



Aperçu des formes de croissance de l'irradiation de *Juniperus communis* L. au Maroc, au sein de stations-refuges écologiquement marginales

Mustapha RHANEM

Unité de botanique et écologie montagnarde,
Faculté des sciences, Département de biologie
BP 11201
ZITOUNE, MEKNES
MAROC
mrhanem@gmail.com

Résumé : Au Maroc, l'aire naturelle du genévrier commun (*Juniperus communis* L.), de taille extrêmement réduite et fragmentée en unités de faible surface, est très marginale en comparaison de celles de *J. oxycedrus* L., *J. phoenicea* L. et *J. thurifera* L. ; ce taxon n'en constitue pas moins un élément floristique précieux à haute valeur biogéographique. Contrairement à ses trois congénères méditerranéens, ce genévrier arctico-alpin apparaît comme une espèce rare, à caractère relictuel, qui n'a guère survécu sous forme résiduelle qu'en haute montagne, et encore exclusivement dans des ébauches de combes à neige disparates modelant les ruptures de pente en contrebas de la ligne de crête des plus hauts et puissants massifs montagneux encadrant les bassins arides supérieur et moyen de la Moulouya.

Cette localisation quasi restreinte à ce seul tronçon orographique de tout le Maroc lui confère de toute évidence une originalité certaine, individualisant davantage le couloir de la Moulouya des régions avoisinantes. Ces grandes concavités juxta-sommitales se révèlent d'autant plus intéressantes que le genévrier commun y structure les biotopes aussi bien des éboulis mobiles que des rochers. Il y développe de singulières adaptations morphologiques pour supporter à la fois un fort enneigement, des vents violents et des températures hivernales particulièrement basses, et les gelées en décollant. L'importance de ces paramètres climatiques dans la détermination des modèles architecturaux des formes construites est encore mal connue.

Dans ces stations privilégiées, le genévrier commun, que l'on a trop tendance à qualifier systématiquement de phanerophyte, acquiert ici un port nain, toujours touffu, prenant souvent l'allure de buttes, mais avec un large éventail de formes de croissance aussi bien chez les touffes isolées que groupées en masses plus ou moins compactes. Outre les processus nivo-éoliens, la géomorphologie propre à chaque station joue un rôle déterminant dans l'expression de ce polymorphisme.

Enfin, quelles que soient les solutions morphologiques adoptées, les touffes de genévrier se développent le plus souvent en halliers rampants, par petites plages ou en tapis étendus. Leur étalement sur les versants raides, de manière disséminée et sporadique, crée alors un motif en mosaïque tigrée très caractéristique dans la physionomie générale du paysage végétal.

Mots-clés : genévrier commun, touffes, rampement, relèvement apical, butte, hallier, mosaïque tigrée, couloir aride moulouyen, ébauche de combe à neige

Abstract : In Morocco, the natural range of *Juniperus communis* L. (common juniper), being of extremely small size and divided into unit of small areas, is very marginal compared to that of *J. oxycedrus* L., *J. phoenicea* L. and *J. thurifera* L.; it is nonetheless a precious floristic element of high biogeographical value. Contrary to his three Mediterranean congeners, this arctic-alpine juniper represents a rare and relict species that has barely survived in residual form in high mountains areas exclusively in some disjunct snow combes shaping the slope breaks below the crest line of the highest and largest mountain ranges surrounding the upper and middle arid basins of the Moulouya.

Being almost entirely restricted this single orographic section within the whole of Morocco, its occurrence confers a truly distinctive aspect that sets the corridor of Moulouya apart neighboring regions. These large depressions prove to be all the more interesting as common juniper structures the biotopes of both mobile screes and rocks by developing unusual morphological adaptations in order to resist both strong snowfall, violent winds and particularly low temperatures in winter. However, the impact of these climatic factors on the architectural models of the constructed forms remains as yet largely unknown.

In such unusual situations, common juniper, which tends to be too automatically qualified as a phanerophyte because its belongs to the woody arborescent species group, acquires a dwarfed shape, always thick, and often takes on a typical mound appearance even if a wide range of growth forms exist for both isolated tufts and those grouped in mass more or less compact. In addition to nivo-aeolian processes, geomorphology specific to each station play a key role in the expression of this polymorphism.

Finally, whatever the morphological solutions adopted, juniper tufts grow most often as creeping coppice, small rugs or wide carpets. Their spreading on steep slopes with a dispersed and sporadic distribution contributes to a very characteristic tiger mosaic pattern within the general physiognomy of the vegetation cover.

Keywords : common juniper, tufts, creeping, apical recovery, mound, coppice, tiger mosaic, arid corridor of Moulouya, large snow bed

I. Introduction

Juniperus communis est une Cupressacée largement distribuée à travers tout l'empire holarctique, mais inégalement répartie. Cette plante cosmopolite vit depuis les plaines scandinaves jusqu'aux steppes alticoles marocaines. Elle présente des formes différentes selon le climat auquel elle s'adapte et dont elle s'accommode. Il n'est donc pas étonnant qu'on en ait décrit des sous-espèces, des variétés et des écotypes (Adams, 2014). Ce taxon, avant tout médio-européen, se trouve au Maroc en extrême limite méridionale de son aire générale de répartition. Bien que rare et infiniment moins abondant que les trois autres genévriers existant au Maroc et ne constituant jamais l'élément dominant de groupements végétaux, le genévrier commun revêt néanmoins un intérêt considérable dans le contexte du bassin de la Moulouya où il est une des plus éminentes expressions de l'originalité de ce territoire. En certains endroits, il marque la physionomie du paysage de haute altitude, notamment le long des plus hauts massifs montagneux surmontant la périphérie du couloir moulouyen. Il y représente un élément relictuel qui apparaît comme tout à fait résiduel. Il possède une niche écologique particulière nettement hygrophile à la faveur de compensations hydriques de diverses origines. Les expositions stationnelles, l'ensoleillement et l'humidité, qui varient sur des distances parfois minimes, jouent un rôle des plus importants, à l'origine de la distribution disjointe du genévrier à l'intérieur de son aire marocaine. De plus, le jeu des compensations entre latitude et altitude n'est nulle part ailleurs plus net. Il ne fait guère de doute que la forte disjonction actuelle des stations de genévrier commun est due à l'amenuisement progressif de l'aire d'extension de l'espèce, raréfaction qui frappe en premier lieu les régions marginales. Tenant compte de ces considérations, et même si ce genévrier compte parmi les raretés de la flore marocaine, il constitue, néanmoins, un élément remarquable de notre patrimoine végétal qui non seulement doit être mis en valeur, mais aussi qu'il faut absolument protéger. Toutes ces singularités font de ce territoire une des premières richesses naturelles régionales et il conviendrait même, sans nulle exagération, de parler de richesse naturelle nationale. En dépit de ces originalités, s'il est un conifère qui est longtemps resté méconnu au Maroc, c'est assurément *Juniperus communis*. Outre sa rareté, les autres causes de méconnaissance sont en premier lieu, l'aspect sous lequel on peut le voir dans la nature qui ne reflète souvent que très imparfaitement le développement quantitatif et qualitatif dont il est capable ; même les dimensions que peut atteindre cet arbuste sont en général largement sous-estimées dans la littérature. La découverte récente de ce ligneux, aux caractères différentiels pourtant relativement faciles à identifier, dans certains secteurs au nord comme au sud des puissantes et hautes montagnes (Tadrart et Bou-Nacer) bordant le bassin de la Moulouya (Fig. 1) en est une nouvelle preuve (Rhanem, 2016b).

Depuis maintenant quelques années, un notable effort de recherche sur ce taxon discret a été entrepris dans le cadre d'un programme visant à la réalisation d'une cartographie et d'une étude comparative des groupements végétaux auxquels participe ce genévrier ainsi que l'identification des déterminants impliqués dans la structuration et la distribution de ces groupements. Outre les caractéristiques floristico-écologiques de chaque type de station, ce programme comporte un objectif méthodologique important. Nous avons été amenés à nous pencher sur quelques problèmes relatifs aux aspects génético-taxonomique et biogéographique des récentes découvertes de nouvelles localités à genévrier (Rhanem, 2016a et b ; Adams *et al.*, 2015).

Si le recueil de données sur le terrain effectué au cours de ces dernières années est maintenant assez avancé pour qu'il soit possible de dresser un catalogue précis des principales stations à genévrier commun, il n'en va pas de même pour ce qui concerne les formes de croissance de ce taxon.

Vu le grand intérêt offert par cette essence, nous en avons poursuivi l'étude, nous préoccupant surtout de l'aspect physiologique qui a retenu notre attention par un ensemble de traits singuliers, témoins de la puissante faculté d'adaptation de l'essence d'autant plus prononcée que l'altitude augmente. Quand on voit les touffes de genévrier commun s'accrocher sur la face nord des reliefs aussi raides que le Bou-Nacer, l'Amkaidou, le Tadrart et le Maasker, en pleines situations topographiques concaves propices à l'accumulation des neiges et des éboulis, ou bien se cramponner aux pentes les plus abruptes aussi bien mobiles que rocheuses, on mesure l'extraordinaire capacité du genévrier à profiter d'une part des moindres circonstances favorables en ajustant l'architecture de son appareil végétatif en vue d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles, fort réduites au demeurant, et d'autre part à modifier l'architecture de ses touffes pour mieux résister aux contraintes du milieu qui lui sont défavorables. Cette extrême variété des contrastes climatiques concourt à créer une grande diversité de formes qui sont encore peu connues.

Dans la présente étude, il nous a semblé important de revenir sur cette question de la forme. On constate que les considérations d'ordre morphologiques sont omniprésentes, comme l'illustre l'expression « genévrier rampant » par laquelle nous avons qualifié ce genévrier dans nos précédents travaux. Elles s'intègrent dans l'étude générale de son comportement écologique au Maroc.

Notre objectif est en quelque sorte une mise au point des connaissances actuelles sur les formes de croissance du genévrier commun. La description des morphotypes et l'étude de la synthèse de tous les facteurs sont seulement entrevues en essayant de percevoir quels mécanismes influent sur la croissance. L'attention a été plus particulièrement portée à la forme générale externe, sans se soucier de la géométrie interne, dont l'acquisition doit être vue comme le résultat cumulé de tous les accroissements qu'a subi, dans le temps ou dans l'espace, l'ensemble des ramifications (branches grosses ou fines). Cet état des lieux ne doit pourtant pas être considéré comme exhaustif. Bien des recherches restent encore à mener pour affiner cette connaissance. Il devrait néanmoins permettre d'entreprendre des comparaisons du fonctionnement des écosystèmes à base de genévrier commun entre la région méditerranéenne marocaine et les autres régions du monde.

II. Matériels et méthode

A. Spécificité abiotique et biotique du couloir moulouyen et ses rapports au genévrier commun

Présentant des caractéristiques assez semblables dans leur étendue, leur altitude moyenne et maximale ainsi que dans leur diversité physiographique, les sites étudiés se situent respectivement dans les sections du Haut- et Moyen-Atlas encadrant la plaine de la Moulouya qui s'étire grossièrement du SO au NE, et plus précisément sur les plus hauts massifs montagneux d'Amkaidou, de Tadrart et du Maasker pour le premier, celui du Bou-Nacer pour le second. Cependant, quelques traits différencient néanmoins les quatre chaînons.

