

Mission de test du compas forestier électronique dans les concessions forestières du Bassin du Congo

Rapport de synthèse

mars 2015



Integrated Arbor Solutions



Terre Environnement Aménagement



Integrated Arbor Solutions

**Mission de test du compas forestier
électronique dans les concessions
forestières du Bassin du Congo**

Rapport de synthèse

AUTEURS

LANGEVIN Christine

TEREA

c.langevin@terea.net

SCIACCA Emilien

IA'S

emilien.sciacca@ias-tech.fr

SOMMAIRE

ACRONYMES	3
PREFACE	4
1 INTRODUCTION	5
1.1 Contexte de la mission.....	5
1.2 Objectifs de la mission.....	5
2 METHODOLOGIE	6
2.1 Vérification de l'adaptabilité du compas électronique au contexte particulier des forêts du Bassin du Congo.....	6
2.2 Analyse comparée des méthodes (avantages et inconvénients).....	6
2.2.1 Etat des lieux des méthodes actuellement mises en œuvre.....	6
2.2.2 Comparaison des méthodes à travers d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs ..	7
2.3 Identifier les implications économiques d'un éventuel changement de méthode...	8
3 RESULTATS	8
3.1 Adaptabilité du compas électronique au contexte particulier des forêts du Bassin du Congo	8
3.1.1 Prise en main.....	8
3.1.2 Robustesse	8
3.1.3 Captation.....	8
3.2 Analyse comparative technique des méthodes de prospection avec et sans compas électronique forestier	9
3.2.1 Etat des lieux des méthodes de prospection existantes	9
3.2.2 Analyse comparative des méthodes.....	10
3.3 Coûts de mise en œuvre de méthodes employant le compas électronique forestier	15
3.3.1 Coûts d'investissement et de fonctionnement	15
3.3.2 Impacts de la méthode compas électronique sur les coûts de la prospection...	17
3.4 Recommandations pour l'amélioration du compas électronique forestier	17
4 CONCLUSION	19
ANNEXE I – PRESENTATION DU COMPAS CBI 300	21
ANNEXE II – ERREURS RELATIVES AU POSITIONNEMENT GPS	23

TABLEAUX

Tableau 1: Synthèse des erreurs potentielles liées à l'emploi des méthodes actuelles et solutions potentielles apportées par le compas électronique.....	12
Tableau 2 : Ecart entre les diamètres mesurés avec la méthode compas et le ruban	13
Tableau 3: Distances calculées par SIG entre les tiges relevées avec la méthode papier et la méthode compas.....	14
Tableau 4: Distances calculées par SIG entre les tiges relevées avec la méthode GPS et la méthode compas.....	14
Tableau 5 : Coûts d'investissement et de fonctionnement du scénario A	16
Tableau 6 : Coûts d'investissement et de fonctionnement du scénario B.....	16
Tableau 7: Recommandations identifiées pour l'amélioration du compas CBI 300.....	18
Tableau 8: Synthèse des avantages et inconvénients de la méthode compas électroniques (scénarii A et B) par rapport aux méthodes actuelles identifiées sur le terrain.....	20
Tableau 9 : Importance des erreurs du positionnement GPS.....	24

FIGURES

Figure 1: Exemple de schéma de progression de la prospection	9
Figure 2: Erreurs courantes liées au positionnement GPS	23

ACRONYMES

AAC	Assiette Annuelle de Coupe
COMIFAC	Commission des Forêts d'Afrique Centrale
DHP	Diamètre à Hauteur de Poitrine
DMA	Diamètre Minimum d'Aménagement
FLEGT	Forest Law, Enforcement, Governance and Trade
FSC	Forest Stewardship Council
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HDOP	Horizontal Dilution of Precision
IAS	Integrated Arbor Solutions
ISO	International Standard Organisation
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
NAVSTAR	Navigation Satellite Timing & Ranging
OLB	Origine Légalité des Bois
ONF	Office National des Forêts
PDA	Personal Digital Assistant
PPECF	Programme de Promotion de l'Exploitation Certifiée des Forêts
SIG	Système d'Information Géographique
TEREA	Terre Environnement Aménagement
TLTV	Timber Legality and Traceability Verification
UC	Unité de Comptage
UFA	Unité Forestière d'Aménagement
UFE	Unité Forestière d'Exploitation
USB	Universal Serial Bus
VLO	Verified Legal Origin

PREFACE

Le Programme de Promotion de l'Exploitation Certifiée des Forêts (PPECF) est un programme financé par la coopération allemande (KFW) sous tutelle de la COMIFAC.

Le Programme entend soutenir la COMIFAC dans la mise en œuvre de son plan de convergence visant une meilleure gestion et une meilleure conservation des forêts d'Afrique Centrale. Le PPECF mobilise des moyens afin d'accélérer le processus de mise en place des instruments d'aménagement durable ciblant la certification des opérations forestières (ISO, OLB/TLTV/VLO, FSC, etc.).

L'objectif général du Programme est de contribuer à l'amélioration des conditions pour la protection et l'utilisation rationnelle des ressources forestières, et d'accroître la surface de forêts de production certifiées dans le bassin du Congo. Afin d'y arriver, le Programme s'est fixé trois grandes lignes d'action pour intervenir. Celles-ci sont :

- **La mise en place d'un cadre propice à la certification** à travers les réseaux soutenant la certification et l'appui aux (nouveaux) acteurs privés et publiques
- **L'amélioration de la qualité de l'exploitation industrielle des forêts** grâce à des formations et des activités spécifiques liées à la certification
- **Le renforcement de la communication sur l'exploitation industrielle durable** pour :
 - ✓ Améliorer les approches de la certification ;
 - ✓ Promouvoir la transparence dans l'exploitation certifiée des forêts et informer, tout en rassemblant les acteurs actifs dans la certification.

Le Projet de test du compas forestier électronique dans les concessions forestières du Bassin du Congo s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la qualité de l'exploitation industrielle des forêts. Dans le domaine de la gestion industrielle, tel qu'entendu par le PPECF, il correspond à l'objectif de "proposition d'améliorations dans le système de traçabilité".

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte de la mission

Dans le cadre de la certification forestière mais également du FLEGT, les entreprises forestières dans le Bassin du Congo sont à la recherche de nouvelles technologies permettant de garantir la traçabilité de leurs produits forestiers. De nombreux investissements ont, d'ores et déjà, été réalisés par les entreprises dans le développement de logiciel de traçabilité permettant de relier les produits vendus aux arbres abattus sur le terrain. Malgré tout, ces systèmes ne permettent pas de garantir la fiabilité des données relevées sur le terrain, et les systèmes actuels de collecte et de transfert des données peuvent mener à de multiples erreurs (localisation, caractéristiques des tiges) induisant, en conséquence, de possibles écarts entre les volumes prévisionnels et les volumes réels récoltés. Plus généralement, la traçabilité peut s'en retrouver faussée.

Le compas forestier électronique IA'S de troisième génération, le CBI300 (Cf. *Annexe 1*), a été développé pour faciliter la mise en œuvre des inventaires d'exploitation forestiers en permettant à l'opérateur de relever simultanément et automatiquement :

- Les **informations sur la caractérisation des parcelles**
- Les **informations dendrométriques** classiques : essences, mesure du diamètre (simple ou en croix), hauteur
- Les **informations qualitatives** : qualités de bois, observations sur les tiges
- La **position GPS** de l'arbre inventorié : latitude, longitude, altitude
- Le **numéro d'inventaire**
- Les **accidents topographiques** et autres indices d'intérêts (faune, activités humaines, etc...)
- Les **informations de suivi** : nom du prospecteur, heure, date de suivi et numéro de compas.

1.2 Objectifs de la mission

La présente étude a pour objectif d'analyser les avantages et d'évaluer les points d'améliorations du **compas CBI300** dans le cadre du déploiement de cet outil dans les concessions forestières situées en Afrique Centrale.

