

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 124 (1973)

**Heft:** 2

**Artikel:** Inventaire forestier : déplacement de placette en lisière de forêt ou en bordure du peuplement

**Autor:** Chevrou, R.B.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767420>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

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

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

124. Jahrgang

Februar 1973

Nummer 2

## Inventaire forestier: Déplacement de placette en lisière de forêt ou en bordure du peuplement

Cas des placettes multiples

Oxf.: 524.637

Par R. B. Chevrou, Hérouville (France)

### Sommaire

Le problème étudié ici est celui posé par les unités d'échantillonnage voisines des bordures de forêt ou de peuplement forestier, lorsque ces unités sont formées d'une série de placettes concentriques.

En dehors de la méthode de la réflexion (unité d'échantillonnage doublée, les centres étant symétriques l'un de l'autre par rapport à la limite) aucune méthode ne convient sur le terrain, soit parce qu'elle entraîne des variations importantes de la probabilité de tirage des arbres de bordure, soit parce qu'elle est très difficile à mettre en œuvre.

Chaque fois qu'il sera possible de la mettre en œuvre, on utilisera la méthode de la réflexion, et à défaut on rendra les placettes tangentes aux bordures pour faciliter la mise en place de l'unité d'échantillonnage.

### 1. Introduction

Les inventaires forestiers posent de difficiles problèmes quand il s'agit de définir la taille optimum des unités d'échantillonnage. Pour simplifier, supposons que ces unités soient circulaires et que le seul paramètre à déterminer soit donc le rayon  $R$ .

Si l'on désire estimer les seuls volumes bruts, on déterminera le rayon  $R$  indépendamment de la distribution des diamètres à quelques contraintes près (valeurs minimum et maximum du nombre moyen d'arbres par placette).

Si l'on désire des résultats détaillés par catégorie de diamètre ou par groupes de catégories de diamètre (en fonction de la qualité ou de l'utilisation des bois par exemple), il faut alors considérer la distribution des diamètres des tiges composant la forêt (ou les forêts) inventoriée, de telle sorte que chacune des catégories de diamètre soit convenablement représentée dans l'échantillon.

Pour résoudre le problème facilement, on a recours à l'échantillonnage par point (ou par jauge d'angle). On doit alors déterminer une seule variable, l'angle  $\alpha$  permettant de désigner les arbres échantillons.

Malgré toute sa bonne volonté, Madame Nature ne se plie pas toujours exactement aux règles mathématiques implicitement contenues dans cette méthode qui concernent la distribution des diamètres des arbres de la population inventoriée.

Il arrive encore fréquemment que les petits diamètres soient trop représentés dans l'échantillon.

La solution consistant à faire varier  $R$  ou  $\alpha$  en fonction de la dimension moyenne des arbres de chacun des peuplements inventoriés ne convient que dans les cas où les peuplements inventoriés sont relativement homogènes.

S'ils ne sont pas suffisamment homogènes, on est amené à utiliser des unités d'échantillonnage plus complexes, telles celles décrites ci-après.

## 2. Série de placettes concentriques

L'Inventaire forestier national français estime les volumes pour les classes de diamètres ainsi définies:

Petits bois: arbres de diamètre inférieur à 22,5 cm,

Bois moyens: arbres de diamètre compris entre 22,5 cm et 37,5 cm,

Gros bois: arbres de diamètre supérieur à 37,5 cm.

D'autres classes pourraient être imaginées en plus ou moins grand nombre, en fonction de critères tels que l'utilisation des bois lorsque celle-ci dépend du diamètre des tiges.

Pour que les tiges de chacune des classes de diamètre soient également réparties dans l'échantillon et pour que les travaux de terrain sur les tiges de ces classes de diamètre soient harmonieusement distribués, on utilise des unités d'échantillonnage du type suivant:

L'unité d'échantillonnage est formée d'une série de trois cercles concentriques (en général):

- un cercle de 6 m de rayon où l'on mesure tous les petits bois,
- un cercle de 9 m de rayon où l'on mesure tous les bois moyens,
- un cercle de 15 m de rayon où l'on mesure tous les gros bois.

On obtient ainsi une répartition convenable des tiges de l'échantillon et l'assiette de l'unité d'échantillonnage est facile puisqu'elle s'apparente de très près à celle de l'unité formée d'un seul cercle.

