



**HAL**  
open science

# Un appareil révolutionnaire : Le rélascope à miroir de Bitterlich

Jean Pardé

► **To cite this version:**

Jean Pardé. Un appareil révolutionnaire : Le rélascope à miroir de Bitterlich. *Revue forestière française*, 1956, 3, pp.172-184. 10.4267/2042/27180 . hal-03383800

**HAL Id: hal-03383800**

**<https://hal.science/hal-03383800v1>**

Submitted on 18 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.

## UN APPAREIL RÉVOLUTIONNAIRE : LE RELASCOPE A MIROIR DE BITTERLICH

### I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Ceux qu'intéressent les questions d'inventaires des peuplements forestiers ont pu lire dans cette revue, en 1955 (Revue des Revues, pages 327 et 562), dans quelles conditions un ingénieur forestier autrichien, BITTERLICH, avait conçu et réalisé il y a quelques années un appareil remarquablement simple permettant le calcul de la surface terrière à l'hectare d'un peuplement forestier.

Il suffit de viser à hauteur d'homme, en un tour d'horizon, à l'aide d'une petite plaquette métallique placée en bout d'une baguette, les troncs qui entourent l'opérateur. Celui-ci compte les arbres pour lesquels la projection de la plaquette est plus petite que le diamètre apparent du tronc. Si les dimensions de la plaquette et de la baguette sont convenablement choisies, le nombre obtenu par ce comptage représentera la surface terrière à l'ha du peuplement exprimée en  $m^2$  (ou une fraction très simple de cette surface terrière) (13).

Il ne paraît pas inutile de rappeler ici en deux mots la théorie de la méthode. Nous en connaissons plusieurs, dont celle-ci nous semble être la plus parlante :

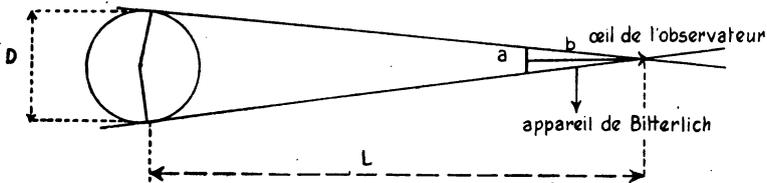


FIG. 1.

Soit  $a$  la largeur de la plaquette de visée,  
 $b$  la longueur de la baguette.

Raisonnons sur les arbres d'un même diamètre  $D$ . Ils sont comptés tant qu'ils sont à une distance de l'observateur inférieure à celle  $L$ , pour laquelle le diamètre apparent de l'arbre est juste couvert par les rayons visuels déterminants l'angle de visée: autrement dit

jusqu'à ce que les arbres de diamètre  $D$  deviennent des arbres « tangents » (voir figure 1).

$$\text{Comme } \frac{D}{a} = \frac{L}{b}, \quad L = \frac{b}{a} D.$$

La surface circulaire sur laquelle ces arbres sont comptés est donc égale à  $\pi L^2 = \pi \left(\frac{b}{a}\right)^2 D^2$

Soit  $N_D$  le nombre de ces arbres comptés.

$$\text{Leur surface terrière est } N_D \times \frac{\pi D^2}{4}$$

La surface terrière  $S_D$  à l'unité de surface des arbres de diamètre  $D$  est donc :

$$S_D = \frac{N_D \times \frac{\pi D^2}{4}}{\pi \times \left(\frac{b}{a}\right)^2 \times D^2} = \frac{N_D}{4 \times \left(\frac{b}{a}\right)^2}$$

Le même raisonnement peut se répéter pour les arbres de tous diamètres. Si au total le nombre des arbres comptés est  $N$ , la surface terrière à l'unité de surface du peuplement est donc, après sommation :

$$St = \frac{N}{4 \times \left(\frac{b}{a}\right)^2}$$

Si, au lieu d'exprimer  $St$  à l'unité de surface, on veut l'exprimer en  $m^2$  à l'hectare, il faut multiplier  $St$  par 10 000 :

$$\begin{aligned} St \text{ (en } m^2/ha) &= 10\,000 \times \frac{N}{4 \times \left(\frac{b}{a}\right)^2} \\ &= 2\,500 \times \frac{N}{\left(\frac{b}{a}\right)^2} = 2\,500 \times \left(\frac{a}{b}\right)^2 \times N = k N \end{aligned}$$

Il est évidemment intéressant de donner à  $k$  une valeur simple, il suffit pour cela de choisir convenablement le rapport  $\frac{a}{b}$ .

