

409 L'ENTRAÎNEMENT À LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES

ÉRIC LAVIGNE

Professeur

COLLÈGE ANDRÉ-GRASSET

1 REMERCIEMENTS

Une partie des résultats présentés ici furent recueillis dans le cadre d'une libération partielle, subventionnée par le CREP. Je tiens donc à remercier cet organisme pour son soutien, ainsi que le service des études du Collège André-Grasset, pour son soutien logistique. Finalement, je tiens à remercier les étudiants qui ont su être compréhensifs, et faire montre d'une grande souplesse et d'un grand intérêt pour mes activités de recherche.

2 SOMMAIRE

Comment et pourquoi modifier la façon de présenter des problèmes ? Peut-on accompagner les éternelles listes de problèmes d'une méthode, qui permettrait aux élèves de retirer davantage du temps qu'ils consacrent à leurs résolutions ? Diverses méthodes d'entraînement à la résolution de problèmes sont présentées, de même que les résultats d'une étude simple sur les stratégies d'étude, sur les besoins d'entraînement des étudiants et sur les méthodes utilisées par ceux-ci.

3 PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS

La didactique se concentre sur la *gestion de l'information, de la structuration, du savoir par l'enseignant et leur appropriation par l'élève* (Altet, 1998). En psychologie cognitive, ces savoirs sont habituellement regroupés en connaissances déclaratives, procédurales et conditionnelles, ainsi qu'en stratégies cognitives et métacognitives (Anderson, 2000 ; Brien, 2000 ; Tardif, 1997). Cette appropriation de différentes catégories de savoirs devrait normalement avoir pour but leur mobilisation lors de l'accomplissement de tâches complexes ou, dit autrement, lors de la résolution de problèmes.

La résolution de problèmes, selon les cognitivistes, devrait se situer au centre de la démarche d'apprentissage (Anderson, 1984 ; Tardif, 1997 et 1999). Elle permet à l'étudiant d'intégrer directement ses apprentissages à l'intérieur d'un contexte et de les confronter immédiatement à des situations réelles.

La résolution de problèmes est définie comme la recherche d'une séquence d'opérations cognitives orientées vers un but (Anderson, 2000 ; Perkin, 1995 ; Perkin et Salomon, 1989 ; Glaser, 1991 ; Tardif, 1997).

Pour qu'il y ait un problème, selon Tardif (1997), il faut essentiellement que celui-ci possède quatre caractéristiques :

- qu'un état initial soit défini ;
- que le but (état final) soit défini ;
- que l'ensemble des solutions possibles se situe à l'intérieur d'un espace de dimensions finies ;
- qu'il y ait plus d'une opération à effectuer pour aller de l'état initial à l'état final.

Dans la formation de niveau collégial, et particulièrement dans le domaine d'expertise du chercheur, la physique, la résolution de problèmes occupe une place très importante. L'étudiant démontre d'ailleurs très souvent qu'il possède une compétence à partir de la résolution d'un ou de plusieurs problèmes associés à des contenus disciplinaires. Sa réussite est donc liée de très près à sa capacité à résoudre des problèmes.

Mais comment devient-on meilleur à la résolution de problèmes ? Comment devient-on un expert ? Glaser (1991) définit en détail les différences entre un novice et un expert. On les retrouve principalement :

- dans la base de connaissances spécifiques au domaine d'expertise ;
- dans la qualité de l'analyse d'un problème, c'est-à-dire dans la perception, l'organisation et la représentation des éléments du problème ;
- au niveau des processus métacognitifs mis en branle ;
- au niveau de l'efficacité de l'application des règles procédurales.

Salthouse (1991) ajoute que l'expertise permet à un individu de dépasser les limites habituelles de traitement de l'information. L'expert sait reconnaître des structures plus globales d'information (*chunking*). Sa perception est plus sélective et il est moins distrait par des éléments d'importance secondaire.

Maintenant qu'on connaît les différences entre un novice et un expert, comment devient-on expert ? En pratiquant ? Oui mais quoi ? Et comment ? Ce problème, les étudiants y font face quotidiennement. Or, il s'agit d'un problème de didactique, d'organisation des savoirs pour leur apprentissage par l'étudiant, donc d'un problème pour l'enseignant, pas pour l'étudiant. Cependant, la didactique s'est trop souvent contentée de définir l'ordre dans lequel des contenus doivent être abordés. On passe généralement du simple vers le complexe, ou du concret vers l'abstrait. Dans d'autres domaines, on choisira plutôt l'ordre chronologique.

