

# Manipulation des objets géographiques tridimensionnels

## L'exemple du Leap Motion

ÉRIC BAILLY,

UNIVERSITÉ DE NICE - SOPHIA-ANTIPOLIS  
CENTRE DE LA MÉDITERRANÉE MODERNE ET CONTEMPORAINE (EA 1193)

Les Systèmes d'Informations Géographiques peuvent représenter un Modèle Numérique de Terrain (MNT) sous forme tridimensionnelle. Cette représentation en 3D apporte de nombreux bénéfices dans l'analyse d'espaces. Toutefois, sa manipulation, à partir d'une souris, demande non seulement une phase d'adaptation, mais reste, même après parfaite maîtrise du concept, délicate, lui enlevant ainsi une part d'intérêt.

On rêve alors d'être à la place de Tom Cruise dans le film *Minority Report* et de déplacer grâce à ses mains, sans toucher à l'écran, les nombreux objets situés sur les moniteurs. Et si cette fiction était réalisable, pourrions-nous l'appliquer à nos modèles 3D ?

### La manipulation d'objets tridimensionnels issus de SIG

La plupart des SIG sont capables de représenter une matrice (*raster*) d'altitude sous la forme d'un objet en 3D (figure 1). Il est ainsi possible d'analyser un

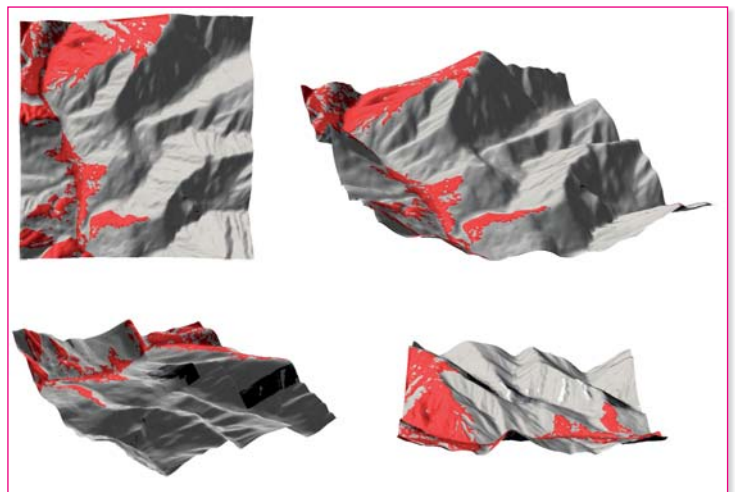


Figure 1 : Un exemple de représentation d'un objet géographique tridimensionnel.

espace dans toute sa géométrie, de ressentir sa profondeur et de l'observer sous toutes ses faces.

Chaque SIG propose sa propre visionneuse pour exploiter cette représentation volumique et permet son export sous un format particulier. ArcGIS crée, par exemple, un fichier en langage VRML (*Virtual Reality Markup Language*) qui peut alors être lu par n'importe quel ordinateur, même si ce SIG n'y est pas installé, ou bien encore être intégré dans un site web. Un logiciel (*viewer*) permet de le visualiser soit à partir d'un programme

indépendant, soit sous la forme d'une extension dans un navigateur. Parmi les visionneuses les plus usitées, nous utilisons celle de la société *Cortona3D* qui nous a paru la plus stable et aboutie.

Toutes ces solutions permettent de manipuler l'objet par le biais de la souris. Elles proposent le plus souvent trois modes d'exploration. Le premier simule un déplacement « à pied » dans le modèle (mode *walk*) ; le second permet de survoler le modèle (mode *fly*) ; enfin, le dernier mode permet d'analyser plus finement le modèle (mode *examine*) (figure 2).



Figure 2 : Les trois modes d'utilisation.

À ces trois modes sont ajoutées des options ouvrant de nombreux modes de navigation dans le modèle (figure 3).



