

Les concepts de base des SIG nomades

Renaud Lahaye¹, Sylvie Ladet²

Résumé. Dans le domaine de la géomatique on assiste actuellement à une véritable révolution au niveau de la production des données avec l'apparition de nombreuses « Big Data ». Cette révolution est directement liée aux évolutions matérielles et technologiques qui permettent d'embarquer un logiciel SIG (système d'information géographique) sur un smartphone ou une tablette, de saisir une multitude d'informations géolocalisées qui seront directement stockées dans des serveurs via une connexion Internet. Théoriquement un chercheur peut maintenant voir en temps réel les données relevées sur un domaine expérimental. Du côté de l'utilisateur sur le terrain il peut visualiser plusieurs couches géographiques sur sa tablette et saisir des informations descriptives ou vectorielles avec les options de navigation sur les données d'un SIG couplées aux fonctionnalités du géonavigateur qui facilitent sa prise de relevés. Ces SIG nomades sont avant tout des SIG qui doivent répondre aux contraintes liées à la mobilité. Les concepts clés déterminant la fonctionnalité de votre SIG nomade sont principalement l'accessibilité (communication entre les appareils mobiles, à la base de données depuis le mobile ou depuis le bureau), la synchronisation (mise à jour des mêmes données par plusieurs personnes sur le terrain, sauvegardes) et l'interopérabilité (communication / exploitation entre différents SIG). Ces concepts seront illustrés à partir de deux exemples : un exemple simple où une personne fait ses propres relevés et un exemple plus complexe où plusieurs personnes travaillent sur la même donnée (un agent sur le terrain avec QGIS en mode mobile, données stockées dans PostgreSQL avec l'extension PostGIS et hébergées dans alwaysdata.com, et un utilisateur dans son bureau observant l'avancée des relevés en direct sur ArcMap).

Mots clés : géolocalisation, accessibilité, synchronisation, interopérabilité, nomadisme

Introduction

Les SIG (systèmes d'information géographique) nomades (appelés aussi SIG mobiles) appartiennent à la famille des outils de la mobilité ou du nomadisme. Ils reprennent les principaux concepts des SIG dits « bureautiques » auxquels viennent s'ajouter des concepts propres à la mobilité comme l'accessibilité. En parallèle à la suspension du brouillage du signal GPS début 2000, de nouveaux terminaux ont été commercialisés, de plus en plus performants, accompagnés de nouvelles fonctionnalités et destinés au fil des ans à un public qui s'élargit. On assiste ainsi à l'heure actuelle à une véritable démocratisation de la mobilité et de la géolocalisation : l'opérateur peut maintenant utiliser des informations géographiques sur le terrain, informations qu'il peut consulter et éditer grâce à un matériel informatique léger, puissant et performant, couplé à des dispositifs de géolocalisation et d'accès à des serveurs de données distants. Cette démocratisation s'accompagne d'une simplification de la disponibilité à la donnée pour le monde de la Recherche via la mise en place de licences enseignement-recherche (Bernier *et al.*, 2014) permettant un accès gratuit au RGE (référentiel à grande échelle) de l'IGN. Il en va de même pour tout citoyen dans la vie de tous les jours avec la libération croissante de la donnée (par exemple à Toulouse via le portail <http://data.toulouse-metropole.fr/les-donnees>). Les matériels informatiques mobiles permettant d'exploiter cette donnée sur le terrain évoluent également avec l'utilisation croissante des tablettes tactiles et des smartphones.

