

# Manipulation d'objets tangibles et/ou virtuels en lien avec la table interactive RFID TangiSense

Sébastien Kubicki<sup>1,2,3</sup>, Yoann Lebrun<sup>1,2,3,4</sup>, Emmanuel Adam<sup>1,2,3</sup>,  
Christophe Kolski<sup>1,2,3</sup>, Sophie Lepreux<sup>1,2,3</sup>, René Mandiau<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille, France

<sup>2</sup>UVHC, LAMIH, F-59313 Valenciennes, France

<sup>3</sup>CNRS, FRE 3304, F-59313 Valenciennes, France  
{prenom.nom}@univ-valenciennes.fr

<sup>4</sup>CITC - EuraRFID, 165 Avenue de Bretagne, 59000 Lille, France  
ylebrun@citic-aurarfid.com

## RESUME

Nous présentons dans cet article une nouvelle plate-forme d'interaction utilisant une table interactive couplée à des objets tangibles. La table interactive TangiSense se compose d'antennes RFID (de l'anglais Radio Frequency IDentification) permettant le suivi d'objets, le stockage de données dans ces objets (particularité de la technologie RFID), ainsi que la détection d'objets superposés. Nous présentons dans la première section de cet article la table interactive TangiSense (Figure 1), support de nos recherches puis dans la seconde section les applications envisagées. Nous terminons avec un ensemble de perspectives.

**MOTS CLES :** Table interactive, RFID, Objet tangible, Système Multi-Agents

## INTRODUCTION

En 1965, Gordon Moore annonçait au monde que "la quantité de transistors doublerait tout les ans". Celle-ci s'est jusqu'ici révélée étonnamment exacte, et elle pourrait en principe le rester jusque vers 2015 où les processeurs devraient donc contenir plus de 15 milliards de transistors. Même si d'un point de vue technique les processeurs atteindront leurs limites, les appareils électroniques et informatiques ne cesseront d'être présents dans notre vie courante. Le constat a été fait par Mark Weiser en 1999 [10] où il définissait l'informatique "ubiquitaire" (*i.e* une informatique toujours présente, rendant service mais "invisible"). Il est facile de se rendre compte que le constat effectué à l'époque par Mark Weiser se révèle aujourd'hui justifié. Les ordinateurs sont devenus de plus en plus petits, laissant place aux netbooks, PDA ou téléphones multifonctions dont bon nombre de personnes ne saurait maintenant se passer. Nous entrons dans l'ère du tactile, de la 3D voire même de l'objet communicant où l'utilisateur n'interagit plus simplement avec un clavier et une souris mais avec les doigts, son téléphone ou des objets de tous les jours. Ces nouvelles interactions utilisateurs sont permises grâce à l'évolution et au change-

ment des plateformes. Ainsi les écrans deviennent tactiles et toujours plus grands. Pour contrer les limites du simple écran, clavier et souris reliés à l'Unité Centrale, une solution a été apportée proposant l'écran comme support de travail permettant non seulement un très grand affichage mais surtout des interactions nouvelles sans périphériques. L'UC et ses périphériques a donc laissé place à la table ou au bureau lui-même et ce grâce aux nouvelles plateformes qui apparaissent peu à peu : les tables interactive [4, 3]. Les tables interactives commencent à être dévoilées au public alors que celles-ci font l'objet de recherches depuis de nombreuses années. Déjà en 1991, l'idée de "bureau digital" était proposée par Pierre Wellner au centre Xerox [11]. Depuis 1991, de nombreux laboratoires se sont penchés sur ce qui pourrait être l'ordinateur ou la plateforme interactive de demain.

