explosion si l'on en juge par l'aptitude remarquable du Genévrier commun à y développer des touffes vigoureuses et coalescentes, ainsi que la capacité de multiplication active du C. nummulaire atteignant par endroits un développement considérable tant en hauteur qu'en densité. Cependant, elles n'offrent pas la même extension que sur celui d'Amkaidou ; mais elles semblent jouir d'une grande croissance clonale dans l'espace et dans le temps, si l'on en juge par le degré de fermeture des fruticées et leur longue longévité.

Par contre, dans les fruticées homologues d'Amkaidou voisin, les populations du Genévrier commun (en mosaïque avec *Alyssum spinosum*), moins denses et moins hautes, se répartissent sur une surface beaucoup plus vaste alors que *C. nummularia*, en nombre beaucoup moindre, apparaît, lui, très irrégulièrement à l'état épars et chétif.

En fait, tout se passe dans le Maasker comme si les populations de *J. communis* et les individus du cotonéaster avaient subi une contraction maximale, offrant un condensé de conditions écologiques favorables pour l'une et l'autre dans un espace restreint au demeurant.

D'autre part, si toutes les stations où se développe le Genévrier commun sont, en hiver, recouvertes par une couche de neige épaisse aussi bien sur le Maasker que l'Amkaidou, en revanche cet enneigement est de moins longue durée dans l'Ayachi. Elles sont par conséquent plus humides en été.

Le développement considérable de *C. nummularia* est encore un des traits distinctifs du Maasker. Il acquiert presque autant d'importance que le Genévrier commun et quelquefois même domine. Peu présent sur l'Amkaidou il prend une importance grandissante à mesure que l'on avance vers l'ouest où il trouve les conditions les plus favorables à son extension et à son développement (forte humidité et températures pas trop froides). Son abondance sur le Maasker, ainsi que sur l'ubac du chaînon de Taoujjet –n- Ou Hajmou (Rhanem, 2013b) surplombant la maison forestière d'Idikel (extrémité occidentale du haut bassin versant de la Moulouya), à la lisière de la cédraie d'altitude, en est la meilleure illustration. Sa plus grande rareté à l'est tient à ce que les chutes d'eau annuelles y sont relativement trop faibles. II trouve par contre dans les stations humides où il domine un milieu propice

S'épanouit par ailleurs, quoique très rare, *Daphne laureola* qui, sur certains massifs de la chaîne du Moyen Atlas, se développe à plus faible altitude, dans les parties les plus ombragées et les plus humides, donnant au groupement du Maasker un caractère nettement différent de celui de l'Amkaidou ; elle nous apparaît d'ailleurs comme la meilleure des caractéristiques.

C. Géomorphosites refuges

Tels sont quelques uns des faits géomorphologiques les plus marquants qui tendent à prouver que les hauts vallons larges ou étroits longuement recouverts de neige constituent par conséquent les biotopes privilégiés où croissent côte à côte Juniperus communis et C. nummularia. Ces deux espèces présentent leur optimum écologique à leur niveau et y prospèrent en atteignant un grand développement. Elles constituent aussi, très singulièrement, aussi bien sur le Maasker que sur l'Amkaidou, les groupements arbustifs les plus alticoles de la région présentement étudiée. Cependant, si les deux autécologies se recouvrent partiellement, il n'en reste pas moins qu'elles sont bien différentes. En effet, la répartition de ce binôme avec une extension plus ou moins grande suivant les conditions écologiques est plus particulièrement déterminée par la présence ou l'absence d'éboulis calcaires mobiles ainsi que par la méso-exposition. Mais, C'est le Genévrier commun qui constitue globalement les fruticées ligneuses les plus étendues et qui dessine progressivement les groupements buissonnants fragmentaires les plus alticoles et exclusifs des versants nord du Maasker et d'Amkaidou auxquelles s'associent d'autres espèces à tiges décombantes et flexibles.