Si, par exemple, nous voulons faire  $k$  égal à 1, il faudra que :

$$\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \frac{1}{2500}, \text{ donc que } \frac{a}{b} = \frac{1}{50}$$

ce qui peut se faire en prenant :

$$\begin{cases} a = 2 \text{ cm} \\ b = 100 \text{ cm} \end{cases}$$

Chose amusante, chacun d'entre nous possède son « appareil de Bitterlich » : il suffit de viser les arbres avec l'épaisseur du pouce placé verticalement au bout du bras tendu. Le rapport  $\frac{a}{b}$  ainsi

formé est constant pour un opérateur donné. Il est facile de le calculer dans chaque cas particulier et nous verrons peut-être le jour où une administration forestière, férue de tests originaux, fera bénéficier d'un avancement « au grand choix » ses rares ingénieurs dont le rapport de Bitterlich sera un nombre entier tel que 1, 2, ou 4 !

En fait, toute construction nouvelle a ses inconvénients, et Bitterlich voyait bien quels étaient ceux de son appareil initial.

La simplicité du système baguette-plaquette, un peu encombrant, interdisait de faire les corrections nécessaires lorsqu'on opérait en terrain incliné (voir à ce sujet R.F.F., revue des revues, 1955, p. 738). Il était tentant de réaliser un appareil plus perfectionné, moins volumineux, et ajoutant aux mesures de surfaces terrières des mesures fort utiles de longueurs, de hauteurs d'arbres, de pentes, etc... toujours par voie optique.

Cela semblait une gageure. BITTERLICH est pourtant parfaitement arrivé à ses fins, mettant à la disposition des forestiers son extraordinaire « relascope à miroir » (Spiegel-relaskop) qui suscite en dehors de nos frontières un véritable et juste engouement.

Il vient à l'instant d'être encore perfectionné par son inventeur (5). C'est ce tout dernier modèle que nous avons pu expérimenter à la Station de Recherches forestières française, et que nous nous proposons de présenter aux lecteurs de cette revue.

## II. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Il apparaît extérieurement (voir photos) sous la forme d'un boîtier métallique facilement maniable d'une seule main : c'est effectivement tenu dans la main droite qu'il est utilisé couramment.

Sa plus grande dimension atteint quelque 14 cm, sa plus petite moins de 4 cm. Il est possible de suspendre l'appareil à son cou en y fixant une petite courroie de cuir. Un filetage disposé sous la face inférieure permet, si l'on désire des mesures particulièrement précises, d'opérer sur pied d'appareil topographique muni d'une articulation à rotule.

Deux fenêtres circulaires latérales en verre dépoli éclairent l'intérieur du relascope ; à la partie supérieure, deux œilletons de même axe horizontal — sur les faces avant et arrière — permettent les visées ; une sorte de visière métallique mobile facilite les lectures, en assombrissant les graduations — et elles seules — lorsqu'on opère face au soleil par exemple.

Approchons l'œilleton de visée de l'œil droit, et regardons en direction d'un arbre. Nous voyons dans l'appareil un champ circulaire divisé en deux moitiés égales par une raie horizontale ; dans le demi-cercle supérieur apparaît le paysage ; le demi-cercle inférieur est noir, traversé de raies blanches verticales graduées. Les lectures dont nous parlerons ultérieurement se font toujours sur la ligne médiane séparant les deux champs. Un dessin fera mieux comprendre qu'une longue explication l'aspect général des graduations (fig. 2). Elles ne sont pas fixes, mais tracées sur un pendule oscillant autour d'un axe horizontal. Un petit poussoir à ressort placé en bas et en avant du relascope, facilement manœuvrable d'une simple pression de doigt, permet de libérer ou au contraire de bloquer les mouvements du pendule.

On remarquera que certaines bandes blanches de lecture ont une largeur variable : elles vont en s'effilant au fur et à mesure qu'on s'éloigne de leur partie centrale. Disons simplement que la chose a été savamment calculée par l'inventeur de l'appareil, afin de corriger *automatiquement* l'erreur due éventuellement à la pente du terrain. Il suffira d'utiliser l'appareil dans chaque cas particulier comme nous allons l'indiquer, sans plus s'inquiéter de correction stadiométrique ou autre.

## III. — EMPLOI DE L'APPAREIL

Il permet les mesures directes suivantes :

- 1° surface terrière des peuplements forestiers ;
- 2° longueurs horizontales ;
- 3° hauteurs d'arbres ;
- 4° diamètres d'arbres sur pied à hauteurs quelconques ;

5° coefficients de forme, ou plus exactement nombre par lequel il faut mesurer la surface terrière pour avoir le volume;

6° pentes du terrain.

