

# Table interactive et interface tangible pour les géosciences : retour d'expérience

Nadine Couture\*

\*LIPSI-ESTIA  
Technopôle Izarbel  
64210, Bidart, France  
[n.couture, g.riviere]@estia.fr

Guillaume Rivière\*, †

†LaBRI  
351, cours de la Libération  
33400, Talence, France  
riviere@labri.fr

## RESUME

Nous avons développé un prototype de table interactive multimodale équipée d'outils qui sont autant d'interfaces tangibles pour favoriser le travail des géophysiciens chargés de reconstituer un modèle tridimensionnel du sous-sol profond sur la base de l'interprétation de données sismiques et sur la base de leur expertise propre, de leurs règles-métiers. Les expérimentations de GeoTUI à l'IFP (Institut Français du Pétrole) ont donné des résultats très satisfaisants.

**MOTS CLES :** Table Interactive, Interface Utilisateur Tangible (TUI), Géosciences, Expérimentations.

## ABSTRACT

GeoTUI is a system designed for geologists. It uses props as tangible user interfaces on a tabletop vision-projection system. It combines the advantages of the spontaneous conditions of user interaction that the geologists are commonly used to in their classical paper/pen/ruler environment with the advantages of the use of powerful geological simulation software. The experiments of GeoTUI in the French Petroleum Institute (IFP) gave very satisfactory results.

**CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:** H.5.2 [Information Interfaces and Presentation (e.g., HCI)]: User Interface.

**GENERAL TERMS:** Design; Experimentation; Human Factors.

**KEYWORDS:** Interactive Tabletop, Tangible User Interface (TUI), Geosciences, Experimentations.

## INTRODUCTION

Dans le domaine de l'énergie, un domaine d'activité stra-

tégique concerne les hydrocarbures dont l'un des axes de développement s'appuie sur les géosciences. Les géophysiciens sont chargés de reconstituer un modèle tridimensionnel du sous-sol profond sur la base de l'interprétation de données volumineuses 3D, de type sismiques et sur la base de leur expertise propre, de leurs règles-métiers. Prendre en compte les facteurs humains dans la conception de l'interface homme-machine impose bien sûr de prendre en considération l'utilisateur de l'interface au cours de la conception, mais ce n'est pas la seule approche. Il est également important de prendre en compte l'expérience et le savoir-faire de l'utilisateur visé, de "l'homme de l'art", pour lui proposer des outils adaptés pour les tâches ciblées.

## BESOIN D'UNE NOUVELLE FORME D'INTERACTION

Les géophysiciens doivent apporter divers éléments de réponse avant que ne soit décidé l'implantation d'un puits pétrolier. Notamment ils doivent pouvoir localiser une poche de pétrole et spécifier l'emplacement optimal du forage qui permettra d'exploiter la plus grande quantité de pétrole possible. Pour ce faire les géophysiciens ont besoin de connaître la composition exacte du sous-sol, et de pouvoir étudier, par exemple, les pressions qui s'exercent. Un modèle (au sens mathématique) de sous-sol doit donc être élaboré. Un modèle préliminaire, sous la forme d'un nuage de point, est d'abord obtenu par acquisition sismique. Géologues et géophysiciens interprètent ce modèle brut et itèrent des hypothèses sur la nature des roches, jusqu'à obtenir un modèle mathématique le plus proche possible de la réalité. Des coupes 2D dans le modèle 3D (voir figure 1) sont successivement réalisées pour comprendre et modifier le modèle. Ces différentes tâches sont classiquement réalisées à l'aide de l'informatique via des interfaces graphiques (GUI).

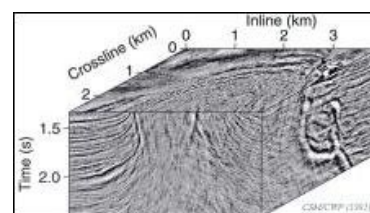


Figure 1 : volume sismique

Nombre de géophysiciens pourtant compétents rencontrent des difficultés pour réaliser ce modèle mathématique avec les GUI. En effet, les réflexions géophysiques mobilisent énormément les ressources mentales du spécialiste et requièrent une forte concentration. Les outils actuels (menus déroulant, zone de texte, cases à cocher) demandent beaucoup d'attention et éloignent le géophysicien de ses réflexions. La nécessité de collaborer entre géophysiciens et géologues pour obtenir un modèle exact rajoute des contraintes sur le type d'interaction à proposer. L'enjeu est double : simplifier l'interaction, et faciliter le travail en collaboration co-présente.

