

Le climax du Sol

L'évolution progressive et l'évolution régressive des sols forestiers (*)

par

Ph. DUCHAUFOUR

Professeur à l'École Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, France

1. Notion de climax du Sol.

Comme les associations forestières, le sol évolue, se modifie avec le temps, jusqu'à ce qu'il atteigne un état d'équilibre, qui correspond au «climax» de la végétation: par analogie, nous désignerons cet état de *maturité* du sol forestier — en équilibre avec le climat et la végétation de la station considérée — par l'expression «climax du sol».

Comme exemple de l'évolution parallèle du sol et de la végétation, nous prendrons celui de la colonisation d'un dépôt alluvial récent ou d'une roche-mère mise à nu par l'érosion (*lithosol, sol squelettique*): initialement, on n'observe qu'une végétation discontinue d'espèces-pionniers; puis, une flore arbustive («fruticée») envahit le sol, encore peu profond (*sol jeune*); progressivement les espèces climaciques s'installent: finalement, à la forêt climax correspond le sol climacique, en général profond et caractérisé par la différenciation de plusieurs niveaux ou «horizons» distincts.

Au fur et à mesure que le sol évolue, ses propriétés s'éloignent de plus en plus de celles de la roche-mère: dans certains cas extrêmes

(*) Conférence faite à l'Institut Supérieur d'Agronomie (Lisbonne) le 17 Avril 1956.

(conditions de végétation et de climat très particulières), elles arrivent à s'opposer entièrement à celles de la roche-mère: c'est le cas des «sols alpins humiques» en haute montagne; même sur une roche-mère calcaire (à pH 8), ils peuvent être très acides et offrir un pH de l'ordre de 4!

Les sols climaciques forestiers peuvent être profondément différents les uns des autres, lorsqu'on se trouve en présence des «zones» de végétation forestière, liées elles-mêmes à des zones climatiques bien distinctes; c'est le cas du Nord de la Russie, où la zone de la forêt résineuse caractérisée par le podzol tranche nettement sur la zone de la forêt feuillue caractérisée par le sol de type «brun»: d'où l'expression de *sol zonal*, pour désigner ce type de sol climacique.

Dans la zone tempérée, le problème est moins simple: les contrastes climatiques sont plus faibles, la végétation forestière plus homogène; les facteurs secondaires, notamment la roche-mère, la topographie, le climat local, jouent, par là même, un rôle plus important.

La notion de sol zonal doit alors faire place à celle de *sol analogue* (terminologie PALLMANN): ces sols sont des sols à propriétés très voisines, surtout en ce qui concerne les horizons supérieurs (types d'humus), mais différant plus ou moins pour les horizons profonds: ils caractérisent une même association climax, développée sur des roches-mères de propriétés différentes.

Le climax du sol étant ainsi défini, il devient dès lors possible de distinguer deux types principaux d'évolution du sol:

— *L'évolution progressive* est celle qui se rapproche du climax.

— *L'évolution régressive*, qui, au contraire, s'éloigne du climax et peut, elle-même, prendre deux aspects: elle peut être un simple *rajeunissement* du sol («régression» proprement dite, terminologie PALLMANN), sous l'influence de l'érosion, qui décape les horizons supérieurs et peut même mettre à nu la roche-mère. Elle peut également se présenter sous la forme d'une nouvelle évolution vers un type pédologique différent du climax, en équilibre avec une association végétale secondaire, créée par l'homme par destruction de la forêt primitive: c'est la «dégradation» du sol forestier, dont nous donnerons deux exemples, l'un pris dans la Chênaie atlantique, l'autre dans la région méditerranéenne.

