

L'INTÉRÊT DE LA NOTION D'OBJET INTERMÉDIAIRE POUR DÉCRIRE LES USAGES DES GÉOVISUALISATIONS 3D. UN EXEMPLE DANS LA PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION

JACQUINOD F., JOLIVEAU T.

UMR Environnement Ville et Sociétés, SAINT-ETIENNE, FRANCE

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Contexte

Dans l'aménagement du territoire, le recours à des géovisualisations 3D est de plus en plus courant. Ainsi, en France par exemple, les rapports d'étude d'Hervé Halbout présentent des expériences toujours plus nombreuses (Halbout, 2009 et 2010). Ces exemples ne représentent qu'une partie des initiatives existantes et ce domaine d'application fait l'objet de rencontres professionnelles régulières, preuve d'un intérêt toujours croissant de la part de nombreux acteurs du domaine de la géomatique.

Nous utilisons ici le terme « géovisualisation 3D » pour définir notre objet d'étude. Il désigne des représentations numériques, géoréférencées et affichées « en 3D ». Sur ce dernier point, nous reprenons la définition proposée par Menno-Jan Kraak en 1989 qui considère une image comme 3D si elle contient des « stimuli » ou des « procédés » simulant la profondeur qui la font percevoir comme étant en 3D (Kraak, 1986, p. 55). Les géovisualisations dont nous traitons sont issues de scènes numériques définies selon trois axes de référence, qui intègrent l'altitude ou l'élévation des objets représentés et dans lesquelles on peut définir la position de l'observateur et sa cible d'observation (Joliveau et Dupuis, 2006). Nous excluons notamment de la définition les photomontages réalisés dans de simples logiciels de retouche d'image.

Face à cette forte augmentation du recours à des technologies 3D dans l'aménagement, il existe de nombreux travaux présentant ces nouveaux outils dans des contextes d'utilisation variés. Mais les véritables analyses de ces nouveaux usages restent rares et les comptes-rendus sont pour la plupart fragmentaires et difficiles à comparer car réalisés avec des méthodes diverses et utilisant des outils souvent créés spécifiquement pour chaque cas (Riedjik et al., 2006, p. 11). Or, mieux connaître les pratiques développées autour des géovisualisations 3D est essentiel pour comprendre les apports de ces nouveaux outils et les besoins des différents acteurs, et, plus largement, pour compléter les travaux sur les usages des représentations spatiales dans l'aménagement.

Objectifs

Les recherches sur la visualisation scientifique soulignent la nécessité d'investir la problématique des usages. Jason Dykes, Alan MacEachren et Menno-Jan Kraak écrivent ainsi en conclusion de leur ouvrage *Exploring Geovisualization* : « Le défi principal est de développer une connaissance détaillée de la manière dont les humains, dans divers domaines d'application, utilisent des dispositifs d'affichage visuel dynamiques pour réfléchir et réaliser de nombreuses tâches, puis d'utiliser cette compréhension dans nos efforts conjoints pour développer des outils adaptés qui permettent d'accompagner la réflexion. » (Dykes, MacEachren et Kraak, 2005, p. 700, traduction libre). Stephen Ervin a souligné dès 2001 (Ervin, 2001, p.61) que les choix à réaliser lors de la production de géovisualisations 3D sont nombreux et que les aménageurs sont souvent désemparés face aux techniques et outils disponibles. De plus, les utilisateurs ont du mal à imaginer ce que peuvent leur apporter ces outils dont la diffusion est relativement récente. Or, décrire l'efficacité de ces documents dans l'action est un exercice particulièrement difficile, dans la mesure où elle dépend des informations figurées et du contexte d'utilisation mêlant souvent des acteurs nombreux avec des stratégies divergentes. L'enjeu de la description d'usages effectifs observés dans des situations intersubjectives est de mieux connaître les rôles joués par les géovisualisations 3D, afin de pouvoir établir les conditions nécessaires à un déploiement utile et efficace de ces techniques dans différents contextes.

L'étude de projets d'aménagement du territoire nous semble particulièrement pertinente pour contribuer à cette tâche. En effet, les projets d'aménagement mêlent généralement plusieurs acteurs hétérogènes, qui sont en situation de co-production permanente d'idées et de solutions. Ils reposent donc sur un travail collectif, voire collaboratif et sur un fonctionnement réticulaire. Dans cet article nous proposons une approche pour décrire les fonctions opérationnelles remplies par les géovisualisations 3D, dont nous pensons qu'elle peut améliorer les connaissances sur leurs effets dans l'action et aider les praticiens à évaluer les apports et les limites de ces technologies dans leur travail quotidien. Nous discutons aussi l'intérêt de cette approche pour préciser une typologie des géovisualisations fondée sur leurs usages observés.