Mais lorsqu'on en vient à la résolution de problèmes, on ne fait que présenter des problèmes à résoudre, pour chaque partie du cours. Les problèmes sont en général séparés en simples et complexes, mais c'est tout. Ce n'est qu'en travaillant sur un grand nombre de ces problèmes qu'un étudiant devrait pouvoir développer une certaine expertise. Une telle approche est loin d'être efficace ou systématique et risque surtout de n'obtenir que des succès mitigés et de frustrer plusieurs étudiants.

Ne peut-on présenter aux étudiants une façon plus systématique d'approcher la résolution de problèmes ? Ne pourrait-on les amener à travailler sur les problèmes avec comme objectif d'améliorer des points particuliers de leur résolution de problèmes, plutôt que de passer à travers la liste ?

Cette problématique s'inscrit à l'intérieur de la pratique d'enseignant du chercheur, et est apparue à la suite de nombreuses discussions avec des étu-

dants et des collègues de travail. Le premier objectif visé était d'identifier des dimensions de l'apprentissage pour lesquelles il était possible de développer des programmes d'entraînement pour les étudiants. Ensuite, de courts programmes d'entraînement, spécifiques à ces dimensions, furent développés. Finalement, une courte étude empirique fut effectuée pour déterminer les besoins identifiés par les étudiants et leur réceptivité à l'utilisation de programmes d'entraînement.

4 MÉTHODOLOGIE

4.1 PROGRAMMES D'ENTRAÎNEMENT

Dans un premier temps, des dimensions de l'apprentissage furent identifiées pour la résolution de problèmes. Étant donné la spécialisation du chercheur dans l'enseignement de la physique, la recherche s'est concentrée sur les dimensions apparaissant dans la résolution de problèmes dans cette discipline. Les différentes dimensions furent identifiées à partir des résultats de la recherche en sciences cognitives sur l'apprentissage, la résolution de problèmes et l'expertise, à partir de la pratique du chercheur en enseignement de la physique et des difficultés rencontrées par les étudiants, ainsi que par l'observation de démarches systématiques de résolution de problèmes.

Les programmes d'entraînement spécifiques aux dimensions identifiées furent rédigés en consultant, encore une fois, les résultats de la recherche en sciences cognitives, et à partir de l'expérience d'enseignant du chercheur.

4.2 SUJETS

Les programmes d'entraînement furent présentés à deux groupes d'étudiants au cours de deux années différentes, dans des cours différents. Des approches différentes furent utilisées pour ces deux groupes.

Le premier groupe était constitué de 109 étudiants du Collège André-Grasset, inscrits dans le programme *Sciences de la nature* et suivant, à la session Automne 2001, le cours *Physique NYB : Électricité et magnétisme*. Les étudiants étaient donc tous au moins en deuxième année. Quelques étudiants reprenaient le cours pour une deuxième fois. Ce groupe était séparé en cinq sections.

Le deuxième groupe était constitué de 103 étudiants du Collège André-Grasset, inscrits dans le programme *Sciences de la nature* et suivant, à la session Hiver 2003, le cours *Physique NYA : Mécanique*. Les étudiants de ce groupe étaient donc tous en première année. Quelques étudiants reprenaient le cours pour une deuxième fois. Ce groupe était séparé en quatre sections. Une de ces sections était en fait composée de 19 étudiants inscrits au *Programme Sciences, lettres et Art*, mais l'analyse de leurs résultats montre que leurs réponses étaient comparables à celles des étudiants du programme *Sciences de la nature*.

Cette étude ne comportait pas de groupe témoin. Les problèmes éthiques associés à l'administration, à une fraction d'étudiants, d'une méthode permettant de mieux réussir, ont incité le choix d'une méthodologie où tous étaient munis des outils de travail. La validité apparente de l'emploi d'une méthode plus systématique et mieux ciblée pour l'apprentissage de la résolution de problème apparaît, pour l'instant, suffisante. Bien entendu, des recherches ultérieures devraient porter sur l'efficacité réelle de tels programmes d'entraînement.