### 1° Mesure des surfaces terrières.

Regardons dans l'appareil; 2 bandes blanches verticales, l'une marquée de chiffres 1, l'autre de chiffres 2, attirent notre attention. Appelons-les pour simplifier respectivement « bande des 1 » et « bande des 2 », et utilisons la première par exemple. D'une pression du doigt, rendons le pendule mobile, et visons, à hauteur d'homme, sur la ligne horizontale du champ gradué, en un tour d'horizon complet, les arbres du peuplement forestier en cause. Comptons pour 1 tous ceux dont le diamètre apparent est plus grand que la largeur de notre bande blanche, pour 0,5 ceux pour lesquels il y a manifestement doute.

Le nombre obtenu, exprime en mètres carrés la surface terrière à l'hectare.

Si nous avons utilisé la « bande des 2 » plus large, le nombre trouvé aurait dû être multiplié par 2 et nous serions arrivé au même résultat — 1 et 2 sont donc les facteurs de multiplication permettant, à partir du nombre d'arbres comptés, d'obtenir la surface terrière cherchée. On utilise l'une ou l'autre bande suivant les cas: avoir trop ou trop peu d'arbres à compter pour déterminer la surface terrière est une source d'erreur: 20 à 30 sont par exemple des nombres satisfaisants.

L'appareil permet du reste d'utiliser d'autres facteurs de multiplication: à droite de la « bande des 1 », nous observons en effet quatre bandes égales, alternativement noires et blanches, dont la largeur totale vaut exactement celle de la « bande des 1 ».

Ce dispositif permet l'emploi de facteurs de multiplication variés.

Si, en effet, on opère:

avec la « bande des 2 », le facteur de multiplication est 2

avec la « bande des 1 », le facteur de multiplication est 1

avec une seule des bandes étroites situées à droite de la précédente,

ce facteur devient  $1/16$ ,

avec deux bandes étroites, il est de  $1/4$ ,

avec trois bandes étroites, il est de  $9/16$ ,

avec « bande des 1 » plus bande étroite immédiatement à droite  
 $= 1 + 9/16$ ,

avec « bande des 1 » plus deux bandes étroites immédiatement à droite  
 $= 2 + 1/4$ ,

avec « bande des 1 » plus trois bandes étroites immédiatement à droite  
 $= 3 + 1/16$ .

avec « bande des 1 » plus les quatre bandes étroites immédiatement à droite  
 $= 4$ .

En fait, on travaillera le plus souvent avec les facteurs de multiplication 1, 2 ou 4, sans oublier surtout de toujours libérer le pendule pendant toute la durée du tour d'horizon.

### 2° Mesure de longueurs horizontales

Il faut pour cela disposer d'un jalon de 2 mètres de longueur, une perche, par exemple, qu'on placera verticalement contre l'arbre dont on veut se placer à 15, 20, 25 ou 30 mètres de distance horizontale. Plus simplement, on laissera pendre sur le tronc une chaînette métallique de deux mètres de longueur du genre de celles utilisées par les forestiers pour mesurer les circonférences des arbres en martelage.

Dans les deux cas, — latte de bois ou chaîne — le jalon-mire devra porter en son milieu — donc à un mètre de chaque bout — un voyant blanc qui peut être par exemple un étroit carton de bristol; un voyant semblable sera utilement fixé aussi à chaque extrémité.

L'opérateur se placera d'abord à l'estime à une distance voisine de la longueur voulue, sans se soucier du reste de la pente du terrain. De ce point provisoire, il visera avec son appareil, pendule oscillant, le voyant *médian*. Il bloquera les mouvements du pendule lorsque la ligne horizontale de visée coïncidera exactement avec lui.

A partir de ce moment, il ne devra plus libérer le pendule, car les repères de l'appareil qu'il va utiliser sont maintenant placés en sorte que la distance mesurée sera effectivement la distance *horizontale* cherchée.

Faisons donc faire au relascope une rotation de 90° vers la gauche autour de l'axe de visée, et remplaçons-le, à l'œil droit : la ligne de visée habituelle est maintenant verticale, et les bandes blanches occupent la moitié droite du champ oculaire.

