

CEGEP D'ALMA

UN ACCES A L'ACTIVITE MATHEMATIQUE

RAPPORT D'ANALYSE DES DEMARCHES  
D'ENSEIGNEMENT D'UN COURS DE  
MATHEMATIQUES DANS LE CADRE  
D'UNE APPROCHE PEDAGOGIQUE PARTICULIERE.

ANDREE TRAN  
DEPARTEMENT DES MATHEMATIQUES  
CEGEP D'ALMA

ALMA



30000007059946

Cette recherche a été rendu possible grâce au soutien  
financier de P.R.O.S.I.P. et du Cégep d'Alma

Des exemplaires de cette publication  
pourront être obtenus en s'adressant à:

La Direction des Services Pédagogiques  
a/s Gérard Tremblay, adjoint au D.S.P.

Cégep d'Alma  
675, boul. Auger ouest  
Alma (Québec)  
G8B 2B7

Coût: Partie I : 3,00\$ l'unité  
Partie II: 3,00\$ l'unité

## PARTIE I

### TITRE

Un accès à l'activité mathématique.

### SOUS-TITRE

Rapport d'évaluation de l'atteinte des objectifs d'apprentissage d'un cours de mathématiques dans le cadre d'une approche pédagogique particulière.

## PARTIE II

### TITRE

Un accès à l'activité mathématique.

### SOUS-TITRE

Rapport d'analyse des démarches d'enseignement d'un cours de mathématiques dans le cadre d'une approche pédagogique particulière.

L'auteur tient à remercier les enseignants de mathématiques du Cégep d'Alma ainsi que les étudiants de Techniques Policières (Collège I, 1980-1981) du Cégep d'Alma dont la collaboration a permis la réalisation de cette recherche. Nos remerciements vont encore à Madame Sylvie Tremblay, laquelle s'est employée à rendre les tableaux et l'ensemble de ce rapport compréhensible.

## TABLE DES MATIERES

1.	Introduction .....	1
2.	Bases théoriques de l'analyse .....	3
2.1	Apprentissage et enseignement .....	3
2.2	Catégorie de résultats d'apprentissage .....	4
2.3	Rédaction des objectifs spécifiques d'apprentissage .....	4
3.	Objectifs généraux .....	5
4.	Objectifs spécifiques cognitifs terminaux .....	7
5.	Notions préalables .....	15
6.	Analyse de l'enseignement en fonction de l'apprentissage .....	16
	Bibliographie .....	52

## 1. INTRODUCTION

A la session d'automne 1980, nous avons procédé à l'évaluation systématique de l'atteinte des objectifs du cours de mathématiques 201-102 par les étudiants inscrits en concentration techniques policières dans le cadre d'une approche pédagogique particulière. Ce travail a exigé, entre autres activités, l'analyse des démarches d'enseignement en fonction du processus d'apprentissage escompté; cette étude ne faisant pas partie, à proprement parler, du rapport d'évaluation, nous la présentons dans ce rapport d'analyse.

Il convient de préciser que l'approche pédagogique considérée n'a pas été construite à partir de bases théoriques, mais développée intuitivement par un enseignant, s'appuyant sur son expérience, ses intérêts, sa perception personnelle des difficultés en mathématiques des étudiants de techniques policières et des causes de ces difficultés. Nous avons étudié cette approche à partir de l'observation du déroulement du cours, en utilisant comme instrument d'analyse les étapes du processus d'apprentissage et les démarches d'enseignement correspondantes d'après la théorie de l'apprentissage de Gagné. Les liens établis avec la théorie sont donc postérieurs à la conception de l'approche pédagogiques.

Pour nous ce n'est pas surtout les items de contenu privilégiés qui rendent cette approche intéressante mais plutôt ses caractéristiques principales qui sont:

- 1) des notions préalables limitées en nombre et en complexité
- 2) des thèmes dont le lien avec les besoins et les intérêts de futurs policiers sont particulièrement évidents
- 3) le souci d'amener les étudiants sur de nouveaux "terrains" mathématiques qui n'aient pas déjà une connotation de non-signification
- 4) une préoccupation constante de l'aspect formation: développement de la personnalité, des attitudes, de la méthode de travail personnelle

- 5) des activités d'apprentissage exigeant la participation des étudiants et une communication entre eux.

Nous avons tenu à présenter l'analyse de cette approche pédagogique non pas parce que nous y voyons un modèle à suivre mais plutôt parce que, pour nous, elle constitue un exemple d'un cours qui incite des étudiants, par ailleurs peu intéressés aux mathématiques, à s'engager dans une activité mathématique à laquelle ils peuvent donner une signification personnelle, un sens. L'expérience vécue en mathématiques par nos étudiants de techniques policières montre bien que l'apprentissage des mathématiques n'est pas nécessairement séquentiel, linéaire et éliminatoire. Il est toujours possible de trouver dans la diversité des concepts et des méthodes qui constituent la discipline mathématique une porte d'accès.