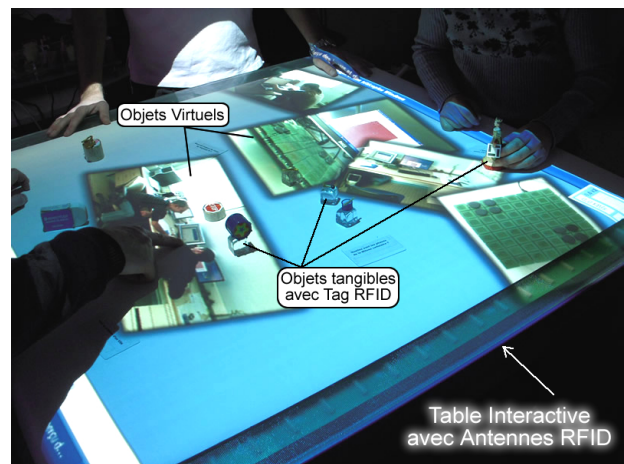


Figure 1: Table interactive "TangiSense" avec des objets tangibles et virtuels

## PRESENTATION DE TANGISENSE

Le projet ANR TTT (Table d'interaction avec des objets Tangibles et Traçables) propose une vision alternative dans l'utilisation d'objets tangibles sur une table interactive. Quatre partenaires ont été impliqués dans ce projet :

deux laboratoires (le LIG<sup>1</sup>, coordinateur du projet et le LAMIH<sup>2</sup>) le CEA<sup>3</sup> et la société RFIDées<sup>4</sup>, qui est le concepteur de la table interactive et intégrateur RFID, permettant d'utiliser des tags RFID collés sur des objets.

### Description de la table

La figure 1 montre le prototype de la table interactive. La table prototype est composée de 25 "dalles" contenant chacune 64 antennes (8 x 8) de 2,5 cm de côté (figure 2) sur une surface de 1m<sup>2</sup>. Chaque dalle contient son processeur DSP de traitement des lectures d'antennes RFID, son multiplexeur d'antennes et son processeur de communication. Les stratégies de lecture sont hiérarchisées et le code est réparti entre le processeur de lecture d'antennes, le processeur en charge du multiplexage et l'ordinateur hôte. Les dalles sont associées entre elles par une interface de contrôle reliée à l'ordinateur hôte par un bus Ethernet. Chaque antenne possède également des diodes LED. Ces diodes permettent un retour visuel, certes de faible résolution, mais permettant d'augmenter les interactions possibles. Il est également possible de vidéoprojeter au-dessus de la table, augmentant ainsi la résolution et les possibilités. Avec la technologie employée, la RFID,

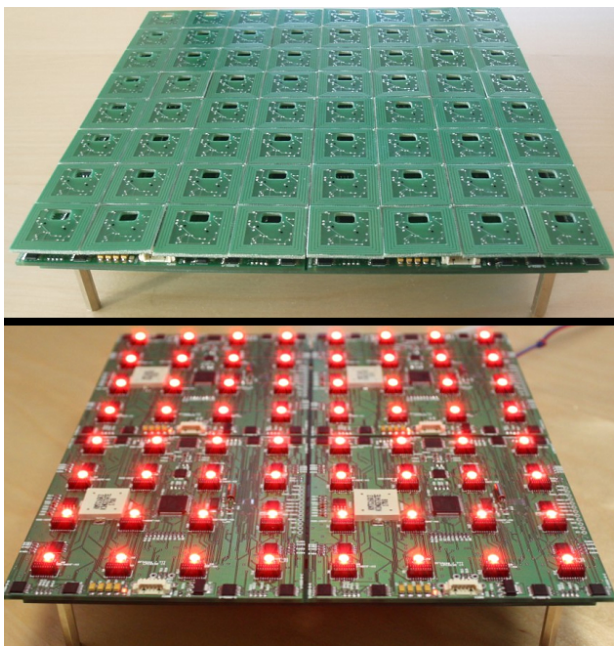


Figure 2 : Dalle avec 8x8 antennes RFID et LEDs

il devient possible de reconnaître des objets superposés les uns sur les autres ou leur position dans l'espace de travail. On peut donc détecter qu'un objet est caché sous un autre plus grand, déterminer sa position ou son contenu si nécessaire grâce au stockage d'informations dans les tags RFID (ce qui n'était pas possible avec un système basé sur la vision même si la détection d'objets

empilés est concevable [5]). Le temps de réponse obtenu grâce à la communication Ethernet et la lecture RFID offre des performances de vitesse très prometteuses à ce jour. Le déplacement simultané d'un pavé de 64 étiquettes RFID est détecté en moins d'une seconde, impliquant une détection possible de plus de 60 objets en mouvement. La capacité à faire cohabiter des antennes très proches sans interaction est également nouvelle. Enfin, les algorithmes enfouis dans les dalles offrent des stratégies de recherche, d'agrégation et d'échange entre les étiquettes RFID. La table est opérationnelle et en constante évolution sur le plan hardware, il s'agit maintenant de concevoir et de développer les logiciels d'exploitation de la table et des objets communicants associés. Ainsi avec ces objets, les participants autour de la table pourront interagir et travailler de manière collaborative autour d'applications faisant intervenir des objets physiques.