L'aire d'étude (délimitée sur figure 1) est centrée plus particulièrement sur le territoire où s'observent précisément les populations de genévrier commun. Elle englobe du nord au sud :

- la portion centrale de l'adret du Bou-Nacer (3326),
- la totalité du versant nord de l'Amkaidou (3411 m)
- le tronçon centre-occidental de l'ubac du Tadrart (3490 m)
- la partie orientale de l'ubac du Maasker (3277 m).

Les caractéristiques édapho-géomorphologiques qui précèdent s'expliquent très bien par la configuration topographique générale de ces hauts massifs calcaires. Leur structure plissée et la nature même des roches confèrent à ces chaînons une topographie de pentes plus ou moins raides. Ces forts dénivelés favorisent d'importants phénomènes d'érosion et d'accumulation d'éboulis dont la fréquence est encore accentuée par la violence des précipitations orageuses. Ceci s'accompagne de fréquents rajeunissements des éboulis entraînant une transformation quasi nulle des matériaux au sens géochimique et une assez faible pédogenèse. Enfin, il n'est pas sans intérêt de rappeler, que l'important dénivelé de ces hauts reliefs et l'individualisation d'un étage de haute montagne étendu illustrent très bien, dans la genèse et le fonctionnement des talus d'éboulis, l'importance de la structure et du démantèlement cryoclastique des reliefs dominants pour la fourniture des débris et celle des conditions topographiques locales pour la diversité des formes. L'interaction de toutes ces différentes caractéristiques édaphiques et climatiques, sujette à variantes en haute montagne calcaire, est à l'origine d'un large éventail de conditions de bilan hydrique dont profite plus ou moins largement le genévrier commun. De plus, en limite de son aire locale de répartition, leurs actions combinées, complémentaires ou contradictoires déterminent une multitude de microbiotopes qui lui sont encore favorables.

Considéré dans l'ensemble de son aire de répartition géographique moulouyenne, cette étude fait apparaître que le genévrier se comporte davantage en végétal de pierrier (éboulis essentiellement, graviers torrentiels), qu'en rupicole stricte. En réalité il ne pénètre dans les groupements de fentes de rochers qu'aux hautes altitudes, principalement dans les formations de xérophytes épineuses. Ici, le genévrier commun montre de remarquables adaptations à la vie dans les fissures de rochers qui lui permettent d'échapper à la concurrence.

Depuis ces dernières années, un certain nombre de publications et de recherches, notamment dans le cadre de thèses (Rhanem, 2013, 2014, 2015, 2016a et b), ont permis de mieux cerner ces différents aspects. La présente étude se situe dans le prolongement de ces contributions dont le thème majeur s'articule autour de l'inventaire, la cartographie et la caractérisation des stations de genévrier commun. Dans ce qui suit, nous reviendrons succinctement sur certains traits originaux les plus remarquables.

L'un d'eux retiendra plus particulièrement notre attention et concerne la répartition spatiale de ce taxon. S aux nombreuses observations relevées sur le terrain et de la cartographie détaillée et comparative de ses différentes stations, il a été possible d'en déduire sinon des conclusions formelles, du moins une opinion argumentée sur un phénomène intéressant, celui de l'établissement quasi exclusif du genévrier commun sur le pourtour de la Moulouya. Il n'est nulle part aussi bien représenté et aussi nettement impactant tant son empreinte est importante et inattendue dans un contexte paysager de formations végétales caractéristiques des milieux arides et sous un climat qui apparaît, globalement, comme peu favorable au genévrier commun. Ce fait ressort nettement lorsqu'on embrasse l'ensemble des données disponibles pour tout l'imposant encadrement montagneux prospecté entre les localités de Tounfite et d'Outat-El-Haj (Fig. 1) où le genévrier a trouvé des conditions écologiques acceptables qui ont pu lui permettre de se maintenir, tout en étant à la limite extrême de ses possibilités de développement naturel.

Ce confinement sur des espaces très réduits et limités quasi exclusivement à ce seul tronçon orographique est d'autant plus frappant qu'il se résume à quelques centaines d'hectares disséminés seulement dans quelques rares localités. Le genévrier y est strictement inféodé aux grandes concavités juxta-sommitales. Il se cantonne aussi sur les flancs et le fond de certains vallons dont l'étroitesse et la raideur des pentes sont très accusées. Il n'en constitue pas moins un taxon important par la topographie particulière et la diversité des compartiments géopédologiques qu'il colonise. En modulant les effets climatiques du vent, de la neige et de la température en fonction de l'exposition, la topographie est un facteur majeur de la différenciation du genévrier commun dont l'aire principale coïncide précisément avec celle des grandes dépressions où l'humidité se maintient pendant toute l'année à un niveau élevé qui contraste avec l'aridité très marquée de la plaine en contrebas. La survivance en apparence paradoxale du genévrier peut se caractériser en trois points : insolation réduite, humidité du sol et de l'atmosphère, précipitations sous forme neigeuses essentiellement dépassant en moyenne 1000 mm par an.

Cette répartition est d'autant plus nette que les concavités sont plus marquées et élevées. Ces dépressions se terminent à leur tour au pied des immenses plaquages d'éboulis calcaires provenant de la désagrégation des arêtes calcaréo-dolomitiques. On y observe alors, avec la plus grande netteté, la présence de genévrier en plus fortes proportions et à grandes fréquences ; ailleurs, il devient beaucoup plus rare voire disparaît. Le genévrier commun apparaît ainsi comme un bon révélateur de certains types de milieux.

De telles stations, soumises à des conditions favorables et de ce fait très spéciales, restent toujours cantonnées en situation alticole au-dessus de 2 200 m d'altitude et deviennent d'autant plus fréquentes qu'on s'élève davantage ; elles s'égrènent ensuite à partir de 2 700-2 800 m jusqu'en crête où seules quelques touffes de genévriers peuvent être observées vers 3 100-3 150 m.

Alors que ce taxon est inexistant partout ailleurs au Maroc (même si, ponctuellement, quelques unités sont présentes jusqu'à la latitude de Chefchaouen dans le Rif), ces observations n'en conduisent pas moins, pour empiriques qu'elles soient, à poser le problème de la spécificité de ces stations dans cette unique région.

Le genévrier commun, même s'il se rencontre de façon très dispersée un peu partout, n'en organise pas moins un étagement significatif en deux niveaux principaux : l'un en mosaïque avec une forte proportion de xérophytes épineuses quasiment constantes et l'autre avec le cotonéaster nummulaire en de rares endroits à l'étage oroméditerranéen. Si les deux arbustes sont rares et n'apparaissent que très exceptionnellement, *C. nummularia* est relativement abondant alors que *J. communis* l'est beaucoup moins et plus localisé. Néanmoins l'un et l'autre, très exigeants du point de vue écologique, jouent dans le territoire présentement étudié sensiblement le même rôle, en particulier sur le Maasker. Ils participent tous deux à divers groupements aussi bien forestiers, en se comportant le plus souvent comme une simple caractéristique au niveau des cédraines essentiellement, qu'asylvatiques en bioclimat per-humide et humide essentiellement, voire sub-humide en cas de compensation hydrique d'origine édaphique. Cependant, ces deux essences offrent indiscutablement leur développement optimal à l'étage oroméditerranéen où elles occupent préférentiellement les éboulis en situation de refuges au pied d'escarpements rocheux, dans des lieux difficiles d'accès, là où les activités extensives les ont épargnées. Ce n'est donc pas une simple coïncidence si ce sont les talus d'éboulis à forte déclivité qui voient cohabiter ces deux arbustes.

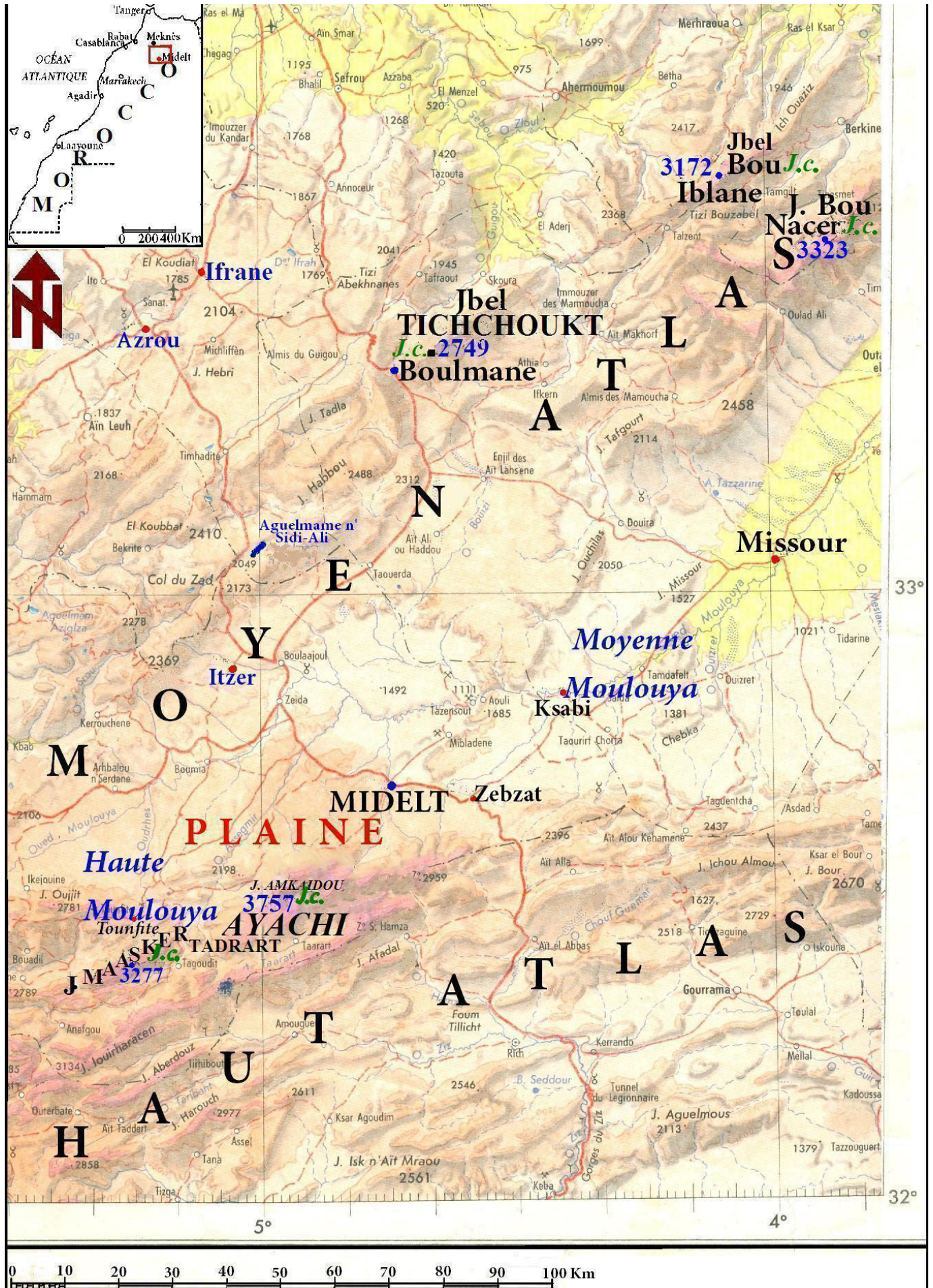


Figure 1. Situation des quatre derniers refuges majeurs de genévrier commun sur le pourtour moulouya en extrême limite méridionale de son aire périméditerranéenne. Alignés sensiblement à la même altitude et se succédant d'ouest en est, ces sites se répartissent, avec la plus grande précision, entre le Haut Atlas, avec trois blocs (Maasker, Tadrart et Amkaidou) et celui du Bou-Nacer dans le Moyen Atlas. Leur marginalité tant chorologique qu'écologique et leur isolement géographique par rapport aux autres territoires permettent de les considérer comme un système biogéographique original à haute valeur scientifique. Rappelons aussi que les localités de Tadrart et du Bou-Nacer n'ont été découvertes que tout récemment.

