



LES OUTILS CARTOGRAPHIQUES OPEN SOURCE AU SERVICE DE LA GESTION DES FORÊTS ET DES MILIEUX NATURELS

FRANÇOIS FOURNEAU – STÉPHANIE BONNET
FRANÇOIS TOROMANOFF – PHILIPPE LEJEUNE

Les Systèmes d'Information Géographiques (SIG) occupent une place de plus en plus importante dans la boîte à outils des gestionnaires de forêts et de milieux naturels. Malheureusement, le pas vers l'utilisation de cet outil n'est pas toujours évident à franchir et le choix d'un logiciel adapté à ses besoins et à ses moyens financiers peut s'avérer complexe.

Cet article présente un logiciel cartographique libre d'accès (open source) performant et pouvant constituer un choix intéressant pour de nombreux profils d'utilisateurs impliqués dans la gestion des ressources naturelles.

L'évolution des outils informatiques a considérablement bouleversé les modes de gestion depuis quelques dizaines d'années, tous domaines confondus. Pour le gestionnaire de forêts ou de milieux naturels, cette évolution se marque très clairement dans l'avènement de la cartographie informatisée. Cette technologie, apparue dans les années '80, permet d'acquérir et d'exploiter des données à caractère géographique, ouvrant de ce fait la porte à une multitude d'applications. En effet, l'utilisation de la cartographie en gestion des ressources naturelles peut s'envisager à de nombreux niveaux : support au parcellaire de gestion, analyses diverses (essences, sol, relief...), communication (publication de cartes à thèmes)

ou encore planification des travaux ou des opérations de récolte.

Parallèlement à l'évolution des outils de cartographie informatisée, on constate une augmentation de la disponibilité des données cartographiques pour le grand public. L'exemple le plus connu est le logiciel *Google Earth* qui permet de visualiser et d'exploiter des photographies aériennes couvrant l'ensemble des terres émergées du globe. L'évolution est telle que la cartographie informatisée est appelée à faire partie intégrante de la boîte à outils du gestionnaire forestier.

Dans ce contexte, quelques logiciels cartographiques commerciaux dominent le marché, les deux principaux étant *ArcGis* et *MapInfo*. Ces logiciels sont performants mais peuvent présenter de sérieux inconvénients. Premièrement, le coût des licences (entre 2000 et 10000 euros selon les versions) peut constituer un frein pour les petites structures. En outre, leur utilisation peut s'avérer complexe pour un opérateur débutant. Enfin, la plupart d'entre eux ne peuvent supporter qu'un nombre limité de formats de données (problème des formats propriétaires). Ces logiciels commerciaux ne constituent donc pas toujours les solutions les plus adaptées pour certains profils d'utilisateurs.

Des solutions alternatives existent et peuvent s'avérer intéressantes dans certaines conditions. En effet, depuis une dizaine d'années, on assiste à l'apparition de logiciels SIG dits « open source » ou libres. Il s'agit de logiciels développés par des communautés d'utilisateurs. Ils sont caractérisés par une mise à disposition gratuite mais également par un code source libre d'accès. À l'heure actuelle, certains de ces

logiciels open source sont très aboutis et fonctionnels. Ils peuvent constituer de ce fait une alternative très intéressante aux logiciels commerciaux. C'est le cas de *Quantum GIS (QGIS)*, qui nous paraît être le plus performant de ces logiciels dans le domaine des SIG. Cet article a pour objectif de présenter les possibilités d'utilisation d'un tel logiciel pour quiconque souhaite intégrer la cartographie informatisée dans ses activités de gestion.

