

ÉCOLOGIE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE DU CÈDRE DANS LE MOYEN ATLAS MAROCAIN*

par

B. LEPOUTRE**

INTRODUCTION

Il n'est pas de problèmes écologiques où la nécessité d'une **analyse complète** du rôle des facteurs du milieu ne soit impérative, avant de pouvoir saisir les mécanismes mis en jeu dans la nature et s'expliquer la présence ou l'absence d'une essence dans une aire géographique déterminée.

S'il est toujours possible d'effectuer cette analyse, nous ignorons, par contre, jusqu'à quel point les connaissances acquises sont suffisantes pour permettre la synthèse, et nous ignorons, aussi, **la hiérarchie** des influences écologiques sur le comportement de l'essence. Ainsi, telle importance du milieu édaphique peut être dominante dans des conditions climatiques déterminées et ne plus l'être dans d'autres. Inversement, le climat peut, dans certains cas, annuler totalement l'effet d'une fertilité ou d'une stérilité particulière du sol.

Ainsi donc, plus encore que l'analyse, la synthèse du milieu écologique apparaît délicate et c'est elle que nous avons tentée dans le cas particulier de l'écologie du semis de cèdre dans le Moyen Atlas Marocain.

Il faut dire que la régénération du cèdre y est parfois très difficile. Il en résulte de grosses difficultés dans le domaine de la conservation du capital forestier, mais aussi dans celui du rajeunissement de la forêt, car les méthodes sylvicoles habituelles se sont révélées généralement inefficaces.

C'est dire, finalement, que l'intérêt scientifique de cette étude se double d'un intérêt pratique indiscutable.

Rappel des données analytiques acquises

Avant d'aborder le sujet proprement dit, il nous faut préalablement rappeler les éléments du problème, c'est-à-dire les principaux résultats acquis par l'analyse du milieu écologique ; il faut voir de quelle façon ils s'inscrivent dans le cadre naturel, et enfin, définir les hypothèses de travail susceptibles de servir de base à notre étude.

* Résumé d'une thèse de Docteur-ingénieur soutenue le 25 janvier 1966 à la Faculté de Montpellier.

** Directeur de recherches, détaché au Ministère des Affaires Etrangères pour servir à la Station de Recherches forestières de Rabat (Maroc).

Nos premières observations, et les travaux qui en ont découlé (LEPOUTRE, 1961) ont permis de mettre en évidence deux sortes de problèmes essentiels dans la régénération du cèdre :

- 1 - le problème de la germination de la graine ;
- 2 - le problème du maintien des semis, en particulier au stade de leur toute jeunesse, lorsque la plantule, âgée de quelques mois, doit traverser l'été, sans autres ressources en eau que celles acquises par le sol à la fin de l'hiver ou au début du printemps.

Sur le terrain, et à la suite de MARION (1955), nous constatons la plus grande facilité de régénération de la cédraie à basse altitude, jusqu'à 1 800 m environ, et au contraire une absence souvent totale de jeunes semis à des altitudes plus élevées. Parallèlement, il fallait convenir d'un état très différent de la forêt, jeune et vigoureuse à basse altitude, vieille et claire au-dessus de 1 900 m, tout au moins sur sols calcimorphes.

Cette distinction évidente sera conservée dans la suite de cette étude, en désignant ces deux types de cédraie par les appellations respectives de "cédraie basse" en-dessous de 1 800-1 900 m et "cédraie haute" pour des altitudes plus élevées.

1 - DU POINT DE VUE EDAPHIQUE

Nous avons pu mettre en évidence la très grande sensibilité de la germination et de la plantule à certains caractères des sols. Parmi ceux-ci, il faut mentionner essentiellement :

- l'influence néfaste des matériaux édaphiques à points de flétrissement élevés, tels que les sols argileux rouges méditerranéens et les horizons de surface très organiques (litières, horizon A₀ ou A₁).
Tous ces matériaux ralentissent la germination ou, au moins, la perturbent.
Du point de vue bilan hydrique du sol, les mesures faites en cédraie ont montré que les réserves hydriques étaient souvent insuffisantes, soit pour permettre la germination et l'installation de la plantule, soit pour assurer le maintien de ces dernières.
- du point de vue nutrition minérale, les sols calcimorphes se sont révélés beaucoup plus défavorables que les sols basaltiques. Cette influence néfaste se traduit essentiellement par des difficultés d'assimilation du potassium et du phosphore (parfois de l'azote).
- enfin, nous avons pu mettre en évidence l'influence très favorable de la mycorhization des racines des jeunes cèdres sur la croissance et, par là même, sur leur résistance à la sécheresse.

2 - DU POINT DE VUE CLIMATIQUE

Nos recherches ont montré le rôle très important des facteurs météorologiques hivernaux sur les possibilités de germination et d'installation des plantules de cèdre.

C'est ainsi que, dans des conditions de pluviométrie normales ou supérieures à la normale, il est apparu que cette installation avait lieu, dans le sol, dans des conditions thermiques bien déterminées et correspondant à l'occurrence de températures maximales journalières de + 9°5 C pendant 7 à 10 jours consécutifs.

Cette limite thermique correspond sensiblement à une valeur de + 10°C pour la température maximale moyenne mensuelle.

