

La saisie et le traitement des données pour la mise à jour de cartes de peuplements forestiers

Mai 2001



**Note Technique
Forestière de
Gembloux**

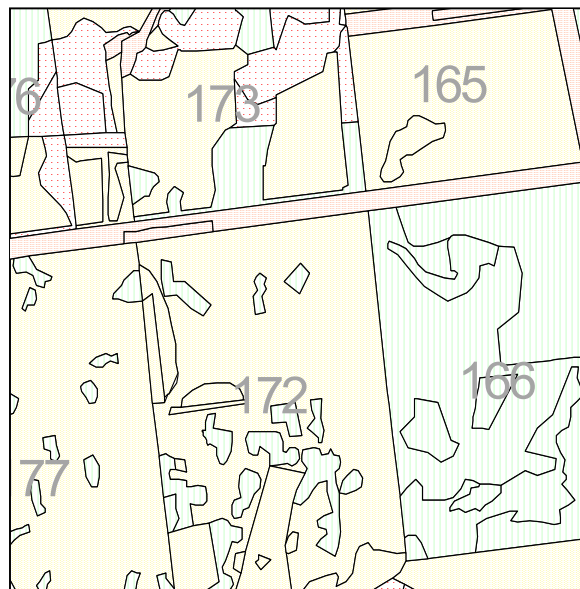
N°**4**



La saisie et le traitement des données pour la mise à jour de cartes de peuplements forestiers

P. Lejeune¹

¹ Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux,
Unité de Gestion et Economie forestières (Prof. J. Rondeux)
Passage des Déportés, 2
B-5030 Gembloux
lejeune.p@fsagx.ac.be.



Introduction

La mise à jour des cartes des peuplements forestiers est une opération importante si l'on veut mettre à la disposition du gestionnaire forestier des documents cartographiques cohérents et fiables.

Malgré l'émergence de techniques modernes de cartographie informatisée (Système d'Information Géographique ou SIG), la collecte des données brutes sur le terrain reste une opération essentiellement manuelle dont les modalités de réalisation ne font, à l'heure actuelle, l'objet d'aucune spécification au plan de la méthode ou des critères de précision.

L'objectif de la présente note technique est de proposer une méthode standardisée de saisie et de traitement des données pour la mise à jour de documents cartographiques à vocation forestière. Cette note se présente sous la forme d'un guide méthodologique visant à expliquer et illustrer de manière simple les principes théoriques liés à la cartographie, ainsi que la démarche de collecte des données sur le terrain et leur traitement informatisé.

Après un bref rappel des principes théoriques de la localisation et de la délimitation d'objets en vue de leur représentation cartographique, nous présentons successivement la démarche de saisie des données sur le terrain et le traitement de ces données préalable à leur report dans un système de cartographie informatisée.

Principes théoriques

Localisation et délimitation

La démarche de cartographie consiste à représenter dans un plan, à une échelle déterminée, un ensemble d'objets observés dans un espace donné.

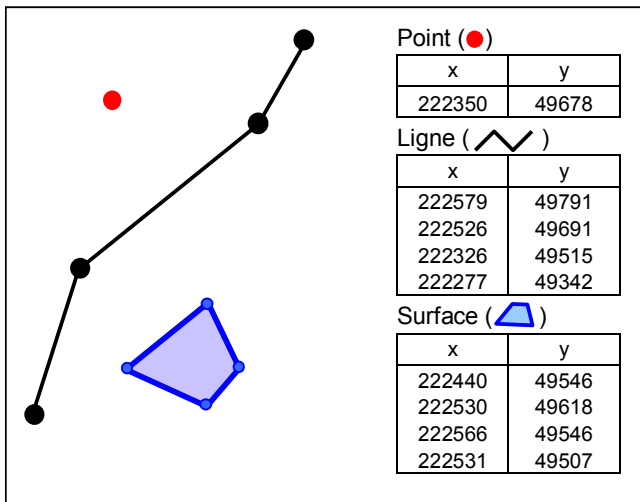
Cette démarche implique d'avoir préalablement localisé et délimité les objets à cartographier.

La *localisation* (ou géoréférencement) consiste à positionner un objet par rapport à la surface du globe terrestre, alors que la *délimitation* définit la forme de l'objet.

Les objets que l'on souhaite cartographier peuvent être rangés dans trois catégories distinctes : les objets de type « point », de type « ligne » ou encore de type « surface ».

La représentation cartographique des objets s'effectue à l'aide de coordonnées rectangulaires (x,y). Les objets ponctuels sont représentés à l'aide d'un seul couple de coordonnées, alors que les objets de type « ligne » et « surface » sont décrits par une succession de couples de coordonnées correspondant à autant de points constitutifs du contour des objets.

Les coordonnées rectangulaires (x,y) traduisent en réalité la transformation de coordonnées géographiques (latitude, longitude) au travers d'un système de projection. Le système de projection en vigueur en Belgique est le Système Lambert 72.



Représentation des trois types d'objets (point, ligne et surface) par des couples de coordonnées rectangulaires exprimées en mètres.

On peut distinguer deux méthodes de localisation et de délimitation d'objets en vue de leur cartographie : la méthode *absolue* et la méthode *relative*.

La méthode absolue

Principe

La méthode « absolue » consiste à localiser de manière indépendante l'ensemble des points servant à délimiter un objet.

La localisation de ces différents points est réalisée à l'aide d'un récepteur GPS, qui est un appareillage spécifiquement conçu pour le positionnement absolu de points à n'importe quel endroit de la surface du globe terrestre.

Fonctionnement d'un GPS

Le GPS (Global Positioning System) est un système de positionnement et de navigation. Il utilise une constellation de 24 satellites NAVSTAR du Département américain de la Défense, mis en orbite à environ 20.000 km d'altitude et émettant des signaux radios en continu.