4.3 COURS

Les cours à l'intérieur desquels l'étude fut effectuée différaient par leurs contenus mais aussi par leurs méthodes d'enseignement et par leurs modes d'évaluation. Ces deux facteurs pouvant bien sûr avoir une influence sur les résultats obtenus, nous les mentionnons ici.

Le cours *Physique NYB : Électricité et magnétisme*, de la session Automne 2001, était dispensé selon une approche magistrale, et accompagné de séances de laboratoire et de quelques séances de démonstration. Les modes d'évaluations principaux consistaient en deux examens intratrimetriels et un examen final. Ces modes d'évaluations étaient composés de questions à choix multiples portant aussi bien sur la compréhension des contenus que sur la résolution de problèmes numériques. On retrouvait aussi dans ces évaluations une démonstration à réaliser.

Le cours *Physique NYA : Mécanique*, de la session Hiver 2003, était dispensé selon une approche préconisant la résolution de problèmes en équipes de trois à cinq personnes. De courtes capsules d'ensei-

gnement magistral étaient dispensées au besoin. Les modes d'évaluation principaux consistaient en deux examens intratrimetriels et un examen final. Ces modes d'évaluations étaient composés de mises en situation réalistes, où l'on posait à l'étudiant des questions ouvertes de définition, de compréhension et de résolution de problèmes. La solution était évaluée, en incluant les représentations graphiques du problème.

4.4 DOCUMENTS PRÉSENTÉS AUX ÉTUDIANTS

Pour ces deux cours, la manière de présenter l'approche et les documents différaient. Les deux manières employées sont présentées ici.

Pour le cours *Physique NYB : Électricité et magnétisme*, l'approche ne fut pas discutée avec les étudiants. On leur remit plutôt une enveloppe identifiée à leur nom, après le premier examen intratrimetriel, contenant une description de l'approche, les dimensions sur lesquelles ils pouvaient travailler, ainsi que les programmes d'entraînement pour chaque dimension. Les étudiants étaient libres de lire les feuilles, et d'utiliser les programmes.

Pour le cours *Physique NYA : Mécanique*, l'approche fut brièvement discutée en classe, après le premier examen intratrimetriel. On laissa le document disponible pour les étudiants sur le réseau du Collège. Les étudiants avaient accès facilement au réseau et devaient y accéder régulièrement pour obtenir d'autres documents en lien avec le cours. Les étudiants étaient libres d'aller chercher les documents, de les lire et d'utiliser les programmes.

4.5 QUESTIONNAIRE

Pour les deux cours, la manière d'obtenir les données était sensiblement la même.

Une seule question à choix de réponse faisait partie de chacun des deux examens intratrimetriels. L'étudiant devait évaluer, la dimension qu'il souhaitait le plus améliorer, celle pour laquelle il ressentait le plus grand besoin d'apprentissage. L'objectif visé était de l'amener à identifier ses besoins en apprentissage et à l'inciter à utiliser des méthodes spécifiques d'entraînement pour s'améliorer. Les dimensions proposées dans les choix de réponses correspondaient aux dimensions pour lesquelles on présentait un programme d'entraînement.

Lors de l'examen final, l'étudiant devait dire si oui ou non il avait utilisé les programmes d'entraînement disponibles et indiquer lesquels.

Les questionnaires étaient toujours très courts, ne comportant qu'une question à choix multiples pour les examens intratrimetriels, et une question oui/non et une à choix multiples pour l'examen final. Ces questionnaires, et les programmes d'entraînement proposés, sont présentés en annexe.

5 RÉSULTATS

5.1 PROGRAMMES D'ENTRAÎNEMENT

Six dimensions de la résolution de problèmes en physique furent identifiées :

- l'exactitude des réponses ;
- la rapidité d'exécution ;
- l'organisation de la démarche de résolution ;
- l'utilisation correcte des outils mathématiques ;
- la compréhension des phénomènes physiques ;
- la rétention des données importantes.

Une description plus détaillée de ces dimensions, de même que des programmes d'entraînement associés sont présentés en annexe.

Les dimensions identifiées sont spécifiques à la discipline et ne pourraient s'appliquer directement à

des résolutions de problèmes dans d'autres domaines. Cependant, si elles demeuraient trop générales, il deviendrait très difficile de développer des programmes d'entraînement permettant à un étudiant de s'améliorer.