Les mesures qui suivent se feront toujours à partir de la même limite *inférieure*, repérée par le mot « unten » plusieurs fois répété — de la « bande des 2 », et jusqu'à des limites supérieures précisées par deux bandes blanches dont les bords sont marqués respectivement « 30 » et « 25 » pour la première, « 20 » et « 15 » pour la seconde, en observant toujours sur la ligne de visée pour une fois verticale.

On avancera, puis on reculera, jusqu'à ce que (fig. 3) la ligne « unten » de la « bande des 2 » du relascope coïncide avec le voyant inférieur du jalon de 2 mètres, le voyant supérieur venant en coïncidence avec la ligne 15, 20, 25 ou 30 suivant qu'on désire se placer à 15 m, 20 m, 25 m ou 30 m de l'arbre.

Précisons encore, pour qu'aucun doute ne subsiste, que la limite supérieure de la bande blanche supérieure correspond à une distance horizontale de 15 m; la limite inférieure de la même bande corres-

pont à une distance horizontale de 20 m ; la limite supérieure de la bande blanche inférieure correspond à une distance horizontale de 25 m ; la limite inférieure de la bande blanche inférieure correspond à une distance horizontale de 30 m.

Ces distances sont répétées sur toute la longueur des lignes en cause, évitant ainsi toute erreur de lecture.

### 3° *Mesure des hauteurs d'arbres*

On dispose pour cela de 3 échelles verticales (l'appareil étant à nouveau tenu dans sa position « normale ») graduées en mètres de hauteur de tronc. Chaque échelle s'utilise à une distance horizontale bien déterminée de l'arbre, indiquée du reste à ses extrémités inférieure et supérieure : 20 mètres pour l'échelle placée à gauche de la « bande des 1 », 25 mètres puis 30 mètres pour les deux échelles jumelées placées immédiatement à gauche de la « bande des 2 ».

Si l'on se place à 15 mètres de l'arbre, on utilisera l'échelle des hauteurs « 30 mètres », et divisera par deux le résultat obtenu.

Sur chaque échelle, les hauteurs d'arbres sont indiquées à partir de l'horizontale (zéro de la graduation) vers le haut d'abord, vers le bas ensuite.

Pour toute mesure de hauteur, il faut opérer classiquement comme avec tout dendromètre à perpendiculaire : lire par exemple le nombre obtenu en visant la cime de l'arbre, celui obtenu ensuite en visant son pied ; si ces deux nombres sont de part et d'autre du zéro, les ajouter ; dans le cas contraire, les retrancher ; ne pas oublier, en lisant sur les échelles de hauteur, que chacune comprend 2 graduations partant en sens *inverse* du même zéro, ce qui a son importance lorsqu'il s'agit d'apprécier une hauteur intermédiaire entre 2 chiffres marqués consécutifs.

### 4° *Mesure de diamètres d'arbres sur pied à des hauteurs quelconques*

Elle est possible lorsqu'on s'est préalablement, comme dans le cas précédent, placé à 15, 20, 25 ou 30 mètres de l'arbre en cause.

On utilise la « bande des 1 » et les quatre bandes étroites, alternativement noires et blanches, qui la prolongent sur sa droite.

En effet, la largeur de la « bande des 1 » utilisée en visée correspond à un rapport :

$$\frac{\text{largeur de l'objet visé couvert}}{\text{distance de cet objet}} = \frac{1}{50}$$



Rélascope à miroir

← Vu de face

en position de visée →

En face du majeur  
le poussoir qui permet  
la libération du pendule.



(Clichés Lot.)