NB: Il ne semble pas utile, ni souhaitable, d'adopter un plus grand nombre de placettes dans la série, même si le nombre des classes de diamètre considérées est supérieur à 3.

Ce système a deux avantages. Il coïncide assez bien avec la méthode consistant à faire varier  $R$  en fonction de la dimension moyenne des arbres des peuplements inventoriés tout en supprimant les inconvénients de cette méthode (détermination de la dimension moyenne et variation du taux de

sondage à l'intérieur d'un peuplement formé de taches homogènes différentes les unes des autres).

Le système s'apparente à la méthode de la jauge d'angle telle qu'elle est appliquée sur le terrain dans de nombreux cas. En effet, plutôt que de déterminer les arbres échantillons par visée, ce qui est imprécis dans les cas doux, on mesure sur le terrain la distance  $X$  du point de sondage à l'arbre de diamètre  $d$ . Si  $X \leq \frac{d}{\alpha}$  l'arbre fait partie de l'échantillon, sinon il est rejeté.

$d$  étant déterminé au centimètre près, il en découle que les arbres sont en fait classés par classes de diamètre de 1 centimètre de large. L'unité d'échantillonnage est alors formée d'un grand nombre de cercles concentriques de rayons  $R = \frac{d}{\alpha}$ ,  $\alpha$  étant constant, et  $d$  étant un nombre entier de centimètres.

Ces conditions de terrain font imaginer une méthode du même type où  $R$  serait une certaine fonction de  $d$  telle que les tiges soient mieux représentées par catégorie de diamètre;  $R$  serait par exemple inversement proportionnel à la fréquence de  $d$  dans la population (avec une valeur maximum de  $R$  évidemment).

C'est ce que l'on fait en quelques sorte dans le cas de la série de placettes circulaires concentriques après avoir regroupé les diamètres en plusieurs classes.

L'intérêt de ce système concerne non seulement la répartition des tiges dans l'échantillon et la mise en œuvre sur le terrain, mais aussi l'exploitation mécanographique qui est voisine de celle relative aux unités d'échantillonnage formées d'une seule placette circulaire.

Néanmoins elle a certains inconvénients lorsqu'on se préoccupe des problèmes des placettes de bordure. Ces inconvénients pourraient paraître mineurs car il est certain que la plupart des inventoristes sont peu préoccupés par ces problèmes!

Néanmoins, dans les petits peuplements forestiers, tels ceux rencontrés en France, les zones de bordure ou lisières ont une superficie atteignant ou dépassant le quart de la superficie totale des peuplements. Ce problème est donc important.

### 3. Placettes de bordure

Les problèmes de bordure ont été étudiés par de nombreux auteurs, et particulièrement par Paul Schmid (2) qui a dressé une liste impressionnante de solutions possibles.

Les solutions pouvant être utilisées dans le cas d'une placette formée d'un seul cercle ne peuvent pas l'être toujours dans le cas d'une placette formée de plusieurs cercles.

Certaines de ces solutions sont très compliquées à mettre en œuvre lorsqu'un cercle unique est en jeu et ce sont des casse-tête lorsque plusieurs cercles concentriques sont en cause.

Parmi ces solutions l'Inventaire forestier national français s'est intéressé à celles dites «de la réflexion» et «de l'échantillonnage selon Laurie ou Laurie Sampling» [Finney et Palca (1)].