### ANALYSE DU BESOIN

On note de la part des géophysiciens et des géologues une réelle volonté de changer les modes d'interactions avec leurs simulateurs pour augmenter leurs rentabilités. La réalité virtuelle est porteuse de point d'amélioration en particulier dans sa dimension collaborative avec les salles immersives. Les grands instituts et organismes ont aménagé ces types de salles pour optimiser les conditions de travail. Mais, aujourd'hui, ces salles sont très peu utilisées. Le coût important du dispositif et la place qu'il requiert (une très grande salle dédiée à un seul usage) ne permettent pas d'en posséder plus d'un exemplaire. Les utilisateurs doivent donc se conformer à un planning de réservation. Les téraoctets de données qui sont manipulés doivent être transférés et la plupart du temps traduits en un autre format que celui utilisé sur les postes de travail. Quant aux casques, ils ne sont parfois pas supportés. Ils ne favorisent pas la concentration et empêchent toute communication interpersonnelle. L'immersion totale ne s'impose donc pas comme une solution satisfaisante pour un travail quotidien tel que présenté dans le chapitre précédent. Une solution, envisagée par un grand groupe, propose un "mur d'écrans" et une interaction avec le doigt. Elle permet de visualiser à l'échelle 1 une coupe, obtenant ainsi une grande précision mais ne favorisant pas des interactions simultanées de plusieurs personnes.

L'interaction à plusieurs personnes (2 à 4 géologues et géophysiciens) avec les logiciels de visualisations et les calculateurs existants de géologie et de géophysique apparaît plus « naturelle » avec une table interactive sur laquelle on déplace des interacteurs tangibles (TUI, Ullmer et Ishii [3]). Dans notre contexte les interacteurs tangibles (*props*) manipulés peuvent être une règle ou des palets, pour situer une coupe, pour manipuler des points de contrôle. En 2002 Aliakseyeu *et al.* dans [1] avaient déjà proposé des interacteurs tangibles pour la navigation et la manipulation de données 2D et 3D et ils citaient le travail des géosciences sur les modèles sismiques comme un champ d'application privilégié des TUIs. Le travail en équipe peut être amélioré par cette approche, où l'usage d'une interaction multimodale et d'une interface tangible lors de réunions de travail permet une interactivité entre les utilisateurs. Interactivité d'autant plus forte si les don-

nées peuvent être manipulées à plusieurs autour d'une table. C'est en 1993 que Wellner initie, avec le Digital Desk [4], une approche visant à interagir avec un système informatique sur un bureau dans des conditions de travail papier-crayon. C'est avec cet esprit que GeoTUI propose un espace de travail qui se rapproche des conditions de travail connues par les géophysiciens dans les bureaux d'études. La surface de la table devient ainsi un espace d'échange privilégié, où les utilisateurs peuvent partager une carte géographique et un tracé sismique. La carte géographique est affichée à la surface de la table à l'aide d'un vidéoprojecteur, et le système informatique peut connaître la position des interacteurs (règle, palets) en utilisant une caméra. Nous proposons ainsi une informatique présente, mais non intrusive, qui observe l'espace de travail de l'utilisateur. Espace d'action et espace de perception se rejoignent sur la table.

### SOLUTION : TABLE INTERACTIVE ET TUI Conception matérielle et logicielle

Le prototype de GeoTUI (figure 2) est équipé d'une caméra ieee1394 Sony XC-555P et d'un vidéoprojecteur EPSON EMP 7200. Ces deux dispositifs sont fixés en hauteur sur un trépied SHOWTEC 70128 Alu Stand double T-bar à élévation variable. Le tout se range dans un carton (20x20x1,50 cm) et une valise (50x75x30cm). Pour faire fonctionner l'interface, une table ou un bureau est requis. La seule contrainte concerne la surface du meuble utilisé : elle ne doit pas comporter de dessins de nœud de bois trop contrastés, ni présenter un aspect trop sombre, afin de ne pas perturber la vision de l'utilisateur.

