

## **707 APPLICATION DE L'INSTRUMENTATION VIRTUELLE**

**ISIDORE LAUZIER**

*Professeur*

**COLLÈGE DE MAISONNEUVE**

Si les nouvelles technologies de l'information donnent aux étudiants un accès quasi instantané à une énorme quantité d'information, elles ne créent pas automatiquement un milieu favorable à la formation et elles n'entraînent pas nécessairement un meilleur apprentissage. Les étudiants ont de la difficulté à se concentrer, ils ne parviennent pas à transférer leurs connaissances, ils sont parfois peu motivés pour l'étude : voilà autant de sujets de préoccupation. Heureusement, le développement des technologies reliées à l'information, leur universalité et la réduction de leur coût permettent de créer des moyens efficaces d'aide à l'apprentissage ; les recherches récentes réalisées dans le domaine des sciences de l'éducation et en particulier sur le cognitivisme en témoignent.

Actuellement la réalisation d'une expérience de laboratoire se fait dans un laps de temps fixe. Un étudiant a à traiter rapidement une quantité importante d'information et l'installation et le montage occupent souvent la majeure partie du temps alloué. Il est difficile alors de travailler efficacement sur les aspects les plus importants et les plus intéressants d'une expérimentation, c'est-à-dire l'analyse des résultats et la modification de certains paramètres pour tester une nouvelle hypothèse. Ce travail peut se faire beaucoup plus efficacement avec un ordinateur et l'équipement approprié. L'analyse de données complexes et leur représentation sur un ordinateur personnel sont un facteur important de motivation. Le but de la présente démarche est de fournir à l'étudiant un matériel d'expérimentation aussi abordable qu'un manuel de référence pour réaliser cet objectif.

### **LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE : UN SUPPORT À LA CRÉATIVITÉ**

L'utilisation de l'ordinateur avec des logiciels préprogrammés rend monotone un outil attrayant et dynamique en le transformant en simple exerciseur. Outre le fait que l'ordinateur ait été conçu pour le traitement de l'information et le calcul, ce sont ses capacités graphiques qui en font un outil révolutionnaire. On n'a qu'à penser à la métaphore du bureau virtuel avec Windows, à celle du grand livre avec Excel, aux systèmes de conception assistée par ordinateur, etc. Un logiciel de traitement de texte est beaucoup plus qu'une machine à écrire, on peut y jeter ses idées en vrac, les organiser, laisser aller son imagination au hasard et y revenir à un moment propice. La représentation graphique diminue la charge cognitive en représentant des phénomènes abstraits difficiles à décrire dans une forme conventionnelle. L'étudiant peut alors intégrer plus rapidement des phénomènes physiques et en extraire les éléments de base. C'est un support à la créativité.

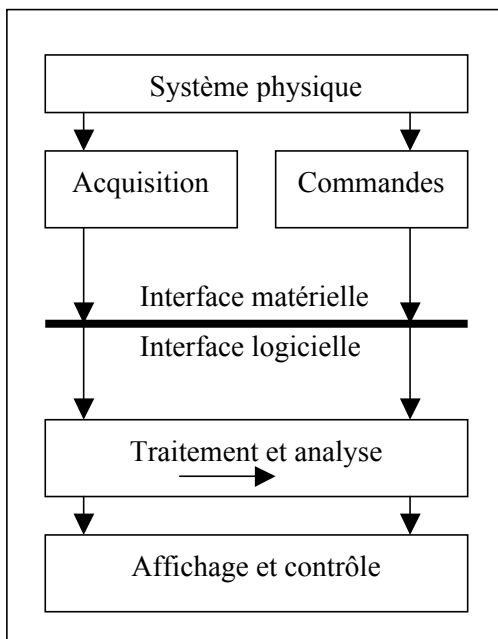
Tout récemment est apparue une nouvelle métaphore, celle de l'instrumentation virtuelle. Il ne s'agit plus de calculer et d'afficher des nombres mais de représenter des phénomènes physiques et de les contrôler, de formuler des hypothèses et de les vérifier et de simuler ou créer des environnements. La représentation graphique est supérieure à la représentation mathématique ou textuelle pour appréhender les résultats d'une expérimentation en facilitant la perception et la compréhension d'un problème complexe. De plus elle est un

support important pour la mémoire à court terme<sup>1</sup>. D'après Warren Robinett, « Le processus d'apprentissage requiert des exemples concrets et des modèles graphiques descriptifs et interactifs efficaces et ces modèles sont réalisables par ordinateur. C'est tout récemment en se référant aux jeux vidéo que les scientifiques ont compris que la représentation graphique sur ordinateur peut aider à interpréter de grandes quantités de données, une chose pourtant évidente pour des enfants qui utilisent ces jeux<sup>2</sup>. ».