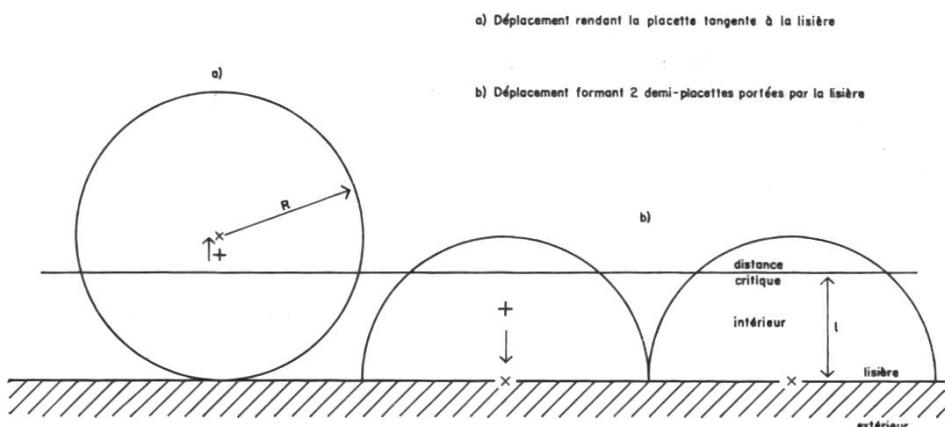
### 3.1 Laurie Sampling

Dans le cas d'une simple placette circulaire de rayon  $R$ , cette méthode est ainsi définie.

Soit  $L$  une distance, comprise entre 0 et  $R$

- Si le centre de la placette est à une distance de la limite du peuplement inventorié supérieure à  $R$ , elle n'est soumise à aucun déplacement.
- Si le centre est à une distance comprise entre  $L$  et  $R$ , on déplace la placette pour la rendre tangente à la lisière.
- Si ce centre est à une distance inférieure à  $L$ , on forme deux demi-placettes (demi-circulaires) tangentes dont les diamètres sont portés par la limite *rectiligne* du peuplement (figure 1).

*Figure 1*  
Une seule placette circulaire



Lorsque  $L$  est égal à 0, on obtient le cas particulier consistant à déplacer la placette chaque fois qu'elle est traversée par la limite pour la rendre tangente à cette limite.

La probabilité de tirage d'un arbre varie en fonction de la distance  $X$  de l'arbre à la limite. Soit  $P(X)$  cette probabilité. La valeur de  $L$  qui donne des valeurs de  $P(X)$  les plus proches de 1 dans l'intervalle de variation de  $X$  ( $0,2 R$ ) au sens de la théorie des moindres carrés est égale à  $0,59 R$  (annexe 1).

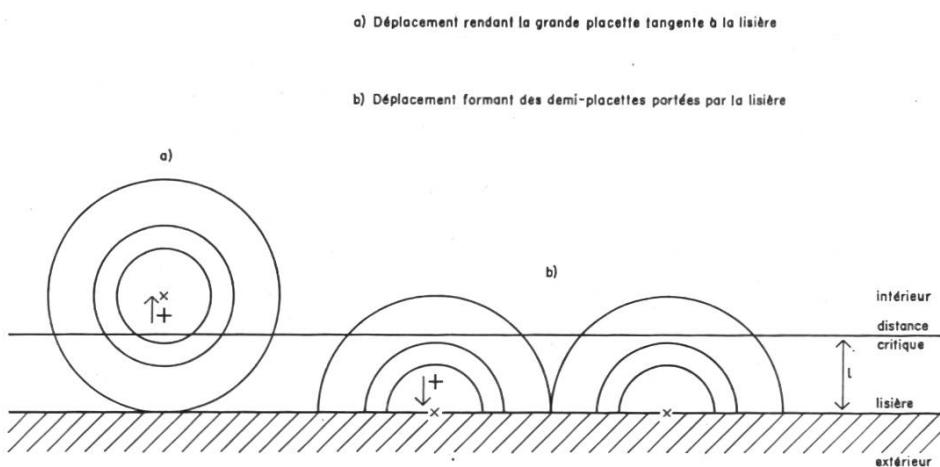
Dans le cas d'une unité d'échantillonnage formée de 3 placettes concentriques, l'adoption d'une seule distance  $L$  conduit à des valeurs de  $P(X)$

extrêmement variables selon les catégories de diamètre et la valeur optimum de  $L$  est difficile à déterminer. Elle dépend des diamètres des placettes de la série et crée des contraintes particulières pour la valeur de ces diamètres si l'on désire ne pas avoir des valeurs extrêmes de  $P(X)$  comme 0 par exemple (annexe 2).

Cela conduit à examiner la solution suivante: déplacement de chaque placette indépendamment du déplacement des autres placettes de la série.

Les placettes de bordure peuvent alors n'être plus concentriques les unes étant déplacées, les autres ne l'étant pas, les unes déformées, les autres non (figure 2). Et que serait-ce pour la méthode de la jauge d'angle?

