Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 43 (1892)

Artikel: Observations sur quelques méthodes pour calculer la possibilité dans les forêts jardinées

Autor: Borel, William

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-763337

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Siehe Rechtliche Hinweise.

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. Voir Informations légales.

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. See Legal notice.

Download PDF: 25.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

récemment le Dr. A. Quiquerez a rendu attentif aux effets funestes de la destruction progressive des forêts qui garnissaient nos hauteurs.

Depuis longtemps, on aurait dû commencer la lutte contre cette calamité, mais personne n'était là pour prendre l'initiative dans ce but. Nous reconnaissons que des efforts louables ont été tentés sur le terrain législatif cantonal, mais n'ont pas abouti à un résultat pratique.

La tâche est d'ailleurs si grande et si générale qu'elle incombe de droit à la Confédération.

Si les autorités fédérales n'interviennent pas pour défendre les coupes blanches inconsidérées sur nos montagnes et pour nous aider à reconstituer nos forêts par un reboisement rationnel jusqu'au degré utile et nécessaire, nous n'arriverons pas à écarter les redoutables dangers susmentionnés. La prospérité de notre pays a déjà subi des atteintes sérieuses et elle risque de péricliter toujours davantage si l'on attend plus longtemps pour décréter les mesures salutaires que seules les Chambres fédérales ont le pouvoir de réaliser.

En nous basant sur les développements ci-dessus, nous concluons à ce qu'il plaise aux deux conseils formant l'autorité législative de décréter l'application, aux montagnes du Jura, de la loi fédérale du 24 mars 1876, concernant la haute surveillance de la Confédération sur la police des forêts dans les régions élevées.

Nous vous présentons, Messieurs les Présidents et Messieurs les membres des deux Conseils législatifs, l'assurance de notre haute considération.

Saint-Imier, le 1er novembre 1891.

Au nom de la Société d'agriculture du district de Courtelary:

Le Président, C. ZEHR. — Le Secrétaire, GIRARD.

Au nom de la Société jurassienne d'émulation:

Le Vice-Président, Dr GUTTAT. — Le Secrétaire, FAYOT.

Observations sur quelques méthodes pour calculer la possibilité dans les forêts jardinées.

On est généralement d'accord dans le monde forestier pour penser que la possibilité n'est past le point capital d'un aménagement. Cotta

disait déjà en 1820 „Un bon agencement de la forêt est généralement plus important que la détermination de son rendement“ et M. le Prof. Judeich disait en 1890 au Congrès de Vienne: „Le calcul „de la possibilité n'est que d'une importance secondaire parce qu'il „ne saurait exercer une action directe sur l'augmentation durable du „rendement; parce que l'établissement de la suite des coupes doit „influer sur le taux de la possibilité qui, elle-même, n'a aucune influence „sur celle-ci, enfin parce que les fautes commises dans ce calcul, sont „plus facilement réparables que les fautes dans la suite des coupes.“ Cette opinion très fortement motivée comme le prouve cette dernière citation et aussi très généralement partagée, entraine forcément une entorse au principe du Rapport soutenu. Si „il est absolument in„différent d'employer telle ou telle formule pour calculer la possibi„lité;“ comme le disait au Congrès M. le Prof. Judeich, il est évident qu'on doit par cela même admettre des modifications assez importantes à cette possibilité lors des révisions; puisqu'on admet que la possibilité soit peu exacte on doit en effet aussi admettre qu'on la corrige.

Cette opinion est surtout professée par des forestiers d'Etats possédant de grandes forêts, et où par suite il s'établit une compensation dans les corrections apportées par les révisions aux possibilités des différentes séries. Si du reste la possibilité totale de ces propriétés domaniales varie un peu, qu'importe; ce n'est souvent qu'une très faible portion du revenu national. En est-il de même chez nous? Au point de vue de la forêt c'est évident. Faire varier en certains cas la possibilité, suivant les besoins de la régénération par exemple, est une chose presque nécessaire et profitable à la forêt. L'aménagement ne doit pour cela pas lier trop strictement à ce point de vue l'agent de gestion. C'est là une règle souvent admise, mais qui devient impossible à ériger en principe lorsque l'agent de gestion n'est pas un technicien, comme c'est généralement le cas pour les forêts particulières, et quelquefois aussi pour des forêts de personnes morales, comme par exemple les communes Vaudoises. — Mais si ce principe est utile pour la forêt elle-même, il trouvera souvent une forte opposition chez le propriétaire qui tient en général à avoir un revenu aussi régulier que possible, c'est en cela que notre pays diffère des pays voisins où la propriété forestière est morcelée. On pourra donc admettre, chez nous en particulier, qu'on doit chercher à établir un rapport soutenu, et tout le monde sera d'accord, pensons

nous, pour reconnaître que, si on admet qu'on s'écarte du rapport soutenu, il n'est pas inutile de le connaître aussi exactement que possible pour savoir de combien on s'en écarte. C'est dans ce but que nous avons entrepris cette étude comparative de quelques formules pour calculer la possibilité.

De nombreuses formules ont été proposées en Autriche et en Allemagne depuis la seconde moitié du siècle dernier, et aucune n'a encore été généralement admise. Disons tout d'abord que ce sera probablement le cas de toutes les formules, car aucune ne peut être absolument exacte, son établissement éxigeant l'hypothèse de lois de végétation beaucoup plus mathématiques que le sont celles de la nature. — C'est du reste là un fait général pour toutes les sciences, il dépend de notre conformation intellectuelle, qui exige que pour les comprendre nous fassions rentrer les phenomènes naturels dans des cadres souvent trop nets et trop rigides — on n'arrive pas a des exactitudes absolues par ces formules, mais on peut arriver à une erreur admissible. Les formules autrichiennes et allemandes contiennent en général deux facteurs: le matériel et l'accroissement normaux, qu'il est fort difficile de calculer. On a cherché à tourner cette difficulté en supprimant purement et simplement ces deux facteurs et en faisant reposer le calcul de la possibilité exclusivement sur le matériel sur pied et la révolution. On s'est trouvé alors en face d'inexactitudes trop considérables et divers procédés ont été proposés pour les atténuer. C'est ainsi que Spengler a introduit dans une formule l'âge maximum de bois sur pied.

