

Les solutions mobiles d'arpentage : de la solution topographique à la solution cartographique

Julien Iyer¹, Hervé Wysocinski¹, Guillaume Labrie², Priscilla Note³

Résumé. Différentes solutions de GPS (global positioning system) mobiles d'arpentage sont disponibles sur le marché pour permettre de répondre à nos objectifs de tous les jours au sein des Unités expérimentales à l'INRA par exemple pour l'implantation de microparcelles, la réalisation d'un plan d'échantillonnage en plein champ, la pose de capteurs, la gestion des limites de parcelles agricoles. A travers la présentation d'une large gamme d'outils de la marque Trimble diffusés par deux fournisseurs, Geomesure et D3E Electronique, on peut constater que le choix d'un outil d'arpentage se réfléchit selon plusieurs critères : la précision (du mètre au centimètre), la nature du terrain (milieu forestier, urbain, champ ouvert), le mode de correction (avec ou sans correction différentielle, en temps réel ou post-traitement), l'ergonomie et les fonctionnalités du logiciel disponibles directement sur le terrain (simple mesure de points ou véritable SIG embarqué ; SIG : système d'information géographique).

Mots clés : GPS mobile, arpentage, SIG, topographie, GNSS

Introduction

De l'implantation de microparcelle à la gestion des limites de parcelles agricoles en passant par le prélèvement d'échantillons ou la pose de capteurs en plein champ, les GPS (global positioning system) d'arpentage sont des outils qui peuvent nous être fort utiles au sein de l'INRA pour localiser, implanter, mesurer, calculer et gérer directement sur le terrain des données géographiques. Différentes solutions nous sont proposées par les fournisseurs allant de la solution topographique (précision inférieure au cm) à la solution cartographique (précision centimétrique à métrique avec une gestion cartographique poussée des données). A travers la présentation des gammes de matériels mobiles (récepteurs et terminaux de saisie) et logiciels embarqués proposés par deux fournisseurs qui ont participé aux écoles techniques GPS-SIG, Geomesure et D3E Electronique, nous allons explorer les caractéristiques qui peuvent guider nos choix selon nos besoins.

Récepteurs GNSS et terminaux de saisie

Les critères déterminant le choix d'un récepteur GNSS (global navigation satellite system) sont la précision recherchée, la sensibilité (capacité à travailler dans des environnements plus ou moins sévères, l'éventuelle source de correction différentielle temps réel envisagée et l'ergonomie. Il est également essentiel que les phénomènes de multitrajets, c'est-à-dire la réflexion des signaux satellites sur tous les obstacles environnants : arbres, bâtiments, mais aussi sol, etc.) soient corrigés. Le terme GNSS désigne l'ensemble des constellations satellite dédiées au positionnement : GPS (Etats-Unis), Glonass (Russie), Galileo (Europe), Beidou (Chine), QZSS (Japon).

La précision et la sensibilité d'un récepteur dépendent de l'usage auquel le destine son constructeur. La précision dépend de sa capacité à travailler sur le « Code » ou sur la « Phase » des signaux GNSS (mono ou bi-fréquence). Des traitements particuliers permettent d'adapter le récepteur à des environnements spécifiques, tels que la technologie DeltaPhase (capacité à travailler avec des PDOP (position dilution of precision ou coefficient d'affaiblissement de la précision : qualité de la géométrie de satellites), des SNR (signal to noise ratio : rapport signal/bruit) ou des masques d'élévation extrêmement tolérants, tout en maintenant la précision, ou la technologie Floodlight (traitement poussé des multitrajets, contrainte d'altitude par capteur barométrique...). Ces technologies ne révèlent leur intérêt que dans les environnements difficiles (forêt, bordure d'arbres, milieu urbain...). Les précisions fournies par un récepteur GNSS s'étendent de +/- 5 m en XY en mode « autonome » (sans correction)

1 D3E Electronique, Parc du Grand Troyes, 3 Rond-Point Winston Churchill, CS70055, F-10302 Sainte-Savine Cedex, France ; www.d3e.fr, auteurs pour correspondance : julien.iyer@d3e.fr; herve.wysocinski@d3e.fr