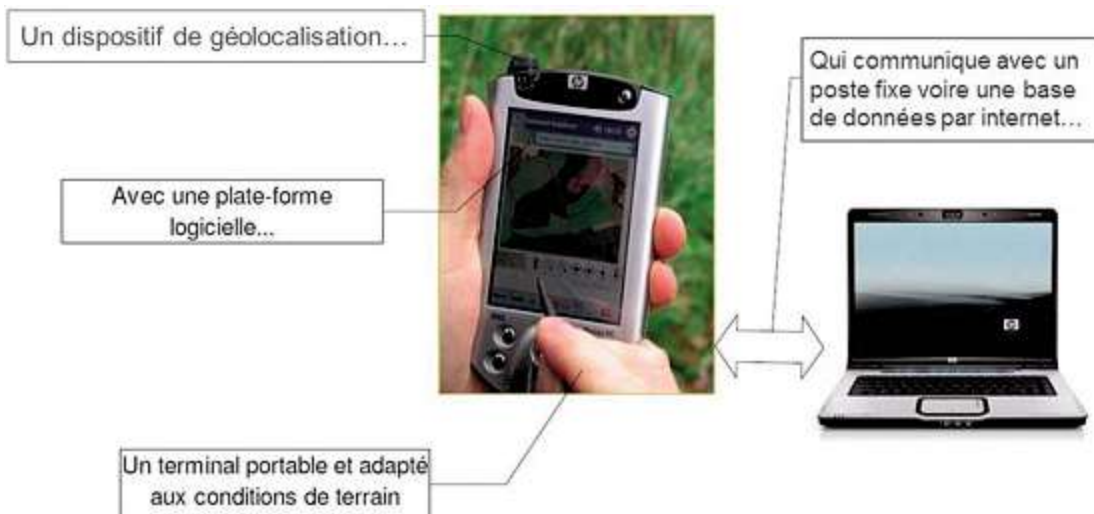
L'utilisation des SIG sur le terrain devient ainsi accessible, permettant l'élargissement des domaines d'applications : consultation de données, saisie ou mise à jour d'informations géolocalisées relevées sur le terrain grâce au couplage avec un matériel de positionnement. Il est possible de synchroniser les modifications avec des bases de données distantes (Quinquenel, 2010). A l'heure actuelle les informations spatiales sont encore couramment embarquées et éditées sur le terrain en utilisant des cartes papier du type atlas cartographiques. Les informations recueillies sur le terrain sont alors reportées par des notes manuscrites saisies dans le SIG bureautique de retour au bureau. Cette série de manipulations est fastidieuse et génératrice d'erreurs : préparation des cartes papiers et mauvais calage des données, impression et perte de l'échelle, perte des prises de note papier, hétérogénéité des informations relevées, possibilité de perte de données lors du transfert « papier » vers SIG, etc.

1 Institut de Développement de la Géomatique (IDGEO), 42 Avenue du Général de Croutte, 31100 Toulouse, France ; renaud.lahaye@idgeo.fr
2 INRA, UMR DYNAFOR 1201, 24 Chemin de Borde Rouge, Auzeville, CS 52627, F- 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France

Depuis quelques années, les professionnels de la géomatique constatent une recrudescence du besoin de mettre en place des SIG nomades pour géolocaliser rapidement, efficacement et simplement des éléments patrimoniaux (d'intérêt et suivis régulièrement) en vue de mettre en place des dispositifs de gestion de ces patrimoines. Un exemple qui *a priori* peut sembler sans importance : le géoréférencement des lampadaires d'une ville apporte de nombreuses améliorations : économiser l'énergie, gérer les dysfonctionnements, adapter le réseau électrique, identifier des zones mal éclairées, etc. Du côté de l'INRA, les géomaticiens constatent que l'offre en SIG nomade a précédé la demande, créant des besoins nouveaux et justifiant le développement et l'usage de ces SIG nomades. Les SIG mobiles peuvent effectivement permettre des prises de notes complètes et uniformes d'un agent à l'autre, prises de notes que va faciliter un applicatif informatique. Comme le souligne Quinquenel (2010), le nomadisme du SIG implique différentes contraintes à prendre en compte lors de l'analyse et la définition du besoin :