Or, bien que ne s'individualisant que par plaques isolées à l'état dispersé, le Genévrier commun est parmi les pénétrations de lots d'espèces boréo-montagnardes les plus importants qui ont le plus largement influencé de façon sensible la physionomie du tapis

PTÉRIDOLOGIE

PHANÉROGAMIE

SORTIES

PHYTOSOCIOLOGIE

DIVERS

HOMMAGES

végétal et à marquer d'une manière certaine la végétation de haute montagne. Il semblerait donc, au vu de ces constatations, que la configuration de ces deux chaînons et les dernières glaciations ont fait que le Genévrier commun a pu se réfugier dans ces géomorphosites de haute altitude. Par leur position géographique et leur forme topographique, ces géomorphosites de haute altitude ont déterminé l'installation d'un certain nombre de groupements végétaux plus ou moins étendus dans la plupart desquels le Genévrier commun peut se développer, parfois avec un recouvrement très élevé et déterminer la formation de junipéraies se présentant sous l'aspect d'un chapelet d'îlots dans l'aire bioclimatique des chaméphytes en coussin de haute montagne.

L'installation du Genévrier commun au sein des xérophytes épineux est probablement très ancienne et peut être conçue en invoquant des considérations d'ordre historique. L'enrichissement de la flore orophile par ce Genévrier se serait produit à partir des régions boréo-tempérées où l'on rencontre le maximum de taxons. Toutefois, ce courant migrateur n'a affecté que très faiblement l'Afrique du Nord et en particulier le Maroc. En effet, le Genévrier commun n'atteint, sans doute en raison de ses exigences écologiques, que les étages supérieurs où il contribue activement à la fixation des éboulis. Précisons enfin que sur ces deux chaînons l'endémisme atteint un haut niveau et nous avons indiqué (Rhanem, 2014) que dans le massif de l'Ayachi s. l. (dont fait partie l'Amkaidou) qui a été un haut lieu de conservation et de spéciation. En effet, outre les groupements rupicoles, l'endémisme affectait les peuplements d'éboulis, de pelouses écorchées, voire même, pour certaines espèces, les forêts. Ce point de vue corrobore parfaitement nos observations et traduit également le déterminisme géomorphologique et édaphotopoclimatique commun aussi bien aux groupements de J. communuis d'Amkaidou et à ceux du Maasker, Par conséquent, ces deux chaînons et plus particulièrement leurs hauts versants ont été la zone d'affrontement de deux grandes lignées végétales, l'une constituant l'élément de souche oromésogéenne et l'autre l'élément de souche boréo-tempérée.

Pour conclure, il convient de souligner que ces combes à neige constituent par ailleurs une zone privilégiée de grande humidité et de brouillards fréquents. De tels refuges ont facilité la persistance des populations du Genévrier commun en leur offrant un habitat favorable lors des multiples bouleversements climatiques passés. Mais, dans tous les cas, les groupements qui lui sont associés restent, au Maasker comme sur l'Amkaidou, subordonnés et très minoritaires ; ils n'occupent que des surfaces très faibles sur l'ensemble de ces deux hauts massifs montagneux.

Au terme de ce bref aperçu, pour intéressante qu'elle soit, la présence du Genévrier commun ne suffit pas pour les considérer comme des montagnes biogéographiquement alpines. Toutefois cette hypothèse de refoulement des flores boréo-alpines vers des territoires-refuges, c'est-à-dire d'une part vers le nord dans l'actuelle région tempérée, d'autre part en altitude dans les deux massifs montagneux considérés, n'a été possible que dans la mesure où ils sont restés plus humides et froids, données écologiques permettant de rapprocher les conditions de la haute montagne atlasique de celles du climat alpin. La disposition géographique de ces avant-postes, leur grande extension altitudinale et la configuration de leur relief font que les refuges ont été relativement plus nombreux et que les conditions écologiques y reproduisent dans une certaine mesure celles qui ont régné à la période tardiglaciaire. Leur rôle conservatoire a, de ce fait, joué à plein, ce qui contribue à la préservation de la diversité biologique de l'extinction.

