

Localisation spatiale fine de ligneux en milieu forestier Comment procéder de manière précise et dans des délais acceptables ?

¹ Jérôme Willm, Laurent Burnel

Résumé : Les bois des coteaux de Gascogne sont originaux : de taille réduite, souvent privés, morcelés et diversifiés, ils ont des rôles importants dans les territoires ruraux notamment comme refuge pour la biodiversité et source de revenu. Leur caractérisation est complexe, particulièrement pour la mise en évidence des relations entre la répartition spatiale des arbres et les autres facteurs de variations. Ceci implique de réaliser la cartographie des ligneux sur des surfaces variables, dans des conditions forestières denses donnant peu de visibilité. Les techniques existantes sont peu adaptées au milieu forestier et insuffisamment précises ; aussi nous travaillons depuis 4 ans dans plusieurs bois avec une technique alternative utilisant un télémètre laser, une boussole magnétique et un dendromètre à ultrasons qui répond à nos besoins en termes de précision et de faisabilité.

Mots clés : Localisation spatiale, forêt, ligneux, cartographie, dendromètre à ultrasons, télémètre laser, boussole magnétique, GPS

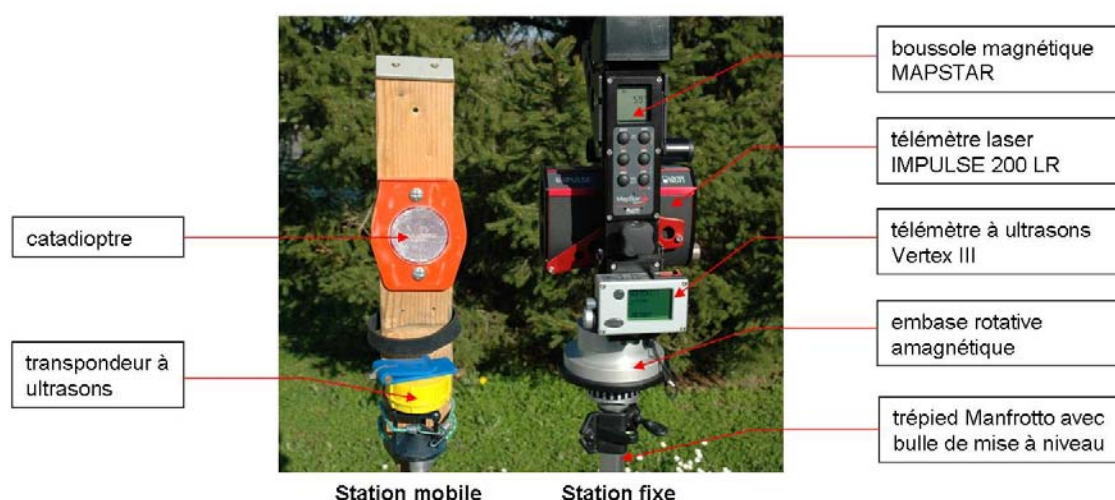


Photo 1 : la station de mesure comprend 7 éléments

Introduction

Les bois des coteaux de Gascogne étudiés par l'UMR Dynafor¹ se distinguent du reste de la forêt française ; ils sont en majorité privés², souvent d'une superficie inférieure à 10 hectares, morcelés, diversifiés et dispersés en îlots boisés dans les paysages, ils sont appelés à jouer un rôle important dans la gestion des territoires ruraux notamment comme réserve de biodiversité et source de revenu. Leurs originalités les rendent complexes à caractériser, surtout lorsqu'il s'agit de mettre en évidence des relations entre la répartition spatiale des arbres et certains facteurs de variations telles que la gestion forestière ou encore la variabilité du sol. La cartographie doit donc indiquer la position individuelle de chaque ligneux et cela, sur une

¹ UMR INRA / INP-ENSAT- DYNAFOR, Dynamiques forestières dans l'espace rural - BP 52627
31326 Castanet-Tolosan ☎ 05 61 28 54 98 Jerome.Willm@toulouse.inra.fr, Laurent.Burnel@toulouse.inra.fr

² 82% de la forêt en Midi Pyrénées appartient à des propriétaires privés

surface étudiée de quelques dizaines de mètres carrés à plusieurs hectares, dans des conditions forestières denses donnant peu de visibilité.

Les techniques existantes sont peu nombreuses, peu adaptées au milieu forestier et insuffisamment précises : par exemple, le GPS en forêt laisse une imprécision aléatoire de 10 à 15 m, améliorable par correction différentielle mais insuffisante pour nos besoins ; le théodolite a une visée optique trop grossissante qui n'est pas adaptée aux visées proches dans un milieu encombré. Nous proposons ici une technique alternative utilisant des appareils mieux adaptés au milieu forestier touffu, d'une précision décimétrique et nécessitant une mise en œuvre raisonnable en moyens humains et matériels.