Figure 3 : Les options telles que *Plan*, *Pan*, *Turn* et *Roll* qui, combinées aux trois modes, permettent de naviguer dans le modèle.

Même si ces visionneuses ont toutes de légères différences, elles fonctionnent de la même façon et autorisent un maniement très libre de l'objet. Pourtant, malgré ces nombreuses possibilités, certaines manipulations restent délicates, même après une phase d'apprentissage. Par exemple, agrandir le modèle implique souvent des mouvements trop rapides qui perdent l'utilisateur, ou encore le possible retournement du modèle qui en dévoile le dessous, sans que l'on en ait la maîtrise, ce qui est assez déstabilisant. D'ailleurs, la plupart des concepteurs ont intégré une option cliquable de remise à zéro de la vue pour revenir dans une perspective standard (figure 4).



Figure 4 : Plusieurs fonctions pour remettre la visualisation en place. *Goto* pour aller à un endroit précis, *Align* pour remettre droit le modèle, *Restore* pour revenir à la vue originelle et *Fit* pour voir la scène en totalité.

*In fine*, la manipulation demande concentration et précision et reste délicate sur certains points.

## De la Wii au Leap Motion

Lorsque la société *Nintendo* commercialise, en novembre 2006, sa nouvelle console de jeux, celle-ci n'est techniquement

pas au niveau de ses concurrentes (la vitesse du processeur et la définition graphique sont sub-standard) pour pouvoir prétendre dominer le marché. Pourtant une innovation va lui permettre de se classer au 5<sup>ème</sup> rang des ventes (devant la PS3 de *Sony* et la XBOX de *Microsoft*, deux autres leaders du marché) de toutes les consoles de jeux, avec plus de cent millions d'exemplaires écoulés : une nouvelle interface de jeu permettant de piloter la console à partir d'une manette sans fil, considérée comme le prolongement (ou comme une partie distincte) du corps du joueur. La télécommande *Wiimote* (accompagnée de la manette *Nunchuck*) est née et va révolutionner le monde du jeu vidéo et la façon de jouer, le détecteur de mouvement améliorant l'interactivité et accroissant la sensation d'immersion.

La concurrence (*Sony* et *Microsoft*) met alors en place un dispositif de vision robotique permettant une reconnaissance du corps du joueur et, par là même, une interaction se voulant similaire au système de *Nintendo* (*PlayStation Eye*, *Sony Move*, *Kinect* ...). Toutefois, ces technologies ne sont pas suffisamment précises pour repérer avec finesse le mouvement des doigts. C'est ce que tente de pallier une *startup* de San Francisco avec son dispositif nommé *Leap Motion*.

Ce petit boîtier (figure 5) est composé de deux capteurs optiques (caméras) et de trois LED infrarouge ; il se connecte sur le port USB d'un ordinateur. Son prix est d'un peu moins d'une centaine d'euros. Il capte avec précision les mouvements globaux des mains et de chaque doigt à une soixante de centimètres de distance (figure 6).



Figure 5 : Un boîtier aux dimensions réduites.

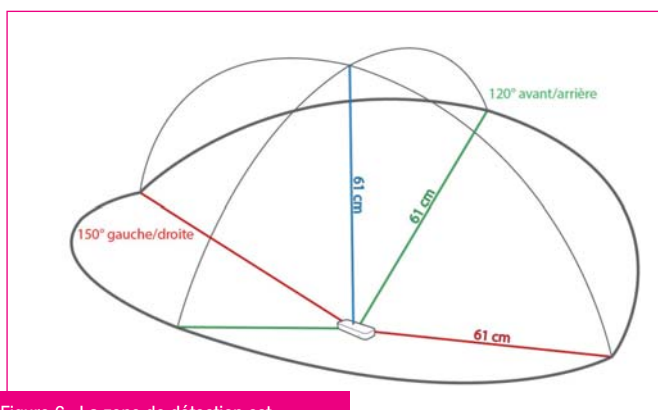


Figure 6 : La zone de détection est d'environ 0,227 m<sup>3</sup> autour du boîtier *Leap Motion* (source : <http://www.clubic.com/technologies-d-avenir/article-575170-1-leap-motion-test.html>).