Le récepteur GPS mis en œuvre par l'utilisateur capte les signaux émis par les satellites « visibles » (« captables ») depuis le point de stationnement. Ces signaux lui permettent de calculer les distances satellite - récepteur et d'en déduire la position probable du récepteur.



Récepteur GPS de marque Garmin.

Précision d'un GPS

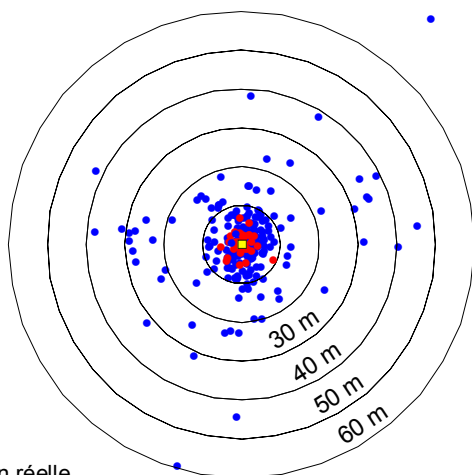
Il existe plusieurs types de récepteurs GPS offrant des niveaux de précision différents (de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres). Nous avons volontairement privilégié dans la présente note l'utilisation de récepteurs « bas de gamme » (GPS dits de « randonnée »), en raison de leur prix abordable et de leur manipulation aisée. Ceux-ci fonctionnent sur la mesure du code, sans correction différentielle.

La précision de ce type de GPS dépend fortement des conditions de réception des satellites au point de stationnement. La présence d'un couvert forestier constitue une source potentielle de diminution de la précision de ces GPS, pouvant aller jusqu'à l'absence totale de positionnement.

En fonction de l'importance du couvert et pour autant que le récepteur GPS reçoive des signaux en nombre suffisant, on peut considérer que l'erreur sur le positionnement varie de 3 à 5 m en conditions optimales (terrain complètement découvert) à plusieurs dizaines de mètres (25 – 75 m) en situation défavorable voire très défavorable.

La figure ci-après, qui représente la distribution des positions fournies par le GPS par rapport à la position exacte, donne une idée de l'importance des erreurs à craindre en fonction de la présence d'un couvert forestier.

Le lecteur intéressé par le fonctionnement et l'utilisation des récepteurs GPS en forêt trouvera des informations plus complètes sur ce sujet dans la Note technique forestière de Gembloux n°3.



- Position réelle
- Absence de couvert forestier
- Présence d'un couvert forestier

Variation du positionnement par GPS autour de points présentant des conditions de couvert différentes.

Limites d'utilisation du GPS

Compte tenu du niveau de précision à attendre d'un GPS « bas de gamme », notamment en présence d'un couvert forestier, l'emploi de cette technique en cartographie de précision (erreur tolérée de l'ordre de 5 m) sera limité à la localisation de points de référence dans des zones suffisamment découvertes dans le cas de la méthode relative (voir paragraphe suivant).

En conclusion, le recours à la méthode absolue est déconseillé dans le cadre d'une cartographie réalisée à relativement grande échelle (1/10.000) où les exigences en termes de précision ne peuvent être garanties en considérant les performances d'un matériel GPS de bas de gamme utilisé en mode standard.

La méthode relative

Principe

Dans la méthode « relative », les points délimitant un objet sont localisés par rapport à un *point de référence* (P_0) dont la position absolue est connue.

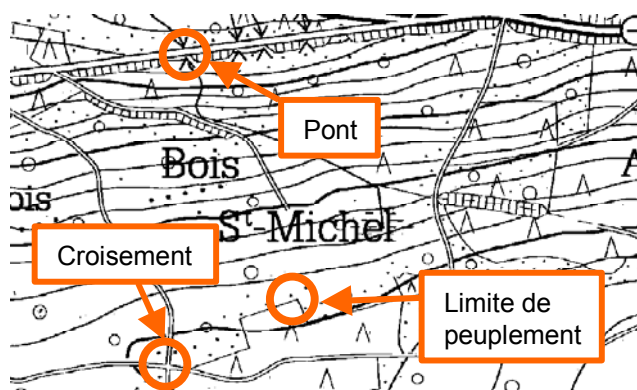
Un point de référence doit pouvoir être identifié sans ambiguïté sur un document cartographique, qu'il s'agisse d'un fond topographique ou d'une carte produite par un logiciel de cartographie.

Ce point de référence peut correspondre à un croisement de chemins ou de coupe-feu, à l'intersection de

la limite d'un peuplement avec un chemin, à un pont, etc.

Lorsque aucun point de ce type n'est disponible à proximité de l'objet à cartographier, il peut être fait usage du GPS pour localiser un point quelconque amené à jouer le rôle de point de référence.

Afin de garantir une précision satisfaisante du GPS, ce point sera choisi préférentiellement dans une zone ouverte, suffisamment éloigné de tout couvert forestier (25 - 30 m).



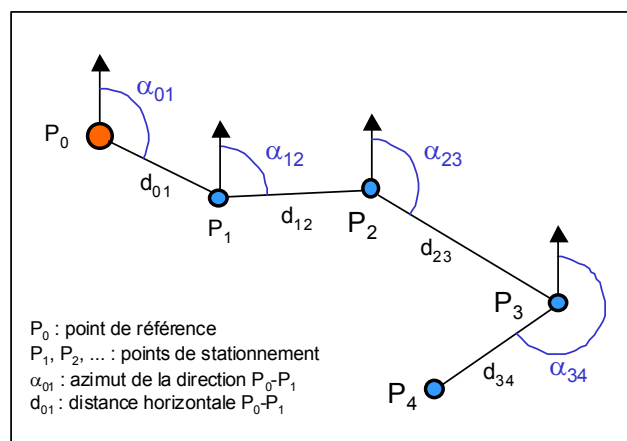
Exemples de points de référence utilisés comme point de départ d'un cheminement polygonal (extrait de la planchette IGN 59-8).

