

## La résolution de problèmes en Techniques de génie électrique



*Bernard Legault*  
Professeur en électrotechnique  
Cégep André-Laurendeau

Depuis quelques années déjà, dans les cours *Technologie de l'électricité* et *Circuits*, Carlo Bueno et moi insistons pour confronter les élèves à des problèmes plutôt qu'à des exercices. Nous estimons, en effet, qu'en situation de travail, ce sont des problèmes que le technicien aura à affronter. Il doit donc, dès le début de sa formation, se rendre habile à faire face à ce type de situation. Toutefois, nous constatons, malgré nos efforts et nos répétitions verbales, qu'un nombre important d'élèves n'ont pas acquis la maturité ou, encore, n'ont pas développé une méthode structurée pour affronter efficacement les situations problèmes. *Il nous semble donc qu'il faille inclure explicitement dans notre enseignement une telle démarche pour favoriser le transfert des apprentissages chez les élèves.*

Dans le texte qui suit, je vais vous présenter notre conception de l'« exercice » et du « problème ». J'accompagnerai cette explication d'un exemple provenant d'un des deux cours en question. Enfin, je terminerai en proposant la démarche que nous entendons enseigner à l'intérieur des cours *Technologie de l'électricité* et *Circuits* dès l'an prochain. Vous constaterez que cette démarche est relativement générale et qu'elle peut se modeler pour être appliquée à différents contextes de cours à mesure que les élèves avancent dans leur programme d'études.

### PROPOSER DES SITUATIONS PROBLÈMES AUX ÉLÈVES

#### *Pourquoi parler de problèmes?*

Comme il a été mentionné précédemment, en situation de travail, le technicien fera face à des problèmes : l'opérateur éprouve des difficultés à utiliser correctement son système, il explique ce qu'il observe au technicien qui, lui, doit établir un diagnostic et passer ensuite à l'action. Or, l'opérateur, dans la plupart des cas, n'a pas la compétence pour établir ce diagnostic.

C'est pourquoi le technicien devra traiter l'information qu'on lui transmet pêle-mêle pour distinguer ce qui est pertinent de ce qui ne l'est pas. Il aura par la suite à se faire une idée du problème, à partir de ces connaissances et de son expérience. Enfin, il passera à l'action.

Nous souhaitons former le technicien pour qu'il puisse s'habituer à faire face à l'ensemble de ces opérations. Quoi de mieux que de proposer, dès le début de sa formation, des situations qui le rendent habile à réagir correctement à ce type de situation ?

Les situations problèmes que nous proposons visent essentiellement à favoriser, chez les élèves, le développement de leur capacité de transfert des concepts à des situations pratiques ou que nous souhaitons le plus proche possible de la pratique. Dans le cadre de nos cours, les mises en situation que nous avons développées, à partir du schéma d'un accessoire domestique ou d'un gadget électronique, sont plutôt du niveau de l'analyse d'un problème. Toutefois, rien ne nous empêche d'élaborer des situations qui permettent aux élèves de jumeler à leur capacité d'analyse des habiletés de manipulation en laboratoire.

#### *Comment définir un problème?*

La définition qui suit comporte des éléments qui nous guident. Elle n'est certes pas complète ni ne provient d'un texte théorique, mais elle oriente notre choix.

Pour nous, un problème représente une **situation complexe**, pour laquelle l'élève doit être en mesure de **traiter l'information** qu'il reçoit. Il choisit, parmi ces informations, celles qui sont pertinentes. L'élève doit donc développer la capacité d'interpréter les informations et de les hiérarchiser pour faire des choix en fonction de la tâche qui est demandée.

Cette **situation complexe et nouvelle** pour lui doit l'inciter à **établir des liens** avec des concepts qu'il connaît, des applications semblables ou des situations similaires. L'élève doit ensuite être en mesure **d'identifier l'information manquante** pour compléter son analyse et **rechercher des pistes pertinentes** en vue de résoudre le problème. Il applique ensuite les solutions envisagées. Enfin, l'élève a à vérifier la pertinence et le réalisme des résultats auxquels il arrive, dans le but éventuel de reprendre le processus s'il s'est révélé erroné.

## Qu'en est-il exactement dans nos cours ?

Traditionnellement, les volumes de référence, par exemple, décrivent les concepts d'une manière isolée des contextes réels. On y présente la théorie et on propose des exercices qui y sont reliés (probablement tirés de contextes réels mais sans jamais les présenter ou les identifier). C'est à l'élève à apprendre à les reconnaître.