Ainsi, les difficultés de manipulation de nos objets *VRML* et l'existence de nouvelles interfaces utilisateur nous ont amenés, avec l'aide de trois étudiants de *Polytech'Nice-Sophia* dans le cadre de leur projet de fin d'études, à mettre en place une application permettant le contrôle d'un objet tridimensionnel à travers le *Leap Motion*.

## Programmation et utilisations

Pour que notre prototype nommé *GeoLeap* puisse fonctionner avec des objets géoréférencés, il n'est pas envisageable de manipuler un fichier *VRML* brut : en effet, il n'existe pas, à notre connaissance, de possibilité d'attribuer des coordonnées à ce type de

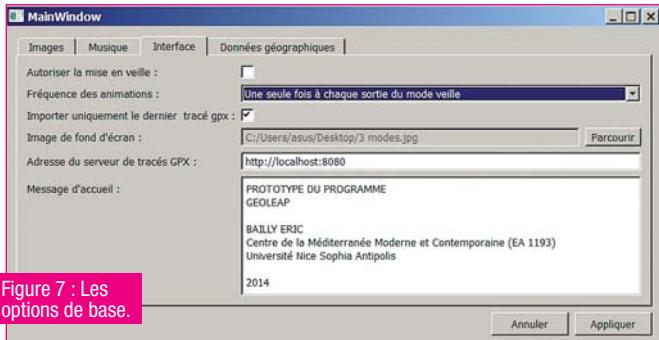


Figure 7 : Les options de base.

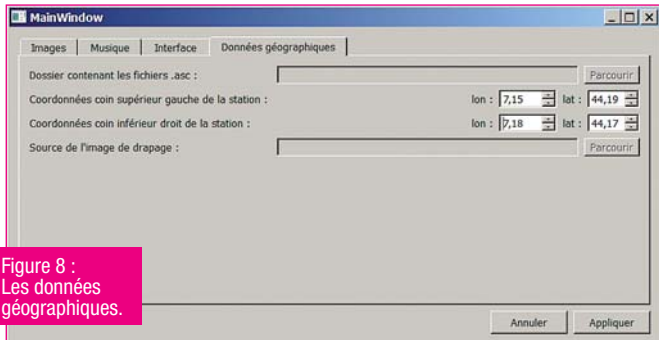


Figure 8 : Les données géographiques.

fichier. Nous avons donc utilisé directement la représentation 3D d'un MNT à partir des fichiers d'altitude (.asc avec une résolution de 75 m) et de drapage (orthophotographie) issus du *Géoportail* de l'IGN.

*Geoleap* a été programmé en langage *Python*. Il utilise un moteur de rendu 3D nommé *Panda3D* qui contient l'ensemble des routines nécessaires à la gestion de la 3D. Le code dépend également d'autres bibliothèques classiques : *Numpy*

et *Scipy* pour la partie mathématique, *Pyqt* pour l'affichage et le fenêtrage ainsi que *Pyproj*, une très importante librairie de gestion des projections et coordonnées géographiques.

Une console d'administration permet de définir les différents paramètres (les images à utiliser, le message d'introduction et les coordonnées de la zone à représenter en 3D, figures 7 et 8).

L'application, une fois lancée, présente un cube dans une fenêtre et des vignettes représentant les gestes permettant la manipulation. Il est alors possible de le faire tourner grâce à un geste de la main. L'interface propose différentes possibilités : la première permet d'afficher et de faire défiler un ensemble de photos ; elle a pour but que l'utilisateur s'habitue très simplement au *Leap Motion* et positionne correctement ses mains ; ce dernier utilise les trois gestes présentés dans la figure 9.