*Figure 2*  
Une série de 3 placettes circulaires



Finalement, on est amené à choisir la valeur  $L = 0$  et à déplacer les placettes indépendamment les unes des autres au voisinage de la limite. Si cette méthode apporte un biais important, elle est très simple d'application, ceci compensant cela.

### 3.2 Méthode de la réflexion

Cette méthode semble être la plus pratique et elle n'introduit aucun biais. Pourquoi ne pas l'utiliser?

Le seul exposé de la méthode montre quelques inconvénients.

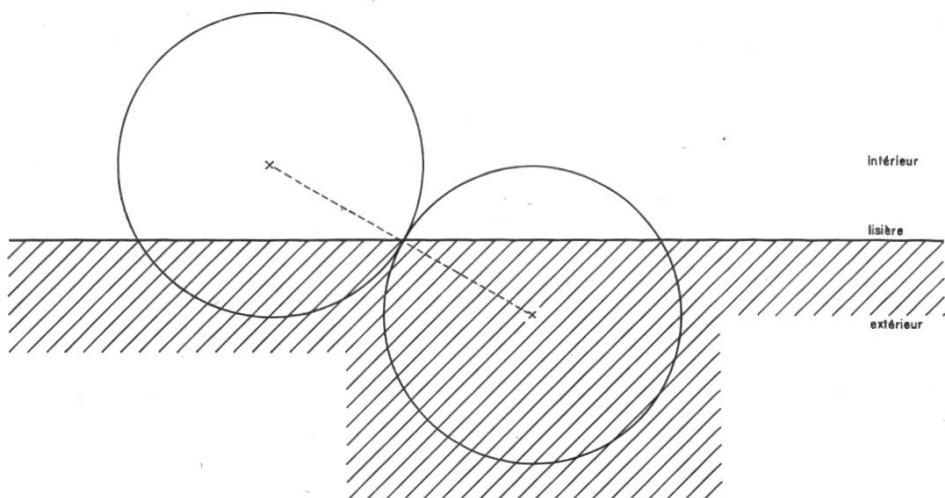
Supposons que le peuplement inventorié ait une limite rectiligne (hypothèse théorique car le peuplement a une surface finie!). Soit une placette circulaire simple dont le centre est à une distance  $Y$  de cette limite.

- Si  $Y$  est supérieur à  $R$  la placette ne subit aucune modification.
- Si  $Y$  est inférieur à  $R$ , on lève 2 placettes, l'une centrée sur le centre de la placette initiale, l'autre centrée sur un point extérieur au peuplement situé à une distance  $Y$  de la limite. On lève les arbres situés dans ces 2 placettes et intérieurs au peuplement inventorié (figure 3).

La surface levée est  $\pi R^2$  et tous les arbres du peuplement ont la même probabilité d'appartenir à l'échantillon.

En vue de construire des tarifs de cubage, on fera en sorte que les 2 placettes symétriques de bordure ne se chevauchent pas et pour réduire les déplacements on fera en sorte qu'elles soient tangentes approximativement (figure 3).

*Figure 3*  
Méthode de la réflexion



Cette méthode suppose des limites rectilignes, ce qui ne peut pas être le cas puisque le peuplement est au mieux polygonal. En dehors des angles il pourra donc être nécessaire de «rectifier» les limites artificiellement. Mais que faire au voisinage des angles?

Elle suppose aussi qu'on peut toujours asseoir la placette symétrique, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune rivière ni aucun étang ou lac en bordure de forêt; et qu'on peut toujours aller de l'autre côté de la limite (la limite ne serait donc jamais celle d'une propriété close ni d'une falaise!). Il est vrai que ces cas sont assez rares.

### 3.3 Méthode mixte

Les inconvénients de la méthode de la réflexion conduisent à adopter une méthode mixte:

- méthode de la réflexion lorsque les conditions de terrain s'y prêtent.
- déplacement des placettes pour les rendre tangentes à la limite dans les autres cas.