APPROCHE ET MÉTHODE

Pour décrire les différents usages des géovisualisations 3D observés dans l'action, nous proposons de mobiliser la théorie de l'acteur-réseau et, plus particulièrement, la notion d'objet intermédiaire ((Vinck, 1999),(Vinck et Penz, 2008),(Vinck, 2009)). Cette piste a été évoquée dans l'ouvrage collectif Représentations spatiales et développement territorial (Lardon, Maurel et Piveteau, 2001) et elle a déjà été explorée par Ola Söderström dans le domaine de l'urbanisme (Söderström, 2000) qui l'a appliquée à d'autres types de représentations. Plusieurs travaux, qui se sont attachés à l'étude des documents visuels et des images ((Debardieux et Vanier, 2002),(Debardieux et Lardon, 2003),(Debardieux, 2004)) ont par ailleurs souligné la pluralité des fonctions remplies par les représentations spatiales et la nécessité de mieux les comprendre pour produire des documents graphiques pertinents pour l'aménagement des territoires.

La théorie de l'acteur-réseau, souvent appelée Actor-Network Theory, (ANT) a déjà été mobilisée par Eugene Martin, qui a étudié son intérêt pour la géomatique (Martin, 1998). Il explique ainsi que la force de l'ANT est de permettre des descriptions fines du rôle des technologies dans des situations particulières. Dans le cas des géovisualisations 3D, si les travaux de Michel Lussault par exemple mettent en avant les « pouvoirs » des documents visuels dans l'aménagement (Lussault, 2003), il n'existe pas d'étude de cas décrivant comment ces « pouvoirs » sont mobilisés par les acteurs, comment leurs effets se traduisent en contexte et comment ils peuvent concrètement influencer la réflexion ou la prise de décision. En conséquence, il est difficile de définir les effets concrets qui peuvent être attendus de ce type de représentation et de savoir par quels mécanismes les géovisualisations modifient et font évoluer les projets. Une description fine des différentes interactions en situation entre les géovisualisations et les acteurs permettrait de donner corps au différents « pouvoirs » de ces représentations, d'évaluer en partie leur influence en contexte, et donc de mieux comprendre les processus et les phénomènes observés (Martin, 1998, §10).

Les travaux sur la notion d'objet intermédiaire reprennent ceux des sociologues des sciences et techniques, dont l'étude menée par Bruno Latour et Steve Woolgar (Latour et Woolgar, 2006) qui montre l'importance des objets permettant l'inscription, c'est-à-dire la fixation sur un support matériel (papier, écran, etc.) d'une information et donc son maniement : le support permet l'exploration, la présentation à d'autres acteurs, la discussion, etc. Dans la continuité de ces travaux, Dominique Vinck propose la notion d'objet intermédiaire pour décrire des « performances », c'est-à-dire ce qui se passe effectivement dans l'action (et pas seulement le sens qu'ont les objets pour les acteurs). L'objet intermédiaire est un médiateur entre les acteurs. Il leur permet de réaliser différentes opérations (convaincre, réfléchir, argumenter, alimenter un débat) : il a des rôles souvent transitoires, qui évoluent avec l'action et peut remplir successivement diverses fonctions. Ces opérations peuvent être décrites à partir de deux processus auxquels participent les objets intermédiaires : la représentation et la traduction. La représentation renvoie à ce qui est inscrit dans l'objet par son producteur et la traduction à la manière dont cet objet va influencer un processus en cours, soulignant que le rôle d'un objet dans l'action ne peut être réduit à l'intention de son auteur : présent dans l'action, il peut être mobilisé par les autres acteurs (Vinck, 2009, p. 5). Ce dernier aspect met en avant l'imprévisibilité qui peut être induite par l'utilisation d'un objet. Ainsi, une image mobilisée comme preuve visuelle à l'appui d'un argument n'est efficace que si elle est comprise et reconnue comme valable par les acteurs auxquels elle est présentée. Il n'est donc pas possible, ni pour l'observateur, ni pour le participant, de prédire exactement l'influence qu'aura un document dans un processus de négociation, ni comment réagiront les acteurs auxquels il sera présenté. Des travaux ont montré, et ce dans différents contextes, que les représentations graphiques 3D sont des objets intermédiaires qui servent notamment à la coopération entre métiers (voir Vinck, 1999, et Lecaille et Vinck, 2000). Suivre les géovisualisations 3D dans leur construction, repérer les moments où elles sont utilisées et saisir les opérations qu'elles permettent d'accomplir, permet de mieux comprendre et de mieux définir les pratiques des acteurs, ce qu'ils recherchent dans les divers outils qu'ils utilisent, et les conditions nécessaires à la « performance » de ces outils. Il s'agit donc de chercher à comprendre sur quoi repose l'efficacité des géovisualisations, notamment dans des contextes collaboratifs, et comment il est possible d'expliquer leurs effets.