Le présent rapport contient donc l'analyse du déroulement du cours considéré du point de vue de l'enseignement et de l'apprentissage, de même que la liste des objectifs généraux et des objectifs cognitifs spécifiques terminaux ainsi qu'un bref résumé des concepts de la théorie d'apprentissage de Gagné que nous avons utilisés.

## 2. BASES THEORIQUES DE L'ANALYSE

Comme il a été mentionné plus haut, la théorie de l'apprentissage de Gagné nous a fourni les concepts de base pour analyser et mesurer l'approche pédagogique au cours 102, en fonction de l'apprentissage escompté des étudiants. Nous esquissons ici quelques aspects de cette théorie utiles à la compréhension de la suite de ce rapport.

### 2.1 APPRENTISSAGE ET ENSEIGNEMENT

Au cours des deux dernières décades, aux États-Unis, Robert M. Gagné a développé une théorie de l'apprentissage qui s'est traduite dans un modèle conceptuel. Ce modèle divise l'acte d'apprentissage en phases d'apprentissage auxquelles sont associés des processus mentaux. L'exécution des processus mentaux est activée par des événements d'enseignement (fig. 1).

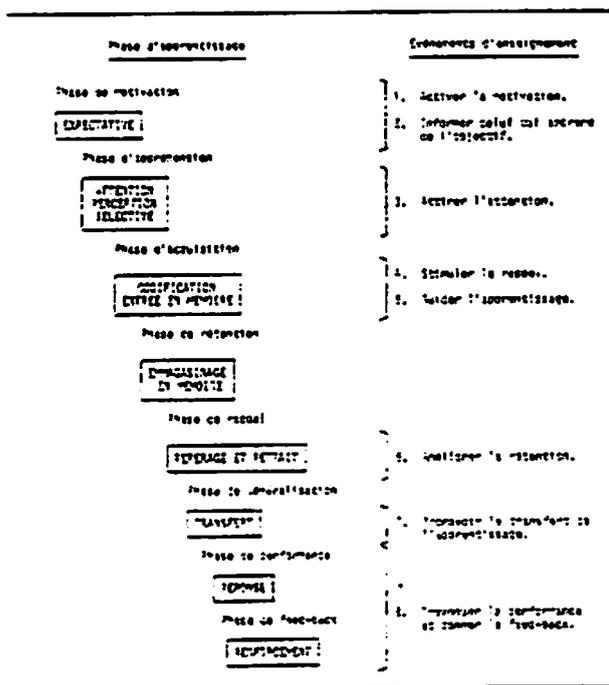


Figure 1: LES PROCESSUS D'APPRENTISSAGE ET LES ÉVÉNEMENTS D'ENSEIGNEMENT (tiré de Gagné, Les principes fondamentaux de l'apprentissage, 1976)

## 2.2 CATEGORIES DE RESULTATS D'APPRENTISSAGE

Le résultat de l'exécution des processus mentaux qui composent l'acte d'apprentissage est l'acquisition ou le développement d'une faculté humaine (learned capability). Ces facultés humaines sont classées par Gagné en cinq catégories (fig. 2).

- 
- |    |                                     |  |
|----|-------------------------------------|--|
| 1. | LA RETENTION DE L'INFORMATION       | (énoncer)                                      |
| 2. | LES CAPACITES INTELLECTUELLES       |  |
|    | a) discrimination                   | (discriminer)                                  |
|    | b) identification (concept concret) | (identifier)                                   |
|    | c) définition du concept            | (déterminer les propriétés<br>qui définissent) |
|    | d) application d'une règle          | (appliquer)                                    |
|    | e) solution d'un problème           | (résoudre)                                     |
| 3. | LES MECANISMES COGNITIFS            | (inventer ou découvrir)                        |
| 4. | LES ATTITUDES                       | (choisir)                                      |
| 5. | LES CAPACITES MOTRICES              | (exécuter)                                     |
- 

Figure 2: LES CINQ CATEGORIES DE RESULTATS DE L'APPRENTISSAGE D'APRES GAGNE.

## 2.3 REDACTION DES OBJECTIFS SPECIFIQUES D'APPRENTISSAGE

A chaque résultat d'apprentissage doit être rattaché un verbe d'action approprié, toujours le même. La formulation de chacun des objectifs spécifiques d'apprentissage doit inclure le verbe correspondant au résultat d'apprentissage visé de façon à préciser exactement la portée de l'objectif. Les verbes que nous avons utilisés apparaissent à la figure 2, à droite.

### 3. OBJECTIFS GENERAUX DU COURS

Voici la liste des objectifs généraux du cours 102 pour les étudiants de techniques policières dans le cadre de l'approche pédagogique que nous avons évaluée.

