

مقاربة بيئية تربوية لتشكيلات أرز الأطلس سدرس أطلنتيكا: "حالة شجراء الجرجرة بالجزائر"

بنموفوت عمر

جامعة تيزي وزو

تيزي وزو، الجزائر

نحدد التربات في إطار المقارنة فيما بينها ضمن تشكيلات متنوعة
نباتية بغابات أرز الأطلس (سدرس أطلنتيكا) بشجراء الجرجرة
انطلاقا من متغيرات طبيعية مظهرية وكيميائية فيزيائية وتشكلية.

أضف إلى ذلك أننا سنحاول إقامة قياس اختلافات المظاهر
الغابوية بالنظر إلى تغير التربة وبالعكس

**APPROCHE ECOPEDOLOGIQUE DANS LES FORMATIONS A
CEDRUS ATLANTICA "CAS DU MASSIF DU DJURDJURA
ALGERIE"**

BENMOUFFOK A.

*M.A.C.C, Université de Tizi-Ouzou, Institut
d'Agronomie, 15000. Tizi-Ouzou. Algerie.*

Résumé - *A partir de variables physiques, physico-chimiques et morphologiques, nous situons les sols, les uns par rapport aux autres, sous diverses formations végétales à Cedrus atlantica dans le massif du Djurdjura.*

Par ailleurs, nous tenterons d'établir l'analogie de variation de faciès forestiers correspondant au changement de sol et inversement.

Relation sol-végétation / Action anthropique / Mésoclimat / Géomorphologie/ Djurdjura.

Summary - From physical, physico-chemical and morphological variables, soils were located with interrelationship, under various vegetal of *Cedrus atlantica* in the Djurdjura massif.

In the other hand, an analogy of foresty facies variation to corresponding soil change and its reciprocity was attempted to be set up.

Soil-vegetation relation / Anthropical action / Mesoclùnat / Geomorphology / Djurdjura.

INTRODUCTION

De part ses qualités naturelles qui lui valurent le statut de parc National, le massif du Djurdjura a, depuis longtemps déjà, retenu l'attention de nombreux chercheurs. En se limitant, rappelons, parmi d'autres, les travaux de Phytogéographie Lapie (1909), de Phytosociologie Maire (1926), de Géologie Flandrin (1952), d'analyses Floristiques Quezel (1957) et Economie forestière Boudy (1959).

Rare sont cependant, les démarches associant à l'analyse de la végétation et du climat, la prise en considération de données tant morphopédologique que géomorphologique. A cet égard, nous citerons par extrapolation les travaux de Faurel (1947), Halimi (1980), Nedjahi (1988), et Meddour (1992) pour le massif Blidéen; de Schornenberger (1970) et Abdessemed (1981) pour le massif des Aurès; ceux réalisés dans le Rif et le moyen Atlas Marocain Lepoutre (1961,1964) et M'hirit (1982) ainsi que ceux de Toth (1978) pour le Sud Ouest de la France.

Dans le cadre des travaux menés par le laboratoire de Pédoforestière (U.T.O.)* sur le P.N.D.**; Nous nous sommes penchés sur la connaissance des conditions pédologiques, méconnues à ce jour, d'existence des divers groupements végétaux (particulièrement à *Cedrus atlantica Man*). Par ailleurs, de préciser à l'aide de variables physiques, physico-chimiques et contraintes imposées la dynamique des formations végétales et celles des substrats qui les supportent.

* D.E.M.R.H. Direction des études du milieu et de la recherche hydraulique. Birmandres, ALGER.

** Parc National de Djurdjura

PRESENTATION ET METHODOLOGIE

Caractéristiques de la zone d'étude

L'étude a été réalisée en forêts de Tiganoutine et Tikjda, qui appartiennent au versant Sud du Djurdjura.

Aspect Climatique: La définition du climat ou macroclimat, ne peut, dans le cadre de ce travail, qu'être subjective; dans la mesure où les superficies des secteurs d'études sont réduites.

Nous seront amenés à parler de mésoclimat à l'échelle du versant ou de microclimat à l'échelle de la station. L'exploitation des données météorologiques, malheureusement tronquées, In "Le climat de l'Algérie" Seltzer (1946) et ceux de "L'Annuaire Pluviométrique de l'Algérie" édité par la D.E.M.R.H* a permis seulement de dégager les grands traits climatiques dans laquelle s'insère la diton.

- Pluviométrie:

Les précipitations, très capricieuses d'une année à l'autre, sont de l'ordre de 800mm à 1500mm. La totalité du volume étant reçu en Décembre à Avril.

- Températures:

La moyenne annuelle des températures avoisine les 15°C. Les minimums étant relevé en Décembre-Janvier (0°-5°). Les maximums étant observé en Juillet-Août (21°-24°). Nous notons, cependant, que la période de gel peut atteindre de 30 à 60" jours.

- La neige:

La neige est souvent fréquente dans la zone. En effet, les ulevés effectués dénombrent 15 à 20 jours de neige par an, sur une épaisseur de l'ordre de 0,3 à 2 mètres dans les sites élevés et de congères. Quezel (1957) note une épaisseur de 2 à 4 mètres en versant Nord. Par ailleurs, les observations de terrains révèlent un port tabulaire (particulièrement *Cedrus atlantica*) sous l'effet du poids de la neige.

- Le vent:

D'une manière générale, deux vents dominants sont en présence dans le versant Sud du Djurdjura, d'orientation Ouest et Sud Ouest. Le premier souffle en automne et en hiver, il est porteur d'humidité et de neige. Le second, appelé communément Sirocco, souffle dès la fin du printemps et durant l'été accentuant ainsi le dessèchement du sol et l'évapotranspiration des végétaux.

En résumé, si l'on se réfère aux données de la station météorologique de Tikjda (1470m d'altitude), située en position d'abri, rapportées dans le climagramme d'Emberger (1971), le versant Sud s'inscrit dans l'étage humide à hiver frais. L'utilisation du diagramme pluviothermique de Bagnouls & Gaussen (1953), pour $P_{mm} < 2T^{\circ}$, la période de déficit hydrique caractérisant les milieux méditerranéens se situe durant l'été, soit Juin-Août. Cette sécheresse estivale coïncide avec la période ventée de direction Sud.

Aspect Géologique: L'examen des documents géologiques, en particulier "Carte Géologique du Djurdjura" Flandrin (1952), (Extrait 1), révèle que l'anticlinal Tikjda-Ait Ouabane (dont les cimes Tioual, Ras Tigounatine, Timedouine) appartient aux formations des ères secondaires et tertiaires. Le sous massif de Tigounatine est représenté par du calcaire dolomitique du lias inférieur par contre la partie Tikjda est représentée par des grès rouge du trias.

Aspect Pédologique: Mises à part quelques observations personnelles et celles de Benabdelmoumen M.S.*, les données relatives aux sols sont pratiquement inexistantes.

* BENABDELMOUMEN M.S., C.U.Bejaia, Inst Se Nat, Travaux en cours.

Aspect Phytocoenotique: Du point de vue forestier, on note une différence importante entre le versant Sud du Djurdjura et le versant Nord ou prospère de très belles cédraies (1500m-1900 mètres d'altitude), yeuseraies (900m-1500 mètres d'altitude) et en moindre importance une suberaie (800m-950 mètres d'altitude) fortement dégradée. On y rencontre également à l'état dispersé *Vif (Taxus baccata)* et une station à chêne zeen (*Quercus fagliea*) par contre le pin noir (*Pinus nigra*) y est absent. Le versant Sud, à l'exception de l'aire protégée à *Pinus nigra* (1400m-1650 mètres d'altitudes), d'exposition nord-ouest, les aires anthropiques ont eu raison de la couverture arborée; Il en résulte des formations piquetées d'essences forestières (*Cedrus atlantica* - *Quercus ilex*) et dont les trouées se traduisent par la présence d'espèces héliophiles et xérophiles, telles que *Berberis hispanica*, *Asphodelus microcarpus*, *Ampelodesma mauritanica* (en adret), *Astragalus numidica*, *Euphorbia luteola*...

METHODOLOGIE

Les stations: Les stations prospectées (Tableau N°1, Figure 1), localisées dans les forêts de Tigounatine (A) et Tikjda (B), ont pour trait commun la présence *Cedrus atlantica*, dans la tranche d'altitudes 1350m-1600 mètres. Par extension nous nous ferons figurer, au titre de réactif physiologique, des formations mixtes ou de dégradations, et ce, pour appréhender le changement de faciès qui, peut être lié au déterminisme naturel (mésoclimat-sol) ou résulter d'actions anthropique

Tableau 1: Caractéristiques stationnelles des formations étudiées.

N°	Formation	Site	Cotation	Altm	Pente	Expo	Substrat
1	<i>C.atlantica</i>	A	3.4.5	1500	30%	N	Calcaire
2	<i>P. nigra</i> <i>C. atlantica</i>	A	3.3.3 2.2.2	1600	40%	N	"
3	<i>C. atlantica</i> <i>Q.ilex</i>	A	3.3.3 3.3.3	1450	50%	NO	"
4	<i>Q.ilex</i> <i>C.atlantica</i>	A	3.2.2 2.1.1	1530	40%	SO	"
5	<i>A. mauritanica</i> <i>A.microcarpus</i>	A	4.4.4 3.3.3	1500	50%	S	"
6	<i>C.atlantica</i>	B	4.3.5	1550	25%	SO	Grés
7	<i>Q.ilex</i> <i>C.atlantica</i>	B	3.3.4 3.2.3	1400	20%	S	"
8	<i>Q.ilex</i>	B	4.4.5	1350	20%	S	"



I.G.N. N°66,67, Bouira – Tazmalt (Ech: 1/50000)

Extrait 1. Carte géologique du Djurdjura (Flandrin 1952)

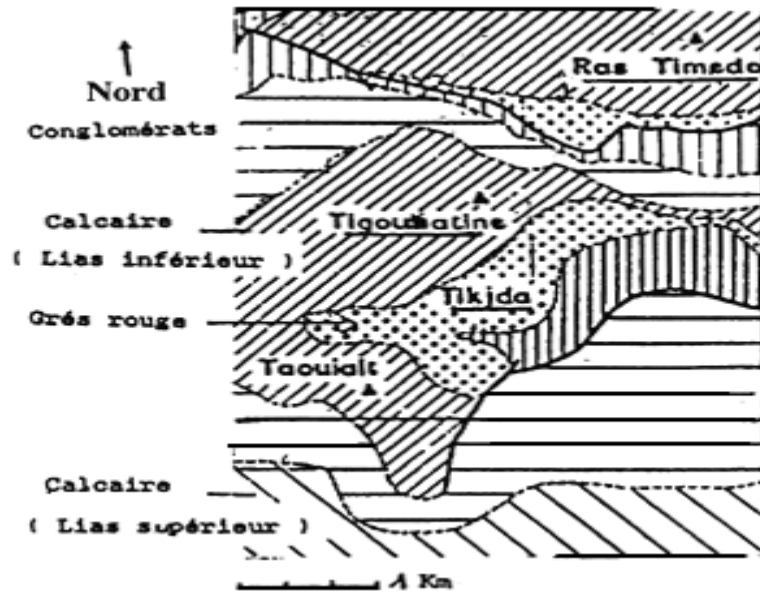


Figure 1: Localisation des stations

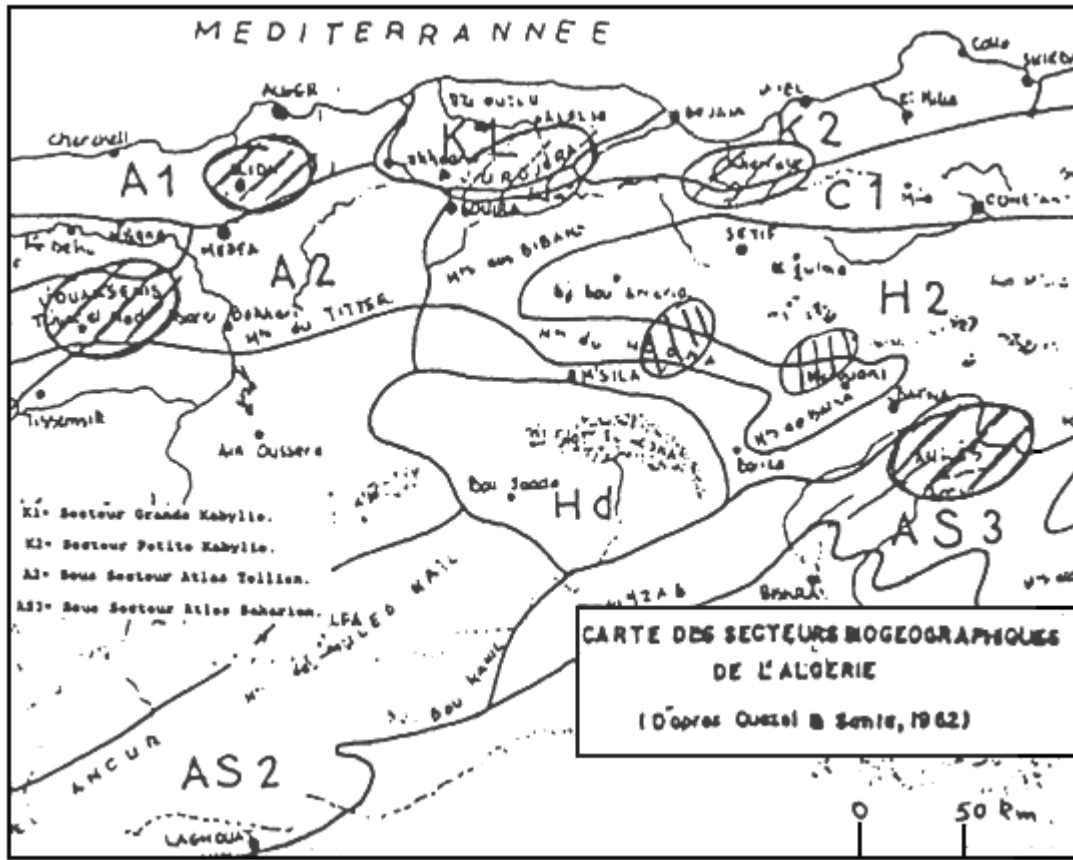


Figure 2: Localisation des formations à *Cedrus atlantica* Man. en Algérie

Approche analytique:

- Chaque station a été sujette à un relevé de végétation selon la cotation Abondance- Dominance, Negre (1952), appuyé par la méthode des "Pyramides de végétation", Bertrand (1966), Baudiere (1974).
- En parallèle, un profil de sol a été réalisé sous chaque groupement, décrit *in situ* et échantillonné par horizon morphologique en vue d'analyses édaphologiques selon les techniques préconisées par Duchauffour (1965) et Aubert (1978).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Résultats

- Les résultats relatifs aux analyses édaphologiques et les représentations schématiques des profils de sols sont rapportés dans le tableau n°2 et Figure n°3.