Conditions d'observation pour l'étude empirique

Concrètement, une description en termes d'objets intermédiaires nécessite d'avoir accès à ce qui s'est passé au cours d'une négociation. Dans le cadre d'un travail de doctorat, plusieurs cas ont fait l'objet d'une participation-observante. Ces observations concernent le recours à des géovisualisations 3D dans divers contextes. L'analyse repose à la fois sur les documents produits dans le cadre des projets, les échanges avec les autres acteurs prenant part aux projets (méls, discussions), les notes et le journal de bord rédigés tout au long de l'expérience. Un seul cas d'étude fait l'objet de comptes-rendus dans cet article, mais les

résultats sont confirmés par trois autres études de cas qui concernent l'utilisation de géovisualisations 3D dans des réunions de travail et de concertation, (impliquant entre quatre et quinze personnes selon les réunions). Les comptes-rendus de réunions présentés ici sous forme de récits ont été réalisés pour l'analyse des géovisualisations 3D en tant qu'objet intermédiaire. En cela, ils reflètent le positionnement adopté par le chercheur qui y a participé.

RÉSULTATS

Nous décrivons ici le recours à des géovisualisations 3D dans le cadre de l'élaboration d'un Plan de prévention du risque d'inondation (PPRI). Dans le cadre du PPRI, une étude hydraulique est réalisée pour calculer l'ampleur d'une crue prise pour référence. Pour présenter aux élus de la commune concernée l'aléa hydraulique, c'est-à-dire le résultat de l'étude hydraulique, les services de l'Etat ont souhaité recourir à des géovisualisations 3D. Au départ, ces services voient dans les géovisualisations 3D un type de représentation moins abstrait que les cartographies réglementaires en deux dimensions, qui permettra aux élus de mieux comprendre les données présentées lors de la concertation. En cela, les géovisualisations 3D sont supposées répondre aux critiques récurrentes faites à l'encontre des PPRI : manque de clarté et de lisibilité des documents, incompréhensions entre les services de l'Etat et les élus, etc. A partir de l'observation de la fabrication des géovisualisations 3D en collaboration avec les services de l'Etat, puis de leur utilisation en réunion de présentation aux élus communaux, nous allons tenter de préciser leurs rôles effectifs, dont certains n'avaient pas été prévus par les initiateurs du projet.

Une fonction non anticipée : l'interactivité au service de l'analyse visuelle

Les études hydrauliques sont réalisées en se basant sur la connaissance du terrain et sur les résultats des calculs d'un modèle hydraulique. Les résultats synthétisent ces deux sources de connaissances par la constitution d'une couche de donnée sur les hauteurs d'eau pour la crue de référence. Les géovisualisations 3D avaient été considérées à l'origine du projet comme un simple moyen de communiquer à un public considéré comme profane, ces résultats des études hydrauliques, informations techniques déjà connues et bien comprises par les techniciens et ingénieurs qui les produisaient. Lors des réunions préparatoires à la rencontre avec les élus, les techniciens ont utilisé ces géovisualisations 3D pour discuter entre eux. En effet, la scène 3D affiche à la fois une description précise du relief, les bâtiments et l'aléa hydraulique. Comme l'interface logicielle permet la navigation en temps réel en tout lieu de la commune, son utilisation a conduit les ingénieurs à demander des zooms sur des zones particulières. Nous décrivons rapidement une scène de ce type :

"Après avoir cherché des points de repères pour se retrouver dans la scène 3D, ils regardent la hauteur d'eau de l'aléa, la commentent et s'interrogent sur ses origines possibles. Ils cherchent alors sur la maquette les endroits par lesquels l'eau arrive dans cette zone, en regardant l'orthophotographie et en utilisant leurs connaissances du terrain (où l'eau peut passer selon les infrastructures, les siphons, les déversoirs, etc.). L'un d'entre eux montre ensuite sur la maquette le zonage du document réglementaire précédent (le Plan des surfaces submersibles) pour souligner la différence avec l'aléa actuel. Le zonage en question n'est pas représenté sur la maquette 3D, mais il le décrit en pointant ses contours sur l'écran. Une fois les interrogations des techniciens élucidées par cette réflexion collective, la réunion est recentrée sur son objectif initial (la manière de représenter l'aléa à destination des élus)."

Nous avons ainsi constaté que les géovisualisations 3D peuvent devenir des supports de réflexion. Les techniciens ont mobilisé les informations représentées dans le modèle 3D (environnement existant et informations sur l'aléa qu'ils ont produites), et y ont projeté leur connaissance du terrain pour combiner ces deux sources d'informations. Ainsi, ces deux aspects ont été mis en relation par l'intermédiaire de la géovisualisation 3D, support qui permet la juxtaposition de ces deux sources hétérogènes de connaissance. Les ingénieurs ont pu explorer ces données pour confirmer leurs connaissances des conditions d'écoulement. Dans ce cas-là, la géovisualisation sert momentanément à la traduction de la donnée sur l'aléa sous une forme qui permet sa manipulation pour la réflexion sur la mise en eau de la plaine concernée. La visualisation conjointe de l'environnement reconstitué en 3D et de la donnée plus abstraite de l'aléa permet la réalisation d'une forme d'analyse visuelle.