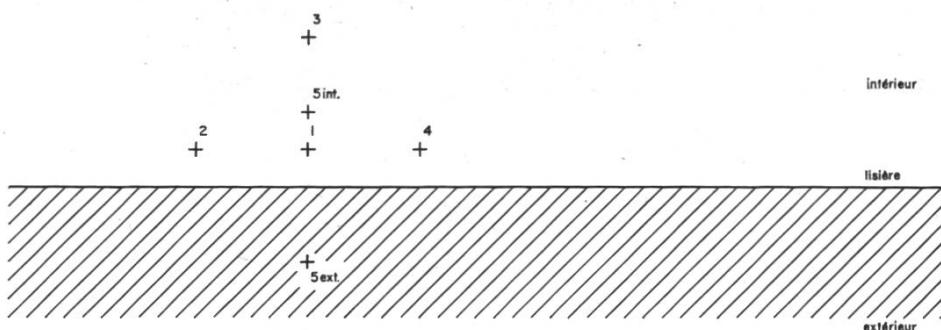
Si cela convient bien pour les placettes circulaires ou les séries de placettes circulaires concentriques, il n'en est pas de même pour les unités d'échantillonnage définies par la jauge d'angle. Seule la méthode de la réflexion conviendrait si elle était utilisable partout.

#### 4. Echantillonnage par grappe

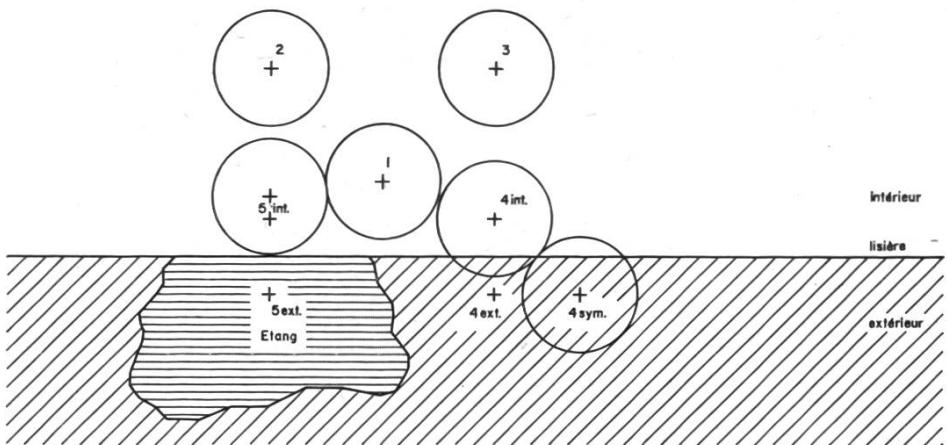
Dans le cas d'unités d'échantillonnage formées de grappes de séries de placettes circulaires on peut opérer ainsi:

- Le centre de la grappe désigne le peuplement à inventorier.
- La grappe est définie par les centres des placettes, ceux-ci seront implantés en utilisant la méthode de la réflexion ce qui ne pose aucun problème en général puisqu'il n'est pas nécessaire de sortir du peuplement (figure 4).
- Les placettes seront implantées selon les méthodes habituelles, selon les méthodes suggérées ici par exemple (figure 5).

*Figure 4*  
Méthode de la réflexion — Echantillonnage par grappes



*Figure 5*  
Méthode de la réflexion — Echantillonnage par grappes



#### 5. Conclusions

Pour résoudre les problèmes des placettes de bordure, la méthode de la réflexion est certainement la meilleure en théorie et en pratique chaque fois qu'elle est utilisable.

Si elle n'est pas utilisable, de nombreuses méthodes peuvent être mises en œuvre lorsque l'unité d'échantillonnage est formée d'une seule placette circulaire (ou d'une grappe de placettes circulaires).

Lorsque l'unité d'échantillonnage est formée d'une série de placettes circulaires (ou d'une grappe de séries de placettes circulaires), il semble plus pratique de déplacer les placettes pour les rendre tangentes à la limite, ceci pour chacune des placettes de la série coupée par la limite. Les autres méthodes entraînent des complications beaucoup trop importantes des travaux sur le terrain.

Enfin, pour l'échantillonnage par jauge d'angle, il n'y a pas de méthode satisfaisante susceptible de résoudre les cas où la méthode de la réflexion n'est pas utilisable.