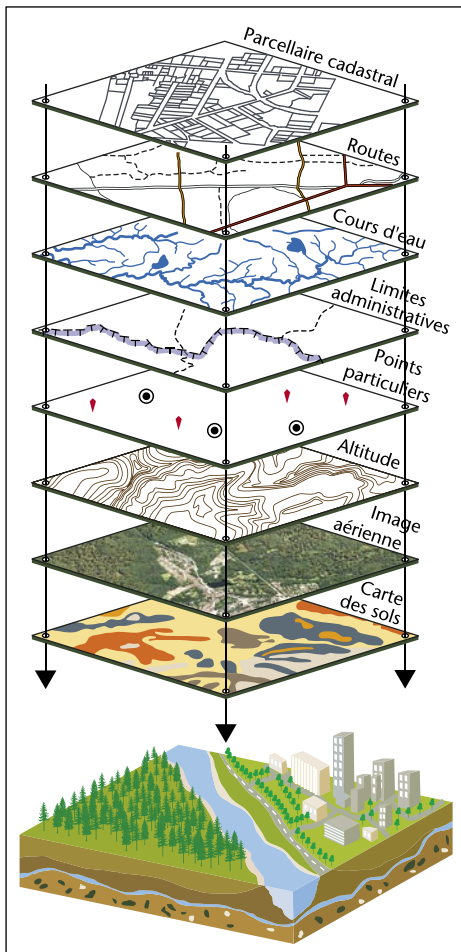
QUELQUES CONCEPTS DE BASES

Avant d'aller plus en avant, il est utile de rappeler quelques concepts de base nécessaires à la bonne compréhension de la suite de cet article. Un système d'information géographique (SIG) peut être défini comme un système informatique conçu pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.

La notion de système implique l'interaction entre différents composants. Ainsi, un SIG est composé au minimum de trois éléments. Le premier est le matériel informatique, assimilé à l'outil de calcul. Il s'agit la plupart du temps d'un ordinateur de bureau classique. Le matériel informatique est toujours couplé à un logiciel qui va permettre de réaliser les opérations souhaitées à l'aide d'une interface graphique. C'est à cette composante que l'on fait référence en évoquant les termes « logiciel SIG ». Ces deux éléments constituent l'outil de travail qui va permettre l'acquisition et le traitement des données cartographiques, qui constituent le troisième composant d'un SIG de base.

Les types de couches cartographiques et leurs caractéristiques

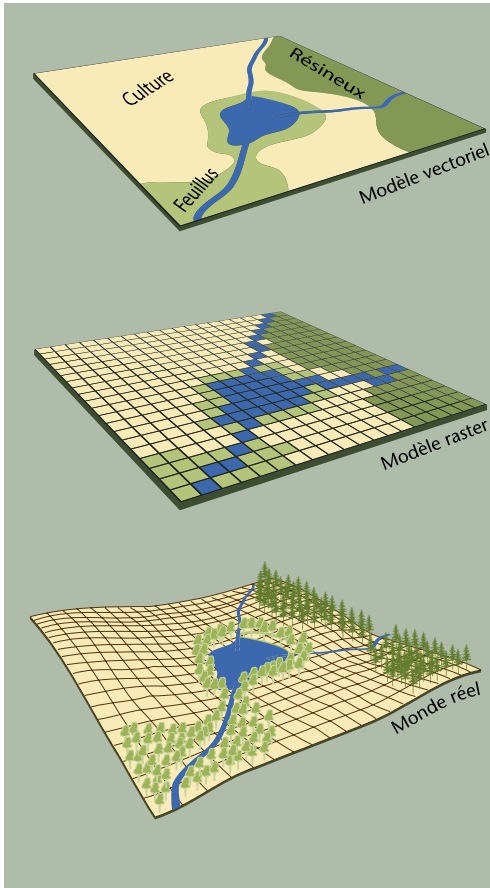
Les données cartographiques sont organisées en couches que l'on superpose au sein d'un même projet cartographique. À titre d'exemple, une couche représentant la limite des parcelles sera superposée avec une photographie aérienne et éventuellement une carte des sols. Cet empilement de couches constitue un seul et même projet cartographique, tel que schématisé dans la figure 1.



Ces couches répondent à deux modes de représentation : le vectoriel et le raster. Les couches vectorielles sont généralement utilisées pour représenter des entités alors que les couches raster (ou images) sont utilisées pour représenter des phénomènes à variation continue (le relief par exemple) ou des images acquises par voie aérienne ou satellitaire. Ces deux types de représentation sont détaillées dans l'encart ci-contre.