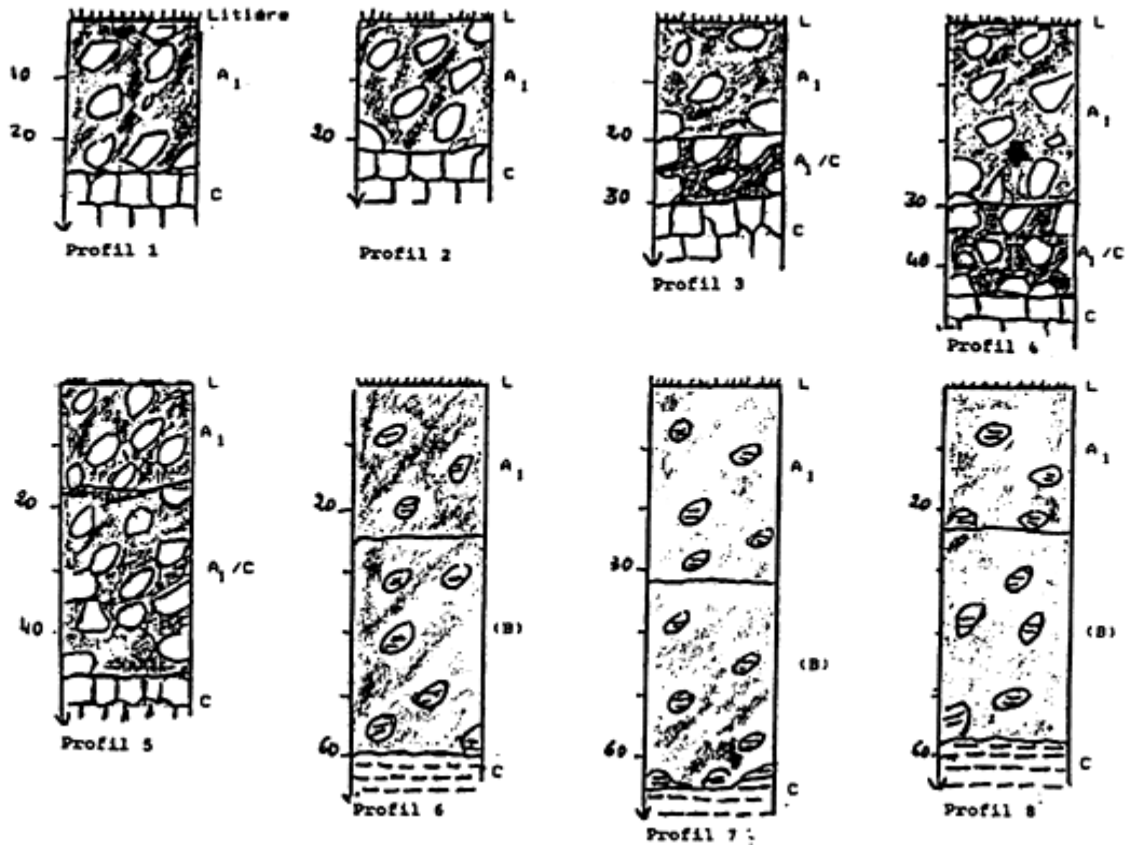


Figure 3: Schéma des principaux types de sols

Tableau 2: Récapitulatif des résultats édaphologiques

N°	H	Ep	Eg	A	L	S	Cat	pH	C	N	MO	C/N	T
1	A	25	25	13	28	50	11,2	8,0	10,8	0,6	13,0	18,0	25
2	A	21	40	10	44	45	9,0	8,5	9,0	0,6	10,8	15,0	22
3	A1	20	20	12	37	48	7,0	7,9	7,5	0,5	9,0	15,0	23
	A/C	10	50	9,0	35	53	10,3	8,3	2,5	0,25	3,0	10,0	17
4	A1	30	35	17	45	36	4,0	7,5	4,1	0,3	5,0	13,5	31
	A/C	15	40	11	43	45	11,0	8,1	1,6	0,2	2,0	8,0	20
5	A1	17	37	14	35	49	3,0	7,3	6,6	0,47	8,0	14,0	25
	A/C	30	42	9,0	35	55	11,0	7,9	4,1	0,4	5,0	9,0	21
6	A	25	5,0	21	40	39	--	5,8	7,5	0,45	9,0	17,0	32
	(B)	35	18	27	35	38	--	5,7	1,6	0,2	2,0	8,0	28
7	A	32	11	26	32	42	--	5,6	5,8	0,4	7,0	14,5	29
	(B)	35	14	28	30	42	--	5,4	1,8	0,16	3,0	11,3	31
8	A	23	5,0	26	36	38		5,5	6,6	0,44	8,0	15,0	32
	(B)	35	10	31	26	43		5,3	1,6	0,14	2,0	11,4	29

N° Sol ≈ N° Station
 H ≈ Horizon
 Ep ≈ Epaisseur en Cm
 % ≈ Pourcentage
 Eg % ≈ Élément grossier > 2mm

CaCO₃ % ≈ Calcaire total ≈ Cat
 A% ≈ Argil C% ≈ Carbone
 L% ≈ Limon N% ≈ Azote
 S% ≈ Sabl MO% ≈ Matière organique
 T méq/100gr ≈ Cap échange cation.

- Les relevés floristiques et les pyramides de végétation correspondantes sont consignés dans le tableau 3 et Figure 4.

Tableau 3: Récapitulatif des Relevés Floristiques

Strates / Stations	1	2	3	4	5	6	7	8
MEGAPHANEROPHYTIQUE								
<i>Pinus nigra</i>	-	1+1	-	-	-	-	-	-
MESOPHANEROPHYTIQUE								
<i>Pinus nigra</i>	+	333	1+1	+	-	-	-	-
<i>Cedrus Atlantica</i>	345	222	333	322		435	334	+
<i>Quercus ilex</i>	1+1	111	333	211	211	211	323	445
MICROPHANEROPHYTIQUE								
<i>Pinus nigra</i>	+	211	1+1	+	+	-	-	-
<i>Cedrus atlantica</i>	+	1+1	222	1+1		1+1	2+1	+
<i>Quercus ilex</i>	1+1	+	322	222	2+1	1+1	322	1+1
NANO + CHAMEPHYTIQUE								
<i>Pinus nigra</i>	-	211	+	-	-	-	-	-
<i>Cedrus atlantica</i>	+	2+1	1+1	1+1	-	1+1	222	+
<i>Quercus ilex</i>	-	1+1	233	312	1+1	1+1	2+1	1+1
<i>Ilex aquifolia</i>	1+1	1+1	+	+	+	-	-	
<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	1+1	111	111	1+1	+	211	+
<i>sorbus aria</i>	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	+	1+1	-
<i>Juniperus comtnunis</i>	+	1+1	1+1	1+1	1+1	-	1+1	-
<i>Rosa sp</i>	-	2+1	1+1	1+1	2+1	-	1+1	-
<i>Ruscus acculata</i>	-	2+1	211	1+1	311	-	1+1	-
<i>Rubus ulmifolia</i>	2+1	+	1+1	1+1	1+1	-	1+1	-
<i>Daphne laureola</i>	1+1	2+1	2+1	2+1	+	1+1	2+1	1+1
<i>Lonicera kabylica</i>	2+1	1+1	1+1	211	+	1+1	2+1	+
<i>Crateagus laciniata</i>	1+1	-	1+1	222	211	-	1+1	-
<i>Calicotum spinosa</i>	-	2+1	212	212	222	-	1+1	+
<i>Berberis hispanica</i>	-	2+1	1+1	222	222	+	211	-
<i>Erinacea pungens</i>	-	-	1+1	1+1	211	+	2+1	+
<i>Cytisus triflorus</i>	-	1+1	2+1	2+1	222	+	211	+
<i>Teucrium sp</i>	-	+	1+1	1+1	2+1	-	111	-
HERBACEE								
<i>Semis Pinus nigra</i>	-	222	1+1	-	-	-	-	-
" <i>Cednis atlamica</i>	1+1	211	211	2+!	-	+	1+1	+
" <i>Quercus ilex</i>	1+1	1+1	2+1	1+1	211	+	1+1	+
<i>Ampelodesma mauntatuca</i>	-	-	-	-	444	1+1	222	1+1
<i>Pklomus bovei</i>	1+1	1+1	1+1	2+1	+	+	1+1	+
<i>Cyclamens africanum</i>	211	111	111	1+1	-	+	+	+
<i>Asphodelus microcarpus</i>	+	1+1	211	212	333	1+1	212	1+1
<i>Beuplerum spitwsa</i>	+	+	1+1	1+1	222	+	1+1	+
<i>Euphorbia luteola</i>	-	1+1	2+1	2+1	322	+	211	+
<i>Gallium mollugo</i>	+	1+1	2+1	211	222	+	1+1	+
<i>Viola mumbiarw</i>	1+1	1+1	1+1	1+1	211	+	2+1	+
<i>Iris sp</i>	-	+	1+1	1+1	+	-	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i>	-	-	+	+	1 + 1	1+1	211	+
<i>Geranium pwpurea</i>	-	+	1+1	1+1	1 + 1	+	1+1	-
<i>Artemisia absyntum</i>	-	1+1	1+1	1+1	2+1	+	1+1	-
<i>Festuca atlantica</i>	+	1+1	1+1	1+1	2+1	-	1+1	-
<i>Arabis pubecens</i>	-	-	1+1	1+1	1 + 1	-	211	-
<i>Viola sylvestris</i>	+	1+1	1+1	1+1	1 + 1	-	1+1	-

<i>Unaria reflexa</i>	+	+	+	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1
<i>Anagalis arvensis</i>	-	-	+	1+1	1+1	-	1+1	-
<i>Omithogonum nimbelatum</i>	-	1+1	+	2+1	1+1	-	1+1	-
<i>Cirenthe major</i>	-	-	+	1+1	1+1	-	+	-
<i>Ficaria verna</i>	-	-	1+1	1+1	1+1	-	+	-
<i>Poa bulbosa</i>	-	-	+	1+1	2+1	-	2+1	-
<i>Senecio sp</i>	-	-	+	1+1	1+1	-	1+1	-
<i>Helianthemum hirtum</i>	-	-	-	1+1	1+1	-	1+1	-
<i>Tulipa sylvestris</i>	+	-	+	1+1	1+1	-		-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	+ 1	1+1	1+1	-	2+1	-
<i>Potentilla micrantha</i>	+	+	1+1	+	2+1	-	2+1	-

- L'exploitation des données morpho-pédologiques, mis à part le fractionnement de la roche mère sous l'effet de processus de thermoclastie (versant Sud) et cryoclastie (versant Nord), relève:

Les sols développés dans la zone de Tigounatine appartiennent à la classe des sols Calcimagnésiques. Ce sont des rendzines autochtones riches en éléments grossiers. Les profils sont de type A/C, humifères sur toute l'épaisseur du profil. Les teneurs élevés en matières organiques, peuvent s'expliquer par la nature de la roche mère, génératrice de calcaire actif qui immobilise les composés organiques, ainsi que la nature de la litière.

Les sols de la zone de Tikjda, évoluant sur un substratum géologique gréseux, répondent aux caractéristiques de sols bruns forestiers, acides, de type A (B) C. Quoique localisé en situation d'adret, les teneurs en matières organiques et les rapports C/N sont relativement élevés; l'atténuation de la décomposition organique est sans doute liée au fort taux de recouvrement des formations arborées. Par ailleurs, nous notons un léger relèvement du taux d'argile en profondeur issu certainement d'un lessivage. En effet, l'instauration du complexe absorbant, l'acidité du sol, la texture et la couverture arborée sont autant de paramètres favorables aux processus de migrations.

