



HAL
open science

Mathématiques, raisonnement et technologies usuelles de l'information et de la communication : des besoins particuliers aux talents particuliers

Philippe Garnier

► **To cite this version:**

Philippe Garnier. Mathématiques, raisonnement et technologies usuelles de l'information et de la communication : des besoins particuliers aux talents particuliers. La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation, 2012, 56, pp.253-261. 10.3917/nras.056.0253 . hal-01675674

HAL Id: hal-01675674

<https://inshea.hal.science/hal-01675674>

Submitted on 22 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mathématiques, raisonnement et technologies usuelles de l'information et de la communication : des besoins particuliers aux talents particuliers

Philippe GARNIER
Formateur INS HEA

Résumé : Dans le cadre de la contribution des aides techniques à l'accessibilité scolaire, cet article s'intéresse au rôle facilitant des Technologies usuelles de l'information et de la communication (TUIC) dans le domaine des apprentissages mathématiques pour des élèves présentant des troubles moteurs (activités géométriques) et des difficultés spécifiques de raisonnement. Il met en évidence, au-delà leur apport en terme d'accessibilité, la capacité des TUIC à révéler les talents de tous et à susciter échange et partage des projets réalisés.

Mots-clés : Activités géométriques - Handicap - Mathématiques - Raisonnement - TUIC - Talent - Troubles moteurs.

Mathematics, reasoning, and the common information and communication technologies: from special needs to special talents

Summary: In the framework of the contribution of technical tools to access to education, this article focuses on the facilitating role of common information and communication technologies in the field of teaching mathematics to pupils with motor difficulties (geometric activities) and specific reasoning difficulties. In addition to their contribution to access to education, the ability of common information and communication technologies to reveal every individual's talents and encourage the exchange and sharing of the projects implemented.

Key words: Disability - Common information and communication technologies - Geometric activities - Mathematics - Motor difficulties - Reasoning - Talent.

AU-DELÀ de la double diversité des situations de handicaps et des champs mathématiques de l'école, l'enjeu pédagogique est, pour les enseignants travaillant avec des jeunes à besoins éducatifs particuliers, d'aider à restaurer certaines facultés grâce à des environnements facilitants (Benoit, Sagot, 2008). Dans ce cadre, les technologies de l'information et de la communication permettent pour les élèves handicapés de rendre accessibles certains apprentissages et de lever des obstacles. Les aides apportées par les Technologies usuelles de l'information et de la communication (TUIC) sont d'ordres différents : elles peuvent être supplétives, permettre de faire une action que l'on ne pourrait pas faire spontanément sans cette aide technique. Elles peuvent avoir un caractère augmentatif quand il s'agit de réaliser plus aisément une activité, être de type tutoriel quand elles permettent

d'apprendre de façon différenciée, de type procédural quand elles sont à l'origine d'un développement des compétences méthodologiques et de type communicationnel quand elles permettent d'échanger ou de consulter certaines ressources.

En mathématiques, si l'on considère le *socle commun de connaissances et de compétences*, l'élève doit être capable de raisonner, de communiquer avec le langage mathématique, de maîtriser le calcul (mental, posé et à la calculatrice), d'effectuer des tracés, de modéliser une situation de la vie courante par les mathématiques, de se repérer dans l'espace...

Selon le type de trouble des obstacles peuvent entraver partiellement l'accès au développement de ces capacités. Certaines aides techniques ont été alors élaborées pour lever des obstacles liés à un trouble spécifique ; ainsi, le logiciel *NAT Braille* peut transcrire en braille du contenu mathématique, des calculatrices utilisant une synthèse vocale permettent à un élève malvoyant ou non-voyant de faire des calculs et de pouvoir alors se concentrer sur des tâches de plus haut niveau.

D'autres logiciels, prévus à l'origine pour répondre à un champ de besoins éducatifs particuliers, peuvent être intéressants pour des élèves avec des besoins différents. Le générateur d'exercices Genex¹, développé initialement pour les jeunes avec troubles moteurs, permet à l'enseignant de créer, par exemple en mathématiques, des exercices adaptés aux besoins éducatifs particuliers divers de chaque élève. Certains logiciels n'ont pas été élaborés pour être utilisés par des élèves handicapés, mais quelques-unes de leurs fonctions rendent des services importants à des élèves à besoins éducatifs particuliers. Ainsi les principaux logiciels de traitements de textes permettent d'écrire impeccablement des fractions, tâche qui peut, à la main, être difficile pour certains élèves avec troubles moteurs.