ALGÈRE
MYCOLOGIE
BRYOLOGIE
LICHÉNÉLOGIE
PTÉRIDOLOGIE
PHANÉROGAMIE
SORTIES
SESSIONS
PHYTOSOCIOLOGIE
DIVERS
HOMMAGES

En revanche, dans l'étage montagnard méditerranéen, il n'intervient que de façon subordonnée, car il très rare dans la strate arbustive des écosystèmes forestiers, en compagnie d'autres éléments caducifoliés ou sclérophylles, moins alticoles. Il s'agit surtout de *Berberis hispanica* Boiss. & Reut, *Ribes uva-crispa* L., *Buxus balearica* Willd., alors que *Daphne laureola* L. est à peine présent. C'est le cas à Takahamt-n-Bou-fsar, en contrebas de la retombée occidentale du chaînon d'Amkaidou, ainsi qu'au Tichchoukt où il est très peu fréquent. Contrairement aux deux espèces précédentes, *Buxus balearica*, élément laurifolié plus sclérophylle, participe à des structures pré-forestières, voire pré-steppeiques, ou constitue des fruticées quasi pures de large amplitude, structures où les éléments caducifoliés sont encore bien représentés. Des stations de ce type existent aussi bien dans le Moyen Atlas que le Haut Atlas. La description des groupements cités, qui figure dans nos travaux antérieurs sur le genévrier commun, ne peut être détaillée dans cette note.

Un autre trait distinctif de cette ancienne espèce dans ce territoire est l'uniformité et l'homogénéité des conditions stationnelles dans la majeure partie de son aire principale. Parmi les nombreuses stations qui l'hébergent, pratiquement toutes sont liées aux climats les plus humides de haute montagne et plus particulièrement aux milieux confinés des pentes raides ombragées, avec une préférence marquée pour les éboulis encore mobiles entassés en tous sens.

On comprend dès lors mieux que la réunion de ces conditions d'occurrence soit peu fréquente dans le contexte moulouyen et même au-delà. Par conséquent, les versants nappés de plages de genévrier, à des altitudes élevées identifiables par des arêtes vives, de nombreuses crêtes secondaires et une multitude de cols qui rappellent des décors beaucoup plus familiers de haute montagne, contribuent à une originalité forte et insolite des paysages de ces massifs. Comme le montrent les exemples étudiés, le genévrier commun est très bien représenté dans ces milieux où les xérophytes épineuses sont dominantes et jouent en général un rôle important par leur prédominance globale en nombre d'espèces et en fréquence ; les espèces constitutives sont essentiellement *Alyssum spinosum* L., *Arenaria pungens* Lag., *Astragalus ibrahimianus* Maire, *Bupleurum spinosum* L., *Cytisus balansae* (Boiss.) Ball, *Erinacea anthyllis* Link et *Vella mairei* Humbert. Mais il peut aussi former, seul ou associé avec ces xérophytes, des buissons caractéristiques avec un type spécial d'accroissement pouvant revêtir divers aspects, que d'autres plantes peuvent d'ailleurs appliquer sous l'influence des mêmes contraintes écologiques imposées par la reptation de la neige et le vent. C'est le cas en particulier pour *Berberis hispanica*, *Ribes uva-crispa* et surtout *Buxus balearica* dont les colonies, localement, présentent quasiment les mêmes caractères morphologiques et se comportent exactement de même.

Ces données, établies sur la base des différents travaux précités, fournissent sans conteste un enseignement précieux de nature surtout biogéographique. On peut y reconnaître des caractères chorologiques et écologiques suffisamment caractéristiques pour assurer une meilleure compréhension de la spécificité du bassin de la Moulouya mais aussi pour découvrir d'autres sites à genévrier et faire ainsi quelques observations complémentaires.

C'est en élargissant, de proche en proche, et tout naturellement notre champ d'étude à d'autres grands massifs montagneux qui surmontent la plaine de la Moulouya au nord comme au sud, là où toutefois l'équilibre entre la hauteur des reliefs et le climat offre toutes les chances au genévrier d'asseoir ses colonies, que nous avons été très agréablement surpris en juillet 2016 de découvrir, aussi bien sur le versant méridional du massif de Bou-Nacer (Moyen Atlas) que l'ubac de Tadrart (Haut Atlas), deux autres refuges majeurs jamais signalés jusqu'à présent. S'ils étendent singulièrement l'aire marocaine de ce taxon qui se retrouve symptomatiquement dans les hiatus les plus humides au sein de l'ambiance aride de la Moulouya, il n'en demeure pas moins que le genévrier commun reste encore rare. Ces nouveaux sites, tout comme ceux d'Amkaidou et du Maasker, comportent des populations bien établies présentant de surcroît un grand effectif, mais c'est surtout le refuge du Bou-Nacer qui surprend par sa localisation géographique inattendue et déconcertante ; il constitue en effet, au plan biogéographique, une confirmation des phénomènes si caractéristiques décrits dans le bassin de la Moulouya.

L'examen de cette localité nouvelle de genévrier valide les conclusions établies dans nos travaux antérieurs qui nous avaient déjà donné une idée de ce mode d'incursion d'un taxon enclavé à méso-échelle. En effet, en plus de l'originalité du site tout récemment découvert qui permet de compléter de manière encore plus précise la cartographie stationnelle du genévrier commun, cette découverte exceptionnelle confirme sans équivoque, l'hypothèse que nous avions postulée précédemment sur le modèle particulier de répartition du genévrier dans tout le Maroc, où il disparaît vers la moitié ouest du pays en dépit de la présence de plusieurs autres hauts massifs montagneux.

Bien qu'une étude comparable à celles effectuée dans les deux hauts massifs montagneux d'Amkaidou et du Maasker soit en cours, certains éléments de comparaison peuvent néanmoins être déjà dégagés. Nous nous contenterons toutefois de donner quelques indications chorologiques et écologiques complémentaires parmi les plus remarquables à cet égard.

Les résultats préliminaires permettent déjà d'appréhender le statut régional du genévrier commun et de cerner les biotopes d'intérêt majeur. On peut dire que le genévrier retrouvé est en plein cœur du versant moulouyen du massif du Bou-Nacer dont la crête, à l'instar des deux chaînons d'Amkaidou et du Maasker dans le Haut Atlas de Midelt, dépasse partout largement 3 000 m. Ce massif culmine à 3 326 m et constitue à cet égard la montagne la plus élevée de toute la chaîne du Moyen Atlas. Ce troisième refuge majeur, tout comme ceux du Maasker et d'Amkaidou, se trouve en haute altitude approximativement entre 2 400 et 3 000 m d'altitude. Les trois massifs présentent des caractéristiques suffisamment voisines pour que leur étude puisse être menée globalement, et le genévrier s'y répartit en effectifs à peu près égaux. Sa fréquence varie selon la tranche altitudinale et son étendue relative augmente avec l'altitude.

Il est symptomatique de retrouver dans le Bou-Nacer le même éventail de grandes dépressions topographiques à fortes contraintes dans lesquelles on observe habituellement le genévrier et qui s'individualisent par la combinaison de l'altitude et du bilan hydrique du site, qui dépend de la position topographique, de l'exposition, de la pente et du drainage. Partout liées au même complexe géologique et géomorphologique, ces dépressions se différencient peu les unes des autres aussi bien au plan bioclimatique qu'édaphique ; mais la diversité des microformes topographiques multiplie les variantes mineures qui feront ultérieurement l'objet d'une étude détaillée.

Il ressort aussi de l'ensemble de ces observations que cette coïncidence parfaite avec les grands reliefs montagneux surmontant la Moulouya ne s'exprime très nettement qu'aux deux extrémités occidentales et orientales du Haut Atlas et du Moyen Atlas, respectivement là où se trouvent justement concentrés d'une part le Maasker et l'Amkaidou, et d'autre part le Bou-Nacer, comme en témoignent les limites altitudinales notablement hautes en dessous desquelles le genévrier commun n'apparaît pas.

Partout, le genévrier commun est largement développé en recouvrant des entités écobiocénétiques très différentes et bien typées qui occupent une position similaire d'une manière significative, qu'il s'agisse du chaînon de Bou-Nacer, au fond de petits cirques creusés dans une bande juxta-sommitale, ou des dépressions plus moins larges du Maasker et d'Amkaidou.

Par contre, entre ces deux pôles, sa présence est bien plus discrète et, si les touffes de genévrier commun apparaissent çà et là, elles ne déterminent plus l'apparition de ce paysage si caractéristique, car, lorsqu'elles existent, elles se diluent au sein de la végétation générale. Tel est en particulier le cas dans le Tichchoukt.

Si les observations suggérées par le terrain lui-même révèlent le rôle fondamental joué par les formes topographiques concaves propices à l'accumulation des neiges et par les éboulis dans la répartition spatiale du genévrier commun, une analyse plus fine confirme le caractère non aléatoire de ces présences simultanées. Il serait en effet bien surprenant qu'à partir d'exemples aussi nombreux et aussi clairs, on ne puisse pas valider l'hypothèse que nous avons postulée précédemment sur le modèle particulier de répartition du genévrier dans tout le Maroc, et cela d'autant plus que l'exemple du Bou-Nacer apporte une contribution que nous croyons à cet égard efficace et déterminante pour confirmer le bien-fondé de cette hypothèse.