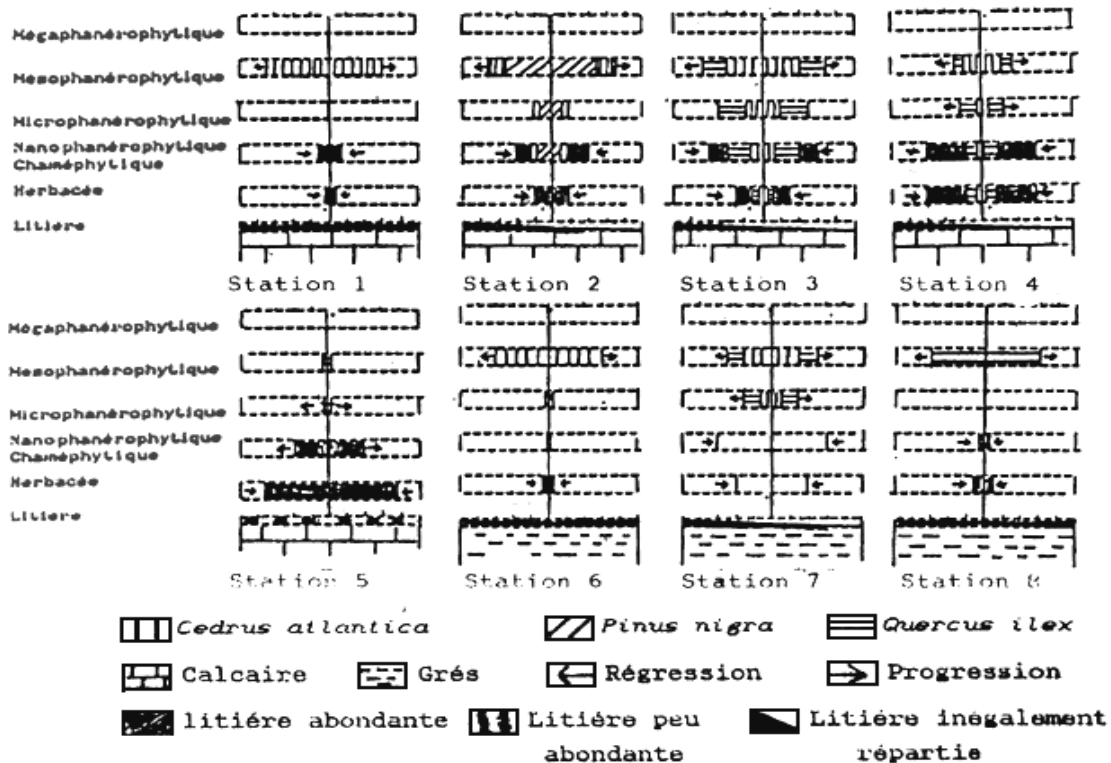


Figure 4: Pyramides de végétation

- L'analyse des relevés et des pyramides de végétation correspondantes montre, mis à part les stations 1, 6, 8 qui semblent à priori climacique et dont l'évolution est commandée par l'augmentation de degré de fermeture du couvert et l'accumulation croissante de litière. La station 2 présente un dynamisme actif (présence de *Pinus nigra* dans toutes les strates), depuis la mise en défens de la parcelle; celle ci dispose de toutes les conditions mésologiques pour son extension. La dynamique des autres formations ligneuses est compromise par les actions anthropiques qui sévisent encore de nos jours. Les matorrals (cas de Tigounatine et Tikjda) développés ont sans doute contribué à modifier les caractères tant microclimatiques qu'édaphiques des sols primitivement occupés par des forêts dévastées par l'homme. Ils sont tous installés sur des territoires dont la végétation potentielle est, selon l'altitude et la géomorphologie, la cédraie et la chênaie. Cette dernière pouvant même gagner en altitude sur les substrats compacts et/ou caillouteux.

CONCLUSION

L'approche écopédologique, présentée ici, de quelques faciès forestiers à *Cedrus atlantica* dans le massif du Djurdjura quoique incomplète nous permet de tirer des conclusions particulières. On constate une convergence des informations apportées par les données floristiques et morphopédologiques.

En effet, la composition floristique n'est pas étroitement liée au sol mais dépend essentiellement des actions séculaires. L'assujettissement des sols aux conditions géoclimatiques et topographiques est ici évidente. En versant d'adret le démantèlement thermoclastique est vigoureux, l'émiettement est accentué par l'ouverture du couvert végétale induit par le poids anthropique dont les stigmates sont la progression d'espèces

sociales héliophiles et xérophiles. Par contre, en versant Nord l'emprise est beaucoup moins importante.

Enfin, les divergences d'ordre édaphique dans la discrimination des faciès forestiers n'apparaissent pas ou peu ici.

BIBLIOGRAPHIE

Abdessemed Kh., (1981). Le cèdre de l'Atlas dans le massif de l'Aurès et du Belezma. Etude phytosociologique; Problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse Doc Ing; Univ. Aix Marseille. 199 p.

Aubert G., (1978). Méthodes d'analyses des sols. C.R.D.P. Marseille. 189 p.

Baudiere A., (1974). Contribution à l'étude structurale des forêts des Pyrénées-Orientales: Hêtraies et Chênaies acidiphiles. Coll Phytosocio, 3: les forêts acidiphiles, Lille. 17-44p.

Benmouffok A., (1984). Approche écopédologies dans les landes à Ericacées. Pyrénées Orientales. Mémoires de D.E.A, Univ. P.Sabatier, Toulouse. 48 p + Annexes.

Benmouffok A., (1987). Contribution à l'étude des relations sol-végétation dans les milieux margino-forestiers Pyrénéens de l'Ariège. Thèse doc 3^oCycles, Univ. P.Sabatier, Toulouse. 158p + Annexes.

Bertrand G., (1966). Pour une étude géographique de la végétation. Rev. Geog. Pyr. Sud-Ouest, 37 (2): 129-143.

Boudy P., (1959). Economie forestière Nord Africaine. Ed Masson, Paris. 664 p.

Duchaufour Ph., (1965). Précis de pédologie. Ed Masson & Cie. 181 p.

Faurel L., (1947). Note sur la cédraie de l'Atlas de Blida, ses sols et ces associations végétales. C.R.Cong. Pédologie, Montpellier, 474-480.

Flandrin J., (1952). La chaîne de Djurdjura. Monographie régionale. 19^o Cong. Géol. Inter, Alger. 1-48 p + 04 Cartes.

Halimi A., (1980). L'Atlas Blidéen. Climat et étages végétaux. Ed O.P.U, Alger. 523 p.

Lapie G., (1909). Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Thèse fac des Sc, Univ. Paris, Ed. Delagrave, 156 p.

Lepoutre B., (1961). Recherches sur les conditions édaphiques de régénération des Cédraies Marocaines. Ann. Rech. For. Maroc, Vol 6, 211p.

Maire R., (1926). Notice de la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. G.G.A, Serv. Carto, Alger. 48 p.

Meddour R., (1992). Régénération naturelle de *Cedrus atlantica* Man. et de divers Pins après incendie dans l'arboretum de Meurdja (Algérie). For. Med., 4 (10): 275-287 p.

M'hirit O., (1982). Etude écologique et forestière des Cédraies du Rif Marocain. Thèse Doc. Etat, Marseille 3^o.436 p.

Nedjahi A., (1988). La cédraie de Chréa, Atlas Blidéen. Phénologie productivité et régénération. Thèse Doc. Univ. Nancy. 184 p.

- Negre R., 1952. Intérêt de noter séparément l'abondance-dominance en phytosociologie. Rev. Labo. Bot, Geol, Zool. Fac. Sci. Montpellier. Ser. Bot., 5: 45-53.
- Quezel P., (1957). Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. Ed. Le Chevalier, Paris. 463 p.
- Seltzer P.. (1948). Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Météor Phys. du Globe, Alger. 219 p.
- Schoenenberger A., 1970. Etude du couvert forestier de l'Aurès Oriental. Projet Algérie 15, F.A.O., 42 p.
- Toth J., (1978). Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Man.*) dans le Sud de la France. Thèse Doc. Ing., Fac sc. et tech. Univ. Marseille. 136 p.

نتائج التجارب التي أجريت لإدخال أرز الأطلس بهنغاريا

م. كسابا
كلية سسرون - هنغاريا

إن عمليات غرس أرز الأطلس بدأت بأوروبا الوسطى منذ القرن الأخير (برابنس، 1966) وكان اهدف من ذلك التزوين لكن بعض الأنواع أظهرت إنتاجا كبيرا وتحملا للبرودة. كما تبين أن أرز الأطلس ينبت طبيعيا في "باداكسونورس" بعد الحرب العالمية الثانية قامت الحكومة ببرنامج عمل يهدف للتوصل إلى أنواع من الأشجار تنتج كميات هائلة من الخشب ذات النوع الرفيع في وقت قصير. وقد قامت بتجارب لمقارنة الأنواع المستوردة من الأشجار بداية من 1955 بما فيها أرز الأطلس. وتقدم هذه الدراسة النتائج الكاملة التي تم التوصل إليها.

RESULTS OF INTRODUCTION TRIALS WITH *CEDRUS ATLANTICA* IN HUNGARY

CSABA M.

Sopron University, Hungary.

Background - Sporadic plantings of Atlas Cedar may be traced in Central Europe since the last century (Barabits, 1966). Intended originally for decorative purposes, some of the specimens show surprising vigor and frost tolerance, in one case even natural regeneration appeared (in Badacsonors).

After the second World War the government launched a program of solving the chronic shortage of coniferous timber. In the framework of this effort state forest administrations were advised to establish comparative tests with exotic tree species. Beginning from 1955, numerous species introduction trials have been established, some of them contain plots of Atlas Cedar. The seed has been collected in Badacsonors arboretum, on the estates of the Folly family (at lake Balaton). The data of three trials, where Atlas Cedar is sufficiently well represented, are listed in Table 1.

Tableau 1: Data of species comparative trials (arboreta) in Hungary containing plots of Atlas cedar

Location (altitude)	Climax forest type	Bedrock	soil type	Average annual	
				temperature (C°)	precipitation (mm)
Agostyán (300m)	hornbeam oak	loess, dolomite	rusty-brown forest soil	8.5	600
Neszmély (300m)	hornbeam oak	Limestone dolomite	lessivé rusty- brown forest soil	9.0	550
Budafakiscsehi (200m)	hornbeam oak	pannonian sediment, loess	lessivé brown forest soil	10.0	800

EXPERIMENTAL RESULTS

Atlas cedar is the greatest surprise of the species comparison trials in Hungary. It not only kept pace with other, already widely used exotics (Norway spruce, Larch, Douglas fir, Eastern white pine) but gained leading position on the more arid sites at Agostyan and Neszmély, both located in the calcareous hills of northeast Transdanubia.

Table 2 shows basal area and volume data of Atlas Cedar and of two "classical" exotics, Douglas fir and Norway spruce. It has to be pointed out that the data are difficult to compare as the initial spacing and the silvicultural tending was different at the three locations. In addition, volume calculations are biased because of the lack of special volume tables for exotic species and restricted plot sizes.

Tableau 2: Standing volume data of three exotic coniferous species in comparative trials (data from Harkai, 1985 and Gergacz, 1993).

Location	Age at measurement	Atlas cedar		Douglas fir		Norway spruce	
		G m ² /ha	V m ³ /ha	G m ² /ha	V m ³ /ha	G m ² /ha	V m ³ /ha
Agostyán	27	33.6	348	23.7	212	23.7	240
	36	50.2	545	28.3	326	37.4	520
Neszmély	21	37.8	287	35.0	287	44.0	328
	30	49.6	529	*13.1	*142	*32.5	*392
Budafa	20	30.0	248	30.8	289	19.3	163

* Severely damaged

Even so, after three decades of growth the vigor of Atlas Cedar is striking first of all on the continental, calcareous hills of the Transdanubian Medium Mountains. It seems that this species can be successfully planted on loess, dolomite and limestone bedrock, on skeletal rendzina and shallow brown forest soils. On slightly arid sites the risk of occasional frost damage at juvenile age is less than in more humid areas. (The climate diagram of the site Agostyan in presented in figure 1).

**Walter diagram
Tatabánya-Bánhida**

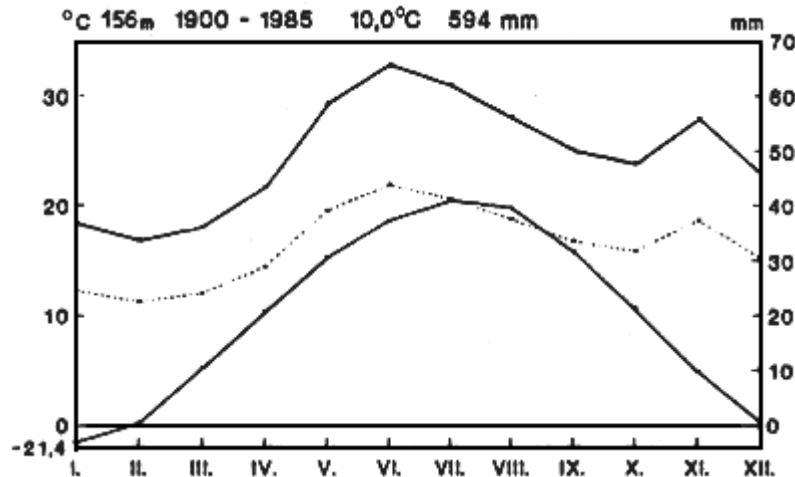


Figure 1: Climate diagram for the site Agostyán (from Aros, 1991).