Le programme d'entraînement présenté devrait éventuellement être en relation avec les résolutions de problèmes que l'étudiant doit effectuer pour se pratiquer. Ainsi, la longue liste de questions en fin de chapitre devrait être modifiée et retravaillée, en lien avec le programme d'entraînement, pour fournir aux étudiants des sous-listes associées aux dimensions à travailler et aux programmes d'entraînement proposés.

5.2 BESOINS IDENTIFIÉS PAR LES ÉTUDIANTS

À la fin de chaque examen intratrimetriel, l'étudiant devait identifier quel était son principal besoin. Cette question lui servait, entre autres, d'exemple d'emploi d'une stratégie métacognitive en cours d'apprentissage. Elle lui donnait aussi l'occasion de revenir sur ses stratégies d'étude et de préparation aux examens.

Les résultats dépendent autant des stratégies d'étude de l'étudiant que de la forme de l'examen auquel il est soumis. Les résultats pour chaque groupe sont présentés ici.

<i>Besoins identifiés par les étudiants inscrits au cours Physique NYB Électricité et magnétisme</i>			
<i>Automne 2001</i>			
<i>Après le premier examen intratrimetriel</i>		<i>Après le deuxième examen intratrimetriel</i>	
Compréhension	66 %	Compréhension	60 %
Exactitude	6 %	Exactitude	10 %
Mathématisation	1 %	Mathématisation	5 %
Organisation	17 %	Organisation	16 %
Rapidité	3 %	Rapidité	6 %
Rétention	5 %	Rétention	3 %
Abstention	2 %		

Les résultats présentés sont assez stables, d'un examen intratrimetriel à l'autre. Les besoins les plus prépondérants pour l'ensemble des étudiants correspondent aux dimensions :

- compréhension des phénomènes physiques ;
- organisation de la démarche de résolution ;
- exactitude des réponses.

Ces résultats s'accordent bien avec la structure des évaluations dans ce cours : questions à choix multiples de compréhension et de résolution de problèmes (une erreur de calcul est alors impardonnable) ainsi qu'une démonstration à

réaliser, pour laquelle une bonne organisation de la démarche de résolution est cruciale.

Les besoins identifiés par les étudiants du cours *Physique NYA : Mécanique* sont maintenant présentés et discutés.

<i>Besoins identifiés par les étudiants inscrits au cours Physique NYA : Mécanique- Hiver 2003</i>			
<i>Après le premier examen intratrimestriel</i>		<i>Après le deuxième examen intratrimestriel</i>	
Compréhension	41 %	Compréhension	43 %
Exactitude	3 %	Exactitude	4 %
Mathématisation	6 %	Mathématisation	5 %
Organisation	21 %	Organisation	20 %
Rapidité	29 %	Rapidité	23 %
Rétention	0 %	Rétention	5 %

Les résultats sont, encore une fois, assez stable d'une évaluation à l'autre. Ils diffèrent cependant des résultats obtenus pour les étudiants du premier groupe. Les besoins prépondérants, pour l'ensemble des étudiants, correspondent aux dimensions :

- compréhension des phénomènes physiques,
- rapidité d'exécution,
- organisation de la démarche de résolution.

Encore une fois, les dimensions identifiées s'accordent assez bien avec la forme des évaluations : questions ouvertes de compréhension et de résolution, démarches de résolution et représentations graphiques des problèmes.

Ces résultats permettent à l'étudiant d'identifier ses besoins et d'évaluer ses stratégies d'étude, mais peuvent aussi servir à l'enseignant d'outil pour évaluer ses examens ou pour diriger ses interventions

en classe et à son bureau. Par exemple, les besoins, en ce qui concerne la rapidité d'exécution, firent l'objet d'une discussion très éclairante avec le groupe. Plusieurs étudiants réalisèrent alors qu'ils avaient manqué de temps parce qu'ils se lançaient trop rapidement dans une démarche de résolution qui ne menait nulle part. D'autres ont simplement dû apprendre à mesurer le temps disponible pour l'évaluation et à le gérer différemment.

5.3 RÉCEPTIVITÉ CHEZ LES ÉTUDIANTS ET PROGRAMMES UTILISÉS

À la fin de l'examen final, l'étudiant devait dire si oui ou non il avait utilisé les programmes d'entraînement disponibles et identifier les programmes qu'il avait utilisés. Les résultats obtenus sont présentés ici, pour chaque groupe étudié.