- ✓ **les limitations techniques de l'appareil utilisé** : taille de l'affichage, tactilité de l'écran, mémoire disponible, système d'exploitation, résistance aux conditions de terrain, qualité du calcul de la géolocalisation, connectique et communication ;
- ✓ **le positionnement** : qualité de la réception satellitaire, bonne pratique, possibilité de corriger la précision des données en différé ou en temps réel ;
- ✓ **la mobilité** : toute solution matérielle utilisée doit être facilement transportable, la notion d'ergonomie prenant ici tout son sens ;
- ✓ **l'interopérabilité** : données en entrée et en sortie doivent être utilisables d'une application à l'autre ;
- ✓ **la personnalisation et l'automatisation des outils et applications** permettant une meilleure appropriation de l'outil par les utilisateurs.

La **Figure 1** résume les principales fonctions recherchées dans un outil nomade pour notre utilisation.



*Figure 1. Particularités d'un outil nomade
(adapté de Giaume, 2009 cité par Prud'homme, 2011 ; photo : M. Giaume)*

Description du matériel et/ou méthodes

Un SIG nomade intègre plusieurs technologies et compétences

Utiliser ou développer un SIG mobile sur un projet spécifique requiert au minimum la maîtrise des concepts de base des SIG (Bernier *et al.*, 2014) et des principes de la géolocalisation par GPS (Lahaye et Ladet., 2014a). Des compétences complémentaires en informatique et en bases de données vous permettront de personnaliser votre SIG nomade, de paramétrer un serveur de bases de données distant et de répondre aux éventuels problèmes de connexions entre appareils (radio, téléphone, bluetooth, Internet, etc).



Les concepts clés déterminant la fonctionnalité de votre SIG mobile

Les SIG nomades sont avant tout des SIG à part entière qui doivent répondre aux contraintes liées à la mobilité. Les concepts clés déterminant la fonctionnalité de votre SIG nomade sont principalement :