B. Méthode d'approche des formes de croissance du genévrier commun

Les formes globales de plantes rencontrées dans la nature sont fonctionnelles et correspondent à la façon dont elles optimisent l'exploitation du milieu pour effectuer la photosynthèse (Box, 2016 ; D'Arcy Thompson, 1917 ; Horn, 1971 ; Stevens, 1971). Ces adaptations sont d'autant plus intéressantes d'un point de vue géographique qu'elles ne portent pas seulement sur la physiologie, mais aussi sur la morphologie. Il en résulte qu'il n'est pas rare, du fait des caractères que l'on peut percevoir en produisant une certaine impression visuelle, de distinguer pour une même plante plus de deux formes de croissance différentes selon les conditions stationnelles auxquelles sa partie aérienne s'adapte et dont elle s'accommode. Il devient dès lors intéressant de noter non pas le type biologique habituel de la plante, qui résulte d'une étude statistique sur l'espèce en général, mais bien la forme de croissance réelle de l'individu, celui qui résulte de l'action du milieu au lieu d'observation. Ces caractéristiques physiologiques leur donnent un cachet reconnaissable et constituent donc une fiche d'identification de la forme de croissance des plantes en rapport avec le milieu, d'où la nécessité d'étendre la notion de type biologique au caractère tranché, à celle de forme de croissance, afin de ne pas mélanger des morphotypes dont la biologie n'est convergente qu'en une apparence très superficielle. Aussi, les formes de croissance constituent-elles, à une échelle plus fine, un caractère spécifique variable d'une réflectivité remarquable. Cet outil, qui exprime le mieux les relations milieu-croissance, ne peut pas toujours être d'une grande précision, mais celui-ci est suffisant pour déterminer, à partir d'observations banales de terrain, si cette essence est adaptée aux conditions écologiques d'un site spécifique. C'est donc un autre moyen efficace non seulement pour mieux décrire une espèce, mais aussi en tant que révélateur de son fonctionnement ; il a en outre l'avantage d'être simple, clair, et de surplus visant un but d'explication biologique et écologique. Dans leur acception moderne la plus usuelle, il y a donc un intérêt évident à identifier ces micromorphes et à les mettre en évidence pour mieux cerner comment les espèces d'une communauté végétale utilisent les ressources disponibles.

L'importance de telles observations avait déjà été ressentie depuis longtemps. De nombreux systèmes variés classant les diverses formes de plantes entières composant la végétation et basés exclusivement sur leur morphologie ont été proposés à travers le monde (Cain, 1950). Ceux-ci impliquaient des caractères purement descriptifs (Du Rietz, 1931 ; Kenoyer, 1929), mais la classification plus universelle où les formes ont fait l'objet d'une élaboration méthodique, bien qu'elle ne soit pas parfaite, est celle de Raunkiaer (1901). Si les critères de base employés dans la classification des types biologiques proposée, dès 1905, par Raunkiaer conservent encore l'essentiel de leur terminologie, il n'en reste pas moins que, depuis cette date, d'autres approches, même si elles préservent les caractéristiques essentielles du système proposé par cet auteur, ont apporté quelques améliorations en y incorporant des détails supplémentaires d'ordre écologique (Ellenberg & Mueller-Dombois, 1965-66) ou ontogénique, relatif à l'évolution et au développement de la forme (Hallé & Oldman, 1970).

D'aucuns morphologistes étaient moins préoccupés par la classification de la plante entière, mais cherchaient plutôt la signification fonctionnelle des caractères eux-mêmes. Parmi les recherches faites à ce sujet, certaines d'entre elles n'ont considéré que quelques éléments, tels que les feuilles qui refléteraient l'état de santé de la plante, ainsi que les conditions de son environnement (Givnish, 1979 ; Werger & Ellenbroek, 1978). Cette même approche descriptive de caractères est également utilisée pour les descriptions physiologiques de la végétation (Danserau & Arros, 1959). D'autres recherches plus ou moins approfondies dans ce domaine ont montré comment l'observation de plus nombreux caractères des espèces (incluant des caractères morphologiques, phénologiques et physiologiques) pouvait conduire à la définition de formes de croissance, basées sur l'ensemble des caractères considérés, qui doivent refléter encore mieux l'adaptation aux facteurs de l'environnement (Floret *et al.*, 1990 ; Orshan *et al.*, 1989 ; Romane, 1987).

Pour notre part, confronté à l'étude de systèmes écologiques où *Juniperus communis* imprime au paysage végétal un cachet spécial et devant le manque d'éléments pour la description de ses formes de croissance, nous avons souhaité entreprendre l'observation des principales transformations qui les caractérisent afin de mieux comprendre le fonctionnement de ces systèmes et d'en préciser la typologie.

Dans son aire supraforestière oroméditerranéenne, et à un moindre degré en milieu forestier, le trait et l'évolution des touffes de genévriers sont conditionnés surtout par les éléments essentiels du microclimat que sont le vent, dont l'influence est bien connue et démontrée par Coutts & Grace (1995), Grace (1977), Ruck *et al.* (2003) et Seppälä (2004), et la neige agissant par sa pression et sa charge (Biot, 1981 ; Mullenbach, 2000). Bien que plusieurs formes de croissance, causées par le vent et la neige ainsi que par des facteurs biotiques et autres, aient été décrites depuis longtemps pour divers arbres et abondamment illustrés dans de nombreux travaux réalisés à différentes altitudes et latitudes, en particulier dans l'hémisphère nord (Arno & Hammerly, 1985 ; Daubenmire, 1954 ; Dolukhanov, 1978 ; Holtmeier, 1973, 1980, 1981, 1985 et 2009 ; Mullenbach, 2000 ; Norton & Schönenberger, 1984 ; Payette, 1974 ; Scott *et al.*, 1987 ; Yoshino, 1973), il n'en est plus tout à fait ainsi dans les quatre massifs montagneux étudiés ici où les arbres déformés sont quasi inexistantes ; seuls quelques rares individus de cèdre de l'Atlas présentent en effet une forme naine à port compact, avec un haut degré de ramification centripète, et un port en drapeau. En revanche, *J. communis*, dont le répertoire auto-écologique apparaît comme étant plus diversifié, est à cet égard particulièrement intéressant. Essence frugale tant sur le plan écologique qu'édaphique, il s'adapte bien à son milieu développant des formes variées en fonction des situations dans lesquelles il se trouve, mais qui n'appartiennent, contrairement à ce l'on peut voir dans les territoires de plus hautes latitudes d'Europe et d'ailleurs, qu'au morphotype nain. Il convient enfin de souligner, bien que ce conifère arctico-alpin soit un authentique boréo-tempéré ou ses taxons dérivés d'une telle souche, qu'il vit cependant ici sous un climat qui, en dépit des analogies, n'est pas réellement arctico-alpin. C'est son origine géographique ou génétique qui est boréo-tempérée ; son écologie, elle, ne l'est plus totalement.

Au milieu de la multiplicité des formes de croissance, le vent et le poids de la neige apparaissent comme les deux facteurs déterminants pour imposer une allure basse plus large que haute à ce genévrier. L'action de ces facteurs peut jouer de manière séparée ou simultanée. Aussi peut-on distinguer, d'après les détails des déformations (essentiellement basées sur les

modifications des contours) des modes de croissance, des morphotypes spéciaux répondant pour la plupart au modèle rampant d'occupation du sol. Il y a donc une unité biologique, qui résulte de l'organisation même du genévrier dont le changement de forme globale peut correspondre à une nuance écologique de façon que leur présence ou leur absence puisse constituer une caractéristique écologique. Chaque morphotype isolé s'adapte bien à son environnement en adoptant une architecture spécifique en parfaite harmonie avec les conditions microclimatiques et géomorphologiques très strictes de la station qu'il occupe. Il évolue sous l'influence des facteurs stationnels qui lui sont particuliers et qui sont exprimés par sa physionomie. La forme de croissance entend ici intégrer tous les caractères morphologiques instantanés de la plante entière. Ainsi, elle couvre l'étude de caractères individuels (par exemple consistance foliaire), de caractère complexe (groupe de feuilles) et de la plante entière. La détermination de la forme géométrique du genévrier peut donc être facilement étudiée par ce procédé.

En introduisant de telles distinctions, il est possible, chez le genévrier commun, de déceler divers aspects avec une physionomie propre à chacun d'entre eux. Le but de la présente étude est d'identifier les corrélations qui peuvent exister entre les changements de formes de la silhouette générale du genévrier en fonction du milieu dans lequel elles vivent. Les descripteurs utilisés dépendent principalement de la forme externe. L'importance de cette approche, par ailleurs très pratique, nous a incité d'une part à tenter de dégager les types des formes de croissance de *J. communis* reconnus dans ce contexte de haute montagne et mesurer leur importance relative dans les différents secteurs et, d'autre part, à essayer d'en établir une classification et d'en suggérer une interprétation écologique. Cela permettra d'entreprendre alors des comparaisons plus aisées avec d'autres régions du monde.

Le problème abordé ici est celui de la mise en évidence des structures (modèles d'occupation au sol) et architectures (modèles d'occupation volumique) au niveau des morphologies rencontrées chez le genévrier commun et de leur adéquation aux diverses conditions stationnelles qui influencent déformations et adaptation. Nous avons du reste, dans nos travaux cités plus haut, distingué un certain nombre de types de formes de croissance, en les rattachant à l'action combinée de la neige et du vent qui s'avèrent les deux facteurs climatiques prépondérants imprimant les conséquences de leurs actions permanentes sur la forme et la croissance du genévrier. Cependant, compte tenu d'une certaine uniformité du substrat, cet impact est en relation directe avec les contrastes stationnels liés aux changements des caractéristiques géomorphologiques et topoclimatiques.

Pour répondre à cette finalité de recherche, l'analyse de la forme a été menée dans différentes stations. L'absence de dispositif expérimental autorisant des comparaisons morphologiques en milieu uniforme oblige à sélectionner un grand nombre d'attributs végétatifs dont la caractérisation s'effectue *in situ* et à apprécier les principaux paramètres environnementaux.

Des résultats partiels ont déjà été publiés sur le sujet (Rhanem, 2013, 2014, 2015 et 2016a et b), ils seront repris et approfondis dans cet article à la lumière de récentes investigations effectuées dans ce but en précisant la description des différents morphotypes distingués dans toute l'étendue du territoire englobant les massifs du Bou-Nacer et du Tadrart récemment découverts. Ces micromorphes y présentent une distribution extrêmement irrégulière, mais apparaissent toutefois avec quelque fréquence dans un certain nombre de stations ou de milieux écologiques. Des observations écologiques ont été précieuses pour mieux comprendre et comparer l'architecture d'ensemble des différents morphotypes identifiés.

Le présent article n'a donc pas pour objectif de prétendre tout comprendre ou tout expliquer de la répartition spatiale actuelle du genévrier commun. Il vise à mieux faire connaître ses formes d'adaptation. L'approfondissement de ces connaissances morphologiques est en effet un des éléments déterminants non seulement du point de vue fondamental, mais aussi finalisé pour proposer aux aménagés des actions de gestion pratique raisonnée allant dans le sens d'une prévention qui débouche sur le maintien de la diversité génétique de ce taxon.

Tenant compte de toutes ces considérations, l'étalement plus ou moins large de sa ramure rampante à la surface du sol et la hauteur de ses touffes nous ont paru être les caractères biologiques distinctifs les plus évidents. En fait, les morphologies sont le plus souvent combinées et complexes ; néanmoins, les deux types de synthèse susceptibles d'être retenus nettement sont le type prostré et le type bombé. C'est à l'intérieur de chacune de ces formes que seront analysés les modes d'organisation morphologique. C'est à l'étude des différents morphotypes du genévrier et de leurs rapports avec ses modelés supports que sont consacrées les pages qui suivent.

