

La surface terrière, une mesure rapide en forêt

Sous ce nom peu parlant¹ se cache un concept relativement simple mais très utile, une mesure forestière très facile à réaliser, basée sur un principe géométrique simple et un brin de statistique qui en complique un peu la compréhension mais pas l'usage.

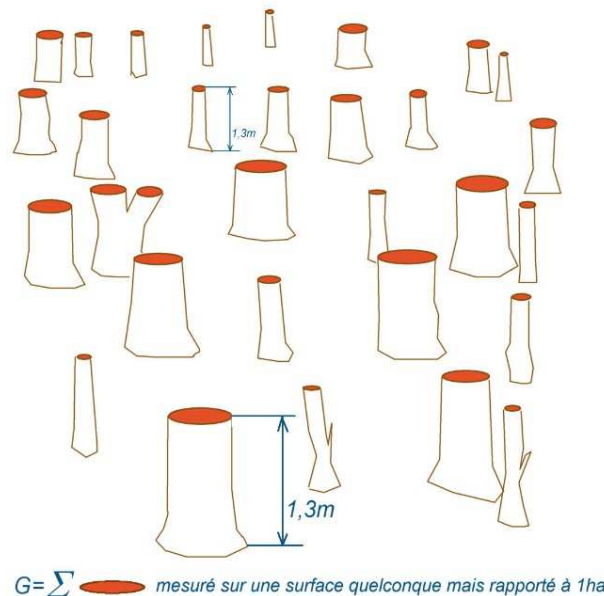
Cette note vise uniquement à faire comprendre le principe de cette mesure. Elle ne reviendra pas sur l'historique (récent²) de ce concept ni sur l'interprétation des résultats. Elle ne prétend pas non plus en détailler les bonnes conditions de mise en œuvre pratique³.

Définitions

La surface terrière d'un arbre est la surface de la section de son tronc à 1,3m de hauteur (*hauteur conventionnelle de mesure du diamètre des arbres, dite Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP), la mesure à ras de terre n'étant pas significative et fiable du fait de l'élargissement du tronc à la base et la mesure à 1,3m de haut étant ergonomiquement idéale pour le forestier (inutile de se pencher ou de lever les bras)*). La surface terrière d'un arbre s'exprime donc en m².

Mais lorsque l'on parle de surface terrière il s'agit le plus souvent de la surface terrière d'un peuplement (d'une parcelle), qui est alors la surface cumulée des sections des troncs, à 1,3m de hauteur, ramenée à la surface du peuplement. C'est donc un nombre théoriquement sans unité (rapport de deux surfaces), mais en pratique les résultats sont exprimés en m²/ha, plus parlants.

La surface terrière est souvent désignée par un G majuscule



¹ Probablement une traduction de l'allemand « Grundfläche » pour la surface terrière d'un arbre et « Grundfläche je Beobachtungsfäche » ou plus simplement « Grundfläche je fläche » pour celle d'une parcelle, le terme Grund ayant le sens de la base. Le terme « terrier » est à considérer comme une référence au sol dans le sens de niveau inférieur de la forêt et non comme une référence à la terre proprement dite. « Surface terrière » est donc à comprendre comme « surface au sol » ou plus clairement « surface à la base » du ou des arbres. La surface à la base des arbres est donc bien celle de leurs troncs (par opposition à la surface de leur houppier si on se plaçait plus en hauteur), même si l'on considère, pour des raisons pratiques, la surface des troncs à 1.3m et non réellement à la base.

² Mis au point en 1948 par le forestier autrichien Walter Bitterlich (1908-2008)

³ Nombre de mesures à faire selon la taille et le type de peuplement prise en compte de cas particuliers comme les arbres à plusieurs troncs de la première figure etc... mais si vous comprenez bien le principe de la mesure, vous pourrez trouver certaines réponses par vous-même.