Les technologies usuelles de l'information et de la communication susceptibles de faciliter l'accès des élèves handicapés aux mathématiques et au raisonnement peuvent donc être très nombreuses et variées selon le type de trouble ou l'enjeu mathématique. Plutôt que de proposer un catalogue des différentes adaptations utilisant les TUIC en mathématiques, qui ne pourrait de toute façon prétendre à l'exhaustivité, nous allons, pour bien comprendre l'intérêt des TUIC, nous pencher sur deux domaines liés aux mathématiques et au raisonnement, en considérant, pour chacun d'entre eux, des élèves pour lesquels le travail à accomplir est particulièrement difficile, le handicap faisant souvent obstacle à l'apprentissage visé.

Dans un premier temps, nous allons considérer les activités géométriques avec des élèves avec troubles moteurs et les logiciels qui permettent de lever les obstacles. Dans un second temps, c'est aux élèves qui ont des difficultés spécifiques pour raisonner que nous allons nous intéresser, envisageant alors quels moyens informatiques et technologiques sont susceptibles de faire particulièrement progresser ces jeunes. Une réflexion finale tentera d'indiquer, au-delà de la spécificité de chaque situation de handicap, quelques voies prometteuses concernant l'usage des TUIC qui, en plus de rendre accessibles des apprentissages, peuvent rendre accessibles à nous tous des manifestations de talents parfois cachés derrière le handicap.

1. <http://www.inshea.fr/genex/genex1.htm>

LA GÉOMÉTRIE AVEC DES ÉLÈVES AVEC TROUBLES MOTEURS

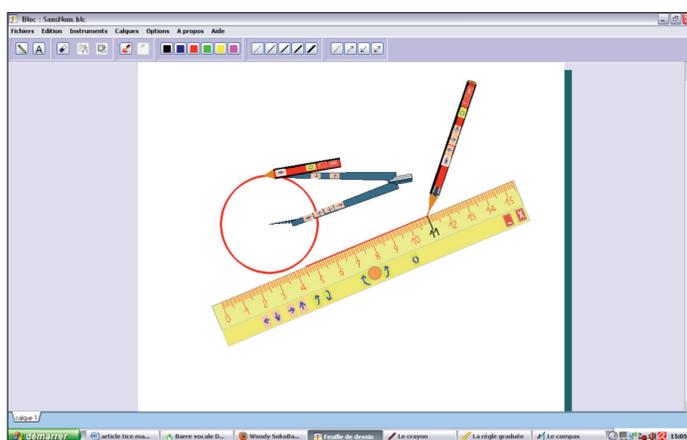
La géométrie a la particularité d'être à la fois source de raisonnement et de manipulation. Au fur et à mesure de sa scolarité, l'élève passera des tracés, des activités de perception, à l'utilisation d'un certain nombre d'instruments de mesures puis au collège à des activités de démonstration autour des propriétés des figures, ce qui demandera des capacités de conceptualisation et de raisonnement.

Les difficultés motrices, chez des élèves qui ont des paralysies des membres supérieurs, ou des dyspraxies, vont évidemment avoir une incidence dans les activités de tracés. Par rapport à ces difficultés, plusieurs types de logiciels de géométrie peuvent être utilisés à des fins différentes.

Des outils d'aide au tracé géométrique

Certains logiciels, comme la Trousse géotracer (TGT ²), ou Instrumenpoche ³, comportent des instruments virtuels (règle, équerre, compas...) pour tracer à l'écran de l'ordinateur des droites, des cercles, des carrés, des rectangles... Ces logiciels, dans une logique du *faire*, permettent une alternative aux tracés main/règle/crayon/papier, tout en faisant en sorte de s'en rapprocher au maximum, les outils de tracé apparaissant à l'écran.

TGT, développé par l'équipe informatique de l'INS HEA (Sagot, Durand, 2005), permet aux élèves d'utiliser des outils virtuels qui peuvent être déplacés à la souris. Un clic sur les icônes des instruments permettra de réaliser des translations ou rotations précises de ces derniers, ce qui rend possibles certains tracés qui auraient été particulièrement difficiles dans des conditions ordinaires. Un système de calques superposables permet notamment à l'enseignant de réaliser une figure qui peut être protégée ; l'élève avec troubles moteurs va alors tracer sur un calque les éléments correspondant à l'activité demandée sans crainte : la figure initiale du maître, grâce à ce système, sera protégée d'un mouvement non contrôlé de l'élève.