III. Diversité architecturale des touffes de *J. communis* et son impact sur la physionomie de la végétation

Le comportement du genévrier commun, sur le plan morphologique, en termes de croissance, face aux contraintes climatiques dues surtout à la reptation de la neige, au décapage par le vent fort entraînant des cristaux de glace et à l'action répétitive des alternances nyctémérales gel-dégel, est, à cet égard, très intéressant.

Dans les portions altimontaines des hauts massifs montagneux présentement étudiés où règnent de telles conditions particulièrement sévères, ses rameaux tortueux aux extrémités redressées sont toujours maintenus nains quasiment au ras du sol en rampant sur les pentes raides des versants ; il n'est donc pas un phanérophyte, il est plus ou moins un chaméphyte ou le plus souvent un nanophanérophyte. En sorte qu'on est tenté de le classer parmi les chaméphytes dont seule l'existence d'un tronc affirmé, bien que relativement très court et généralement masqué par un feuillage dense qui empêche sa visibilité totale, mais nettement individualisé, permet sans aucune hésitation de le ranger dans la catégorie des nanophanérophytes. À l'intérieur de ce groupe, on distingue bien entendu des sous-catégories secondaires spécialement créées pour le genévrier commun.

A. Effet nurserie des buttes de genévrier commun

Dans ces milieux à très fortes contraintes, il se produit constamment une inhibition ou une destruction du bourgeon terminal qui s'accompagne de la naissance de cimes secondaires. Il en résulte par conséquent un port nain où seul un développement latéral volumique s'avère possible, constituant de fait le trait majeur de sa morphologie le plus discriminant. De plus, il incurve ses tiges plus ou moins longuement rampantes vers le haut de manière à les maintenir à une hauteur constante, elles résistent de cette manière à l'aplatissement dû au poids de la neige. Il convient de souligner que le glissement progressif de la neige compactée par gravité, combiné à la reptation des éboulis mobiles sur les pentes fortes à raides, entraîne très souvent la déformation de ses axes ligneux (l'épaisseur du manteau neigeux exerçant une pression mécanique équivalente à quelques tonnes par mètre carré au niveau du sol). De nombreuses branches basses plus ou moins serrées et bien fournies en feuilles aciculaires, s'étalant essentiellement en direction de l'aval, se dressent presque parallèlement les unes par rapport aux autres prenant l'allure de touffes, qui, rapprochées, peuvent s'auto-protéger. Ce lacis de tiges rampantes, d'abord couchées puis

redressées, est très efficace contre le glissement de la neige et même le favorise. Appliquées contre le substrat, ces touffes permettent aussi au genévrier commun d'une part de fixer les éboulis par le réseau de ses branchages et d'autre part de résister en particulier à la descente du matériel minéral en divisant le flux et le déviant latéralement.

En outre, sous son abondant et épais feuillage, le sol s'épaissit vers la surface par suite de l'accumulation de la litière et de la terre fine piégée par ce dernier, dont le stade ultime sera la genèse d'une butte proéminente (Photo 1). Au sein de ce microrelief saillant, le genévrier, au vu de sa longévité et de son haut potentiel de production de litière, génère son propre « sol » par l'amoncellement de la matière organique liée à la décomposition de sa couverture morte (édificateur) et de la poussière sous son couvert et s'affranchit peu à peu entièrement de la roche carbonatée sous-jacente. La matière organique évolue lentement vers un xéromorpe brun à très noir (selon le degré d'ouverture de la butte) reposant directement sur la dalle calcaire plus ou moins lapiazée. En même temps, il se crée un microclimat interne sous son abondant et épais feuillage, de sorte que la transpiration est réduite, l'air conserve une humidité plus abondante, la lumière se trouve fortement atténuée, la température régularisée, les déplacements de l'air par le vent presque insignifiants. On comprend dès lors pourquoi, au sein de tels édifices, l'action du gel s'atténue beaucoup et qu'ils déterminent eux-mêmes des microbiotopes très spéciaux qui, par leur ombrage, d'une part atténuent la sécheresse en entretenant une humidité quasi permanente et d'autre part leur évitent les chocs thermiques. Ceci a pour corollaire de limiter les effets de l'évaporation par grand vent ou lors des vagues de chaleur estivales.

Tout se passe donc comme si ces buttes se constituaient en autant de micromilieus beaucoup plus favorables au développement du genévrier que le climat général des localités où il se rencontre, ainsi d'ailleurs qu'à d'autres espèces sylvatiques, laurifoliées ou caducifoliées, inhabituelles à pareille altitude, et qui se développent électivement à l'intérieur par effet nurserie; c'est en particulier le cas pour *Daphne laureola* (Photo 2). Ce taxon, contrairement au type junipéroïde à feuilles aciculaires très étroites, appartient au type laurifolié qui tire son nom du genre *Laurus*. Il convient à cet égard de souligner que ses représentants, souvent sempervirents et hygrophiles, de surcroît possédant des feuilles larges, colonisent surtout les régions subtropicales à climat assez humide, sans grands froids hivernaux. Au Maroc, le daphné est surtout abondant dans les portions de territoire soumises à une importante influence océanique à l'étage méditerranéen supérieur. Il en est ainsi dans le Moyen Atlas septentrional

où le laurier se développe optimalement dans le sous-bois de peuplements forestiers où il trouve un climat local de même allure (Rhanem, 2016a et b).

Dans d'autres cas, les buttes de genévriers peuvent être un foyer dynamique pour l'installation et le développement de quelques cèdres (Photo 3). Elles leur fournissent une protection quasi inexpugnable face à la dent des caprins, particulièrement au cœur des buttes où de surcroît les jeunes cèdres sont soumis à des conditions microclimatiques et édaphiques plus favorables que dans les zones ouvertes adjacentes.

Il s'agit d'une station de crête secondaire à découvert et très exposée où la neige est constamment enlevée par le vent. Il convient de souligner à cet égard que toute écorchure de la butte est suivie d'un lessivage du sol entassé. Les averses violentes consécutives aux orages d'été entraînent peu à peu le sol de cette butte provoquant l'agrandissement indéfini de la surface érodée; finalement les souches fortement encrées du genévrier et les dalles lapiazées sous-jacentes sont remises à nu. Le vent violent d'ouest qui souffle à ce niveau accentue aussi l'érosion.

Par ailleurs, dans ces milieux très ventés, si la pression régulière et orientée de la reptation de la neige contribue à donner au genévrier un port strictement rampant, proliférant toujours dans le sens de la ligne de plus grande pente, il n'en reste pas moins que les facteurs édaphiques ont également un rôle non négligeable, en particulier



Photo 1. Butte proéminente de genévrier commun sur un replat légèrement incliné en milieu forestier (cédraie); elle se compose d'une touffe isolée et bas-branchue édiflée sur un petit monticule organique mêlée de terre fine (face nord du Bou-Nacer à 2 400 m d'altitude, © M. RHANEM)



Photo 2. Hallier de micromorphes ramassées en coussinet plus ou loin globuleuses et serrées les unes contre les autres (rendant délicat les comptages), atteignant 1 m à 1,20 m de diamètre et de hauteur, dans lequel prennent pied des touffes de *D. laureola* (premier plan), arbrisseau à larges feuilles persistantes. Celles-ci confèrent à ces plages un aspect encore très touffu et parfois impénétrable (fruticée bi-strate à *J. communis* et *C. nummularia* en milieu asylvatique colonisant les pentes à forte déclivité du haut-ubac du Maasker vers 2 700 m d'altitude. L'on devine au fond quelques cépées du cotonéaster repérables à leurs rameaux arqués, © M. RHANEM.



Photo 3. Station à découvert de l'écotone supraforestier d'Amkaidou, entre 2 400 et 2 500 m d'altitude. Notons qu'en dépit de l'effet nurserie induit par les buttes désunies de genévrier commun édifiées sur éboulis les jeunes plants de cèdre subissent, néanmoins, de plein fouet l'action dévastatrice du vent que traduit l'aspect moribond des tiges multiples qui en émergent. En arrière-plan, l'on peut aussi déduire la présence de jeunes pousses de cèdre de l'Atlas à côté de vieux individus en « nid de cigogne » qui les protègent des vents forts d'ouest qui soufflent fréquemment à ces niveaux, © M. RHANEM.



Photo 4. Touffe rupicole très rase et disjointe de genévrier commun plaquée contre la dalle conglomératique directement exposées à l'action du vent, et à contrastes thermiques très accusés (mi-versant de l'ubac d'Amkaidou entre 2 400-2 500 m d'altitude). Se comportant ici en chaméphyte, il déploie presque à partir du collet de longs rameaux minces et dissymétriques qui rampent en descendant parallèlement à la ligne de plus grande pente. L'aridité édaphique de cette station de l'écotone supraforestier de l'ubac d'Amkaidou se double d'une aridité climatique due aux vents forts, le placage des rameaux à même le sol en est la meilleure illustration à cet égard. Sous l'effet conjugué de la reptation de la neige et du décapage par le vent, le genévrier incurve ses tiges rampantes vers le haut de manière à les maintenir à une hauteur constante, © M. RHANEM.

montagne, où les touffes disjointes de genévrier prennent souvent cet aspect. Un tel morphotype est réalisé en station moins favorable, où les genévriers sont plus particulièrement exposés à la puissance maximale du vent, les obligeant à développer plus encore leurs rameaux le plus près possible du sol, le profil dissymétrique s'affirme. Inversement, il offre moins de prise au vent qui entrave directement la croissance monopodiale. En même temps, il résiste aussi à l'écrasement par les neiges lourdes en plaquant au maximum, par prostration, leur ramure abondamment fourchue contre le sol. Dans ces conditions écologiques très contraignantes, ce port rustique prostré est doté d'un fort pouvoir d'expansion latérale et les touffes, souvent lâches, sont alors de très petite taille, constituant des halliers rasants très caractéristiques (Photo 5). De plus, la souche, très vigoureuse et très excentrique, est longuement étirée vers l'aval, alors que tous les rameaux se dirigent vers le bas de pentes déclives, formant des sortes de touffes déprimées bas-branchues qui ne dépassent guère ordinairement 30 à 40 cm de hauteur (Photo 5). Ce

la lithologie : types d'éboulis (fins et riche en terre fine des marno-calcaires ou d'éboulis grossiers plus mouvants issus de la désagrégation de calcaires plus durs) et affleurements de rochers calcaires plus ou moins diaclasés, qui modifient ici les conditions locales du climat dans le sens de l'aridité et influence en conséquence l'expression synthétique de la physionomie du genévrier, tant verticalement qu'horizontalement (Photo 4). Il convient toutefois de souligner que le degré de fragmentation et de fissuration des affleurements de roches mères (joints de stratifications, joints de schistosité dans le cas des calcaires en plaquette, fractures tectoniques, diaclases...), la conformité ou non du pendage des strates avec la topographie, ainsi que les éboulis mis en place par gélifraction, par colluvionnement ou par remaniement de produits d'altération résiduels, sont les principaux paramètres qui déterminent le fonctionnement et l'évolution de ces substrats jouant un rôle considérable et irremplaçable.