### Description des objets

Au delà de la table, nous distinguons deux types d'objets différents pouvant servir d'interaction. Ces objets peuvent en effet être virtuels ou tangibles, c'est-à-dire physiquement accessibles et manipulables par l'utilisateur. Nous appelons objets virtuels des objets visuels projetés sur la table. Ces objets virtuels peuvent être manipulés par l'utilisateur grâce à l'utilisation d'un gant muni de puces RFID permettant de suivre les mouvements de la main de l'utilisateur [7]. La table est munie d'antennes RFID qui permettent de détecter les objets tangibles munis de puces RFID. Dans ces puces, il est possible de stocker des informations telles qu'un historique des déplacements du tag ou des consultations de ce tag, les informations d'authentification de la personne associée ou d'un objet, etc. A l'initialisation, l'application associe le ou les tags à un objet tangible.

Les domaines d'application potentiels d'une telle table sont très variés (conception coopérative, transports et simulation, jeux collectifs, création musicale, handicap et santé, réalité augmentée...). Nous proposons de présenter quelques applications dans la section suivante.

### APPLICATIONS DE TANGISENSE

Ces nouvelles plateformes d'interactions que sont les tables interactives laissent envisager de nouvelles applications, de manières de travailler ou de collaborer [6]. Cependant, avec la possibilité d'utiliser des objets tangibles pour interagir avec les tables interactives, les objets peuvent être adaptés en fonction des applications envisagées. C'est le cas avec la table interactive TangiSense, support de notre recherche, qui permet d'interagir avec n'importe quel objet si celui-ci possède un tag RFID (la table étant munie d'un ensemble d'antennes RFID permettant de lire les tags). Nous proposons dans cette section de présenter trois exemples de domaines d'applications actuels utilisant la table interactive TangiSense.