- ✓ **les matériels utilisés** : tablettes, smartphones (ou ordiphones en français) ou PC durci ont des performances différentes dépendant principalement de la mémoire, de la puissance des processeurs et du système d'exploitation. L'ergonomie de votre matériel déterminera le niveau de mobilité de votre dispositif : un PC portable sera pratique et puissant pour des dispositifs embarqués dans des véhicules mais limitera les déplacements pédestres par exemple. Le système d'exploitation de votre matériel (Windows Mobile, Android, iOS, etc) limitera votre choix parmi les logiciels de SIG nomade disponibles. Le choix de votre matériel devra également répondre aux contraintes budgétaires et de terrain ;
- ✓ **l'accessibilité** : il s'agit ici de prendre en compte le besoin d'accéder à des bases de données distantes, à des flux de données Internet, de communiquer avec d'autres appareils mobiles voire d'autres appareils informatiques fixes. Selon le niveau de précision de géolocalisation souhaitée, il peut être nécessaire de communiquer avec des stations permanentes pour faire de la correction différentielle (Lahaye et Ladet, 2014b). Connexion Internet, téléphone, bluetooth, réception d'ondes radio, autant de moyens de communication que vous devrez considérer dans le choix de votre matériel et la mise en place de votre SIG nomade. Quant à l'accessibilité les questions suivantes doivent être posées :
 - quid de la connexion Internet, téléphone, radio ?
 - a-t-on besoin d'un accès à une station GPS de référence pour faire de la correction différentielle (Lahaye et Ladet, 2014b) ?
 - accès à des données distantes ? Nécessité d'une connexion Internet ?
 - contraintes de terrain : quelles couvertures réseaux (téléphone, Internet, stations GPS) ? Possibilité de rencontrer des problèmes d'interférences avec d'autres sources émettrices ? (on rencontre par exemple ce problème à l'Unité expérimentale de l'INRA de Toulouse les jours où le trafic aéronautique est important) ;
- ✓ **la synchronisation des données et le nombre d'utilisateurs** : partons du cas le plus simple : une personne travaille sur la mise à jour d'un jeu de données de type « fichier » (exemple du « shape »). Le jeu de données peut être embarqué sur le terrain et la personne responsable de l'édition de cette donnée sera à même de gérer les mises à jour. Généralement la donnée est dupliquée, une copie est embarquée sur le terrain et mise à jour, cette copie modifiée écrasera la donnée source. Si la donnée est stockée dans une base de données (géodatabases d'ESRI par exemple) il existe des outils qui permettent de gérer les répliquats des données de manière à garder un historique des modifications. D'autres outils facilitent l'accès à distance à cette donnée. Quand c'est le cas, la perte de l'accès à distance à la donnée une fois sur le terrain peut être résolue par une méthode de travail en mode « non connecté ». L'opération peut se compliquer si plusieurs personnes mettent à jour le même jeu de données simultanément. Dans ce cas le SIG mobile devra utiliser des données stockées dans un système de gestion de bases de données relationnelles multi-utilisateurs (PostgreSQL + PostGIS par exemple) accessible à distance (notions de serveurs et d'hébergement). Cette infrastructure permettra de synchroniser les modifications effectuées sur le terrain avec la donnée source. Il est important ici de définir un protocole d'échange / transfert des données entre les personnes de terrain et le responsable SIG, ces personnes étant le plus souvent différentes ;
- ✓ **l'interopérabilité** : il s'agit ici de la notion de communication entre les différents outils SIG utilisés (bureautique versus mobile). Cette communication est facilitée par l'utilisation de formats de données standards reconnus par l'OGC (Open Geospatial Consortium). Comme pour un SIG bureautique, il faut s'assurer de la compatibilité des logiciels choisis. La plupart des éditeurs de logiciels de SIG bureautiques ont également développé un logiciel mobile. ESRI qui a développé la suite ArcGIS for Desktop a également développé plusieurs applications mobiles regroupées sous l'appellation ArcGIS for Mobile. On y retrouve l'une des premières solutions de SIG mobiles « ArcPAD ». Parmi les logiciels libres, le projet QGIS comprend la solution bureautique « QGIS Desktop » et également une version mobile « QGIS Mobile » installable sur une plateforme Android ;

- ✓ **la personnalisation (outils et formulaires)** : il est important de pouvoir adapter un SIG mobile au projet dans lequel il est utilisé. Les fonctionnalités du SIG nomade dépendent directement du projet. Plus le SIG embarqué sera allégé des fonctionnalités inutiles, plus l'outil sera ergonomique avec un minimum de menus et de boutons et un maximum de place pour l'interface cartographique. La possibilité de pouvoir créer des formulaires de saisie est également une fonctionnalité importante du SIG nomade. Les formulaires de saisie, combinés à l'utilisation de listes de valeurs prédéfinies, de seuils de valeurs minimales et maximales, d'outils de sélection de dates sur des calendriers, permettront de limiter les erreurs de saisie et surtout d'homogénéiser les données ainsi créées. En ce sens l'application ArcGIS for Windows Mobile est intéressante car combinée aux fonctionnalités des géodatabases, elle permet de développer des interfaces très ergonomiques en sélectionnant les tâches présentes dans l'interface (collecter, identifier, rechercher) et en permettant la personnalisation des formulaires de saisie simplement ;
- ✓ **la précision de la géolocalisation** : si l'opérateur souhaite une précision métrique voire inframétrique lors de la géolocalisation d'éléments sur le terrain, le couplage logiciel SIG nomade + dispositif de géolocalisation GPS classique devra également intégrer une application permettant de corriger le positionnement (principe du DGPS, Lahaye et Ladet, 2014b). Les éditeurs de solutions de géolocalisation comme Trimble proposent des applications comme le PathFinder permettant de corriger la géolocalisation en temps réel. Ce point est loin d'être négligeable dans le coût global et la précision du dispositif.

