

# SIMULATION DE TRAVAUX PRATIQUES EN ÉLECTRICITÉ, ÉLECTRONIQUE ET ÉLECTROTECHNIQUE

**Marc BOUCHET, Charles COLOMBIER, Jean FAURE, Jean-François GALVIN,  
Jean HUGON**

*CNED - Institut de Grenoble  
Domaine Universitaire B.P. 3  
38040 GRENOBLE CEDEX 9  
04 76 03 41 00  
grenoble@cned.fr*

## **1. Enseignement à distance et activités expérimentales**

Outre les objectifs de connaissance fixés par les programmes officiels, l'enseignement à distance doit prendre en compte les objectifs de méthodologie expérimentale ou de savoir-faire expérimentaux que vise l'enseignement de la physique appliquée, notamment : élaboration d'un protocole, réalisation d'un montage, mesures et leur traduction graphique, enfin exploitation de ces résultats.

Au CNED, cette nécessité nous a amené à envisager des séances de regroupement pour travaux pratiques dans des lycées techniques partenaires. Le volume horaire moyen de ces regroupements est de soixante heures seulement. Au coût de mise à disposition du matériel et de l'encadrement technique et pédagogique (répercuté partiellement vers l'inscrit) s'ajoutent les coûts de déplacement et hébergement à la charge de l'inscrit. Il est donc difficile d'accroître ce volume.

Le public de nos classes d'années préparatoires aux BTS Industriels est pour 80% constitué d'adultes qui travaillent dans l'industrie et souhaitent reprendre leurs études. Il faut donc créer des passerelles entre leur activité professionnelle et les savoirs et savoir-faire à acquérir tels qu'ils sont définis dans les référentiels.

Les éléments précédents nous ont invité à utiliser la simulation pour multiplier les manipulations et le multimédia (l'illustration sonore, l'image fixe ou animée, photographique ou de synthèse) pour les passerelles entre l'activité professionnelle, les conditions matérielles du laboratoire et là où il apportait une plus-value comme dans l'illustration de phénomènes physiques ou l'emploi de méthodes de résolution graphique.

## **2. Descriptif sommaire des contenus et des modes d'utilisation**

Les thèmes retenus sont : oscilloscope, RLC, dipôles actifs linéaires, moteurs à courant continu et asynchrone, redressement non commandé et commandé, wattmètre, transformateurs, hacheur, onduleur, amplificateur opérationnel, filtrage et spectres.

Pour chaque thème, notre cédérom présente trois modes d'utilisation : mode guidé, mode entraînement et mode simulateur. Le mode guidé permet la prise en main rapide du simulateur en présentant son ergonomie à travers un exemple d'utilisation enregistré du type expérience de cours réalisée par le formateur. Le mode entraînement a pour support un protocole de travaux pratiques avec un questionnement progressif ; les réponses y sont accessibles immédiatement. Le mode simulateur est destiné à une utilisation libre sur l'initiative de l'apprenant (activité de découverte) ou à la demande du formateur (activité d'apprentissage ou

d'évaluation). En outre, un outil de traitement des données sera présent sur le cédérom, accessible à tout moment avec importation automatique des données générées par les simulateurs.

Dans chaque thème, une partie appelée compléments permet de visualiser (photos, vidéos) les systèmes simulés en présentant leurs principales caractéristiques et/ou de présenter des éléments théoriques pour lesquels l'animation et l'hypertexte facilitent la compréhension. Dans cette partie, l'aspect professionnel lié au simulateur concerné est évoqué à travers un lieu unique, le tramway de Grenoble, le thème du transport électrique permettant de retrouver la quasi-totalité des systèmes techniques simulés.

### **3. Simulation et activité de l'apprenant**

Dans l'ensemble du cédérom, il s'agit de simuler un environnement de TP sur table ou sur bancs d'essais machines avec des réponses rapides aux actions c'est-à-dire un temps de réponse égal au temps réel. Il s'agit de faire "mouliner" des modèles rapides. Le niveau de modélisation des simulateurs est supérieur au niveau de modélisation à faire acquérir à l'apprenant sans pour autant atteindre les performances des meilleurs simulateurs connus.

Les principes qui suivent nous ont conduits tout au long de la réalisation :

- l'apprenant ne doit pas être un consommateur de résultats préparés ou suivre seulement un protocole, il doit être créatif dans son activité d'expérimentateur,
- la physique appliquée, à travers les travaux pratiques, doit stimuler des qualités particulières : curiosité, esprit d'initiative et ténacité, sens critique,
- la démarche expérimentale doit aider à maîtriser les concepts qui gèrent le fonctionnement d'un dispositif, à mémoriser (car on retient mieux ce que l'on fait) et à articuler pratiques expérimentales et appropriation de connaissances théoriques.

### **4. Contraintes et méthodes de simulation**

Lors de la construction des simulateurs, il convient d'avoir à l'esprit les limitations techniques et physiques, notamment celles de la représentation à l'écran, qui conditionnent le type de modélisation et de représentation. Les simulations utilisées s'appuient sur différentes méthodes : résolution d'équations différentielles (hacheur), échantillonnage (moteur), et modules spécifiques SPICE (redressement).

Pour chaque simulateur, il convient de s'interroger sur les défauts de l'image et de la représentation (les pixels de l'écran), sur ce qui traduit les "défauts physiques" des matériels (le transistor commute à 1 ms), et sur le domaine de variation des paramètres qui permet de s'assurer de la validité de la modélisation.

### **5. Enseignement en présence, enseignement à distance**

Pour l'enseignement en présence, la simulation permet l'autoformation et/ou le travail en autonomie. Elle peut être utilisée pour préparer ou prolonger une manipulation au laboratoire ou sur banc d'essai en s'affranchissant des contraintes de disponibilité des laboratoires et des personnels de laboratoire compétents nécessaires. Nos contacts de validation ont fait apparaître deux nouvelles utilisations non prévues initialement : pour des élèves handicapés ne pouvant accéder à certains équipements et pour pallier l'inaccessibilité temporaire aux laboratoires dans un établissement en rénovation.

Notre cédérom de simulation sera associé à un service en ligne sur Internet qui assurera le suivi de l'utilisation du cédérom du point de vue informatique et pédagogique. Les services prévus sont : messagerie pour le tutorat et entre utilisateurs, foire aux questions, téléchargement de compléments, sélection de sites. A moyen terme, on peut penser à un tutorat synchrone avec prise de contrôle à distance des simulateurs. Ce service sera assuré par un enseignant à mi-temps, celui-ci travaillant à partir de son domicile.

## **6. En guise de conclusion**

Nous sommes conscients que rien ne peut remplacer la confrontation au réel avec les "imprévus" inévitables et riches d'enseignement : vieillissement des appareils, historique des utilisations, dérives thermiques... Notre seule ambition est d'améliorer les conditions d'apprentissage d'un public en enseignement à distance.