<sup>1</sup>www.liglab.fr

<sup>2</sup>www.univ-valenciennes.fr/LAMIH

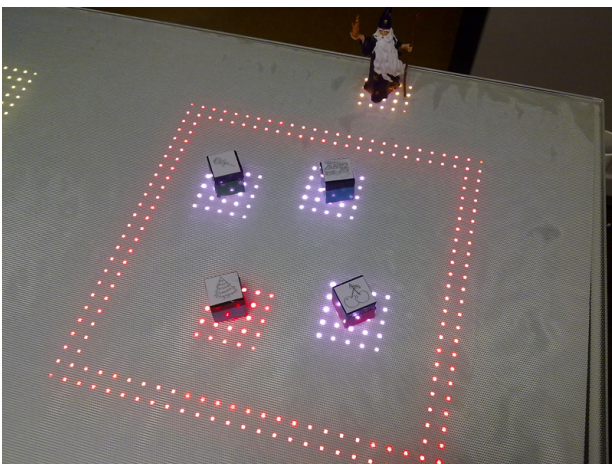
<sup>3</sup>www.cea.fr

<sup>4</sup>www.rfidees.fr



### Apprentissage des couleurs

L'objectif de ce démonstrateur (figure 3) proposé par le laboratoire de Valenciennes (LAMIH), est de permettre un apprentissage des couleurs aux enfants selon des scénarii proposés par un professeur des écoles. L'application vise les enfants de classe maternelle (petite et grande section) donc âgés entre 2 et 6 ans, selon les scénarii. Le but de l'application est très simple. Un ensemble d'objets tangibles (petits cubes) portant une image sur le dessus doivent être placés dans la couleur appropriée. Pour cela, les enfants doivent identifier l'image située sur le cube (un sapin, des cerises, une voiture de police, un poussin, etc.) et venir le placer dans le cadre de la couleur appropriée. La table invite donc les enfants (par messages vocaux) à retrouver les couleurs "perdus" des objets. De manière coopérative ou non, seul ou en groupe, les enfants doivent ainsi replacer 8 objets de chaque couleur (jaune, bleu, rouge, vert). Pour les plus avancés, les couleurs orange et violet peuvent être rajoutées. Une fois l'ensemble des objets positionné dans les différents cadres, l'enfant est invité à valider son choix. Cette validation implique à l'enfant une réflexion et surtout une première validation venant de sa part : "Suis-je certain de mes choix ?" évitant ainsi la pose des objets de manière aléatoire sans réflexion ou sans correcte identification des images. Pour cela, nous proposons d'utiliser un petit magicien. La pose de celui-ci sur la table lance le processus de vérification. Chaque zone colorée est alors testée "As-tu trouvé les objets rouges ? Oh, oh il y a une erreur ! Regarde bien l'image !" En cas d'erreur, les objets sont identifiés. L'enfant peut alors les reprendre, comprendre ses erreurs en vérifiant les images, venir les repositionner puis valider ses choix à l'aide du magicien.



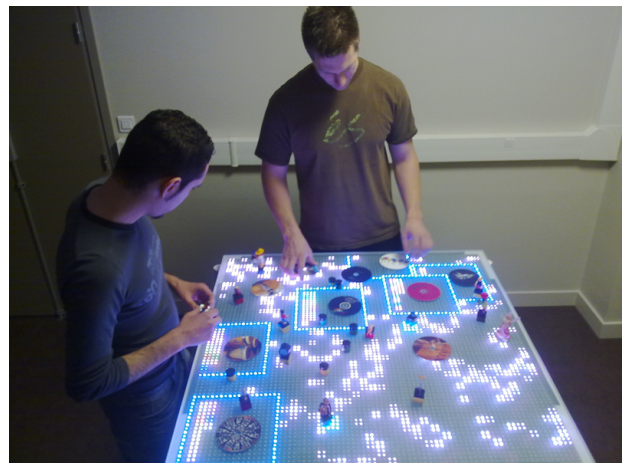
**Figure 3 :** Application "apprentissage des couleurs" en pleine vérification

L'application est une alternative numérique, ludique et interactive du célèbre collage de gommettes en classe. Elle permet un travail collaboratif, une identification des difficultés des enfants avec éventuellement des résultats pour le professeur, et surtout permet à l'enfant de comprendre

ses erreurs et de tester à nouveau ses choix. L'application est en constante évolution. Nous avons pour objectif de tester l'application en condition réelle dans une école maternelle avec un ensemble d'enfants et éventuellement d'adapter celle-ci selon les résultats obtenus.

### Conception Musicale

Ce démonstrateur (figure 4) proposé par le laboratoire de Grenoble (LIG) équipe MULTICOM [2], partenaire du projet ANR TTT, invite les utilisateurs à créer un univers musical à l'aide d'objets tangibles. Le démonstrateur est basé sur le jeu de la vie, qui est un automate cellulaire imaginé par John Horton Conway en 1970. Le but est ici de diffuser un automate cellulaire sur la table (par le biais des LEDs intégrées aux antennes de la table TangiSense) puis l'utilisateur est invité à venir positionner stratégiquement ou aléatoirement un ensemble d'objets tangibles. Il existe des objets aux comportements prédéfinis (un tambour, une grosse caisse, une cymbale...) ou des objets sans aucun comportement qui vont pouvoir "absorber" un son provenant d'une banque de sons proposée lors de la pose d'un CD sur la table. Lorsque l'automate passe sous l'objet posé, le son qu'il contient est reproduit créant ainsi une interface musicale à la fois aléatoire mais dépendante du placement/contenu des objets.