Entrons à présent dans le vif du sujet et examinons quelques-unes des ces formules.

Spengler a proposé pour le calcul de la possibilité dans les forêts jardinées une formule assez souvent employée dans le canton de Vaud et qu'il a appliquée en particulier aux forêts cantonales du Risoud. — C'est du texte de l'aménagement de ces forêts que nous tirons textuellement l'explication suivante.

Méthode Spengler. Exposé:

Dans les forêts régulières traitées par le système des coupes successives, d'ensemencement et des éclaircies, et où, par conséquent, tous les arbres d'un même âge sont groupés en massif sur une certaine surface, l'accroissement se produit suivant certaines règles que l'on peut toujours apprécier, et qui, pour une même essence, varient

assez peu, quand le sol, le climat et l'exposition sont à peu près semblables. De telle façon que, de l'accroissement de quelques arbres d'un massif uniforme, on pourra toujours conclure, d'une manière suffisamment approximative, l'accroissement de tout le massif; ou bien que de l'accroissement d'un massif, on pourra conclure l'accroissement d'un autre massif de même essence, en égard à l'âge et à l'exposition, ou bien enfin qu'on pourra toujours calculer, à un moment donné, ou pour un temps donné, l'accroissement d'un massif. Mais, dans les forêts irrégulières ou jardinées, où les arbres des différents âges croissent pêle-mêle, et se gênent plus ou moins dans leur développement, l'accroissement se produit dans de tout autres conditions. D'ailleurs, la distinction des différentes classes d'âge et l'évaluation du volume appartenant à chacune d'elles sont choses si difficiles à établir, que les recherches faites pour déterminer l'accroissement, n'ont donné ordinairement aucun résultat satisfaisant ou admissible. Il a donc fallu chercher une voie autre que celle des recherches directes pour fixer cet accroissement.

Remarquons que, pour une forêt quelconque, le matériel, ou, en d'autres termes, le capital forestier actuel n'est autre chose que la somme de tous les accroissements annuels qui se sont produits et ajoutés les uns aux autres, depuis la naissance de la forêt, jusqu'au moment où on l'examine, c.-à.-d. que, pour une forêt qui renferme des bois de 1 à 200 ans, la somme de tous les accroissements annuels de 1 à 200 et que nous disons être (1+200) 100 représentera le capital forestier actuel. Elle ne donne pas le capital actuel, elle le représente ou, autrement, elle en est l'expression en fonction du temps. A partir de ce moment, les accroissements continueront à se produire dans les mêmes conditions, jusqu'au moment où le capital sera entièrement exploité, mais la somme de tous les accroissements actuels qui se produiront pendant la durée de la révolution représentera donc à son tour l'accroissement progressivement moindre que nous cherchons. En effet, si les exploitations doivent commencer immédiatement, l'accroissement sur la 1re coupe sera 0 et sera 1 sur la 2e coupe ou celle qui sera exploitée dans un an; 2 sur la 2me coupe ou celle qui arrivera en tour d'exploitation dans 2 ans, et enfin, il sera 199 sur la 200me et dernière coupe, supposé une révolution de 200 ans. Or la somme de tous les accroissements est de (0+199) 100 et elle exprimera ou sera l'expression de l'accroissement progressivement moindre en fonction du temps.

Si nous comparons cette dernière expression (0+199) 100 avec la 1re (1+200) 100, ou si nous posons la division $\frac{(0+199)\ 100}{(1+200)\ 100}$, nous trouvons pour quotient, ou pour rapport de l'accroissement progressivement moindre au capital, un nombre fractionnaire très voisin de l'unité, c.-à.-d., que, pour des temps égaux, l'accroissement progressivement moindre et le capital actuel seront, à peu de choses près, égaux. Mais si, au lieu de conserver la révolution égale à 200 ans, on l'abaissait à 140 par exemple, l'expression de l'accroissement progressivement moindre deviendrait alors en raisonnant comme ci-dessus (0+139) 70, et si nous la divisions par l'expression du capital actuel (1+200) 100, nous aurons $\frac{(0+139)\ 70}{(1+200)\ 100}$, et pour quotient un nombre fractionnaire tel que par sa multiplication avec le capital forestier actuel (trouvé par dénombrement ou autrement) on trouvera l'accroissement progressivement moindre.

Ainsi donc, l'âge des plus vieux arbres d'une forêt étant connue et la révolution étant fixée, on pourra toujours établir comme nous l'avons fait plus haut, l'expression du capital forestier actuel, ainsi que l'expression de l'accroissement progressivement moindre; puis, la division de cette dernière par la 1re nous donnera toujours le rapport de l'accroissement progressivement moindre au capital actuel. Ce rapport étant connu, il ne restera donc plus qu'à multiplier par lui le capital actuel de la forêt pour avoir l'accroissement progressivement moindre.

Pour généraliser posons: P = possibilité: — R = révolution ou âge d'exploitabilité; V = Capital forestier actuel — et x rapport de l'accroissement progressivement moindre au capital actuel, nous aurons, d'après ce que nous venons de dire: Vx = accroissement progressivement moindre et : $P = \frac{V + Vx}{R}$

Avant que d'appliquer ces principes au cas particulier qui nous occupe, nous devons faire deux observations:

1° Dans tous nos raisonnements nous avons admis que les accroissements annuels sont égaux entre eux, ce qui n'est pas en réalité; mais comme cette supposition a été faite aussi bien pour l'une que pour l'autre des deux quantités, (expression de l'accroissement progressivement moindre, et expression du capital actuel) que nous com-

parions entre elles, nous ne pensons pas qu'elle ait aucune influence sur la valeur du principe que nous avons posé.