1. Matériels et méthodes

La station de mesure (**photo 1**) comprend 7 éléments. Les 3 appareils de mesure sont décrits dans le **tableau 1** ; la précision obtenue par ces appareils est supérieure à celle requise par le protocole de recherche : des vérifications au décamètre ont montré une marge d'erreur inférieure à 2%.

Désignation	Fonction	Marque	Modèle	Résolution
boussole	mesure de l'azimut	Laser Technology	Mapstar	1/10ème de degré
télémètre laser (fonction inclinomètre)	mesure de la pente*	Laser Technology	Impulse 200 LR	1/100ème de degré
dendromètre à ultrason	mesure des distances	Haglöf	Vertex III	décimétrique, portée d'environ 25 mètres

* la mesure de la pente correspond à la différence d'altitude entre la station fixe et la station mobile

Tableau 1 : caractéristiques des 3 appareils de mesure

Remarque : La mesure de la pente, relevée au télémètre laser, n'est pas utilisée dans les résultats présentés ci-après. Avec cette valeur nous pourrions élaborer une carte en trois dimensions représentant les micro variations topographiques de la parcelle ainsi qu'une cartographie en projection horizontale après correction.

1.1 Matérialisation de la zone à cartographier

Nous choisissons entre 2 méthodes de cartographie en fonction de la surface du bois et du nombre d'individus à localiser (**figure 1**).

1.1.a La 1^{ère} méthode consiste à quadriller la surface totale du bois par un maillage et à utiliser les intersections des carrés comme points de station sur lesquels sera positionnée la station fixe. Nous avons utilisé cette méthode pour cartographier un nombre réduit de chênes adultes répartis sur la surface entière d'un bois.

Ses avantages

- la couverture systématique du bois sans risque d'oubli de zones à cartographier,
- la possibilité de positionner d'autres travaux de recherche dans ce quadrillage par une matérialisation durable des points d'intersection,
- la conversion plus aisée des coordonnées polaires en coordonnées cartésiennes.

Ses inconvénients

- le temps nécessaire à quadriller l'ensemble du bois est de un à plusieurs jours ;
- *a priori*, il n'y a pas de liberté de positionnement des points de station en fonction de l'état du terrain : roncier, trou, arbre, etc. Néanmoins il est possible de faire un report, mais cela est délicat.

1.1.b La 2^{ème} méthode consiste à cartographier les ligneux sur une surface continue sous forme de bande ou de placette, puis à reporter les points de station au fur et à mesure de la progression dans le bois. Nous l'avons utilisée pour des surfaces échantillon de bois avec un inventaire exhaustif des individus à localiser, comme par exemple tous les ligneux d'une hauteur supérieure à 2 mètres.

Ses avantages

- le gain de temps car il n'y pas de quadrillage à réaliser ;
- le choix libre des points de station dans la zone de portée des appareils de visée.

Ses inconvénients

- l'absence de repères cartographiques pour d'autres travaux sur la même parcelle,
- la conversion moins aisée des coordonnées polaires en coordonnées cartésiennes,
- la nécessité de marquage des objets déjà repérés.

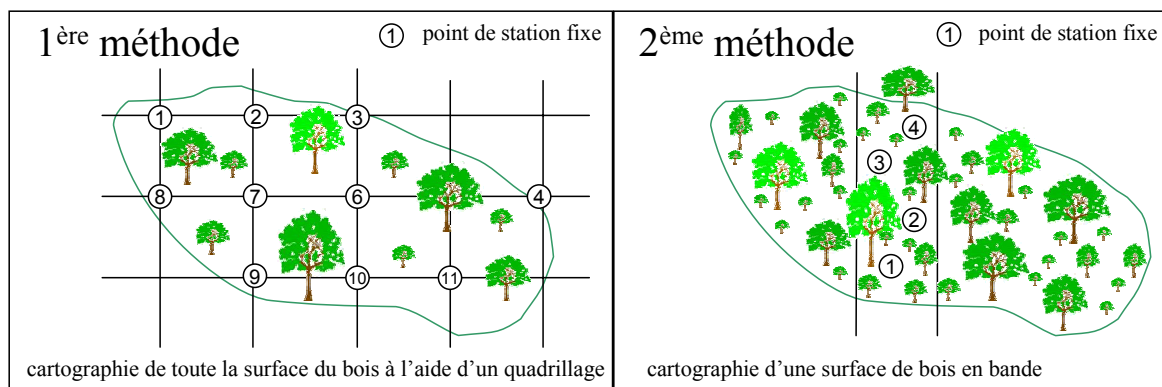


Figure 1 : les deux méthodes de cartographie utilisées.