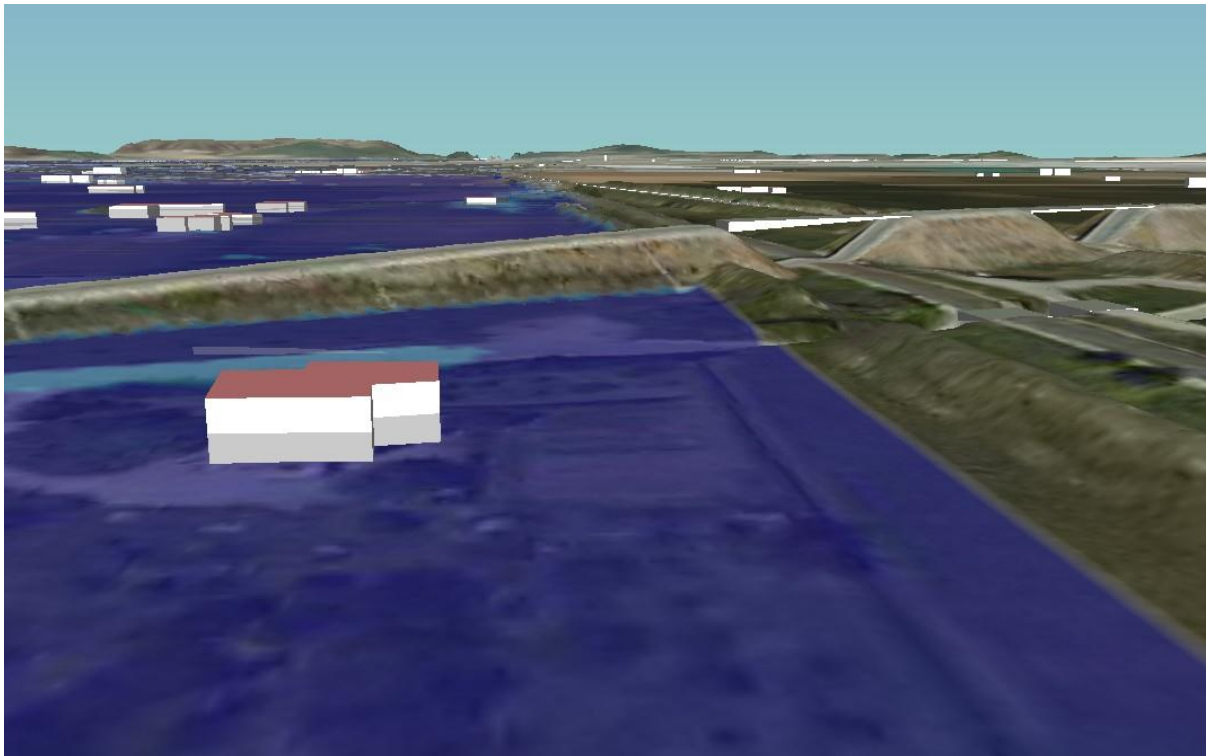
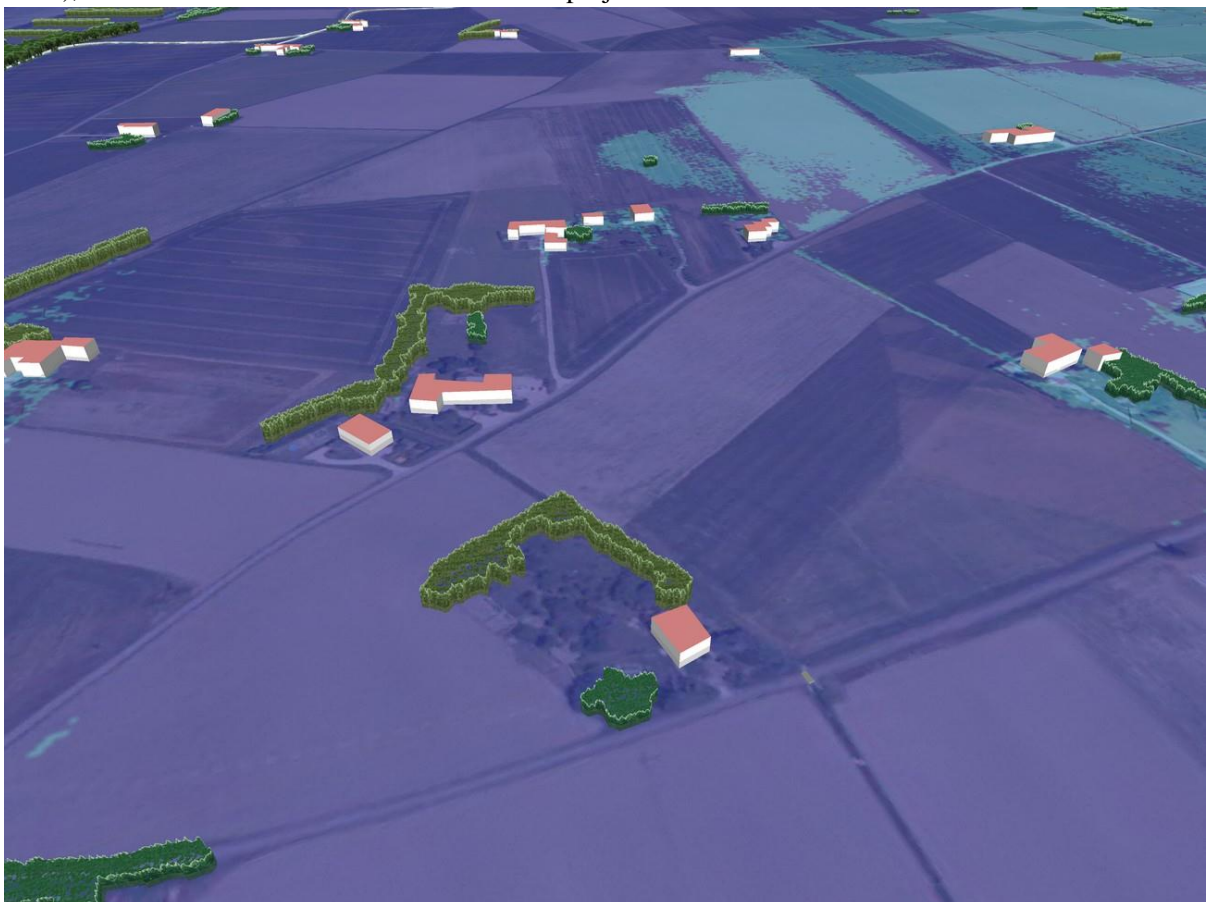