Considering the forecasted climate change effects for Central Europe, and the trends of weather changes un the last two decates (less rainfall, higher temperatures), it seems inevitable that a tree species change will occur in Hungary's forests (Matyas, 1992). Exotic tree species, already widely present in forestry, will gain further importance. Atlas Cedar will be among them not only because of its vigorous grwth but also due to its excellent drought tolerance and favorable silvicultural behaviour.

REFERENCES

Aros G., (1991). Az Agostyáni Arboretum fejlesztési terve. (development plan of the Agostyán Arboretum). Thesis, 45 p. (manuscript).

- Barabits E., (1966). A cédrusokról (the cedars). EFE Tud. Kozl. 1-2: 119-136.
- Gergác J., (1993). A fenyő programból adódó feladatok, eredmények, problémák (Tasks, results and problems of the conifer planting program). VEAB meeting, June 9, 1993 (manuscript).
- Harkai L., (1985). A cédrus állományok értékelése és magyarországi telepíthetősége (Valuation of cedar stands and their planting possibilities in Hungary). Erd. Kutatások 76/77: 15-19.
- Mátyás Cs., (1992). Conservation problems of forest ecosystems on the Great Hungarian Plain. Hungarian Agricultura! Review 1: 33-37.

المحور الثاني:
علم التحريج والإستثمار الغابوي

THEME N°2:
SYLVICULTURE ET AMENAGEMENT

إعداد ومنهجية دراسة استغلال الغابات المغربية: حالة غابة
الأرز بأزرو (الأطلس المتوسط الأوسط المسطح)
ح. كرواني - المركز الجهوي للدراسات و استغلال الغابات
مكناس - المغرب

١- تقديم: تشغل الغابات المغربية نحو ٩ ملايين هكتار، أي بمعدل تغطية يناهز ١٢٪ من التراب الوطني وتمثل الأوراق ٤٠٪ من المساحة الغابية الإجمالية. تشغل منها الأنواع الصغية ١٥٪ ويغطي البساط الحقلاني ٤٠٪، بينما لا تمثل إعادة التشجير سوى ٥٪.

٢- لمحة تاريخية عن الاستغلال الغابوي: تميزت أول الاستغلالات التي بدأت في الثلاثينات بتنظيم استغلال يستجيب لأهداف محددة وطارئة. وبعد السبعينات تحولت الاستغلالات إلى دراسات أعدت لتكون متينة وكاملة انطلاقا من سنة ١٩٧٥. لا تمثل المساحات المستغلة سوى أقل من ٢٠٪ وقد تم العمل ببرنامج طموح في إطار المشروع الغابوي المرحلة ٢ والذي يموله البنك الدولي للتعجير والتنمية والبنك الإفريقي للتنمية (١.٠٠٠.٠٠٠ هكتار على امتداد ٥ سنوات انطلاقا من سنة ١٩٩٠).

٣- تعريف الاستغلال الغابوي: تمت ملائمة التعريف العالمي للاستغلال الغابوي لاستغلال الغابة المغربية ولغابات الأرز بصفة خاصة.

٤- مختلف مراحل إعداد الدراسات حول الاستغلال الغابوي: وصفت المراحل سواء على المستوى الإداري أو على ساحة العمل وفق تسلسل زمني.

٥- تطبيق المنهجية: حالة غابة أزرو (١٧.٧٤٤ هكتار). تم تحديد مختلف الوثائق المتعلقة بالاستغلال الغابوي و تم تطوير الباب المتعلق بالخرائط وكذا الجرد كما تم إعطاء تفاصيل منهجية الاستغلال المعتد للتطبيق وكذا وصف أشكال المعالجة وقواعد الاستغلال الحرجي الملائمة.

**"CONCEPT ET METHODOLOGIE D'ETUDE D'AMENAGEMENT DES
FORÊTS MAROCAINES" CAS DE LA CEDRAIE D'AZROU
(MOYEN ATLAS CENTRAL TABULAIRE)**

KERROUANI H.

Centre Régional des Etudes et des Aménagements de Meknès, Maroc.

Résumé - *La forêt marocaine occupe environ 9 Millions d'ha, soit un taux de couverture de près de 12% du territoire national.*

Les feuillus représentent 40% de la superficie totale forestière, les résineux 15% et la nappe alfatière couvre 40%, tandis que les reboisements ne représente que moins de 5%.

Débutés vers les années 30 les premiers aménagements avaient un caractère de règlement d'exploitation répondant à des objectifs précis et urgents.

Après les années 70 les aménagements sont devenus des études élaborées pour être plus consistantes et intégrées à partir de 1975.

Les superficies aménagées ne représentent que moins de 20%. Un programme ambitieux a été retenu dans le cadre du projet forestier phase H financé par BIRD et BAD (1.000.000 ha sur 5 ans à partir de 1990).

La définition universelle de l'aménagement forestier a été adaptée à l'aménagement de la forêt marocaine et aux cédraies en particulier.

Les phases tant au bureau qu 'au terrain sont décrites d'une manière chronologique.

Cas de la forêt d'Azrou (17.744 ha).

Les différents documents relatifs à l'aménagement ont été définis:

- *Le volet de la cartographie ainsi que l'inventaire ont été développés.*
- *La méthode d'aménagement à appliquer a été détaillée, ainsi que les modes de traitement et les régies sylvicoles appropriées ont été décrits.*

Summary - *The Moroccan forest occupies nearly 9 Million ha, namely a coverage rate of about 12% of the national territory.*

Broad-leaved trees represent 40% of this forest total surface area, while the conifers occupy 15% and the grass tablecloth covers 40%, with afforestations representing less than 5%.

Started in the 1930's, the first forest-use plans had a character of an exploitation régulation responding to accurate and urgent objectives.

After the 1970's, the plans became studies which are conducted for being more elaborate and integrated as of 1975.

The areas developed represent a mere 20%. An ambitious programme was adopted as part of the Second Phase Forest Project, financed by the BIRD and me BAD (1.000.000 ha on 5 years starting from 1990).

The universal definition of the forest-use planning was adapted to the development of the Moroccan forest and to the cedar forests in particular.

The stages both in office and on the field are described in a chronological order.

The case of the Azrou forest (17.744 Ha)

The various documents relating to the use planning have been defined:

The aspect of map-making, as well as the inventory were elaborated.

The detailed forest-use planning method to be applied, the processing modes and the appropriate silvicultural rules were described.

AVANT PROPOS

Au Maroc les terres classées forestières occupent environ 9 millions d'Ha dont 3,6 millions de nappes alfatières et à peu près 500.000 ha de plantations artificielles, soit un taux global de couverture des prés de 12% du territoire national.

Les différentes espèces (principales) composant la forêt marocaine se répartissent comme suit:

- Chêne vert (<i>Quercus rotundifolia</i>)	1.400.000 ha
- Arganier (<i>Argania spinosa</i>)	830.000 ha
- Thuya (<i>Tetraclinis articulata</i>)	700.000 ha
- Chêne liège (<i>Quercus suher</i>)	350.000 ha
- Genévriers (<i>Juniperus</i>)	325.000 ha
- Cèdre (<i>Cedrus atlantica</i>)	140.000 ha
- Pin et Sapin (<i>Pinus et Abies</i>)	95.000 ha
- Nappes alfatières (<i>Stipa tenacissima</i>)	3.600.000 ha
- Acacias sahariens (<i>Acacia gummiifera</i>)	1.060.000 ha
- Reboisements	500.000 ha
TOTAL	9.000.000 ha

Cependant le gradient va du saharien (désert) au sub-humide à humide. Les géographes qualifient le Maroc d'un "Pays de contrastes".

NB: Les forêts marocaines sont dans leur grande majorité sous des bioclimats arides et semi-arides à sub-humides.

HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS FORESTIERS

Au Maroc, les premiers aménagements des forêts ont été conçus dans les années trente, mais ce n'est que durant la seconde guerre mondiale qu'un vaste programme de règlement d'exploitation a été réalisé.

Ces aménagements appliqués étaient orientés plus particulièrement sur exploitation à blanc étoc de grande envergure de chêne vert plus précisément pour satisfaire les besoins accrus en bois pendant cette période et surtout pour utilisation de gazogène. Ces travaux furent poursuivis durant les années cinquante.

A la veille de l'indépendance près de 330.000 ha de forêts étaient aménagés. Il s'agissait plus principalement de forêts de chênes lièges du littoral atlantique et du plateau central, ainsi qu'une partie des cédraies et iliçaiies du Moyen Atlas.

Dans la partie nord du pays qui était sous administration espagnole, les forêts résineuses et de chênes lièges ont vu également leur exploitation réglementée mais plus tardivement (dans les années cinquante).

Vers la fin des années soixante, la majorité de ces aménagements était périmée. L'Administration s'est vue dans l'urgence de lancer leurs révisions.

Pour faire face à l'exécution de ce vaste programme d'aménagement, l'Administration à partir de 1968, a fait appel d'abord à l'assistance technique (-la Mission Danoise, dans les suberaies de la Mamora, du plateau Central et de Bab azhar à Taza -la mission Belge dans les suberaies du Nord du Pays) ensuite à des bureaux d'études spécialisés compte tenu de l'inexistence de moyens humains propres à l'Administration.

Vers le début des années 70, l'aménagement en tant que "Règlement d'exploitation" s'est vu révolu et l'aménagement intégré de l'espace rural s'impose.

D'où nécessité de définir une nouvelle politique d'aménagement et d'arrêter une nouvelle méthodologie d'approche.

Dès 1973 la Direction des Eaux et Forêts s'est attachée à créer des cellules techniques d'inventaire et d'aménagement destinées à se substituer progressivement aux ingénieurs conseils.

La première cellule d'inventaire et d'aménagement a été créée dans le cadre de l'excirconscription de Meknès. cette unité presque unique au Maroc par faute de structure officielle adéquate et encourageante, a été renforcée progressivement en moyen humain et matériel pour devenir le Centre Régional des Inventaires et Aménagements de MEKNES en 1975 (création des DPA).

Ce centre a été érigé en centre régional des études et des aménagements par instruction ministérielle en juin 1988 créant six autres centres à l'échelon national.

Ainsi étant le premier ingénieur affecté dans cette cellule en Janvier 1973, après une formation de spécialisation d'une année (1972) en matière de photo- interprétation, cartographie et inventaire à l'Institut international des levés aériens des sciences de la terre (ITC-Hollande) que je me suis versé à élaborer les études d'aménagement des forêts.

Au début, je me suis contenté d'appliquer toute la théorie apprise dans les Ecoles et Instituts Forestiers, tout en essayant de les adapter à la pratique et ce bien sûr en se basant sur l'expérience déjà acquise par mes prédécesseurs en matière d'aménagement.

Il faut noter que les anciens aménagements que je qualifie de "Règlement d'exploitation" se basaient uniquement sur une connaissance de terrain et une description qualitative sommaire de la végétation et des données climatiques de la zone d'étude.

La cartographie issue d'une interprétation de la couverture aérienne faisait défaut, et le côté inventaire est complètement ignoré ou tout au moins reste très lâche. Quant au volet socio-économique, il n'a jamais été pris en compte.

Ainsi au fil des années et au fur et à mesure de l'élaboration des études d'aménagements des forêts, la méthode d'approche se voit s'améliorer, se compléter et ce, soit en abordant certains volets qui jusqu'à présent n'ont pas été étudiés, ou le sont d'une manière superficielle (comme par exemple la cartographie - l'inventaire -étude socio-économique) soit en rectifiant le tir et en allégeant d'autres volets qui semblent être trop détaillés ou qui sont déjà étudiés dans d'autres études similaires (c'est le cas des études écologiques et climatiques).

Nos approches de méthodologie ont été confrontées à des observations et ont été rectifiées en conséquence, lors de nos contacts diversifiés et de nos côtoiements permanents avec d'autres personnalités scientifiques de différents horizons: à savoir en occurrence:

- Les universitaires marocains et étrangers au cours de leurs tournées sur le terrain avec les étudiants forestiers.

- Les experts des organismes internationaux (FAO - PNUD - Banque Mondiale etc..) lors de leurs missions au Maroc.

- Et enfin et surtout les ingénieurs conseils des différentes sociétés titulaires des marchés d'études d'inventaires et d'aménagement de certains de nos massifs forestiers.

Cette compétition instructive se fait à deux niveaux:

Le premier lors de la préparation et de l'établissement des conditions de prescription spéciales (CPS) que l'Administration prépare et impose au bureau d'étude privé lors de la réalisation de l'étude en question. Notre rôle en tant qu'aménagiste est de prévoir toutes les démarches à suivre par la Société, afin d'aboutir aux résultats escomptés.

Le deuxième se fait lors de la supervision et du contrôle des études d'aménagements réalisées par l'ingénieur Conseil. En tant que responsable du suivi et du contrôle, je me trouve en confrontation permanente avec les techniciens de la Société.