Utilité

Elle permet donc de donner une indication du capital forestier (au sens physique, sans notion de valeur) et de comparer des peuplements quel qu'en soit l'âge (peuplement dense d'arbres de faible diamètre⁴ ou peuplement lâche de gros arbres âgés) et sans mesure de hauteur ni même de réelle mesure individuelle. Elle est une alternative utile à une approche en volume sur pied d'un peuplement, qui nécessite l'utilisation plus lourde et complexe de tarif de cubage⁵

Equipement de mesure

La mesure s'effectue avec un instrument très simple⁶ : un « relascope » constitué d'une simple chaînette se terminant par une petite plaque en forme de U ou tout autre objet formant une encoche de largeur bien déterminée. La proportion entre la longueur de la chaînette et la largeur de l'encoche du U entre ses deux pointes est définie avec précision.



Quatre exemples vus sur internet, le premier possède deux encoches permettant quatre largeurs différentes (cf ci-après), le troisième trois, le dernier est proposé pour impression 3D et dispose d'une fonction de terrain supplémentaire...

⁴ Elle n'est toutefois pas conseillée pour les perchis pour lesquels il est préférable de compter les tiges.

⁵ Un tarif de cubage est une table, graphique ou formule permettant d'estimer le volume de grume d'un arbre à partir de mesures de diamètre (tarif à une entrée) ou, pour plus de précision de diamètre et de hauteur de l'arbre (tarif à deux entrées). Il en existe de nombreux (par auteur, essence, zone géographique...) et le choix du tarif de cubage peut prêter à discussion. Le cubage d'un peuplement nécessite de cuber suffisamment d'arbres constituant un échantillon représentatif.

⁶ Il existe également un appareil plus complexe et coûteux : le relascope à miroir, non évoqué ici. Les canadiens utilisent un simple prisme, voir par exemple https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/07/11_Surface_terriere.pdf

Procédure de mesure

Il suffit de faire un tour d'horizon en tenant la chaînette tendue à partir de l'œil et de comptabiliser les arbres dont le diamètre apparent est supérieur ou égal⁷ à cette largeur. Les arbres qui apparaissent moins larges que l'encoche ne sont pas comptabilisés.



L'arbre de gauche apparaît plus petit que l'encoche : il n'est pas compté :



L'arbre du centre apparaît plus large que l'encoche, il est compté 1 :

Les chiffres mentionnés sur la photo donnent les résultats pour les autres arbres comptés (dont certains pour 0,5 quand de même largeur apparente que l'encoche).

⁷ Comme cela apparaît sur la figure lorsque le diamètre apparent est égal à la largeur de l'encoche on compte 0,5 pour éviter d'avoir à trancher. Ce cas, assez courant en pratique, est très secondaire dans le raisonnement et ce cas ne sera pas détaillé pour ne pas compliquer inutilement l'explication.

Explication de la mesure

Elle est basée sur le principe des triangles semblables mais également sur une approche statistique qui explique :

- que l'on ne compte pas tous les arbres,
- que l'on puisse ne pas compter un gros arbre éloigné et compter à contrario un plus petit plus proche,
- mais surtout, qu'un simple comptage puisse conduire à une mesure.

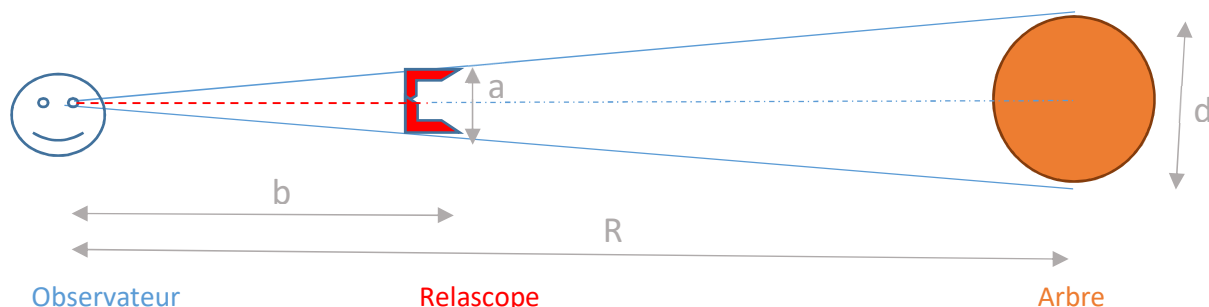


Schéma de visée pour un arbre dont le diamètre apparent est égal à la largeur de l'encoche

a (largeur de l'encoche) et b (longueur de la chaînette) sont des constantes (constantes physiques de construction) de l'appareil de mesure et nous verrons par la suite que la seule chose qui importe, c'est leur rapport.

