



**HAL**  
open science

## La résistance à la sécheresse des arbres xérophiles

Henri Gaussen

► **To cite this version:**

Henri Gaussen. La résistance à la sécheresse des arbres xérophiles. Revue forestière française, 1968, 1, pp.15-19. 10.4267/2042/24924 . hal-03389851

**HAL Id: hal-03389851**

**<https://hal.science/hal-03389851>**

Submitted on 21 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## LA RÉSISTANCE A LA SÉCHERESSE DES ARBRES XÉROPHILES

PAR

H. GAUSSEN  
(Toulouse)

---

La question de la résistance à la sécheresse peut être abordée de différentes façons.

1° L'expérience des forestiers est déjà ancienne à ce sujet et on connaît les espèces les plus résistantes.

2° Pour ma part, j'ai voulu préciser la question en 1952 par la méthode des « formules écologiques ». En admettant que la répartition des arbres comme les Pins ou les Cyprès corresponde aux conditions qui leur sont favorables, ce qui est en général vrai, on peut, par l'étude de ces conditions, obtenir une gamme de résistance à la sécheresse.

Je rappelle rapidement la méthode: la formule écologique consiste à affecter d'un indice de catégorie les éléments fondamentaux du climat en mettant un indice élevé pour les facteurs qui risquent d'augmenter la transpiration: forte chaleur, sécheresse, longue durée de la période de sécheresse, forte lumière, perméabilité du sol... Le dosage de l'importance de chacun des facteurs m'a été dicté par l'emploi de la méthode de superposition des couleurs les représentant (1926). Bref, en additionnant les indices, on obtient pour l'Afrique du Nord et le Sahara le tableau suivant:

On a admis une division en 6 pour t (pour  $t_{3/4}$ , on compte 3,5), (t = température moyenne annuelle)

en 6 pour s (s = sécheresse moyenne annuelle)\*

en 6 pour x (x = indice xérothermique: nombre de jours réellement secs durant la saison sèche)\*\*

en 6 pour l en multipliant par 2 le nombre de la formule (l = lumière classée de l'ombre à la grande lumière)

\* La sécheresse moyenne annuelle est l'inventaire de la pluviométrie. 6 correspond aux conditions les plus sèches, 0 aux conditions inverses; les données sont celles de la pluviométrie moyenne annuelle.

\*\* La saison sèche est formée des mois où  $P > 2 T$ , P mm de pluie, T température moyenne en degrés centigrades.

en 6 pour v en multipliant par 2 le nombre de la formule (v = type de végétation et de période de végétation courte ou longue).

Voyons le tableau obtenu classé par t décroissant. Remarquons que, parlant d'arbres conifères, le type biologique est le même, les Physiologues analogues et je crois que le total des indices, sans

|                            |      |      |      |      |      |            | Total |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------------|-------|
| Cyprès du Tassili .....    | t5   | s6   | x6   | 13   | v3   | 0*         | 29    |
| Cyprès de l'Atlas .....    | t4/5 | s5   | x3/4 | 13   | v2/3 | 0          | 24    |
| Thuya d'Algérie .....      | t4/5 | s4/5 | x3/4 | 13   | v2/3 | 0          | 23,5  |
| Pin d'Alep (Afrique) ..... | t4/5 | s4/5 | x3   | 13   | v2/3 | 0 (Ca)     | 23    |
| Cyprès de Tunisie .....    | t4   | s4/5 | x2/3 | 13   | v2/3 | 0          | 22,5  |
| Pin de Renou** .....       | t4   | s2/3 | x2   | 12/3 | v2/3 | 0          | 18,5  |
| Genévrier de Phénicie:     |      |      |      |      |      |            |       |
| continental .....          | t3/4 | s4/5 | v3/4 | 13   | v2   | 0          | 22    |
| maritime .....             | t3/4 | s4   | x2   | 13   | v2/3 | 0 (S)      | 20,5  |
| Pin mésogéen .....         | t3/4 | s3   | x2/3 | 12/3 | v2/3 | 0 (Ca)     | 19    |
| Pin de Mauritanie .....    | t3/4 | s3   | x2   | 13   | v2   | 0 (Ca)     | 18,5  |
| Genévrier Oxycède = Cade:  |      |      |      |      |      |            |       |
| <i>rufescens</i> .....     | t3/4 | s3/4 | x2/3 | 13   | v2/3 | 0          | 20,5  |
| <i>macrocarpa</i> .....    | t3/4 | s3/4 | x2   | 13   | v2/3 | (S)        | 19,5  |
| Cèdre tellien .....        | t3/4 | s2/3 | x1/2 | 12/3 | v2   | 0          | 16,5  |
| Aurès .....                | t3/4 | s3/4 | x2   | 12/3 | v2   | 0          | 18    |
| Sapin du Rif .....         | t3/4 | s2/3 | x1/2 | 12   | v2   | 0 (Ca)     | 15,5  |
| Sapin de Numidie .....     | t3   | s2/3 | x1/2 | 12   | v2   | 0 (Ca)     | 15    |
| Genévrier Thurifère .....  | t3   | s4   | x2   | 13   | v2   | 0 (g)      | 19    |
| Genévrier Sabine .....     | t3   | s2/3 | x2   | 12/3 | v2   | (Ca) (g)   | 16,5  |
| Genévrier commun .....     | t3   | s2/3 | x1/2 | 12/3 | v2   | 0 (Ca) (g) | 16    |