Cheminement polygonal

La localisation relative des points constitutifs d'un tracé (ligne ou contour de surface) au départ du point de référence s'opère par *cheminement polygonal*.

Cette opération consiste à relier entre eux les points d'une ligne brisée en mesurant les distances (d_{ij}) et azimuts (α_{ij}) entre points consécutifs, appelés *points de stationnement*.

Les informations ainsi collectées constituent les coordonnées polaires des différents points du cheminement, exprimées chaque fois par rapport au point précédent.



Représentation schématique d'un cheminement polygonal.

Corrections de pente

Le positionnement des objets s'effectuant dans un espace à 2 dimensions, il convient de considérer les distances dans un plan horizontal.

Lorsque les conditions de terrain l'exigent, les mesures de distance suivent la pente du terrain. Une correction de pente doit alors être appliquée, nécessitant la mesure de l'angle vertical suivant lequel sont réalisées les mesures de distance. Lorsque la configuration du terrain l'exige (rupture de pente), il peut s'avérer nécessaire d'ajouter des points de stationnement intermédiaires (voir figure ci-après).

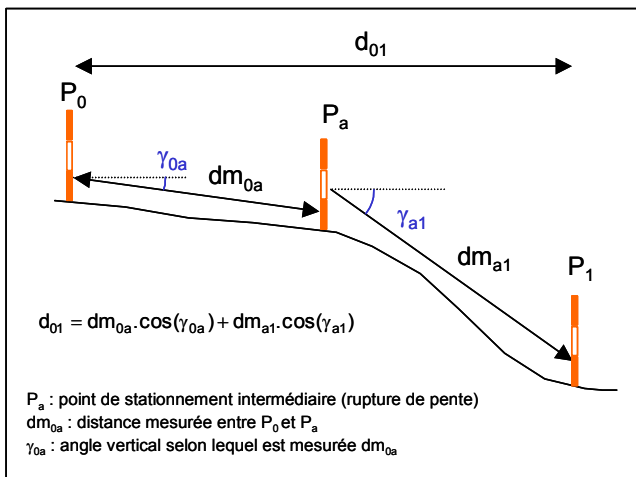


Illustration de l'application des corrections de pente pour le calcul d'une distance horizontale.

A titre indicatif, le tableau ci-dessous présente les facteurs correctifs (en % de la distance mesurée au sol) à appliquer pour obtenir une distance horizontale en fonction de la pente du terrain. On remarque que la prise en compte de cette erreur ne s'avère réellement nécessaire que pour des pentes supérieures ou égales à 15°.

Pente (°)	Facteur correctif (%)
5	0,4
10	1,5
15	3,4
20	6,0
25	9,4
30	13,4
35	18,1
40	23,4
45	29,3

Facteurs correctifs à appliquer aux distances mesurées sur terrain en pente pour obtenir les distances horizontales.

Il est intéressant de noter que l'utilisation d'un dendromètre Vertex permet de mesurer directement la distance horizontale.

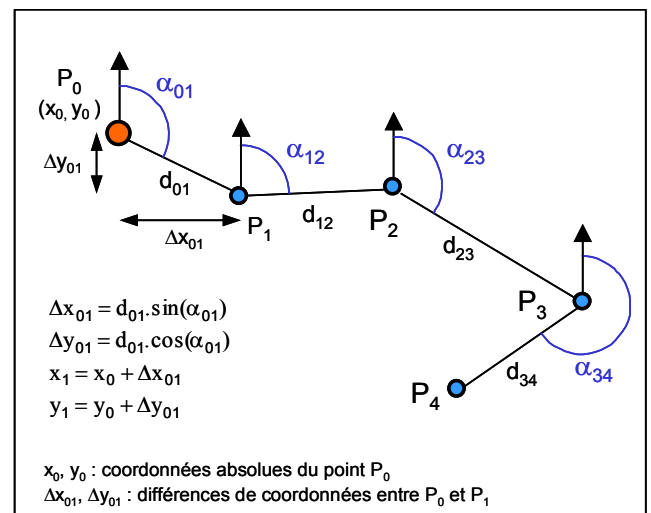
Le principe et la manipulation du dendromètre Vertex sont présentés dans la *Note technique forestière de Gembloux n°1*.

Calcul des coordonnées des points du cheminement

Le calcul des coordonnées absolues des points du cheminement s'opère en deux étapes.

Les mesures d'angles et de distances sont tout d'abord converties en différences de coordonnées entre points successifs (Δx_{ij} , Δy_{ij}).

Les coordonnées absolues du point de référence (P_0) étant connues, les localisations absolues des différents points du cheminement sont finalement déduites en reportant simplement les différences de coordonnées entre points successifs.



Calcul des coordonnées pour les points du cheminement.

Les mesures d'azimut étant réalisées à la boussole, la conversion des coordonnées polaires en coordonnées rectangulaires doit idéalement intégrer les corrections de déclinaison magnétique et de convergence des méridiens (écart entre le nord magnétique et l'axe Y du système de coordonnées utilisé).

L'ordre de grandeur de cet écart, qui évolue d'année en année, peut être considéré comme faible. Il est actuellement de l'ordre de 1,5 à 3 degrés selon les endroits. Une correction automatique de cet écart sera incluse dans la prochaine version du programme de traitement des données (voir paragraphe consacré à l'encodage des données).