Un deuxième point sur lequel il convient d'être attentif est le système de projection associé à une couche cartographique. En effet, et quel que soit le modèle utilisé, il est primordial que chaque élément d'une carte soit clairement localisé à la surface du globe. C'est pour cette raison qu'une couche cartographique doit obligatoirement être associée à un système de coordonnées de référence. Il peut s'agir d'un système géographique localisant l'endroit selon sa latitude et sa longitude. Les coordonnées sont alors exprimées en degrés-minutes-secondes. Le système de référence peut également être un système projeté, résultant d'une projection des coordonnées géographiques sur un repère cartésien (axes X et Y). Les coordonnées sont dans ce cas exprimées en mètres. Une mauvaise gestion de ces systèmes de coordonnées entraîne des erreurs de superposition ou de déformation des couches, ce qui les rend inutilisables au sein

Figure 1 – Représentation schématique d'un projet cartographique. La superposition de couches de natures différentes permet de croiser les informations. Ceci permet par exemple de visualiser la nature et les limites des parcelles sur une photographie aérienne, ou encore de déterminer le ou les types de sols présents sur une parcelle déterminée.



Le modèle vectoriel représente les objets sous la forme de points, de lignes et de polygones dont les coordonnées sont connues. À chacun de ces objets peut être associée une série de caractéristiques ou d'attributs. À titre d'exemple, une route peut être représentée vectoriellement par une ligne dont les attributs sont le type de revêtement, la largeur, etc. L'utilisation de ce modèle est recommandée pour représenter des objets discontinus. C'est le modèle le plus utilisé dans les applications courantes.

Le modèle raster, pour sa part, fonctionne au départ d'une grille constituée de cellules carrées (les pixels). Chaque pixel reçoit une valeur, permettant de représenter un phénomène continu. À titre d'exemple, le relief est souvent représenté sous la forme d'une couche raster. Dans ce cas, chaque pixel reçoit une valeur égale à l'altitude du lieu couvert par le pixel. La taille des pixels conditionne le degré de finesse avec lequel l'information est présentée. Elle peut varier de quelques dizaines de centimètres à plusieurs centaines de mètres suivant le niveau de précision et l'ampleur géographique du projet. Une image est également une couche raster où chaque pixel se voit attribuer une valeur traduisant la couleur des objets présents au sol lors de la prise de vue.

d'un même projet. C'est pourquoi un bon logiciel SIG doit intégrer un module spécifique permettant de gérer efficacement cet aspect.

Enfin, il existe une multitude de formats d'enregistrement pour les données cartographiques, qu'elles soient vectorielles ou raster. Le plus utilisé au niveau vectoriel est le format *shapefile* développé par la firme ESRI et qui est lisible par la plupart des logiciels SIG. Au niveau raster, les formats couramment utilisés sont le *jpg*, le *tif* ou encore le *bmp*. Il est à noter que certains formats ne sont lisibles que par le logiciel associé.

QGIS, UN LOGICIEL OPEN SOURCE AUX MULTIPLES POTENTIALITÉS

Il existe de nombreux logiciels SIG open source et gratuits (freeware). On peut cependant admettre que le logiciel Quantum GIS (QGIS) se démarque nettement de ses concurrents, aussi bien au niveau de la richesse de ses fonctionnalités qu'en termes de nombre d'utilisateurs. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de lui accorder une importance particulière.

QGIS constitue un des principaux projets de la fondation OSGeo, dont l'objectif est

de soutenir le développement de logiciels open source dans le domaine de la cartographie informatisée. De plus, l'OSGeo veille à améliorer l'accessibilité de tels logiciels pour le grand public ainsi que de favoriser l'acquisition de données cartographiques librement téléchargeables. La première version de QGIS sous Windows date de 2004 et a été sans cesse améliorée. La version actuelle (QGIS 1.7 « Wrocław ») a été proposée au grand public en juillet 2011.