\* 0 indique que la question « nature du sol » n'est pas importante;

0 (S) signifie une préférence pour les sols siliceux;

0 (Ca) pour les sols calcaires; (S) une exclusivité calcaire;

(g) veut dire: soumis à des périodes de gel.

\*\* Pin de Renou: forme de jeunesse de *Pinus mesogeensis*.

avoir de valeur en soi, donne une échelle que je crois valable pour définir la xéricité. En somme, un chiffre représente la synthèse des influences xériques mais ne préjuge en rien de la capacité de résistance au froid, ou à l'ombre par exemple. Mais, vis-à-vis de la xéricité, je crois que ce nombre a de l'intérêt.

Si on les met dans l'ordre du total des coefficients, on obtient le classement suivant. Dans l'ensemble du monde, le maximum de conditions xériques est représenté par 30, le minimum par 4 (quand il n'y a pas de saison sèche,  $x = 0$ ):

Cyprès du Tassili, Cyprès de l'Atlas, Thuya d'Algérie, Pin d'Alep. Cyprès de Tunisie, Genévrier de Phénicie continental, Genévrier Thurifère, Genévrier de Phénicie maritime, Oxycèdre *rufescens*, Oxycèdre *macrocarpa*, Pin mésogéen, Pin de Renou?, Pin de Mauritanie, Cèdre de l'Aurès, Genévrier Sabine, Cèdre tellien, Genévrier commun, Sapin du Rif, Sapin de Numidie.

Cette méthode peut paraître très arbitraire. La formule écologique est valable, l'addition des coefficients beaucoup moins. Sa justification est le résultat obtenu.

3° Une méthode analogue est présentée par ELLENBERG qui paraît avoir ignoré mes « formules écologiques ». Il a exposé au Congrès de l'Union internationale des Instituts de recherches forestières à Munich (1967) une méthode voisine, mais en Europe centrale, où la sécheresse n'est pas un danger. Il a admis que la chaleur et l'humidité sont des facteurs favorables à la croissance. Dans les pays secs, l'humidité est favorable mais la chaleur redoutable, la question est toute différente. Il distingue le facteur température de 0 à 9 de froid à très chaud, le facteur humidité de 0 à 9 très sec à très humide, et un facteur de nutrition suivant la richesse nutritive du sol de 0 à 9 de très pauvre à très riche. Il obtient un nombre de 3 chiffres. Dessous, il indique le danger de gelée tardive, la possibilité de grande humidité temporaire. Après le nombre, une lettre indique la nature du sol en 4 catégories, ou la question du vent, avant les chiffres, il indique la pente du sol.

C'est à peu près ce que j'avais réalisé durant ma captivité de 1915 à 1918 en jouant sur la superposition des couleurs indiquant les conditions du milieu.

En utilisant des couleurs bien choisies pour représenter les facteurs indiqués par ELLENBERG, on obtiendrait un résultat analogue, mais en changeant le sens de la gamme d'humidité.

4° Récemment, par une méthode d'expérimentation physiologique, sous la direction du Professeur OPPENHEIMER, la question a été reprise de façon beaucoup plus précise comme il convient en 1967. Un volume résume plusieurs thèses soutenues à Jérusalem sur ces questions. L'étude porte sur quelques Conifères méditerranéens et de la zone aride des Etats-Unis.

La structure anatomique des racines, la pression osmotique, le nombre de racines détruites lors de la dessiccation, ont été étudiés. Pendant la période de sécheresse, le sol perd de l'eau, les racines en perdent beaucoup chez le Pin d'Alep pendant que la pression osmotique s'élève fortement. La croissance est favorisée par la plus grande humidité du sol, elle est très faible en été, mais il n'y a pas de dormance hivernale ni estivale. En été, si on arrose, la croissance des racines est activée.

Les pseudophylles (aiguilles) de *Pinus radiata* (*insignis*) ont une cuticule plus fine que celle du Pin d'Alep, mais la cuticule n'est pas seule en cause car les cellules internes meurent par manque d'eau plus tôt que les périphériques. Les Cyprès et *Biota orientalis* sont très résistants alors que *Thuja plicata* (*Lobbii*) est rapidement tué. Il n'y a pas de « point mortel », la mort arrive progressivement.