Pour atteindre cet objectif dans le cadre du PPECF, une intervention sur le terrain a été réalisée auprès de six entreprises forestières certifiées ou en voie de certification, localisées dans trois pays différents, afin de :

- **Analyser** les avantages et les inconvénients de l'utilisation du compas électronique en comparaison des méthodes actuelles en zone tropicale humide ;
- **Identifier** les points d'amélioration et d'évolution de l'outil afin de répondre au mieux aux attentes des entreprises ;
- **Informer et sensibiliser** les entreprises à ce nouvel outil dans le cadre de leur engagement vers la certification et de l'amélioration de leurs performances d'exploitation.

Le présent document constitue un rapport de synthèse des missions réalisées au niveau des 6 entreprises forestières entre février et octobre 2014.

2 METHODOLOGIE

Afin de répondre à ces objectifs, trois missions de terrain ont été réalisées au niveau de 6 entreprises forestières localisées dans trois pays du Bassin du Congo (Cameroun, République du Congo et Gabon) sur une période de trois fois 20 jours (soit 10 jours par entreprises en moyenne) avec un expert en gestion forestière et un expert formateur. Les missions se sont décomposées en 3 étapes de la manière suivante :

- Etape 1 : Présentation du compas, de ses fonctionnalités et état des lieux sur les pratiques actuelles de la société
- Etape 2 : Réalisation d'inventaires avec la méthode traditionnelle puis avec la méthode compas, nécessitant pour cette seconde méthode une formation délivrée en cours de comptage
- Etape 3 : Analyse des résultats et rédaction du rapport intermédiaire pour la société étudiée

Les concessions étudiées regroupent des superficies sous aménagement de 300 000 à plus de 800 000 ha réparties en une ou plusieurs UFA/UFE. A titre indicatif, les opérations de prospections concernent des surfaces annuelles comprises entre 7 000 et 29 000 ha.

2.1 Vérification de l'adaptabilité du compas électronique au contexte particulier des forêts du Bassin du Congo

En premier lieu, de manière à vérifier l'adaptabilité de l'utilisation du compas électronique en forêt dans les concessions forestières du Bassin du Congo, il a été vérifié sur le terrain : la prise en main du compas, la robustesse et la captation du signal.

- La prise en main du compas est évaluée de manière qualitative par les experts en fonction du nombre de sollicitations/problèmes rencontrées par les prospecteurs (sélection d'une essence, la mesure du diamètre, la saisie d'une qualité, l'attribution d'une éventuelle observation sur l'arbre) et les incohérences relevées lors du traitement des données ;
- L'aspect robustesse de l'appareil sur le terrain est évalué selon le nombre de casse et d'incidents observés sur le terrain ;
- Pour la captation du signal GPS a été comptabilisé chaque incident caractérisé par une perte de signal satellitaire
 - où le redémarrage du compas a été nécessaire pour prendre les coordonnées GPS ;
 - qui n'a pas permis de relever les coordonnées GPS d'une tige.

2.2 Analyse comparée des méthodes (avantages et inconvénients)

2.2.1 Etat des lieux des méthodes actuellement mises en œuvre

Dans un premier, il a été analysé, par entreprise, la méthodologie mise en œuvre pour la réalisation des inventaires d'exploitation depuis les activités réalisées sur le terrain jusqu'à la production de la cartographie de la prospection :

- Eléments caractérisant la progression : composition de l'équipe, rendement, l'écartement entre les prospecteurs ;
- La collecte des données sur le terrain ;
- Les modalités de transfert et traitement des données.

A travers ce travail, l'objectif était d'identifier à la fois les éléments de modification qu'apporterait une méthode employant le compas électronique et à la fois les différentes difficultés rencontrées par l'exploitant forestier auxquelles son utilisation serait susceptible d'apporter une réponse.

2.2.2 Comparaison des méthodes à travers d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs

De manière générale les tests de terrain avec la méthode compas ont été effectués en équipant chaque prospecteur chargé de l'identification des tiges exploitables avec un compas forestier sauf, dans un cas particulier, où seuls les pointeurs (chargés de suivre un groupe de prospecteurs en charge de l'identification pour effectuer les relevés) ont été équipés de compas. Les chefs d'équipes étaient équipés de PDA (Personal Digital Assistant, pocket PC). L'utilisation du PDA (optionnelle) permet par transmission radio, en amont de la prospection, de charger les données d'identification de la zone prospectée (UFA, AAC, UC, etc.) sur tous les compas et, en aval de la prospection, de centraliser et stocker les données collectées avant de les transmettre à la cellule aménagement (soit par clé USB, soit par transfert direct, soit par transmission cellulaire).

Afin d'analyser les avantages et inconvénients de la mise en œuvre d'une méthode employant le compas forestier électronique, les éléments suivants ont été analysés :

- Sur le terrain :
 - ✓ *Durée de prospection des parcelles :*
Lors des inventaires réalisés sur le terrain, les durées de campagne de prospection des UC sont comparées entre la méthode actuellement utilisée et la méthode compas CBI300. On notera cependant qu'il est difficile de comparer ces résultats pour en tirer des conclusions immédiates étant donné le temps très court accordé à la formation et aux tests sur le terrain. L'objectif ici était de réaliser une première appréciation des facteurs qui influenceront sur la vitesse de progression des équipes.
 - ✓ *Le taux d'erreur :*
En fonction des différentes étapes nécessaires à la collecte des données sur le terrain et de leur transmission à la cellule cartographique, les différents éléments pouvant amener à des erreurs rectifiables par l'utilisation du compas électronique ont été identifiées (ie : non inhérentes à l'appréciation du prospecteur en charge de l'identification).
 - ✓ *La précision de la mesure du diamètre :*
Cet aspect particulier inhérent à l'utilisation d'un compas forestier versus un ruban a été étudié avec les sociétés utilisant le ruban. Pour cela, dans certaines sociétés, un échantillon de tiges a été mesuré avec le ruban et le compas électronique. Cet indicateur a été pris en compte suite à la formulation d'une inquiétude d'une société sur la précision des compas.
- Au niveau de la cellule cartographique :
 - ✓ *La précision du positionnement des tiges dans le SIG*
Cet indicateur a été étudié en analysant sur SIG les distances entre les tiges géo-référencées correspondantes entre la méthode actuelle et la méthode au compas électronique (grâce au module de matrice des distances de Q-GIS).
Dans le cadre de cette étude, il n'a pas été prévu de réaliser des tests de précision du compas et du Garmin que ce soit par comparaison à un GPS différentiel, ou par analyse des écarts sur des points remarquables relevés à l'aide de ces deux outils et observés sur des images satellitaires haute résolution. Aussi, en partant de l'hypothèse que le Garmin permet d'atteindre des résultats satisfaisant en terme de positionnement ces analyses doivent permettre de :
 - Pour les sociétés employant le GPS sur le terrain, par comparaison des positionnements entre les points relevés au compas électronique et au Garmin de confirmer/invalidier la précision du positionnement réalisé avec le compas électronique ;

- Pour les sociétés employant une méthode « papier », de confirmer/invalider la précision du positionnement induite par la méthode papier (sur la base d'un positionnement correct proposé par le compas électronique).
- ✓ *La durée de traitement des données*
Cette durée a été estimée au travers d'entretiens avec les cadres d'exploitation.

2.3 Identifier les implications économiques d'un éventuel changement de méthode

Dans un premier temps, il était prévu dans le cadre de ce travail de réaliser une analyse du coût d'opportunité de la mise en œuvre de la méthode utilisant le compas électronique dans les concessions forestières du Bassin du Congo. Cependant après la phase de terrain, il est difficile de quantifier de manière précise les coûts évités par les sociétés en adoptant ce nouvel outil pour plusieurs raisons :

- Les disparités des méthodes mises en œuvre par les sociétés (nombre et fonctions des employés sur le terrain et à la cellule cartographique, etc.) ;
- Les coûts liés à l'emploi et à la mise en œuvre des activités différents en fonction de la localisation des concessions (notamment au niveau des pays) ;
- Le manque de données quantifiées précises liées au temps court des missions de terrain notamment sur l'impact sur les rendements de la prospection sur le terrain;
- Les difficultés de quantification de la valeur économique des facteurs tels que la qualité des données collectées, etc.