Le genévrier commun est essentiellement bâti autour de ces deux types bien distincts par la physionomie dont le contour peut présenter une symétrie bilatérale ou une fausse symétrie axiale ou encore sans symétrie. Le port aplati se caractérise par un appareil végétatif largement étalé sur la surface du sol, tandis que le type bombé, en fortes touffes, est plus ou ramassé. Il convient aussi de noter que, même si les hauteurs de ses touffes varient entre 20 et 150 cm, il n'en reste pas moins que chacune d'elles est assez régulière dans son aspect de surface. Quoi qu'il en soit, ces formes élémentaires représentent bien sûr des tendances plus ou moins parfaitement réalisées et des intermédiaires existent, suivant la longueur des entrenœuds, la densité du feuillage, le degré de ramification et l'orientation des axes. Enfin, pour la répartition de la masse foliaire, on peut l'apprécier par la présence de rameaux en brosse (feuilles agglomérées en paquet dans la périphérie supérieure du houppier), mais aussi la présence de fenêtrage (trouée dans le houppier laissant voir une tache de sol) ou au contraire un houppier feuillé opaque ne laissant quasiment pas voir le sol à travers, et dont il sera question ci-dessous.

B. Essai typologique des principales formes de croissance.

Les différentes formes distinguées sont autant de preuves du caractère spécialisé des touffes du genévrier ; elles se rencontrent surtout en milieu asylvatique et, à un degré moindre, en milieu forestier. Par ailleurs, la localisation de l'un ou l'autre de ces morphotypes dépend de l'affleurement de la roche mère, de l'importance des plages d'éboulis plus ou moins instables à la surface du sol, ainsi que de l'humidité/sécheresse de la station et l'exposition au vent.

1. Morphotype aplati ou plaqué contre le sol (Photos 4 et 5)

Cette forme rase est la plus fréquente en haute montagne. Un tel morphotype est réalisé en station moins favorable, où les genévriers sont plus particulièrement exposés à la puissance maximale du vent, les obligeant à développer plus encore leurs rameaux le plus près possible du sol, le profil dissymétrique s'affirme. Inversement, il offre moins de prise au vent qui entrave directement la croissance monopodiale. En même temps, il résiste aussi à l'écrasement par les neiges lourdes en plaquant au maximum, par prostration, leur ramure abondamment fourchue contre le sol. Dans ces conditions écologiques très contraignantes, ce port rustique prostré est doté d'un fort pouvoir d'expansion latérale et les touffes, souvent lâches, sont alors de très petite taille, constituant des halliers rasants très caractéristiques (Photo 5). De plus, la souche, très vigoureuse et très excentrique, est longuement étirée vers l'aval, alors que tous les rameaux se dirigent vers le bas de pentes déclives, formant des sortes de touffes déprimées bas-branchues qui ne dépassent guère ordinairement 30 à 40 cm de hauteur (Photo 5). Ce

morphotype, assez lâche par ailleurs, traduit une adaptation plus marquée à la vie dans les éboulis que sur les parois rocheuses. Il importe aussi de noter, dans ces larges dépressions, l'intervention simultanée du vent et surtout de la pression mécanique exercée par le poids de la neige lourde dont la conséquence se manifeste par la réduction conjointe de la taille des touffes par prostration des rameaux qui s'alignent pratiquement sur la même hauteur (pas plus de 40 cm).

En dépit de l'action puissante du décapage par le vent et du poids des neiges dans ces milieux dégagés, des indices de tendance de redressement s'aperçoivent encore aux extrémités raméales. Mais ce relèvement est très faible et ne peut être accentué parce que la souche grossit à peine. Les conditions favorables à son développement sont en effet étroitement limitées à la fois par le vent et les neiges entassées. Leur action combinée semble être la cause déterminante du couchage complet du buisson.

Par contre, en situation d'abri sub-rupicole (Photo 4), les touffes de genévriers s'adaptent parfaitement bien à ces conditions en évitant rigoureusement de trop s'aventurer plus haut et en dehors du revers rocheux (côté sous-levant), comme en témoigne le parfait alignement des rameaux pratiquement sur la même hauteur. On voit par ailleurs que, dans cet espace très exigü, les branches se resserrent et s'entrelacent davantage en formant une masse, certes moins étendue, mais plus compacte particulièrement bien exprimé dans ce micro-environnement, ne dépassant guère le contour du rocher vers l'amont, mais dont l'expansion peut encore se faire que vers l'aval. Ce lacis inextricable tout à fait impénétrable, d'une part, réduit au maximum l'évapotranspiration et, d'autre part, lui confère une grande capacité de profiter des précipitations, en particulier occultes.

Cependant, dans ces deux stations, les effets induits ont aussi consisté en une nette réduction du taux de croissance portant à la fois sur la longueur et sur la grosseur des rameaux ; ces derniers deviennent plus raides (augmentation de la rigidité due à l'accroissement en épaisseur) et s'accompagnent d'une production exceptionnellement importante de feuilles ayant une petite taille par rapport aux touffes rencontrées à plus basse altitude, ce qui rend compte de son feuillage encore plus dense et plus épineux, d'où un appareil aérien compact encore plus difficilement pénétrable. En réalité, si les ramifications semblent ici plus abondantes, c'est que les pousses annuelles sont courtes, nombreuses et très rapprochées. Les branches s'allongent faiblement et se ramifient. De là l'aspect touffu et très ramifié qu'ont pris les individus, alors que les feuilles aciculaires sont par ailleurs plus fermes avec des pointes très piquantes.

2. Morphotype bombé ou hémisphérique (Photos 2, 6 et 7)

C'est également une forme peu fréquente à l'état isolé, que l'on rencontre plutôt en masse dans les écotones supraforestiers et en milieux forestiers. Les touffes de genévriers sont densément groupées et s'imbriquent solidement adoptant une morphologie en dômes surbaissés ou en coussinets globuleux. Le genévrier présente une tige principale généralement masquée par un feuillage très dense qui empêche totalement sa visibilité, toujours naine bas-branchue, mais à peu près dans tous les sens ; les rameaux rampants sont plus courts et forment des enchevêtrements inextricables. Juxtaposées et intriquant leurs branches contournées et tortueuses, l'ensemble des touffes constitue une masse extrêmement densifiée de 1 à 1,5 m de hauteur, les individus plus centraux affectant la forme de dômes ou en boules, tandis que, vers les marges, ils diminuent de taille et deviennent plus dissymétriques en raison de conditions climatiques beaucoup plus brutales.

Ainsi on peut voir (Photo 6) avec quelle netteté, quelle régularité le vent déjette les ramifications du genévrier et en taille en même temps la surface comme avec une cisaille. De cette manière, elles offrent moins de prise au vent. L'on peut deviner que toutes les touffes de genévriers situées immédiatement au bord sont inclinées dans le sens des vents dominants d'ouest qui agissent avec une particulière violence. En surface, les rameaux se joignent et sont encastés les uns dans les autres. Ils s'imbriquent dans le reste de la colonie et augmentent sa résistance physique en formant un véritable paravent ; celui-ci constitue un rempart compact et biseauté perpendiculairement à leur direction. Ces dispositions assurent la cohésion de l'ensemble de la masse des touffes, se répercutant à la surface par une divergence morphologique très marquée entre le côté au vent et celui sous le vent (Photo 7).

Tous ces signes traduisent l'existence de tensions et de poussées à l'intérieur du hallier qui se comporte comme une masse cohérente. Dynamisée par les pressions externes exercées par la poussée latérale du vent, son extension se fait le long de leur grand axe, lequel est orienté perpendiculairement au sens de la pente. L'on peut ainsi remarquer que les touffes prolifèrent à l'opposé de la face ventée à l'abri des premières, qui perçoivent de plein fouet l'effet du vent, il y en a d'autres un peu plus hautes qui, à leur tour, protègent les suivantes. Derrière chaque bordure nouvellement formée, d'autres pousses s'ajouteront à l'édifice et continueront à s'élever encore un peu plus, mais sans jamais dépasser un niveau moyen, celui de la surface générale de la touffe. En se calant les uns sur les autres, ils donnent au hallier son profil régulier si caractéristique. En effet, l'aspect pris par les branches disposées à peu près au même niveau montre qu'elles n'ont pu continuer à végéter dans ce sens en raison de conditions microclimatiques encore plus contraignantes.

L'élongation est vraisemblablement limitée à la hauteur correspondant à l'enneigement protecteur. Cet arrêt simultané de la croissance de chaque rameau vers la surface, empêchant l'ensemble de la touffe de monter en hauteur, oblige les branches



Photo 5. Halliers rabougris en paillason de genévriers aux touffes désunies à 2 800 m d'altitude qui ne sont nulle part aussi largement étendus en nappe que sur ces talus très pentus. Il s'agit de plages extrêmement aplaties colonisant des éboulis ; les touffes s'appliquent à l'extrême au ras du sol, aussi bien à la surface que sur les côtés des touffes. L'on peut aussi deviner au second plan, au centre du cliché, la présence au pied d'un ressaut calcaire d'une petite plage sub-rupicole très dense orientée au sud-est (ubac d'Amkaidou), © M. RHANEM.

situées immédiatement au-dessous à s'étendre sur les côtés (croissance sympodiale). Toujours au plan architectural, tandis que, vers les bords, la masse se constitue en plan incliné suivant lequel glisse le vent, les rameaux feuillés, formant la voûte à leur surface extérieure, réalisent un toit presque toujours clos et là aussi comme taillé au sécateur.

En revanche, au bord est du hallier, abrité de l'action violente des vents d'ouest (Photo 7), les touffes de genévriers se présentent visiblement comme des coussins volumineux et peu déformés en donnant des types magnifiques en dômes quasi arrondis, en cloches ou encore en coupoles comme celles du milieu, au surplus présentant une symétrie quasiment régulière, le sommet occupant à peu près le centre. En fait, sous cette apparente régularité externe, un examen plus attentif montre que les souches se caractérisent toujours par leur excentricité. En général, chaque touffe représente un pied unique de genévrier dont l'axe resté très court, bas et ordinairement couché, forme une grosse souche cachée sous la multitude de ses branches ramifiées au ras du sol. Quand on écarte les rameaux extérieurs, on aperçoit en effet un fouillis de rameaux ; certaines de ces branches sont grosses, d'autres grêles et longues vont, de côté ou en haut, porter leurs rameaux feuillés à la surface extérieure. Par ce caractère – des ports en coussinets et l'allure xérophile du feuillage – le genévrier commun se présente sous la forme de petites nattes de verdure semblables à celles que peuvent également former dans l'étage de haute montagne les xérophytes épineuses.