2 GEOMESURE, 560 rue Henri Farman, F-34430 Saint Jean de Vedas, France ; www.geomesure.fr (Zone Sud)
GEOTOPO - ZAC des Grillons, 208, rue de l'Ancienne Distillerie, F- 69400 Gleizé, France ; www.geotopo.fr (Zone Centre, Nord, Est)
TOPO + 32 rue de la Libération, F- 44110 Chateaubriant, France ; www.topo.fr (Zone Ouest)

3 INRA, UE 1296, UE des Monts d'Auvergne, Les Razats, F-63820 Laqueuille, France

jusqu'à +/- 1 cm XY en mode « différentiel » (suivant le mode de correction (temps réel ou post-traitement, sur le Code ou sur la Phase et la technologie retenue). La précision altimétrique est généralement 1,6 fois moins bonne que la précision planimétrique.

Les deux fournisseurs Geomesure et D3E Electronique présentent ici les produits de la marque Trimble qu'ils distribuent et nous montrent pour le premier des solutions topographiques (Trimble Survey) et pour le second des solutions cartographiques (Trimble Mapping and GIS), les deux sous environnement Windows mobile.

Solutions topographiques de Geomesure

Le matériel de relevé topographique (précision inférieure au centimètre) est toujours composé de ces deux éléments majeurs : le récepteur GNSS généralement fixé en haut de la canne et le terminal de saisie (ou contrôleur ou carnet de terrain).

Le Trimble R10 proposé (**Figure 1**), entre autres, par Geomesure est capable de continuer à fonctionner en précision centimétrique même après une coupure de la réception des données de correction différentielle temps réel. Ainsi, lors de relevés réalisés dans les zones où la téléphonie est mauvaise, le récepteur continue à fonctionner malgré les microcoupures data. Le R10 a également une fonctionnalité intéressante pour réaliser des mesures en terrain peu accessible : il est capable de mesurer l'inclinaison exacte de la canne et d'interpoler l'enregistrement à la verticale à l'aide de son système interne de bulle électronique de précision, d'un gyroscope et d'un accéléromètre (**Figure 2**). L'utilisateur contrôle sa position à l'aide de la bulle électronique affichée sur son carnet : la prise de points dans les fossés ou cours d'eau n'est plus une difficulté.



Figure 1. Trimble R10.



Figure 2. Utilisation du Trimble R10 à distance avec la canne inclinée.

Solutions cartographiques de D3E Electronique

Les solutions proposées par D3E Electronique sont des récepteurs GNSS intégrés dans un terminal de saisie : récepteur interne. Selon le matériel, la précision est de l'ordre du mètre, du décimètre ou du centimètre. La gamme Juno offre des précisions allant de 1 à 4 m. Les gammes Trimble Geo 6000, Geo 7X et PRO donnent des précisions de 50 à 1 cm en utilisant pour certains des technologies telles que Floodlight, distancemètre, inclinomètre et compas intégrés permettant d'évoluer dans des milieux difficiles. Autre produit, la tablette PC Yuma 2 est un véritable ordinateur de poche avec une précision du récepteur interne de 2 à 4 m.

Les critères qui déterminent le choix d'un terminal de saisie sont la taille de l'écran et sa visibilité dans des conditions de luminosité très variées en extérieur (qui conditionne l'ergonomie de l'appareil, sa compacité, son poids...), la capacité mémoire, la performance du processeur et la taille de la mémoire vive, le système d'exploitation, l'autonomie électrique et le prix. Un récepteur GNSS pourvu de son terminal de saisie est compact, n'utilise qu'une seule batterie à charger et qu'une seule éventuelle extension de garantie à souscrire, au choix de l'utilisateur.

Les capacités des terminaux Trimble sous environnement Windows Mobile permettent généralement d'utiliser des arrière-plans Raster (« image ») pouvant atteindre 1 Go environ, en une comme en plusieurs dalles, et des fichiers « vecteurs » de 10 000 à 15 000 entités. Ces performances dépendent également beaucoup des performances du logiciel de saisie.