2. http://laboutique.inshea.fr/boutique/fiche_produit.cfm?ref=Lo11&

3. <http://instrumenpoche.sesamath.net/wiki/start>

Le logiciel ne sera cependant pas immédiatement utilisable avec aisance par un élève d'une école. Un certain entraînement permettra néanmoins à de nombreux élèves avec troubles moteurs de réaliser des dessins géométriques qu'ils n'auraient pu réaliser avec un crayon et du papier. L'enseignant qui essaiera lui-même le logiciel devra faire un effort de décentration pour comprendre l'intérêt du logiciel, car lui-même sera bien entendu beaucoup plus à l'aise pour réaliser les dessins à la main avec une règle banale et un crayon qu'avec la Trousse géotracés.

Dans le cas d'un élève avec troubles moteurs en inclusion, le professeur pourra faire en sorte que les travaux du jeune ne restent pas uniquement sur écran : un premier document sur un papier peut être scanné pour apparaître à l'écran, et le travail, une fois réalisé, sera imprimé. Ainsi le travail par l'informatique est-il juste un détour, qui permet à l'élève handicapé scolarisé en classe ordinaire de rendre un devoir de géométrie avec un rendu valorisant sur un même support que ses camarades. Des expérimentations ont été mises en place, aussi bien en milieu ordinaire avec des jeunes qui ont des problèmes moteurs modérés que dans des établissements avec des adolescents présentant des troubles moteurs importants. Le logiciel a permis à la grande majorité des élèves d'améliorer les tracés. Les élèves avec les troubles moteurs les plus importants qui ne pouvaient que très modérément réaliser des tracés géométriques ont pu réellement obtenir des tracés satisfaisants grâce à cet outil. Les jeunes avec des troubles moins importants, qui auparavant pouvaient quand même réaliser certains tracés ont, grâce à TGT, obtenu des tracés impeccables. En revanche, pour les élèves qui ont des troubles visuels associés au handicap moteur, l'apport du logiciel est plus limité.

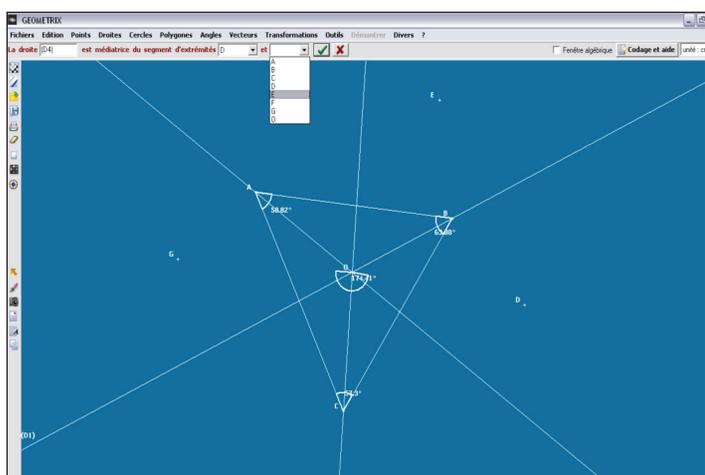
Des logiciels de géométrie dynamique

Les logiciels de géométrie dynamique (comme Cabri Géomètre, Déclic, GeoGebra...) constituent une deuxième grande classe d'aide technique pour les élèves avec troubles moteurs. La plupart de ces logiciels n'ont pas été créés à l'origine pour des élèves handicapés.

Ces logiciels ont un fonctionnement différent de ceux évoqués précédemment : il ne s'agit plus ici de dessiner soi-même, mais de *faire faire*, c'est-à-dire de faire apparaître sur l'écran des figures à partir d'objets définis par des éléments géométriques plus élémentaires ; ainsi des droites, pourront être tracées automatiquement si on indique pour chacune deux points préalablement présents. L'aspect dynamique du logiciel est tel qu'en déplaçant les points d'une figure constituée, l'élève peut voir que les propriétés sont conservées et ainsi avoir une vision plus générale de la figure, non restreinte à une configuration particulière. Ces logiciels n'étant pas destinés à réaliser soi-même des tracés, il sera bien sûr possible pour l'élève d'obtenir une figure impeccable si les éléments de la figure sont correctement définis initialement. Si l'on considère par exemple le logiciel de géométrie dynamique *Géométrie*⁴, la seule difficulté motrice viendra du fait qu'il faut placer des points sur l'écran puis atteindre avec la souris des menus pour définir des objets géométriques. Les élèves