<i>Répartition des programmes d'entraînement utilisés par les étudiants du cours Physique NYB : Électricité et magnétisme- Automne 2001</i>		<i>Répartition des programmes d'entraînement utilisés par les étudiants du cours Physique NYA : Mécanique- Hiver 2003</i>	
Compréhension	29 %	Compréhension	31 %
Exactitude	10 %	Exactitude	6 %
Mathématisation	13 %	Mathématisation	9 %
Organisation	18 %	Organisation	32 %
Rapidité	16 %	Rapidité	13 %
Rétention	14 %	Rétention	9 %

Les résultats du premier groupe présentent deux particularités : d'abord, ils présentent une répartition très étalée, et ensuite, ils ne correspondent pas aux besoins identifiés précédemment. Les étudiants semblent y être allés un peu au hasard, sans trop tenir compte des besoins identifiés. Ils essayaient les programmes, sans être systématiques ou stratégiques. Les programmes d'entraînement n'avaient été que remis aux étudiants, sans être présentés ni discutés en classe. Finalement, 50 % des étudiants interrogés déclarèrent avoir utilisé un ou plusieurs programmes d'entraînement. Compte tenu qu'ils étaient libres de les utiliser ou non, et que ceux-ci n'avaient été que remis dans des enveloppes aux étudiants, ce résultat est encourageant.

Les résultats du deuxième groupe ressemblent davantage aux besoins qu'ils ont identifiés à la suite des deux examens intratrimetriels. Dans ce groupe, les programmes d'entraînement avaient fait l'objet de brèves discussions en classe. Ce résultat est encourageant et montre que ces étudiants ont ajusté en partie leurs stratégies d'étude en fonction des besoins identifiés. Dans ce groupe, 78 % des étudiants ont affirmé avoir utilisé un ou plusieurs programmes d'entraînement au cours de la session. Ce résultat est très encourageant et montre une très grande réceptivité de la part des étudiants.

5.4 CONSÉQUENCES

Les résultats présentés plus haut montrent que les étudiants sont réceptifs à l'utilisation de programmes d'entraînement. La suite ? Incorporer ces programmes, ou d'autres structures visant les mêmes objectifs, à l'intérieur des outils de formation utilisés par les enseignants : manuels, plans de cours, notes de cours, exercices, simulations, mises en situation, etc.

Pour chaque besoin identifié, un remède sera présenté, sous la forme d'un programme d'entraînement. Le rôle d'un enseignant, du point de vue didactique, dépassera la présentation de contenus dans le bon ordre. Il proposera aussi des programmes d'entraînement, adaptés aux besoins de ses étudiants. Les étudiants pourront alors planifier leur temps d'étude en fonction des besoins

identifiés. Chaque étudiant, en se concentrant sur ses faiblesses, devrait être en mesure de s'améliorer plus rapidement et sera plus motivé.

6 CONCLUSION

Chacun des intervenants d'un système d'éducation cherche normalement à améliorer la réussite, à l'intérieur de son champ d'action propre. Le développement d'habiletés de résolution de problèmes constitue, pour un étudiant de niveau collégial, un élément incontournable de sa réussite. Ces apprentissages sont cependant difficiles à réaliser. L'enseignant peut aider l'étudiant à structurer ses apprentissages au-delà de la simple présentation des contenus. Il peut désormais orienter le travail d'un étudiant en lui permettant d'identifier ses besoins et en lui proposant des programmes d'entraînement qui ciblent ces besoins.

Il reste encore à mesurer l'efficacité réelle de tels programmes et le temps que les étudiants allouent réellement à l'utilisation de ceux-ci. Néanmoins, l'incorporation de telles structures aux outils d'apprentissage normaux ne peut qu'aider l'étudiant en lui permettant d'utiliser son temps d'étude de manière plus ciblée.

RÉFÉRENCES

- Altet, M. (1998). *Les pédagogies de l'apprentissage*. coll. Pédagogues et pédagogies, Presses Universitaires de France.
- Anderson, J.R. (2000). *Cognitive psychology and its implications (5^e ed.)*. Worth.
- Anderson, R.C. (1984). Some reflections on the acquisition of knowledge. *Educational Researcher*, novembre, 5-10.
- Brien, R. (2000). *Science cognitive et formation (3^e ed.)*. Presses de l'Université du Québec.
- Glaser, R. (1991). Expertise and assessment. In M.C. Wittrock, E.L. Baker (Eds.), *Testing and Cognition*, Prentice Hall.
- Perkins, D.N. (1995). *Outsmarting IQ: The emerging science of learnable intelligence*. The Free Press.