2⁰ Nous avons posé égal à 1, comme celui de la coupe âgée d'un an, l'accroissement de la coupe 2 ou celle qui sera exploitée dans un an; à 2 comme les 2 accroissements annuels de la coupe âgée de 2 ans, les deux accroissements de la 3ᵉ coupe ou celle qui arrivera dans deux ans en tour d'exploitation, et ainsi de suite, mais cette égalité n'existant pas en réalité, notre supposition a dû nous donner pour la somme des accroissements constituant l'accroissement progressivement moindre, une somme plus faible que celle qui est en réalité, et, en effet, nous avons trouvé à la suite de nombreuses recherches sur la marche des accroissements, que, pour des temps égaux, l'accroissement progressivement moindre n'est pas égal au capital actuel comme nous l'avons posé, mais qu'il est sensiblement plus grand.

Nous n'avons donc pas à craindre que dans aucun cas la méthode que nous indiquons pour l'évaluation de l'accroissement progressivement moindre donne un résultat exagéré, au contraire, et c'est ce que nous désirions établir ici."

(Aménagement du Risoud—Spengler.)

Critiques faites à cette formule. — Leur portée.

Plusieurs forestiers ont, dans des applications pratiques, constaté que cette formule donnait des résultats évidemment contraires à la vérité. Ils lui ont adressé en particulier ce reproche: que plus on allonge la révolution d'une forêt plus cette formule donne une possibilité élevée.

Quel cas faut-il faire de ces remarques tirées de cas particuliers? Sont-elles d'une portée générale? c'est ce que nous allons examiner.

Mettons d'abord la formule sous la forme où on l'emploie plus habituellement en remplaçant V par M (matériel) et x par sa valeur. Il vient:

$$P = \frac{M}{R} + \frac{M}{R} \times \frac{(R-1)^{\frac{R}{2}}}{(A+1)^{\frac{A}{2}}} \text{ ou } P = \frac{M}{R}\left(1 + \frac{(R-1)\ R}{(A+1)\ A}\right).$$

Examinons ce qu'elle devient en faisant varier le rapport entre R et A, M restant le même; en d'autres termes: quelle est l'influence sur la possibilité d'un changement de la révolution dans une même forêt?

On peut avoir: 1° R = A. — 2° R < A. — 3° R > A. —

1° Soit R = A. — L'aménagement maintient dans la forêt la révolution déjà existante, car on peut toujours regarder A comme étant la révolution autérieurement appliquée à la forêt.

Remplaçons dans la formule R par A. Elle devient

$$P = M \times \frac{2}{A + 1}.$$

2° Soit R < A. l'aménagement raccourcit l'ancienne révolution; posons R = A—n. n'étant supposé positif, n sera aussi toujours plus petit que A, car on ne peut admettre une révolution négative en remplaçant R par sa valeur dans la formule, il vient:

$$P = M \frac{2\ A\ (A-n) + n\ (n + 1)}{(A-n)\ (A + 1)\ A.}$$

Si nous comparons cette valeur avec celle obtenue dans la 1re hypothèse $P = M \times \frac{2}{A + 1}$ nous devrons comparer:

$$2 \text{ avec } 2 + \frac{n\ (n + 1)}{A\ (A-n)}$$

nous avons vu que A > n > o. Les deux termes de la fraction sont donc positifs, et dès lors la fraction elle-même est positive et cette valeur de P est plus grande que celle obtenue quand R = A.

Donc: Un raccourcissement de la révolution augmente les coupes ce qui est logique.

3° Soit R > A on allonge l'ancienne révolution.

Posons R = A + n, n'étant toujours positif, nous arrivons par la marche suivie plus haut à comparer:

$$2 \text{ avec } 2 + \frac{n\ (n - 1)}{A\ (A + n)}$$

or n est > 1 car R et A sont des nombres entiers, les deux termes de la fraction et par suite la fraction elle-même seront positifs et cette 3e valeur de P est aussi supérieure à la 1re.

Donc: Un allongement de la révolution augmente la possibilité obtenue avec cette formule. Cela est évidemment contraire au bon sens, et la possibilité obtenue sera trop forte.

Cet examen nous montre donc en résumé que *avec la formule de Spengler, tout changement à la révolution augmentera les coupes.*

La critique faite à cette fomule est donc fondée et a une portée générale.

Un exemple numérique mettra bien en vue ce fait que nous venons d'établir généralement.

Soit une forêt de matériel M où A = 200.

1° Si on lui applique une révolution R = 200 on aura P = M × 0,00995.

2° Si la révolution R est réduite à 100 ans on aura P = M × 0,01246.

3° Si on porte la révolution R à 300 ans on aura P = M × 0,01076.

Discussion de la formule.

Recherchons d'où peut provenir cette erreur en reprenant points par points l'explication de Spengler. L'auteur insiste d'abord sur le fait que, dans les forêts jardinées, l'accroissement se produit dans des conditions très différentes de celles des forêts régulières. La recherche de la possibilité ne devrait donc pas s'y faire en raisonnant comme par des forêts régulières. Sa formule est-elle réellement exempte de cette comparaison à laquelle on a généralement recours?

Ce qu'il dit dans son 2me paragraphe s'applique, comme il l'affirme lui-même, à une forêt *quelconque*, c.-à.-d. que son raisonnement est aussi vrai pour une forêt régulière que pour une forêt jardinée, rien n'empêchant de considérer sa forêt comme formée de peuplements uniformes ou groupés sur des surfaces distinctes suivant leur âge. L'égalité de l'accroissement annuel qu'il admet entre les peuplements des différents âges, montre de plus que sa forêt loin d'être quelconque est ce qu'on appelle, en général, une forêt normale où les peuplements des différents âges sont d'étendue inversement proportionnelle à la puissance productive de la station qui les porte. Sa formule repose donc autant que les formules analogues sur la comparaison avec une forêt normale, que rien n'empêche de supposer régulière.

Dans son calcul du matériel actuel il représente par 1 l'accroissement annuel de chaque classe d'âge. Ces classes d'âge couvrent des surfaces égales, ou tout au moins des surfaces réduites égales, si on admet que la force productive n'est pas partout la même dans cette forêt. Il eut mieux fait, croyons-nous, de représenter cet accroissement par une lettre. Cela n'aurait du reste rien changé à sa formule, car cette lettre se serait éliminée dans le rapport qu'il pose plus loin, mais il aurait eu ainsi pour chaque classe d'âge a = l'accroissement moyen

annuel correspondant à un âge A et une expression (1 + 200) 100 × a — égale à M au lieu de cette expression vague qui „ne donne pas le capital actuel, „mais“ le représente et en est l'expression en fonction du temps“.