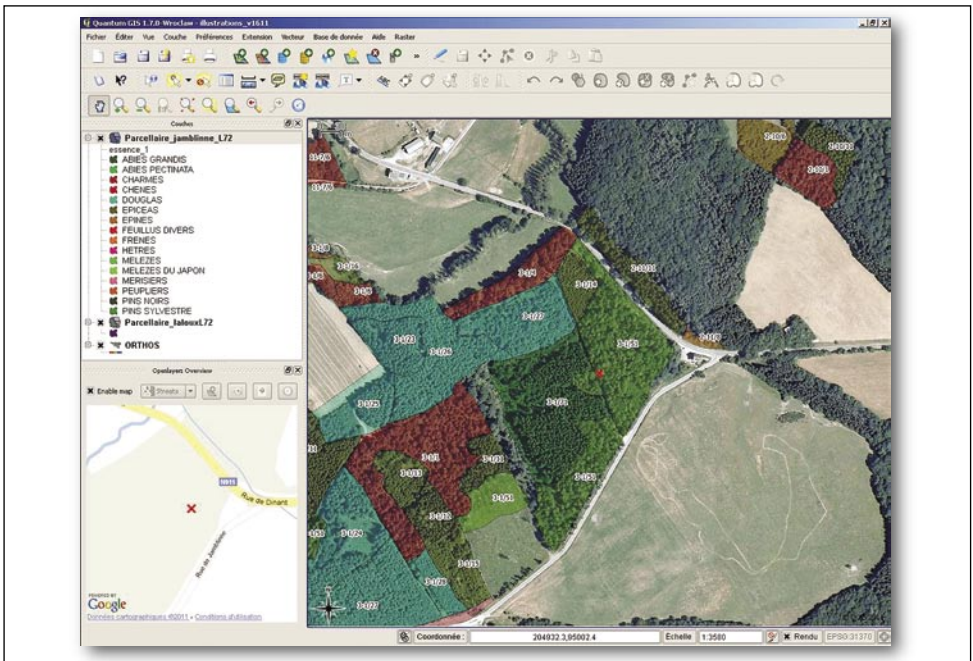
Une des particularités de QGIS est la possibilité d'améliorer les fonctionnalités de l'outil en téléchargeant des extensions qui viennent se greffer sur le module de base. Ces extensions sont développées afin de réaliser une tâche spécifique qui n'est pas

réalisable au moyen des outils présents dans la version de base. Certaines d'entre elles sont mises à disposition du grand public. Pour plus de facilité, un module de QGIS répertorie l'ensemble des extensions librement téléchargeables. Il est ainsi facile, en entrant quelques mots clés dans l'outil de recherche de ce module, de trouver une extension permettant de réaliser une opération bien précise.

QGIS, ses forces...

QGIS est un logiciel de qualité disposant de réels atouts pour le gestionnaire de ressources naturelles. Premièrement, toutes les opérations sont réalisées à l'aide d'une interface simple, intuitive et entièrement en français (choix parmi de nombreuses

Figure 2 – Copie d'écran d'un projet QGIS représentant un parcellaire forestier. La photographie aérienne provient du service WMS du service public de Wallonie. La fenêtre en bas à gauche affiche une carte issue de GoogleMap qui permet de localiser aisément les parcelles sur une carte routière. L'ensemble de ces données sont accessibles gratuitement.



langues disponibles). Un autre atout du logiciel est sa compatibilité avec de nombreux formats et plate-formes. Ainsi, QGIS fonctionne sous Windows, Mac OSX et Linux et est capable de prendre en charge la très grande majorité de formats de données cartographiques. Il s'agit d'un atout non négligeable lorsqu'on souhaite travailler avec des données susceptibles de provenir de différentes sources.