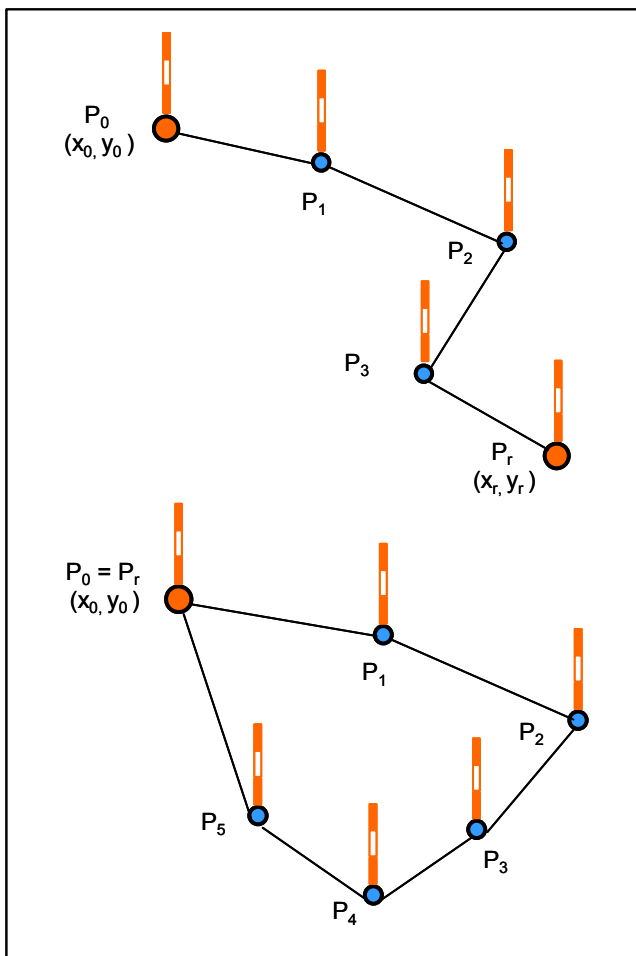
Compensation des erreurs

Les mesures de distance, d'azimut et de pente effectuées lors du cheminement peuvent être entachées d'erreurs. Il convient de détecter les erreurs les plus grossières et le cas échéant de recommencer les mesures de terrain.

Dans le cas d'erreurs de moindre importance, il est utile de traiter celles-ci de manière à répartir leur impact sur l'ensemble des points du cheminement.

Cette dernière procédure est qualifiée de *compensation des erreurs*. Elle consiste à répartir les erreurs de mesure de distance et d'azimut sur l'ensemble des points constitutifs du cheminement.

Pour que cette compensation puisse être effectuée, il est nécessaire que le cheminement se termine sur un *point de rattachement* (P_r), dont les coordonnées absolues sont connues. Ce point de rattachement peut éventuellement correspondre au point de référence (P_0) ou à un autre point du cheminement voisin de celui-ci. On parlera alors de *fermeture du cheminement*.

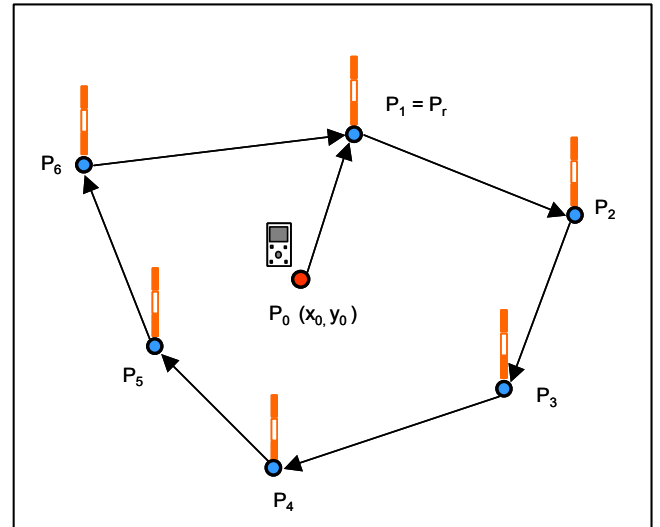


Exemples de rattachement (en haut) et de fermeture (en bas) d'un cheminement polygonal.

Saisie des données sur le terrain

Localisation à l'aide d'un récepteur GPS

La localisation d'un point de référence à l'aide d'un récepteur GPS s'effectue par un seul opérateur, celui-ci se trouvant sur le point à localiser.



Exemple de cheminement polygonal s'appuyant sur un point de référence localisé à l'aide du GPS.

Les modalités qui sont présentées ci-après correspondent à un récepteur GPS de marque GARMIN modèle 12XL¹.

Après la mise sous tension du GPS celui-ci réalise la *phase d'acquisition* pendant laquelle il effectue une série de calculs préalables au positionnement proprement dit. La durée de cette phase est d'autant plus longue que les conditions de réception sont difficiles.

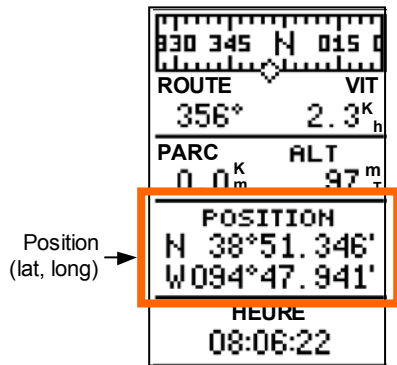
Une fois la phase d'acquisition terminée, le GPS affiche la page « positions ». Celle-ci renseigne notamment la position du récepteur, exprimée sous forme de coordonnées géographiques (latitude et longitude).

La précision avec laquelle le GPS estime la position est exprimée au travers de l'indice EPE (pour Erreur Estimée de Positionnement). Cet indice est affiché dans la page « satellites ».