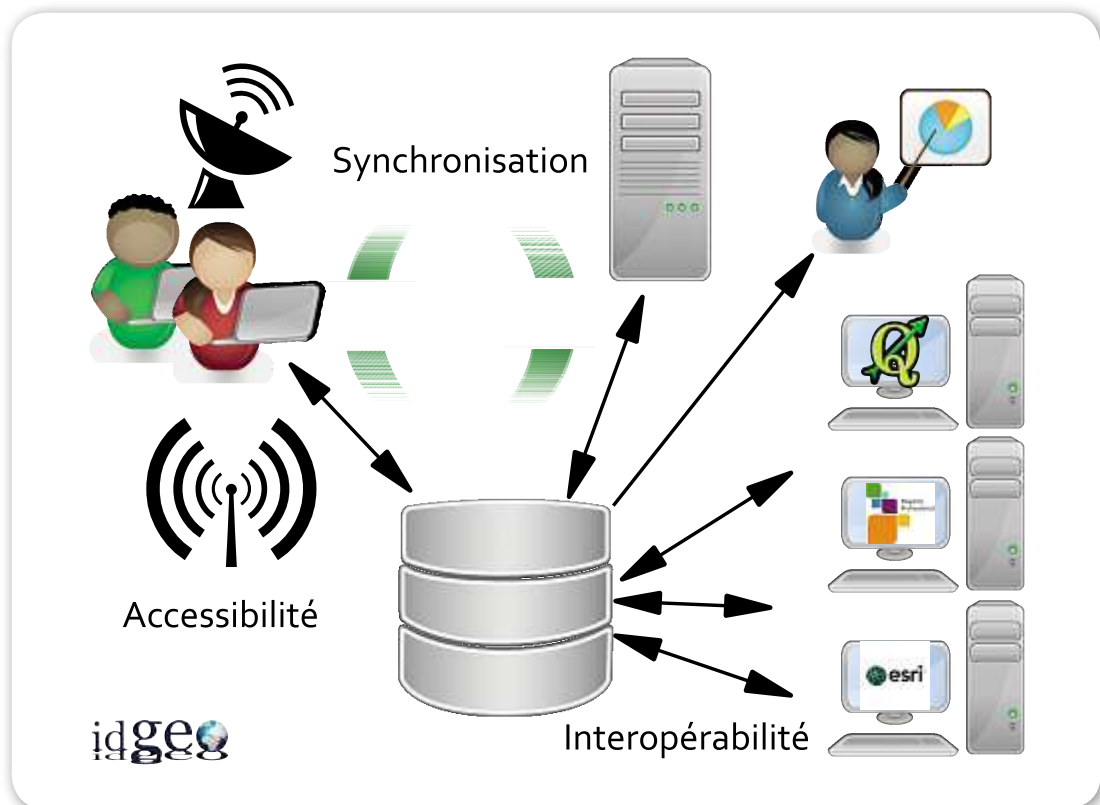


Figure 2. Concepts clés des SIG mobiles : accessibilité, interopérabilité et synchronisation.



Précautions éventuelles

Nous pouvons lister ici quelques précautions d'usage à prendre en compte quand on se lance dans le déploiement d'un SIG nomade. Le dispositif SIG mobile est constitué de modules spécifiques à des besoins techniques, ce qui le rend en principe adaptable à toute problématique. L'élément central n'est pas uniquement le logiciel mais plutôt le couple logiciel/opérateur et ses compétences. Il est effectivement nécessaire d'avoir la compétence technique d'un utilisateur averti lorsque surviennent des problèmes logiciels ou matériels, ainsi qu'une bonne connaissance de la technologie GPS et de ses aléas. Il ne faut pas hésiter à solliciter une communauté d'utilisateurs via l'inscription à un forum (par exemple ArcOrama mobilité d'ESRI). Rappelez-vous, en mode déconnecté, qu'il est possible de perdre tout son travail et ses données au retour d'une journée du terrain si l'appareil mobile chute. Une politique de sauvegarde quotidienne est impérative pour limiter ces risques. Le port USB ou les cartes SD intégrées présents généralement sur ces appareils mobiles permettent de stocker les fichiers mis à jour. Et enfin, dans le choix des briques de son système mobile, il est nécessaire de bien identifier les besoins et les contraintes : couverture réseau du terrain, nombre d'utilisateurs, précision recherchée, etc., pour élaborer une solution adaptée.