Son raisonnement est exact jusqu'au moment où il propose de remplacer la révolution de 200 ans par une autre de 140. A ce moment l'accroissement progressivement moindre de la forêt entière cesse d'être dans le même rapport avec (0 + 139) 70 que le matériel actuel l'est avec (1 + 200) 100 et c'est cette erreur que l'introduction de *a* dans la formule lui eût probablement fait voir.

En effet le 1 de sa formule (que nous remplaçons par *a*) représente $^1/_{200}$ de l'accroissement total de la forêt, ou, en remplaçant ces chiffres par les lettres correspondantes, son accroissement annuel qui était celui du peuplement couvrant $^1/_A$ de la forêt doit, quand R ≶ A., être remplacé par une autre correspondant non plus à une surface $^1/_A$ de la forêt, mais à une autre surface $^1/_R$ puisqu'on ne coupe plus le matériel progressivement décroissant en A ans, mais qu'on l'abat en R ans. L'accroissement annuel *a* qui correspondait à une surface $^1/_A$ de la forêt, doit donc être remplacé par celui d'une surface $^1/_R$ et devient dès lors, comme une simple règle de trois le montre $a \times \frac{A}{R}$. L'accroissement progressivement moindre ne sera plus $(R-1)\frac{R}{2}$ comme il l'a posé, mais $(R-1)\frac{R}{2} \times \frac{A}{R} = (R-1)\frac{A}{2}$.

1re formule corrigée.

Son rapport avec l'accroissement croissant sera $\frac{R-1}{A+1}$ et la formule corrigée est $P = \frac{M}{R} \times \frac{A+R}{A+1}$.

Nous pouvons répéter pour cette formule $\frac{M}{R} \times \frac{A+R}{A+1}$ l'observation que Spengler a fait dans sa remarque: que cette formule donnera toujours une possibilité minimum. Son observation était juste nous l'avons vu quand R < A, ce qui était probablement le cas des expériences pratiques dont il cite le résultat. Cette formule corrigée donnera toujours une possibilité minimum, car l'accroissement des bois formant ce qu'il appelle l'accroissement progressivement moindre et qu'il eut mieux fait d'appeler le matériel progressivement

moindre est plus fort que celui de la période de formation du matériel sur pied. Ce dernier est en effet fortement influencé par l'accroissement des jeunes bois, car chaque année ils viennent former un peuplement nouveau et, on sait que leur accroissement est très faible, ils contribuent donc à abaisser l'accroissement moyen. Au contraire l'accroissement du matériel progressivement moindre est l'accroissement d'un matériel déjà formé et où il ne se constitue plus de jeunes bois, il est donc plus fort en moyenne que celui de l'accroissement du matériel existant. En prenant le rapport de ces 2 quantités, le numérateur sera trop faible puisqu'il est calculé au moyen de l'accroissement du matériel existant qui est plus faible que le sien, et d'autre part, le dénominateur (matériel existant) sera exact puisqu'il est obtenu par un cubage. Cette formule donnera donc un résultat plus faible que la réalité *).

Autre correction à la formule de Spengler.

Une autre remarque qu'on peut aussi faire est que, pour calculer cette formule, Spengler s'est supposé en automne. Si on veut se placer en été comme l'ont fait par exemple les auteurs de la Kameraltaxe **) on prendra pour cela la moyenne des matériels au printemps et à l'automne, c.-à.-d. moyenne arithmétique des progressions suivantes.

1⁰ par le matériel sur pied

$0 + a + 2a + 3a \ldots + (A-1)\,a$ valeur au printemps

$- a + 2a + 3a \ldots\ldots + Aa.$ valeur à l'automne

et on a le matériel sur pied en été $= \frac{aA}{2} \times A.$

2⁰ par le matériel décroissant:

$a' + 2a' + 3a' \ldots + 4a' \ldots Ra'$ valeur au printemps

et $0 + a' + 2a' + 3a' \ldots + (R-1)\,a'$ valeur à l'automne

*) Il y a une réserve à cette affirmation, c'est le cas où A ou R seraient voisins de l'âge de dépérissement des bois. Dans ce cas le matériel décroissant pourrait repasser par des accroissements aussi faibles que ceux de la naissance des peuplements. C'est là, du reste, une réserve plutôt théorique que pratique, on ne trouve guère de propriétaires qui laissent dépérir leurs bois, et dans ce cas aucune formule ne serait applicable.

**) Il y a une raison qui fait préférer l'été à l'automne c'est qu'en généra les dénombrements se font dans cette saison et que la formule comprenant un terme M (matériel) doit prendre pour M sa valeur exacte par suite celle qu'il a dans la saison où on l'a cubé.

l'automne on a le matériel décroissant en été $= \frac{a'R}{2}$ R ou en remplaçant a' par sa valeur $a' = a\frac{A}{R}$ on aura $\frac{aAR}{2}$.

Le rapport x devient dès lors $x = \frac{\frac{aAR}{2}}{\frac{aA\,2}{2}} = \frac{R}{A}$.

Cette valeur de x pouvait être trouvée directement. En effet l'accroissement sur une surface donnée étant admis le même à tous les âges est, en effet, proportionnel au temps et dès lors le rapport des volumes produits sur une même surface pendant des durées différentes est évidemment le même que celui de ces durées.

Formule proposée pour remplacer celle de Spengler.

Cette valeur de x nous donne la formule que nous proposons pour remplacer celle de Spengler. Nous l'obtenons en remplaçant x par sa valeur dans $P = \frac{M + Mx}{R}$. Il vient $P = \frac{M}{R} + \frac{M}{A}$.

Cette formule pouvait aussi se démontrer plus simplement. Soit une forêt de matériel M d'âge maximum A et à laquelle on veut donner une révolution R. Soit enfin M' le matériel correspondant à la révolution R. Que doit-on couper chaque année? Et d'abord que coupera-t-on pendant toute la révolution?