- Perkins, D.N., Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, 18, janvier-février, 16-25.
- Salthouse, T.A. (1991). Expertise as the circumvention of human processing limitations. In K.A. Ericsson, J. Smith (Eds.), *Toward a General Theory of Expertise: Prospects and Limits*, Cambridge University Press.
- Tardif, J. (1997). *Pour un enseignement stratégique*. Les Éditions LOGIQUES inc.
- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Les Éditions LOGIQUES inc.

ANNEXE A : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DES BESOINS

Parmi les points suivants, choisissez celui que vous souhaitez **améliorer le plus** au cours de la session (répondez dans le cahier-réponse en n'indiquant que le chiffre correspondant à votre réponse ; **ne donnez qu'un seul choix**) :

- 1 *l'exactitude des réponses* : vous souhaitez commettre moins d'erreurs de calcul ou être plus à l'aise pour trouver une valeur numérique à l'aide de votre calculatrice.
- 2 *la rapidité d'exécution* : vous souhaitez diminuer le temps que vous prenez pour résoudre des exercices.
- 3 *l'organisation de la démarche de résolution* : vous souhaitez rédiger des solutions mieux structurées ou chercher moins longtemps comment commencer un problème.
- 4 *l'utilisation correcte des outils mathématiques* : vous souhaitez commettre moins d'erreurs d'algèbre dans vos résolutions ou être plus à l'aise avec l'utilisation du calcul différentiel ou intégral pour solutionner un problème.
- 5 *la compréhension des phénomènes physiques* : vous souhaitez posséder une meilleure compréhension des phénomènes physiques et de leurs applications.
- 6 *la rétention des notions importantes* : vous souhaitez améliorer votre mémorisation de notions importantes.

ANNEXE B : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DE L'UTILISATION DES PROGRAMMES D'ENTRAÎNEMENT

Avez-vous utilisé les méthodes d'entraînement qui vous ont été présentées durant la session (disponible sur le réseau) ? (Oui ou non)

Si oui, cochez, parmi les éléments de la liste suivante, ceux pour lesquels vous avez utilisé les techniques d'entraînement présentées :

- l'exactitude des réponses* : vous souhaitiez commettre moins d'erreurs de calcul ou être plus à l'aise pour trouver une valeur numérique à l'aide de votre calculatrice.
- la rapidité d'exécution* : vous souhaitiez diminuer le temps que vous prenez pour résoudre des exercices.
- l'organisation de la démarche de résolution* : vous souhaitiez rédiger des solutions mieux structurées ou chercher moins longtemps comment commencer un problème.
- l'utilisation correcte des outils mathématiques* : vous souhaitiez commettre moins d'erreurs d'algèbre dans vos résolutions ou être plus à l'aise avec l'utilisation du calcul différentiel ou intégral pour solutionner un problème.
- la compréhension des phénomènes physiques* : vous souhaitiez posséder une meilleure compréhension des phénomènes physiques et de leurs applications.
- la rétention des données importantes* : vous souhaitiez améliorer votre mémorisation de données importantes.

ANNEXE C : DOCUMENT DÉCRIVANT LE PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT REMIS AUX ÉTUDIANTS

Dans votre plan de cours, on retrouve des listes d'exercices à réaliser. Nous proposons ici de chercher à donner un peu de structure à ces exercices. Nous cherchons ainsi à déterminer l'effet de l'entraînement sur différentes dimensions de la réussite.

DÉTERMINATION DES BESOINS

La première chose à faire pour vous est d'identifier vos besoins. Parmi les points sur lesquels il est possible de travailler, nous vous suggérons les suivants :

- *l'exactitude des réponses* : vous souhaitez commettre moins d'erreurs de calcul ou être plus à l'aise pour trouver une valeur numérique à l'aide de votre calculatrice.

- *la rapidité d'exécution* : vous souhaitez diminuer le temps que vous prenez pour résoudre des exercices.

- *l'organisation de la démarche de résolution* : vous souhaitez rédiger des solutions mieux structurées ou chercher moins longtemps comment commencer un problème.