Avec les années, nous avons développé l'approche suivante (ce qui suit s'applique principalement à la théorie, parfois aux laboratoires mais d'une manière moins organisée) : nous cherchons à proposer des modèles fonctionnels du comportement des composants ou des composantes selon le cas. Ces modèles tendent à s'appuyer sur des éléments connus des élèves.

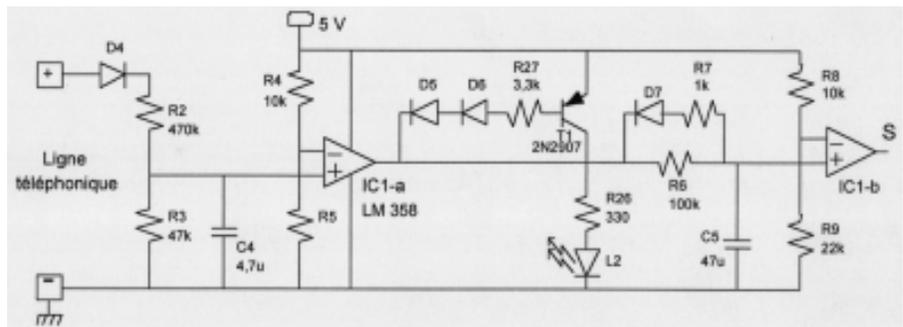
Nous considérons deux types d'activités pour intégrer ces modèles dans l'analyse des circuits, soit les exercices et les problèmes :

- ◆ *Les exercices* sont des circuits sans contexte, comme on en trouve dans la documentation traditionnelle. Ils ont pour buts de s'exercer, de devenir habile à calculer ou à reconnaître.
- ◆ *Les problèmes* sont des applications complètes à l'intérieur desquelles se retrouve le même sujet d'enseignement que dans les exercices. Toutefois, l'élève doit être en mesure d'isoler du circuit global la partie relative à la question posée. De plus, nous devons permettre à l'élève de se faire une idée générale du comportement du circuit pour l'aider à s'y retrouver.

AVANTAGES DES PROBLÈMES	AVANTAGES DES EXERCICES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• On traite de plusieurs applications différentes.</li> <li>• On apprend à reconnaître des configurations semblables.</li> <li>• On apprend à porter un regard sur la partie d'un tout.</li> <li>• On traite l'information et on porte un jugement global avant de passer à l'action.</li> <li>• On favorise le transfert des connaissances.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On répète souvent des opérations semblables.</li> <li>• On ne s'embête pas avec un contexte parfois trop complexe.</li> <li>• On imagine facilement le chemin pour arriver à une solution.</li> <li>• On favorise l'application des connaissances.</li> </ul>
RÉTICENCES PRÉVISIBLES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quand on est novice, il n'est pas facile de reconnaître des circuits et de les isoler d'un tout.</li> <li>• On veut avoir une vue globale.</li> <li>• Cette manière de fonctionner est insécurisante pour l'élève parce qu'il doit apprendre à composer avec des éléments inconnus.</li> </ul>	

### Exemple : Tiré de l'examen final de mai 1999 – Cours Circuits

Ninon, une copine de Lyon (France), a fabriqué tout un circuit de codage pour son téléphone. Une partie de ce circuit est représentée ici. En France, lorsque le combiné est accroché, une tension d'environ 50V est présente aux bornes de la ligne. Cette tension chute à environ 10V lorsqu'on décroche. On peut négliger ici la chute de tension aux bornes de D4.



- a) Quelle doit être la valeur de R5 pour que L2 éclaire lorsqu'on décroche ? On considérera ici qu'une tension inférieure à environ 20V (aux bornes de la ligne) correspond à cette situation (appareil décroché). Expliquez et justifiez par des calculs élaborés et une démarche explicite.
- b) Combien de temps la sortie S du deuxième amplificateur opérationnel reste-t-elle à un niveau actif après qu'on a raccroché le combiné ? On considérera ici comme négligeable le délai occasionné par CA et comme idéales les sorties des amplificateurs opérationnels. Expliquez, effectuez les calculs pertinents et représentez le tout graphiquement. Tracez trois courbes : la tension à la sortie IC1-a, la tension aux bornes de C5 et la tension à la sortie de IC1-b.

## Quelles conclusions tirer de notre expérience ?

Pour les raisons exprimées précédemment, nous sommes convaincus que l'utilisation de problèmes s'avère être l'orientation qu'il faut maintenir dans l'ensemble de nos deux programmes d'études. Cette orientation peut se vivre différemment d'une session à l'autre et d'un programme à l'autre, mais elle nous semble fondamentale. Toutefois, nous constatons que nous n'enseignons pas une démarche structurée de résolution de problèmes. Cette situation, on le remarque, ne permet pas aux élèves de devenir habiles à développer les capacités requises pour résoudre correctement des problèmes.