Aussi, dans ce cadre, il a été réalisé une identification des coûts inhérents à la mise en œuvre de méthodes employant le compas électronique forestier sur le terrain selon différents scénarios, associée à une analyse qualitative des éléments qui seraient impactés de manière économique et financière par ces modifications.

3 RESULTATS

3.1 Adaptabilité du compas électronique au contexte particulier des forêts du Bassin du Congo

3.1.1 Prise en main

De manière générale, le compas a été rapidement pris en main par les équipes de prospection dès les premiers jours de formation. Au niveau des saisies, on a noté des nombres et observations équivalentes sur les tiges inventoriées avec les deux méthodes de prospection : la correspondance entre les tiges relevées a été facilement réalisée.

On note cependant que dans le cas d'une société, une partie des prospecteurs était analphabète et ne pouvait donc pas utiliser le compas forestier. Ceci implique que l'utilisation de la méthode avec le compas électronique nécessiterait que l'équipe de prospection soit composée de prospecteurs qui identifient les tiges d'intérêt et de compteurs-releveurs équipés de compas qui les rejoindraient dès l'identification d'une tige. Cette organisation est similaire à la méthode actuellement utilisée dans la société.

3.1.2 Robustesse

Aucune casse ni incidents n'ont été observés sur les compas suite aux tests de terrain en forêt.

3.1.3 Captation

Dans le cadre d'une mission de terrain (soit au niveau de 2 sociétés), il a été testé un nouvel algorithme de décodage des trames GPS du compas. Il s'est avéré que cette nouvelle configuration ne répondait pas aux attentes en termes de captation du signal et de

positionnement GPS. Aussi, les résultats issus de ces deux missions ne sont pas pris en compte ici. En effet, cette nouvelle configuration ne sera pas utilisée à l'avenir sur les compas CBI300.

Sur l'ensemble des acquisitions de points GPS réalisées au niveau de 4 autres entreprises forestières, il a été constaté :

- Sur 4% des relevés, une perte de signal satellitaire où la redémarrage du compas a été nécessaire. Ces déperditions n'ont pas d'incidence sur les résultats de la prospection mais induisent un faible ralentissement de la progression ;
- Sur 2,5% des relevés, la non-acquisition du positionnement GPS. Les tiges sont toutefois enregistrées, aussi lors du traitement cartographique celles-ci devront être replacées par le cartographe.

La suite bureautique infoSYLVE de la société IA'S, qui accompagne l'outil, est dotée d'algorithmes capables de réaliser une approximation de positionnement à posteriori et de façon assistée sur les éventuelles tiges pour lesquelles des coordonnées GPS valides n'auraient pu être captées sur le terrain. Celles-ci sont repositionnées à équidistance entre les tiges relevées par le même prospecteur en amont et en aval (qui, elles disposent de coordonnées GPS valides). Dans le cas où seuls des compteurs sont équipés de compas, cette approximation est possible à partir du moment où le numéro de couloir ou le nom du prospecteur est également saisi.

3.2 Analyse comparative technique des méthodes de prospection avec et sans compas électronique forestier

3.2.1 Etat des lieux des méthodes de prospection existantes

De manière générale, les inventaires de prospection sont réalisés un à deux ans avant l'exploitation. Les inventaires sont réalisés par l'intermédiaire d'une équipe de prospection constituée de 6 à 11 personnes qui réalise des campagnes d'une durée comprise entre 20 et 25 jours.

La progression est réalisée en deux temps sur des unités de comptages de 250 m sur 1 km en général (sauf cas particulier d'une société pour laquelle la longueur est de 3 km et d'une autre où il s'agit d'une progression réalisée sur une bande de 200m sur 2,5 km en 1 temps par 2 équipes en simultané). En fonction du nombre de prospecteurs, les largeurs des couloirs de comptage varient entre 18 et 31m.



Figure 1 : Exemple de schéma de progression de la prospection

On note que pour la moitié des entreprises, les mesures de diamètres sont effectuées au compas forestier, si les tiges présentent d'importants contreforts ou un empattement élevé, le pointeur positionne le compas sur sa tête en regardant le prospecteur qui le guide pour que l'ouverture du compas corresponde au diamètre au-dessous des contreforts. Pour l'autre moitié, les mesures sont réalisées au ruban, si les tiges ont d'importants contreforts ou un empattement élevé, le diamètre est estimé à l'œil (ou, de manière plus exceptionnelle, à l'aide d'une planchette graduée).

De manière générale, on identifiera deux méthodes de collecte des données :

- Pour 2 entreprises, les tiges sont enregistrés au GPS (position GPS et caractéristiques). Dans ce cadre, le (ou les) chef d'équipe se déplace auprès des prospecteurs pour enregistrer les tiges d'intérêts au GPS.
- Pour les 4 autres entreprises, les tiges sont relevées sur une fiche papier de prospection. Les prospecteurs s'arrêtent lorsqu'une tige d'intérêt est trouvée et transmettent par « criée » les caractéristiques de la tige au pointeur situé en bordure de la parcelle. Celui-ci alors note sur sa fiche l'emplacement de la tige en se référant au couloir du prospecteur et sa position, ses caractéristiques et transmet un numéro de prospection au compteur pour qu'il puisse l'annoter sur la tige d'intérêt.

On note que sur ces quatre entreprises, deux utilisent le compas forestier pour la mesure des diamètres qui sont détenus par des mesureurs (1 compas pour 3 ou 4 prospecteurs) qui rejoignent les prospecteurs lorsqu'une tige d'intérêt est identifiée, nécessitant ainsi des temps d'arrêt supplémentaires.

Les informations saisies sur le terrain sont transmises à la cellule cartographique en fin de barda.

- Dans le cas de la méthode employant le GPS, les informations sont déchargées et traitées à l'aide du logiciel Excel avant d'être intégrées dans le SIG.
- Dans le cas de la méthode « papier », les cartes de terrain sont digitalisées, les tiges géo référencées puis les caractéristiques saisies dans la table attributaire.

3.2.2 Analyse comparative des méthodes

Afin d'analyser les avantages et inconvénients liés aux méthodes de prospection actuellement mises en œuvre et avec le compas forestier électronique, deux alternatives d'utilisation des compas seront considérées à savoir :

- Chaque prospecteurs est muni d'un compas forestier pour le relevés des éléments d'intérêts sur le terrain (scénario A);
- Seul un mesureur pour 3/4 prospecteurs est muni d'un compas électronique (scénario B).

3.2.2.1 Sur le terrain

- ✓ *Rendement de la prospection*

Par équipe, le rendement par société est de 50 à 75ha/jour. On note que les facteurs qui influencent le rendement sont : la densité d'arbres à relever qui varie de 0,5 à 2,2 tiges/hectare (en effet, certaines entreprises ont une offre en termes d'essences commerciales plus diversifiée et, de plus, certaines comptent également les tiges d'avenir ou encore les essences protégées) ; le nombre de prospecteurs et la largeur des couloirs ; la méthode de collecte des données (à savoir si un compteur se déplace ou non au niveau des prospecteurs pour relever les caractéristiques) ; le relevé ou non des obstacles, le milieu physique (topographie), etc. On remarque aussi que quand la prospection n'a pas permis de couvrir l'ensemble de la surface des AAC prévues en exploitation pour l'année suivante, des équipes de comptage supplémentaires peuvent être mobilisées sur le terrain.

De par la courte durée des tests de terrain, il est difficile de conclure sur les effets d'un changement de méthodologie sur le rendement de la prospection. De plus, en analogie avec les méthodes actuellement utilisées, les équipes se sont arrêtées lors de l'identification des tiges d'intérêts. D'autres difficultés, telles que les intempéries ont été rencontrées également ne permettant pas de suivre cet indicateur. Toutefois, et bien que ce résultat soit critiquable notamment pour les raisons évoquées ci-dessus, sur les trois sociétés sur lesquelles l'indicateur a pu être suivi sur plus d'une unité de comptage, on ne note pas de différence significative dans les rendements de prospections sur les dernières unités de comptage comptabilisées avec la méthode compas électronique pour un nombre de tiges relevées équivalent dans les deux méthodes.