## L'INSTRUMENTATION VIRTUELLE

L'instrumentation virtuelle utilise intensivement la représentation graphique. Au lieu d'instruments de mesure, on utilise un ordinateur pour modifier et contrôler les paramètres d'une expérimentation, en traiter les données et en afficher les résultats. Cet aspect apporte une souplesse de fonctionnement considérable, un niveau d'automatisation très élevé et un coût beaucoup moins élevé qu'avec des instruments conventionnels.

On peut subdiviser un instrument virtuel en quatre parties : un ordinateur personnel, un logiciel spécifique, une interface de communication normalisée et un équipement matériel pour l'acquisition de données ou le contrôle d'appareils.



On procède de la façon suivante.

1. On transforme les variables physiques d'un système en signaux électriques que l'on amplifie et filtre avant de les convertir en données numériques pour le traitement et l'analyse avec un ordinateur. Pour le contrôle, on procède de façon inverse en transformant en signaux électriques les données en provenance de l'ordinateur.
2. On utilise un lien de communication matériel et un logiciel standardisé pour recevoir ou transmettre les données.
3. On filtre et analyse les données pour en extraire l'information pertinente et faire l'enregistrement des résultats au besoin.
4. Les données recueillies et analysées sont présentées de façon graphique et numérique. La présentation est modifiable à l'aide de boutons à l'écran pour gérer l'acquisition des données et le contrôle du système physique.

## AVANTAGES

Les avantages par rapport à un système conventionnel sont nombreux.

1. Une représentation graphique élaborée et un affichage simple et facile à manipuler.
2. Une transparence complète avec le matériel. La communication avec le matériel est standardisée.
3. Une grande souplesse de manipulation et une grande capacité d'analyse des éléments du système physique.

<sup>1</sup> RHEINGOLD, Howard *Virtual Reality* Touchtone Book, Simon & Shuster, 1991.

<sup>2</sup> Traduction libre d'une citation de Warren Robinett rapportée par Howard Rheingold dans *Virtual Reality* Touchtone Book, Simon & Shuster 1991.

4. Un coût très bas et une grande facilité d'adaptation à différentes situations.
5. Une très grande modularité.
6. Une intégration naturelle au travail en réseau et à distance.

## **DIFFÉRENCE ENTRE L'INSTRUMENTATION VIRTUELLE ET LA SIMULATION**

Un système matériel possède des caractéristiques propres qui ne sont jamais entièrement conformes aux valeurs théoriques et qui sont très difficiles à reproduire. L'instrumentation virtuelle se distingue d'une simulation par le fait qu'on réalise des expérimentations matérielles dans des conditions réelles et en tenant compte des facteurs physiques qui interviennent. Par rapport à la simulation, la validité des résultats est intrinsèque.

## **L'INSTRUMENTATION VIRTUELLE ET LE TRANSFERT DES CONNAISSANCES**

Dans la présente démarche, nous allons montrer comment cette approche peut être mise à profit pour le développement des connaissances conditionnelles telles qu'on les a établies dans la recherche sur le cognitivisme. Dans le cognitivisme, on catégorise les connaissances en trois niveaux : 1 - les connaissances déclaratives : les faits, les règles, les lois et les principes ; 2 - les connaissances procédurales : les étapes pour réaliser une action ; 3 - les connaissances conditionnelles : le quand et le pourquoi d'une action.

Les connaissances conditionnelles correspondent à la structuration des savoirs, elles servent au transfert des connaissances d'une situation à une autre ou d'un contexte à un autre, elles déterminent l'action la plus adéquate à appliquer pour résoudre un problème dans des contextes différents et, selon Tardif, « Les connaissances conditionnelles sont rarement mobilisées dans le contexte actuel d'apprentissage. Pour réaliser leur mobilisation, l'enseignant doit avoir la préoccupation de ne présenter que des activités complètes en elles-mêmes. Le savoir ne se construit que très difficilement à partir de pièces isolées<sup>3</sup>. »

Pour faire une planification stratégique dans le but de résoudre un problème, l'étudiant doit se servir de sa base de connaissances, c'est-à-dire de sa mémoire à long terme et cela nécessite des connaissances suffisantes dans le domaine en cause. Pour reconnaître l'applicabilité ou la non-applicabilité d'une idée dans une situation nouvelle, il faut avoir clairement à l'esprit la nature de la situation à laquelle cette idée s'applique.

Le transfert des connaissances a lieu lorsque l'on domine son sujet, voire lorsqu'on en est un expert. Il faut avoir de l'expérience et de l'entraînement pour maîtriser un sujet et réaliser un transfert efficace. La possibilité d'analyser et de reprendre une expérience pour vérifier une hypothèse permet d'acquérir de l'expérience.