QGIS est également performant dans le domaine de l'acquisition ou la visualisation de données gratuites. Il intègre un module de *WebMapService* (WMS) qui permet le téléchargement de cartes géoréférencées à partir de serveurs de données cartographiques. À titre d'exemple, le WMS permet de se connecter au serveur du Service public de Wallonie afin d'afficher gratuitement une série de cartes à thèmes (photos aériennes, Modèle Numérique de Terrain...). La même solution technique permet d'afficher des données Google : image satellite issue de Google Earth, carte routière de type Google Map... Il est également possible d'afficher une de ces cartes dans une fenêtre secondaire de l'écran. Cette fonctionnalité (extension *Openlayers Overview*) est très pratique puisqu'elle permet à tout moment de se situer au sein d'une couche vectorielle dépourvue de références géographiques (parcellaire, carte des sols ou autres). Ces applications se limitent cependant à un simple affichage à l'écran. Cela signifie qu'il n'est pas possible de sauvegarder physiquement la couche cartographique sur son disque dur ni d'y réaliser des traitements particuliers.

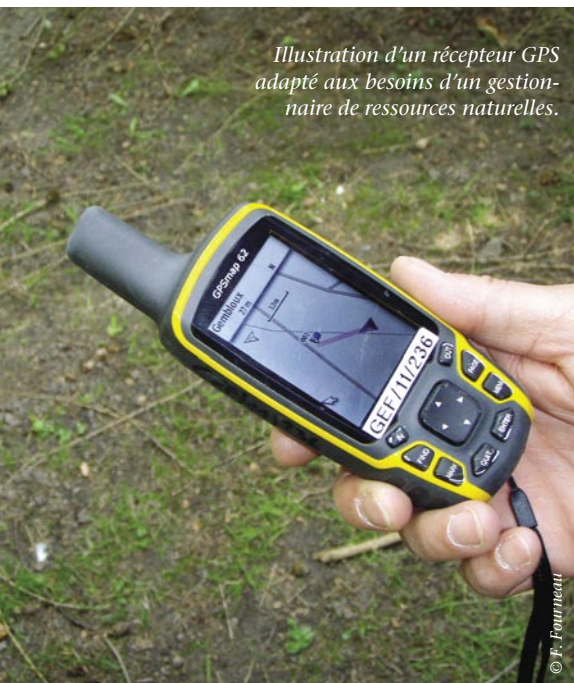
Ces opérations sont en revanche possibles en utilisant une autre solution proposée par QGIS. Une extension (*Google Layer*) permet d'importer ces mêmes données is-

sues de Google sous forme d'une couche raster. Ces couches peuvent ensuite être stockées sur le disque dur de l'utilisateur afin d'être intégrées dans un projet cartographique. Cette extension, malgré quelques inconvénients, permet donc une acquisition facile et gratuite de couches de fonds intéressantes. Cette liste est loin d'être exhaustive : il existe d'autres solutions techniques permettant la visualisation ou l'acquisition de données cartographiques gratuites dans QGIS.

En ce qui concerne l'analyse et le traitement des données, QGIS intègre une boîte à outils qui permet de réaliser la plupart des opérations de base sur les couches vectorielles. Il est donc possible de gérer la symbologie des couches (couleurs, transparence, étiquettes...) et le contenu des tables d'attributs, de réaliser des analyses diverses, d'utiliser des outils de sélection, de gérer les projections... Ces fonctionnalités sont tantôt disponibles directement dans le module de base, tantôt contenues dans des extensions à importer. De même, l'extension *GdalTools* regroupe les principaux outils spécifiques aux couches raster. QGIS possède donc une boîte à outils basique mais performante qui permet de réaliser la grande majorité des traitements susceptibles d'être utilisés dans le cadre d'un projet cartographique classique.

Une fois l'acquisition et le traitement des données réalisés, la mise en page de cartes destinées à l'impression est également une opération relativement aisée à mettre en oeuvre. Un module spécifique permet de composer une carte en y intégrant l'ensemble des éléments souhaités (barre d'échelle, légende, texte...). Cette carte peut ensuite être imprimée ou sauvegardée en tant que fichier (format *pdf*

Illustration d'un récepteur GPS adapté aux besoins d'un gestionnaire de ressources naturelles.



© F. Fourmeaut

ou image). Cet aspect est relativement important puisque la plupart du temps, un travail cartographique a pour objectif de produire des cartes « papier » (cartes de travail, campagne de communication...).