On pouvait en déduire alors une plus grande précocité de la levée du semis dans les zones altitudinales basses (cédraie basse). Cette dernière conclusion mettait aussi en évidence le parallélisme qui existe entre les conditions climatologiques et la distribution géographique des deux types de cédraie, basse et haute. A basse altitude, les températures printanières sont précoces, les semis le sont aussi et la forêt est souvent jeune et vigoureuse. Au contraire, en altitude, les froids persistent longtemps, l'installation des semis est tardive et la forêt est très souvent vieille et claire.

1 - HYPOTHÈSES DE TRAVAIL : Influence des facteurs climatiques sur la régénération et le maintien des jeunes plantules de cèdre dans leur première année de croissance

L'hypothèse habituellement admise et qui attribue à la sécheresse d'été le rôle prépondérant dans la disparition des jeunes semis, est apparue inexacte et incomplète à la lumière des résultats précédents.

En effet, la cédraie est précisément plus vigoureuse et plus dense, tandis que la régénération est plus facile et plus abondante, en cédraie basse, là où, paradoxalement, les chaleurs estivales sont les plus fortes.

Nier le rôle néfaste de la sécheresse estivale est impossible. Il fallait donc compléter l'hypothèse, et la connaissance des exigences thermiques de la graine et de la plantule le permettait :

Les conditions thermiques favorables à la germination étant précoces en cédraie basse, les plantules peuvent en conséquence s'installer pendant plusieurs mois (quatre ou cinq) avant l'établissement de la sécheresse. Leurs chances d'échapper à la dessiccation des horizons superficiels du sol sont donc supérieures à celles qu'elles peuvent trouver en altitude où toutes les remarques précédentes sont inversées.

Ainsi donc, les chances de survie des plantules pouvaient se traduire par la longueur de la période de croissance depuis la date de germination de la graine jusqu'à l'arrivée de la sécheresse et, vue sous cet angle, la répartition de la régénération ne présente plus aucun caractère anormal.

Il reste à savoir maintenant dans quelle mesure le milieu climatique peut être déterminant par rapport à d'autres facteurs.

Pour établir cette relativité du rôle des facteurs du milieu, nous avons admis l'hypothèse suivante :

Les chances de survie d'une plantule de cèdre durant sa première année de croissance sont d'autant plus grandes qu'elle recevra plus d'eau. Cette alimentation est apportée par les précipitations **à partir de la date de germination de la graine**. Une graine pouvant germer très tôt, la plantule recevra plus d'eau et par conséquent croîtra davantage qu'une autre, apparue quelques mois plus tard.

Pour pouvoir comparer ces deux plantules, il faut donc connaître les hauteurs de précipitations qui restent à tomber à partir des dates respectives d'apparition.

Plus généralement, pour comparer toutes les plantules de cèdre, il faudra étudier de façon systématique les hauteurs d'eau qui restent à tomber à partir de n'importe quel moment de l'année. L'évolution dans le temps de ces hauteurs de précipitations permet de définir une "espérance pluviométrique" à chaque moment de l'année : P_e .

On peut dire, alors, que les chances de survie d'une plantule de cèdre seront d'autant plus grandes que l'espérance pluviométrique qui la caractérise sera plus grande.

Cependant, il n'est pas possible de négliger l'influence de la chaleur estivale et de l'évaporation qui en résulte, sur le bilan des réserves hydriques. On peut, par un raisonnement analogue à celui qui vient d'être fait pour la pluviométrie, considérer que les chances de survie d'une plantule de cèdre sont d'autant plus faibles que l'évaporation qui agira pendant sa période de croissance sera plus forte. C'est donc encore une "espérance d'évaporation" qu'il faut considérer, espérance dont on étudiera l'évolution dans le temps.

Finalement, on aboutit à considérer l'évolution d'un rapport : $Q_e = \frac{P_e}{E_e}$

La forme de ce rapport fait penser immédiatement à l'expression habituelle d'un indice

climatique, et, en choisissant pour E l'expression :

$$\frac{(M + m)}{2} (M - m)$$

adoptée par EMBERGER dans son quotient pluviothermique, l'évolution dans le temps que nous voulons étudier devient celle du quotient pluviothermique d'EMBERGER, avec cette seule différence fondamentale qu'il faut considérer les valeurs P et E en espérance pour une période déterminée.

C'est pourquoi nous appellerons le rapport $Q_e = P_e/E_e$, "espérance pluviothermique"

Avant de poursuivre cette étude, il faut enfin fixer la période pendant laquelle cette espérance sera considérée. Nous nous sommes limité à la période qui sépare la date de germination de la graine, de l'arrivée des pluies d'automne, c'est-à-dire jusqu'au mois d'octobre de l'année d'apparition des jeunes plantules.