On devra d'abord réaliser le matériel existant M, puis le matériel M' progressivement décroissant qui se formera pendant ce temps R. On coupera donc M + M' pendant R années, et par an $\frac{M}{R} + \frac{M'}{R}$

Mais les matériels portés par une même surface sont, d'après l'hypothèse admise, proportionels au temps mis pour les produire, donc $\frac{M'}{M} = \frac{R}{A}$ d'où on tire $M' = \frac{MR}{A}$.

En portant cette valeur dans la formule de la possibilité annuelle, on à $P = \frac{M}{R} + \frac{M}{A}$.

Observations sur cette formule.

Cette formule donnera des résultats qui seront toujours un minimum, 1° par ce que, comme nous l'avons vu, le matériel progressivement décroissant a un accroissement annuel moyen plus grand

que le matériel sur pied actuel — 2° parce que le chiffre par lequel on remplace la lettre M pour les calculs est obtenu, en général, par un dénombrement, et ne comprend donc pas les jeunes bois qui ont cependant une croissance et qui, d'après les raisonnements faits, devraient être compris dans M.; le nombre par lequel on remplace M est donc trop faible et P qui lui est proportionnel le sera aussi. Avec cette formule l'accroissement de jeunes bois reste donc tout entier sur pied comme réserve technique. Ces deux causes d'erreur par défaut s'ajoutant, on sera sûr que la possibilité obtenue au moyen de cette formule ne sera jamais trop forte. C'est là une propriété qu'aucun forestier ne lui reprochera.

Il y a dans cette formule un terme dont la détermination est très délicate, c'est A. Spengler a insisté sur le fait qu'on ne devait pas prendre pour A l'âge des quelques gros arbres qu'on trouve presque dans chaque forêt. Il faut prendre pour A l'âge des arbres formant une classe de diamètres comptant un nombre suffisant d'arbres, et reliée aux classes inférieures de diamètres par une suite de classes formées d'un nombre d'arbres de plus en plus grand. En d'autres termes, si on suppose tracée la courbe graphique ayant des ordonnées proportionnelles au nombre des arbres groupés par classes de diamètres, on prendra pour A l'âge moyen de la classe de diamètre où la courbe commencera à s'enfléchir plus rapidement vers l'axe des x.

Cette détermination de A sera loin d'être précise car le diamètre est loin d'être proportionnel a l'âge surtout dans des bois qui n'ont pas crû avec des espacements d'arbres toujours normaux: Nous avons pensé pour cela qu'on pourrait peut-être remplacer le terme $\frac{M}{A}$ par un autre.

Remarquons que $\frac{M}{A}$ est l'accroissement annuel moyen correspondant à l'âge A. Dès lors ce terme peut se calculer comme suit: Divisons le cube total M par le nombre d'arbres de la forêt, nous aurons ainsi l'arbre de volume moyen. Nous trouverons son diamètre au moyen des tarifs de cubage employés, et par suite son âge qu'on détermine au moyen de comptage de souches ou d'arbres d'expériences. Cela fait, nous pouvons admettre que l'accroissement annuel de la forêt jardinée est le même que celui d'une forêt régulière de même cube M, de même nombre d'arbres que la futaie jardinée mais tous égaux comme volume et âge à celui de l'arbre moyen

trouvé. — Dès lors en divisant M par l'âge de cet arbre moyen nous avons l'accroissement annuel moyen de la forêt régulière et par suite celui de la forêt jardinée qui est le même. — Ce chiffre nous donne la valeur de $\frac{M}{A}$.

Avec ce procédé on obtiendra une exactitude un peu plus grande: l'âge de l'arbre moyen étant nécessairement plus faible que A, une erreur sur l'accroissement moyen en diamètre donnera une erreur d'âge moindre pour l'arbre moyen que pour l'arbre d'âge maximum, puisque cette erreur est multipliée par un nombre plus petit. Il n'en subsiste néanmoins pas moins une cause d'erreur, c'est que l'arbre de volume moyen n'a pas forcément l'âge moyen, mais cette erreur sera aussi plus faible que celle qui résulte dans le calcul de $\frac{M}{A}$ de ce que l'arbre de diamètre maximum n'a pas forcément l'âge maximum.

Formule Masson.

Quand on a dans cette formule $R = A$ on obtient $P = \frac{M}{0{,}5R}$ c'est une autre formule dont on se sert souvent et qui est connue en France sous le nom de Formule Masson; en réalité elle existait déjà dans la formule de la Kameraltaxe.

Erreur dans laquelle on tombe fréquemment en l'appliquant.

On a souvent employé cette formule à calculer la possibilité de forêts où $A \gtrless R$. C'est là une faute car elle ne s'applique pas à ce cas-là.

En effet, si on examine ce qu'on doit couper pendant une révolution R dans la forêt en question, on trouvera comme plus haut d'abord M, matériel déjà existant correspondant à l'âge A puis M′ matériel décroissant qui se formera pendant le temps R et qui, d'après les hypothèses admises, différera forcément de M si R diffère de A. On devrait donc prendre une possibilité $\frac{M + M'}{R}$ et non $\frac{M + M}{R}$ comme la donne la formule. L'erreur annuelle sera donc $\pm \frac{M' - M}{R}$. Si $R > A$, M′ sera plus grand que M, et la possibilité alculée sera trop faible on diminuera trop les coupes. Si au con-

c

traire $R < A$, M' sera plus petit que M et la possibilité sera trop forte, on les augmentera trop.

Pour montrer combien cette formule est imparfaite dans ce cas, examinons ce qui arriverait si on appliquait, sans révisions, pendant toute une révolution, la possibilité trouvée au début de l'aménagement, et disons tout de suite que cette remarque est purement théorique, car personne n'appliquera jamais une possibilité sans la réviser pendant un temps aussi long. Pour cela comparons les matériels existant au début et à la fin des révolutions successives. Au début de l'aménagement nous avons un matériel M correspondant à un âge A et qui produit pendant qu'on le coupe un matériel progressivement décroissant M'. Puis pendant la durée de la révolution R il se forme une nouvelle forêt de matériel M' l'accroissement étant supposé le même à tous les âges. Le sol forestier aura donc porté pendant la révolution entière un matériel total $M + 2M$! Or on coupe pendant la révolution un cube de 2 M. Il restera donc sur pied au début de la 2e révolution un matériel $2M' - M$.