Dans le cadre d'une campagne de communication à plus large échelle, il est possible de créer et mettre en ligne des cartes interactives (*WebMapping*). QGIS intègre à cet effet les outils adaptés permettant de réaliser ce type de travail. À titre d'exemple, l'équipe du Parc Régional des Ballons des Vosges a utilisé QGIS pour développer une carte interactive dont le résultat est tout à fait remarquable*.

Enfin, un atout non négligeable de QGIS est sa facilité d'utilisation. L'interface en français est assez intuitive. De plus, le nombre raisonnable d'outils disponibles permet

d'éviter des confusions inutiles. En effet, certains logiciels commerciaux sont dotés d'une boîte à outils tellement fournie qu'il est parfois difficile de déterminer ou même de localiser l'outil adapté. Le nombre limité d'outils présents dans QGIS, même s'il peut paraître restrictif au niveau de certaines applications, constitue donc un réel avantage au niveau de la simplicité d'utilisation.

Il résulte de ces éléments qu'un utilisateur débutant trouve généralement ses marques assez rapidement.

... et ses faiblesses

Bien que possédant de nombreux atouts, le logiciel QGIS présente également son lot de faiblesses et d'inconvénients.

Ainsi, comme l'ensemble des logiciels open source, QGIS se construit progressivement, grâce à la contribution de nombreux utilisateurs. Ce mode de développement a un impact négatif sur l'architecture du logiciel, qui semble parfois manquer de logique et de cohérence, certains éléments faisant parfois double emploi. À titre d'exemple, certaines opérations de base peuvent être réalisées avec deux outils différents. Ce défaut peut dérouter l'utilisateur débutant.

Toujours en raison de ce mode de développement, QGIS peut présenter une certaine instabilité durant l'utilisation. En effet, et même si ce problème est commun à l'ensemble des logiciels SIG, force est de constater que la fréquence de plantage est un peu plus élevée que pour les logiciels commerciaux. Ceci est d'autant plus vrai que le volume des données à traiter est important.

* Visible à l'adresse : www.parc-ballons-vosges.fr/public/index.php/pnr/map?PROJECT=decouverte

Les responsables du projet tentent d'améliorer cet aspect. Le lancement d'une version 2.0 dans le courant de l'année 2012 est d'ailleurs prévu, avec pour principal objectif une stabilisation en profondeur du logiciel.

Une autre faiblesse de QGIS est l'absence d'un « mode d'emploi » digne de ce nom. Les commandes ne sont pas (ou très peu) expliquées au sein du logiciel, ce qui oblige parfois à faire des essais pour comprendre leur fonctionnement exact. La communauté d'utilisateurs est assez active et il existe de nombreux forums ou listes de diffusions dans lesquels il est possible de trouver des réponses à ces interrogations. Il n'en reste pas moins que ces aides en ligne ne remplaceront jamais un bon manuel de référence. Enfin, signalons que la traduction de certaines commandes est parfois assez aléatoire, ce qui peut engendrer quelques difficultés de compréhension.

Avantages d'un logiciel open source

Bien que QGIS présente un éventail relativement large de fonctionnalités, un utilisateur peut souhaiter développer un module ou un outil spécifique à son activité et qui n'existe ni dans la version de base, ni dans les extensions disponibles. Dans ce cas de figure, il est possible de faire appel à un programmeur pour développer un outil sur mesure. Ce dernier pourra soit prendre la forme d'une extension à greffer sur le module de base, soit d'un nouveau logiciel résultant de la modification du code source de QGIS.

C'est d'ailleurs ici que le caractère open source du logiciel trouve tout son intérêt.

En effet, l'utilisation d'un logiciel commercial implique des frais d'achat de licences qui peuvent être élevés pour un produit certes performant, mais qui reste très rigide.

Face à ce constat, de plus en plus d'organismes aux besoins très spécifiques préfèrent s'orienter vers un logiciel open source qu'ils peuvent adapter à souhait. D'un point de vue financier, l'économie résultant de la gratuité des licences permet d'engager des frais de sous-traitance informatique destinée au développement de l'outil.