4. <http://geometrix.free.fr/site/index.php>

qui ont un relatif usage de leurs membres supérieurs pourront sans trop de problème se servir de ce logiciel. Par rapport aux logiciels de tracés, la difficulté ici est alors conceptuelle. Par exemple, l'élève qui n'aura pas dans un premier temps défini deux points ne pourra tracer une droite. Un triangle ne sera pas ici un dessin (trois traits qui se rejoignent deux à deux), mais défini impérativement à partir de trois points. De nombreux enseignants du primaire en formation Capa-SH option C sont émerveillés quand les formateurs leur présentent pour la première fois ce logiciel et se disent que c'est ce qui leur faut pour leurs élèves handicapés. Ils devront cependant prendre conscience que des logiciels de ce type ne sont pas une amélioration de logiciels du type de la Trousse géotracés, mais sont destinés à des usages différents, et peuvent d'ailleurs être tout à fait complémentaires avec les logiciels de tracés.

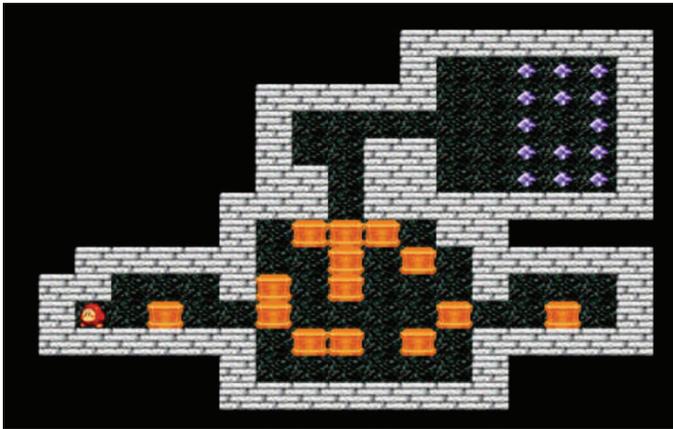


L'un des intérêts particuliers de certains logiciels de géométrie dynamique est qu'ils permettent, une fois la figure élaborée, de revoir pas à pas sa construction, et même de produire un film retraçant image par image la construction. Certains de ces programmes listent dans un tableau, à côté de la figure, l'ensemble des opérations réalisées pour aboutir à la figure. L'enseignant pourra ainsi convier l'élève à verbaliser les différentes étapes de la construction à l'aide du tableau, l'entraînement à la verbalisation des actions et des observations étant une voie d'apprentissage efficace pour les élèves avec troubles moteurs et troubles visuels associés (Crouail, 2009). On notera également que quelques-uns de ces logiciels permettent même à des élèves ne pouvant pas se servir de la souris d'élaborer des figures. En effet, un jeune qui aurait néanmoins accès au clavier, peut taper une suite d'instructions qui permettent, sans avoir à passer par les menus du logiciel, d'obtenir la figure désirée. En résumé, ces logiciels permettent à l'élève de réaliser des activités de géométrie sur les figures, avec un visuel impeccable, en se détachant de la tâche laborieuse de dessin, qui pourrait, pour certains, aboutir à une réalisation qui, au lieu de soutenir le raisonnement (qui peut être excellent pour certains jeunes) le desservirait, tant la production serait éloignée de la figure souhaitée.

Si les logiciels de géométrie dynamique permettent de faire travailler le raisonnement, d'autres aides techniques, logiciels, amènent également un développement de cette faculté, ce qui est particulièrement intéressant avec des élèves présentant des troubles des fonctions cognitives.

DÉVELOPPER LE RAISONNEMENT CHEZ DES ÉLÈVES AVEC DES TROUBLES DES FONCTIONS COGNITIVES

Sokoban est un jeu de réflexion informatique, disponible dans de nombreuses versions gratuitement sur Internet, dans lequel le joueur incarne un personnage qui doit pousser des caisses jusqu'à ce que celles-ci atteignent des cases indiquées. Le personnage peut se diriger dans toutes les directions, mais ne peut pousser qu'une caisse à la fois. Différents tableaux successifs peuvent être abordés, souvent avec une difficulté croissante, l'organisation de l'espace étant tel que dans les versions *standard* du jeu, les solutions ne sont en général pas immédiates ou évidentes ; il faut fortement planifier, anticiper ses déplacements pour ne pas se retrouver coincé.