#### Bibliographie

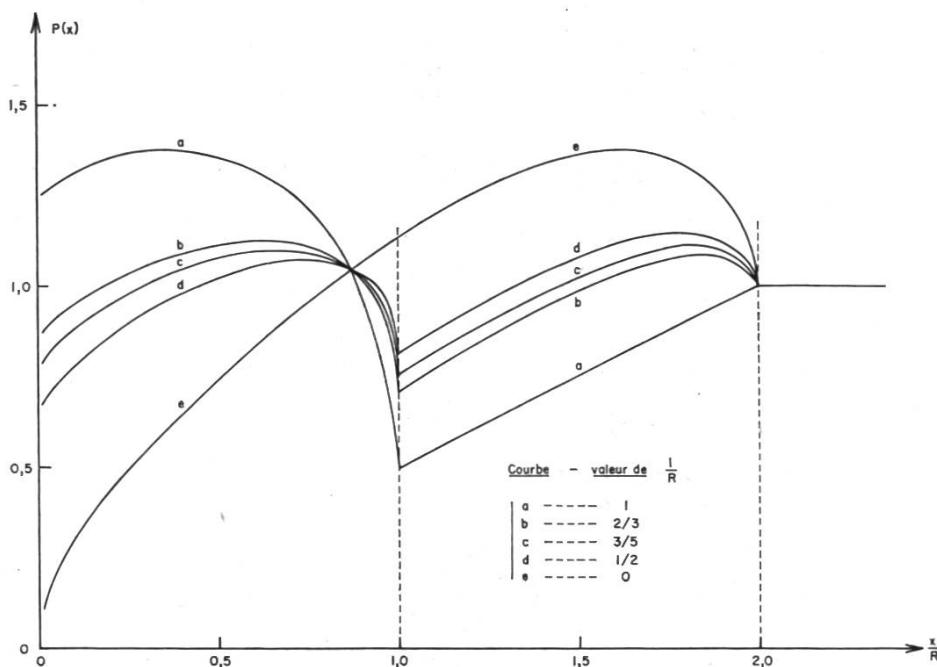
- (1) Finney, D. J., and Palca, H.: The elimination of bias due to edge-effects in forest sampling. *Forestry* 23, pp 31—47 (1949)
- (2) Schmid, P.: Stichproben am Waldrand. Mémoires de l'Institut Suisse de Recherches forestières. Vol. 45. Fasc. 3, 1969

#### Annexe no 1

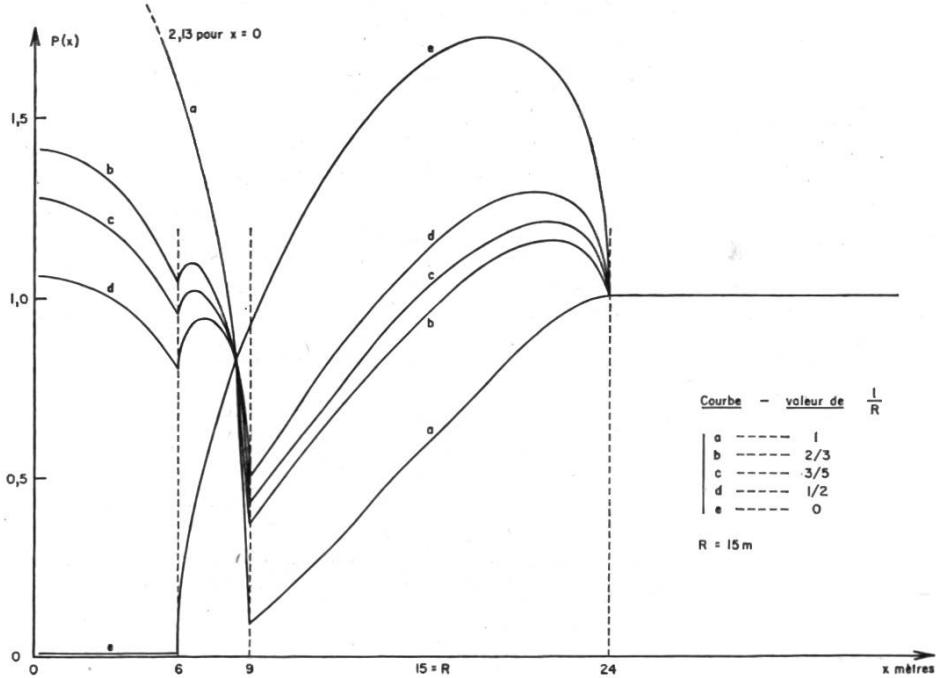
##### *Laurie sampling — Une seule placette circulaire*