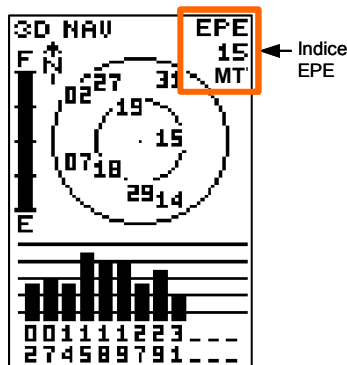
La valeur de cet indice EPE ne doit idéalement pas dépasser 5. Dans le cas contraire, il est vivement conseillé de choisir un autre point de stationnement ou de répéter l'opération à un autre moment de la

¹ Une explication détaillée de la manipulation du récepteur GPS GARMIN 12XL est présentée dans la Note technique forestière de Gembloux n°3.

journée lorsque le nombre de satellites visibles est plus important.



Page "position" du récepteur GARMIN 12XL qui renseigne la position (latitude et longitude).



Page "satellites" du récepteur GARMIN 12XL où est renseigné l'indice EPE.

Réalisation d'un cheminement

Matériel utilisé pour le cheminement

Le matériel nécessaire à la réalisation d'un cheminement est constitué des éléments suivants :

- une boussole (mesure d'azimut) ;
- un appareil permettant la mesure des distances (TOPOFIL ou VERTEX) ;
- un clinomètre (pour mesurer la pente lorsque la distance est mesurée au TOPOFIL) ;
- un ou plusieurs jalons (positionnement des points de stationnement) ;
- une planche à noter munie des feuilles de terrain.

Déroulement du cheminement

Les explications données dans les lignes qui suivent correspondent à un cheminement utilisant le TOPOFIL comme mesureur de distances.

Le cheminement est réalisé par deux opérateurs. Le premier d'entre eux (OP1) ouvre le cheminement.

Il prend en charge les mesures de distance et note le résultat des mesures sur la feuille de terrain. Il assure également le positionnement des jalons sur les points de stationnement. Le deuxième opérateur (OP2) réalise les mesures d'azimut et de pente du terrain entre 2 points successifs.

1° Identification du point de référence

Le cheminement débute au point de référence (P_0) dont l'emplacement est noté sur le document cartographique et assorti d'un numéro. Ce même numéro est reporté sur la feuille de terrain (colonne « N° » du cadre P_0/P_r de la feuille).

Un exemple de feuille de terrain est présenté en annexe.

Si le point de référence est localisé à l'aide d'un GPS, les coordonnées géographiques (latitude, longitude) sont notées sur le feuille (colonnes « E » et « N » du cadre P_0/P_r de la feuille).

2° Déplacement vers un point de stationnement

Le premier opérateur se déplace depuis le point de référence vers le premier point de stationnement (P_1). Il emporte avec lui le TOPOFIL, le compteur de celui-ci ayant préalablement été remis à zéro et l'extrémité du fil attachée à l'emplacement du point de référence.

Arrivé en P_1 , l'opérateur note la distance parcourue (colonne « Distance » du cadre *Station* de la feuille) et plante un jalon au point de stationnement. Il y fixe le fil du TOPOFIL et remet le compteur de celui-ci à zéro.



Départ du cheminement depuis le point de référence.

3° Mesures d'azimut et de pente

Le deuxième opérateur vise ensuite le jalon situé en P₁ à l'aide de la boussole pour déterminer l'azimut de la direction P₀-P₁. Le résultat de cette mesure est crié à OP1 qui la note (colonne « Azimut »).



L'opérateur 2 mesure l'azimut de la direction P₀-P₁.

Si le terrain présente une déclivité supérieure à 10°, OP2 procède également à une mesure de pente du terrain entre P₀ et P₁ en utilisant le clinomètre (lecture de la pente en degrés) et en visant un niveau correspondant à la hauteur de ses yeux. Le résultat de cette mesure est noté par OP1 (colonne « Pente »).

4° Poursuite du cheminement

OP2 rejoint ensuite OP1 à son point de stationnement. Les 2 opérateurs répètent ensuite les étapes 2° et 3° en parcourant le contour de l'objet à cartographier.

Le nombre de points de stationnement dépend du caractère plus ou moins sinueux de l'objet à délimiter, de même que de l'importance de la déclivité. En effet, la visée à la boussole doit se faire dans un plan horizontal. Il faut donc éviter que la dénivelée entre le jalon et la boussole ne soit trop importante.

5° Fermeture du cheminement

Pour s'assurer de la qualité des mesures réalisées, les opérateurs doivent terminer leur cheminement en un point de localisation connue. Il peut s'agir d'un point de rattachement (P_r), dont la localisation peut être notée sur le document cartographique ou estimée à l'aide du GPS, de la même manière que le point de référence.

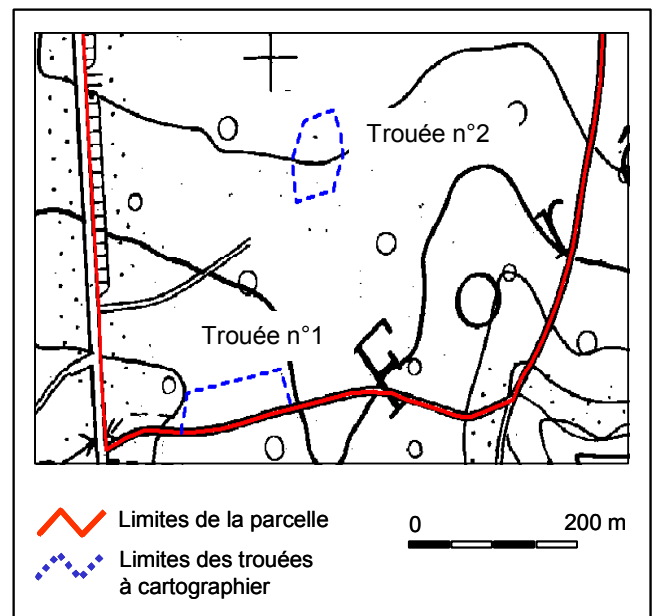
Une autre solution peut consister à fermer le cheminement sur un point ayant déjà fait l'objet d'un stationnement.