1.2. Mise en oeuvre des appareils

1.2.a Mise en station des appareils

Les appareils émetteurs en station fixe : la boussole et le télémètre sont fixés sur une embase rotative aimantée en aluminium, elle-même vissée sur le trépied. La station doit être à l'aplomb du point de station prédéfini ou choisi sur le terrain, grâce à un niveau à bulle et au fil à plomb. Le dendromètre à ultrasons est utilisé depuis le point de station.

Les appareils récepteurs mobiles : le transpondeur du dendromètre à ultrasons et le catadioptré du télémètre laser sont positionnés devant chaque individu. Pour faciliter leur manipulation, nous les avons fixés sur un même support. Le transpondeur est placé à une hauteur de 1,30 m conformément aux prises de mesures et le catadioptré à la même hauteur que le point central de fixation du télémètre laser.

Remarque : Deux personnes sont nécessaires pour réaliser les relevés cartographiques.

1.2.b Mesures

La position de chaque individu est déterminée par 2 coordonnées polaires et un paramètre de pente à partir du point de station fixe ;

- un **azimut (α)** exprimé en degré : angle horizontal α indiqué par la boussole magnétique entre le nord magnétique et l'individu visé, à partir de la station fixe,
- une **distance (d)** réelle, exprimée en mètre : distance mesurée au dendromètre à ultrasons entre le point de la station fixe et l'individu,
- un **angle vertical** exprimé en degré : pente mesurée par l'inclinomètre du télémètre laser entre le point de station fixe et l'individu en visée parallèle au sol.

Remarque : L'ultrason est plus adapté que le laser en milieu forestier parce qu'il permet une meilleure transmission à travers la végétation touffue, alors que le laser est intercepté au moindre obstacle rencontré.

Enfin, les mesures sont récoltées et enregistrées sur un appareil de saisie portable. Des mesures dendrométriques sont également possibles pour caractériser chaque individu localisé.

1.3. Conversion de coordonnées polaires (d et α) en coordonnées cartésiennes (x,y puis X,Y) dans un repère orthonormé sans tenir compte de la pente

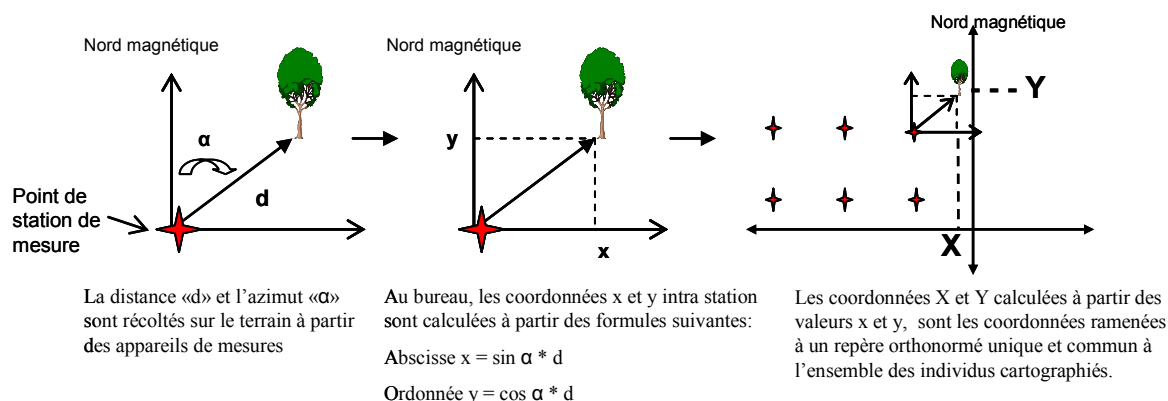


Figure 2 : étapes méthodologiques du relevé de terrain à la conversion des coordonnées

2. Résultat et exemples d'application

Le résultat de la cartographie se présente sous forme d'une carte de répartition des ligneux (figure 3). Dans notre exemple, il s'agit de 2 bandes perpendiculaires de bois où chaque ligneux est représenté par un cercle proportionnel à son diamètre. Chaque couleur correspond à une espèce d'arbre. Nous indiquons dans le tableau 2 le temps passé dans les bois déjà étudiés. Ces indications sont dépendantes du type de protocole de mesure, de la quantité de ligneux cartographiés et de la structure du bois.