II. Application a la Chênaie atlantique.

1.^o — *Lé climax.*

Supposons le cas d'une vieille Chênaie, traitée très anciennement en futaie; on peut admettre qu'une telle forêt se trouve à un état très voisin du climax. Supposons qu'elle s'étende sur trois affleurements géologiques différents (calcaire, argile, sable). Dans son ensemble, le sol peut être qualifié de *sol brun forestier* au sens large et un observateur non averti ne constate guère de variations dans la morphologie du profil, d'une roche-mère à l'autre. Cependant, un spécialiste classera ces sols dans trois catégories différentes, quoique voisines, liées aux trois roches-mères:

- sur limon calcaire, il s'agit d'une «rendzine dégradée» plus ou moins décarbonatée, ou sol brun rendziniforme;
- sur argile compacte, il s'agit d'un sol brun faiblement lessivé;
- sur sable, c'est un sol lessivé, à horizon B plus coloré et plus compact.

Mais les horizons humifères sont semblables pour les trois types de sols: l'humus est un humus doux ou Mull, à structure grumeleuse, à décomposition très rapide, à acidité faible (pH 5 à 6). La végétation est précisément celle qui caractérise cet humus doux; elle est presque semblable sur les trois roches-mères. Ces sols «analogues» sont donc caractéristiques de la Chênaie atlantique climacique et de la végétation au sol qui l'accompagne.

2.^o — *Dégradation des sols de la Chênaie atlantique (Secteur ligérien).*

Le point de départ de cette évolution régressive est presque toujours le même: Les coupes brutales, le pâturage en forêt, les incendies, etc. ..., provoquent la destruction lente de la forêt, qui passe d'abord par un stade de forêt clairière à espèces sociales et aboutit, soit à une «lande», soit à une «pelouse»: *les formations végétales finales qui résultent de cette évolution régressive, de même que les types de sols corres-*

pondants, sont, cette fois, très différents les uns des autres, suivant le type de roche-mère ou la situation topographique.

Nous décrirons très sommairement trois cas, choisis parmi les plus caractéristiques.

a) *Sur roche-mère calcaire et limons*

La forêt régresse vers un stade arbustif (fruticée), puis vers la «pelouse» xérophile: le sol, mal protégé, est soumis à une nouvelle érosion, la roche-mère subit un regain d'altération, sous l'influence des contrastes de température; d'autre part, l'humus de pelouse n'est ni décalcifiant, ni acidifiant, comme l'humus de forêt; dans ces conditions, le sol se «recharge» progressivement en calcaire actif: il évolue rapidement vers une *rendzine* superficielle, caillouteuse, très calcaire et à réaction alcaline (pH voisin de 8).

b) *Sur roche-mère limono-sableuse, en station drainée*

Sous l'influence de l'insolation, l'humus forestier disparaît et la structure se détruit; le sol se couvre d'espèces sociales (Chênaie à Canche flexueuse, puis Chênaie à Callune), en même temps que le *lessivage* des éléments dispersés (argile et fer) et non protégés, par la structure grumeleuse primitive, s'accroît. A cette phase de lessivage, succède une phase de forte acidification de l'humus: lorsque la lande à Callune a pris la place de la forêt, une couche épaisse d'humus brut (horizon A_0) s'édifie, qui engendre des acides humiques fortement dispersés; sous leur influence, la partie minérale du complexe absorbant se dégrade: c'est la *podzolisation*.

Les étapes de l'évolution du sol sont alors les suivantes:

— *Sol lessivé* (Chênaie acidiphile à Canche), encore peu humifère en surface. L'horizon lessivé n'est plus brun, mais il reste coloré.

— *Sol podzolique* (Chênaie à Bouleau et Callune); humus brut épais; A_2 décoloré, non cendreuse; B non humifère.

— *Podzol* (lande ancienne); humus brut épais; A_2 cendreuse; B riche en humus, provenant de migrations.

c) *Sur roche-mère argileuse compacte*

Le stade initial de la dégradation est encore une destruction de la structure grumeleuse, par disparition de l'humus forestier; mais cette

fois la conséquence n'est pas une forte augmentation du lessivage: c'est un tassement du sol, qui a pour effet de le rendre asphyxiant à certaines saisons; de brun, il devient rouille, et le profil se parseme de traînées verticales grises (zones de réduction et d'entraînement local du fer): c'est la *marmorisation* puis, l'imperméabilité du sol croissant, le drainage devient insuffisant, ce qui se traduit par l'apparition d'un «plan d'eau temporaire» en saison humide (qu'on appelle «nappe perchée»), le sol devient alors un sol à pseudogley; en même temps, l'humus prend une forme tourbeuse, par suite du manque d'aération.