## **DÉMARCHE HEURISTIQUE ET INTERACTIVITÉ**

L'instrumentation virtuelle favorise la formulation d'hypothèses et la création de modèles en permettant d'en faire immédiatement la vérification et la validation. Elle permet de développer l'intuition et la démarche heuristique. Selon Bruner « La démarche heuristique est une méthode non rigoureuse de solution d'un problème par rapport à la méthode analytique qui consiste à suivre rigoureusement un algorithme. Dans bien

---

<sup>3</sup> TARDIF, Jacques *Pour un enseignement stratégique* Montréal, Les éditions logiques, 1997.

des cas, un algorithme n'est pas disponible tandis que l'on peut toujours faire appel à une démarche heuristique et cette dernière permet souvent de découvrir plus rapidement une solution<sup>4</sup>. »

Sur le plan pédagogique, une telle démarche apporte à l'étudiant les plaisirs de la découverte, la mobilisation de ses connaissances et une plus grande efficacité dans son travail. Le matériel proposé permet de varier automatiquement en temps réel les variables et les paramètres d'entrées d'un circuit ou d'un prototype pour obtenir une représentation et une analyse graphique des résultats d'une expérimentation. Toute activité de l'étudiant est analysable graphiquement au fur et à mesure de son déroulement. Cette démarche amène l'étudiant à explorer des pistes de solution et à formuler des hypothèses. Faire appel aux capacités cognitives de l'étudiant pour la résolution d'un problème contribue à augmenter sa motivation.

C'est une application directe des connaissances conditionnelles.

### **RYTHME D'APPRENTISSAGE**

L'enseignement se fait presque universellement à un rythme fixe pour tous les étudiants d'une même classe et d'un même programme. Des étudiants possédant des préalables, des intérêts, des capacités et des styles d'apprentissage différents sont forcés de fonctionner à un même rythme. Les étudiants doivent avoir la possibilité d'approfondir un sujet et de le maîtriser, c'est le but premier de l'apprentissage.

La démarche proposée tient compte du rythme d'apprentissage personnel de chaque étudiant. Elle prend la forme d'un dialogue avec l'ordinateur, l'étudiant peut s'attarder sur certains points ou recommencer certaines étapes en fonction de ses connaissances préalables, de ses intérêts ou de ses capacités de façon à pouvoir maîtriser son sujet. La maîtrise d'un sujet, selon la théorie du cognitivisme, permet de placer ses connaissances dans la mémoire à long terme.

### **CONTEXTUALISATION**

Au lieu de proposer des séries d'expériences pré-organisées, on offre des situations d'expérimentation contextualisées et modifiables. La compréhension des principes fondamentaux d'un sujet dans son contexte le rend plus compréhensible et les recherches des cent dernières années montrent qu'à moins qu'une connaissance ne soit structurée et placée dans la mémoire à long terme, elle sera très vite oubliée. D'après Bruner<sup>5</sup>, l'intégration d'une théorie et la compréhension d'idées et de principes généraux non seulement permettent la compréhension d'un phénomène, mais elles permettent aussi de les mémoriser et d'en faire éventuellement le transfert à d'autres situations.

L'instrumentation virtuelle permet aux étudiants de créer leurs propres expérimentations et de s'engager activement dans leur formation. La possibilité de hiérarchiser la structure de programmation d'un instrument virtuel sous forme modulaire, en couplant un langage de programmation graphique à un système d'expérimentation relié directement à un ordinateur, permet à l'étudiant d'analyser un système complet et de saisir rapidement les interactions des différents composants électroniques reliés entre eux.

---

<sup>4</sup> BRUNER Jerome *The Process of Education* Harvard University Press, Cambridge Mass. 2002

<sup>5</sup> BRUNER Jerome *The Process of Education* Harvard University Press, Cambridge Mass. 2002

## CONCLUSION

La difficulté principale d'une expérimentation réside dans le traitement des données et leur compréhension. L'instrumentation virtuelle est un moyen pour leur donner de la signification. On peut automatiser un processus de mesures, conserver un historique de l'expérimentation, répéter une expérience en changeant des paramètres, comparer plusieurs situations entre-elles et tester très rapidement un prototype. C'est un aspect très important pour la motivation et l'encouragement au travail personnel puisqu'il permet aux étudiants de découvrir par eux-mêmes de nouvelles solutions et d'être actifs dans leur apprentissage. La représentation graphique pour représenter des phénomènes abstraits difficiles à décrire dans une forme conventionnelle permet d'intégrer rapidement des phénomènes physiques et d'en extraire les éléments de base. On peut appliquer aussi directement les notions mathématiques nécessaires au développement d'un système de mesure ou d'un système de contrôle.

Pour augmenter le travail personnel, le système matériel doit appartenir aux étudiants comme un manuel de référence ou un ordinateur personnel pour qu'ils puissent l'utiliser en dehors des laboratoires et des salles de cours.

Les étudiants doivent développer avant tout leur esprit d'initiative pour la recherche, leur créativité et leur goût pour les sciences et la technologie, et apprendre à réfléchir seuls et en équipe. Ce sont des objectifs beaucoup plus difficiles à atteindre et bien plus importants que celui d'en faire simplement des spécialistes de systèmes fermés informatisés.