Cependant ces confrontations et ces discussions parfois chaudes avec les ingénieurs conseils nous assurent une formation continue et d'ailleurs mutuelle et nous permettaient de nous perfectionner en la matière.

En conséquence, la réalisation des études d'aménagements des forêts par nous-mêmes, la préparation des CPS pour ces études confiées aux Sociétés, leur suivi et leur contrôle nous a amené à définir et à arrêter une méthodologie d'approche pour l'élaboration d'un plan d'aménagement et dont les différentes phases sont décrites ci-après.

DEFINITION DE L'AMENAGEMENT FORESTIER

L'aménagement des forêts est une notion très complexe, qui est en réalité une matière polyvalente se concrétisant par la résultante de toutes les disciplines agro-pédo-sylvo-pastorales et constituant en elles-mêmes la synthèse de toutes les études sectorielles d'une zone donnée.

L'aménagement d'une forêt est une étude qui se base sur une analyse portant à la fois sur:

- des données quantitatives
 - * milieu physique
 - * milieu humain et animal
 - * milieu végétal (état des peuplements)
- des données qualitatives
 - * Inventaire.
 - * Enquête socio-économique.

Cette analyse se ramène en définitif à un problème de prélèvement, d'interprétation et de synthèse d'informations prises sur le terrain et qui se conclut sur des prévisions et des orientations d'avenir.

En d'autres termes: "l'aménagement d'une forêt est une étude reposant sur une analyse et débouchant sur une décision" (in manuel d'aménagement des Forêts Françaises - ONF).

Pour nos forêts marocaines, l'aménagement consiste avant tout à assurer nise en ordre dans la gestion de nos forêts tout en essayant de réaliser "un ment soutenu".

Comme la majorité de nos forêts n'est pas aménagée (uniquement 20% sont aménagées actuellement), j'entends par la mise en ordre de la gestion forestière, la préparation et l'élaboration des documents de base pour un éventuel aménagement simple. C'est d'ailleurs dans cet esprit qu'un programme ambitieux d'aménagement forestier simple et sylvo-pastoral a été inscrit dans le cadre du projet forestier phase II financé par la BIRD (1.000.000 ha sur cinq ans est ce depuis 1990).

Ces documents de base peuvent se résumer d'une manière chronologique à la réalisation d'un certain nombre de phases essentielles à savoir:

- La cartographie des massifs forestiers avec distinction des essences forestières et probablement leur densité et leur structure d'où l'on peut parler d'une ébauche de la carte des types de peuplements.
- La consolidation du bornage forestier avec son report sur la carte de travail (carte des types de peuplements, et/ou d'intervention).
- Le parcellaire adaptable au type et à la vocation du peuplement et qui sera basé sur des limites administratives, communales et sur des limites naturelles.
- Prescription des régies sylvicoles élémentaires pour la plus part des cas de nos forêts et qui Consiste d'abord à faire des coupes de nettoyage et enfin quelques régies sylvicoles appropriées pour assurer la régénération du peuplement et par voie de conséquence la pérennité de la forêt.

Cependant pour le premier volet qui est de la cartographie on peut distinguer deux niveaux:

- Le premier niveau: la cartographie sur carte à petite échelle (1/00.000 par exemple) peut se réaliser au niveau de tout le pays en utilisant des méthodes modernes et rapides telles que la télédétection (Land Sat ou Spot image).

Celle-ci peut nous donner une situation générale avec les répartitions géographiques des essences forestières et voire même leur vocation: (production -protection ou agrément) avec toutes les autres variantes en l'occurrence les forêts à vocation sylvo-pastorale. En d'autres termes elle nous permettra de définir les priorités d'action et les orientations à envisager (c'est le cas de l'inventaire forestier national).

- Le 2ème niveau: la cartographie sur échelle moyenne (1/20.000 à 1/25.000) utilisable pour des aménagements proprement dits de forêts et qui consiste à réaliser des cartes des types de peuplements à partir de la photo-interprétation de la couverture aérienne en panchromatique blanc et noir ou I.R (1/15.000 à 1/20.000).

Cette carte des types de peuplement permettra de faciliter l'application d'une sylviculture appropriée et surtout d'asseoir un parcellaire, unité de gestion, le plus homogène possible.

Quant à la consolidation du bornage forestier, qui ne peut se réaliser que sur la cartographie de 2ème niveau, est une opération importante puisqu'elle redéfinit d'une manière incontestable et définitive la domanialité de la forêt. Une fois portée sur des cartes d'aménagement au 1/20.000 ou 1/25.000 le bornage forestier aurait presque la même valeur qu'un plan cadastral.

Et d'ailleurs je proposerai que nos plans d'aménagement soient déposés officiellement au niveau du Cadastre (Division de la carte) qui sera appelé à reproduire notre délimitation forestière sur ses nouvelles éditions de cartes d'IGN tant au 1/100.000 qu'au 1/50.000.

Il en est de même pour les autres volets cités ci-dessus qui en principe ne devraient être définis qu'au niveau de l'étude d'aménagement d'une forêt donnée.

LES DIFFERENTES PHASES DE L'ELABORATION D'UN PLAN D'AMENAGEMENT

L'élaboration d'une étude aménagement de forêt se fait par l'accomplissement de plusieurs phases: Ces phases peuvent se résumer d'une manière presque chronologiques de la façon suivante:

Phase préliminaire

Cette phase consiste à procéder à la réalisation des étapes citées ci dessous et à leur dépouillement, exploitation, et synthèse:

- Acquisition de la couverture aérienne
- Acquisition des cartes existantes
- Plan de bornage et PV de délimitation
- Tournées de reconnaissance de la zone d'étude
- Collecte des documents auprès des services extérieures
- Climatologie
- Historique

Phase photo interprétation et cartographie

- Préparation stéréoscopique des photos (délimitation du massif forestier)
- Définition des types de peuplements et leur stratification (légende)
- Photo-interprétation proprement dite
- Piquetage des bornes forestières sur photos aériennes
- Contrôle de la stratification sur le terrain
- Agrandissement des cartes au 1/20.000 ou 1/25.000
- Elaboration d'une carte minute des types de peuplements
- Report des limites administratives et forestières
- Etablissement d'un parcellaire provisoire sur photo et sur carte.

Phase d'inventaire

- Mise au point de la méthodologie
- Constitution et entraînement des équipes
- Exécution des travaux d'inventaire
- Collecte des données pour l'établissement des tarifs de cubage
- Elaboration d'un programme de données
- Dépouillement et traitements des données d'inventaire
- Synthèses et interprétation des résultats d'inventaire.

Phase de prospection et description parcellaire

- Elaboration des fiches écologiques et description parcellaire
- Vérification de la stratification des peuplements (mise à jour de la carte des types des peuplements)
- Description parcellaire
- Relevés phyto-écologiques et pédologiques.

Etude socio-économique et études des parcours

- Enquête de reconnaissance (contacts avec les autorités et les services concernés, collecte des documents et listes des éleveurs)
- Elaboration et adaptation d'un questionnaire d'enquête socio-économique détaillé
- Lancement des enquêtes socio-économiques sur le terrain

- Délimitation des parcs forestiers
- Evaluation de la charge
- Elaboration de la carte des faciès pastoraux et report des parcs forestiers
- Proposition d'amélioration des parcours forestiers.

Parcellaire définitif

- Etablissement d'un parcellaire définitif
- Matérialisation parcellaire sur le terrain.

Elaboration des documents minutes

- Procès verbal d'aménagement
- Renseignements généraux
- Etude écologique (carte des communautés végétales, carte lithologique)
- Etude socio-économique (carte des faciès pastoraux et des parcours)
- Gestion antérieure
- Etat actuel et résultats d'inventaire (carte des types de peuplements)
- Description parcellaire
- Esquisse d'aménagement.

Soumission des documents minutes au Comité Consultatif des Aménagements

Ce Comité est composé:

- Des responsables de l'Administration Centrale
- Des Services gestionnaires concernés
- Des Universitaires
- Des chercheurs
- Des aménagistes
- Des représentants des communes rurales concernées.

Documents définitifs

- Reprise et mise à jour des documents minutes approuvés par le Comité Consultatif d'Aménagement
- Elaboration d'un plan de gestion
- Elaboration d'une carte d'intervention.

APPLICATION DE LA METHODOLOGIE: CAS DE L'ETUDE D'AMENAGEMENT DE LA FORET D'AZROU

Renseignements généraux

Situation géographique

La forêt d'Azrou fait partie de la VIII région forestière dite Région du Moyen Atlas (BOUDY). C'est une *Cedretum-Quercetum*, située à une altitude variant de 1250 m (Azrou) à 2103 m (Jbel Hebri).

Situation juridique

La forêt d'Azrou est propriété privée de l'Etat comme toutes les autres forêts marocaines (Dahir du 7 juillet 1914).

NB: La représentation des CR n'est qu'une proposition de ma part l'idée est en train de faire son chemin. Leur participation est en Project

Délimitée en 1931 avec droit d'usage:

- Droit de parcours
- Droit de ramassage de bois mort gisant.

Contenance

Elle fait 17.744 ha dont 13.644 ha boisés soit 77% et 4100 ha clairière et de bor soit 23% (résultat de la carte des types de peuplement).

Situation administrative et forestière

- Province d'Ifrane
- CR d'Irklouen
- Gérée par le Service des Eaux et Forêts d'Ifrane.

Etude écologique

Gradient climatique

	AZROU	IFRANE	Forêt d'Azrou
Altitude (m)	1250	1635	1250-2103
Pluviométrie (mm)	887	1122	
Indice de continen-tabilité (M-m) (Debrach)	30,2°C	34,3°C	Etage Bioclimat méditerranéen humide à variante froide
	Semi-Continental	Semi-Continental	
$\frac{M + m}{2}$	15<17, 7<20	13,2 < 15	
	Climat mod chaud avec variante froide	Climat froid variante très froide	
Q (coef. d'Emberger)	110	114	

Milieu édaphique

La forêt d'Azrou se situe sur différents substrats où elle manifeste un dynamisme de végétation inégal, ainsi le sol reste un facteur différentiel aussi important que le climat.

On distingue deux substrats:

- Basaltique
- Carbonate:
 - * Calcaire
 - * dolomie

Végétation

Deux essences principales: le cèdre et le chêne vert se trouvent à l'état pur ou en mélange avec la répartition suivante:

Cèdre pur	: 1.493	Ha	soit 11%
Chêne vert pur	: 4.594	Ha	soit 33,5%
Mélange Cèdre + CV	: 7.557	Ha	soit 55,5%
TOTAL	: 13.644	Ha	soit 100%

On y trouve d'autres essences principales et essences secondaires en petites tâches ou à l'état disséminé. On peut citer:

- Chêne zène - pin maritime - genévrier oxycèdre - genévrier thurifère - frêne dimorphe - houx -if - érable de Montpellier - cytise de battandier - aubépine,...

Photo-interprétation: résultats (carte des types de peuplements)

Photo-interprétation

La photo-interprétation est basée sur la composition, le couvert, l'âge et le régime. Ainsi la clé d'interprétation retenue a définie les strates suivantes:

Pour le cèdre

	Dense (d)	Normal (n)	Clair (c)	
Vieux cèdre (V)			Vc	Vd et Vn n'existent pas dans la réalité
Cèdre adulte (A)	Ad	An	Ac	
Jeune cèdre (J)	Jd	Jn	Jc	
Régénération	R			
Epars (semenciers)	S			

Pour le chêne vert

	Dense (1)	Normal (2)	Clair (3)
Futaie de chêne vert	QRf 1	QRf 2	QRF 3
Taillis de chêne vert	qrt 1	qrt 2	qri 3

Carte des types de peuplements

Le transfert de la photo-interprétation sur un fond topographique au 1/20.000 a donné naissance à la carte des types de peuplements

Parcellaire

Un parcellaire topographique a été retenu. La forêt a été subdivisée en 122 parcelles dont la superficie varie entre 50 Ha à 250 Ha, en se basant sur les normes suivantes

- Pour les forêts productives 80 à 100 ha
- Pour les forêts à vocation sylvo-pastorale 150 ha
- Pour les forêts de protection au delà de 200 ha

Inventaire

Inventaire préliminaire

Un inventaire préliminaire a été appliqué pour déterminer le coefficient de variation du peuplement. Pour ce l'ensemble des parcelles a été regroupé en cinq grands ensembles (strates) selon leur dominance et qui sont:

- Strate de jeune cèdre dense
- Strate de jeune cèdre normal
- Strate adulte normal
- Strate de cèdre vieux clair
- Strate de chêne vert pur

Seule les quatres premières strates ont fait l'objet de l'inventaire préliminaire.

A cet effet trente placettes circulaires de 20 ares par ensemble (strate) ont été réparties au hasard à l'intérieur desquelles, les circonférences à 1.30m des tiges sont mesurées

L'application de la formule ci-après nous a permis de déduire le nombre de placettes à asseoir:

$$N = \frac{(t \times V_0)^2}{e_0^2} \quad \text{au seuil de 0.95}$$

avec N: Nombre de placette à asseoir

t: coefficient de student

V_0 : Coefficient de variation

e_0 : Précision proposée

Inventaire systématique

Le nombre de placettes à inventorier et la taille de leur dimension sont donnés ci-dessous:

Strate	Superficie (ha)	Nombre de placettes	Dimension de la placette (are)	Taux d'échantillonnage
jeune dense	1452	277	5	1
jeune normal	2325	434	10	2
adulte normal	1388	257	10	2
vieux clair	2652	352	20	2
TOTAL	7817	1320	153,35	1,96% ≈ 2%

Etablissement du tarif de cubage

Ainsi les tarifs retenus sont:

- Sur Basalte: $V = -0,0426 - 0,6447d + 11,6333d^2$
- Sur carbonate: $V = 0,2605 - 3,1403d + 12,7101d^2$

Aménagement proposé

Méthode d'aménagement

Le classement en 5 strates constitue déjà une ébauche de division.