Solutions mixtes

Certains terminaux de saisie avec un récepteur interne peuvent fonctionner avec un récepteur externe pour en améliorer la précision jusqu'au centimètre et permettent une plus grande souplesse d'utilisation. Les récepteurs Trimble GEO XR (**Figure 3**) proposé par Geomesure, GeoXH6000 et Geo 7X (**Figure 4**) proposés par D3E Electronique peuvent effectivement être utilisés dans différentes configurations. Ce choix dépendra de la précision voulue. Lorsqu'ils sont utilisés en RTK (real time kinematic) sur la canne avec une antenne vissée en haut de celle-ci, ces récepteurs apportent une précision centimétrique de l'ordre de 10 mm en horizontal et de 15 mm en vertical. S'ils sont utilisés sans l'antenne externe et sur une mini canne, alors le récepteur GNSS apporte une précision attendue de l'ordre de 25 mm en horizontal et de 40 mm en vertical. Ils peuvent enfin être tenus à la main, la précision attendue sera également de 25 mm en horizontal et de 40 mm en vertical mais elle dépendra surtout de l'habileté de son utilisateur à bien le positionner.



Figure 3. Trimble GEO XR.



Figure 4. Trimble GEO 7X.

Logiciels disponibles dans le terminal de saisie

Solution topographique de Geomesure : logiciel Trimble Access

Trimble Access (**Figure 5**) permet de lever des points (**Figure 6**), de mesurer des surfaces et de les subdiviser, de faire des calculs de points sur le terrain (division d'une droite en plusieurs segments de longueur identique...), d'implanter des points provenant d'un fichier lié ou provenant d'un calcul réalisé sur le terrain. Toutes les opérations sont directement visualisées sur le terrain grâce au large écran d'affichage. Il est possible d'importer et d'exporter les points relevés dans la plupart des formats de fichiers disponibles sur le marché (CSV, SHP, KML, GPX...).





Figure 5. Copie de l'écran d'accueil du logiciel Trimble Access.

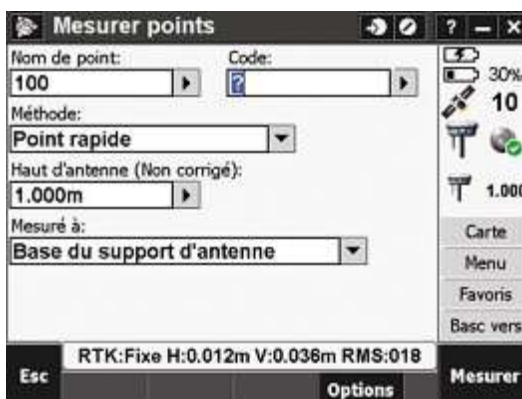


Figure 6. Copie d'écran du logiciel Trimble Access : fonction « Mesurer points ».

L'interface utilisateur, complètement en Français, (Figure 7) est très claire et conviviale, avec une prise en main très rapide. Quelques clics suffisent pour démarrer une étude, la gestion des fichiers liés (images d'arrière-plan, fichiers vectorisés, points à implanter) est également très simple. Trimble Access permet de mettre en arrière-plan des images géo-référencées, des fichiers DXF (drawing exchange format, format de fichier DAO, dessin assisté par ordinateur) en couleur, les fichiers de type SHP (shapefile, format standard en SIG) sont également acceptés.

Lors de l'utilisation d'un fichier ou d'une image en arrière-plan (Figure 8), l'emplacement de l'utilisateur est symbolisé sur la carte en temps réel par une croix, il est possible de zoomer jusqu'à une échelle de 1/1 (1 cm sur l'écran = 1 cm en réalité). Les points à implanter, comme par exemple des tubes d'échantillonnage, seront faciles à retrouver : il suffira de cliquer sur le point puis de sélectionner « implanter », l'interface graphique vous guidera jusqu'au tube, et ceci avec une précision centimétrique en temps réel.

Lors du relevé, l'interface utilisateur permet de contrôler en permanence le nombre de satellites disponibles, les niveaux de batteries carnet et récepteur ainsi que la précision et la qualité du RTK. L'appui sur le bouton « enter » du carnet ou sur l'écran tactile dans la zone « mesurer » qui se trouve en bas à droite de l'écran permet de stocker le point.