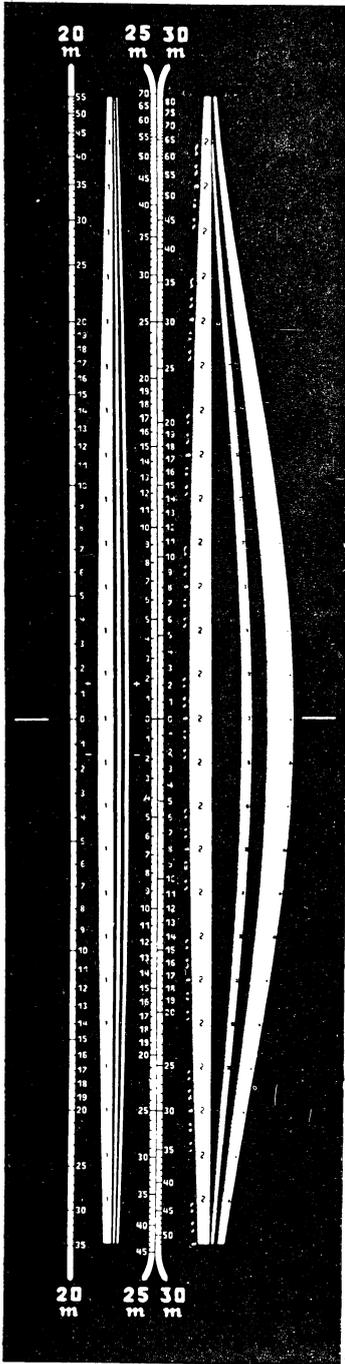


FIG. 2.  
 Les échelles graduées.  
 A gauche: vue d'ensemble. — A droite: vue partielle.  
 (Extrait de l'article du Dr BITTERLICH.)

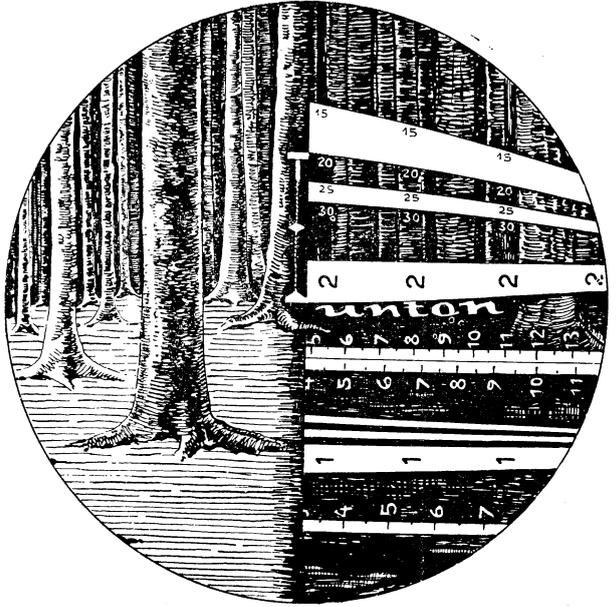
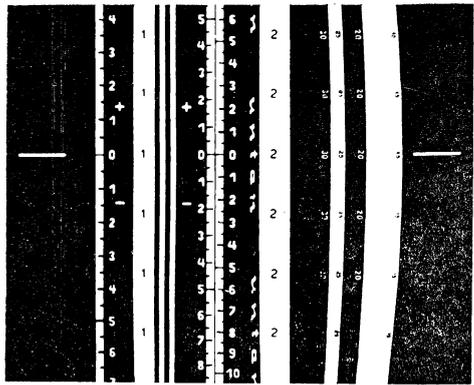


FIG. 3.  
 Mesure d'une distance de 20 mètres  
 préalable à une estimation de hauteur.



pour la moitié de cette bande (2 bandes étroites), ce rapport de-

$$\text{vient : } \frac{1}{100}$$

$$\text{pour son quart (une bande étroite) } \frac{1}{200}$$

On remarquera ainsi que si on vise une largeur d'arbre avec 2 bandes étroites, la largeur couverte à :

15 m de distance est en fait de 15 cm

20 m de distance est en fait de 20 cm

25 m de distance est en fait de 25 cm

30 m de distance est en fait de 30 cm

On comprend comment peut se faire dans chaque cas l'étalonnage de l'appareil et la mesure du diamètre.

*Exemple:* A une distance de 20 m, la « bande des 1 » correspond à 40 cm de diamètre réel, chaque bande étroite à 10 cm, les dimensions inférieures s'évaluent à l'estime. Le champ de visée total — bande des 1 plus quatre bandes étroites — correspond à un diamètre de 80 cm.

Soit un diamètre d'arbre à hauteur quelconque, qui à 20 mètres de distance de son pied est couvert par :

la bande des 1 + 2 bandes étroites + 1/2 bande étroite.

Ce diamètre est en fait de  $40 + 20 + 5 = 65$  cm.

A une distance de 25 mètres, le champ de visée total correspond à 100 cm de largeur d'arbre, la « bande des 1 » à 50 cm et chaque bande étroite à 12,5 cm, etc..., etc...

Répétons encore que pour chaque mesure de diamètre, le pendule doit être libéré si l'on veut que l'angle de vision utilisé soit bien celui qui convient au cas particulier.

Enfin, si l'on recherche une précision plus grande, il est possible de monter le relascope sur pied d'appareil photographique muni d'une articulation à rotule.