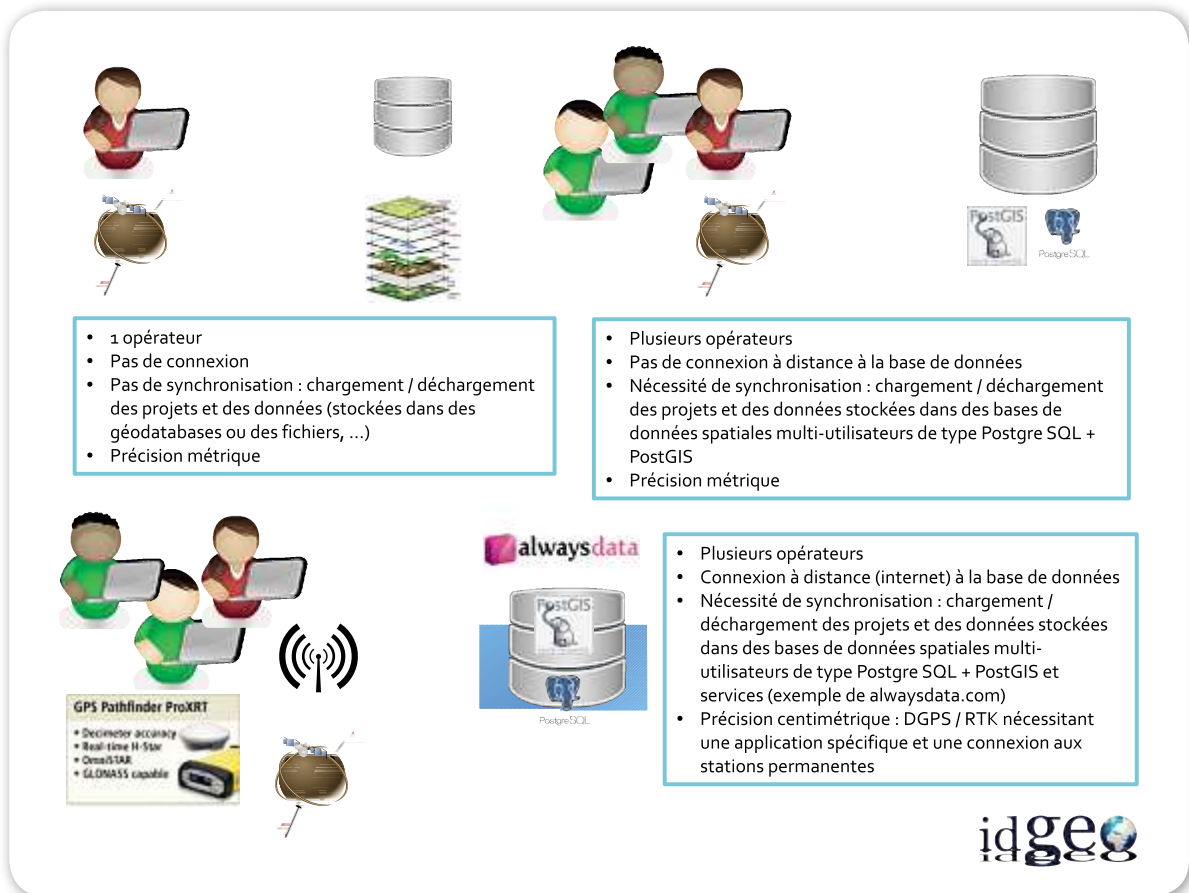


Figure 3. Schématisation des différences entre usage unique versus usage multiple.