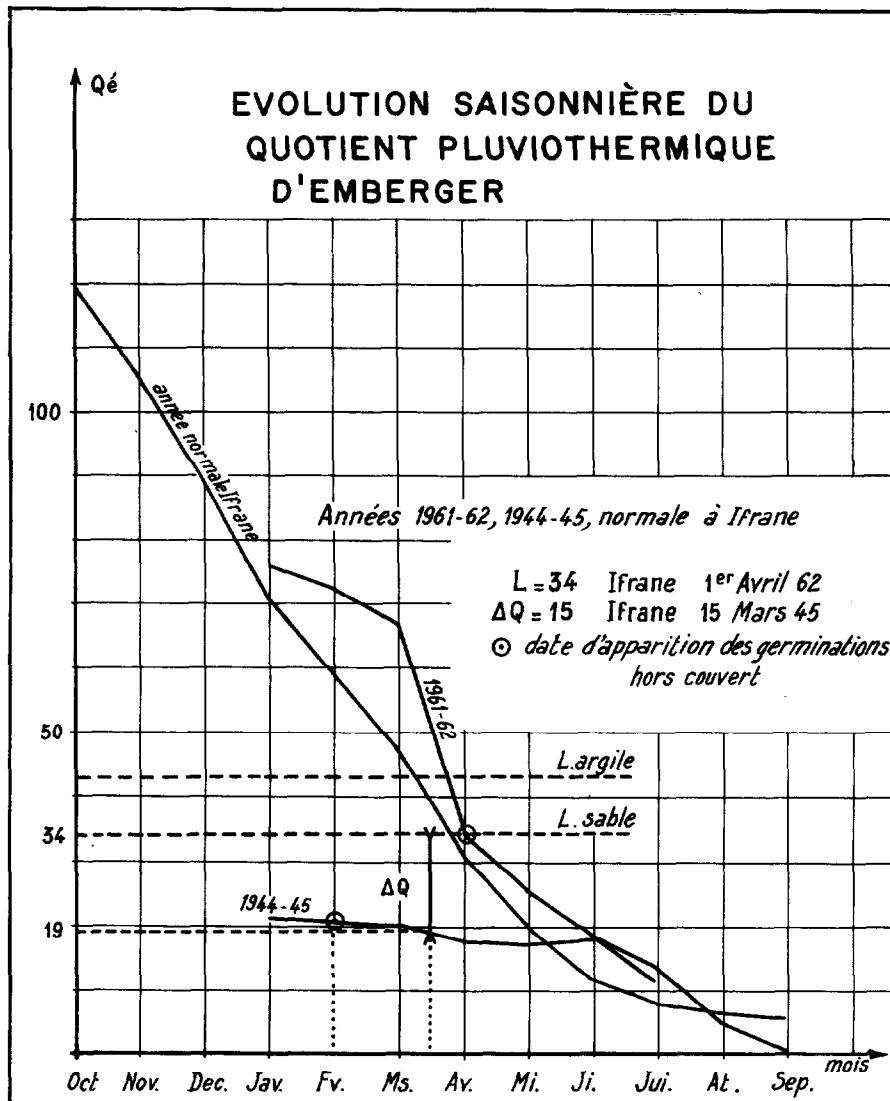


Figure 1

Cette base de travail correspond bien à notre objectif d'établir une hiérarchie des facteurs du milieu puisqu'on peut, dès à présent, concevoir que les conditions climatiques de croissance seront variables.

En particulier, elles dépendront avant tout de la date d'apparition des plantules, date qui dépend du type de sol, comme nous allons le voir. Il devient également logique d'envisager **une valeur critique** de l'espérance pluviothermique, en-dessous de laquelle les jeunes semis seront voués à disparaître.

VALEUR CRITIQUE DE L'ESPÉRANCE PLUVIOTHERMIQUE, A DÉCOUVERT

Cette valeur a pu être déterminée grâce aux observations de terrain faites à Ifrane en 1962.

Elle est de 34 pour les sols rendziniformes décapés et de 43 pour les sols argileux rouges dans les mêmes conditions et **à découvert**.

La connaissance de cette valeur est d'une importance capitale, car elle permet de définir des conditions climatiques incompatibles avec la survie des jeunes plantules de cèdre.

Chaque fois qu'une germination apparaîtra, en un lieu déterminé, avec une espérance pluviothermique inférieure à la valeur critique, on pourra considérer qu'elle est vouée à la disparition ou inversement.

La date d'apparition des plantules de cèdre pouvant être déterminée, soit par l'observation, soit par l'étude des températures maximales, nous possédons tous les éléments nécessaires à l'évaluation des chances de maintien des semis.

La comparaison des courbes d'espérances pluviothermiques sur diverses stations fait apparaître, de la sorte, une très grande possibilité de maintien des germinations en cédraie basse, et, au contraire, une difficulté extrême en altitude. Il est possible de définir les conditions intermédiaires entre ces deux termes.

Par ailleurs, on peut voir se différencier, à l'intérieur des zones climatiques ainsi définies, des conditions particulières propres au sol.

En particulier, après avoir défini que l'espérance pluviothermique critique, ou limite édapho-pluviothermique, des sols bruns basaltiques est voisine de 24, il devient évident que les conditions édaphopluiothermiques trouvées par les plantules sur ces sols sont celles qui, en altitude, sont optimales. Celles des sols argileux sont les moins bonnes.

Finalement, on peut donc placer à l'intérieur du cadre climatique l'ensemble des conclusions relatives à l'étude du sol, et amorcer pour des conditions écologiques propres au découvert une première synthèse du milieu écologique, en plein accord avec les observations de terrain.

ÉTUDE DE L'ESPÉRANCE PLUVIOTHERMIQUE SOUS LE COUVERT

Il paraît difficile de limiter une telle étude aux conditions de plein découvert étant donné l'ombrage plus ou moins dense réalisé par la forêt.

En particulier, il n'est pas possible de négliger l'action apparemment favorable du couvert du chêne-vert sur l'installation des jeunes semis de cèdre, action mise en évidence par MARION (1955).

Dans les cédraies basses en effet, la régénération du cèdre s'installe très souvent à l'ombre des cépées de chêne-vert, à tel point que les forestiers, considérant ce type de régénération comme essentiel, avaient basé sur lui le premier aménagement de la cédraie.