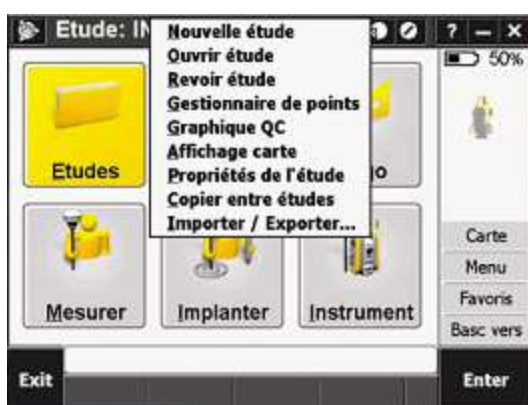


Figure 7. Copie d'écran du logiciel Trimble Access : menu déroulant de gestion d'une étude.



Figure 8. Utilisation d'arrière-plan sur Trimble Access. Gauche : couche vecteur (polygones) ; droite : couche raster (image aérienne).

L'implantation est également très simple : il suffit de sélectionner un point sur la carte ou dans le listing de points qui aura préalablement été chargé lors de la création de l'étude. Ensuite le système vous guide à l'aide d'une flèche directive dans un premier temps puis par un affichage plus fin lorsque l'utilisateur se trouve à quelques centimètres

du point à implanter. Les informations de positionnement et de profondeur sont affichées en permanence à l'écran. Les fonctionnalités de calcul vont permettre d'implanter des alignements de la même façon avec une très grande précision. Il est ainsi possible sur le terrain de relever deux points, d'en faire une droite puis de découper cette droite en segments de longueurs égales et enfin de les implanter un à un. Vous obtenez ainsi un « carroyage » (= quadrillage) très simple. Le relevé de plusieurs points permet également le calcul de surface et la subdivision de surface (**Figure 9**). Les nouveaux points calculés dans cette subdivision peuvent être instantanément implantés. Lorsqu'un calcul de terrain doit être réalisé, Trimble Access doit permettre de réaliser un maillage et un MNT (modèle numérique de terrain, représente les variations d'altitude). Relevez des points caractéristiques sur le terrain puis sélectionnez-les sur la carte. En un clic le logiciel vous affiche un MNT avec les niveaux de couleur pour les altitudes (**Figure 10**). Cette fonctionnalité permet de calculer des volumes et également de déterminer les volumes de terre à enlever pour obtenir une surface plane, par exemple.

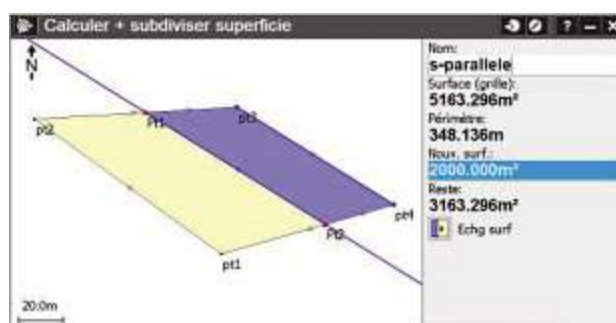


Figure 9. Subdivision d'entité et calcul de la surface et du périmètre des entités créées sous Trimble Access.

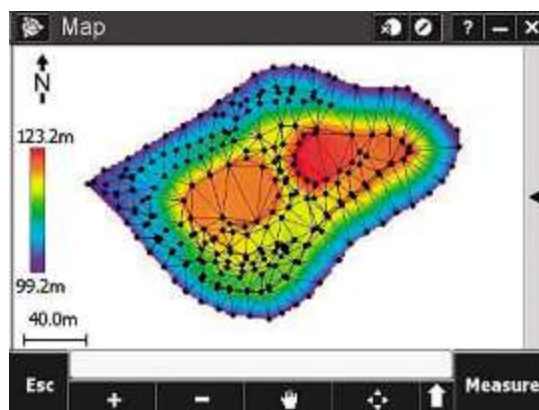


Figure 10. Affichage d'un MNT sous Trimble Access.