- *l'utilisation correcte des outils mathématiques* : vous souhaitez commettre moins d'erreurs d'algèbre dans vos résolutions ou être plus à l'aise avec l'utilisation du calcul différentiel ou intégral pour résoudre un problème.

- *la compréhension des phénomènes physiques* : vous souhaitez posséder une meilleure compréhension des phénomènes physiques et de leurs applications.

- *la rétention des données importantes* : vous souhaitez améliorer votre mémorisation de données importantes.

Pour chacun de ces points à améliorer possibles, nous allons maintenant vous suggérer quelques stratégies d'étude qui permettraient des améliorations notables.

L'EXACTITUDE DES RÉPONSES

Vous devez, lors de la résolution d'exercices, vous concentrer sur cette partie de la résolution. Nous vous conseillons les exercices suivants :

- lors de la résolution d'un problème, répétez systématiquement au moins deux fois les sections de la résolution où il faut trouver une valeur numérique ;
- essayez, dans la mesure du possible, de résoudre la majorité du problème sans donner de valeur numérique aux variables ; cela vous permettra d'avoir moins de calculs à faire ;
- lorsque vous avez une longue série d'opérations, séparez-la en petits groupes, calculez la valeur de chaque petit groupe en refaisant les plus complexes et calculez la valeur finale à partir des petits groupes ;
- lorsque vous avez une longue série d'opérations, séparez les puissances de 10 et calculez-les séparément en additionnant (multiplication) ou en soustrayant (division) les puissances (ex. : $(2 \times 10^8) \times (4 \times 10^{-6}) / (5 \times 10^3) = (2 \times 4 / 5) \times 10^{(8-6-3)}$).

LA RAPIDITÉ D'EXÉCUTION

Il n'y a pas de secret, la rapidité augmente avec la répétition. Nous vous recommandons d'abord d'identifier quelques exercices représentatifs. Certains devraient comporter plusieurs étapes. Chronométrez le temps que vous prenez la première fois que vous les réalisez. Répétez ensuite ces exercices jusqu'à ce que votre temps de résolution diminue suffisamment (par exemple, de moitié).

Pour augmenter la vitesse avec laquelle vous effectuez des calculs, n'hésitez pas à employer les stratégies d'entraînement proposées pour améliorer l'exactitude des réponses.

L'ORGANISATION DE LA DÉMARCHE DE RÉOLUTION

Il vous faut travailler la structure de vos résolutions. Essayez d'identifier une liste d'étapes à réaliser et, chaque fois que vous résolvez un problème, servez-vous de cette liste afin de l'intégrer. Nous vous proposons ici quelques étapes importantes et des stratégies associées.

La première étape est de lire et de relire attentivement le problème. Cherchez les variables, les phrases-clés qui vous donnent en même temps d'autres informations (par exemple : on débranche alors la pile). Notez à part les éléments que vous retrouvez souvent lors de votre étude ainsi que leur signification. Ces éléments vous mettront sur la piste et vous aideront à trouver comment résoudre le problème.

Deuxièmement, travaillez vos schémas. Ils doivent être clairs, gros, montrer l'information donnée et celle recherchée. Votre schéma devrait vous permettre d'écrire des équations qui décrivent le problème. Vérifier toujours si vous avez autant d'équations que d'inconnues. Si c'est le cas, résolvez. Sinon, cherchez à l'intérieur du schéma ou encore, relisez le texte. Parfois, une phrase anodine cache une équation (par exemple : à vitesse constante signifie qu'il n'y a pas de force nette agissant sur l'objet).

Ajoutez à vos solutions de courtes phrases descriptives comme « alors », « en remplaçant dans l'équation 2 » ou « cette équation représente la conservation de la charge ». Ces petites phrases vous aident à vous retrouver dans votre solution. Elles servent aussi lorsque vous relirez cette solution quelques semaines plus tard. Lors d'un examen, placez-les si cela vous vient naturellement. Elles aideront le correcteur à suivre votre démarche et déterminer votre niveau de compréhension.

Numérotez les étapes de votre démarche de résolution. Cela vous aidera à retenir les étapes importantes de vos résolutions.

Finalement, avant de commencer à résoudre un problème, cherchez à déterminer les principales étapes qui vont vous mener à la solution. Cette planification vous évitera de vous lancer sur une mauvaise piste ou simplement d'effectuer des calculs sans but précis.