3. Morphotypes divers

Si les halliers précédents se caractérisent par l'homogénéité des déformations subies par les touffes, il n'est pas rare aussi d'observer, au sein d'une même plage, des variations dans l'aspect pris par chacune des touffes constitutives dont la surface générale décrit des ondulations. C'est sur le bord immédiat des falaises que ce phénomène se présente dans toute son ampleur. Ainsi, (Photo 8) se succèdent, de l'amont vers l'aval, divers tronçons où l'emportent ici, d'une manière plus marquée, un fort et long enneigement, une fonte ralentie, permettant la persistance de congères tardives qui dépendent directement de la position topographique et la pente. Il n'y a donc pas de doute, par le seul aspect de la surface externe du hallier, que ces derniers, à côté du microclimat hivernal particulièrement froid, constituent les deux autres facteurs essentiels qui paraissent pouvoir être retenus comme éléments d'explication de cette hétérogénéité physiologique, car l'ensoleillement est réduit tant par l'effet de masque du relief que l'obliquité du rayonnement.

Ainsi, dans cette station à topographie nettement contrastée, la partie proximale, relativement aplatée, est plaquée contre la falaise, tandis que, dans la partie distale qui subit moins la pression des congères, les ramifications s'accumulent en bourrelet convexe à l'aval en adoptant un port bombé hémisphérique. Au pied de l'escarpement rocheux où les névés perdurent plus longtemps, les touffes semblent s'effacer le plus possible dans la partie médiane qui se manifeste par le tassement, voire l'écrasement des branches. En sorte que l'expansion et l'extension tant verticale qu'horizontale du « front de coulée » se font essentiellement en contrebas. Ces faits importants démontrent que les pousses du genévrier sont très sensibles aux variations de la topographie, ce qui est un de ses caractères frappants.

En outre, il se produit un grand rapprochement des diverses pousses se manifestant à tous les niveaux par l'aspect très touffu et absolument impénétrable, tant par la densité de l'ensemble de sa ramure que par leurs feuilles aciculaires, d'où l'augmentation de la compacité apparente. Il convient aussi de remarquer que, dans la partie accrochée au bas de la falaise, les pousses feuillées sont imbriquées comme les tuiles d'un toit, à un degré extrême, ce qui établit une ramification échelonnée suivie au redressement sans cesse des pousses. Ceci tient évidemment à ce que tous les rameaux ont une tendance à pousser le plus possible vers l'extérieur et en haut ; ainsi elles prennent à la fin une direction obliquement relevée, du moins quand l'individu



Photo 6. Hallier de touffes de genévriers en dôme surbaissé et incliné à orientation éolienne permanente (altitude : 2 450 m). Il s'agit d'une station à découvert où les vents d'ouest agissent avec une particulière violence typique de l'écotone supraforestier écologiquement et morphologiquement intermédiaire situé à mi-versant sur une pente moyenne à 2 400 m d'altitude (ubac du Tadrart), © M. RHANEM.



Photo 7. Vue de la face opposée sous le vent du hallier où les déformations sont beaucoup moins fortes ; les touffes, plus volumineuses, ne sont plus déjetées et sont plus ou moins écartées les unes autres et, surtout, leurs bordures, aussi bien sur les côtés qu'à la surface des touffes, ne sont pas taillées en même temps comme c'est le cas à l'extrême bord du hallier tourné vers l'ouest (Photo 5). Cependant, toutes les touffes maintiennent conjointement leurs sommets plus moins arqués au même niveau moyen de la surface générale du hallier, © M. RHANEM.



Photo 8. Hallier complexe et étagé montrant des variations d'épaisseur que traduisent les contours sinusoidaux pris par les sommets arqués des touffes coalescentes. Il est par ailleurs évident que cette tendance à croître en décrivant des ondulations est générale pour tous les rameaux (versant moulouyen du Bou-Nacer à 2 400 m d'altitude). La protection mutuelle des rameaux contre le poids de la neige est à l'origine de la dissymétrie d'épaisseur totale de ce hallier, © M. RHANEM.



Photo 9. Morphotype en brosse induite par une déformation dissymétrique de la touffe de genévriers toute entière, © M. RHANEM.

moins parfaitement réalisé, dans des conditions stationnelles assez dissemblables dans l'écotone supraforestier de ce même chaînon (Photo 4). Mais, d'une manière constante, les touffes sont moins épaisses du côté tourné vers l'amont que du côté opposé et la souche se trouve située sous ce côté mince du buisson.

Il faut ajouter que, dans cette station encore largement influencée par les neiges, si toutes les branches, même les plus volumineuses, sont courbées, elles ne sont pas aussi écrasées sous leur poids, à l'instar des morphotypes en paillason que nous avons décrits précédemment. Cependant, cela est suffisant pour établir un morphotype rampant pour toutes les branches de la touffe dont les branches sont pourtant portées à se dresser sans cesse par géotropisme. En sorte que ces pousses prennent à la fin une direction obliquement relevée. Il importe enfin de préciser que nulle part autant que sur les versants raides et les escarpements rocheux cette dissymétrie ne se présente accentuée et toujours orientée dans le même sens.

En résumé et d'après les nombreux faits qu'on vient d'exposer, pour la plupart inédits, les formes de croissance du genévrier sont bien plus dictées par les discontinuités géomorphologiques et les facettes d'exposition que par les facteurs édaphiques ; ceux-ci ne deviennent opérants que pour subdiviser les formes principales de croissance décrites ci-dessous (compacité des ramifications sur rochers *versus* disjonction sur éboulis)

5. Motif en mosaïque tigrée, autre élément physionomique remarquable

À la lueur de ces différentes constatations, il semble utile d'insister sur le fait que ce port lui confère un aspect physionomique certain offrant des tendances assez différentes de celles qui l'animent dans les zones de latitudes plus élevées. Il présente, de surplus, la particularité de développer sur certains rameaux, au plus près de la surface du sol, des racines adventives filiformes. Ce phénomène peut intéresser plusieurs branches basses et donne naissance, probablement à la suite de leur marcottage, à

concerné est en situation pas trop exposée à l'action du vent comme cela s'observe nettement dans le cas du morphotype en brosse dont il va être question ci-après.

4. Morphotype en brosse

Au terme de ce paragraphe, il n'est pas inutile de mentionner le cas très emblématique et non moins significatif du morphotype en brosse (Photo 9) qui a fait l'objet d'une description détaillée (Rhanem, 2014) dont nous rappellerons ici les grandes lignes de son organisation architecturale. Cette forme de croissance est particulièrement bien individualisée chez les touffes isolées en milieux forestiers de l'étage montagnard méditerranéen. Parmi toutes les formes rencontrées, c'est la plus facilement définissable. En effet, les vigoureux rameaux noueux, tordus et contorsionnés se disjoignent, ce qui permet de les voir l'intérieur distinctement. Dès lors, on peut apercevoir qu'ils s'allongent toujours selon la ligne de plus grande pente en présentant un grand développement unilatéral et déjeté en chevelure.

Or, si cette silhouette se caractérise par un développement inégal des rameaux rampants perpendiculairement aux courbes de niveau, en revanche leur elongation vers l'aval est moins importante au fur et à mesure de leur rapprochement de la zone de raccordement à la souche. En même temps, ils se couchent de plus en plus dans leurs parties âgées (aux longs entrenœuds) au ras du sol, tenant seuls les rameaux les plus jeunes (courts entrenœuds) relevés à leurs parties distales comme les branches d'un candélabre. Ce fait est d'autant plus frappant que l'on s'éloigne de la souche. Il convient à cet égard de souligner que le genévrier commun plie à sa base, dans sa jeunesse, qui courbe son pied vers l'aval. Mais, cette dissymétrie est aussi le résultat d'un développement inégal des bourgeons. De plus, partant de divers points, le redressement des ramifications terminales des branches, dénudées sur plusieurs entrenœuds, s'accompagne de l'édification d'une plus grande densité raméale et d'un feuillage plus dense dont l'aspect général simule celui d'une brosse. Par ailleurs, cette déformation manifeste se caractérise par des feuilles plus souples, plus longues et aiguës, mais dont les pointes sont peu piquantes. Le site de Takhamt-n-Bou-Ifsr, au voisinage immédiat d'Amkaidou, est remarquable à cet égard. On y trouve un exemple typique vers 2 300 m d'altitude au sein de groupements forestiers et qui se retrouve d'ailleurs, certes

une colonie généralement dense et compacte réunissant de nombreuses tiges entourant, surtout vers l'aval, la souche principale. Cependant, les connaissances actuelles ne nous permettent pas d'affirmer avec certitude si toutes ces plages de genévriers sont, dans le sens exact du mot, de vraies colonies ou si elles proviennent de semis. Aussi avons-nous préféré utiliser le terme *hallier* qui désigne un groupe plus ou moins denses de touffes d'âges variés et qui peut atteindre plusieurs mètres de diamètre (Photo 10).

De même il convient de signaler que le genévrier commun, espèce ornithochore par excellence, produit des galbules charnues bleuâtres à violet terne consommés par des oiseaux frugivores qui en disséminent les graines ; ces disséminateurs restituent au cours de leurs déplacements les graines intactes et aptes à germer, soit par régurgitation, soit dans leurs excréments. Ce mode de dissémination des strobiles du genévrier contribue de fait à renforcer l'aspect en agrégats très caractéristique de ses populations.

À l'inverse, le poids de ses galbules constitue un obstacle à leur dispersion ailleurs qu'à l'aplomb même des porte-graines, de sorte que de nombreuses « baies » non consommées tombent au sol sous le couvert du semencier, ce qui a priori a pour conséquence d'accroître leur volume et de favoriser leur extension latérale. Ces faits permettent de suggérer que la pluie de graines est hétérogène dans l'espace et qu'elle s'effectue probablement à peu de distance des semenciers. Il est donc logique d'attribuer également aux oiseaux frugivores la présence de semis de *J. communis* sous les cèdres qui leur servent de perchoirs privilégiés et facilitent ainsi sa colonisation (processus de nucléation). Cependant, le succès d'installation des semis augmente si la graine atteint un site favorable à sa germination (Photo 3).

Un tel comportement est également imposé par la concurrence des autres espèces qui se traduit en premier lieu par une limitation du nombre d'individus et en second lieu par l'élimination de l'espèce. De plus, il se distingue singulièrement de celui de toutes les autres espèces présentes par son aspect souvent en buttes touffues qui ont pour effet d'amortir les influences néfastes du climat. Cette stratégie d'économie et de qualité se manifeste aussi par une hétérogénéité spatiale de ses formes de croissance bien mises en évidence sur le terrain, lui donnant un cachet morphologique particulier. De ce point de vue, le genévrier commun offre dans la totalité des quatre blocs majeurs étudiés, aussi bien à l'étage asylvatique de haute montagne qu'en plein milieu forestier, un caractère typiquement en paquets, à contour régulier et plus ou moins distants, ne formant jamais un tapis continu, mais laissant toujours à nu une fraction importante de la surface du sol. Cela se matérialise par une agrégation irrégulière des halliers multiformes, imprimant au paysage végétal une structure en mosaïque très caractéristique. Cependant, c'est indiscutablement à l'étage oroméditerranéen qu'ils présentent leur développement optimal ; en effet, nulle part ailleurs ils ne sont susceptibles de déterminer l'apparition de véritables paysages végétaux où ils codominent très largement du point de vue physionomique.