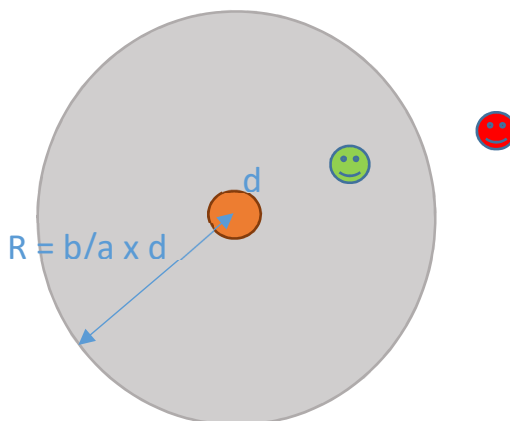
d est le diamètre de l'arbre visé et R la distance à laquelle doit se situer l'observateur pour qu'il apparaisse exactement de la largeur de l'encoche.

Le principe des triangles semblables (proportions) montre que :

$$b/a = R/d \quad \text{Soit : } R = b/a \times d$$

ou encore $R = k \times d$ où comme on l'a vu, k est une constante qui ne dépend que des proportions de la chaînette⁸ et de l'encoche du relascope. R est donc directement proportionnel au diamètre de l'arbre.

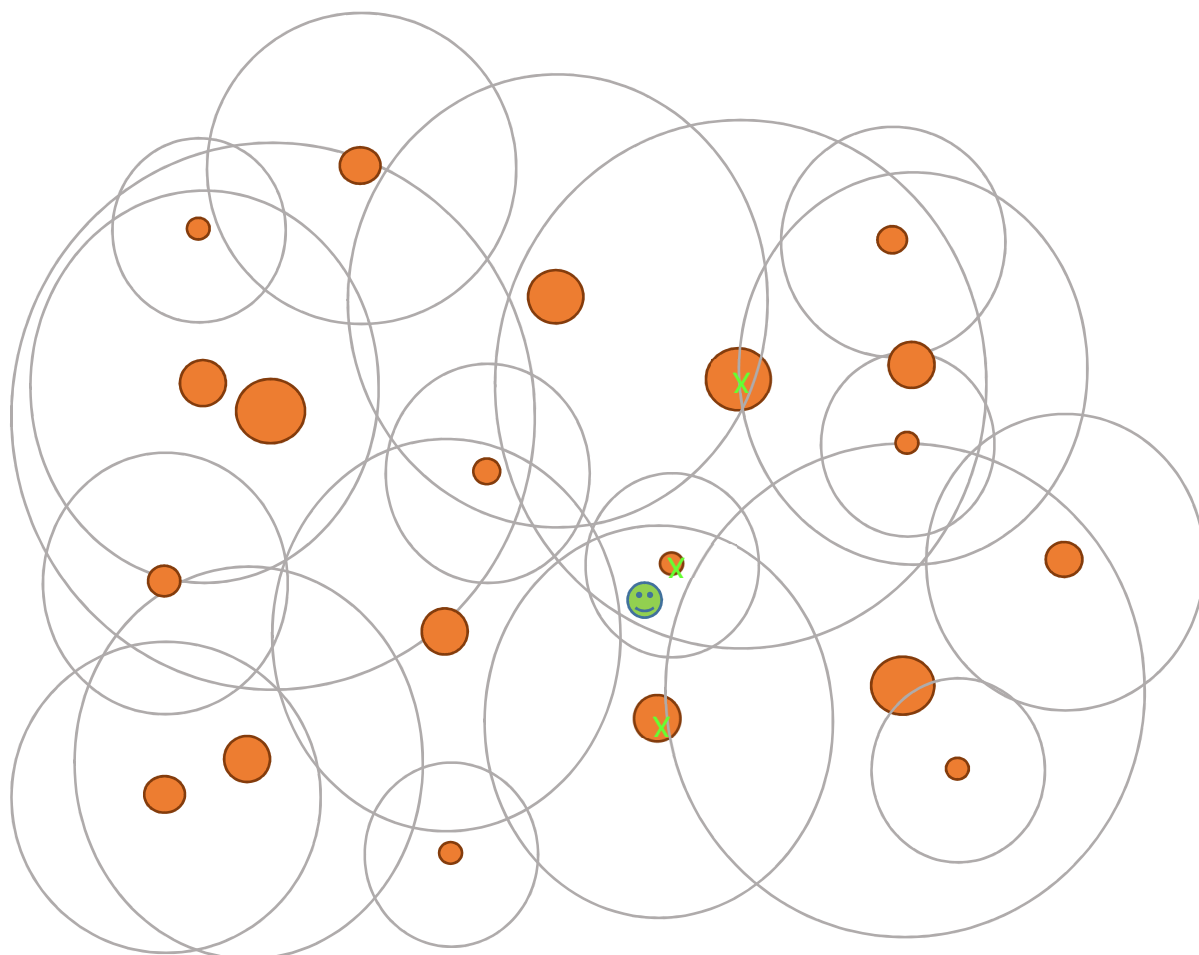
Un arbre aura son diamètre apparent égal à la largeur de l'encoche si l'observateur est à cette distance R de lui. Le diamètre apparent paraîtra supérieur à la largeur de l'encoche si l'observateur est dans le cercle de rayon R, l'arbre sera alors comptabilisé. Au contraire, il ne sera pas pris en compte si l'observateur est hors de ce cercle, car le diamètre apparent paraîtra plus petit que l'encoche.