Les élèves les plus structurés, habituellement les plus doués, s'en sortent par eux-mêmes. D'ailleurs, ils s'en sortent, peu importe le contexte d'enseignement dans lequel ils se trouvent. Cependant, pour un nombre important d'élèves, cette nouvelle approche représente un changement fondamental. Ils doivent s'y adapter. *Pour ce faire, nous devons enseigner de manière explicite une démarche leur permettant d'y arriver et intégrer celle-ci dans les objets d'apprentissage de chacun des cours les plus propices.* C'est là où nous en sommes.

Somme toute, enseigner les étapes d'une démarche structurée, s'amorçant en première année pour se poursuivre dans les autres années du programme, favorise la cohérence dans nos programmes sans renier nos objectifs de formation.

## UNE DÉMARCHE DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES EN TGÉ\*

Il existe deux grands moments dans la démarche de résolution de problèmes : *la représentation du problème* et *la résolution du problème* (voir la figure 1 à la fin de l'article). Chacune de ces étapes est importante. Toutefois, nous avons souvent remarqué que la première étape est fréquemment négligée par les élèves qui cherchent trop rapidement à réaliser directement la deuxième étape. Ainsi, en omettant de prendre le temps nécessaire pour bien se *représenter* le problème, il devient parfois très difficile de le *résoudre* correctement par la suite.

Nous sommes bien conscients que la démarche que nous vous proposons ici est présentée d'une manière structurée et linéaire, c'est-à-dire une étape à la suite de l'autre. Nous tenterons au cours de vos deux premières sessions de vous l'inculquer et de vous rendre habiles à l'appliquer systématiquement. Toutefois, nous sommes aussi conscients que lorsque vous faites face à un véritable problème, le processus utilisé n'est pas aussi linéaire. Vous devrez cependant passer, d'une manière ou d'une autre, à travers ces étapes, peu importe l'ordre dans lequel vous le faites, si vous voulez résoudre le problème correctement.

\* Cette deuxième partie de l'article constitue un document destiné aux élèves en prévision d'un enseignement explicite.

La démarche que nous vous proposons est relativement générale. Même si nous pensons principalement aux cours *Technologie de l'électricité*, *Circuits* et *Réaliser un système de commande* lorsque nous la rédigeons, elle s'adapte facilement à différentes familles de contenus associées aux technologies du génie électrique. C'est ainsi qu'au fur et à mesure de votre évolution à l'intérieur du programme, cette démarche se précisera et s'adaptera selon le domaine du problème à résoudre (électronique, automatismes, physique ou programmation). Cette adaptation n'enlève rien aux deux étapes fondamentales reliées à la résolution de problèmes : *la représentation du problème* et *la résolution du problème*.

*La représentation d'un problème* est l'étape clé dans l'ensemble de la démarche que nous vous proposons. C'est le moment au cours duquel vous devez : recueillir les informations pertinentes, c'est-à-dire l'information utile dans le contexte présenté; établir un lien entre ces informations et ce que vous connaissez déjà; et tracer mentalement les pistes que vous suivrez pour être en mesure de résoudre correctement le problème.

Ce moment privilégié peut aussi, éventuellement, vous permettre d'identifier la nature des connaissances ou des habiletés qui vous manquent pour poursuivre votre réflexion et mener à terme la résolution du problème.

*La résolution d'un problème* consiste, une fois les informations pertinentes réunies et la piste de solution tracée, à utiliser les outils disponibles pour suivre la piste que vous avez établie. À cette étape, il est primordial d'utiliser votre capacité *de remise en question* pour continuellement révéifier votre position et vous assurer de maintenir le cap sur l'objectif.

## La représentation du problème

### Recueillir l'information

- *Lire attentivement l'énoncé du problème.* S'assurer de bien comprendre le sens de l'énoncé. Interpréter correctement ce qui est demandé.
- *Ressortir l'information contenue dans l'énoncé.* Qu'est-ce que je retire de l'énoncé du contexte ? Quelles sont les données fournies ? Y a-t-il un schéma ?
- *Identifier clairement ce qui est demandé et ce que l'on recherche.*

### Établir des liens entre le problème et ce que l'on connaît

- *Faire ressortir l'information pertinente en lien avec ce que l'on cherche.* La pertinence d'une information requiert une bonne compréhension de l'énoncé et une capacité à établir des liens entre ce que l'on recherche et ce que l'on connaît.
- *Organiser l'information pour nous aider à établir les liens.* Voici quelques opérations qui peuvent se réaliser dans ce cadre; elles ne sont pas nécessairement en ordre et il n'est pas nécessaire de toutes les réaliser. Par contre, toutes ces

opérations doivent se faire sur papier. **Ne vous contentez pas de les faire mentalement, donnez-vous la discipline de les écrire.** La plupart de ces opérations vous permettent de comprendre qualitativement le problème avant d'arriver à une solution quantitative.