Il convient dans ce cas d'identifier sur la feuille de terrain les stations correspondant à ce point de fermeture. Ces deux stations seront notées avec les lettres « a » et « b » dans la colonne « Réf. » du tableau des stations.

Il est vivement conseillé de laisser un jalon à l'emplacement du point de stationnement sur lequel s'effectue la fermeture du cheminement.

Exemple de cheminement

L'exemple de cheminement présenté ci-après correspond à la cartographie de deux trouées dans une parcelle illustrée dans la figure suivante.

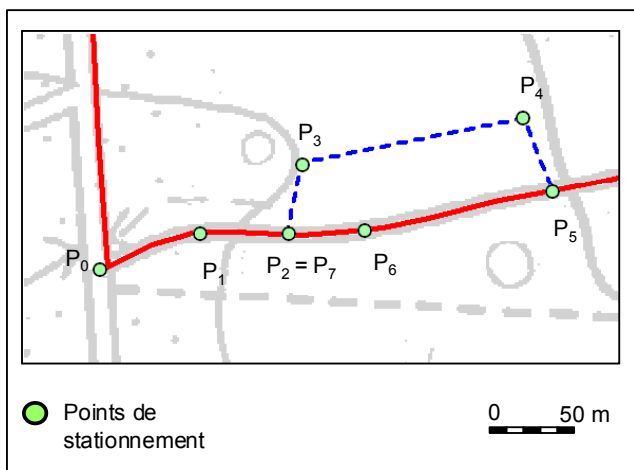


Représentation des deux trouées considérées dans l'exemple.

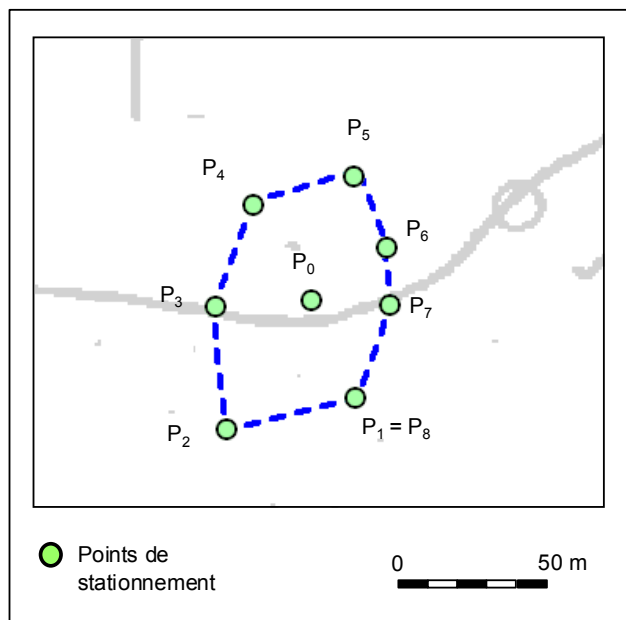
Les deux trouées sont délimitées en appliquant la méthode relative. Le point de référence de la trouée n°1 est localisé sur carte. Celui de la trouée n°2 est localisé à l'aide d'un récepteur GPS.

1° Délimitation de la première trouée

Un point de référence est choisi à l'intersection des deux chemins délimitant le coin sud-ouest de la parcelle. Il est le point de départ d'un cheminement constitué de 8 points (P₀ à P₇). Le point de rattachement (P₇) correspond au point de stationnement n°2 (P₂).



Représentation du cheminement délimitant la première trouée.



Représentation du cheminement de la seconde trouée.

Propriété :	/
Réf. objet :	43
Date :	5/4/2001
Opérateurs	PL/AM

P _o /P _r	N°	X(E)	Y(N)
P _o	1011	222.238	48.754
P _r			

Station	Distance (m)	Azimut (°)	Pente (°)	Réf.
0	52	69,5		
1	43	91		
2	35	10		a
3	109	78		
4	38	160		
5	93	256		
6	37	272		
7				b
8				

Extrait de la feuille de terrain correspondant à la première trouée. Les lettres "a" et "b" dans la colonne "Réf." indiquent les points de stationnement utilisés pour calculer l'écart de fermeture.

2° Délimitation de la seconde trouée

Le point de référence de la seconde trouée est installé au centre de celle-ci. Il est localisé à l'aide du GPS. Il est le point de départ d'un cheminement constitué de 9 points. Le point de rattachement (P₈) correspond au point de stationnement n°1 (P₁).

Propriété :	/
Réf. objet :	43
Date :	5/4/2001
Opérateurs	PL/AM

P _o /P _r	N°	X(E)	Y(N)
P _o	2	5,378565	49,74836
P _r			

Station	Distance (m)	Azimut (°)	Pente (°)	Réf.
0	34	130		
1	43	255		a
2	40	350		
3	36	20		
4	35	80		
5	26	165		
6	18	170		
7	32	200		
8				b

Extrait de la feuille de terrain correspondant à la seconde trouée. Les lettres "a" et "b" dans la colonne "Réf." indiquent les points de stationnement utilisés pour calculer l'écart de fermeture.

Microsoft Excel - arpentage 1.2

Réf. objet : 43
Date : 05/04/01

Enregistrer Convertir GPS Répartir les erreurs

P ₀ /P _r	N°	X	Y	N	E
P ₀		222777	49026	49.74836	5.378565
P _r					

Stations	Distance	Azimut	Pente	Référence	NUM	X	Y
0	34	130			43	222777	49026
1	43	255		a	43	222803	49004
2	40	350			43	222762	48993
3	36	20			43	222755	49032
4	35	80			43	222767	49066
5	26	165			43	222801	49072
6	18	170			43	222808	49047
7	32	200			43	222811	49029
8				b	43	222800	48999
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							

Tests

Ecart de fermeture (a-b)	5.5 m
Erreur de rattachement (t)	

Nom du fichier de sauvegarde
c:\temp\arpent.txt

Unité de Gestion et Economie Forestières | gembloux faculté universitaire des sciences aaronomiques | Ver 1.2 - 07/06/00

Représentation de la feuille "Encodage" du fichier "Arpentage 1.2.xls". Les données contenues dans cette illustration correspondent à la trouée n°2 présentée dans l'exemple ci-avant.