La deuxième possibilité permet de manipuler l'objet 3D. Les fichiers

qui le décrivent sont préalablement spécifiés dans la console d'administration. Le *Leap Motion* est extrêmement précis et sensible. Pour éviter la détection de gestes parasites, l'utilisateur doit fermer les mains pour diriger l'objet. Il faut, en fait, se voir en train de tenir l'objet par des poignées sur ses côtés (figure 10).

L'utilisateur peut zoomer en avant et en arrière avec le geste présenté en figure 11.

La figure 12 montre les gestes permettant de faire pivoter de haut en bas le modèle (point d'équilibre au centre).

Enfin le dernier geste reconnu permet de faire pivoter le modèle de droite à gauche (figure 13).

## Test utilisateur et conclusion

Les premiers tests sont concluants. La vidéo prochainement en ligne<sup>1</sup> en montre le fonctionnement. La manipulation de

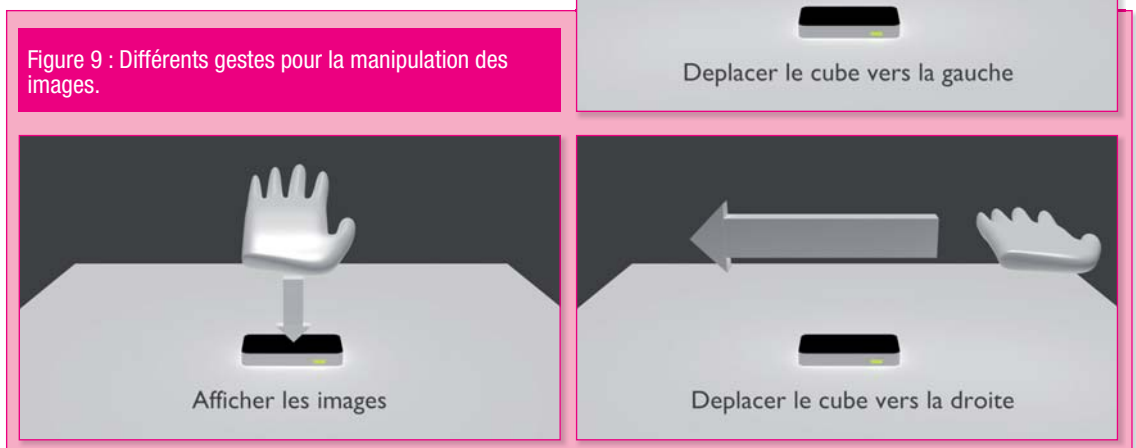


Figure 9 : Différents gestes pour la manipulation des images.