La distance de l'arbre concerné à la lisière rectiligne est  $x$ . Le rayon de la placette est  $R$ , sa surface  $S = \pi R^2$ . Soit  $l$  une longueur comprise entre 0 et  $R$  et appelée distance critique. Si le centre de la placette est à une distance de

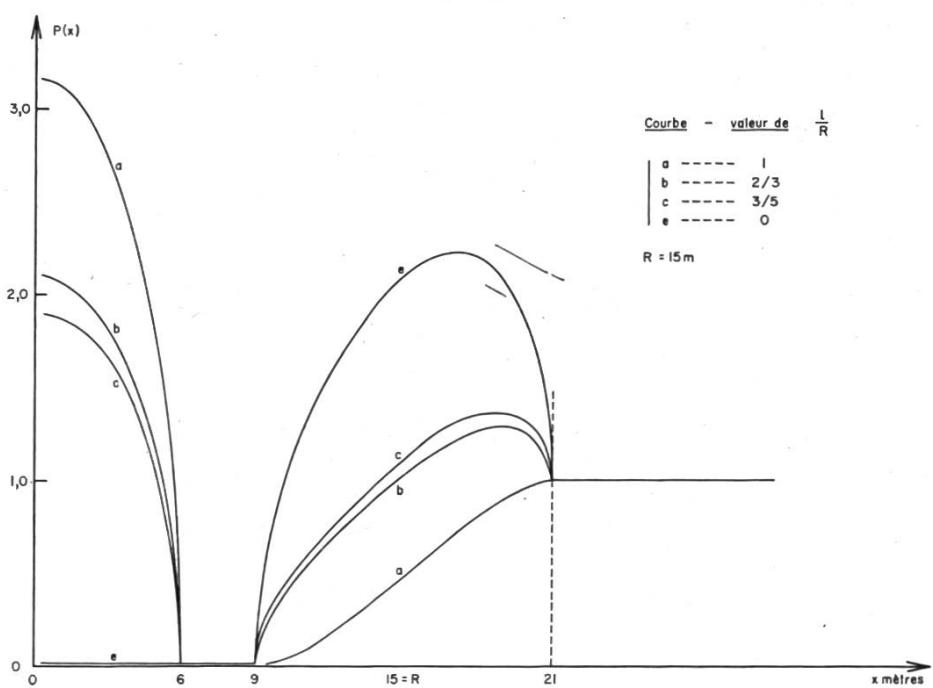
Graphique 1



Graphique 2



Graphique 3



la lisière supérieure à 1, le déplacement de la placette consiste à la rendre tangente à la lisière tout en faisant un déplacement minimum (donc perpendiculaire à la lisière). Si le centre de la placette est à une distance de la lisière inférieure à 1, on forme par déplacement minimum deux demi-placettes demi-circulaires tangentes dont les diamètres sont portés par la lisière (figure 1).

Soit  $P(x)$  la probabilité de tirage de l'arbre concerné.

$$0 \leq x \leq R \quad P(x) = \frac{1}{\pi R^2} \left[ 41 \sqrt{R^2 - x^2} + R^2 \arccos \frac{(R-x)}{R} + (R+x-2l) \sqrt{R^2 - (R-x)^2} \right]$$

$$R \leq x \leq 2R \quad P(x) = \frac{1}{\pi R^2} \left[ R^2 \arccos \left( \frac{R-x}{R} \right) + (R+x-2l) \sqrt{R^2 - (R-x)^2} \right]$$

$$x \geq 2R \quad P(x) = 1$$

Les variables sont en fait  $\frac{x}{R}$  et  $\frac{l}{R}$ .

Au sens de la théorie des moindres carrés, la valeur de  $\frac{1}{R}$  qui donne les valeurs de  $P(x)$  les plus proches de 1 dans l'intervalle de variation de  $x$  ( $0,2R$ ) est 0,587.

Le graphique no 1 donne les courbes représentatives de  $P(x)$  pour différentes valeurs de  $\frac{1}{R}$ .