Bien souvent, le simple calcul d'un point sur le terrain est indispensable : Trimble Access possède des fonctions de calculs géométriques appelées fonctions COGO permettant de calculer des points, des alignements, des lignes, des courbes, des projections, etc. Il est également possible de mettre en place une codification complète composée d'attributs et de sous-attributs obligatoires ou optionnels. Après le levé, lors de l'export de votre fichier de points, les attributs sont associés et seront parfaitement gérés dans votre logiciel de DAO ou votre SIG.

Trimble Access possède des centaines d'autres fonctionnalités de calcul, destinées tant au relevé qu'à l'implantation de points, de surfaces ou d'alignements. Le logiciel possède un menu d'aide embarqué, contextuel et agrémenté de schémas explicatifs, permettant aux utilisateurs de toujours trouver une solution à leur problématique terrain.



Solution cartographique de D3E Electronique : plusieurs logiciels de saisie disponibles

Le choix du logiciel de saisie, et du logiciel pour la correction différentielle en post-traitement si la correction en temps réel n'est pas disponible, est déterminant. Tous présentent de nombreuses similarités (affichage d'une fenêtre Carte, fonctions basiques de collecte...). Néanmoins, leur mise en œuvre et les prérequis nécessaires peuvent varier considérablement de l'un à l'autre. Il peut ne pas être évident de distinguer de prime abord leurs différences ou l'impact en matière de déploiement, à moins de disposer d'une certaine expérience. Dans le cas contraire, des tests comparatifs sur une certaine durée sont recommandés pour aider au choix de la solution.

ArcPad : le SIG mobile par excellence – Donner des fonctions de saisie avancées aux arpenteurs

ArcPad est la solution originelle ESRI de collecte et maintenance de données sur le terrain (**Figure 11**). Cette application reste encore aujourd'hui la référence logicielle ESRI pour l'acquisition et la gestion de données SIG à l'aide d'un appareil mobile. Son utilisation s'intègre dans un flux de données (échanges) complet impliquant l'ensemble des produits de la suite ArcGIS. L'administrateur SIG crée une base de données (géodatabase), il paramètre les couches de données ainsi que leurs attributs. Ces couches sont ensuite mises en forme (couleurs de représentation sur une carte, étiquettes sur les données, seuils d'affichage) dans un document MXD d'ArcGIS. A partir de ce document les données de la base sont extraites vers un projet ArcPad complet et exploitable directement par l'opérateur. Sur le terrain, l'utilisateur n'a plus qu'à ouvrir une carte et collecter ou modifier des données existantes. Ainsi, pour une parcelle donnée, cette mise à jour concerne aussi bien la donnée attributaire dans son ensemble que la donnée géographique. Pour collecter de nouvelles données, l'arpenteur dispose de



Figure 11. Copie d'écran du logiciel Arcpad sur appareil Trimble Juno distribué par D3E Electronique.

fonctions avancées permettant des accrochages fins sur des données existantes pour maintenir une topologie. L'utilisateur pourra par exemple s'accrocher sur des sommets ou limites de parcelles existantes afin de créer des parcelles contiguës. Pour la collecte de données par satellites, l'utilisateur dispose de deux options d'enregistrement, par sommets ou en continu, pouvant être combinées au sein d'un même arpentage. L'association des options d'accrochage et de ces options de saisie par GPS confère à ArcPad une puissance SIG inégalée sur le marché du SIG Mobile tout en restant une application accessible à tous. La saisie de données pourra se faire au choix en temps réel via un récepteur GNSS corrigé par un service VRS (virtual reference station) par exemple, ou en mode autonome. Dans ce dernier cas, ArcPad sera conjointement utilisé avec l'extension Trimble Positions ArcPad Extension afin d'enregistrer les données nécessaires à un post-traitement. Une fois la collecte réalisée, les données sont synchronisées dans la base d'origine. Par analyse spécifique, les données mises à jour sur le terrain sont mises à jour dans la base et les données nouvellement créées sont ajoutées aux couches de la base. Par utilisation de l'extension Trimble Positions Desktop add-in, l'administrateur peut analyser rapidement les collectes réalisées et les précisions de chaque mesurage directement dans ArcGIS for Desktop et réaliser si nécessaire un post-traitement si d'éventuelles corrections sont à réaliser.