L'UTILISATION CORRECTE DES OUTILS MATHÉMATIQUES

En ce qui concerne l'algèbre, nous vous suggérons de refaire systématiquement toutes les parties de la résolution d'un problème comportant des manipulations d'équations algébriques. Plus spécialement celles qui comportent plus d'étapes. Refaites-les jusqu'à ce que votre temps d'exécution diminue beaucoup. Ensuite, prenez un autre exercice semblable et vérifiez si vous vous êtes amélioré.

Pour ce qui est de l'utilisation des outils du calcul différentiel et intégral. Il vous faut étudier les questions qui demandent leur utilisation ; en général, des problèmes plus que des exercices. Notez les éléments se retrouvant dans la formulation de la question qui vous indiquent qu'il faudra dériver ou intégrer (par exemple : on cherche le maximum).

Parfois, l'utilisation de l'outil est liée à une définition (par exemple : le potentiel). Essayez alors de déterminer dans quelles conditions il est nécessaire d'utiliser les outils du calcul différentiel et intégral. Déterminez, de la même manière, les conditions qui permettent de ne pas les utiliser (par exemple : si le champ est constant entre les plaques d'un condensateur).

Finalement, lorsqu'on doit utiliser la dérivée ou l'intégrale, l'étape la plus difficile est d'exprimer correctement le problème physique en une équation qu'on pourra ensuite manipuler mathématiquement. Étudiez soigneusement les problèmes où on retrouve cette étape. Dégagez la méthode utilisée et appliquez-la à d'autres problèmes du même genre, ou encore modifiez le problème étudié et tentez de le résoudre à nouveau en utilisant cette méthode.

N'oubliez pas qu'une intégrale désigne le calcul d'une somme. Il vous faut toujours identifier l'élément que vous désirez sommer. Cet élément doit être identifié par une variable et être borné. Un bon système d'axes est, en général, très utile dans ce cas.

LA COMPRÉHENSION DES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES

Il vous faut résumer vos idées et les confronter. Nous privilégions, dans ce cas, trois stratégies d'apprentissage.

La première, c'est de lire les sections du livre avant le cours. Cette lecture préalable vous permettra de retirer davantage des explications de votre professeur et vous permettra d'avoir des questions avant le cours, plutôt qu'après. La lecture des sections après le cours est un tout de même un bon moyen pour réviser la matière.

La deuxième, c'est, une fois votre lecture effectuée, d'organiser une discussion à ce sujet avec votre professeur ou des partenaires d'étude. La meilleure façon de vérifier si vous avez compris quelque chose, c'est d'essayer de l'expliquer à quelqu'un et de répondre à ses questions. N'hésitez pas à prendre des notes comme suite à ces discussions. Les questions de révision et de compréhension suggérées dans le plan de cours devraient vous aider à choisir les points à traiter lors de ces rencontres.

La troisième, c'est de vous faire des fiches résumant les phénomènes étudiés. On devrait y retrouver des définitions des termes importants, des effets, des conditions pour que le phénomène se produise et des applications de ce phénomène dans la vie courante.

LA RÉTENTION DES DONNÉES IMPORTANTES

Pour améliorer la rétention des concepts étudiés, il importe de leur donner du sens, de les organiser et de les mettre en relation entre eux et avec votre expérience.

Nous vous conseillons d'abord de vous faire des résumés des sections les plus importantes. D'y ajouter les définitions des termes importants. Faites vous aussi une liste des questions types qui reviennent souvent en y joignant la façon normale de les résoudre, les pièges habituels et les trucs que vous connaissez pour accélérer la résolution.

Après avoir fait ces résumés, tentez de les résumer, une fois de plus, mais sous forme de schéma utilisant des flèches. Cette technique permet de montrer plus facilement les relations entre divers concepts, ou encore de représenter les grandes étapes de résolution d'un problème.

Finalement, cherchez des ressemblances entre les nouveaux concepts étudiés et ceux que vous connaissez déjà (par exemple : le champ électrique c'est comme...). Ceci devrait vous permettre de vous en rappeler plus facilement.

D'AUTRES ?

Il existe plusieurs façons d'améliorer ses performances. Nous vous en avons proposé quelques-unes. Si vous en connaissez d'autres, n'hésitez pas à nous en faire part. Vous pouvez aussi nous contacter si vous avez des questions au sujet des stratégies présentées.