Ainsi les résultats d'inventaire (nombre de tiges/ha et leur répartition par catégorie de circonférence, surface terrière/ha, volume moyen /ha et accroissement moyen /ha/an) nous ont permis de connaître les potentialités existantes, la structure du peuplement actuelle et sa projection dans l'avenir, ainsi que la conduite à retenir pour les peuplements de la forêt et notamment celle de la cédraie.

Ces critères nous amènent à dire que la futaie régulière est la méthode d'aménagement qui conviendra le mieux et ce pour.

- Contrainte des parcours (mise en défens à regrouper et à ne pas dépasser de 1/5 des parcs forestiers).
- Régularisation du peuplement (futaie régulière-homogène).
- Intervention sylvicole (adaptation d'une exploitation moderne, localisée dans le temps et dans l'espace).
- Peuplement équienne: favorise l'élagage naturel d'où diminution du M'Jej (*trametis pini*).

Découpage en séries

Plusieurs niveaux de découpage ont été envisagés:

- Le premier niveau est basé sur l'essence et le recouvrement forestier.
- Le deuxième niveau est basé:
 - Pour le cèdre sur le substrat lithologique (basalte et carbonaté)
 - Pour le chêne vert sur l'existence ou non d'un potentiel d'enrésinement.
- Le troisième niveau, ne concernant que la cédraie sur sol carbonaté, est basé sur l'état et le dynamisme de la régénération des peuplements
- Le quatrième niveau tient compte de la situation géographique, du potentiel touristique et du facteur environnemental de la zone d'étude.

En synthétisant tous les critères de ce découpage nous avons retenu sept séries définies comme suit:

Série	Superficie		Gt m ² /ha	Volume m ³ /ha	i m ³ /ha/ an	Possibilit é m ³ /ha
	Ha	%				
1 ^{ère} série Dite sur Basalte	1493	8,4	24,7	237,8	5	1694 12%
2 ^{ème} série dite Futaie régulière à groupe de régénération élargie	3297	18,6	16	140,3	2,62	3476 10%
3 ^{ème} série dite Futaie régulière à groupe de régénération stricte	2152	12,1	13,1	105	1,5	2015 10%
4 ^{ème} série dite D'enrésinement	1493	8,4				
5 ^{ème} série Dite chêne vert	4594	26				
6 ^{ème} série Dite de conservation (Touristique)	615	3,5				
7 ^{ème} série Dite hors cadre	4100	23				
TOTAL	17.744	100				7185 10%'

العوامل الرئيسية التي تؤثر على التجدد الطبيعي لأرز الأطلس (سدروس أطلنتيكا مانيتي)

لمحمدي محمد و شوكي نبيل

معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة

الرباط - المغرب

يلقي هذا العمل نظرة على الإحياء الطبيعي لأرز الأطلس (مانيتي) بالمغرب وعلى العوامل الرئيسية التي تفعل في نجاحه. تقترح عدة دراسات بأن التجدد الطبيعي تتحكم فيه سلسلة متوالية من الفترات الجافة والرطوبة وتعزز هذه الإكتشافات حقائق مناخية شجرية من المغرب بحيث تبين زيادة في لقاح الأرز تقدر بحوالي ١٤٥٠ توافق بداية فترة ملويلة ملائمة من حيث المناخ. وأثرث عوامل أخرى كالضغط البيئي ونوع الموقع والتجمعات النباتية والثمار ونوعية الضوء والحركات النفايائية وتركيبية الموقع في حدوث التنبت والبقاء خلال التجدد الطبيعي

**LES PRINCIPAUX FACTEURS INFLUENCANT
LA REGENERATION NATURELLE DU CEDRE DE L'ATLAS
Cedrus atlantica (Manetti)**

LAMHAMEDI M. et CHBOUKI N.

*Département de Foresterie, Institut Agronomique
et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202,
Rabat-Institut, Maroc.*

Résumé - *Cet article présente une revue de la régénération naturelle de *Cedrus atlantica* (Manetti) au Maroc et des facteurs principaux influençant son succès. Plusieurs études suggèrent que la régénération naturelle est contrôlée par la succession des périodes sèches et humides. Les résultats dendroclimatologiques et palynologiques corroborent ces conclusions et montrent une nette augmentation des graines de pollen de cèdre aux environs de 1450 correspondant à une longue période climatiquement favorables. D'autres facteurs tels que les stress environnementaux, la qualité du site, les communautés végétales, la fructification, la qualité de la lumière, la dynamique de la litière, et la composition du peuplement influencent l'installation des semis et leur survie pendant la régénération naturelle.*

***Cedrus atlantica* / régénération / dendroclimatologie / fructification / physiologie / écologie.**

Summary - This work presents a review on natural regeneration of *Cedrus atlantica* (Manetti) in Morocco and the principle factors affecting its success. Several studies suggest that natural regeneration is under the control of the succession of dry and wet periods. Dendroclimatological and palynological evidences from Morocco corroborate these findings as they show a net increase in *Cedrus* pollen around 1450 corresponding to the onset of a long and climatically favorable period. Other factors such as environmental stress, site quality, plant communities, fructification, light quality, litter dynamics, and stand composition influenced seedling establishment and survival during natural regeneration.

***Cedrus atlantica* / regeneration / dendroclimatology / fructification / physiology/ ecology.**

INTRODUCTION

Dans l'état actuel, la majorité des peuplements de la cédraie marocaine se régénèrent naturellement. Cette régénération reste un phénomène écophysologique complexe, aggravée par les différentes perturbations causées par le parcour, les attaques parasitaires et fongiques, et les coupes irrationnelles. La régénération naturelle et assistée accompagnées d'une mise en défens ont offert relativement, au départ, une solution simple au problème du renouvellement de la cédraie. Ces deux approches constituent un moyen de repeuplement de la cédraie marocaine malgré la complexité de l'interaction entre les différents facteurs qui favorisent cette régénération. La régénération naturelle ou assistée offre au forestier une opportunité de réduire le coût de renouvellement de la cédraie sans compromettre les objectifs assignés à son aménagement.

D'une façon générale, la régénération du cèdre reste tributaire du climat, du sol, de la végétation, de la fructification et des facteurs physiques et biotiques (Figure 1).

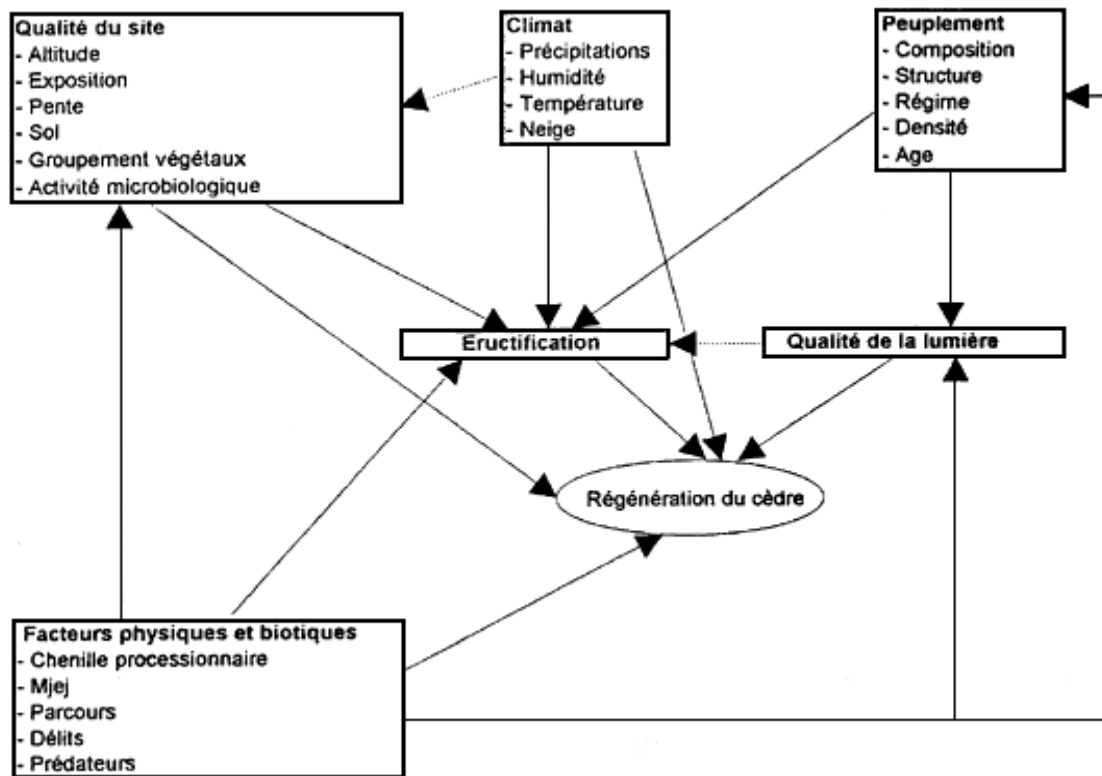


Figure 1: Principaux facteurs affectant le mécanisme de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti).

La contribution de chacune de ces variables dans le processus varie en fonction des différents milieux de la cédraie. La réponse du plant à l'interaction de ces facteurs dépend de son génotype, de sa morphologie et de sa physiologie. Différents travaux ont mis l'accent sur l'influence de l'altitude, de l'exposition, de la densité et de la composition du peuplement sur l'installation et le développement des semis de *Cedrus atlantica* (Manetti) (Lepoutre 1964a, b, 1963, Lepoutre et Pujos 1964, Marion 1955, Maroc développement 1983, M'Hirit 1987, Mounji 1992, Pujos 1967, Saadi 1985). Jusqu'à présent, les travaux de synthèse concernant la compréhension des mécanismes et de la dynamique de la régénération du cèdre en faisant appel aux concepts dendroclimatiques, physiologiques et écologiques sont rares.

L'objectif de cet article est de faire ressortir les principaux facteurs qui influencent la régénération du cèdre pour permettre à l'aménagiste de cerner son mécanisme et de mieux planifier ses interventions en tenant compte de l'importance de chaque facteur et de leurs interactions complexes en vue de favoriser cette régénération.

PRECIPITATIONS

Les années pluvieuses assurent une humidité du sol favorable à la germination et à l'installation des semis du cèdre. Les microlites ayant une capacité de rétention faible en eau au niveau de la zone racinaire nécessitent des précipitations fréquentes pour assurer une meilleure survie et une bonne croissance des semis du cèdre surtout pendant l'été. Cette différence de réserve hydrique entre les substrats fait que la régénération est plus abondante sur roche dolomitique que sur calcaires compacts, difficilement pénétrables par les racines (Marion 1955). La distribution des précipitations

durant la phase de croissance, et la variabilité intra et interannuelle a une importance capitale sur l'avenir des semis. Il semble que l'alternance de périodes favorables pluvieuses et de périodes défavorables sèches revêt une importance capitale pour la réussite de la régénération. Seule une séquence favorable et persistante (plus de 5 ans) permettra l'installation et la survie des semis. Pendant une période défavorable, les semis souffrent pendant une période très longue de stress hydrique engendrant ainsi des perturbations physiologiques et une mort prématurée des semis durant les cinq premières années après l'apparition des premières aiguilles.

Des études dendrochronologiques récentes du cèdre (Chbouki, 1992; Meko, 1988; Stockton, 1988 et Till, 1985) concernant la reconstitution dendroclimatique ont révélé que le climat est caractérisé par une alternance d'une période favorable humide et d'une période défavorable sèche (Figures 2a-b). La confrontation des précipitations et de l'indice dendroclimatique (Figures 3a-b) reflète fort bien que la dynamique de la cédraie, notamment en matière de régénération dans le temps, ne pourrait être liée qu'au facteur limitant qui est l'eau. De ce fait, nous devons admettre avec une grande certitude que la régénération du cèdre est intimement liée à l'occurrence de grandes périodes favorables. En effet, les études palynologiques du lac de Tigalmamine au Moyen Atlas (Lamb et *al.*, 1989) confirment cette hypothèse et montrent l'abondance des grains de pollen du cèdre vers 1450. Durant cette période, le climat était favorable (Figure 2a) et a permis probablement au cèdre de mieux se régénérer et de mieux s'étendre. L'obtention d'une régénération abondante nécessite donc une longue période de climat favorable et non une seule année pluvieuse, ce qui explique les observations rapportées au Moyen Atlas et au Rif concernant la lenteur de l'installation de la régénération et les mortalités progressives printanières et estivales des semis de cèdre durant les premières années de leur installation (Mario, 1955; Pujos, 1967). La sensibilité de la régénération au climat laisse suggérer que les fluctuations des paléoclimats postglaciaires ont contribué à la régression de la haute cédraie du Moyen Atlas plissé et à l'extension de la basse cédraie comme c'est le cas du plateau d'Azrou (Lecompte, 1986).