Conclusions

Les populations du Genévrier commun dont on vient faire état représentent, sur les géomorphosites en creux des haut ubacs du Maasker et d'Amkaidou, des plages inféodées avant tout aux conditions topo- et microclimatiques. En raison de son caractère oroméditerranéen, le Genévrier commun occupe ici une situation identique à celles des autres foyers de populations d'Amkaidou en se localisant surtout aux altitudes supérieures toujours aux expositions nord et recherchent les pentes fortes à raides fraîches, peu ensoleillées et très humides où l'enneigement est toujours important. Elles se caractérisent également par leur insolation en situation de croupe par exemple, mais évitent l'excès de sécheresse d'où leur absence des vallées sèches intra-atlasiques. Par ailleurs, bien que ce genévrier à port prostré résiste très bien au gel, sans dommage apparent, jusqu'à des températures très basses de l'ordre de – 30 °C (valeur estimée à partir de la station climatologique à Midelt), il craint les brusques écarts thermiques provoqués par des gelées brutales succédant à une période exceptionnellement chaude. À première vue, il semblerait que la température hivernale ne soit pas un facteur limitant pour le Genévrier commun, contrairement à la sécheresse estivale excessive, tant en altitude qu'en latitude. Mais, quoique représentant une bonne partie du tapis végétal du haut versant du Maasker oriental, elles ne sont pas aussi étalées que leurs homologues d'Amkaidou. En revanche, les extraordinaires populations de *J. communis* du Maasker sont les plus belles du Haut Atlas et figurent aussi au tout premier rang des groupements atlasiques du Genévrier commun, même si leur superficie générale diminue dans de très sensibles proportions.

La comparaison sur ces massifs externes surmontant la haute plaine de la Moulouya de l'aire de *J. communis* et celle de *C. nummularia* montre qu'elles sont curieusement complémentaires, de sorte que l'on peut supposer que le Cotonéaster nummulaire a occupé au moins partiellement la niche écologique du Genévrier commun dont l'aire s'arrête nette sur le Maasker. D'ailleurs sur ses limites orientales, dans l'Ayachi où reparaît *C. nummularia*, ne s'observent que des exemples de fruticées avec de très rares individus de ce dernier.

Ce travail permet aussi de confirmer la notion de statut de relique géomorphologique du Genévrier commun, lequel occupe ici une situation identique à celles des autres foyers de populations d'Amkaidou. Bien individualisées et très spécialisées, ses colonies à caractère relictuel n'opposent aucune résistance aux coulées de neige.

Le Genévrier commun, relique géomorphologique boréo-montagnarde atlasique, est donc un élément très original de la flore et la végétation marocaines. La richesse en endémiques notamment rupicoles du massif de l'Ayachi sensu lato et sa présence au côté de *C. nummularia* sont d'ailleurs des arguments de poids pour attester l'ancienneté de sa mise en place.

Les nouveaux géomorphosites du Maasker, que nous venons de décrire, constituent certainement l'un des hauts lieux phytogéographiques du Haut Atlas. Cette note souligne combien ce haut relief montagneux, si riche en enseignements de toutes sortes, mérite d'être étudié avec soin et qu'il est du plus haut intérêt de poursuivre l'inventaire de sa flore de haute montagne et l'étude de sa végétation. Nous espérons ainsi avoir contribué à une meilleure connaissance de ce haut massif montagneux qui devrait permettre aux différents chercheurs travaillant dans d'autres régions ou pays et s'intéressant à l'écologie et la biogéographie du Genévrier commun de vérifier l'hypothèse concernant son statut de relique géomorphologique.

Bibliographie

Adams R.P., 2014 - Juniperus of the world: the genus Juniperus. Trafford Publishing, 415 p.

Adams R.P., Rhanem M. & Schwarzbach A.E., 2015 - *Juniperus communis* in Morocco: analyses of nrDNA and cpDNA regions. *Phytologia* 97 (2): 23-28.

Arno S.F. & Hammerly R.P., 1985 - Timberline mountain and arctic forest frontiers. The Mountainers, 304 p.

Baudière A. & Serve L., 1971 - Organisation morphologique et rôle des végétaux dans la dynamique des formations superficielles en milieu supraforestier. *Bull. Soc. Bot. France* 118: 77-94.