## Annexe no 2

*Laurie sampling — Cas d'une série de plusieurs placettes concentriques*

$x$  = distance à la lisière de l'arbre concerné

$R$  = rayon de la plus grande placette (15 m)

$r$  = rayon des autres placettes (9 m et 6 m)

$l$  = distance critique pour le déplacement

Le déplacement des placettes consiste, soit à rendre la plus grande tangente à la lisière (par un déplacement minimum) les placettes restant concentriques, soit à diviser les placettes en 2 séries de placettes demi-circulaires, de diamètres portés par la lisière, les plus grandes étant tangentées, les autres concentriques à la plus grande (figure 2).

Pour les arbres mesurés sur la plus grande placette on obtient les résultats donnés dans l'annexe 1.

Pour les arbres mesurés seulement sur les autres placettes on obtient les résultats suivants:

a) Placette moyenne  $r = 9$  m ( $> \frac{R}{2}$ )

$$0 \leq x \leq 6 \text{ m } (= R - r) \quad P(x) = \frac{41}{\pi r^2} \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$6 \leq x \leq 9 \text{ m } (= r) \quad P(x) = \frac{1}{\pi r^2} \left[ 41 \sqrt{r^2 - x^2} + r^2 \arccos \left( \frac{R-x}{r} \right) + (R+x-2l) \sqrt{r^2 - (R-x)^2} \right]$$

$$9 \text{ m} \leq x \leq 24 \text{ m} \quad P(x) = \frac{1}{\pi r^2} \left[ r^2 \arccos \left( \frac{R-x}{r} \right) + (R+x-2l) \sqrt{r^2 - (R-x)^2} \right]$$

$$x \geq 24 \text{ m} (= R+r) \quad P(x) = 1$$

Le graphique no 2 donne les courbes représentatives de  $P(x)$  pour différentes valeurs de  $\frac{l}{R}$ .

b) Petite placette  $r = 6 \text{ m} (< \frac{R}{2})$

$$0 \leq x \leq 6 \text{ m} (= r) \quad P(x) = \frac{4l}{\pi r^2} \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$6 \text{ m} \leq x \leq 9 \text{ m} \quad P(x) = 0 \\ (= R-r)$$

$$9 \text{ m} \leq x \leq 21 \text{ m} (= R+r)$$

$$P(x) = \frac{1}{\pi r^2} \left[ r^2 \arccos \left( \frac{R-x}{r} \right) + (R+x-2l) \sqrt{r^2 - (R-x)^2} \right]$$

$$x \geq 21 \text{ m} (= R+r) \quad P(x) = 1$$

Le graphique no 3 donne les courbes représentatives de  $P(x)$  pour différentes valeurs de  $\frac{l}{R}$ .

c) Remarques

Comme pour la plus grande placette, les valeurs de  $\frac{l}{R}$  voisines de 0,587 donnent les moins mauvaises répartitions des  $P(x)$ .

L'utilisation séparée de la méthode de l'annexe 1 à chacune des placettes de la série entraînerait une complexité inadmissible des déplacements.

### Zusammenfassung

Es werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, wie man bei Stichprobeninventuren mit den an Wald- oder Bestandesrändern liegenden Probeflächen verfahren kann. Die Ausführungen beziehen sich namentlich auf Stichprobeneinheiten, welche aus konzentrischen Kreisflächen aufgebaut sind. Am bekanntesten ist das Verfahren der orthogonalen oder schießen Spiegelung: Sofern nur ein Teil eines Probekreises innerhalb des Bestandes liegt, wird er durch eine zweite Aufnahmefläche ergänzt. Deren Zentrum liegt in bezug auf den Bestandesrand symmetrisch zum ersten Probekreiszentrums. Ausser diesem Verfahren hat sich keine der beschriebenen Methoden als geeignet erwiesen, weil sie entweder den Erfassungsgrad am Bestandesrand zu stark verändert oder mit erheblichen Schwierigkeiten bei der Aufnahme verbunden sind. Die Spiegelungsmethode ist indessen nicht anwendbar, wenn das Gelände ausserhalb des Bestandes nicht zugänglich ist. In diesen Fällen wird das Probezentrum senkrecht zum Bestandesrand in den Bestand hineinverschoben, bis der grösste in Betracht kommende Probekreis vollständig im Bestand liegt.

Übersetzung: D. Rubli