Illustration de l'affichage conjoint de l'aléa et de la topographie

© Image F. Jacquinod, données IGN, CNR

Les géovisualisations 3D pour la présentation de l'aléa : conditions d'appropriation de la donnée présentée

Lors de la réunion de présentation aux élus (rassemblant une dizaine d'élus et six personnes des services de l'Etat), des films de survol de la commune ont été projetés².



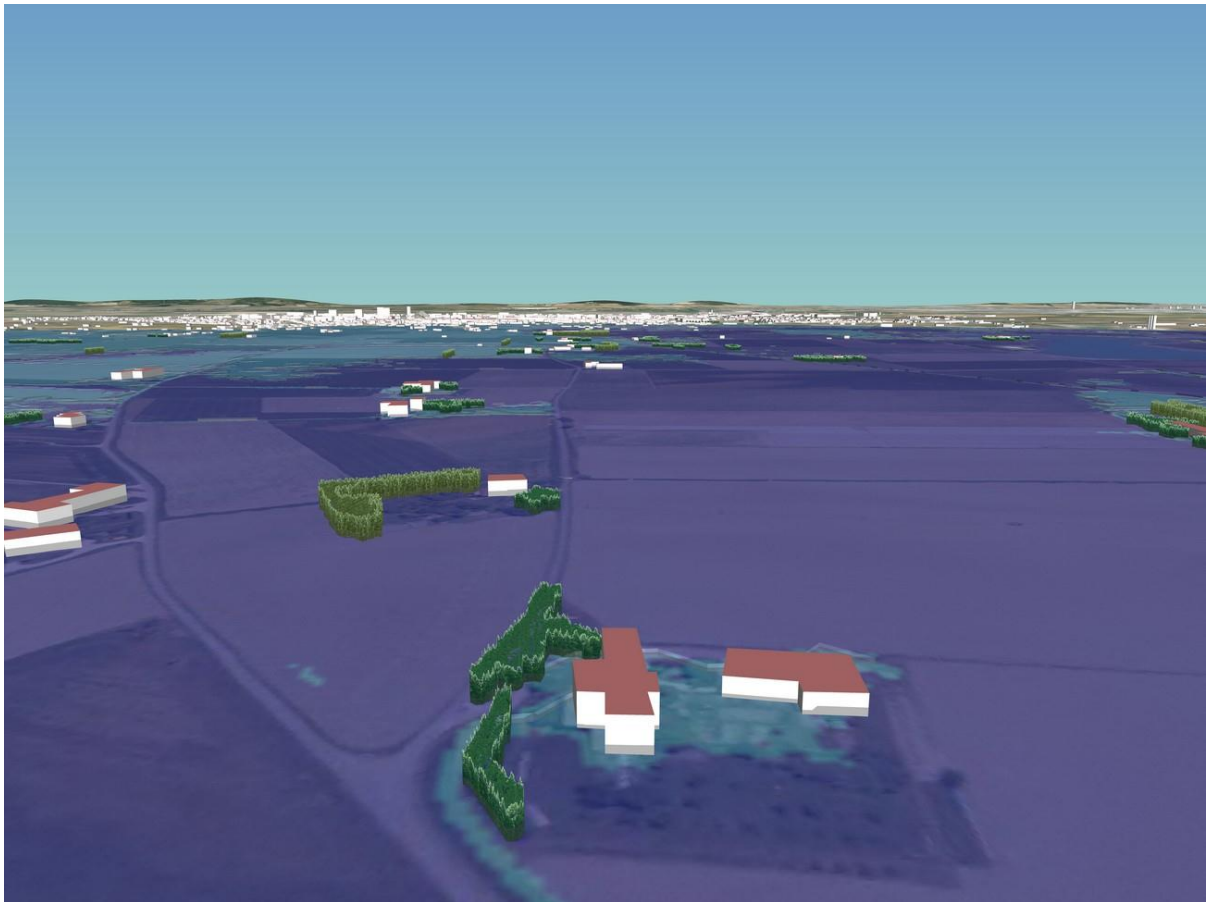
Représentation de l'aléa

© image F. Jacquinod, données IGN, CNR

Nous faisons figurer une partie du récit de cette réunion :

« Le film est lancé [...]. Les gens se repèrent plus ou moins, et discutent entre eux pour essayer de se retrouver dans la modélisation. [...] Le maire dit que la commune est résignée pour une partie de son territoire, mais qu'il y a des enjeux sur lesquels il va falloir travailler. [...] Un des élus de la commune qui semble bien se retrouver dans la maquette sort un pointeur optique et commence à montrer des points de repères pour que tout le monde puisse se localiser. Le film est relancé et d'autres arrêts sont demandés. Les gens s'approprient ce qui est représenté, c'est-à-dire les hauteurs d'eau calculées en cas de crue sur la commune et commentent alors l'outil « quelque part, vous faites une extrapolation de ce qui peut arriver ». Avec l'aide des indications de l'élu qui utilise abondamment son pointeur pour montrer les différentes habitations qu'il nomme, les gens semblent commencer à bien se repérer dans la maquette. Aux abords d'un lotissement où se situent des enjeux forts pour la commune, le film est de nouveau arrêté pour pouvoir regarder l'aléa plus tranquillement. Les gens localisent rapidement des points de repères (la salle des fêtes et une infrastructure routière). »