Bekker M.F., Clark J.T. & Jackson M.W., 2009 - Landscape metrics indicate differences in patterns and dominant controls of ribbon forests in the Rocky Mountains, USA. *Appl. Veg. Sci.* 12: 237-249.

Bekker M.F. & Malanson G.P., 2008 - Linear forest patterns in subalpine environments. Progress Phys. Geogr. 32: 635-653.

Billings W.D., 1969 - Vegetational pattern near alpine timberline as affected by fire–snowdrift interactions. *Vegetatio* 19: 192-207.

Buckner D.L., 1977 - Ribbon forest development and maintenance in the Central Rocky Mountains of Colorado. PhD Dissertation. University of Colorado, Boulder, CO, USA.

Coutts M.P. & Grace J., 1995 - Wind and Trees. Cambridge University Press, 485 p.

Emberger L., 1938 - Les arbres du Maroc et comment les reconnaître. Larose éd., 317 p.

Grace J., 1977 - Plant Response to Wind. Academic Press, 204 p.

Holtmeier F.K., 1982 - 'Ribbon Forest' and 'Hedges.' Strip-like distribution patterns of trees at the upper timberline in the Rocky Mountains. *Erdkunde* 36: 142-153.

Holtmeier F.K., 1985 - Climatic stress influencing the physionomy of trees at the polar and mountain timberline. *In* H. Turner & W. Tranquillini (éd.), *Establishment and Tending of Subalpine Forest: Research and Management*, Proc. 3rd IUFRO-Workshop P1.07-00, 1984. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., *Switzerland Ber.* 270 : 31-40.

Marr J.W., 1977 - The development and movement of tree islands near the upper limit of tree growth in the southern Rocky Mountains. *Ecology* 58: 1159-1164.

Ozenda P., 1985 - La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson, Paris, 344 p.

Panizza M., 2001 - Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Sci. Bull.*, suppl., 46: 4-6.

Pujos A., 1958 - Étude des érosions dans le bassin de la Moulouya. Reconnaissance des milieux de la haute Moulouya et de ses bordures montagneuses. SOGETIM, Rabat & Minist. Agric. & Forêts, carte + notice expl., 42 p.

Quézel P., 1957 - Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Essai de synthèse biogéographique et phytosociologique. Paul Lechevalier, Paris, 463 p.

Rhanem M., 2012 - La topoclimatologie, un thème de cartographie approprié à l'écologie des forêts d'altitude. Exemples pris dans les montagnes marocaines du Moyen- et Haut-Atlas. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, 43 : 301-316.

Rhanem M., 2013a - De l'écologie, de la répartition et de la structure spatiale du Genévrier commun hémisphérique : *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (Presl) Nyman au Maroc. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, 44 : 301-316.

Rhanem M., 2013b - La topoclimatologie, un outil au service de l'écologie. Applications et implications possibles au niveau de la gestion des forêts d'altitude des montagnes du Moyen et Haut Atlas. *Quad. Bot. Amb. Appl.* 24 : 77-107.

Rhanem M., 2014 - Sur la rareté du Genévrier commun (*Juniperus communis* L.) au Maroc et ses relations avec la triade arbustive d'éboulis (*Berberis hispanica* Boiss. & Reut., *Buxus balearica* Willd. et *Ribes uva-crispa* L.) au sein et à la périphérie de l'écotone supraforestier dans les hauts massifs de l'Ayachi et du Tichchoukt; intérêt de la géomorphologie. *Evaxiana* 1: 30-69.

Ruck B., Kottmeier C., Mattheck C., Quine C. & Wilhelm G., 2003 - *Wind Effects on Trees*. Proc. of the International Conference, 16-18 September 2003, University of Karlsruhe, Germany, 375 p.

Seppälä M., 2004 - Wind as a Geomorphic Agent in Cold Climates. Cambridge University Press, 358 p.

Yoshino M.M., 1973 - Wind-shaped trees in the subalpine zone in Japan. Arctic Alp. Res. 5 (3, Pt. 2): A115-A226.