#### 4° bis) Mesures combinées des hauteurs et des diamètres

C'est dans ce but, dont l'importance est évidente, que le champ total permettant la mesure des diamètres (« bande des 1 plus les quatre bandes étroites juxtaposées) a été placé entre les échelles de hauteurs 20 mètres d'une part, 25-30 mètres de l'autre. Il devient facile par exemple, une fois qu'on s'est placé à distance convenable, de décomposer l'arbre sur pied en troncs de 4 mètres de longueur, et de relever chaque fois le diamètre au milieu correspondant.

*Exemple:* La lecture de hauteur faite au niveau de la section probable d'abattage est — 3.

On fera une première mesure de diamètre médian à la hauteur — 1  
 deuxième — — — + 3  
 troisième — — — + 7  
 etc... d'où finalement, le volume total du tronc sur pied, par additions  
 cumulées des volumes de toutes les troncs successives.

Il convient de remarquer du reste que sur les échelles de hauteurs, on apprécie facilement les quarts de mètre.

### 5° Mesure des coefficients de forme

Ce qui nous intéresse plus exactement c'est le nombre — appelé « Formhöhe » par les Allemands — qui, multiplié par la surface terrière de l'arbre, donne son volume. Si on peut en apprécier une certaine quantité parmi les arbres moyens du peuplement, donc en avoir une expression moyenne, il sera possible de passer de la surface terrière à l'hectare au volume du peuplement à l'hectare.

Soit V le volume d'un arbre ou du peuplement,

H la hauteur d'un arbre ou du peuplement,

f le coefficient de forme d'un arbre ou du peuplement,

St la surface terrière d'un arbre ou du peuplement.

On a :  $V = St \times fH$

St, on l'a déjà vu, se mesure facilement avec notre appareil. Le produit  $f \times H$ , le « Formhöhe », qui est en somme la hauteur rectifiée par le coefficient de forme, peut également se mesurer avec une bonne approximation.

Dire pourquoi nous procéderons comme nous allons l'indiquer nous entraînerait beaucoup trop loin dans l'analyse d'études théoriques faites par les forestiers de langue allemande. Nous nous bornerons donc à donner le mode opératoire de Bitterlich, pour lequel 3 modalités sont du reste possibles :

— a) on utilise comme champ total de visée la « bande des 1 » et les 4 bandes étroites voisines.

On cherche à se placer à une distance de l'arbre telle que son diamètre à hauteur d'homme couvre exactement ce champ total. On relève alors progressivement le relascope jusqu'à ce que la largeur du tronc — qui diminue peu à peu — couvre exactement la seule « bande des 1 ». On lit à ce moment le nombre correspondant sur l'échelle des hauteurs pour 25 m de distance, et on lui ajoute la lecture similaire faite en visant le pied de l'arbre —. On multiplie la somme ainsi obtenue par  $2/3$  (ou ce qui revient au même, on enlève à cette somme son tiers). Le résultat est le produit :

$$\frac{f \times H}{d}$$

d étant le diamètre à hauteur d'homme de l'arbre.

Il suffit de multiplier ensuite ce résultat par  $d$  pour avoir le produit  $f \times H$  cherché.

— b) mêmes manœuvres et mesures en utilisant une fois et demi la « bande des 1 », puis trois bandes étroites. Le nombre final obtenu doit alors être multiplié par  $8/9$  (ou bien alors, on lui enlève  $1/9$  de sa valeur) et on retombe sur la même expression  $\frac{f \times H}{d}$ .

— c) même chose avec la « bande des 1 » comme champ total, et ensuite deux bandes étroites.  $\frac{f \times H}{d}$  s'obtient en multipliant la somme finale par  $4/3$  (ou en ajoutant son tiers à cette somme).

#### 6° Mesures des pentes

On comprend immédiatement comment elle peut se faire, avec une approximation qui du reste serait à étudier de près. Les échelles de hauteurs d'arbres peuvent donner en fait les pentes non pas en « pour cent », mais en « pour 25 », « pour 30 », etc... Les pentes en pour cent s'en déduisent très facilement : les pentes « pour 20 » multipliées par 5 donnent les pentes en « pour cent », etc..., etc...

#### 7° Autres mesures possibles

On découvre continuellement à cet appareil d'autres possibilités. Les nouvelles déterminations auxquelles il semble pouvoir se prêter en sont encore au stade de la mise au point et ne peuvent être décrites dans le cadre d'une simple prise de contact avec le relascope.