- dessiner une représentation schématique simplifiée
  - se faire un modèle mental ou mathématique
  - décrire qualitativement le comportement du circuit
  - identifier les principales fonctions du circuit
  - établir des liens entre les principales fonctions
  - reconnaître des parties de circuit
  - redessiner pour voir autrement le circuit
  - identifier les entrées et les sorties
  - identifier la partie commande et la partie opérative
  - comparer ce que l'on connaît sur le problème avec des problèmes semblables que l'on a déjà rencontrés ; quels sont les ressemblances et les différences ? (si le contexte le permet, utiliser les notes de cours ou d'autres références)
- *Nommer ce qui nous manque ou ce qui nous serait nécessaire pour poursuivre notre réflexion sur le problème.*

### Tracer une piste de solution

- *Isoler une partie du circuit et redessiner le schéma.* Dans un contexte de laboratoire, déterminer les mesures à effectuer et les résultats escomptés.
- *Chercher les relations physiques et les équations qui les régissent.* Identifier les notions, les concepts ou les relations impliqués.
- *Identifier les paramètres connus et inconnus.*

## La résolution du problème

### Suivre la piste imaginée

- *Choisir une stratégie de résolution de problèmes.* Plusieurs stratégies existent. Le chemin tracé peut en sous-entendre une. En voici quelques-unes qui peuvent vous être utiles selon la situation :
  - Diviser le problème en plusieurs petits problèmes et les résoudre séparément
  - Simplifier le circuit en utilisant des concepts connus ou des modèles plus simples
  - Utiliser une stratégie itérative (par essai-erreur)
  - Recueillir de l'information supplémentaire sur un composant ou une portion de circuit
  - Consulter un expert pour nous aider

- *Utiliser les notions, les concepts ou les relations physiques selon le chemin tracé pour obtenir la solution demandée.*
- *Identifier les équations pertinentes à la résolution du problème.*
- *Solutionner les équations.*
- *Obtenir une solution numérique, graphique, logicielle ou matérielle.* Utiliser tous les outils mis à votre disposition, quels qu'ils soient.

### Autorégulation du processus de résolution de problèmes

- *Vérifier la validité ou la vraisemblance des résultats obtenus.* Par exemple, l'ordre de grandeur des variables ou des grandeurs physiques est-il vraisemblable ? Le circuit physique se comporte-t-il comme prévu ? Le programme réalise-t-il effectivement ce qu'il doit réaliser ?
- *Porter un jugement sur les résultats obtenus.* S'ils s'avèrent non pertinents ou insatisfaisants, comment est-il possible de modifier la situation ?
- *Revenir, si nécessaire, aux actions relatives à la représentation du problème.*

### Transmettre les résultats

- *Exprimer correctement les résultats.* S'il s'agit de résultats représentant des grandeurs physiques, une unité ou un symbole de l'unité accompagne-t-il chacun de ces chiffres ? S'il s'agit d'un graphique, comporte-t-il un titre, les axes sont-ils définis, les unités des grandeurs sont-elles bien indiquées, les axes sont-ils facilement interprétables ? La forme du programme correspond-elle à celle qui est convenue ?
- *Respecter les consignes de présentation et de représentation.* Vous assurer de révéifier les consignes ou les critères de correction un à un et de vous y conformer. Consulter un guide méthodologique de présentation de travaux en TGÉ. Vous assurer que la représentation schématique des phénomènes physiques respecte ce qui est exigé. ☒

blegault@clairendeau.qc.ca

*Bernard LEGAULT a été membre du comité de suivi de l'implantation des nouveaux programmes de la famille des technologies du génie électrique, de 1992 à 1995. Membre du comité local ayant rédigé la politique d'aide à la réussite du cégep André-Laurendeau, en 1991, il a aussi fait partie du comité de rédaction de Pédagogie collégiale de 1992 à 1997. Parmi ses publications antérieures, soulignons deux articles parus dans Pédagogie collégiale : « L'évaluation de programmes : une expérience riche d'enseignements », en octobre 1993, et « Plus qu'une révision de programme : une réforme en profondeur », publié en mai 1992.*

**Figure 1 : LES DEUX ÉTAPES DANS UNE DÉMARCHE DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES**  
**Représentation du problème**