La transpiration des feuilles en conditions estivales est un peu plus forte chez *Cupressus sempervirens* que dans *C. glabra*.

La question de la fermeture des stomates est curieuse. *P. radiata* à faible cuticule ferme très rapidement ses stomates alors que *halepensis* et *Pinea* sont plus lents et continuent à transpirer. Le nombre de stomates par cm<sup>2</sup> est nettement plus faible chez les méditerranéens, 2 500 à 3 000 chez *halepensis*, 3 500 à 5 000 chez *Pinea*, 6 000 à 8 000 chez *radiata*.

L'étude sur les semis montre que les plantules grandes meurent plus vite que les petites, les plantes peu adaptées à la sécheresse sont gênées par celle-ci, elles poussent moins vite, sont de petite taille et transpirent donc moins que celles qui sont devenues plus grandes. Elles résistent donc plus longtemps avant de mourir.

Les plantes résistantes sont plus capables que les autres d'épuiser l'eau du sol. Les non résistantes meurent avant d'avoir épuisé cette eau. Par ce test, on peut considérer comme résistants *P. Pinea* et *halepensis*, moyennement *ponderosa*, *Jeffreyi* et *Coulteri*. Chez les Cupressacées: *Cupressus sempervirens* et *glabra*, *Biota* sont très résistants alors que *Thuja plicata* meurt bien avant d'avoir épuisé l'eau du sol.

Une étude de valeur forestière très intéressante est celle de la transpiration des plants de reboisement exposés un certain temps à l'air. On sait depuis longtemps qu'il est indispensable de protéger les racines qui se dessèchent rapidement. L'étude physiologique précise montre que les racines transpirent beaucoup, attirent l'eau de la tige si elles sont à l'air. Si on coupe les racines, la tige se maintient fraîche plus longtemps. Si un arbre a ses racines dans un milieu sec, il est en grand danger. Il faut que ses racines plongent dans un milieu humide.

La germination du Pin d'Alep et de *Brutia* est accélérée si on chauffe les graines à 60 ou 70° C et aussi par déshydratation dans un espace contenant seulement 3,5 % d'eau. Il y a là sans doute

l'explication de l'abondance de germination du Pin d'Alep après un incendie de forêt. L'incendie fait éclater les cônes et dissémine les graines, la haute température favorise leur germination. Cette disposition est donc un certain palliatif aux dommages causés par l'incendie.

Le résultat moyen de ces études donne l'ordre de résistance suivant :

*P. radiata*, *ponderosa*, *Coulteri*, *Jeffreyi*, *brutia*, *Pinea*, *halepensis*, *Cupressus glabra* et *sempervirens* sont résistants alors que *Thuja* l'est très peu.

Ces résultats coïncident avec ceux qui résultent de l'aire spontanée et des conclusions des reboiseurs. *Biota orientalis* spontané seulement en Chine s'est révélé résistant dans l'Asie centrale quand il a été introduit.

Pour l'étude des répartitions des divers Pins, on trouve les documents dans mon ouvrage (1960). Pour la résistance au froid qui n'a pas fait l'objet des études d'OPPENHEIMER, je signale que *Cupressus Dupreziana* du Tassili des Ajjers a, sous le climat de Toulouse, mieux résisté aux gelées de 1956 que *sempervirens* dans la même région.

Comme il arrive souvent, les études physiologiques confirment les notions écologiques que les réussites et surtout les échecs des reboisements ont donnés pour les arbres forestiers. Mais des études physiologiques *bien faites* comme celles dont je viens de rendre compte permettent de reculer les problèmes par la solution de certains d'entre eux.

#### OUVRAGES CITES

- 1967 ELLENBERG (H.). — Entscheidende Standortsfaktoren und ihre Pflanzengemässe Beurteilung. Vortrag in Göttingen 6-9-1967.
- 1926 GAUSSEN (H.). — Végétation de la moitié orientale des Pyrénées - Sol, climat, végétation. Thèse Paris, *Bull. Soc. hist. nat. de Toulouse*, LV, 1926, 1 vol. 552 p., 32 pl. h. t., 2 cartes en couleurs.
- 1952 GAUSSEN (H.). — Les résineux d'Afrique du Nord. Ecologie, reboisements. *Revue internat. de botanique appliquée*, 32, 1952, pp. 505-532, Paris.
- 1960 GAUSSEN (H.). — Les Gymnospermes actuelles et fossiles, fasc. VI, 1960, pp. 1-272. *Travaux du Lab. forestier de Toulouse*, t. II, section 1, vol. I, partie 2.
- 1967 OPPENHEIMER (H.R.). — Principal investigator. — Mechanisms of Drought resistance in Conifers of the mediterranean zone and the arid west of the U.S.A. Part I. The hebrew University of Jerusalem, Faculty of agriculture, 1 vol. 74 p., 11 fig., 6 pl. Revohot Israël.