Il était cependant frappant de constater l'inefficacité presque totale de l'ombrage en altitude, à partir de 1850 m environ.

L'étude de l'espérance pluviothermique sous ombrage a donc été envisagée sous le couvert des cépées de chêne-vert, pour tenir compte de ces observations.

DURÉES COMPARATIVES LES PLUS PROBABLES POUR QUELQUES STATIONS, DES PÉRIODES A LA FOIS COMPATIBLES THERMIQUEMENT AVEC LA GERMINATION DE LA GRAINE ET FAVORABLES PLUVIOTHERMIQUEMENT A LA SURVIE DES PLANTULES PENDANT LE PREMIER ÉTÉ. LEUR EQUIVALENCE CLIMATIQUE

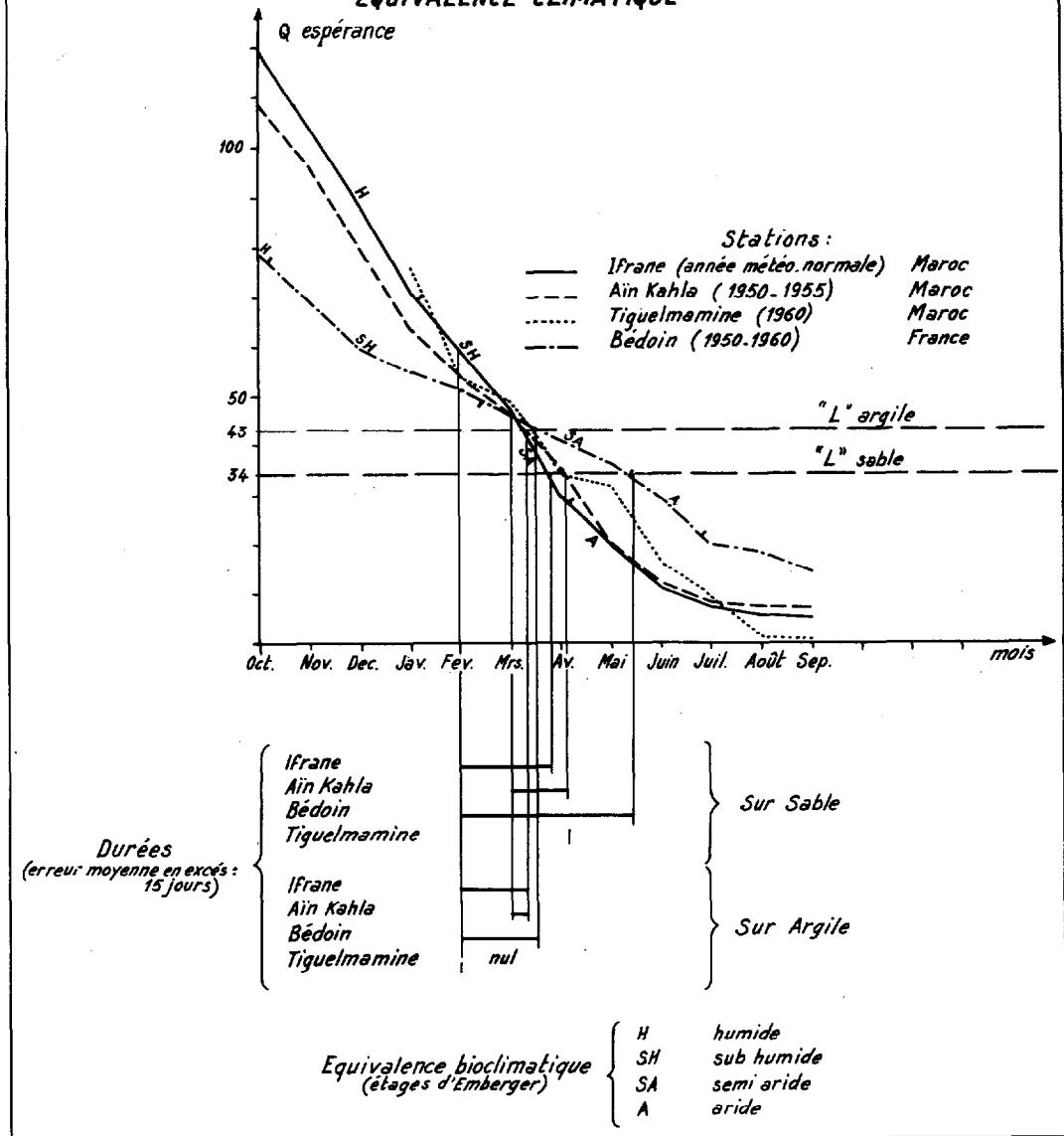


Figure 2

Deux remarques fondamentales servent de base à cette étude :

- l'apparition des germinations de cèdre est retardée de un mois et demi à l'ombre par rapport au soleil ;
- l'ombrage abaisse la valeur des températures maximales et en particulier celle qui est prise en considération dans le quotient d'EMBERGER.