Traitement des données

Fichier Excel "Arpentage1.2.xls"

La procédure d'encodage et de vérification des données récoltées sur le terrain est réalisée à l'aide d'une application contenue dans un fichier de type Excel, baptisé "arpentage1.2.xls"².

Cette application permet de réaliser les opérations suivantes :

- impression des formulaires de terrain ;
- encodage des données ;
- conversion des coordonnées GPS des points de référence en coordonnées métriques ;
- calcul des erreurs de rattachement ;

- répartition des erreurs de rattachement sur les différents points du cheminement ;
- sauvegarde des coordonnées dans un fichier lisible par un logiciel de cartographie.

Le fichier Excel est constitué de deux feuilles de calcul distinctes.

La feuille baptisée "formulaire de terrain" comporte des formulaires de terrain destinés à être imprimés en format A4.

La feuille "encodage" permet la saisie et le traitement des données. Elle est organisée de manière similaire au formulaire de terrain (cellules colorées). Trois boutons complètent la feuille. Ils correspondent à différentes fonctions de calcul et de gestion des données.

Les cellules "Réf. Objet", "Date", "P₀/P_r", ainsi que les colonnes "Distance", "Azimut", "Pente" et "Référence" sont destinées à recevoir le contenu des éléments du même nom dans la feuille de terrain (voir annexe).

² Le fichier « Arpentage1.2.xls » (Excel97) est disponible gratuitement sur simple demande à l'adresse e-mail lejeune.p@fsagx.ac.be ou à l'adresse postale de l'auteur (indiquée en début de document).

Les coordonnées des points de stationnement sont calculées et affichées dans les colonnes "X" et "Y" au fur et à mesure de l'encodage des colonnes "Distance", "Azimut" et "Pente".

Convertir GPS

Lorsque la position d'un point de référence (P_0) ou d'un point de rattachement (P_r) est relevée au GPS, les coordonnées géographiques entrées dans les colonnes "E" et "N" sont converties en coordonnées IGN à l'aide du bouton "Convertir GPS".

Répartir les erreurs

Lorsque les références relatives à la fermeture (a et b) ou au rattachement (r) sont précisées dans la colonne "Référence", l'application calcule un écart de fermeture ou de rattachement et indique celui-ci dans la cellule correspondante, dans le coin inférieur gauche de la fenêtre.

Le bouton "Répartir les erreurs" peut alors être utilisé pour répartir l'écart de fermeture ou de rattachement sur l'ensemble des points du cheminement.

La répartition des erreurs peut être annulée en cliquant à nouveau sur le bouton, dont l'intitulé a entre temps été modifié ("Annuler répartir").

Les écarts de fermeture ou de rattachement résultent d'erreurs de mesure sur le terrain. Lorsque ces écarts sont trop importants (supérieur à 10-15 m par exemple), il est déconseillé d'appliquer la procédure de répartition des erreurs.

Dans le cas d'un rattachement où le point de référence et le point de rattachement ont été localisés au GPS, on peut observer une erreur de rattachement plus importante. Cette dernière intègre en effet l'imprécision des deux positionnements par GPS ainsi que les erreurs de mesures commises lors du cheminement. On peut dans ce cas admettre d'appliquer la procédure de répartition pour des erreurs allant jusqu'à 20-25 m.

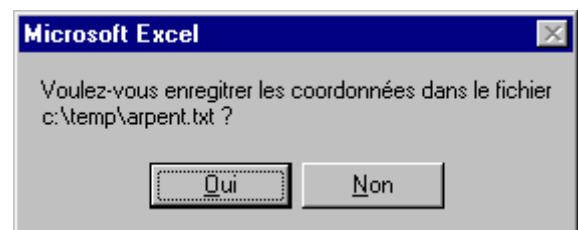
Pour des écarts de fermeture plus importants, on recherchera d'éventuelles erreurs d'encodage et le cas échéant on retournera sur le terrain pour procéder à de nouvelles mesures.

Enregistrer

Après avoir encodé les données d'un cheminement et procédé aux éventuelles corrections, les coordonnées "X" et "Y" résultantes peuvent être sauvegardées dans un fichier utilisable directement par un logiciel cartographique.

Cette sauvegarde est commandée par le bouton "Enregistrer". Le nom et la localisation du fichier de destination sont précisés dans la cellule "Nom du fichier de sauvegarde" dans le bas de la fenêtre.

Une confirmation de la demande de sauvegarde des données est demandée par l'intermédiaire d'un message affiché à l'écran.



En cas de confirmation, les données sont effectivement sauvegardées et la fenêtre est réinitialisée pour traiter les données d'un nouveau cheminement.

Il est à remarquer que plusieurs cheminements peuvent être sauvegardés dans le même fichier.

Conclusions

La saisie de données pour la mise à jour de cartes de peuplements forestiers n'est pas une opération complexe en soi, même si elle est considérée par beaucoup comme fastidieuse et qu'elle ne reçoit pas toujours le soin et l'attention qu'elle mérite.

L'efficacité et la précision de cette opération peuvent être grandement améliorées si l'on respecte un certain nombre de prescriptions et que les données collectées sont soumises à quelques tests de qualité élémentaires.

Les principes théoriques de deux méthodes ont été présentés : la méthode absolue et la méthode relative.

La méthode absolue, basée sur la seule utilisation de récepteurs GPS « bas de gamme », montre actuellement ses limites en terme de précision.