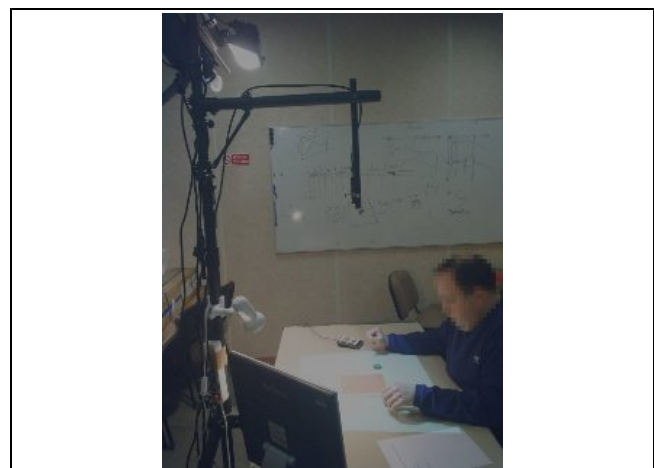


Figure 2 : GeoTUI pendant une expérimentation, trépied, caméra, pavé numérique, palet, etc.

Dans le prototype actuel GeoTUI propose comme vecteur d'interaction :

- une règle de 30 cm.,
- des palets ronds de 35 mm. de diamètre,
- un boîtier de validation muni de 4 boutons physiques, un pour valider la coupe sélectionnée et obte-

nir un plan de coupe, un pour revenir à la carte, un pour effacer les 5 dernières traces de coupe sur la carte et un pour accrocher/décrocher un palet à un tracé de coupe.

L'interface utilisateur GeoTUI, développée en C++, communique via socket avec l'application JOHN (Jerry On tHe Net) développée en JAVA par l'IFP. JOHN est un logiciel interactif, type GUI, de construction de modèle géologique 3D. Il utilise Jerry [2], un logiciel de tracé de rayon et de calcul de réflexion tomographique 3D. Un dialogue client-serveur est instauré entre GeoTUI et JOHN via une connexion socket. Enfin, GeoTUI capte avec la caméra la position des objets tangibles de l'environnement de l'utilisateur qui sont équipés de marqueurs verts (figure 3) puis analyse leur position et enfin traduit les événements en requêtes pour JOHN.

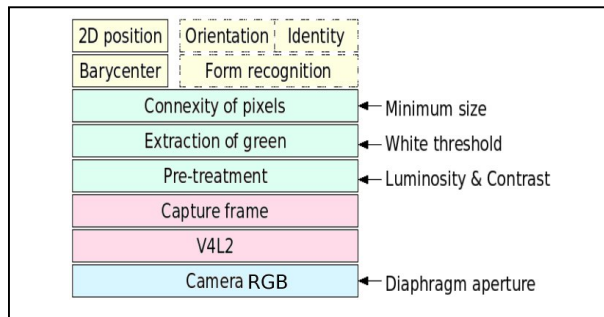


Figure 3 : algorithme d'extraction de vert

### Expérimentations

Nous avons menés deux campagnes de tests échelonnées sur 1 an. Les deux fois, le prototype GeoTUI a été transporté depuis notre laboratoire jusqu'à l'IFP (figure 2) afin de mener des tests utilisateurs sur le lieu de travail des géophysiciens.

La première expérimentation était exploratoire. Elle nous a permis de confirmer la supériorité des interfaces tangible sur une table interactive par rapport à une interface type GUI pour des séries d'exercices métiers. Ce qui n'est pas surprenant compte tenu du résultat bien connu du bénéfice pour la réalisation d'une tâche d'une manipulation directe par rapport à une manipulation indirecte. Elle nous a également permis de convaincre notre partenaire métier et les géophysiciens, sur qui nous appuyons nos expérimentations, de l'intérêt d'un système de type table interactive. Cette première expérimentation a également montré (pour 100 % des 10 sujets) l'intuitivité du choix de la règle pour faire des coupes de sous-sol à partir d'une carte projetée sur la table.