### IV. — CONSIDÉRATIONS DIVERSES SUR LA MÉTHODE D'INVENTAIRE DES PEUPELEMENTS DE BITTERLICH

#### a) Exactitude de la mesure des surfaces terrières

Elle dépend bien entendu de la plus ou moins grande homogénéité des peuplements, de l'opérateur, de la façon d'opérer, et peut s'exprimer mathématiquement. Cette étude d'une importance évidente ne rentre pas dans le cadre de notre article.

Bornons-nous ici à donner une indication générale qui suffira bien souvent. Pour évaluer la surface terrière d'un peuplement de 1 hectare avec une approximation acceptable, il convient de stationner à 4 endroits différents, de faire chaque fois un tour d'horizon au relascope, et de prendre la moyenne des quatre surfaces terrières trouvées.

Pour 3 hectares, on fera de même 12 mesures,  
 Pour 5 hectares, on en fera 16,  
 Pour 10 hectares, on en fera 28,  
 Pour 20 hectares, on en fera 48,  
 Pour 30 hectares, on en fera 60.

L'opérateur se déplacera sur des virées parallèles, en s'arrêtant tous les 50 pas par exemple.

En peuplement bien homogène, on pourra toutefois se contenter de la règle simple suivante pour déterminer le nombre de stations  $n$ . Soit  $S$  la surface à inventorier exprimée en hectares :

$$n = S \times 2 + 2.$$

Si l'opérateur se déplace sur des virées parallèles, équidistantes, il devra s'arrêter tous les  $d$  mètres,  $d$  étant donné par la formule :

$$d = \sqrt{\frac{S \times 10\,000}{n}}$$

Le lecteur désireux d'en savoir davantage pourra se reporter aux premiers travaux déjà parus sur la matière de BITERLICH (2 à 6), PRODAN (11 - 12), GÜDE (9) et STOFFELS (14). Cette dernière étude, faite par un forestier hollandais, mais écrite en français, est pleine d'enseignements. Elle n'intéressera toutefois le lecteur que si intégrales et différentielles ne le rebutent pas...

#### b) *Evaluation des nombre d'arbres par ha*

On pourra procéder comme l'a indiqué BARRAULT dans cette Revue (1) : faire un comptage partiel sur une surface quelconque qui peut rester inconnue. On a ainsi un nombre de tiges total et par catégories de circonférences ou diamètres — valable pour une surface terrière globale connue — celle de tous les arbres comptés. Or, on connaît par ailleurs la surface terrière totale à l'hectare. Une simple règle de trois — ou une suite de règles de trois si on veut le résultat par catégories — conduira au résultat cherché.

On remarquera que ce comptage — qui peut être très rapide — peut donner une idée suffisante par surcroît :

- de la surface terrière de l'arbre moyen du peuplement,
- de la hauteur de cet arbre moyen, après mesure des hauteurs de 10 arbres par exemple, ayant cette surface terrière.

On peut du reste procéder autrement (6 - 15) ; par exemple, faire mesurer par un aide les diamètres (ou circonférences) à 1,30 mètre de tous les arbres comptés par l'opérateur principal, et classer ces tiges par catégories de diamètres ou circonférences. On multiplie le

nombre de tiges de chaque catégorie par l'inverse  $\frac{1}{st}$  de la surface terrière du diamètre moyen correspondant. On fait la somme de ces produits partiels. Cette somme est précisément le nombre de tiges à l'hectare du peuplement forestier en cause, dans le cas où on a opéré avec un facteur de multiplication 1.

c) *Comment passer des surfaces terrières aux volumes*

C'est là un point à la fois capital et délicat.

On vient de voir comment le produit  $f \times H$  qui nous est nécessaire peut être calculé avec le relascope dans chaque cas particulier. La chose pourra sembler longue et fastidieuse à certains. Ceux qu'une approximation très douteuse contenteront pourront se borner en forêt résineuse par exemple à multiplier la hauteur totale moyenne trouvée par le coefficient 0,5, puis par la surface terrière à l'hectare. D'autres utiliseront les comptages dont il vient d'être question au paragraphe b: ces comptages peuvent permettre, si l'on possède un tarif de cubage bien adapté à la forêt, de calculer le volume à l'hectare directement dans le deuxième procédé, par l'usage d'un facteur de multiplication facile à déterminer dans le premier procédé.

Nous signalerons du reste au dernier carré des réticents un tableau construit par PRODAN (11) en Allemagne, basé sur les tarifs de cubage de KRENN. Ce tableau fournit, pour les principales essences, le produit  $f \times H$  du *peuplement* en fonction des dimensions — diamètre et hauteur totale — de l'arbre moyen du peuplement. (Précisons encore qu'il s'agit de l'arbre de surface terrière moyenne.)