Apprentissage du logiciel

Les caractéristiques de QGIS facilitant son apprentissage ont déjà été abordées : interface en français, structure intuitive et simplicité de la boîte à outils. La documentation laisse malheureusement à désirer. Le manuel de référence* est incomplet et ne permet pas une prise en main efficace.

De manière plus générale, l'utilisation d'un logiciel SIG ne s'improvise pas et implique la compréhension d'une série de concepts techniques qu'il est nécessaire de bien maîtriser pour faire une utilisation correcte et efficace du logiciel. D'expérience, nous savons que cet apprentissage peut s'avérer complexe et décourageant pour un néophyte.

Sur base de ce constat et convaincue de la plus-value apportée par l'utilisation d'un tel outil pour le gestionnaire de ressources naturelles, l'unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels (Gembloux Agro-Bio Tech) a décidé de mettre en place des sessions de formation à destination des utilisateurs débutants.

Une première expérience a été menée avec succès en août 2011. Quinze utilisateurs

* Disponible à l'adresse : download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.2_user_guide_fr.pdf

débutants ont ainsi eu l'occasion de participer à une session de formation de quatre jours. Au terme de cette formation, les participants sont capables de réaliser les opérations basiques : importation et gestion de données cartographiques, manipulation d'un GPS et intégration des données collectées dans le projet SIG, mise en page, géotraitement de base (croisement de couches...). De plus, ils ont acquis les bases techniques suffisantes leur permettant de continuer l'apprentissage en vue de réaliser des opérations plus spécifiques.

EN GUISE DE CONCLUSION

En matière de cartographie informatisée, le logiciel QGIS constitue une alternative très intéressante aux logiciels commerciaux. Son niveau de fonctionnalité, sa gratuité et sa facilité d'utilisation constituent ses principaux atouts.

Il est clair que l'utilisateur averti désireux de réaliser un travail cartographique de haut niveau sera tôt ou tard confronté aux limites de QGIS et devra se diriger vers un logiciel commercial plus performant et plus complet. De même, il faut admettre l'existence de certaines imperfections trahissant l'absence d'une structure professionnelle suffisante pour encadrer le développement du projet.

Il n'en reste pas moins que QGIS a atteint, au fil des versions successives, une maturité lui conférant un niveau de fonctionnalité et de confiance plus que suffisant pour les applications courantes. De plus, de par sa nature open source, il offre des perspectives d'amélioration et de développement illimitées, permettant d'adapter l'outil à des besoins spécifiques.

Il est conseillé de coupler ce logiciel avec un récepteur GPS (moins de 350 euros pour un récepteur type « randonnée ») et des couches cartographiques accessibles gratuitement sur internet. Le gestionnaire environnemental dispose alors d'un SIG intégré lui permettant de réaliser l'intégralité d'un projet cartographique pour un coût très abordable.

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments, QGIS nous semble donc constituer une solution idéale pour quiconque souhaite intégrer l'outil SIG dans ses activités de gestion. À ce titre, il nous semble particulièrement bien adapté au profil d'un gestionnaire forestier ou environnemental. ■

Afin de répondre à la demande, une nouvelle session de formation sera organisée à Gembloux les 5, 6, 9 et 10 juillet 2012. Cette formation se basera sur une formule identique à celle décrite dans l'article, à savoir une session de quatre jours à destination des utilisateurs débutants. Pour tout renseignement concernant cette formation, merci de prendre contact avec François Fourneau (f.fourneau@ulg.ac.be ou 081 62 22 93).

FRANÇOIS FOURNEAU

f.fourneau@ulg.ac.be

STÉPHANIE BONNET

FRANÇOIS TOROMANOFF

PHILIPPE LEJEUNE

Unité de Gestion des Ressources
forestières et des Milieux naturels,
Gembloux Agro-Bio Tech, ULg
Passage des Déportés, 2
B-5030 Gembloux