 : observateur

⁸ L'anneau fait généralement partie de la longueur de la chaînette, vérifiez sur le mode d'emploi pour un emploi correct ou mesurez les proportions.

On peut donc représenter la parcelle comme un ensemble de cercles autour des différents arbres, cercles dont le rayon est proportionnel au diamètre de l'arbre. L'observateur placé en un point quelconque prend en compte tous les arbres sur les cercles desquels il est placé. Si le comptage d'un gros arbre n'a pas plus de valeur que celui d'un petit, il a par contre beaucoup plus de chance de se faire. C'est cet aspect statistique qui explique que la méthode puisse se contenter d'un décompte des arbres sans autre mesure que la comparaison à l'écartement des branches de l'appareil



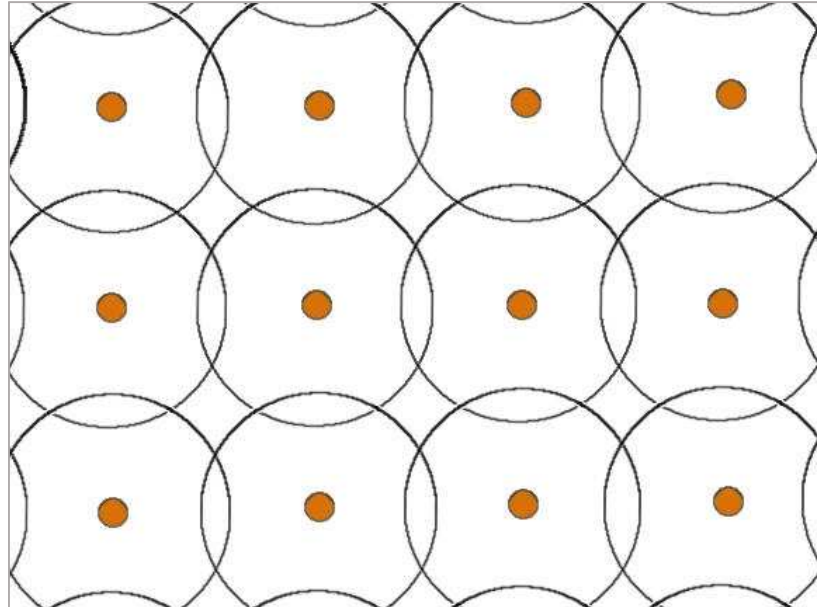
On voit donc que notre observateur compte ici trois arbres. S'il se déplace un peu il n'en comptera peut-être plus que deux ou au contraire quatre mais la grande variabilité qui apparaît sur notre schéma n'est pas réaliste car la surface terrière moyenne de nos forêts n'est pas de 2, 3 ou 4 comme ici mais est supérieure à 20 (24 en Grand Est) ce qui améliore nettement l'homogénéité de la distribution (les cercles sont proportionnellement beaucoup plus grands par rapport aux diamètres des troncs. Ne pas confondre ces cercles tout à fait théoriques avec les houppiers).