Examinons ce qui se passe pendant la 2e Révolution. Le matériel sur pied à son début étant $2M' - M$ on coupera pendant sa durée un cube double ou $4M' - 2M$, mais le matériel du début s'augmentera pendant la révolution de $2M'$ comme nous l'avons vu plus haut: les bois que portera le sol forestier pendant cette 2e révolution sont donc représentés par $4M' - M$, comme on en coupe $4M' - 2M$, il restera sur pied au début de la 3e révolution un matériel M, nous retombons ainsi dans les conditions où l'on se trouvait au début de la 1re révolution, et le matériel normal correspondant à R ne sera jamais atteint. On pourra même s'en écarter beaucoup car si on a $M' = \frac{M}{2}$ et, par suite, avec les hypothèser faites, $R = \frac{A}{2}$ on aurait défriché la forêt en 1 révolution, et plus vite encore si R est plus petit que $\frac{A}{2}$.

Il est évident qu'en pratique des révisions fréquentes arrêteraient de tels abus de jouissance, mais nous avons pensé qu'il était utile de montrer le danger qu'il y a à employer cette formule quand on ne prend pas une révolution égale à l'âge du peuplement le plus âge, et que, quand cela n'est pas, elle ne tend pas à donner un rapport soutenu puisque chaque révision doit lui faire subir des corrections importantes. Nous n'admettrons donc cette formule comme bonne que

si R = A. Comme la précédente, cette formule ne tient pas compte des petits bois. Il résulte une possibilité trop faible de ce qu'on ne les dénombre pas et que par suite ils n'entrent pas dans M —.

$$\text{Formule } \frac{M}{O\ 45\ R}.$$

On a proposé en Allemagne de remplacer cette formule par cette autre $\frac{M}{0.\ 45\ R}$.

On l'avait tirée, croyons-nons, de la pratique et de la comparaison des possibilités reconnues bonnes avec le matériel sur pied et la révolution admise.

Elle peut se déduire d'une méthode française.

Avant d'examiner ce qu'elle vaut pratiquement nous ferons remarquer le fait assez curieux que cette même formule peut se tirer d'une méthode française qu'on démontre d'une façon purement théorique. Nous en trouvons l'exposé dans une circulaire de l'administration des forêts du 16 juillet 1883.

En voici la substance:

Exposé de la méthode française.

Dans une forêt normale de révolution n traitée en futaie régulière on distingue 3 groupes de peuplements occupant chacun 1/3 de la forêt 1° des vieux bois âgés de n a $\frac{2\ n}{3}$ ans — 2° des bois moyens agés de $\frac{2\ n}{3}$ a $\frac{n}{3}$ ans — 3° des jeunes bois de $\frac{n}{3}$ à 1 an.

Lorsqu'une forêt se trouve dans ces conditions et que ses éléments fixes de production sont égaux, on admet que le rapport soutenu est assuré en faisant une affectation de chacun de ces 1/3 de la forêt, et on détermine la possibilité en divisant le cube de la 1re affectation par 1/3 de n (durée de la période). — Si une forêt régulière n'est pas dans ce cas, on fait des transferts de groupe à groupe et on la traite de même.

Si à présent nous prenons au lieu d'une futaie régulière une forêt jardinée, on peut distinguer trois groupes d'âges, mais leurs contenances sont réparties en une foule de petites parcelles; si on constate l'égalité des trois groupes, la forêt jardinée serait assimilée à la futaie normale régulière et on assurerait le rapport soutenu en divisant le cube du groupe des vieux bois par 1/3 du nombre d'années

correspondant à l'exploitabilité. Mais cette répartition est le plus souvent impossible entre les trois groupes: il faut donc pour régler la réalisation des produits trouver un moyen de comparer non les surfaces des trois classes, mais leurs cubes.

Quelle relation y-a-t-il entre le cube des vieux bois et les autres pour que ces classes soient entre elles dans un rapport normal? Pour répondre à cette question cherchons quel est dans une forêt normale partagée en 3 affectations le rapport entre les matériels qui couvrent les 2 premières affectations. Ce rapport résulte de l'expérience et est approximativement $\frac{5}{3}$. Les bois de la 2e affectation étant d'âge moyen ont un accroissement annuel peu variable et sensiblement égal à l'accroissement moyen. On peut dès lors prendre pour l'accroissement futur un accroissement égal au leur — soit R = 150 ans. — Les trois affectations ont des âges moyens de: 25 — 75 — 125 ans. — Si l'accroissement futur est égal à l'accroissement passé, le volume des bois de 125 ans sera égal à celui des bois de 75 ans, plus 50 fois l'accroissement moyen. — Dès lors, si 3 représente le volume à 75 ans, le volume à 125 ans sera $3 + 50 \times \frac{3}{75}$ ou 5.

„Toutes les fois donc que dans une forêt en futaie jardinée le rapport: $\frac{\text{Vieux bois}}{\text{Bois moyens}} = \frac{5}{3}$ on admettra que les groupes seront normaux, et, en fondant l'exploitation sur les vieux bois le rendement ne diminuera pas. — Mais la proposition $\frac{5}{3}$ et rare; il y a 2 exceptions: 1⁰ excès de vieux bois, 2⁰ excès des moyens. — Si le volume des vieux bois est en excès on examine si on peut en faire passer au groupe des bois moyens, c'est un transfert. Dans le 2′ cas, on fera passer des gros dans la classe de moyens.“

Enfin cette circulaire recommande de négliger l'accroissement des bois de la 1re affectation pendant la 1re période pour éviter toute anticipation.

Façon de l'appliquer.