Il en résulte que la germination apparue à l'ombre bénéficie, à l'origine, d'une espérance pluviothermique plus faible que celle apparue plus tôt à découvert. Par la suite, l'espérance pluviothermique sera améliorée par l'abaissement des températures maximales. Si on désigne par X l'abaissement de l'espérance pluviothermique, dû au retard d'implantation de la germination et par ΔQ l'amélioration de ces mêmes espérances, due à l'action favorable de l'ombrage, l'espérance pluviothermique de la première germination apparue sous la cèpée de chêne-vert peut s'exprimer en fonction de l'espérance pluviothermique de la première germination apparue à découvert, et on peut écrire :

$$Q_e \text{ couvert} = Q_e \text{ découvert} - X + \Delta Q$$

On peut déduire X de la courbe d'espérance pluviothermique à découvert, compte tenu du décalage de la germination dans le temps.

Une étude plus précise des températures prises à l'ombre et au soleil permet de calculer une valeur approchée de ΔQ .

On possède donc tous les éléments nécessaires pour construire la courbe d'évolution dans le temps de l'espérance pluviothermique à l'ombre des cèpées de chêne-vert. Quand cette espérance atteint et devient inférieure aux limites critiques édapho-pluviothermiques, la survie de la plantule est impossible.

La comparaison des courbes ainsi construites montre que l'action favorable de l'ombrage est très variable, maximale en cédraie basse et nulle en cédraie haute. Pour des altitudes moyennes de 1 850-1 900 m, on s'aperçoit que certains substratums édaphiques sont, seuls, compatibles avec une action favorable de l'ombrage.

Cette variation est due essentiellement à la précocité des dates de germination en liaison étroite avec les valeurs critiques édaphopluiothermiques.

Le terme ΔQ est en effet variable dans le temps, d'autant plus faible que l'on considère une date rapprochée de la saison sèche. On conçoit donc que l'espérance pluviothermique caractérisant une plantule apparue sous ombrage sera elle-même d'autant plus faible que l'apparition sera tardive.

Le terme ΔQ varie également dans l'espace, car il dépend de l'espérance pluviothermique et de la température maximale du mois le plus chaud de la période considérée.

L'ensemble de ces conclusions est en parfait accord avec la réalité, puisqu'il se produit une régénération abondante dans le chêne-vert à basse altitude et, au contraire, une localisation en plein découvert en cédraie haute.

Enfin, l'étude des données météorologiques, pour une année normale, permet de préciser la plus grande probabilité de réunir les conditions édapho-climatiques favorables à la fois à la germination et au maintien des semis, sur une station déterminée.

Il est ensuite possible d'envisager quelques cas particuliers :

- celui, réalisé par le couvert des aubépines et des érables, vient confirmer l'expression mathématique de l'espérance pluviothermique sous le couvert dans le cas où le terme X est nul ;
- celui, réalisé par la régénération de lisière, peut être étudié en détail en associant les expressions de l'espérance pluviothermique à découvert et sous le couvert. On peut en déduire la plus grande chance d'installation de ce type de régénération en zone froide, c'est-à-dire les versants nord de la cédraie basse et les deux versants de la cédraie d'altitude. Pour cette dernière cédraie, il apparaît cependant que la fréquence des régénérations de lisière est sans doute moins forte, en raison de la rareté des années où l'espérance pluviothermique est supérieure à la limite édapho-pluviothermique.