Un travail autour de ce jeu a été réalisé dans une Clis 1 de la Ferté-Bernard. Les enfants ont notamment pu développer des compétences spatiales et logiques, les progrès au niveau des capacités de prévision étant particulièrement intéressantes avec des élèves présentant des troubles importants des fonctions cognitives, ces derniers ayant souvent des difficultés particulières à planifier et à anticiper.

Les compétences au niveau de la logique et de l'anticipation ont également été travaillées il y a quelques années avec le logiciel *Le retour des incroyables machines du professeur Tim* (Jacquet, Ulrich, 2006). L'objectif du jeu est de compléter une machine avec des éléments mis à disposition de manière à pouvoir déclencher un événement déterminé, comme amener une balle à un endroit précis. Cette expérience menée en UPI *autisme* a permis aux élèves non seulement de développer des compétences logico-mathématiques mais aussi des compétences sociales.

Dans un numéro récent de *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation* (Virey, Renaud, 2011), ont été évoqués les nombreux mérites du robot pédagogique

Roamer de la société Valiant. Dans la lignée des tortues Jeulin qui se déplaçaient grâce au langage de programmation Logo (Papert), le *Roamer* permet le développement de compétences liées aux mathématiques telles que : se repérer spatio-temporellement, savoir décrire des figures planes, être capable de schématiser, comprendre et utiliser la notion d'angle... Les travaux des auteurs, réalisés en Clis 1, ont montré les liens possibles des activités avec le *Roamer* avec les additions et multiplications.

Parmi les nombreuses compétences susceptibles d'être développées grâce au robot, le raisonnement tient une place particulière. En effet, une des caractéristiques du *Roamer* est de devoir être programmé pour effectuer des déplacements. Pour réaliser le trajet que l'on souhaite, il faut ainsi faire preuve d'anticipation, manier les hypothèses, ordonnancer des instructions, c'est-à-dire faire preuve de contrôle cognitif.



On notera que les travaux sur le *Roamer* avec des élèves handicapés ne datent pas d'aujourd'hui. En effet, il y a un peu moins de dix ans, plusieurs expériences avec le *Roamer* ont été mises en place dans l'enseignement spécialisé. On évoquera par exemple un travail en IME (Gasnier, 2003) au cours duquel deux élèves ont fait preuve d'anticipation par rapport aux déplacements du robot et l'ont programmé afin de réaliser un trajet désiré. Ce travail a été, pour l'un des élèves, couplé avec une activité sur le dénombrement. L'enseignant a trouvé que les enfants ont été plus actifs que d'habitude et ont fait des mathématiques avec plaisir.

Le robot a également été utilisé pour cerner les difficultés d'un jeune adulte traumatisé crânien (Noël, 2003). À partir d'un constat du peu d'aisance de l'élève à analyser un trajet réalisé par le *Roamer*, l'enseignant spécialisé a entrevu des difficultés, notamment en résolution de problème et ainsi réalisé un emploi du temps pour le jeune homme comportant des plages horaires avec des activités autour du raisonnement logique et des jeux de stratégie.

PERSPECTIVES

Si certaines technologies apportent une aide particulière à des élèves avec un type de trouble spécifique, il ne faudrait pas croire qu'elles ne peuvent être utiles pour d'autres élèves avec des besoins éducatifs particuliers différents.

Ainsi, les logiciels de géométrie dynamique peuvent se révéler très utiles, non seulement pour les jeunes avec troubles moteurs, mais aussi pour les élèves sourds (Duquesne, 2002). Selon cet auteur, la fréquentation régulière des termes géométriques dans les menus des logiciels de géométrie dynamique familiarise les élèves à ces termes nombreux et complexes. De plus, la possibilité de pouvoir varier les positions des figures dans l'espace va aider les élèves sourds à décontextualiser et ainsi tendre à réduire leurs problèmes au niveau de la conceptualisation.