Les étapes sont les suivantes:

— *Sol marmorisé* (Chênaie à *Agrostis* et *Molinie*): sol rouille à traînées grises, très tassé.

— *Sol tourbeux à pseudogley* (lande à *Molinie* et *Erica tetralix*): humus brut tourbeux; taches rouille parsemées sur un fond décoloré, très appouvi en fer, par suite des phénomènes de réduction intervenant au contact du plan d'eau.

III. Application à la Chênaie d'yeuse méditerranéenne

Nous étudierons particulièrement l'évolution des sols de la forêt méditerranéenne française, dans la zone dite «subhumide» (classification d'EMBERGER).

1.^o — *Le climax.*

Il est difficile à définir, car en France la forêt climacique, en équilibre relativement peu stable en raison du climat estival sec, n'a pu résister aux actions destructrices de l'homme; il n'en subsiste que de rares reliques: il s'agit d'une forêt de Chêne vert, relativement ombrophile, riche en arbustes et en lianes.

Le sol climacique correspondant paraît être un «sol brun méridional», défini par divers auteurs (BORDAS — KUBIENA — MANCINI): ce sol est très proche des sols bruns des régions tempérées froides, mais il en diffère par plusieurs caractères: pauvreté en humus, altération relativement plus réduite libérant peu de fer, complexe absorbant voisin de la saturation, donc acidité relativement moins accentuée que sous climat plus froid.

Là encore on peut définir des «sols analogues», liés aux divers substratums géologiques. Nous n'en citerons que deux cas typiques: le sol brun formé sur roche-mère silico-alumineuse, pauvre en bases (sol siallitique de DEL VILLAR), et le sol brun formé sur roche-mère «rubéfiée», ancien sol «relique», témoin d'un climat antérieur plus chaud; par exemple la «Terra rossa»; sous l'influence de l'humidité du microclimat forestier, les sels de fer se réhydratent et se lient au complexe argilo-humique; les horizons supérieurs prennent une couleur brune et une structure en grumeaux.

2.º — *Evolution régressive, dégradation des sols bruns méditerranéens.*

Elle résulte, comme dans le cas de la Chênaie atlantique, d'une substitution, par l'action humaine, d'une association «secondaire» à l'association primitive: la forêt dense ombrophile.

Ces nouvelles associations secondaires, là encore, sont très différentes suivant les roches-mères. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que les nouveaux sols formés au cours de cette dégradation soient eux-mêmes très variables, alors que les sols climatiques étaient «analogues» par leurs horizons supérieurs.

Nous reprendrons les deux exemples précédents, particulièrement typiques.

a) *Sur roche-mère rubéfiée*, superficielle, à microclimat sec (Terra rossa). La nouvelle association est la «garrigue» bien définie par GAUSEN: association xérophile, à buissons ligneux dominants, laissant entre eux de larges espaces nus.

Les horizons supérieures humifères, n'étant plus protégés, sont progressivement décapés par l'érosion: la structure est détruite, par disparation rapide de l'humus. Les oxydes de fer libérés se déshydratent à nouveau en période sèche: le sol redevient rouge jusqu'à la surface; on peut définir ce sol dégradé par l'expression «sol rouge sur Terra rossa».

b) *Sur roche-mère siallitique* (p. ex. les gneiss des Maures). Le microclimat du sol reste plus frais; la végétation de la forêt dégradée est moins xérophile, elle se rapproche du «maquis», composé de buissons ligneux calcifuges en formation beaucoup plus dense que la gar-

rigue: aussi, le plus souvent, l'évolution régressive du sol est-elle moins complète que dans le cas précédent. Seuls les horizons humifères sont tronqués; la couleur reste généralement brune ou ocre, la rubéfaction étant toujours peu intense. Il se forme un «sol brun rajeuni», qui, sur les pentes, prend l'aspect d'un «Ranker».