ESPÉRANCES PLUVIOTHERMIQUES A DÉCOUVERT À BASSE ALTITUDE

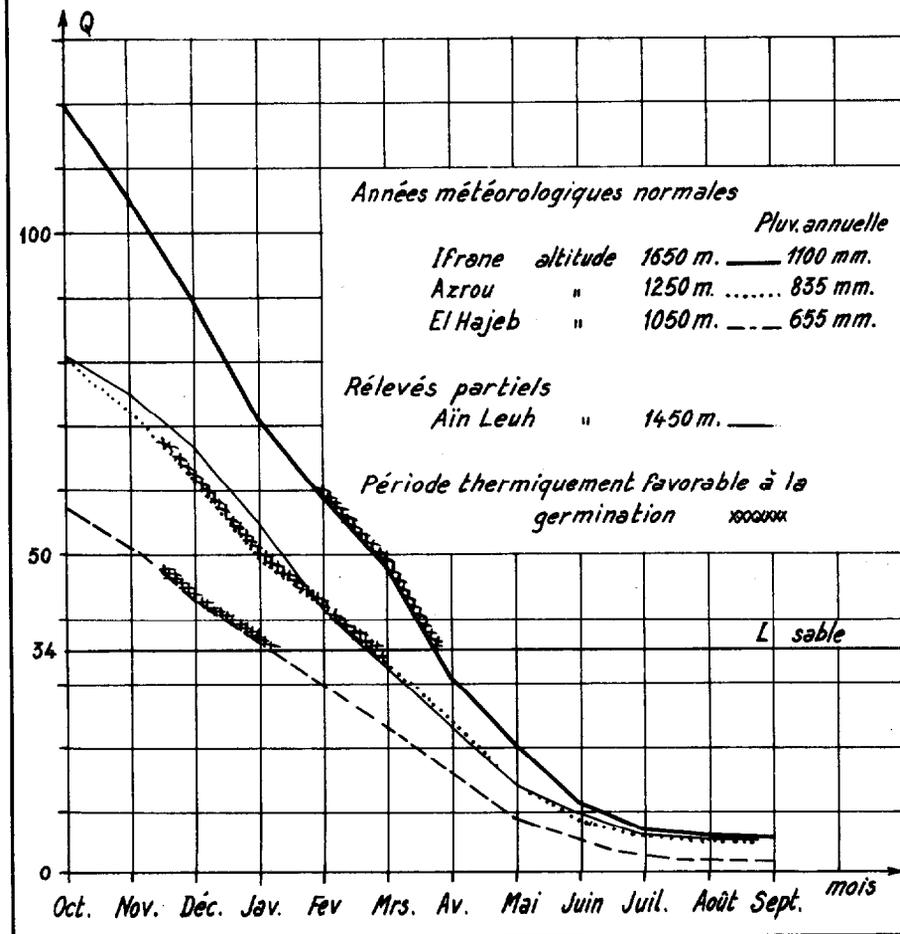


Figure 3

2 - SYNTHÈSE DES MÉCANISMES CLIMATO-ÉCOLOGIQUES DANS LA RÉGÉNÉRATION DU CÈDRE

2.1 - A découvert

2.1.1 - DANS LES SECTEURS CLIMATIQUES DE LA CÉDRAIE ACTUELLE

L'utilisation des données météorologiques moyennes traduit la plus grande probabilité de réunir les conditions climatiques considérées. L'établissement des courbes d'évolution de l'espérance pluviothermique moyenne mensuelle permet donc de comparer, à la fois les conditions pluviothermiques, thermiques et édaphiques en tout lieu, en tenant compte de la date d'apparition des germinations, c'est-à-dire l'âge des semis.

La comparaison montre que les durées des périodes de germination possible et favorables à la survie des plantules de cèdre dans leur première année de croissance, sont variables par leur longueur, par leur place dans l'année, et suivant la nature du sol.

Climatiquement, ces durées varient en sens inverse de l'altitude et décroissent avec le type de sol dans l'ordre : sol brun basaltique, sol rendziniforme magnésien, sol rouge méditerranéen.

2.1.2 - A DÉCOUVERT DANS LES ZONES CLIMATIQUES PLUS BASSES QUE LA CÉDRAIE ACTUELLE

Pour ces zones climatiques, il a été possible d'établir une relation linéaire entre l'espérance pluviothermique et l'altitude sur le front atlantique entre 1 000 et 1 650 m d'altitude.

L'espérance pluviothermique d'une station d'altitude déterminée peut donc se représenter graphiquement par une droite, avec pour unité, en abscisse, les espérances pluviothermiques d'El Hajeb (1 050 m).

Sur chacune de ces droites, il est possible de déterminer le segment correspondant aux conditions de germination et de maintien de la plantule. Ce segment est limité par le point ayant pour abscisse le mois de germination d'une part, et le point d'intersection de la droite représentative de la station avec la droite parallèle à l'axe des abscisses et d'ordonnée L, limite édapho-pluviothermique, d'autre part.

L'abaque ainsi réalisée réunit les facteurs écologiques suivants : date d'ensemencement, date de germination, températures maximales mensuelles, pluviométrie, type de sol et temps.

Elle concrétise la synthèse du milieu écologique et montre que la période moyenne la plus longue pour l'installation des plantules, avec des chances de survie, se situe à 1 550 m d'altitude.

C'est donc là que la régénération naturelle du cèdre trouvera les conditions écologiques les plus favorables.

2.2 - Sous le couvert du taillis de chêne-vert

2.2.1 - A L'INTÉRIEUR DE LA CÉDRAIE

L'étude des valeurs mensuelles moyennes de l'espérance pluviothermique, sous le couvert du chêne-vert donne les durées moyennes de la période annuelle pendant laquelle les conditions de germination sont possibles et pour laquelle les plantules apparues ont des chances de survie.

La comparaison des courbes d'évolution de l'espérance pluviothermique moyenne mensuelle