**Figure 4 :** Application de conception musicale dans un contexte collaboratif

### Gestion du trafic routier

Cette application (figure 5) proposée par le LAMIH, implique un ensemble d'infrastructures routières pour la gestion du trafic routier destinée aux experts en sécurité, architecture, transports, etc. [8]. Elle vise à d'apporter une aide à l'étude et la régulation du trafic en réduisant par exemple l'attente aux feux, à la simulation de situations d'accidents, ou à l'anticipation d'actions des véhicules afin d'émettre des hypothèses pour fluidifier le trafic. Dans ce cas, à la table peut correspondre un réseau autoroutier sur lequel des objets tangibles de type infrastructure ou signalisation sont déplacés par le ou les utilisateur(s). L'interface est composée d'une carte routière

(dessinée et vidéo-projetée sur la table à partir de données provenant d'un système d'informations cartographiques) sur laquelle évoluent des véhicules autonomes gérés par un Système Multi-Agents [1, 9]. Le but est ici, de venir modifier la circulation en apposant un ensemble d'objets (Panneaux STOP, feux tricolore etc.), d'étudier l'implication sur la circulation et permettre d'émettre des hypothèses quant à la circulation, la fluidité du trafic routier, etc. Cette application est en cours de réalisation suite à un premier maquetage.



**Figure 5 :** Application de gestion du trafic routier avec vidéoprojection

## CONCLUSION

Cet article a présenté la table interactive TangiSense support de nos recherches. Après avoir présenté la table d'un point de vue technique, nous avons proposé quelque exemple d'applications développées ou en cours de développement fonctionnant sur la table TangiSense. La présentation de ces applications laisse penser qu'il reste de nombreuses recherches à mener sur ces plateformes d'un nouveau genre qui peuvent, pourquoi pas, remplacer notre ordinateur de tous les jours.

## REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche a été partiellement financé par le Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie, la région Nord Pas de Calais, le Centre National de la Recherche Scientifique, le FEDER, le CISIT (projet Plaiimob) et surtout l'Agence Nationale de la Recherche (projet TTT). Nous voudrions également remercier les partenaires avec qui nous avons travaillé en collaboration sur ce projet : Le LIG, RFIdées et le CEA, de même que le CITC - EurARFID pour son support.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Adam, E., and Mandiau, R. Flexible roles in a holonic multi-agent system. In Marik, V., Vyatkin, V., and Colombo, A., editors, *Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing, Third International Conf. on Industrial Applications of Holonic*

*and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2007*, pages 59–70, Regensburg, Germany, 2007. Springer. LNCS 4659,.

2. Arfib, D., Filatriau, J.-J., and Kessous, L. Prototyping musical experiments for tangisense, tangible and tracable table. In *Sound and Music conference (SMC'09)*, pages 258–263, Porto, Portugal, 2009.
3. Couture, N., and Rivière, G. Table interactive et interface tangible pour les géosciences : retour d'expérience. In *IHM'07: 19ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, pages 23–26, Paris, France, November 12-15 2007. ACM Press.
4. Dietz, P., and Leigh, D. DiamondTouch: A MultiUser Touch Technology. In *UIST '01: Proc. of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 219–226, Orlando, Florida, November 2001. ACM Press.
5. Kensaku, F., Jun, S., Kenichi, A., and Tomohiko, A. Tangible search for stacked objects. In *CHI '03: extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 848–849, New York, NY, USA, 2003. ACM Press.
6. Kubicki, S., Lepreux, S., Kolski, C., and Caelen, J. Towards new human-machine systems in contexts involving interactive table and tangible objects. In *11th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems*, Valenciennes, France, 2010.
7. Kubicki, S., Lepreux, S., Lebrun, Y., Santos, P. D., Kolski, C., and Caelen, J. New human-computer interactions using tangible objects: Application on a digital tabletop with rfid technology. In Jacko, J. A., editor, *Human-Computer Interaction*, LNCS 5612, pages 446–455. Springer, 2009.
8. Kubicki, S., Yoann, L., Sophie, L., Adam, E., Kolski, C., and Mandiau, R. Exploitation de la technologie RFID associée à une table interactive avec objets tangibles et traçables, Application à la gestion de trafic routier. *Génie Logiciel*, 31:41–45, 2009.
9. Lebrun, Y., Adam, E., Kubicki, S., and Mandiau, R. A Multi-agent System Approach for Interactive Table Using RFID. In *8th International Conf. on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems (PAAMS 2010)*. Springer, April 2010.
10. Weiser, M. The Computer for the 21st Century. *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, 3(3):3–11, 1999.
11. Wellner, P. The digitaldesk calculator: tangible manipulation on a desk top display. In *UIST*, pages 27–33, 1991.