A relevés équivalents (en termes de tiges d'intérêts et nombre d'obstacles), le facteur important qui pourra limiter ou améliorer la vitesse de progression sont les arrêts systématiques de l'équipe de progression soit pour permettre au pointeur de localiser le prospecteur et annoter sur la fiche de relevés les caractéristiques de la tige, soit pour permettre au compteur de rejoindre le prospecteur. Avec la méthode compas (scénario A), ces arrêts ne sont plus nécessaires, bien que les prospecteurs devront s'assurer de rester à des distances pas trop importantes entre eux, de manière à éviter de dévier de leur couloir lors du cheminement de la prospection.

Bien que les résultats de terrain ne permettent pas d'affirmer quel sera l'impact sur le rendement de la progression dans certaines entreprises, on peut néanmoins supposer que celui-ci sera amélioré dans le cas des entreprises utilisant préalablement le GPS (pour un nombre de relevé équivalent) : en effet, l'identification d'une tige nécessite l'arrêt de l'équipe de prospection, le déplacement du compteur jusqu'au mesureur puis la saisie des caractéristiques sur le GPS (clavier de saisie anti-ergonomique) qui est également une source importante d'erreurs et d'oublis.

✓ *Les erreurs de saisies/ressaisies des données de terrain*

Depuis la mise en œuvre de la prospection jusqu'à l'édition des cartes, outre l'erreur humaine d'appréciation des caractéristiques (essences, qualité, observations), un certain nombre d'erreurs peuvent être constatées :

Tableau 1: Synthèse des erreurs potentielles liées à l'emploi des méthodes actuelles et solutions potentielles apportées par le compas électronique

	Méthode actuelle	Description des erreurs potentielles	Amélioration potentielle avec la méthode compas électronique
Terrain	Papier	<p>Problèmes de communication et de compréhension entre le prospecteur et le pointeur sur les caractéristiques données par le prospecteur ou encore le numéro d'inventaire transmis par le pointeur</p> <p>Si l'alignement n'est pas correct entre les prospecteurs et le pointeur et/ou la topographie du milieu est accidentée, des problèmes liés au positionnement des tiges et obstacles sur la fiche de relevé peuvent survenir</p>	<p>Saisie directe par les prospecteurs des caractéristiques dans le compas. Le numéro de prospection est lui-même fourni par le compas (pré-paramétrage réalisé en amont de la prospection de numéro d'inventaires via le PDA)</p> <p>La saisie des coordonnées géographiques par GPS des relevés permet de prévenir ce problème</p>
	GPS	Des erreurs liées aux difficultés de l'encodage des données sur le GPS (clavier de saisie anti-ergonomique), en effet, ce problème a été constaté dans les deux entreprises employant le GPS où les caractéristiques étaient mal encodées (oubli de caractères, etc.).	Saisie simplifiée des caractéristiques grâce à l'utilisation de l'interface du compas : les caractéristiques des relevés sont saisies une à une à l'aide de listes déroulantes qui limitent les erreurs de saisie.
	Tout confondu	<p>Appréciation du diamètre souvent réalisée à l'œil nu</p> <p>Dans le cas des sociétés gérant plusieurs UFA, confusions entre les DMA des différentes UFA qui peuvent amener à des oublis de tiges ou la comptabilisation de tiges non exploitables</p>	<p>L'obligation de la saisie du diamètre avec le compas pour l'enregistrement de la tige pourrait limiter les estimations réalisées à l'œil nu</p> <p>Au moment de la prise du DHP d'une tige, le compas pourrait donner directement au prospecteur l'indication à l'écran de savoir si la tige peut être inventoriée comme étant exploitable, tige d'avenir, arbre monument ou autre (en fonction du DMA, diamètre « commercial » et taux d'écorce, les informations sur l'essence et l'UFA saisies en amont). <i>Ceci permettrait notamment d'économiser du temps sur la prospection mais aussi sur les opérations de triage.</i></p>
Cellule cartographique	Papier	<p>L'ensemble de données de terrain sont retranscrites manuellement dans le SIG et, dans certains cas, dans le logiciel de traçabilité en supplément. Ces opérations peuvent amener à des erreurs supplémentaires de saisie / ressaisie.</p> <p>Erreurs de positionnement des tiges dues à un mauvais positionnement des UC sur la cartographie et/ou une déformation des UC sur le terrain lors de la progression (si les limites n'ont pas été correctement rectifiées avec des points GPS)</p>	<p>Avec le compas/PDA, l'export des données vers le SIG est automatisé et les tables attributaires des couches cartographiques sont intégralement remplies. Le fichier pourra être généré soit au format Texte standard (.txt), cartographique générique (.kml) ou tableur (.csv). Il est aussi possible d'envisager un interphage automatisé avec le logiciel de traçabilité de la société.</p> <p>La saisie des coordonnées géographiques des tiges permet d'identifier facilement les problèmes de positionnement/ déformation des UC. De plus, ces problèmes éventuels n'influenceront pas la position des éléments relevés. On note également que le compas permet un meilleur suivi des équipes sur le terrain : en effet, lors du relevé d'un obstacle ou d'une tige, le compas forestier électronique enregistre la date et l'heure du relevé ainsi que le nom du prospecteur et le numéro de série du compas. Ainsi, comme cela a pu être observé avec une société, les problèmes liés aux déplacements de couloirs des prospecteurs et les oublis de certaines zones sont facilement identifiables.</p>
	GPS	Complexité du traitement liée au format d'export des données du GPS. Généralement les traitements sont réalisés sur excel et sont non sécurisés, pouvant ainsi amener à l'insertion d'erreurs supplémentaires dans les fichiers rendus exploitables sous SIG	Avec le compas/PDA, l'export des données vers le SIG est automatisé (on note qu'il est également possible d'automatiser les calculs de nombres de tiges et de volumes de manière à limiter les erreurs de traitement).

L'importance des différentes erreurs identifiées est très variable selon les sociétés qui ont participé aux missions de test et, d'autant plus difficile à quantifier car les procédures de suivi/vérification post-exploitation ne sont pas forcément existantes (on note qu'aucune des sociétés ne dispose de procédure de vérification des opérations d'encodage).

Dans le cas de deux sociétés disposant de système de suivi et de contrôle des opérations d'inventaire, on note que les erreurs retrouvées sont principalement liées aux confusions de DMA sur le terrain entre les différentes UFA. Pour une autre société suite au bilan de l'exploitation menée sur l'AAC de l'année précédente, de multiples erreurs ont été retrouvées : confusion de numéro d'inventaire, manque des informations sur les diamètres, la qualité ou le positionnement. L'ensemble de ces erreurs ont nécessité le financement d'inventaires d'exploitation par poche supplémentaires et le recours à un appui externe pour la vérification et l'organisation des données.

✓ *La précision de la mesure du diamètre*

Une journée de travail a permis de vérifier les écarts dans les mesures de diamètres avec la méthode compas et au ruban. En effet, une inquiétude avait été formulée par une société quant aux erreurs qui pouvaient être induites par l'utilisation d'un compas en opposition au ruban en particulier pour les diamètres proches du DMA.

Pour ce test, 13 tiges ont été mesurées au ruban et au compas par chacun des prospecteurs (soit 4 mesures au compas) avec la présence des cadres d'exploitation et des experts afin de garantir de la bonne utilisation du compas forestier. Les écarts entre les mesures au compas et la mesure au ruban ont été calculés et permettent d'obtenir les résultats suivants :

Tableau 2 : Ecart entre les diamètres mesurés avec la méthode compas et le ruban

DHP	Taille de l'échantillon (nb tiges)	Taille de l'échantillon (nb mesures au compas)	Moyenne des écarts (cm)	Ecart type (cm)
Inf. 120	11	44	2,1	1,9
Sup. 120	2	8	3,9	4,0
Tous confondu	13	62	2,4	2,4

Les résultats ne montrent pas d'écarts significatifs entre les deux méthodes qui sont, en moyenne, inférieurs à une classe de diamètre. On note que ces résultats sont valables pour une bonne utilisation du compas. Il sera donc nécessaire de prévoir, en conséquence, une place importante à la formation pour les mesures de diamètres avec le compas forestier électronique notamment pour les sociétés qui utilisaient initialement le ruban dendrométrique.