Résultats : exemples d'applications

Exemple n°1 d'utilisation dans l'UMR DYNAFOR de Toulouse (Figure 4) :

Appli_ROS2013nomade_DYNAFOR : application nomade permettant de faciliter et de fluidifier la saisie de données de relevé des occupations des sols en été des parcelles agricoles de notre site d'étude à long terme dans les Coteaux de Gascogne.

Spécifications :

- un utilisateur débutant en SIG sur une opération de terrain, annualisée, bien documentée par une fiche qualité ;
- un PC durci avec connexion Bluetooth avec récepteur GPS, système d'exploitation Windows, équipement durci, écran amovible, stylet tactile, autonomie de 2 jours sans recharge ;
- choix de la plateforme logicielle : ArcGis for Mobile lié au SIG bureautique ArcGis for Desktop ;
- pas de connexion Internet sur le terrain pour accéder aux données ;
- pas de synchronisation : écrasement des fichiers sources.

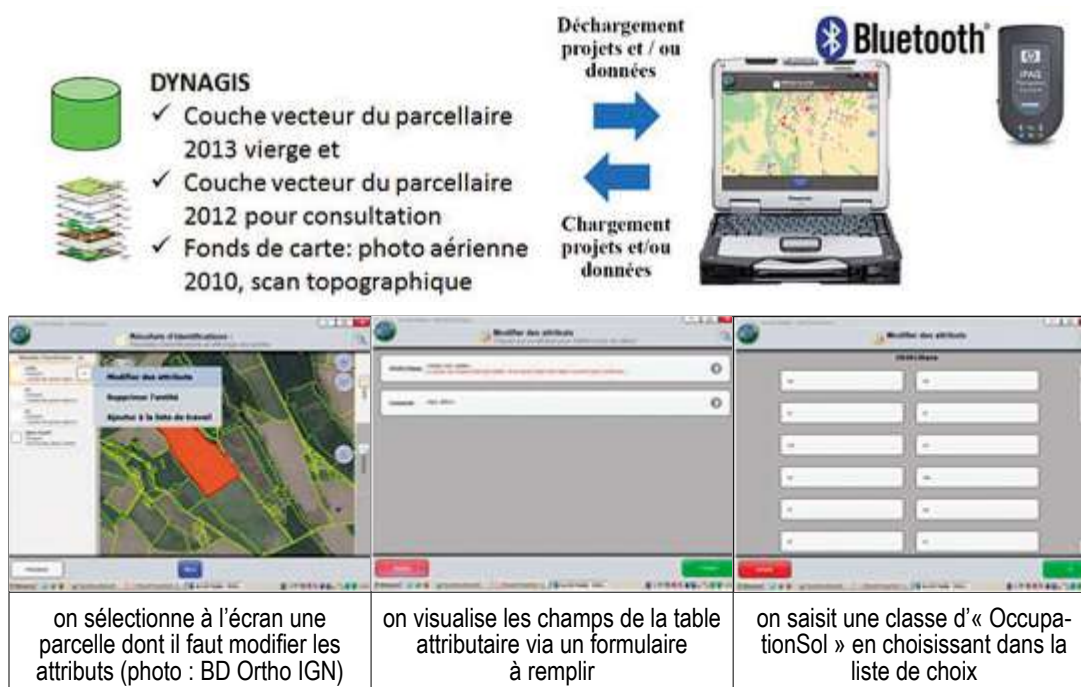


Figure 4. Illustration, en haut, la chaîne de production de l'application Appli_ROS2013nomade_DYNAFOR avec à gauche l'extrait de la base de données géographique du SIG bureautique et à droite la configuration matérielle choisie du SIG nomade. En bas, illustration par trois captures d'écran d'un exemple de collecte d'attributs sur une parcelle existante.