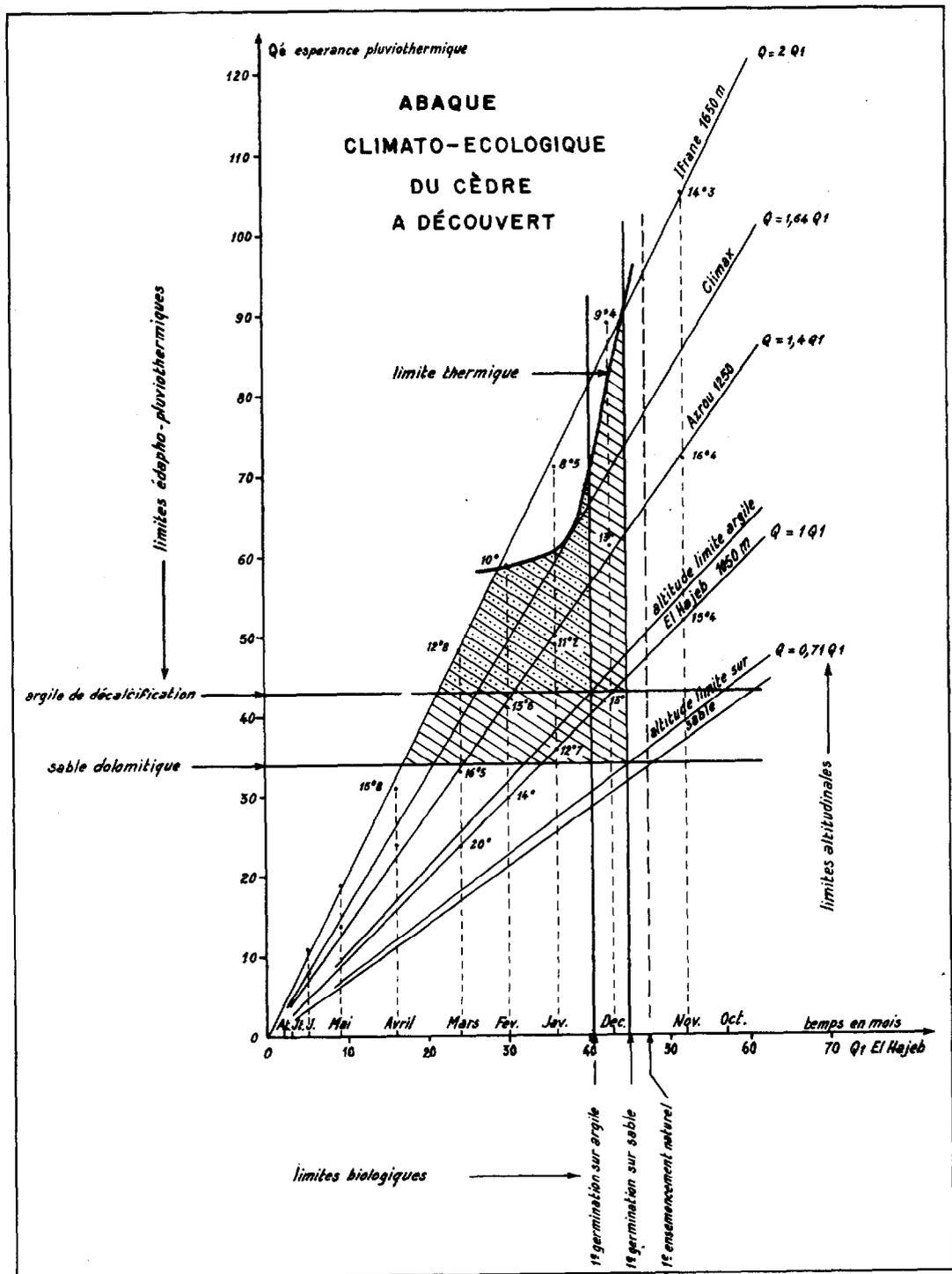


Figure 4

fait découvrir une altitude limite au-delà de laquelle l'action du couvert est néfaste. Cette altitude, voisine de 1 850 m, est précisément celle que MARION avait constatée lors de ses recherches sur le cèdre.

Cette conclusion est donc conforme avec les faits, puisqu'aucun semis ne s'installe sous le couvert des chênes-verts au-dessus de cette altitude.

De la même façon que pour le découvert, on trouve que les altitudes les plus basses correspondent à la plus grande probabilité d'installation et de maintien du semis de cèdre sous le couvert du chêne-vert.

2.2.2 - DANS LES ZONES D'ALTITUDE PLUS BASSE QUE LA CÉDRAIE ACTUELLE

Dans ce cas, on peut, à partir de l'abaque établie pour le découvert, établir une deuxième abaque correspondant aux conditions d'ombrage.

En effet, les dates d'apparition des semis à découvert peuvent être décalées de un mois et demi, tandis que les courbes d'évolution de l'espérance pluviothermique de chaque station définissent les dates les plus tardives à respecter pour l'apparition des plantules.

Il est facile de reporter ces limites sur l'abaque du découvert et on obtient, pour le couvert cette fois, une synthèse **dans le temps** des conditions édapho-pluviothermiques compatibles avec la survie des semis.

Il aurait été possible toutefois d'établir une abaque donnant les valeurs de l'espérance pluviothermique à l'ombre, car il y a aussi une correspondance linéaire entre les espérances pluviothermiques sous le couvert à Ifrane, celles d'Azrou et celles d'El Hajeb.

Le type de représentation, dans le temps, permet de comparer les conditions écologiques réunies avec et sans couvert forestier.

3 - LE CÈDRE ESSENCE CLIMAX - ÉVOLUTION CLIMATIQUE

Sans vouloir prétendre à une nouvelle définition du climax, les résultats acquis apportent cependant quelques précisions sur le concept climacique.

En effet, il apparaît que le cèdre n'est pas en équilibre avec les facteurs du milieu dans toute son aire actuelle, dans la mesure où on admet que le climax doit être stable et durable.

Alors que la vieille cédraie a pu s'établir dans des conditions de sols et de climats très diverses, on se trouve placé à présent devant l'évidence d'une disparition progressive de la cédraie en altitude et, au contraire, d'une recrudescence de son installation vers 1 600 m, voire même d'une extension vers 1 550 m.

Il n'y a donc ni stabilité, ni durabilité des conditions de milieu.

Le cèdre ne peut pas, à notre avis, être considéré comme une essence climax autrement que là où il est en équilibre avec les conditions climatiques.

Si on considère maintenant la régénération proprement dite, il est alors possible de définir un "climax de régénération" qui se situerait à 1 550 m, où les conditions favorables à son installation sont optimales.

Enfin, cette évolution de la répartition géographique du cèdre traduisant nécessairement une évolution climatique parallèle (au moins des valeurs saisonnières), on peut supposer que l'ensemble du milieu botanique n'est pas, lui-même, stable et qu'en définitive, la notion de climax conserve son caractère de stade d'équilibre **idéal**.

La conclusion se résume finalement par la nécessité de s'assurer que tout le cycle végétatif d'une essence est possible avant de pouvoir affirmer que l'on a affaire à une essence climax.