Dans tous les cas il est conseillé de faire au minimum quatre ou cinq mesures pour diminuer cette incertitude statistique dans la parcelle à estimer.

Et naturellement il ne faut pas se placer en bordure de peuplement ou à proximité d'une clairière ou autre singularité, mais au cœur de celui-ci et éviter qu'un arbre en cache un autre (le calcul ci-après ne prend pas en compte les angles morts).

Coefficient de conversion du décompte en unité de surface :

Plaçons nous, pour le calcul, dans le cas le plus simple d'une plantation régulière pour laquelle la surface de recouvrement entre les cercles est égale à celle des vides entre ceux-ci ce qui donne approximativement ceci :



La probabilité de ne compter aucun arbre (en se plaçant dans les vides) équilibre celle d'en compter deux (en se plaçant sur les intersections), le cas le plus fréquent étant d'en compter un seul. En réalisant plusieurs mesures à partir de points différents, leur moyenne sera donc statistiquement proche de 1.

L'observateur compte donc en moyenne 1 arbre et il s'avèrerait pratique que cela corresponde à une surface terrière de 1m^2 par ha.

$$G = 1 \text{ m}^2/\text{ha}$$

1m^2 par ha peut encore s'écrire 1m^2 pour $10\,000\text{m}^2$, c'est-à-dire que le cumul des n sections s des troncs situés sur une portion de parcelle donnée est $10\,000$ fois inférieur à la surface S_{totale} de cette portion

$$G = 1 = \frac{n \times s}{S_{\text{totale}}} \times 10\,000$$

$$n \times s \times 10\,000 = S_{\text{totale}}$$

Dans notre cas, puisque les intersections compensent les vides entre les cercles, la surface S_{totale} de la portion de parcelle considérée est égale à la somme des surfaces S des n cercles sur cette portion de parcelle⁹.

$$S_{\text{totale}} = n \times S$$

On peut donc regrouper ces deux dernières équations :

$$n \times s \times 10\,000 = S_{\text{totale}} = n \times S \quad \text{soit} \quad 10\,000 \times s = S$$

⁹ Ne pas se préoccuper ici de la question des bords de la figure, mais pour ceux qui y tiendraient, on voit ici que les parties des cercles hors du cadre sont compensées par les parties de cercles des arbres hors champ.

1m² par ha signifie donc ici que la section s du tronc d'un arbre est 10 000 fois inférieure à la surface S de son cercle (quelle que soit sa valeur, il ne s'agit que de proportion).

Si on exprime ces surfaces en fonction de d et R : $10\,000 \times \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{\pi \times 4R^2}{4}$

Soit, en simplifiant : $10\,000 d^2 = 4 R^2$

Introduisons les proportions du relascope vue ci-dessus :

puisque $R = b/a$: $10\,000 d^2 = 4 \times \left(\frac{b}{a} \times d\right)^2$

soit encore : $\sqrt{10\,000} = 2 \frac{b}{a}$ c'est à dire : $\frac{b}{a} = 50$

Le rapport entre la largeur de l'encoche et la longueur de la chaînette doit donc être de 50 (50 cm de chaînette pour 1 cm entre les branches ou mieux 70.7 cm de chaînette pour 1.41 cm entre les branches ce qui facilite l'accommodation de l'œil sur le relascope et sur les troncs) pour que l'on puisse compter directement en m²/ha.

$\frac{b}{a} = 50$ signifie également que $R = 50 \times d$: un arbre est donc pris en compte jusqu'à une distance de 50 fois son diamètre.

Le calcul ci-dessus effectué dans le cas le plus simple, reste naturellement valable sur des peuplements plus complexes (diamètres variés, répartition moins régulière dans l'espace) et de densité différente.