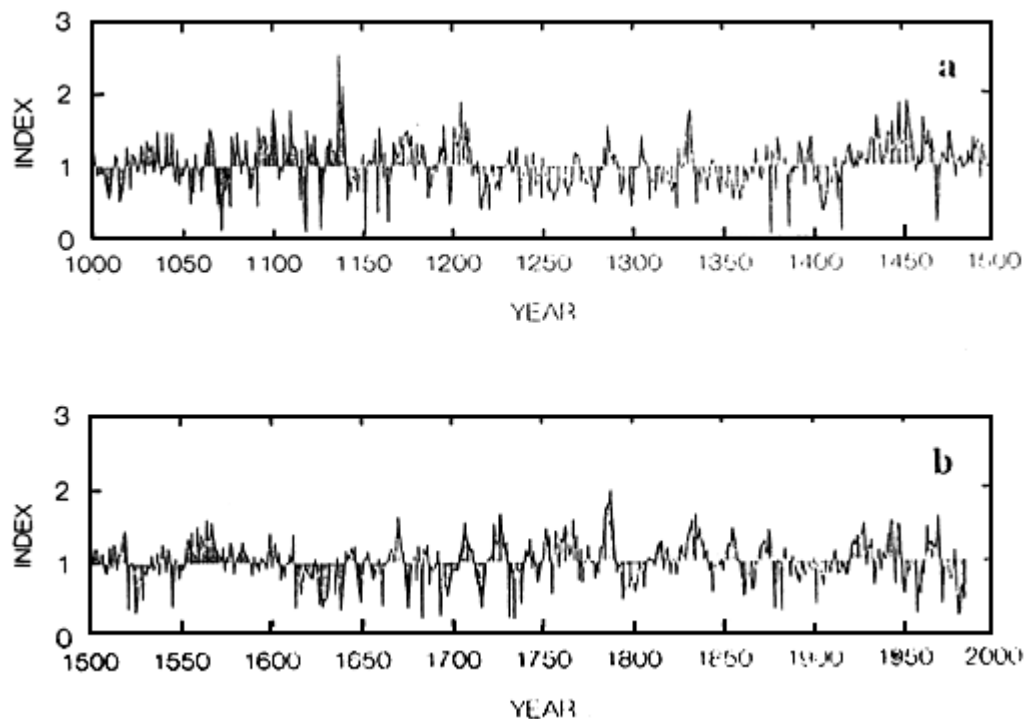


Figure 2: Reconstitution dendroclimatique de l'alternance de périodes favorables et défavorables (a: 1000-1500, b: 1500-1989; Col du Zad, Moyen Atlas).

FRUCTIFICATION DI CEDRE

La fructification de cèdre est le facteur déclencheur de la régénération. L'obtention d'une bonne fructification a lieu généralement lorsque les arbres sont âgés, bien individualisés (densité idéale. 501 arbres/ha) avec des cimes étalées et une bonne biomasse foliaire. La nature du substrat, l'altitude et la succession d'années climatiques favorables influencent la capacité de fructification des arbres semenciers (Pujos, 1967). L'apparition et le développement des cônes sont sous le contrôle de la capacité photosynthétique de l'arbre. Cette dernière est influencée par la biomasse foliaire, la qualité de la station, le statut hydrique et nutritionnel de l'arbre. De ce fait, l'abondance de la fructification ne peut avoir lieu qu'au niveau des arbres bien dégagés et ayant un grand espace vital. L'exposition directe de la majorité des aiguilles à une intensité lumineuse élevée leur assure un bon rendement photosynthétique et par conséquent, une translocation importante des produits de la photosynthèse vers les cônes au détriment d'autres phénomènes biologiques de l'arbre. Dans ce sens, Eis et *al.* (1965) ont trouvé que la production abondante de cônes a eu pour effet de réduire l'épaisseur des cernes et suggèrent que les hydrates de carbones requis pour le développement des cônes proviennent d'une photosynthèse courante et non d'une réserve d'hydrates de carbone de formation antérieure. Sur le plan physiologique, les cônes constituent des siphons irréversibles vis-à-vis des produits de la photosynthèse (Kozłowski, 1992). Cette translocation est sous le contrôle des différents facteurs du climat. Donc, les cônes ne peuvent se développer et les graines ne seront de bonne qualité que si le rendement photosynthétique de l'arbre est meilleur. En utilisant ce concept physiologique et en tenant compte du rayon de dissémination qui ne dépasse guère 25 à 50m, l'aménagiste devrait ouvrir le peuplement et dégager plusieurs individus à un âge précoce de toute concurrence potentielle pour favoriser une bonne fructification et une bonne

homogénéité de la dissémination des graines dans l'espace. Le nombre de cônes et la qualité des graines pourront être réduits par les perturbations physiologiques causées par la chenille processionnaire, le Mjej (*Phellinus pini* (Thore ex. Fr.) Pil.), et par d'autres prédateurs particulièrement le singe. Ces perturbations touchent principalement la translocation des produits de la photosynthèse vers les cônes et le transport de l'eau et des éléments nutritifs vers les aiguilles. L'écimage pratiqué par les bergers réduit la biomasse foliaire, entraînant ainsi une diminution de la capacité photosynthétique et de la production des cônes.

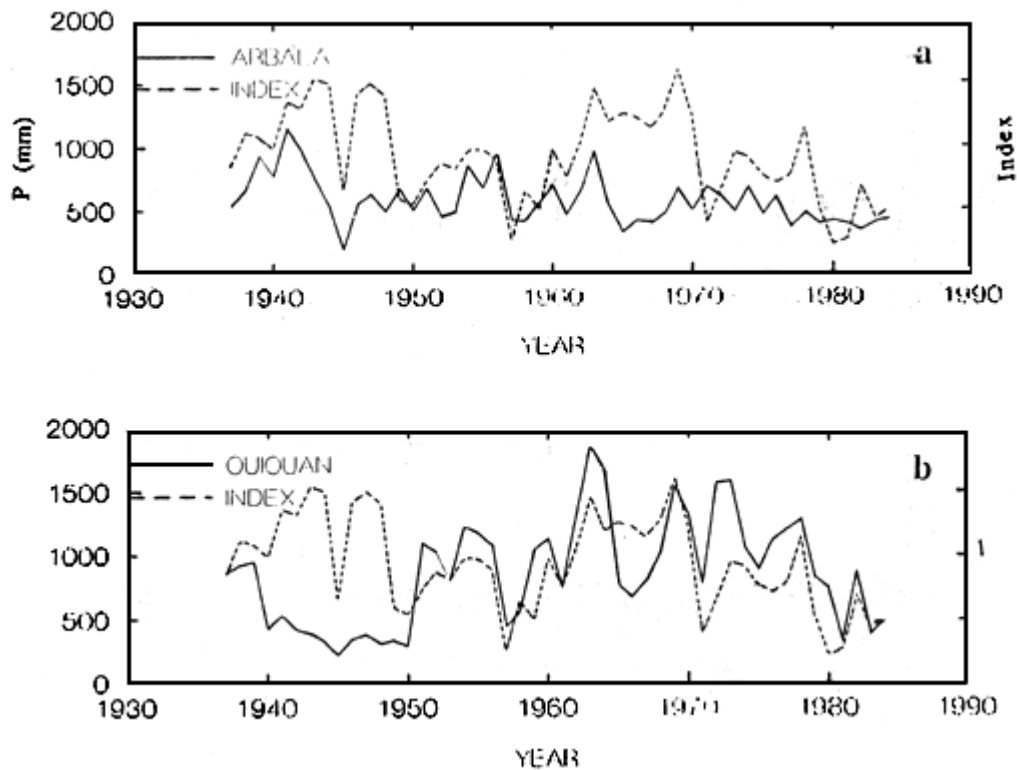


Figure 3: Relation entre la croissance radiale et les fluctuations des précipitations (P en mm) de la station d'Argbala (a) et de Ouïouane (b).

STRESS ENVIRONNEMENTAUX ET PHYSIOLOGIE DES SEMIS

Les racines des jeunes semis de cèdre qui viennent de germer exploitent un volume limité du sol et restent très sensibles au stress hydrique, thermique, au froid et au gel. L'intensité de ces stress dépend de plusieurs paramètres dont la quantité de pluie, le degré de compétition, la demande évaporative, la capacité de rétention en eau du sol, l'humidité relative de l'air, et les températures de l'air et du sol. Les propriétés physiques du substrat et leur environnement méso- ou microclimatique constituent un facteur déterminant de la réussite de la régénération.

Les températures extrêmes de l'air et du sol limitent les processus physiologiques des semis de cèdre particulièrement la photosynthèse, la transpiration, la respiration et l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs. Ducrey (1981) a constaté que, dans des conditions contrôlées, la photosynthèse des rameaux du cèdre passe de 3,2 à 1 mg CO₂ /g/h quand la température passe de + 10°C à -8°C. A cette dernière température, la respiration peut atteindre 0,1 mg CO₂ g/h. Le gel et les faibles températures du sol pendant l'hiver et le printemps limitent le mouvement et l'absorption

de l'eau par l'augmentation de la viscosité de l'eau et de la résistance au flux d'eau (Grossinkle, 1988). La faculté de germination des graines de cèdre est stimulée par des températures basses (Zaki, 1970).

L'accès à l'eau du sol durant l'installation des jeunes semis est limité car le contact entre les racines et le sol est restreint. L'établissement de connexions fonctionnelles à travers le continuum sol-plante-atmosphère reste primordiale pour assurer une meilleure survie et une bonne croissance initiale. Le développement du système racinaire du cèdre est lent et superficiel pendant les premières années. Cette caractéristique ne confère pas aux semis une tolérance à la sécheresse surtout lorsque la litière est épaisse. L'ampleur de cet horizon constitue un obstacle majeur à la pénétration des racines et ne facilite pas leur contact direct avec le sol minéral, ce qui prédispose les semis au stress hydrique et ne permet pas leur installation. Dans ces conditions, un décapage du sol dans les sites où la fructification est abondante s'avère nécessaire pour mieux réussir la régénération assistée.

La croissance racinaire et la photosynthèse sont interdépendants et évoluent selon l'état hydrique du plant (Burdett, 1990). La croissance du système racinaire, de la partie aérienne et l'activité photosynthétique sont arrêtées lorsque le potentiel hydrique du sol atteint respectivement -3MPa, -2MPa et -3,5MPa (Aussenac et Valette 1982, Aussenac et El Nour 1986a, b). L'initiation et la croissance des racines latérales varient aussi en fonction des conditions nutritionnelles de la station (Gersani and Sachs, 1992). L'analyse foliaire des aiguilles du cèdre a révélé des déficiences nutritionnelles en phosphore, en potassium et en magnésium dans certaines cédraies du Moyen Atlas central (Targui, 1986). Dans ces sites, l'apparition précoce de déficience en éléments nutritifs essentiels chez les jeunes semis de cèdre installés constituera une contrainte majeure à la croissance et à la survie de ces plants.

La présence des champignons ectomycorhiziens dans plusieurs sites de la cédraies peut conférer aux jeunes semis une tolérance à la sécheresse (Lamhamedi et *al.*, 1991; Lamhamedi et *al.*, 1992a, b). Ces symbiotes se caractérisent par une phase extramatricielle extensive permettant aux racines de mieux exploiter les réserves hydriques du sol et d'améliorer l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs. Les hyphes peuvent pénétrer dans les microspores de sol où les racines ne peuvent accéder. Ces champignons sécrètent des hormones qui agissent sur le fonctionnement des stomates pour diminuer les pertes en eau par transpiration en cas de stress hydrique sévère. Leur présence dans le site favorisent la régénération du cèdre par tache (Lepoutre, 1963). Dans ce sens, Abourouh (1988) a recensé plus de 70 champignons qui peuvent former des mycorhizes avec le cèdre. L'inoculation des plants de cèdre en pépinière forestière par des souches sélectionnées, des spores ou par du sol contenant de l'inoculum facilitera sans doute la reprise et la croissance des plants après plantation.

Les plants de cèdre sont donc confrontés au stress hydrique et thermique durant l'été, et celui du froid pendant l'hiver. Les hautes températures pendant une période très brève peuvent engendrer des lésions de l'écorce et une dessiccation du cambium (Seidel, 1986; Stathers and Spittlehouse. 1990). Ces dommages s'observent plus rapidement au niveau du collet à la surface du sol où les températures sont généralement élevées.

Parallèlement à ces facteurs, les jeunes semis subissent des dommages et disparaissent sous l'action du surpâturage. La mise en défens stricte pratiqué au Moyen Atlas a permis l'installation de la régénération, mais a favorisé en même temps la compétition des semis par le tapis herbacé. Le développement de cette strate herbacée

doit être contrôlée au moment opportun tout en tenant compte des phases de croissance des plants de cèdre.