Le changement de ton dans la réunion a été clairement perceptible. Au départ, la réunion était tendue, au regard des enjeux qui avaient été évoqués par le maire. Au début de la projection, les élus restaient silencieux, cherchant visiblement des points de repères. Cela met en avant la difficulté à se repérer dans une maquette 3D : le repérage n'est que très rarement immédiat pour les personnes qui découvrent la géovisualisation. Cependant, une fois que les participants ont commencé à s'approprier la maquette et à s'y repérer, dans ce cas grâce à un des élus qui a trouvé ses repères plus rapidement que les autres, ils ont commencé à commenter l'aléa, en le comparant à la connaissance empirique qu'ils en avaient déjà. A partir de là, ils ont pu réellement comprendre et assimiler l'information qui leur était présentée, repérant les différences avec ce qu'ils savaient déjà, demandant des compléments et échangeant entre eux sur le cas de certaines habitations particulièrement touchées.



Représentation de la hauteur d'eau sur les habitations

© image F. Jacquinod, données IGN, CNR

Cet exemple met en avant une nouvelle fois l'importance de pouvoir interagir avec la géovisualisation, même s'il s'agit simplement d'arrêter le film pour examiner des zones précises. Ici non plus, les

géovisualisations 3D n'ont pas été un simple vecteur de transmission d'information. Elles ont été un support de la réflexion collective des élus. Pour chaque zone inondable, la donnée de l'aléa indique une simple hauteur d'eau. La représentation de cette hauteur dans une scène 3D, et le temps donné aux élus pour lire cette scène, leur ont permis de transformer cette indication en une information concrète pour eux (par exemple : « la ferme X reçoit plus d'eau que ce qui avait été calculé précédemment, elle serait inondée à hauteur d'1m50 environ »). Les géovisualisations 3D, en permettant la réflexion et l'analyse visuelle ont permis la traduction des informations présentées dans un registre de connaissance propre aux élus, qui ont ainsi assimilé le message porté par les services de l'Etat. Dans le cas présenté ici, la présence d'un élu guidant les autres avec un pointeur apparaît comme l'élément déterminant, quoique non programmé, de la compréhension des données présentées.