En multipliant en principe dans le cas des seuls peuplements équiennes, le nombre correspondant par la surface terrière à l'hectare, on obtiendra le volume total bois fort (bois de plus de 22 cm de circonférence au fin bout) à l'hectare.

Aussi bien y a-t-il là, à notre avis, matière pour les forestiers français à des recherches qui seraient immédiatement payantes. Du reste, BITTERLICH lui-même semble avoir trouvé tout récemment (6) un procédé vraiment inattendu et relativement simple permettant le calcul avec son relascope, des volumes à l'hectare avec une approximation satisfaisante.

## V. — CONCLUSION GÉNÉRALE

Le relascope à miroir de BITTERLICH, on nous l'accordera, est vraiment un appareil de conception moderne de tout premier plan.

Les forestiers de tous pays l'adoptent les uns après les autres. C'est ainsi qu'il en existe maintenant un modèle gradué en unités de mesures anglo-saxonnes (7 - 8). Mieux encore: on commence à lui

découvrir de nouvelles possibilités que son inventeur n'avait pas prévues. Tel le Japonais TANEI HIRATA, qui a trouvé un procédé permettant de l'utiliser à la mesure directe et rapide des hauteurs moyennes des peuplements (10) (6).

Convaincu de son intérêt considérable pour l'aménagiste, le propriétaire forestier, l'expert, l'exploitant forestier, nous souhaitons le voir prendre droit de cité chez nous.

Et Dieu merci, nous ne manquons pas d'imagination en France. Quel est le lecteur praticien qui trouvera au relascope quelque propriété ou utilisation imprévue?

La Revue Forestière Française en informerait le public bien volontiers et M. l'Ingénieur BITTERLICH en serait, nous le savons, tout particulièrement heureux! (\*).

J. PARDÉ.

(\*). A notre demande, la firme OPTIMAR de Salzburg (Autriche) qui construit l'appareil est entrée en pourparlers avec une maison française, M. DAUPHIN, Opticien, 53, Grande-Rue, à Haguenau (Bas-Rhin) — qui sera bientôt en mesure de diffuser en France le relascope de Bitterlich.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BARRAULT. — Essais d'application de l'appareil de Bitterlich. R.F.F., décembre 1955, pages 949-952.
2. BITTERLICH. — Nombreux articles, en particulier :  
— Die Winkelzählprobe. Forstwissenschaftliches Centralblatt. Heft 7/8, 1952, p. 215-225.
3. — Die Weiterentwicklung der optischen Zählmessung in der Bestandaufnahme. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, n° 15-16, août 1955, 2 pages.
4. — Das Spiegel-relaskop. Oesterreichs Forst und Holzwirtschaft, n° 1, 1952, 4 pages.
5. — Neues vom Spiegel-relaskop. Holzkurier, n° 10, 1955, 2 pages.
6. — Fortschritte der Relaskopmessung. Holzkurier, n° 1, 1956, p. 6-10.
7. BRUCE. — A new way to look at trees. Journal of Forestry (U.S.A.), mars 1955, p. 163-167.
8. DANIEL et SUTTER. — Bitterlich's Spiegelrelaskop. A revolutionary-use Forest instrument. Journal of Forestry, novembre 1955, p. 844-846.
9. GÜDE. — Anleitung zur Aufnahme von Bitterlich-Proben. Allgemeine Forstzeitung, décembre 1955, p. 306-308.
10. HIRATA. — Height estimation through Bitterlich's method. Vertical angle count sampling. Journal of the Japanese Forestry Society, volume 37, n° 11, novembre 1955.
11. PRODAN. — Genauigkeit der Winkelzählprobe nach Bitterlich. Allgemeine Forstzeitung, avril 1953, p. 1-5.
12. PRODAN. — Zur Durchführung von Repräsentativaufnahmen. Allgemeine Forst - und Jagdzeitung, juin 1955, p. 93-100.
13. REGINSTER. — Une méthode pratique d'évaluation rapide de la surface terrière des peuplements forestiers. Bulletin de la Société royale forestière de Belgique, mars 1955, p. 159-165.
14. STOFFELS. — L'exactitude de la détermination de la surface terrière à l'aide de la méthode de Bitterlich. Nederlandsch Boschbouw Tijdschrift, n° 10, 1955, p. 256-268.
15. UNTERDORFER. — Die Bestandestammzahl nach der Winkelzählprobe. Allgemeine Forst - und Jagdzeitung, septembre 1955, p. 176-179.