ArcGIS for Windows Mobile : un outil ESRI simple et complet de saisie de données pour l'arpentage

Basé sur le même fonctionnement qu'ArcPad, ArcGIS for Windows Mobile vient compléter son grand frère par une interface épurée et un accès à des tâches simples qui rendent le logiciel accessible pour un utilisateur ayant peu ou pas de connaissances SIG ou GPS (**Figure 12**). Le temps d'apprentissage est minime. Simple ne signifiant pas pour autant rustique, avec ArcGIS for Windows Mobile, l'utilisateur aura tout autant la possibilité de collecter des données ou de mettre à jour des données existantes. Pour un arpentage, des fonctions de collecte par sommets

ou en mode continu sont accessibles et très visuelles. Cette ergonomie permet à un utilisateur non (ou peu) spécialiste de saisir rapidement des données. Toutefois, contrairement à ArcPad, avec ce logiciel de saisie, l'arpenteur fait ce qui lui a été autorisé, rien de plus. Sans les autorisations de l'administrateur ou développements spécifiques, un utilisateur d'ArcGIS for Windows Mobile a moins de souplesse que dans ArcPad pour récréer un nouveau projet mobile ou accéder à des fonctions avancées de collecte de données. Enfin ArcGIS for Windows Mobile possède lui aussi une extension spécifique Trimble (Trimble positions mobile extension) qui en fait à ce jour, la seule solution différentielle (notamment en post-traitement) pour ArcGIS for Windows Mobile. Les sessions terrain d'arpentage sont enregistrées dans une couche spécifique, réintégré dans une base de données (privilégier les Geodatabases Fichiers ou Entreprise) et si nécessaire post-traitées via Trimble Positions Desktop add-in dans ArcGIS for Desktop. Les échanges sont directs et les mises à jour synchronisées en mode filaire ou via le Cloud par l'utilisation d'ArcGIS for Server. Trimble Positions Desktop add-in permettra à l'administrateur SIG de mesurer l'évolution de sa base de données en quasi temps-réel et visualiser l'ensemble de sa flotte de matériel et de sessions d'arpentage réalisées sur ArcGIS for Desktop.



Figure 12. Copie d'écran ArcGis for Windows Mobile (en fonds d'écran, le Domaine expérimental d'Auzeville, Couches vecteur : parcelles, passages tracteur, lignes d'irrigation ; couche raster : image aérienne).

TerraSync : la solution de collecte de données terrain puissante, polyvalente et conviviale

Le logiciel de saisie TerraSync a été conçu pour répondre à des besoins de collecte très divers. Il est utilisé dans le domaine de l'agriculture comme dans celui de la forêt, des collectivités locales, des réseaux (transport et distribution gaz, électricité, télécommunications, eau potable, assainissement, éclairage public...), de la recherche (INRA, CNRS, Cemagref, Ifremer, Instituts techniques, etc.), de l'éducation et de l'environnement. Sa particularité est de n'être pas dépendant d'un logiciel SIG ou DAO en particulier, et d'être suffisamment convivial pour être mis entre toutes les mains, malgré une très grande richesse fonctionnelle. Associé au logiciel de traitement GPS Pathfinder Office, il dispose d'une grande variété de formats d'importation et d'exportation. Une option permet aux utilisateurs du logiciel FME (logiciel dédié à la résolution des problématiques d'interopérabilité spatiale) de disposer des formats natifs Trimble MGIS en standard, autorisant des conversions dans à peu près tous les formats disponibles sur le marché (incluant Oracle Spatial, MySQL, etc.).

TerraSync existe en trois versions : Standard, Professionnel et Centimétrique. Hormis la version Standard dédiée à la seule Collecte de données (position et attributs), les versions Professionnel et Centimétrique sont capables de géoréférencer les mesures issues de capteurs externes, à la condition que les mesures parviennent à TerraSync sous forme de chaînes de caractères ASCII, sur un port série Bluetooth ou filaire RS-232. La chaîne de caractères