Ces deux exemples montrent l'importance de l'observation en situation pour comprendre le rôle effectif des géovisualisations dans l'aménagement : le simple contenu en termes d'informations ou la considération du travail sémiologique réalisé n'épuise pas la description des utilisations des géovisualisations et des conditions de leur efficacité. L'expérimentation réalisée dans le cadre de cette étude met en avant plusieurs aspects, qui ont été confirmés par l'analyse d'autres cas que nous avons pu étudier (concertation autour d'un projet routier, présentation de l'aléa sur un autre PPRI, élaboration d'un schéma départemental de l'éolien). D'abord, le repérage dans un modèle 3D virtuel n'est jamais évident ; ensuite les modalités par lesquelles les destinataires de la géovisualisation peuvent interagir avec elle sont importantes pour la compréhension des informations présentées et déterminent largement l'effet de la géovisualisation sur le public et le déroulement de la réunion. Enfin, le contenu d'une géovisualisation en termes d'information nécessite une phase d'appropriation pour être assimilée et permettre une discussion sur le fond. Ces premiers éléments ouvrent des perspectives pour compléter les études existantes qui se focalisent trop souvent sur le degré de réalisme des représentations, avec des résultats parfois contradictoires (Bishop, Lange, 2005, p.20). L'effet d'une géovisualisation 3D ne peut simplement être lié à son apparence et à son niveau de détail mais dépend de la manière dont elle est mise en situation. Ils conduisent aussi à la nécessité d'approfondir les jugements trop rapides et trop simplistes sur l'usage manipulateur (au sens stratagème) de ce type de représentation par celui qui les manipule (au sens opératoire). Sans écarter la possibilité de leur utilisation à des fins d'influence ou de tromperie, il est important de constater que leur « performance » est souvent plus ouverte qu'on le croit et surtout difficile à anticiper.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le cadre théorique et conceptuel proposé par l'ANT et la notion d'objet intermédiaire telle qu'elle est proposée par Dominique Vinck nous ont permis de repérer dans l'action et de décrire différentes fonctions remplies par les géovisualisations 3D dans des contextes multi-acteurs. Nous avons ainsi pu observer et mettre à jour des usages non anticipés par les acteurs ayant commandé la réalisation des modèles 3D, ce qui souligne l'importance des observations en contexte réel. Ce type d'observation doit aussi permettre de compléter les approches expérimentales réalisées en extrayant des acteurs de leur contexte de travail habituel lors des tests d'utilisabilité par exemple. Il est aussi utile pour préciser les apports des géovisualisations en fonction des différents métiers. Des observations d'autres cas dans la domaine de la prévention du risque inondation, ainsi que sur d'autres thèmes vont être réalisées dans la continuité des analyses présentées ici. Les études de cas déjà réalisées confirment pour le moment les résultats présentés dans cet article, et ces résultats ont permis aux acteurs impliqués d'investir de nouveaux domaines d'applications. L'approche proposée a cependant des limites. Elle nécessite d'abord du chercheur une connaissance fine des situations qu'il observe. Il doit avoir accès au terrain sur un temps relativement long pour s'adapter aux temporalités des acteurs et des projets. Ensuite, l'ANT et la notion d'objet intermédiaire permettent en théorie de décrire avec un cadre conceptuel unique des situations diverses, mais les observations locales sont elles-mêmes difficilement généralisables hors de leur contexte spécifique.

La description détaillée des interactions dans des contextes multi-acteurs est cependant un atout pour mieux comprendre et mieux appréhender les géovisualisations et leurs différents usages. Elle doit permettre en particulier, comme le souligne Mark Gahegan (Gahegan, 2005), de compléter les typologies existantes en matière de géovisualisation. En effet, les classifications actuelles prennent le plus souvent en compte le type de données et les variables visuelles utilisées, mais traitent des usages en distinguant essentiellement deux types : la situation individuelle de visualisation où l'interactivité avec les données est grande et la situation collective où l'interactivité est très limitée, voire nulle (voir notamment MacEhren et al., 1994). Cette distinction est notamment issue des travaux de David DiBiase, qui propose un schéma « idéalisé » très linéaire de la mobilisation des visualisations dans une démarche de recherche (DiBiase, 1990). Or, les nouveaux modes de gouvernance locale liés à la référence systématique au développement durable et à la mise en œuvre de pratiques de type concerté et participatif contribuent à multiplier les

situations où des acteurs différents sont mis en situation de construction collaborative de problèmes et de recherche de solutions (Joliveau 2002 et 2006). Dans le même temps, les technologies interactives de visualisation, dont les géovisualisations 3D sont un bon exemple, deviennent de plus en plus accessibles et aisées à mettre en œuvre. Il est nécessaire de trouver un moyen de prendre en compte la dimension de plus en plus collective et collaborative des processus dans lesquels sont mobilisés les représentations spatiales en intégrant la question de leurs usages. Une approche par les objets intermédiaires semble une piste intéressante pour répondre à cet objectif et pour compléter utilement les typologies existantes en intégrant les situations d'usage collectif et interactif des géovisualisations.