Examinons à présent comme on applique cette ingénieuse méthode et ce qu'elle donne dans l'application. — Avant de dénombrer le matériel, nous chercherons par quelques expériences à quel diamètre les bois entrent en 2e affectation. Cela fait nous dénombrerons tous les bois plus gros que ce diamètre. Nous trouverons ainsi un matériel M′ (M′ représente ici le cube des bois dénombrés et non plus

le cube total comme dans les autres formules) qui sur 8 ^{m3} en comprendra 3 de bois moyens et 5 de gros bois c.-à.-d. 3 ^{m3} de bois de 2e affectation et 5 ^{m3} de bois de la 1re. Donc en prenant les $\frac{5}{8}$ de ce matériel nous aurons le cube de la 1re affectation : $\frac{5\,M'}{8}$. Quelle est la possibilité ? Si nous appelons R la révolution, la période sera $\frac{R}{3}$ et les coupes principales seront $\frac{\frac{5}{8}\,M'}{\frac{1}{3}\,R} = \frac{15}{8}\,\frac{M'}{R} = \frac{M'}{0{,}533\ldots\,R}$. Si, contrairement à la circulaire, nous tenons compte de l'accroissement des bois de la 1re affectation en 1re période, nous supposerons comme on le fait ordinairement dans les futaies régulières que cette 1re affectation est entièrement régénérée au bout d'une 1/2 période, en d'autres termes que son cube $\frac{5}{8}$ M′ croit pendant $\frac{1}{6}$ de R. — Or, ces bois sont d'âge moyen $\frac{R + \frac{2\,R}{3}}{2}$ ou $\frac{5\,R}{6}$ ils ont donc un accroissement annuel de $\frac{\frac{5}{8}\,M'}{\frac{5}{6}\,R}$ ou de $\frac{6}{8}\,\frac{M'}{R}$. Cet accroissement se produit pendant $\frac{R}{6}$ ans, il est donc au total de $\frac{M'}{8}$ et dès lors on coupera pendant la période :

$\left(\frac{5}{8} + \frac{1}{8}\right)$ M′ ou la possibilité sera $\frac{\frac{6}{8}\,M'}{\frac{1}{3}\,R} = \frac{18}{8}\,\frac{M'}{R} + \frac{M'}{0{,}444..R}$

On voit que c'est à fort peu de chose près la formule trouvée pratiquement en Allemagne $\frac{M}{0{,}45\,R}$.

Discussion.

Cette formule est préférable à celle donnée par l'application stricte de la circulaire du ministère de l'Agriculture qui en donne l'exposé, la formule $\frac{M'}{0{,}53\,R}$ donnant une trop forte réserve technique. Elle est de plus rigoureusement juste avec les hypothèses faites si R = A. La possibilité qu'on en tire est plus théoriquement forte que celle de Masson de 10 %. En pratique, cet écart sera encore plus fort et cette différence pratique provient surtout de ce que, dans la méthode française, M′ représente les bois dénombrés et non plus aussi les jeunes bois qui sont aussi compris dans le M de la formule Masson,

mais qu'on néglige en général quand on remplace cette lettre par sa valeur pour calculer la possibilité.

Enfin, le fait que l'accroissement n'est pas en réalité égal à tous les âges, a pour résultat que l'accroissement de la 2e affectation sera toujours un accroissement moyen plus faible que la réalité. En effet, le terme de l'exploitabilité absolue sera en pratique toujours assez voisin de la révolution adoptée; dès lors la 3e période dans laquelle se trouvera probablement ce terme aura, en réalité, un accroissement moyen plus fort que l'accroissement moyen de la 2e et sera par suite trop faiblement dotée; la possibilité qui en résulte sera donc trop faible, et cette méthode ne donnera jamais des résultats trop forts.

Que devient cette formule si R $\gtrless$ A.

Si à présent nous examinons le cas que la circulaire n'a pas prévu où R $\gtrless$ A, nous voyons d'abord que le matériel formant la 1re affectation étant indépendant de la révolution ne sera pas changé par une variation de cette révolution. La 1re affectation étant formée des bois dont l'âge diffère le plus de R, aura une possibilité qui se ressentira plus que celle de la 2e période du changement de la révolution, et ce changement influera plus aussi sur celle-ci que sur la 3e période. On arrivera donc par degrés, par les révisions successives, à la possibilité normale correspondant à la révolution R, mais cela après un à coup assez fort au début de l'aménagement et toujours en faisant une forte réserve technique qui contribuera à atteindre le but si on allonge la révolution, et en écartera dans le cas contraire.

Quant à la formule $P = \frac{M'}{0.\ 45\ R}$, elle n'est plus applicable dès que R diffère de A. — Reprenons en effet la façon dont on l'a établie. Sa 1re affectation sera toujours $\frac{15}{8}\ \frac{M'}{R}$ mais pour avoir l'accroissement annuel de cette 1re affectation, il ne faut plus diviser le matériel sur pied par $\frac{5}{6}$ R mais par son âge $\frac{5}{6}$ A. On aura ainsi une possibilité

$$P = \frac{\frac{5}{8}\ M' \times \frac{\frac{5}{8}\ M'}{\frac{5}{6}\ A} \times \frac{R}{6}}{\frac{R}{3}} = \frac{15\ A\ M' + 3\ M'\ R}{8\ A\ R}$$

$$\text{ou } P = \frac{15}{8}\ \frac{M'}{R} + \frac{3}{8}\ \frac{M'}{A}.$$

Comparaison avec la formule Spengler corrigée.

Cette formule diffère sensiblement de $P = \frac{M}{R} + \frac{M}{A}$.

On peut expliquer cette différence en remarquant que, théoriquement, la formule $\frac{M}{R} + \frac{M}{A}$ est applicable pendant toute la durée de la révolution, c'est en quelque sorte une possibilité moyenne pour cette révolution, celle dont nous nous occupons au contraire ne vaut, même théoriquement, que pour une période et on aura 2 révisions. On montre facilement que la moyenne de ces 3 possibilités est $\frac{M}{A} + \frac{M}{R}$.

Pour le montrer il faut d'abord remplacer le M′ de la formule $\frac{15}{8}\,\frac{M'}{R} + \frac{3}{8}\,\frac{M'}{A}$ par M valeur du matériel total de la forêt et non plus seulement de 2 premières périodes. On calcule facilement que $M = M' + \frac{M'}{8}$ ou que $M' = \frac{8}{9}\,M$ en remplaçant M′ par cette valeur nous avons $P_1 = \frac{15}{9}\,\frac{M}{R} + \frac{3}{9}\,\frac{M}{A}$ pour la 1re période.