3.2.2.2 Au niveau du traitement des données

✓ *Précision du positionnement des tiges dans le SIG*

Dans le cadre d'une mission de terrain (soit au niveau de 2 sociétés), il a été testé un nouvel algorithme de décodage des trames GPS du compas. Il s'est avéré que cette nouvelle configuration ne répondait aux attentes en termes de captation du signal et de positionnement GPS. En effet, en comparant les résultats issus des missions de terrain entre les positionnements issus de la méthode papier, un échantillon de positionnement pris au GPS et les positions relevées au compas, il a été constaté des distances relativement proches entre la méthode papier et les points relevés au GPS et des écarts plus importants entre la méthode compas et les deux autres méthodes. Aussi, les résultats issus de ces deux missions ne sont pas pris en compte ici.

En conséquence, le comparatif des distances au niveau du SIG a pu être réalisé pour :

- 2 sociétés pour la comparaison du positionnement avec la méthode papier ;
- 2 sociétés pour la comparaison avec la méthode GPS.

On note que lors de la captation du positionnement GPS il est possible que l'acquisition fasse apparaître une position aberrante des éléments relevés (très éloignés des unités de comptage) détectable sur SIG. Ceci a été observé 3 fois lors de ces 4 missions soit environ sur 1% des relevés. Ces points aberrants ont été identifiés et ne sont ainsi pas pris en compte dans les calculs de distance ci-dessous entre les relevés papier/GPS et les relevés compas.

Les analyses sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 3: Distances calculées par SIG entre les tiges relevées avec la méthode papier et la méthode compas

Société	Taille de l'échantillon	Distance moyenne (m)	Ecart type (m)
S1	93	26	15
S2	55	25	19

Tableau 4: Distances calculées par SIG entre les tiges relevées avec la méthode GPS et la méthode compas

Société	Taille de l'échantillon	Distance moyenne (m)	Ecart type (m)
S3	45	25	28
S4	81	19	27

En partant de l'hypothèse que le GPS de randonnée Garmin, et dont l'efficacité a d'ores et déjà été éprouvée sur le terrain, est suffisant pour atteindre des résultats en termes de positionnement satisfaisant, on constate que la méthode compas ainsi que la méthode papier permettent d'atteindre des résultats satisfaisants.

On note cependant que dans le cas de la méthode papier, les positionnements peuvent être faussés de par :

- Un mauvais positionnement de l'UC dans la cartographie ou encore une mauvaise dénomination des UC lors de la prospection (en effet ces 2 cas ont pu être observés au niveau de deux sociétés) ;
- Des problèmes de déplacement de couloirs des prospecteurs lors de la progression ou une déformation de l'UC sur le terrain (observés au niveau de la majorité des sociétés).

✓ *Durée de traitement des données*

Lors des entretiens avec les responsables SIG des sociétés, ou à défaut, avec les cadres chargés de l'exploitation, il a été possible de déduire les rendements suivants des opérations de saisies des données de terrain dans les logiciels de cartographie :

- Dans le cas de la méthode employant le GPS, les informations sont téléchargées sous format texte et traitées à l'aide du logiciel Excel avant d'être intégrées dans le SIG. Ces opérations sont relativement courtes à réaliser de 8 à 20j/an selon les sociétés (sans prise en compte des opérations de vérification) soit 550 à 875 ha/j.
- Dans le cas de la méthode « papier », les cartes de terrain sont digitalisées, les tiges géo référencées puis les caractéristiques saisies dans la table attributaire. Ces opérations de saisies sont plus longues et prennent selon les sociétés entre 35 et 191 jours/an soit 100 à 500ha/j dans le meilleur des cas.

On notera que ces données ne prennent pas en compte les opérations de vérification de la cohérence des données, le positionnement des tiges retrouvées lors des opérations de triage ou encore la double saisie des données dans les logiciels internes de traçabilité des entreprises pour lesquelles l'interfaçage n'est pas automatique (cas de 2 entreprises sur 6).

En comparaison, avec la méthode employant le compas, le temps de traitement est beaucoup moins important dans la mesure où il suffit uniquement de télécharger les données des compas ou du PDA. En sortie du compas, l'export des données vers le SIG est automatisé et les tables attributaires des couches cartographiques sont intégralement remplies, les fichiers étant générés soit aux formats texte standard (.txt), cartographique générique (.kml) et/ou tableur (.csv). Si la société dispose déjà de son propre système de traçabilité, l'interfaçage avec

celui-ci est envisageable en proposant un fichier de sortie en adéquation avec le format exigé (sous réserve que l'interface de saisie associée ne soit pas figée et restrictive).

Ainsi les travaux cartographiques qui subsisteront (en plus des opérations de vérification de la cohérence des données) seront :

- La représentation des zones d'obstacles potentielles (création de polygones ou de lignes permettant de relier les points entre eux pour les cours d'eau, marécages, etc.) quand ceux-ci sont relevés (on note que si les relevés sont réalisés trop partiellement, il pourra être nécessaires de s'appuyer sur des images satellites et/ou des fonds topographique pour le cartographe) ;
- La vérification du positionnement des tiges. En effet, si certaines tiges ne disposent pas de coordonnées GPS ou montrent un positionnement aberrant (représente moins de 3% des cas selon les études de terrain réalisées), le cartographe pourra à la main ou par l'intermédiaire de la suite bureautique infoSYLVE de la société IA'S, qui accompagne l'outil, réaliser une approximation de positionnement à équidistance entre les tiges relevées par le même prospecteur en amont et en aval.

On note également qu'il est possible dans les compas de paramétrer les DMA spécifiques par essence et par unité d'aménagement de manière à ce que les essences ne respectant pas ces critères soient :

- soit déclassées automatiquement dans la catégorie « non exploitable » lors de la mesure du diamètre
- soit non saisie dans le compas (avec l'affichage d'un message d'alerte lors de la mesure à l'intention du prospecteur).

Ainsi les travaux de déclassement des essences non exploitables pour cause de sous-diamètre seront automatisés de manière à pouvoir accéder directement aux volumes exploitables par essences.

D'autres équations peuvent être paramétrées telles que des tarifs de cubages, etc. qui permettront d'automatiser les calculs de densité, de volumes, etc. de manière à faciliter le travail de vérification et d'exploitation des données.

Ainsi, outre la possibilité de réduire la charge de travail liée au traitement des données d'inventaire, la société pourra avoir un état en temps quasi-réel de l'avancement de la prospection ce qui lui permettrait de mieux valoriser et organiser les opérations d'exploitation pour répondre aux besoins exprimés par ses clients.

3.3 Coûts de mise en œuvre de méthodes employant le compas électronique forestier

3.3.1 Coûts d'investissement et de fonctionnement

Deux alternatives d'utilisations des compas sont ici considérées à savoir :

- Scénario A : chaque prospecteur est muni d'un compas forestier pour le relevé des éléments d'intérêts sur le terrain ;
- Scénario B : Seul un mesureur pour 3/4 prospecteurs est muni d'un compas électronique.

Avec son expérience avec l'Office National des Forêts (ONF), IA'S estime la durée de vie d'un compas à 10 ans, aussi l'ensemble des coûts présentés ci-dessous prendront en considération dans une première approche cette durée.