NOTES

1. Le cas d'étude décrit ici a fait l'objet de deux comptes-rendus plus complets rédigés par des chercheurs différents ayant participé à l'expérimentation, qui ont cherché à analyser, chacun à leur manière, ce qu'ils avaient observé et ont confronté et articulé leurs approches (Jacquinod et Langumier, à paraître).

2. Les films commencent par un survol à haute altitude pour présenter l'étendue de la maquette avant de se rapprocher du sol pour un survol de la zone inondable du sud vers le nord.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITÉES

Bishop I., Lange E. (éd.), 2005, *Visualization in Landscape and Environmental Planning : Technology and Applications*, Taylor and Francis.

Debardieux B., 2004, « Les problématiques de l'image et de la représentation en géographie », *Les concepts de la géographie humaine*, Armand Colin.

Debardieux B. et Lardon S., 2003, *Les figures du projet territorial*, Editions de l'aube - datar.

Debardieux B. et Vanier M. (éd.), 2002, *Ces territorialités qui se dessinent*, Editions de l'Aube – datar.

DiBiase D., 1990, « Visualization in the Earth Sciences », *Earth and Mineral Science*, vol. 59, n°2.

Dykes J., MacEachren A M et Kraak M J (éd.), 2005, *Exploring geovisualization*, Pergamon.

Ervin S. M., 2001, « Digital Landscape Modeling and Visualization: A Research Agenda », *Landscape and Urban Planning*, vol. 54, p. 49-62.

Gahegan M., 2005, « Beyond Tools: Visual Support for the Entire Process of GIScience », in *Exploring geovisualization*, J. Dykes, A.M. MacEachren et M.J. Kraak(éd.), Pergamon.

Halbout H., 2009, *Tome 1. IMAGINA, la 3D au service des collectivités*, IMAGINA.

Halbout H., 2010, *Tome 2. IMAGINA, la 3D au service des collectivités*, IMAGINA.

Jacquinod F., Langumier J., 2011, « Géovisualisations en action dans l'aménagement du territoire », *Géocarrefour*, à paraître.

Joliveau T., 2002, « La participation à la décision territoriale : dimension socio-géographique et enjeux informationnels d'une question politique », *Géocarrefour*. Vol. 76.3, n°01, p. 273-279.

Joliveau T., Dupuis B., 2006, « Conception et utilisation de visualisations numériques pour la gestion paysagère », *Revue internationale de Géomatique*, vol. 16, n° 1, p. 115-134.

Joliveau T., 2006, « Le rôle des systèmes d'information géographique dans la planification territoriale participative. », Chapitre 4 in *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire. Méthodes et outils. Traité IGAT. Information Géographique et Aménagement du Territoire*, D. Graillot et J.-P. Waub (éd.), Lavoisier/Hermes.

Kraak M-J., 1986, « Computer-assisted Cartographic Three-dimensional Imaging Techniques », *Auto-Carto London, Proceedings Volume 1 - Hardware, Data Capture and Management Techniques*, London, p. 53-58.

Lardon S., Maurel P. et Piveteau V., 2001, *Représentations spatiales et développement territorial*, Hermes science.

Latour B. et Woolgar S., 2006, *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques.*, Editions La Découverte.

Lecaille P. et Vinck D., 2000, « Aspects sociologiques et ergonomiques du monde virtuel », *Digital Mock-Up Visualisation in Product Conception and Downstream Processes, The DMU-VI Consortium*.

Lussault M., 2003, « L'espace avec les images », *Les figures du projet territorial*, Debardieux B. et Lardon S. (éd.), Editions de l'aube - datar.

MacEachren A. M. et al., 1994, « Introduction to Advances in Visualizing Saptial Data », in *Visualization in GIS*, Hearnshaw H. M., Unwin D. (éd.), John Wiley & Sons.

Martin E. Ph. C., 1998, *GIS Implementation and the Un-Theory: Some useful concepts from ANT*.

- Riedjik A. et al., 2006, *Virtual Netherlands. Geo-visualizations for interactive spatial planning and decision making : from Wow to impact.*, Vrije Universiteit.
- Söderström O., 2000, *Des images pour agir - Le visuel en urbanisme*, Payot.
- Vinck D., 1999, *Ingénieurs au quotidien - Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*, Presses universitaires de Grenoble.
- Vinck D., 2009, « De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière - Vers la prise en compte du travail d'équipement », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 3, n° 1, p. 51-72.
- Vinck D. et Penz B., 2008, *L'équipement de l'organisation industrielle. Les ERP à l'usage*, Hermès science publication, Lavoisier.