Les bois de la 2e affectation ont un cube $\frac{3\,M}{9}$, un âge moyen $\frac{A}{2}$ et ils seront régénérés dans $\frac{R}{2}$ ans. On obtiendrait par la marche suivie pour établir la formule

$$P_2 = \frac{9}{9}\,\frac{M}{R} + \frac{9}{9}\,\frac{M}{A}.$$

Enfin les bois de la 3e affectation ont un cube $\frac{M}{9}$, un âge moyen de $\frac{A}{6}$ ans et seront régénérés dans $\frac{5\,R}{6}$ ans. On a dès lors

$$P_3 = \frac{3}{9}\,\frac{M}{R} + \frac{15}{9}\,\frac{M'}{A}.$$

$\frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} = \frac{M}{R} + \frac{M}{A}$. C'est donc bien la valeur moyenne de ces 3 possibilités.

Laquelle de ces deux formules devra-t-on préférer?

Si on peut concilier ces deux formules, elles n'en sont pas moins différentes: laquelle devra-t-on préférer?

Pour nous en rendre compte mettons-les sous une forme où elles soient comparables c.-à.-d. en faisant le M de la formule française égal au matériel total et non plus au volume des 2 premières affectations seulement. On devra comparer

$$\frac{15}{9}\,\frac{M}{R} + \frac{3}{9}\,\frac{M}{A} \text{ avec } \frac{9}{9}\,\frac{M}{R} + \frac{9}{9}\,\frac{M}{A}.$$

En retranchant la 2e de la 1re on obtient un reste $\frac{6}{9}\,\frac{M}{R} - \frac{6}{9}\,\frac{M}{A}$.

Si on a $A > R$: l'aménagement augmentera l'ancienne possibilité. Dans cette hypothèse le terme négatif sera alors plus faible que le positif et la différence elle-même sera positive et dès lors la formule française donne un résultat plus grand que la 2e.

Si on a $A < R$: l'aménagement diminue la possibilité admissible jusqu'alors. Le terme négatif est plus fort que le positif, la différence est négative et la formule française donne ici un résultat plus faible que la formule Spengler corrigée.

On en conclut que, si on raccourcit la révolution, l'augmentation des coupes qui en résulte sera dès le début plus grande avec la méthode française qu'avec la formule Spengler corrigée. Que si, au contraire, on allonge la révolution, la diminution des coupes qui en résulte sera dès le début plus forte avec la méthode française qu'avec la formule de Spengler corrigée.

La formule $\frac{15}{8}\,\frac{M'}{R} + \frac{3}{8}\,\frac{M'}{A}$ donnera donc au début de l'aménagement un à coup plus fort que $\frac{M}{R} + \frac{M}{A}$, mais le rapport pourra grâce à cela être ensuite plus soutenu; lors des révisions les changements à la possibilité seront moins grands avec la formule $\frac{15}{8}\,\frac{M}{R} + \frac{3}{8}\,\frac{M}{A}$ qu'avec $\frac{M}{R} \times \frac{M}{A}$. Si donc on craint un à coup au début de l'aménagement et qu'on ne craigne pas un rapport progressivement croissant ou décroissant, il faut employer la formule $\frac{M}{R} + \frac{M}{A}$.

Si, au contraire, on tient à avoir lors des révisions le moins possible de changements dans la possibilité, et qu'on ne craigne pas un à coup au début, on appliquera la formule $\frac{15}{8}\,\frac{M'}{R} + \frac{3}{8}\,\frac{M'}{A}$.

Il ne faut pas oublier que ces formules ne comprennent pas les éclaircis. On peut les fixer en % par des évaluations absolument

indépendantes de la méthode employée pour fixer la possibilité des coupes principales et par suite des dénombrements. On les évalue approximativement, en considérant l'état des peuplements. La méthode de M. Gurnaud a le grand avantage qu'elle les fait reposer sur les dénombrements et la répartition des classes de diamètre qu'ils font constater dans la forêt en fixant leur possibilité par classes de diamètres. Cette méthode a aussi l'avantage de les faire marquer sur la même coupe que la coupe principale. Si cette mesure était plus répandue chez nous, il est probable que le bois des éclaircies se rendrait mieux. Si le bûcheron ne se dérange pas pour aller au loin couper un petit arbre, il le coupera s'il est à côté de belles plantes pour l'exploitation desquelles il est venu dans cette parcelle. Si le consommateur ne va pas chercher au loin un petit arbre, il l'emportera plus facilement aussi s'il vient chercher de belles pièces dans la même parcelle; il pourra compléter avec les bois d'éclaircies la charge de ses chars. Enfin au point de vue de la culture des bois, en marquant l'éclaircie sur le même parterre que la coupe principale on n'abîme le semis qu'une fois pendant la durée de la rotation des coupes, tandis qu'avec l'autre méthode on l'abîme lors de la coupe principale, puis quelques années après, quand il se remet, on le foule de nouveau en faisant une éclaircie.

Conclusion. Si l'aménagement fixe une révolution de durée égale à la classe d'âge la plus âgée de la forêt (Si R = A), la formule $P = \frac{M}{0.45\ R}$ sera la plus exacte.

Si, au contraire, on change la révolution autrefois admise (si $R \gtrless A$) on pourra choisir entre les 2 formules $P = \frac{M}{R} + \frac{M}{A}$ et $P = \frac{15}{8}\ \frac{M'}{R} + \frac{3}{8}\ \frac{M'}{A}$ et on prendra l'autre, si on préfère un à coup faible au début pour arriver seulement progressivement au rapport soutenu; la seconde s'emploiera au contraire, si on préfère un fort à coup au début pour avoir ensuite un rapport plus soutenu. — Dans le cas de changement de révolution on n'emploiera jamais les formules $\frac{M}{0.5\ R}$ ou $\frac{M}{0.45\ R}$.

Enfin aucune de ces formules ne s'inquiète des éclaircies, on fera bien de les faire sur les mêmes parcelles que les coupes principales, et d'en fixer la possibilité par classes de diamètre comme le fait la méthode Gurnand.

William Borel.