Le projet BOMEHC ⁵ (Boite à outils mathématiques pour des élèves en situation de handicap au collège) d'étudiants de l'école centrale de Lille vise la réalisation d'un logiciel qui permet de réaliser des formules mathématiques, des tracés géométriques, de poser des opérations ; s'il a été élaboré à partir de besoins éducatifs particuliers d'élèves handicapés, il a l'ambition d'aider tous les élèves ainsi que leurs professeurs. Si des TUIC *a priori* conçues pour des élèves avec des besoins spécifiques permettent une amélioration des approches pédagogiques pour les élèves tout venant, inversement, des logiciels tout public peuvent aussi se révéler très utiles à un public en situation de handicap.

Ainsi, l'environnement de programmation multimédia *Scratch* ⁶, créé par le Massachusetts Institute of Technology (MIT), permet aux élèves, dès l'école primaire, de créer des animations, des jeux avec de l'interactivité. Il a été conçu afin d'initier les enfants à des concepts mathématiques et informatiques, tout en développant la créativité. Les jeunes peuvent assez facilement créer des décors, des éléments sonores et des personnages qu'ils font évoluer dans différentes directions, grâce à des éléments de programmation très simples. À partir de briques visuelles de programmation apparaissant à l'écran, les élèves peuvent anticiper les déplacements des personnages.



5. <http://bomehc.free.fr/>
 6. <http://scratch.mit.edu/>

Apparaissent immédiatement des similitudes avec le *Roamer*. Les possibilités sont toutefois plus grandes puisque, à partir de l'importation de n'importe quelle image, on peut élaborer, par exemple en mathématiques, des situations problèmes relevant aussi bien des nombres que de la géométrie. Par exemple, pour animer le personnage, l'élève pourra indiquer une position, ce qui le fera travailler sur les coordonnées cartésiennes, il pourra définir diverses trajectoires, ce qui engendra une réflexion sur les angles. De plus, l'activité même de création incite à raisonner, à anticiper, à imaginer, actes mentaux indispensables aux activités mathématiques. L'enseignant, lui, pourra s'emparer de cet outil pour créer lui-même des situations pédagogiques adaptées, comme il peut le faire avec Genex. On notera que d'ores et déjà, des communautés d'enseignants utilisant *Scratch* se sont créées, discutent sur les projets réalisés avec leurs élèves, consultent des ressources, posent des questions sur des forums sur un site, ScratchEd, dédié spécialement à eux. Le slogan « *Imagine, programme, partage* » de *Scratch* révèle d'ailleurs cette volonté de créer des communautés par le partage des projets réalisés. Une communauté de professionnels réfléchissant autour des besoins éducatifs particuliers pourrait ainsi se créer pour, de manière collaborative, penser les meilleures stratégies pédagogiques, notamment en mathématiques, avec *Scratch*. De plus, des élèves en situation de handicap pourraient bénéficier de ce genre d'environnement facilitant pour partager leurs idées, créations, réalisations et révéler au monde, via Internet, leurs talents particuliers.



Bibliographie

- BENOIT (H.), SAGOT (J.), « Les Tice peuvent-elles faciliter la scolarisation des élèves handicapés », *Les dossiers de l'ingénierie éducative*, hors série, décembre 2008.
- CROUAIL (A.), *Rééduquer dyscalculie et dyspraxie*, Masson, Paris, 2009.
- DUQUESNE (F.), *Apprendre à raisonner en mathématiques à l'école et au collège*, Édition du Cnefei, 2002.
- GASNIER (M.-A.), « Aborder les premiers apprentissages en IME avec un robot », *La nouvelle revue de l'AIS*, n° 23, 3^e trimestre 2003.
- JACQUET (D.), ULRICH (F.), « Travailler ensemble autour de l'ordinateur. Quand des adolescents autistes scolarisés en UPI collaborent pour la résolution de situations-problèmes », *La nouvelle revue de l'AIS*, n° 34, 2^e trimestre 2006.
- NOËL (C.), « Mettre en évidence les troubles des fonctions supérieures chez un élève traumatisé crânien à l'aide d'un robot », *La nouvelle revue de l'AIS*, n° 23, 3^e trimestre 2003.
- SAGOT (J.), DURAND (M.), « Réduire les difficultés motrices dans des activités de géométrie avec TGT », *La nouvelle revue de l'AIS*, n° 30, 2^e trimestre 2005
- VIREY (M.) RENAUD (P.), « Le Roamer : un robot déjà ancien au service d'apprentissages bien actuels – Utilisation dans une Classe d'inclusion scolaire (Clis 1) de l'Yonne », *La nouvelle revue de l'AIS*, n° 52, 4^e trimestre 2010.