Nota : Les relascopes possèdent généralement la possibilité d'autres facteurs à utiliser selon la densité de l'endroit dans ce cas :

Facteur 0,5 pour les plantations peu denses : un nombre plus important d'arbres sera pris en compte mais il faudra multiplier leur nombre par 0.5 pour obtenir la valeur de surface terrière. Dans notre exemple ci-dessus, l'observateur compte toujours 1 arbre en moyenne mais la surface terrière obtenue sera 0,5 m²/ha

$$G = 0.5 = \frac{n \times S}{n \times S} \times 10\,000$$

$$10\,000 d^2 = 0.5 \times 4 \times \left(\frac{b}{a} \times d\right)^2 \text{ soit encore } \sqrt{20\,000} = 2 \frac{b}{a} \text{ c'est à dire } \frac{b}{a} = 70.71$$

soit un écart de branches de 0.7 cm pour une longueur de chaînette toujours de 50cm (ou 1cm pour 70.7 cm de chaînette)

De la même manière un facteur 2 pour les plantations denses permettra de compter moitié moins d'arbres et il faudra multiplier leur nombre par 2 pour obtenir G.

$$10\,000 d^2 = 2 \times 4 \times \left(\frac{b}{a} \times d\right)^2 \text{ soit encore } \sqrt{5\,000} = 2 \frac{b}{a} \text{ c'est à dire } \frac{b}{a} = 35.35$$

soit un écart de branches de 1,414 pour une longueur de chaînette toujours de 50cm (ou 2cm pour 70.7 cm de chaînette)

En résumé (et sans équation) :

En comptant simplement les arbres dont le diamètre apparent est plus grand que la largeur de l'encoche, l'observateur ajoute 1 par arbre compté que son tronc soit, en réalité, étroit ou large.

Mais si un tronc est large il le prendra en compte même s'il est éloigné tandis qu'il ne comptera que les étroits les plus proches de lui. Un facteur aléatoire vient donc s'introduire dans la mesure où le décompte va dépendre du choix de la position de l'opérateur. Cette probabilité de prise en compte donne donc beaucoup plus de poids aux gros arbres.

L'observateur ne fait donc pas un simple comptage mais un décompte associé pour chaque arbre à une probabilité¹⁰. C'est ce qui explique que ce « comptage » puisse produire une mesure de surface cumulée¹¹, mesure dont la valeur sera plus précise si l'observateur multiplie les "comptages" en se positionnant en divers endroits du peuplement.

Et la bonne proportion entre la largeur de l'encoche et la longueur de la chaînette permet d'obtenir directement la mesure dans la bonne unité (m²/ha) ou dans un de ses multiples simples.

En espérant que cette note vous aura permis de comprendre le principe de cette mesure, comme précisé en introduction, il vous reste à en apprendre les bonnes pratiques de mise en œuvre pour avoir des mesures fiables¹² si vous devez effectuer des relevés et à apprendre et garder à l'esprit un certain nombre de valeurs de référence sur votre région si vous devez exploiter les résultats.

Dernière question : pour l'arbre à deux troncs de la première figure comment allez-vous procéder (vous avez maintenant les éléments pour trouver la réponse) ?

JL Matte

Mars 2021

Bibliographie :

Stéphane Asaël, CRPF Grand Est « La surface terrière : une mesure très terre à terre » mars 2015 sur <https://www.zimmersa.com/blog-forestier/la-surface-terriere-une-mesure-tres-terre-a-terre-n134>

Étienne Ghys — «Le relascope» — Images des Mathématiques, CNRS, 2014
<https://images.math.cnrs.fr/Le-relascope.html>

¹⁰ Le fait de compter pour 0,5 les arbres dont la longueur apparente est égale à celle de l'encoche est tout à fait cohérent avec cette notion de probabilité.

¹¹ Mesure de surface toutefois rapportée à une surface donc un nombre qui reste sans unité comme un comptage, l'équation aux unités est donc bien respectée...

¹² Voir par exemple : <http://www.foretwallonne.be/index.php/la-revue/recherche-d-article/1596-la-surface-terriere-des-peuplements-n-mesures-et-aspects-pratiques> la hauteur de mesure n'est pas la même en Belgique (1,5 m et non 1,3 m) mais cela ne change rien fondamentalement.