1. Le lien sera communiqué sur notre site internet et sur notre compte Twitter (@geomatiqueE).

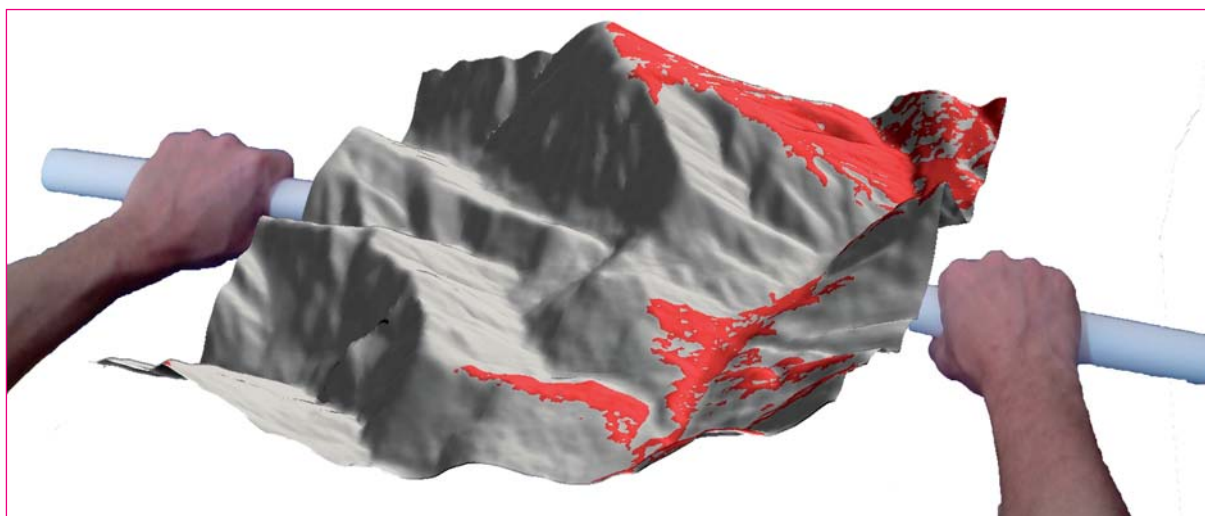


Figure 10 : Les poignées imaginaires.

l'objet tridimensionnel se fait de manière naturelle. L'utilisateur se familiarise rapidement avec l'interface.

Toutefois, quelques problèmes apparaissent. Il faut tout d'abord bien positionner les mains au-dessus du *Leap Motion*, à une distance d'environ quarante centimètres (la hauteur est ajustable dans les options du boîtier). Le boîtier est également très sensible aux mouvements des mains, ce qui peut engendrer des comportements gênants : lorsque l'application est utilisée dans le cadre d'une présentation, par exemple, l'orateur ne peut pas s'exprimer avec ses mains car le *Leap Motion* captera tous ses gestes et les appliquera à l'objet.

Ensuite, lorsque l'on souhaite zoomer sur l'objet, on s'aperçoit rapidement que l'espace de détection du *Leap Motion* n'est pas assez grand et qu'il faut s'y reprendre à plusieurs reprises. Mais on s'y habitue rapidement.

Enfin lorsque la présentation est terminée, il faut bien ouvrir ses mains avant de les sortir de

la zone de détection, faute de quoi le *Leap Motion* interprétera le mouvement comme une commande.

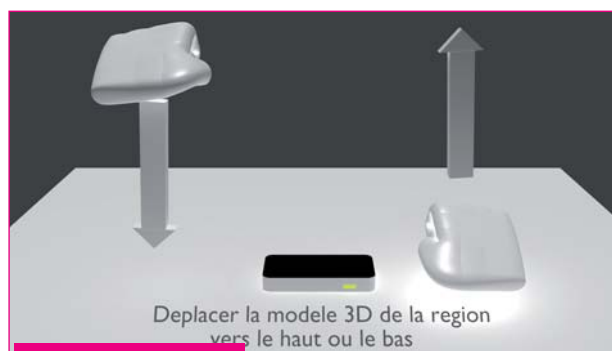
Au final, l'expérience s'avère plutôt positive. Le *Leap Motion* fait partie des nouveautés sur le marché des interfaces utilisateurs naturelles. Nous avons pu vérifier la rapidité d'apprentissage des gestes, de par son fonctionnement intuitif, mais surtout sa pertinence dans la manipulation d'un objet géographique 3D. Il n'y a désormais plus d'intermédiaire superflu entre l'utilisateur et l'objet, notamment le couple clavier/souris.

De nombreuses applications dans le domaine de la géographie sont imaginables (analyse plus précise d'espaces, immersion visuelle, interactivité avec les utilisateurs finaux...) et les interfaces utilisateur naturelles sont toutes promises à un séduisant avenir.

Cette application sera présentée au public lors du Festival International de Géographie 2014, pour le concours de géovisualisation. |



Figure 11 : Zoom avant et arrière.



12 : Pivoter de haut en bas.



Figure 13 : Pivoter de droite à gauche.