D'autres considérations peuvent aussi être faites à propos de la distinction habituelle entre essences d'ombre et essences de lumière.

Le cèdre, comme d'autres essences forestières, donne un exemple de contradiction apparente dans cette distinction, puisqu'il se comporte comme une essence d'ombre à basse altitude et une essence de lumière au-dessus de 1 850 m. Cette optique traduit des observations de terrain, mais il n'est pas du tout sûr que les conditions d'installation du semis correspondent ensuite à un optimum de croissance.

La position écologique d'une essence à l'égard de la lumière peut, finalement, ne correspondre qu'à des conditions favorables d'installation.

4 - RÈGLES D'AMÉNAGEMENT

Comme il a été dit au début de cette étude, un intérêt pratique vient s'ajouter à l'intérêt scientifique des conclusions auxquelles nous avons abouti.

Cet intérêt réside dans la possibilité d'élaboration de nouvelles règles d'aménagement de la forêt.

Un réseau de postes d'observations météorologiques plus dense serait sans doute nécessaire, mais dès à présent quelques repères écologiques peuvent être utilisés pour définir les conditions de la régénération du cèdre et le choix des interventions.

Ces repères sont essentiellement constitués par l'aspect de la régénération et en particulier son comportement à l'égard de l'ombrage des cépées de chêne-vert.

En règle générale, là où les semis s'installent en pleine lumière et refusent obstinément l'accueil du couvert, il faut éclaircir la futaie. Inversement, on doit s'assurer l'appoint de la cépée de chêne-vert là où la position des semis traduit l'action favorable de l'ombrage.

A l'intérieur de ces grandes lignes, il est possible de distinguer toute une série d'interventions plus nuancées, pour des milieux intermédiaires, en fonction du sol ou de l'exposition. En particulier, la futaie des versants nord d'altitude doit être éclaircie et celle des versants sud de basse altitude, conservée dans un état de densité suffisante, en n'oubliant pas que les couverts très fermés sont la plupart du temps défavorables à la régénération.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

En guise de conclusion, et pour jeter les bases fondamentales de la régénération du cèdre, on peut dire que la plantule de cèdre est prise dans un étau dont une branche serait les froids tardifs et l'autre, la chaleur estivale plus ou moins précoce.

C'est là le mécanisme schématique de la régénération du cèdre, le nœud du problème, autour duquel gravitent tous les facteurs du milieu. Chacun de ces facteurs verra son influence renforcée ou diminuée suivant que l'une ou l'autre de ces limites sera plus ou moins modifiée.

En marge de ces nouvelles données qui permettent une meilleure compréhension des mécanismes de la régénération du cèdre dans le Moyen Atlas marocain, il est cependant possible de tirer d'autres conclusions d'ordre plus général.

Du point de vue forestier :

On est conduit à penser qu'il sera très difficile de réinstaller le cèdre partout où il se montre incapable d'assurer sa régénération. Par contre, il est possible d'exploiter la forêt actuelle avec, sans doute, le maximum de sécurité, si les interventions forestières sont faites en respectant les règles écologiques de la régénération.

Enfin, il est très probable que des opérations d'enrésinement de la forêt de chêne-vert en dessous de 1 600 m pourraient être entreprises avec succès si, toutefois, les semencements sont faits très tôt dans la saison agricole, et s'ils sont répétés plusieurs années de suite pour tenir compte de la probabilité météorologique.

Pour plus de sécurité encore, du fait que l'essentiel de nos observations de terrain a été fait à Ifrane (1 600 m), il serait souhaitable de débiter les programmes éventuels de reboisement à 1 600 m, et de descendre ensuite progressivement vers des altitudes plus basses.

Du point de vue méthodologique :

A ce point de vue, l'introduction du concept d'"espérance pluviothermique" dans l'étude écologique de la régénération du cèdre a montré toute son efficacité par la précision des connaissances du milieu qu'il a permis et surtout par la concordance entre celles-ci et les observations de terrain.

C'est pourquoi, il semble que cette nouvelle méthode d'étude puisse être étendue, à la fois à d'autres essences forestières, mais peut être, aussi, à d'autres domaines de l'agriculture.

Dans le premier cas, il s'agirait d'étudier des étages de végétation qui incluent, par définition, au moins deux facteurs limitants, respectivement à leur niveau le plus bas et le plus élevé.

Enfin, l'extension de la méthode pourrait être envisagée dans tous les cas, où, plus généralement, le cycle végétatif est limité par le facteur précocité des semis d'une part, et l'occurrence d'une saison sèche d'autre part. On aborderait alors un domaine où pourraient s'inscrire de nombreux problèmes agronomiques et plus particulièrement ceux des régions méditerranéennes.

BIBLIOGRAPHIE

- EMBERGER (L.) - 1932 - Sur une formule climatique et ses applications en botanique. *Rev. Soc. Météorolog. France*, Paris, nov.-déc. 1932, p. 423.
- LEPOUTRE (B.) - 1961 - Recherches sur les conditions édaphiques de régénération des cédraies marocaines. *Ann. Rech. Forestière au Maroc*, Rabat, t. 6, fasc. 2, 211 p.
- MARION (J.) - 1955 - La régénération naturelle du cèdre dans les cédraies du rebord septentrional du Moyen Atlas occidental calcaire. *Ann. Rech. Forestière au Maroc*, Rabat, fasc. 1.