Enfin, toujours au plan morphologique, bien que ne constituant jamais l'élément dominant de groupements végétaux et n'offrant le plus souvent qu'un aspect en mosaïque, il est particulièrement perceptible par l'étendue et la densité de ces plages qui contrastent avec la dispersion de la végétation environnante. Ces traits physionomiques en font l'une de ses particularités la plus originale.

Conclusion

Si les faits établis précédemment permettent, au moins en première approximation, d'interpréter de manière claire et nette la configuration de l'aire de répartition de *J. communis* dans les bassins haut et moyen de la Moulouya, elles constituent aussi des arguments solides pouvant intervenir au niveau de l'explication de certaines caractéristiques que présentent ses formes de croissance dont nous avons précisé plus haut la diversité.

Cependant, le premier enseignement de cette étude comparative fut de confirmer le maintien des caractères morphologiques entre ses différentes stations. De plus, comme nous l'avons aussi déjà remarqué, les rapports existant entre le climat et la morphologie de ce conifère ne peuvent être contestés. Les micromorphes rencontrées traduisent des exigences très particulières et une adaptation efficace à un certain nombre d'impératifs, surtout climatiques, désormais plus contraignants et plus sélectifs au fur et à mesure que l'altitude s'élève, au premier chef desquels il convient de citer la reptation de la neige et le décapage par le vent. Les distinctions minimales de port rampant constatées entre la plante forestière et celle de découvert, en particulier, sont à mettre sur le compte de variations accommodatives, dues par exemple au léger ombrage de la cédraie et surtout à l'influence de l'altitude.

Si ce taxon se présente habituellement sous une forme fondamentalement phanérophyte, en revanche, dans toutes les stations observées, le genévrier n'est pas un phanérophyte ; il est plus ou moins un chaméphyte ou le plus souvent nanophanérophyte ne présentant que des individus de moindre stature, dépassant rarement la taille d'un mètre, et qui de surcroît rampent sur les hauts versants fortement inclinés des chaînons prospectés. Cette essence, strictement orophile, y montre, en effet, très rapidement une tendance à s'aplatir naturellement, et c'est là un fait phytogéographique tout à fait remarquable qui apparaît d'autant plus nettement qu'on s'élève en altitude. Cependant, en quelque point que ce soit, une nanophanérophyte buissonnante permanente en touffes plus ou moins compactes correspond toujours à ce taxon. Alors que ses rameaux sont tous plus ou moins



Photo 10. Halliers de genévriers alternant avec de grandes taches de sol nu parsemés çà et là de quelques pieds d'*Alyssum spinosum* (ubac d'Amkaïdou entre 2 700 et 2 900 m). Cependant, quoique éloignés les uns des autres à la surface du sol, les paillassons de genévriers n'en sont pas moins très rapprochés par l'ensemble de leur important système racinaire qui se déploie tant superficiellement que profondément sur une surface considérable. Cette mosaïque tigrée, apparemment désordonnée, est en réalité le reflet d'une juxtaposition de biotopes différents, © M. RHANEM.

nettement déjetés dans le sens de la plus grande pente mais, qui sont pourtant portés à se redresser sans cesse, sa forme naine demeure un caractère fixe.

Dans ces situations échelonnées, le genévrier commun recouvre des entités écobiocénétiques très différentes et bien typées qui s'accompagnent de quelques modifications affectant sa physionomie. Cependant, le hiatus morphologique est particulièrement accentué entre l'étage oroméditerranéen – où le genévrier acquiert son maximum de densité et trouve son optimum bioclimatique, mais dont les individus présentent une nette réduction de leur envergure avec un aplatissement très marqué des touffes, à de rares exceptions près cependant – et l'étage montagnard méditerranéen, où le genévrier, d'aspect beaucoup plus bombé, participe avec un degré moins élevé de présence au sous-bois de quelques groupements arborés. Entre ces deux morphotypes extrêmes nettement bien différenciés, s'individualise toute une gamme de micromorphes intermédiaires, aussi bien chez les touffes isolées que groupées en halliers, qui ne sont que l'expression des déformations subies par les touffes du genévrier au niveau de son architecture externe dans un environnement micro-stationnel édapho-topoclimatique et géomorphologique rigoureux et très hétérogène. Il convient de ce point de vue d'indiquer que c'est dans l'étage de haute montagne que se trouve fréquemment un maximum de morphotypes variés, liés à une marqueterie plus importante de caractéristiques stationnelles.

Enfin et d'une manière générale, et bien que morphologiquement le genévrier commun constitue un peu partout d'indiscutables buissons d'apparence hémisphériques, il doit être considéré comme un véritable nanophanérophyte susceptible de supporter des conditions écologiques extrêmement sévères. Inversement, grâce à la contraction et à la densité de leur appareil végétatif, les touffes de genévriers contribuent activement à individualiser à leur niveau des microbiotopes favorables à leur survie et à leur développement, ainsi d'ailleurs qu'à d'autres espèces.

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.

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

Box E.O., 2016–*Vegetation structure and functional at multiple spatial, temporal and conceptual scales*. Springer, 578 p.

Cain S.A., 1950–Life forms and phytoclimate. *Bot. Rev.* **16** : 1-32.

Danserau P. & Arros J., 1959–Essais d'application de la dimension structurale en phytosociologie. I–Quelques exemples européens. *Vegetatio* **9** : 48-99.

Coutts M.P. & Grace J., 1995–*Wind and trees*. Cambridge University Press, 485 p.

D'Arcy Thompson W., 1917–*On growth and form*. Cambridge University Press, Cambridge, 793 p.

Daubenmire R., 1954–Alpine timberlines in the Americas and their interpretation. *Butler Univ. Bot. Studies* **11** : 119-136.

Dolukhanov A.G., 1978–The timberline and the subalpine belt in the Caucasus mountains, USSR. *Arct. Alp. Research* **10** (2) : 409-422.

Du Rietz G.E. 1931–Life-forms of terrestrial flowering plants. *Acta Phytogeogr. Suec.* **3** : 1-95.

Ellenberg A. & Mueller-Dombois D., 1965-66–A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. Geobot. Inst. Eidg. Tech. Hochsch, Stift, Ruebel, Zürich*, **37** : 56-73.

Floret C., Galan M.J., Le Floc'h Orshan G. & Romane F., 1990–Growth form and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation? *J. Veg. Sci.* **1** : 71-80.

Givnish T., 1979–*On the adaptive significance of leaf form*. In O.T. Solbrig et al. (eds), *Topics in Plant population Biology*, Columbia University Press. : 375-407.

Grace J., 1977–*Plant response to wind*. Academic Press, 204 p.

Hallé F. & Oldeman R.A.A., 1970–*Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Masson et Cie, Paris, 192 p.

Holtmeier F.-K., 1973–Geoecological aspects of timberlines in northern and central Europe. *Arct. Alp. Res.* **5** (3), Pt. 2 : A45-A54.

Holtmeier F.-K., 1980–Influence of wind on tree-physiognomy at the upper treeline in the Colorado Front Range. *NZFS FRI Techn. Paper* **70** : 247-261.

Holtmeier F.-K., 1981–What does the term "Krummholz" really mean? Observations with special reference to the Alps and Colorado Front Range. *Mount. Res. Devel.* **1** (3-4) : 253-260.

Holtmeier F.-K., 1985–Climatic stress influencing the physiognomy of trees at the polar and mountain timberline. In H. Turner & W. Tranquillini (eds), *Establishment and tending of subalpine forest: research and management*, Proc. of the 3rd IUFRO workshop P 1.07-00, *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen*, Berichte, **270** : 31-40.

Holtmeier F.-K., 2009–*Mountain timberlines. Ecology, patchiness, and dynamics*. *Adv. Global Change Res.* **36**, Springer, 437 p.

Horn H.S., 1971–*The adaptive geometry of trees*. Princeton University Press, Princeton, xii + 144 p.

Howard J.A. & Mitchell C.W., 1985–*Phytogeomorphology*. Ed. John Wiley & Sons, 222 p.

Kenoyer L.A., 1929–Plant physiognomy. *Ecology* **10** (4) : 409-414.

Mullenbach P., 2000–*Reboisements d'altitude*. Cemagref, 335 p.

- Norton D.A. & Schönenberger W., 1984–The growth forms and ecology of *Nothofagus solandri* at the alpine timberline, Craigieburn range, New Zealand. *Arct. Alp. Res.* **16** (3) : 361-370.
- Orshan G., 1986–Plant form as describing vegetation and expressing adaptation to environment. *Ann. Bot. (Roma)* **44** : 7-38.
- Orshan G., Floret C., Le Floch' H.E., Leroux A., Montenegro G. & Romane F. 1989–General synthesis. In G. Orshan (ed.), *Plant pheno-morphological studies in Mediterranean type ecosystems*, Dordrecht : 389-404.
- Payette S., 1974–Classification écologique des formes de croissance de *Picea glauca* (Moench) Voss et de *Picea mariana* (Mill.) BSP. en milieux subarctiques et subalpins. *Natur. Can.* **101** : 893-903.
- Rhanem M., 2013–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., 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.
- Rhanem M., 2015–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. *Evaxiana* **2** : 23-41.
- Rhanem M., 2016a–*Recherches sur les populations méconnues de genévrier commun (Juniperus communis L.) aux limites méditerranéennes de son aire de répartition dans le bassin de la haute Moulouya (Maroc). Aspects biogéographiques, génético-taxonomiques et auto-synécologiques.* Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Meknès, **200 p.**
- Rhanem M., 2016b–*Juniperus communis L., conifère arctico-alpin rare et méconnu au Maroc. Sa place dans les paysages du pourtour moulouyen aux limites méditerranéennes de son aire de répartition.* Éditions universitaires européennes, 280 p.
- Romane F., 1987–*Efficacité de la distribution des formes de croissance des végétaux pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Cas de quelques taillis de chêne vert du Languedoc.* Thèse ès Sciences, Faculté des Sciences et Techniques Saint-Jérôme, 153 p.
- 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.
- Scott P.A., Bentley C.V., Fayle D.C.F. & Hansell R.I.C., 1987–Crown forms and shoot elongation of white spruce at the treeline, Churchill, Manitoba, Canada. *Arct. Alp. Res.* **19** (2) : 175-186. (dfdf df) .
- Seppälä M., 2004–*Wind as a geomorphic agent in cold climates.* Cambridge University Press, 358 p.
- Stevens P.S., 1971–*Les formes dans la nature* (traduction J. Matricon & D. Morello). Le Seuil, Paris, 1116 p.
- Werger M.J.A. & Ellenbroek G.A., 1978–Leaf size and leaf consistence of a riverine forest formation along a climatic gradient. *Oecologia* (Berl.) **34** : 287-308.
- Yoshino M.M., 1973–Wind-shaped trees in the subalpine zone in Japan. *Arct. Alp. Res.* **5** (3), Pt. 2 : A115-A126.