LUMIERE

Divers facteurs influencent l'atténuation de la lumière dans les peuplements forestiers particulièrement la composition, la densité, la structure, l'architecture du peuplement, l'état du ciel et l'angle solaire. La biomasse foliaire réduit non seulement la quantité de lumière qui atteint le sous bois, mais produit de larges modifications de la qualité spectrale de la lumière (Lamhamedi, 1988). Ces changements se caractérisent par une diminution du rayonnement photosynthétique actif (400-700 nm). En passant à travers le couvert, la qualité spectrale de la lumière subit des modifications substantielles. En effet, la lumière qui atteint la surface du sol dans un peuplement forestier devient riche en rouge lointain et faible en bleu et en rouge clair. Ces changements affectent la qualité de la lumière, exprimée en ratio (R/FR = rouge clair/rouge sombre), et influencent la germination des graines, la croissance et la morphologie des plants (Lavender et al., 1990; Lamhamedi, 1988).

La vigueur des plants peut être limitée par l'interception de cette ressource. Les facteurs du site (exposition, pente et latitude) ont une influence majeure sur la quantité de lumière reçue au niveau du couvert végétal (Spittlehouse and Stathers, 1989; Stathers et al., 1990). En plus de la densité et le régime du chêne vert (taillis ou futaie), l'orientation foliaire et la présence du tapis herbacé contrôlent la quantité et la qualité de la lumière interceptée par les jeunes plantules. Il s'est révélé que certaines graines de conifères ne peuvent germer que lorsque le rayonnement incident à un ratio R/FR relativement élevé. Dans les peuplements où le couvert est relativement fermé et dense, la présence des semis est rare et le système racinaire reste mal développé et superficiel. L'absence totale d'un couvert végétal favorise la mort prématurée des semis de cèdre suite à leur dessèchement par le rayonnement solaire. Dans ces conditions, la réduction du stress thermique a une importance capitale par comparaison à la perte au niveau de la photosynthèse. La présence des taches de lumière (sunflecks) et de conditions microstationnelles favorables peuvent conditionner la régénération du cèdre dans les peuplements denses. L'aménagiste devrait ouvrir les peuplements denses pour créer ces taches de lumière en vue de favoriser l'installation de la régénération.

COMMUNAUTES VEGETALES

Les communautés végétales reflètent l'interaction de toutes les variables écologiques (climat, nature du substrat, type de sol...) et les potentialités des différents types de milieu. La diversité de la roche mère et les effets combinés du climat, de l'altitude et des températures expliquent en partie la diversité écologique et la dynamique des cédraies (Pujos, 1967; Le compte 1983). La régénération du cèdre varie en fonction des groupements végétaux. Dans ce sens, dans la forêt d'Ajdir, Saadi (1985) a distingué 5 groupements végétaux caractérisés par des groupes écologiques indicateurs de différentes conditions réelles du milieu et de régénération:

- 1- Groupement à *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus canariensis*, *Rubus ulmifolius*, *Hedera helix* et *Ilex aquifolium*;
- 2- Groupement à *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia*, *Paeonia maroccana*, *Rubus ulmifolius* et *Aristolochia longa*;
- 3- Groupement à *Cedrus atlantica*, *Helianthemum croceum*, *Marrubiumfontianum*, *Cerastium gibraltarium*;
- 4- Groupement à *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia*, *Helianthemum croceum*, *Buplerum spinosum* et *juniperus thurifera*;

5- Groupement à *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Crataegus laciniata*.

La régénération dans le premier groupement est bonne favorisée par des sols profonds et développés sur dolomie compacte avec une structure "Chêne vert-Cèdre" relativement équilibrée. La régénération est bien installée sur des vallons drainés. Dans le deuxième groupement les conditions de régénération restent peu favorables. Le troisième groupement est un peuplement sylvatique de cèdre presque pur (1900 à 2200) appauvrie en espèces indicatrices de bonnes conditions. Dans le quatrième groupement, les conditions mésoclimatiques (expositions sud et sud est) associées à la nature du substrat calcaire compact à sol superficiel ne permettent pas à la régénération naturelle de s'installer même lorsque la fructification est abondante. La régénération reste hétérogène dans le cinquième groupement du fait de la structure des peuplements (dense ou clair). L'absence de strate arbustive prive les semis d'une ambiance favorable à leur maintien.

La cédraie marocaine est soumise à des perturbations sévères et progressives (attaques parasitaires, vent, incendie, coupes abusives..) qui influencent la dynamique de la régénération et des communautés végétales. Les cédraies d'âge multiple ont souvent subi des perturbations sérieuses et anciennes qui ne peuvent être identifiées facilement. La connaissance de la fréquence et de la chronologie de ces perturbations nous permettra de connaître l'historique de la dynamique de la régénération.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

La dynamique de la régénération du cèdre est étroitement liée aux facteurs climatiques qui influencent la germination, la croissance des plantules et le développement du système racinaire capable de subvenir aux besoins hydriques du plant en période de sécheresse. En plus des précipitations et de la nature du substrat, la température maximale doit atteindre 9 à 10°C pendant une durée d'au moins 9 à 10 jours pour permettre l'apparition des germinations. Ces conditions expliquent l'hétérogénéité altitudinale de la régénération observée entre les versants chauds et les bas-fonds. La présence du couvert végétal favorise le maintien des semis.

L'aménagiste actuel est invité à initier des actions ponctuelles précises et ordonnées dans le temps en vue de favoriser la régénération naturelle. Celles-ci se résument à:

- favoriser la fructification et l'installation des semis par l'ouverture du peuplement;
- décaper le sol lorsque la litière est épaisse pour permettre un contact rapide des racines avec le sol minéral;
- contrôler la strate herbacée dans le cas de la mise en défens pour diminuer le degré de compétition vis-à-vis des plants de cèdre.

Cette revue de littérature révèle que les différents processus physiologiques durant la phase d'installation et de croissance sont influencés par l'eau. De ce fait, la recherche devrait être orientée vers la sélection de provenances résistantes à la sécheresse en utilisant les concepts écophysiologicals. L'expérimentation pourrait être conduite en pépinière et en site de reboisement. Cet axe de recherche pourra être complété par la détermination des normes concernant la qualité des plants (statut nutritionnel et hydrique, architecture racinaire...) en fonction du site, des conditions microstationnelles et des types de peuplements. La compréhension de la dynamique de la régénération naturelle du cèdre dans son aire naturelle pourra se faire par des études approfondies en dendroclimatologie. En effet, l'examen des profils de croissance radiale permettra l'identification des phases de suppression, de relâchement et la reconstitution

des épisodes de régénération. L'élaboration d'un programme de grande envergure, portant sur de nombreuses années, concernant le suivi de différents scénarios d'ouverture des peuplements denses et son influence sur la régénération en relation avec la qualité de la lumière et la production des cônes, nous renseignera sur la façon adéquate d'aménager nos cédraies tout en assurant leur pérennité.

BIBLIOGRAPHIE

- Abourouh M., (1988). Champignons mycorhiziens du Moyen Atlas. Rapport interne. Station de Recherche Forestière. 3p.
- Aussenac G. et El Nour, (1986a). Reprise des plants et stress hydriques. *Revue Forestière Française*. 3, 264-270.
- Aussenac G. et El Nour, (1986b). Evolution du potentiel hydrique et du système racinaire des jeunes plants de cèdre, Pin laricio de Corse et Pin noir plantés à l'automne et au printemps. *Ann. Sci. For.* 43, 1-14.
- Aussenac G. et Valette J.C., (1982). Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Ann. Sci. For.* 39, 41-62.
- Burdett A.N., (1990). Physiological process in plantations establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research*. 20, 415-427.
- Chbouki N., (1992). Spatio-temporal characteristics of drought as inferred from tree ring data in Morocco. Ph. D. dissertation, University of Arizona, USA.
- Ducrey M., (1981). Action des basses températures hivernales sur la photosynthèse du cèdre et du Douglas. *Ann. Sci. For.* 38, 317-329.
- Eis S., Garman E. H. and Ebell L. F., (1965). Relation between cone production and diameter increment of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), Grand Fir (*Abies Grandis* (Dougl.) Lindl.), and Western white pine (*Pinus Monticola* Dougl.). *Canadian Journal of Botany*. 43, 1553-1559.
- Gersani M. and Sachs T., (1992). Development correlations between roots in heterogenous environments. *Plant, Cell and Environment*. 15, 463-469.
- Grossinkle S. C, (1988). Planting stress in newly planted jack pine and white spruce. 2 Changes in tissue water potential components. *Treephysiology*. 4, 85-97.
- Kozlowski T. T., (1992). Carbohydrates sources and sinks in woody plants. *The Botanical Review*. 58, 107-222.
- Lamb H. F., Eicher U. and Switsur V. R., (1989). An 18 000 year record of vegetation, lake-level and climatic change from Tigalmamine, middle Atlas, Morocco. *Journal of biogeography*. 16, 4711-4721.
- Lamhamedi M.S., Bernier P.Y. and Fortin J.A., (1992a). Growth, nutrition and water stress tolerance of *Pinus pinaster* inoculated and EBELL with ten dikaryotic strains of *Pisolithus* sp. *Tree Physiology*. 10, 153-167.
- Lamhamedi M.S., Bernier P.Y. and Fortin J.A., (1992b). Hydraulic conductance and soil water potential at the soil-root interface of *Pinus pinaster* seedlings inoculated with different dikaryons of *Pisolithus* sp. *Tree Physiology*. 10, 231-244.

- Lamhamedi M.S., Bernier P.Y. and Fortin J.A., (1991). La génétique de *Pisolithus* sp.: une nouvelle approche de biotechnologie forestière pour assurer une meilleure survie des plants en condition de sécheresse. *Sécheresse* 2, 251-258.
- Lamhamedi M.S., (1988). Atténuation de la lumière dans les peuplements forestiers: concepts et modélisation. Séminaires de photobiologie. Centre de Recherche en Biologie Forestière, Université Laval, pp 1-39.
- Lavender D.P., Parish R., Jonson CM., Montgomery G., Vyse A., WILLIS R.A. and Winston D. Regenerating British Columbia's Forests. University of British Columbia Press, Vancouver, Canada. 372p.
- Lecompte M. (1986). Biogéographie de la montagne marocaine. Le Moyen Atlas central. Mémoires et documents de géographie. Edition du CNRS, Paris. 202p.
- Lepoutre B., (1964a). Suite d'observations sur la régénération du cèdre par taches. *Ann. Rech. For. au Maroc.* 7, 1-20.
- Lepoutre B. et Pujos A. (1964). Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de cèdre. *Ann. Rech. For. au Maroc.* 7, 1-211.
- Mario J., (1955). La régénération naturelle du cèdre dans les cédraies du rebord septentrional du Moyen-Atlas occidental calcaire. *Ann. Rech. For. au Maroc.* 1, 31-150.
- MAROC Développement. (1983). Etude des travaux d'aménagement dans les cédraies de Bekrit, Senoual, Ajdir, Kerrouchen, et Itzer. Volume II: Présentation générale. 401p.
- Meko D.M., (1988). Temporal and spatial variation of drought in Morocco. In *Drought, water management and food production. Conference Proceedings Agadir (Morocco), 21-24, 1985.* pp 55-82.
- M'Hirit O., (1987). Etat actuel des connaissances sur le cèdre: Eléments pour un programme de recherche. Organisations des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 38p.
- Mounji H., (1992). Evaluation de la régénération naturelle de cèdre de l'Atlas dans les parcelles clôturées au Moyen-Atlas. Mémoire de 3^{ème} cycle. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. 116p.
- Pujos A., (1967). Les milieux de la cédraies marocaine. Etude d'une classification des cédraies du Moyen Atlas et du Rif en fonction des facteurs du sol et du climat et de la régénération naturelle actuelle dans ces peuplements. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc.* 8, 1-283.
- Saadi B., (1985). Contribution à l'étude de la régénération naturelle et récente du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans la région de Khénifra (Moyen Atlas Central, Maroc). Mémoire de 3^{ème} cycle. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. 109p.
- Seidel K.W., (1986). Tolerance of seedlings of ponderosa pine, Douglas-fir, grand fir, and Engelmann spruce for high temperatures. *Northwest Science.* 60, 1-7.
- Spittlehouse D.L. and Stathers. (1989). Seedling microclimate. Ministry of Forests. British Columbia, Canada. 28p.

- Sthatters R.J. and Spittlehouse D.L. (1990). Forest soil manual temperature. British Columbia Ministry of Forests, Canada. FRDA Report 130. 47p.
- Sthatters R.J., Trowbridge R., Spittlehouse D.L., Macadam A. and Kimins J.P.. (1990). Ecological principles: basic concepts. In *Regenerating British Columbia's Forests*. Eds.
- Lavender D.P., Parish R., Johnson C.M., Montgomery G., Vyse A., Willis R.A. and Winston D. University of British Columbia Press, Vancouver, Canada, pp 45-54.
- Stockton C.W.. (1988). Current research progress toward; understanding drought. In *Drought, water management and food production*. Conference Proceedings Agadir (Morocco), November. 21-24. 1985 pp 21-35
- Targui M., (1986). Contribution à l'étude de la nutrition minérale du cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le Moyen Atlas Central (Maroc) Corrélation avec la production. Mémoire de 3^{ème} cycle. IAV Hassan II Rabat
- Till C, (1985). Recherches dendrochronologiques sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière) au Maroc. Thèse de Doctorat. Université Catholique de Louvain-la-Neuve. Belgique. 231p.
- Zaki A., (1970). Premières études sur les phénomènes de dormance de la graine de cèdre et sur l'influence de différents facteurs à l'égard de sa germination. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*. 11, 243-298.