Tableau 5 : Coûts d'investissement et de fonctionnement du scénario A

	Elément	Nb	CU (€)	CT (€)	Observations
Coûts d'investissement	Compas forestier électronique	7	2 800	19 600	Equipement d'une équipe de prospection, composée de 6 prospecteurs utilisateurs du compas, plus 1 compas de "réserve" en stock Les coûts sont variables en fonction de la configuration et des options
			-	-	
			3 200	22 400	
Coûts de fonctionnement	Groupe électrogène portable	1	500	500	Les coûts sont variables en fonction de la puissance délivrée, de la consommation de carburant (autonomie) et du type d'utilisation (occasionnel ou régulier)
			-	-	
			2 000	2 000	
Coûts de fonctionnement	PDA	1	2 500	2 500	<i>Optionnel</i> Les coûts sont variables en fonction du modèle de PDA et de ses équipements
			-	-	
			3 500	3 500	
Coûts de fonctionnement	Batteries compas	7x5	80	2 800	Remplacement des pièces d'usure concernant uniquement les batteries des compas (environ tous les 2 ans).
			-	-	
			0,70	2 400	
Coûts de fonctionnement	Gasoil (groupe)	1,5 L/h	-	-	Hypothèse de fonctionnement du groupe 1h/j, 19j/barda sur 12 mois (sur 10 ans)
			0,95	3 250	
			100	500	
Coûts de fonctionnement	Batteries (PDA)	1x5	-	-	<i>Optionnel</i> (remplacement tous les deux ans) Les coûts sont variables en fonction du modèle de PDA
			170	850	
TOTAL (euros)			28 300 à 34 800 €* 		

Tableau 6 : Coûts d'investissement et de fonctionnement du scénario B

	Elément	Nb	CU (€)	CT (€)	Observations
Coûts d'investissement	Compas forestier électronique	3	2 800	8 400	Equipement d'une équipe de prospection, composée de 6/8 prospecteurs et 2 mesureurs, plus 1 compas de "réserve"
			-	-	
			3 200	9 600	
Coûts de fonctionnement	Groupe électrogène portable	1	500	500	Les coûts sont variables en fonction de la puissance délivrée, de la consommation de carburant (autonomie) et du type d'utilisation (occasionnel ou régulier)
			-	-	
			2 000	2 000	
Coûts de fonctionnement	PDA	1	2 500	2 500	<i>Optionnel</i> Les coûts sont variables en fonction du modèle de PDA et de ses équipements
			-	-	
			3 500	3 500	
Coûts de fonctionnement	Batteries compas	3x5	80	1 200	Remplacement des pièces d'usure concernant uniquement les batteries des compas (environ tous les 2 ans).
			-	-	
			0,70	2 400	
Coûts de fonctionnement	Gasoil (groupe)	1,5 L/h	-	-	Hypothèse de fonctionnement du groupe 1h/j, 19j/barda sur 12 mois (sur 10 ans)
			0,95	3 250	
			100	500	
Coûts de fonctionnement	Batterie (PDA)	1x5	-	-	<i>Optionnel</i> (remplacement tous les deux ans) Les coûts sont variables en fonction du modèle de PDA
			170	850	
TOTAL (euros)			15 500 à 20 400 €* 		

* les fourchettes de prix indiquées incluent les coûts inhérents à l'utilisation d'un PDA

3.3.2 Impacts de la méthode compas électronique sur les coûts de la prospection

Les impacts sur les coûts de la prospection telles que mise en œuvre actuellement sont listés ci-dessous :

- Allégement du travail du cartographe et des opérateurs de saisie : en effet, dans le cas où la prospection est réalisée avec la méthode papier, les sociétés estiment leur charge de travail de 35 à 191h.j par an. Cette durée pourrait être considérablement réduite avec la méthode au compas électronique. De plus, avec la possibilité d'automatiser les calculs des volumes, le déclassement des essences en dessous des DMA, etc. les travaux d'exploitation et de vérification des données seraient également facilités ;
- Une réduction des effectifs sur le terrain, le rôle du pointeur n'est plus nécessaire dans le cas de la méthode papier. Aussi, si chacun des prospecteurs est muni d'un compas, la présence dans certains cas des mesureurs en charge de suivre une sous-équipe de prospecteurs pour faire les relevés n'est plus nécessaire ;
- L'augmentation de la productivité journalière des équipes, dans certains cas. En effet, dans le cas du scénario A où tous les prospecteurs sont équipés de compas, on peut s'attendre à une augmentation de la productivité dans le cas où les équipes étaient composées de prospecteurs plus de mesureurs chargés de relever les caractéristiques et la position GPS des tiges.
- La diminution du taux d'erreur : en effet, bien que la qualité des données soit un facteur difficile à évaluer économiquement, on note que dans le cas d'une société des inventaires par poches d'une AAC ont dû être réalisés pour cause d'inventaires d'exploitation incomplets (tiges sans position, caractéristiques non relevés, etc.). En conséquence, les coûts des inventaires de prospection ont été doublés pour cette AAC.

3.4 Recommandations pour l'amélioration du compas électronique forestier

Le tableau suivant reprend l'ensemble des recommandations identifiées lors de la mission de test en vue d'améliorer le compas électronique forestier :

Tableau 7: Recommandations identifiées pour l'amélioration du compas CBI 300

Objectif	Solution proposée	Brève description	Priorité
Optimisation du temps d'acquisition et de la précision GPS	Étendre la détection de la puce GPS du compas sur la constellation satellitaire russe GLONASS.	Apport de 24 satellites supplémentaires utilisables par le compas. Additionnés au 31 satellites du système américain NAVSTAR, le couple GPS - GLONASS devrait permettre de capter des satellites supplémentaires, lorsque le ciel satellitaire d'une des deux constellations est insuffisant.	Moyen
Amélioration de l'autonomie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimisation de la consommation des composants électroniques du compas (puce GPS, écran, etc.) ▪ Augmentation de la capacité énergétique de la batterie (nouvelle génération). ▪ Modification du boîtier inférieur du compas forestier électronique afin d'utiliser des batteries amovibles 	Affinage des réglages énergétiques optimaux (déclenchement automatique de la mise en veille plus court, rétro-éclairage de l'écran ajustable automatiquement en fonction de la luminosité ambiante, mémorisation des éphémérides, etc.)	Fort
Amélioration de la connectivité	Intégration du protocole Bluetooth	Le Bluetooth, utilisant un protocole standard de communication sans fils (sans drivers et sans pilotes nécessaires), assurerait une compatibilité complète avec tout autre appareil doté également du Bluetooth, comme par exemple les lecteurs de codes à barres, les Smartphones, les tablettes tactiles, etc.	Moyen
Augmentation de la résistance	Renforcer l'écran et le boîtier contre les coups de machette et les chocs dans le transport	Une dalle de plexiglas de quelques millimètres d'épaisseur pourrait se greffer par-dessus l'écran du boîtier du compas forestier électronique, afin de le rendre encore plus solide et éprouvable quant aux coups de machettes involontaires éventuellement possible.	Moyen
Réduction de l'encombrement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tige de compas télescopique ▪ Becs repliables / facilement démontables 	Faciliter la progression en inventaire	Fort
Renforcement du suivi des équipes	Option "Tracking"	<p>Le mode "Tracking" sur un GPS permet de suivre le parcours intégral de l'opérateur.</p> <p>Cette option présenterait l'avantage de renforcer le suivi des équipes, de façon à contrôler le respect des couloirs de prospection de chaque compteur par exemple.</p> <p>Une alerte de "sortie de couloir" pourrait également l'opérateur de sa dérive.</p>	Moyen

4 CONCLUSION

De manière générale, la prise en main du compas forestier a été bien acceptée et maîtrisée par les prospecteurs et aucun incident de manipulation du matériel n'a été constaté. Les craintes exprimées par certaines sociétés, à savoir, une mauvaise appréciation du diamètre avec l'utilisation d'un compas versus l'utilisation du ruban, et les éventuels problèmes de non-acquisition des coordonnées GPS des tiges inventoriées ont pu être levées :

- les écarts entre les mesures réalisées au compas et au ruban sont négligeables (inférieurs à une classe de diamètre, sous réserve d'une bonne utilisation de celui-ci). L'utilisation du compas pourrait ainsi permettre d'éviter des mesures réalisées à l'œil nu ;
- les coordonnées géographiques des tiges sont correctement enregistrées et les incidents liés à la non captation du signal GPS sont peu fréquents : moins de 3% des tiges n'ont pas de coordonnées ou un positionnement aberrant. Ces tiges peuvent ainsi facilement être repositionnées sur la cartographie (utilisation d'algorithmes IA'S de traitement des données permettant de déduire un positionnement intermédiaire entre les deux tiges relevées en amont et en aval de la tige non géo-référencée).