La seconde expérimentation, avec 12 sujets, avait pour but de qualifier différents modes d'interaction pour réaliser une ligne de coupe : la souris sur l'écran, 1 palet, 2 palets et une règle sur la table. Le mode de validation était un bouton réel sur un boîtier posé sur la table. Pour

les deux exercices (table 1), la règle est apparue légèrement supérieure au 2 palets et très supérieure à 1-palet et à la souris.

Type de tâche	souris	1 palet	2 palets	règle
Elémentaire	26s	52s	23s	18s
Composée	8s	18s	7s	5s

Tableau 1 : temps de réalisation moyen

### APPORTS

#### Pour les géosciences

Un démonstrateur, GeoTUI, a été développé et a permis une expérimentation des nouvelles interactions proposées. Il a été démontré par des expérimentations qu'une table interactive intégrant une interface tangible est appropriée et est efficace. Un gain en temps et surtout en fiabilité est constaté par rapport aux GUI. Les interacteurs proposés sont adaptés au contrôle de la donnée.

#### Pour le développement des tables interactives

L'étude présentée ici est avant tout un exemple de l'intérêt des tables interactives pour le domaine des Géosciences. De manière plus générale, c'est une illustration de manipulation de données 3D sur une table interactive par le biais d'interface tangible. Enfin, le principe de conception et de réalisation de GeoTUI qui est un système démontable, portable et à faible coût peut être repris pour des systèmes souhaitant un prototypage rapide en vue de tester et d'expérimenter des paradigmes d'interaction en situation écologique.

### LIMITATIONS

D'un point de vue du métier des géosciences bien des points restent à travailler pour fournir une interface opérationnelle et industrialisable. Il est intéressant de les noter car ils revêtent, à notre sens, une portée plus large que ce domaine d'application et constituent des champs d'investigation pour le développement des tables interactives en général.

Tout d'abord, une étude poussée devrait être menée sur la précision d'affichage du système. Il conviendrait alors de mettre en regard le besoin de précision nécessaire pour le géophysicien et les possibilités du système liées aux matériels et aux techniques disponibles. Il serait aussi utile d'intégrer les techniques de visualisation d'information à la vision et à l'interaction sur une table pour favoriser une meilleure compréhension des informations disponibles et ainsi optimiser la réalisation de la tâche. Il s'agirait également de proposer une version "professionnelle" basée en particulier sur une caméra infrarouge et avec des interacteurs adaptés pour l'action de pointage. A cet effet, un procédé s'appuyant sur des standards serait souhaitable.

## CONCLUSION

Le paradigme de réalité mixte en IHM repose sur la fusion des mondes physique et numérique, affranchissant ainsi les utilisateurs des barrières séparant les deux mondes. Intégrer table interactive et interface tangible est un moyen pour y parvenir. Les interfaces tangibles redonnent une place significative à la manipulation et exploitent la dextérité acquise par les êtres humains au sein de leur environnement quotidien qui pour la plupart des métiers se pratique autour d'une table. Un projet du type de GeoTUI aspire à aboutir à une interaction plus naturelle, et à rendre transparent l'accès à l'information digitale.

GeoTUI amène un retour vers les conditions spontanées de travail des géophysiciens : collaboration autour d'une table, interaction avec les données sur cette table. Le géophysicien n'utilise ni clavier ni souris - lorsqu'ils ne sont pas adaptés à la manipulation des données - tout en ayant à disposition la même puissance de calcul, de visualisation et d'assistance qu'avec son système habituel.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Aliakseyeu, D., Subramanian, S., Martens, J.B. and Rauterberg, M. Interaction Techniques for Navigation through and Manipulation of 2D and 3D Data. In *Proceedings of the Eighth Eurographics Workshop on Virtual Environments EGVE'02* (May 30-31, 2002, Barcelona, Spain), Eurographics Association, 2002, pp. 179-188.
2. Jurado, F., Sinoquet, D. and Lailly, P. Jerry: a 3D reflection tomography designed for complex structures. *KIM 1996 Annual Report*, Institut Français du Pétrole, Pau, France, 1996.
3. Ullmer, B. and Ishii, H. *Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces*. IBM Systems Journal, Vol. 39, No. 3-4, 2000, IBM Corp., NJ, 2000, pp. 915-931.
4. Wellner, P. *Interacting with paper on the DigitalDesk*. Communications of the ACM, Vol. 36, No. 7, 1993, pp. 86-96.