La méthode relative doit donc lui être préférée. Elle se traduit par la réalisation de cheminements polygonaux pour délimiter les entités à cartographier.

Dans ce contexte, un récepteur GPS peut s'avérer très utile pour localiser des points de référence nécessaires à la réalisation des cheminements.

On veillera dans ce cas à placer le récepteur dans des conditions optimales de réception (zone dégagée de tout couvert forestier) pour garantir une précision de positionnement acceptable (5 - 10 m).

Le traitement des données préalable au report dans un logiciel de cartographie est encore trop souvent réalisé manuellement avec toutes les sources d'erreurs que cela suppose.

L'utilisation d'une application informatique (fichier Excel), reproduisant le contenu d'une fiche de terrain standardisée et comportant notamment une fonction de répartition des erreurs, constitue un outil très simple à utiliser et garantissant un contrôle permanent de la qualité des mesures réalisées sur le terrain.

Glossaire

Azimut : Angle horizontal mesuré à la boussole entre la direction du nord magnétique et celle d'une droite reliant le point de stationnement de l'observateur à un autre point.

Cheminement polygonal : Opération de terrain consistant à relier entre eux les points d'une ligne brisée en mesurant les distances et les azimuts entre points consécutifs.

Compensation des erreurs : Procédure consistant à répartir les erreurs de fermeture d'un cheminement polygonal sur l'ensemble des points qui le constitue.

Coordonnées d'un point : Les coordonnées d'un point sont exprimées soit sous la forme de coordonnées géographiques (longitude, latitude) soit en représentation cartographique plane (coordonnées rectangulaires), soit encore sous la forme de coordonnées polaires (azimut et distance par rapport à un point de référence).

Coordonnées géographiques : Localisation d'un point à la surface du globe terrestre exprimée sous la forme d'une latitude et d'une longitude.

Coordonnées polaires : Localisation d'un point dans un plan sous la forme d'une distance et d'un azimut exprimés par rapport à un point de référence. Les

coordonnées polaires sont les informations collectées sur le terrain lors d'un cheminement polygonal.

Coordonnées rectangulaires : Localisation d'un point dans un plan exprimée sous la forme d'une abscisse et d'une ordonnée. Les logiciels de cartographie utilisent le plus souvent un système de coordonnées rectangulaires pour positionner les objets.

Délimitation : Définition de la forme d'un objet. Elle est obtenue en localisant un ensemble de points situés sur le contour de l'objet.

Erreur estimée de positionnement (EPE) : Dans les récepteurs GPS de type GARMIN, il s'agit d'un indice élaboré en fonction de la géométrie de position des satellites (DOP), de la qualité des signaux et de paramètres du statut du récepteur. Cet indice exprime l'erreur globale du positionnement.

GPS : Global Positioning System. Système universel de positionnement et de navigation fonctionnant au départ d'un segment spatial composé de 24 satellites et d'un segment utilisateur constitué de récepteurs qui sont placés sur les points à localiser.

Lambert 72 : Système de projection utilisé par l'Institut Géographique National belge, pour la définition des coordonnées cartésiennes des cartes géographiques utilisées en Belgique. Il s'agit d'un système de type conique conforme, c'est-à-dire qu'il conserve les formes et altère légèrement les longueurs et les angles.

Localisation : Définition de la position d'un objet par rapport à la surface du globe. Celle-ci peut être exprimée en coordonnées géographiques (latitude, longitude) ou en coordonnées rectangulaires après projection selon un système prédéterminé.

Point de référence : Point de coordonnées connues par rapport auquel peuvent être positionnés les points constitutifs d'un cheminement.

Représentation cartographique : Représentation bidimensionnelle simplifiée d'une partie de la surface terrestre. Cette représentation respecte une symbolique (légende) et un rapport de similitude (échelle).

Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes qui, par leur conseils et suggestions, ont permis d'améliorer le contenu et la présentation de ce document : M.L. BOURGEOIS, E. BOUSSON, A. DIERSTEIN, M. EVRARD, B. LAMBERT, D. PAUWELS et J. RONDEUX.

Annexe – Feuille de terrain pour la saisie des informations relatives à un cheminement polygonal

Propriété :			
Réf. objet :			
Date :			
Opérateurs			

P ₀ /P _r	N°	X/E	Y/N
P ₀			
P _r			

Station	Distance (m)	Azimut (°)	Pente (°)	Réf.
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

Remarque :

Légende de la feuille de terrain

- Propriété : numéro de la propriété dans laquelle est effectué le cheminement ;
- Réf. objet : identification de l'objet qui est cartographié (N° compartiment et parcelle) ;
- Date : date de la mesure ;
- Opérateurs : identification des opérateurs effectuant les mesures ;
- P₀, P_r : informations relatives au point de référence et au point de rattachement :
 - N° : numéro d'identification du point sur le document cartographique ;
 - X, Y : coordonnées métriques absolues exprimées en Lambert72 (lues sur l'ordinateur) ;
 - E/N : coordonnées géographiques absolues lues sur le GPS. Elles sont exprimées en latitude (N) et longitude (E) ;
- Station : informations collectées sur les différents points de stationnement :
 - Distance : distance mesurée entre 2 points de stationnement consécutifs (en m) ;
 - Azimut : azimut mesuré à la boussole (en degrés) depuis un point vers le point de stationnement suivant ;
 - Pente : angle vertical selon lequel est mesurée la distance entre points de stationnement ;
 - Réf. : colonne utilisée pour indiquer le ou les point(s) du cheminement qui constitue(nt) le point de rattachement ou de fermeture :
 - ♦ Les 2 stations correspondant à une fermeture de cheminement sont notées "a" et "b" ;
 - ♦ Une station correspondant au point de rattachement est notée "r" ;
- Remarque : cellule pouvant accueillir des remarques au sujet du cheminement.