Les principaux avantages de la méthode compas forestier électronique (et PDA) sont :

- le **gain de temps important dans le traitement des données et la production cartographique** (notamment pour les entreprises employant la méthode « papier »). En effet, le fichier de sortie CSV des compas pour être directement converti en shapefile avec une table d'attribut finalisée sans traitements supplémentaires nécessaires sur excel. De la même façon, une procédure d'export pourrait être adaptée vers le logiciel de traçabilité de la société par un simple mappage des champs et informations nécessaires dans le Système de Gestion de Base de Données. On peut avoir un état en temps quasi-réel de l'avancement de la prospection ce qui permettrait à la société de mieux valoriser et organiser les opérations d'exploitation pour répondre aux besoins exprimés par ses clients;
- un **gain de précision avec la diminution du nombre d'erreurs** :
 - en comparaison avec la méthode « papier » : liées aux problèmes de compréhension entre les prospecteurs et le pointeur lors de la crée traditionnelle des informations et à la saisie des données dans les logiciels informatiques. De plus, les erreurs de positionnement issues des éventuelles erreurs de calage des UC ou de dérive des layons principaux, pourront être détectées et corrigées grâce au compas.
 - en comparaison avec la méthode « GPS » : l'obligation pour l'enregistrement d'une tige de saisir consécutivement ses différents attributs (nom de l'essence, diamètre et position GPS, qualité, etc.). Cette obligation permet d'éviter les oublis de saisie de caractéristiques sur les tiges constatés lors du traitement, les oublis de tiges exploitables alors jugées en sous-diamètre à vue d'œil (notamment par les compteurs non munis d'instrument de mesure) et, en conséquence, d'éviter des retours des équipes de prospections sur les UC pour pallier au manque de données.
 - Le fait de n'avoir qu'un seul transfert de données grâce au compas forestier électronique, minimise aussi les erreurs de pointage et de saisie/encodage qui peuvent induire des problèmes de traçabilité et lors des contrôles de l'administration ;
- de pallier aux problèmes de conflits dans la numérotation des tiges et/ou des parcelles avec l'utilisation du PDA. L'utilisation du PDA permet en amont de la prospection, de charger les données d'identification de la zone prospectée (UFA, AAC, UC, etc.) et des séries de numéros sur les compas.
- une sécurisation des données sur le terrain avec l'utilisation du PDA. En effet une double sauvegarde de celles-ci sur le PDA permettra d'éviter l'effacement des données du GPS ou en encore de pallier aux problèmes de pertes des fiches de comptage.

- de faciliter les opérations de traitement des données et de triage. En effet, il est possible de paramétrer des algorithmes dans les compas qui, suites à la saisie des différentes caractéristiques des tiges et à partir d'un certain nombre de conditions prédéfinies, d'afficher à l'écran du compas si la tige doit être considérée comme exploitable ou non exploitable (ou encore tige d'avenir, etc.). Cette fonctionnalité serait d'autant plus intéressante pour les sociétés exploitant plusieurs UFA avec, en conséquence, des DMA différents en fonction des essences. Des informations sur les taux d'écorces moyens par essences dans le cadre de la mesure du diamètre minimum d'exploitabilité pourraient également être prises en compte. On note également qu'il est possible d'automatiser les calculs du nombre de tiges et de volumes par essences.

D'autres avantages ont également été identifiés lors des missions de terrain qui sont :

- le **suivi facilité des équipes sur le terrain** : en effet, lors du relevé d'un obstacle ou d'une tige, le compas forestier électronique enregistre la date et l'heure du relevé ainsi que le nom du prospecteur et le numéro de série du compas. Ainsi, les éventuelles erreurs retrouvées lors du triage/pistage, par exemple sur les noms d'essences, permettront de mieux identifier leurs sources et mettre en place des actions correctives efficaces (exemple : formation de recyclage, etc.).
- en comparaison de la méthode GPS, le compas pourrait permettre de faire un relevé systématique des obstacles. En effet, chaque prospecteur disposant d'un compas pourra enregistrer les obstacles rencontrés dans leur propre couloir de prospection. Aussi, bien que le test de par sa durée ne permette pas d'évaluer précisément les modifications en termes de rendement journalier, on peut s'attendre à une augmentation du nombre d'hectares parcourus par jour du fait que les déplacements des pointeurs munis de GPS et les arrêts systématiques de l'équipe dès lors qu'une tige a été identifiée ne soient plus nécessaires, bien que les prospecteurs devront s'assurer de rester à des distances pas trop importantes entre eux.
- au Cameroun, des discussions sont en cours actuellement sur le géoréférencement systématique au GPS des pieds lors de la prospection dans la législation. L'utilisation du compas forestier pourra permettre de répondre à cette exigence.

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des avantages et inconvénients identifiés lors des missions de terrain des méthodes employant le compas forestier électronique en regard des méthodes actuellement utilisées :

Tableau 8: Synthèse des avantages et inconvénients de la méthode compas électroniques (scénarii A et B) par rapport aux méthodes actuelles identifiées sur le terrain

	Tous les prospecteurs sont équipés de compas		Seuls les mesureurs sont équipés de compas	
	Méthode papier	Méthode GPS	Méthode papier	Méthode GPS
Gain de temps pour la cellule cartographique	++	+	++	+
Diminution du nombre d'erreurs sur les caractéristiques des tiges	+	++	+	++
Pallier aux problèmes de numérotation	++	++	++	++
Sécurisation des données	+	++	+	++
Facilitation des opérations de traitement des données et de triage	++	++	++	++
Suivi des équipes	++	++	++	++
Relevé systématique des obstacles	-	++	-	na
Vitesse de progression	na	(+)	na	na
Coûts d'investissement et de fonctionnement	--	--	--	--

ANNEXE I – PRESENTATION DU COMPAS CBI 300



Integrated Arbor Solutions

Bâti par des forestiers,
pour des forestiers

IA'S accompagne depuis 30 ans les professionnels forestiers (propriétaires, exploitants, scieurs, négociants) en offrant des solutions logicielles et matérielles propres à leur métier.



Les solutions IA'S sont facilement adaptables et rapidement déployables.

Pour une gestion de bout en bout de l'exploitation, notre offre complète de gestions forestières, permet de suivre la transformation du bois depuis l'inventaire jusqu'au bois scié.

03/2015

CBI 300 : un compas forestier électronique à l'épreuve du terrain en milieu tropical

IA's : des solutions matérielles et logicielles pour les professionnels de la forêt

Aussi bien pour une optimisation de leur propre gestion, que pour les besoins du Flegt et des différentes certifications, il est important pour tous les opérateurs de garantir la traçabilité de chaque grume, depuis l'inventaire sur pied jusqu'aux produits sciés.

C'est ce que propose IA'S avec une gamme intégrée et modulaire qui couvre :

- > Gestion des inventaires (bois sur pied, bois abattu)
- > Gestion du chantier d'exploitation (débardage, transport, billonnage)
- > Gestion complète de la scierie
- > SIG
- > Traçabilité complète de bout en bout



Le CBI 300 : premier maillon de la chaîne de traçabilité

Cette troisième génération de compas forestier développée par IA'S bénéficie des dernières technologies, en incorporant un GPS et une radio, pour des échanges de données simplifiés entre le compas et un PDA et/ou un PC.

Le Compas électronique CBI 300 permet de réaliser des gains de temps considérables, de limiter les erreurs, et d'améliorer la productivité au cours des opérations de cubage ou d'inventaire.