Nom du bois	Surface du bois ou de la zone cartographiée	Mesures dendrométriques	Nombre d'individus cartographiés	Nombre d'hommes jours
Saint-André n°1	0,3 ha	oui	1271	36
Saint-André n°2	0,33 ha	oui	759	20
Eoux	0,44 ha	oui	1090	24
Paguère	11,5 ha	non	215	20
Briouant	1,7 ha	non	798	10

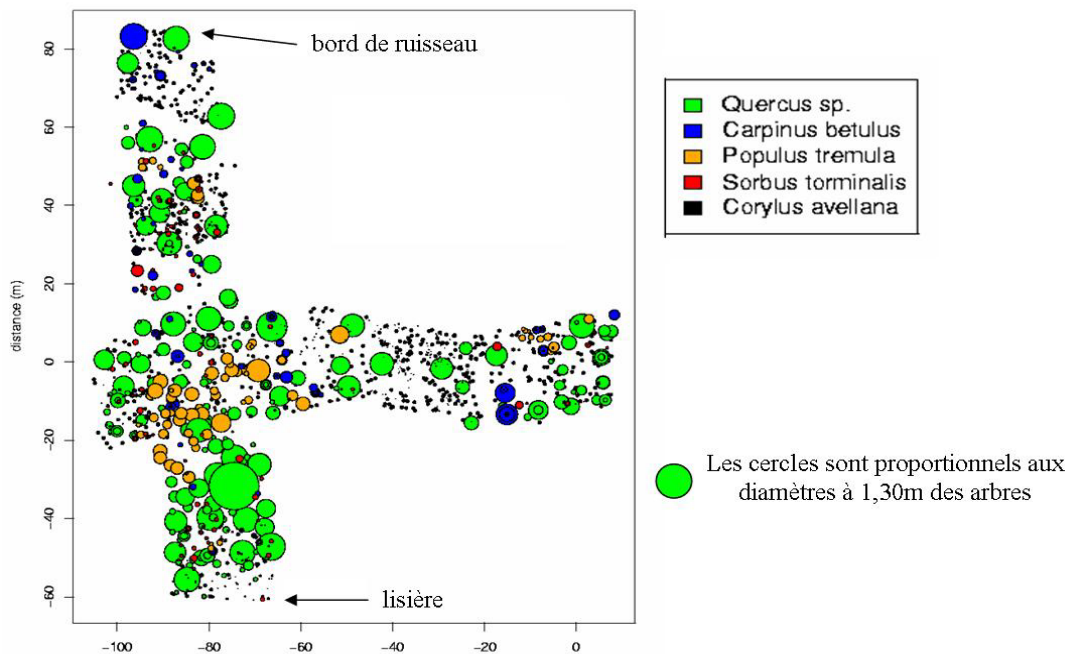
Tableau 2 : tableau indicatif du temps passé dans différents bois

Conclusion et perspectives

Cette technique a répondu à nos besoins de cartographie d'arbres en termes de précision et de faisabilité ; nous l'avons pratiquée et validée depuis 4 ans dans 4 bois différents. Elle est utilisable dans d'autres structures forestières pour les mêmes besoins de cartographie.

Il est possible d'adapter un système de mini stations combinant un télémètre à ultrasons, une boussole et un dendromètre de type SUUNTO pour réaliser les mêmes relevés de coordonnées polaires. D'un coût inférieur à 2000 euros, légères, et utilisant des appareils classiques connus des forestiers, ces mini stations mériteraient d'être testées.

Enfin, d'autres pistes restent à explorer sur l'utilisation d'appareils fonctionnant avec d'autres procédés physiques comme les ondes radar, les ondes radio ou encore le champ magnétique dans le cas où ces procédés permettraient aux appareils d'augmenter leur portée et de diminuer le report successif des points de stations.



Bibliographie

Piedallu C, Gégout JC (2002) Etude de la précision du système GPS en milieu forestier, RFF n° LIV - 5 -p. 429-442.

Nguyen The N, Ginet C, Giraud A, Bouvet A (2004) Calcul des surfaces. Atouts et limites des récepteurs GPS Grand public, RFF n° LVI - 6 -, p. 529-536.

Cabanettes A (2005) Protocole de cartographie des ligneux au bois Paguère, DYNAFOR document interne, code AQR : PRE-ACD-CAL-01.

Willm J (2002) Instruction d'utilisation de la boussole magnétique et du télémètre laser en cartographie des ligneux, DYNAFOR, document interne, code AQR : INS-MAT-CAL-01.