Retour d'expérience : cette application est simple d'utilisation, intuitive et adaptée à l'opération de recherche définie par DYNAFOR (import de la nomenclature spécifique des classes d'occupations des sols et de la symbologie associée). Elle apporte des avantages tels que la consultation de cartes ou photos aériennes, des données antérieures ou encore offre la possibilité d'enregistrer des commentaires libres. Enfin, la synchronisation entre l'appareil nomade et la base de données géographique, DYNAGIS, est simple mais fiable de retour au bureau. Néanmoins la taille et la luminosité de l'écran du matériel choisi sont insuffisantes pour une lecture aisée en temps ensoleillé et la fonction de navigation zoom n'est pas fluide. Ainsi à DYNAFOR cette technologie ne s'est pas encore substituée à la technique traditionnelle de collecte (atlas cartographique) souvent utile en complément.



Exemple n°2 : exemple théorique où l'objectif est de montrer qu'avec une infrastructure simple il est possible de visualiser en direct au bureau des mises à jour réalisées sur le terrain (Figure 5).



Figure 5. Infrastructure d'un SIG nomade permettant l'édition multi-utilisateur sur le terrain et la visualisation des modifications en direct au bureau.

Cet exemple s'appuie sur l'expérience professionnelle d'IDGEO qui a été amené à former des utilisateurs sur la mise en place d'une infrastructure SIG mobile permettant de visualiser en temps réel au bureau des mises à jour effectuées sur le terrain. Le matériel mobile est équipé de QGIS Mobile et d'un simple GPS (QGIS est capable de lire les informations de géolocalisation d'un GPS pouvant communiquer en mode NMEA). La donnée est stockée dans une base de données PostgreSQL à laquelle a été ajouté le cartouche spatiale PostGIS. Cette base est hébergée par Alwaysdata.com, l'ensemble permettant à un ou plusieurs agents de mettre à jour la même donnée en même temps (via une connexion Internet). Au bureau, en se connectant à la même base de données, il est possible de visualiser les modifications de la donnée en temps quasi réel. L'infrastructure est schématisée par la **Figure 5**. Une démonstration vidéo est disponible à l'adresse suivante : http://idgeo.fr/inra/demos/Synchronization_&_interoperability.swf

Conclusions et perspectives

La mobilité est en pleine évolution. S'il y a trois ans la démarche aurait pu faire sourire, aujourd'hui, force est de constater que la rapidité des nouveaux développements sur ce segment et le doublement des capacités et de la puissance de chaque nouvelle génération d'appareils laissent augurer de réelles perspectives professionnelles. Sur le terrain, on peut désormais accéder à l'information disponible habituellement sur un SIG bureautique (référentiels, bases de données métiers, interventions effectuées, etc.) ; il est également possible de contrôler et de la mettre à jour. Au bureau, on dispose ainsi de la réalité terrain et on peut la partager avec plus de dynamisme.

On parle alors d'outils informatiques de terrain avec une utilisation d'informations géographiques combinée à un dispositif de positionnement. C'est grâce aux partages d'expériences menées à l'INRA dans des contextes et avec des choix de chaînes de production différents que nous améliorerons nos connaissances et nos pratiques sur ces outils du nomadisme.

Références bibliographiques

Bernier S, Duthoit S, Ladet S, Baudet D (2014) Les concepts de base des systèmes d'informations géographiques (SIG) : les données et les fonctions générales. *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, N° spécial GéoExpé pp. 19-26.

Lahaye R, Ladet S (2014a) Les concepts de base des SIG nomades. *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, N° spécial GéoExpé pp. 28-35.

Lahaye R, Ladet S (2014b) Les réseaux de correction différentielle. *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, N° spécial GéoExpé pp. 36-43.

Prud'homme O (2011) Lancement de la démarche outils nomades au Parc national du Mercantour. Rapport SILAT, 60 p.

Quinquenel H (2010) Les SIG nomades, Edition 1.1.1 IGN France-ENSG, Support de cours 1.1.1., 45 p.