Son boîtier étanche permet notamment l'inventaire pendant la saison des pluies en forêt tropicale.

De retour au bureau, les données sont automatiquement lisibles sur votre SIG sans délai, sans resaisie, sans erreur.

Des relevés de bois sur pied jusqu'aux mesures des développés en scierie, il s'adapte à vos méthodes de travail quelles qu'elles soient (il est facile de personnaliser les prises de mesures).

D'une grande simplicité d'utilisation, le transfert des données sur un ordinateur de bureau ou PDA, permet directement d'obtenir des synthèses fiables des inventaires :

- coordonnées GPS des tiges (y compris altitude),
- essence,
- hauteur,
- diamètre,
- qualité,
- identité du prospecteur,
- heure du relevé,
- obstacles (rivières, rochers...)
- identité de la parcelle et de l'assiette de coupe...

Les caractéristiques techniques :



- > **Formats de fichiers universels** : .txt, .xls, .kml. Intégration native dans vos systèmes existants (Excel, Word, SIG).
- > **Autonome ou en réseau** : permet de travailler en mode autonome ou bien en "mode brigade" jusqu'à 25 compas connectés à 1 PDA pour un contrôle en temps réel et une sauvegarde permanente.
- > **Réversibilité droitier/gaucher** : pour une prise en main universelle.
- > **Batterie** : Possibilité de recharge en forêt grâce au Kit solaire ou aux recharges flash pour campagne d'inventaire longue durée.
- > **Mémoire** : permanente et grande capacité de stockage avec + de 20 000 tiges/grumes.
- > **Communication** : par module radio.
- > **Poids** : <1,2 kg.
- > **Dimensions** : gamme disponible de 50cm à 150cm de longueur utile (permet de mesurer des arbres jusqu'à 3 m de diamètre).

Une intégration directe dans votre SIG



Les formats de sortie des fichiers du compas sont compatibles avec tous les standards des SIG, et permettent une intégration directe dans les gestionnaires d'inventaire, et également Excel, Word...

Le choix, la modularité : c'est le terrain qui décide

Avec des milliers d'utilisateurs qui s'appuient quotidiennement sur nos solutions, nous sommes confrontés à la réalité du terrain et de la forêt. Nos solutions s'adaptent à la volée : saisies papier, saisies code-barre, RFID, ou par commande vocale : c'est le terrain qui décide, rien n'est imposé.

Notre maîtrise de l'informatique mobile (PDA, compas forestier, réseaux sans fil...) nous permet de faire bénéficier aux professionnels de la forêt de la pointe de l'innovation, à leur rythme, et à revoir leurs méthodes de travail progressivement, sans remise en cause radicale.

Contactez-nous pour une étude personnalisée.

Nous contacter

www.ias-tech.fr

Tél. : + 33 (0)4 74 32 38 50

Mob. : + 33 (0)6 08 06 40 19

IA'S - Agence Rhône Alpes
891, Route de Saint-André
01960 Péronnas - France

IA'S - Agence Île-de-France
20, Rue Gabriel Péri
94220 Charenton-le-Pont - France



ANNEXE II – ERREURS RELATIVES AU POSITIONNEMENT GPS

Il importe que les utilisateurs intéressés aux applications comprennent les sources d'erreur affectant les observations GPS puisqu'elles ont une incidence directe sur les méthodes à adopter dans le but d'obtenir l'exactitude voulue. Les erreurs entraînent des écarts entre les distances "mesurée" et "réelle" séparant le satellite du récepteur.

Deux expressions servent souvent à qualifier l'état du GPS :

- L'accès sélectif (SA), également appelé disponibilité sélective.
- L'anti-leurrage (AS), également appelé antibrouillage.

Elles désignent toutes deux des techniques pour protéger l'utilisation des signaux GPS à des fins militaires et ont pour conséquence de limiter l'exactitude possible pour les utilisateurs civils.

L'accès sélectif consiste en une dégradation de l'information quant à la synchronisation des horloges des satellites contenue dans le message transmis par les satellites. C'est en raison principalement de l'accès sélectif que l'exactitude du positionnement est limitée à un niveau de confiance de précision au sol (HDOP) de 95 %.

L'erreur d'orbite est la différence entre la position d'un satellite calculée au moyen des éphémérides diffusées et la position "réelle" du satellite dans l'espace. La valeur nominale de telles erreurs varie de 5 à 25 m. Les erreurs attribuables à la synchronisation des horloges des satellites sont de l'ordre de 10 à 30 m.

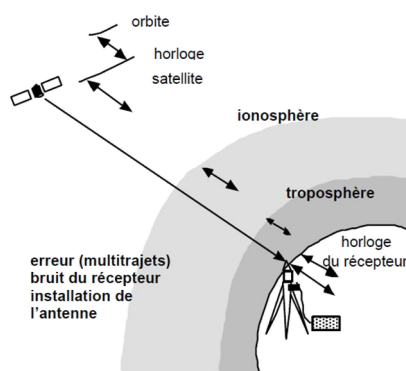


Figure 2: Erreurs courantes liées au positionnement GPS

Jusqu'à présent, nous avons supposé que les signaux GPS se déplaçaient à la vitesse de la lumière. Cette hypothèse ne tient pas dans deux des couches de l'atmosphère :

- La couche d'électrons libres qui va de 50 à 1000 km au-dessus de la terre, appelée ionosphère.
- Celle qui va jusqu'à 20 km au-dessus de la terre, appelée troposphère.

Les effets ionosphériques dépendent d'un grand nombre de variables reliées entre elles, notamment le cycle solaire, la période de l'année, l'heure, la situation géographique et l'activité géomagnétique. Les erreurs ionosphériques varient de 1 à 50 m au zénith (c'est-à-dire à une hauteur des satellites de 90 degrés) et peuvent atteindre jusqu'à 150 m à l'horizon (c'est-à-dire lorsque la hauteur est de 0 degré). Les erreurs pour des satellites se trouvant à de faibles hauteurs sont supérieures en raison de la trajectoire plus longue des signaux dans la troposphère et dans l'ionosphère. Des coefficients d'un modèle pour la correction de l'effet ionosphérique sont transmis par les satellites et permettent de réduire partiellement ces erreurs. Les erreurs troposphériques peuvent atteindre 2 m au zénith et jusqu'à environ 20 m à une hauteur de 10 degrés. Différents modèles de correction sont utilisés par les récepteurs ou les logiciels de traitement pour réduire efficacement ces erreurs.

Les erreurs de l'horloge du récepteur varient de 10 à 100 m selon la qualité de l'horloge. Cependant en positionnement, cette erreur de l'horloge est estimée avec les coordonnées et n'a donc pas une grande incidence sur l'exactitude qu'il est possible d'obtenir. Des erreurs dues à la propagation par trajets multiples (multi-trajets) sont introduites lorsque des signaux reçus directement se combinent à d'autres, réfléchis par des objets voisins, de telle manière que le vrai signal subit une interférence attribuable au signal réfléchi. L'erreur dite bruit du récepteur dépend quant à elle de la résolution des observations issues du récepteur GPS.

Tableau 9 : Importance des erreurs du positionnement GPS

Erreur	Ordre de grandeur	
Horloge du satellite	de 10 à 30 m	(incluant les effets de l'accès sélectif)
Orbite	de 5 m à 25 m	(éphémérides diffusées)
Ionosphère	de 1 à 100 m	(après application du modèle diffusé)
Troposphère	0,5 m	(après application d'un modèle)
Multi-trajets	de 50 cm à 20 m	(selon l'équipement GPS et le lieu)
Bruit du récepteur	de 10 cm à 3 m	(selon l'équipement GPS)

Le grand nombre de techniques de positionnement GPS et les niveaux d'exactitude qui en découlent résultent des types d'observations effectuées et des moyens utilisés pour corriger les erreurs.

En positionnement relatif, la plupart des erreurs d'orbite ainsi que les erreurs troposphériques et ionosphériques le long du trajet satellite-récepteur sont communes aux deux emplacements et n'ont en conséquence qu'une faible incidence sur les positions relatives.