issue du capteur peut être directement géoréférencée (création d'une Entité Point avec la chaîne en attribut alphanumérique). Il est également possible d'adresser un attribut particulier défini dans un « dictionnaire d'attributs » (ou formulaire de saisie) conçu à cet usage. Le premier cas concerne les mesures potentiellement très rapides (jusqu'à 10Hz, mais sans autre réelle limite que la bande passante de la liaison série) devant être réalisées en continu et en dynamique (conductimètre, compteur Geiger, luxmètre, sonar bathymétrique, etc.). Le second cas concerne des mesures effectuées plus ponctuellement où l'utilisateur aura à marquer un temps d'arrêt. Si plusieurs mesures composent la chaîne de caractères, il est aisé de les dé-concaténer depuis un logiciel SIG tel qu'ArcGIS. TerraSync dispose de deux entrées Capteur qui peuvent être utilisées simultanément. Il faut alors veiller à ce que le terminal de saisie dispose de deux ports COM.

ArpentGIS : la collecte de données accessible à tous

Le logiciel de saisie ArpentGIS a été conçu de manière à être le plus simple possible, tout en disposant des fonctions de collecte essentielles. Ses fonctions de mesurage de parcelles ont été validées par un cabinet d'expertise en topographie, intervenant comme conseil auprès du Joint Research Center à Ispra (the Italy's Institute for Environmental Protection and Research) pour la Commission européenne. ArpentGIS est utilisé comme outil de contrôle des surfaces agricoles dans le cadre de la PAC (politique agricole commune) dans plusieurs pays européens, en France par l'Agence de services et de paiement (ASP). D'autres organismes de contrôle, tels que les services des Douanes ou encore France Agrimer, utilisent aussi ArpentGIS. Pour chaque parcelle contrôlée, un calcul des précisions absolues et relatives des surfaces est effectué. Pour la récupération des données du capteur GNSS, ArpentGIS peut utiliser le protocole standardisé NMEA (National Marine Electronics Association) tout comme le protocole propriétaire Trimble TSIP. Dans ce dernier cas, l'utilisateur connaît à tout moment sa précision temps réel (avec ou sans correction différentielle) et la précision qui sera obtenue à l'issue du post-traitement. Un fichier des mesures GNSS brutes est alors généré de manière transparente pour l'utilisateur, permettant sa correction différentielle ultérieure. ArpentGIS est capable de se connecter aux détecteurs Radiodétection pour la cartographie des réseaux enterrés conducteurs (électricité, télécommunications, gaz (si conduite acier, fonte), non conducteurs (à l'aide d'une sonde ou d'une aiguille détectable) ou de « boules marqueuses ». La solution ArpentGIS est livrée avec un logiciel bureautique baptisé ArpentGIS-Expert. Ce logiciel permet de concevoir le formulaire de saisie, de transférer les fichiers depuis/vers le récepteur GNSS, de consulter les fichiers terrain, d'ouvrir des arrière-plans aux formats raster ou vecteur (dont la base de données libre OpenStreetMap), et d'exporter les fichiers de mesures dans de nombreux formats : SIG, DAO, ASCII et Google Earth. ArpentGIS-Expert permet également de consulter la qualité des observations GNSS, de synchroniser les mesures post-traitées et d'effectuer certains travaux d'édition et d'impression de levés cartographiques.

Le choix d'une solution GNSS dépend beaucoup de l'utilisation recherchée. Après le choix du matériel et de la précision (solution post-traitement, RTK, DGPS) vient celui du logiciel de saisie le plus adapté au besoin de l'utilisateur et de son profil (administrateur SIG, arpenteur, exploitant, etc.). La gamme Trimble Mapping & SIG est très fournie dans ce domaine. Chaque utilisateur pourra trouver un logiciel à sa convenance, que ce soit en privilégiant la simplicité ou la richesse fonctionnelle.

Conclusion

A travers la présentation d'une large gamme d'outils Trimble présentés par deux fournisseurs, Geomesure et D3E Electronique, nous pouvons constater que le choix d'un outil d'arpentage se réfléchit selon plusieurs critères à mettre en adéquation avec les besoins de l'utilisateur : la précision (du mètre au centimètre), la nature du terrain (milieu forestier, urbain, milieu ouvert, etc.), le mode de correction (avec ou sans correction différentielle, en temps réel, en post-traitement), l'ergonomie et les fonctionnalités du logiciel disponibles directement sur le terrain (simple saisie de points ou fonctionnalités SIG embarquées).