IV. Evolution progressive, intervenant après dégradation.

Si l'intervention destructrice de l'homme vient à cesser, une *nouvelle évolution progressive*, résultant d'une colonisation lente du sol par les espèces climaciques, peut s'amorcer, mais elle n'est pas toujours facile: en règle générale, *elle est d'autant plus rapide et plus facile que la dégradation pédologique du sol est moins accentuée.*

On peut admettre que la forêt primitive se réinstalle rapidement d'elle-même, sur les sols se trouvant à un stade «intermédiaire».

Si, au contraire, le sol est fortement dégradé — quelle que soit la nature de la dégradation: podzol, pseudogley ou rendzine — le retour à la forêt primitive est rendu très difficile: le nouveau type génétique de sol est en équilibre avec l'association qui a remplacé la forêt: cette association secondaire et son sol constituent un «paraclimax», relativement stable. Cela explique l'extrême difficulté rencontrée par les reboiseurs, pour reconstituer la forêt sur les stations à sol très dégradé.

Par exemple une lande jeune, sur sol faiblement podzolique, est toujours facilement colonisée par la Chênaie atlantique. Une vieille lande sur podzol, au contraire, non seulement n'évolue généralement pas vers la forêt, mais encore est très difficile à reboiser artificiellement. En dehors du Bouleau, du Chêne rouge d'Amérique, très peu d'espèces feuillues peuvent y vivre.

Remarque:

Un même processus évolutif peut être progressif au régressif, suivant les circonstances: ainsi la podzolisation peut être considérée comme une évolution progressive en climat boréal ou subalpin, puisque le climax est le podzol. Au contraire, en climat atlantique, la podzolisation est une dégradation, le climax étant le sol brun lessivé.

Conclusion

Ces observations ont une grande importance pratique, notamment pour la sylviculture et les repeuplements artificiels: Lorsqu'on reconstitue une forêt dégradée, ou qu'on reboise un sol nu, *il convient donc de créer des conditions de végétation telles qu'elles favorisent l'évolution progressive du sol, le retour au sol-climax*: Le plus sûr moyen d'obtenir ce résultat consiste évidemment à orienter l'évolution de la végétation dans le sens du retour au climax, donc à réinstaller artificiellement la forêt primitive. Mais, dans certains cas, cela peut être désavantageux pour des raisons économiques; ainsi, le résineux, par sa croissance rapide, est en général beaucoup plus intéressant que le feuillu, au point de vue économique. On est donc de plus en plus amené à introduire du résineux dans les repeuplements artificiels: essences variées — souvent Pin sylvestre, dans le secteur atlantique; Pin noir d'Autriche, dans l'étage du Chêne pubescent; Pin d'Alep, dans celui du Chêne vert. Or les peuplements de résineux purs exercent une influence néfaste sur le sol; loin de favoriser son évolution progressive, ils accentuent au contraire sa dégradation: le Pin sylvestre, par son action acidifiante, a considérablement accéléré la podzolisation des forêts claires, en climat atlantique; sous le Pin noir, le Pin d'Alep, la dessiccation du sol, peut être dangereuse.

L'emploi d'un «correctif» s'impose pour empêcher cette dégradation du sol, sous l'influence du résineux à l'état pur: il paraît nécessaire de créer des peuplements mixtes «résineux-feuillus», par exemple sous la forme d'un étage dominant de résineux à rôle économique et d'un sous-étage de feuillus à but cultural. Ces peuplements mixtes créent des conditions écologiques, notamment en ce qui concerne le microclimat du sol et le type d'humus, très proches de celles du climax: la vie biologique est considérablement activée; ainsi, dans les Landes du Yorkshire en Grande-Bretagne et sous les Pinaies allemandes, l'utilisation du Bouleau — seul ou en mélange avec le résineux — a permis un retour rapide au sol brun initial. C'est par ce procédé qu'on obtiendra d'un peuplement forestier le rendement maximum, tout en sauvegardant ses possibilités dans l'avenir.