Cette approche au cours de mathématiques 201-102 a pour but principal de:

- I. développer et affiner chez l'étudiant le sens de l'intuition
- II. développer et affiner chez l'étudiant le sens du raisonnement
- III. faire comprendre à l'étudiant le rôle complémentaire de l'intuition et du raisonnement dans les activités mathématiques
- IV. présenter à l'étudiant une vision des mathématiques autre que la vision traditionnelle (algèbre, géométrie, trigonométrie)
- V. présenter à l'étudiant des situations qui le poussent à se dépasser lui-même
- VI. faire ressentir à l'étudiant l'exaltation du chercheur qui vient de résoudre un problème
- VII. permettre à l'étudiant de prendre conscience des bénéfices qu'apporte l'effort franc et honnête
- VIII. permettre à l'étudiant de prendre conscience du progrès et de l'aisance qui résultent de l'entraînement
- IX. permettre à l'étudiant de prendre conscience de ses propres capacités de raisonnement mathématique
- X. donner à l'étudiant l'occasion de communiquer des idées et des raisonnements mathématiques.

Cette approche au cours de mathématiques 201-102 a pour but secondaire de:

- XI. intéresser les étudiants aux mathématiques quelque soit leur formation antécédente
- XII. présenter à l'étudiant le monde des jeux de stratégie

- XIII. donner à l'étudiant l'occasion de construire des raisonnements mathématiques
- XIV. développer chez l'étudiant la rigueur du raisonnement
- XV. faire reconnaître des outils et leurs possibilités dans des situations qui ne sont à première vue qu'amusantes
- XVI. faire entrevoir à l'étudiant les possibilités d'applications des mathématiques dans le cadre de sa future profession
- XVII. préparer l'étudiant à aborder le cours de mathématiques 201-337 avec une bonne disposition de coeur et d'esprit.

#### 4. OBJECTIFS SPECIFIQUES TERMINAUX DU COURS

A partir des objectifs généraux prévus, des items de contenu choisis et des démarches pédagogiques planifiées par l'enseignant pour ce cours, nous avons formulé les objectifs spécifiques cognitifs terminaux dont la liste suit. Chacun des objectifs comprend, dans sa formulation, un verbe qui le rattache à une catégorie de résultat d'apprentissage (voir 2.3). La pondération attribuée par l'enseignant à chacun des objectifs est indiquée à droite de l'objectif par un nombre.

A la fin du cours de mathématiques 201-102, l'étudiant sera capable de:

JEUX	PONDERATION
1. <u>identifier</u> un processus d'induction	2
2. <u>identifier</u> un processus d'analyse	2
3. <u>identifier</u> un processus de généralisation	2
4. <u>identifier</u> une application des statistiques	2
5. <u>identifier</u> une tactique	2
6. <u>identifier</u> une stratégie complète	2
7. <u>discriminer</u> une stratégie d'une tactique	2
8. <u>déterminer les propriétés qui définissent une stratégie complète</u>	2
9. <u>discriminer</u> l'effet de la stratégie de l'effet du hasard	1
10. <u>discriminer</u> l'effet de la stratégie de l'effet de la mémorisation	1
11. <u>discriminer</u> un processus intuitif du hasard et de la mémorisation	2
12. <u>appliquer</u> la stratégie développée en classe pour résoudre le jeu des allumettes étant donné un nombre $n$ d'allumettes	6

...8

## JEUX

## PONDERATION

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 13. | <u>découvrir</u> par induction ou par transfert une stratégie pour résoudre un jeu d'un nombre donné $n$ d'allumettes étant donné des règles de jeu différentes de celles utilisées en classe | 6 |
| 14. | <u>découvrir</u> par induction ou par transfert une stratégie pour résoudre un jeu analogue au jeu des allumettes dans sa structure interne mais différent dans sa présentation               | 6 |
| 15. | <u>résoudre</u> à l'aide de l'analyse le niveau 1 du problème de Logiquad   | 6 |
| 16. | <u>résoudre</u> à l'aide de l'analyse le niveau 2 du problème de Logiquad   | 6 |
| 17. | <u>résoudre</u> à l'aide de l'analyse le niveau 3 du problème de Logiquad   | 6 |

## BASES

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| 18. | <u>appliquer</u> avec aisance l'algorithme de symbolisation des nombres dans une base $n$ , $n \neq 2, n \neq 10$  | 2 |
| 19. | <u>appliquer</u> l'algorithme d'addition pour effectuer une opération dans une base $n$ , $n \neq 2, 8, 10$        | 2 |
| 20. | <u>appliquer</u> l'algorithme de soustraction pour effectuer une opération dans une base $n$ , $n \neq 2, 8, 10$   | 3 |
| 21. | <u>appliquer</u> l'algorithme de multiplication pour effectuer une opération dans une base $n$ , $n \neq 2, 8, 10$ | 3 |
| 22. | <u>appliquer</u> l'algorithme de division pour effectuer une opération dans une base $n$ , $n \neq 2, 8, 10$       | 3 |

## BASES

## PONDERATION

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| 23. | <u>appliquer</u> l'algorithme de transformation d'une fraction dans une base $n$ , $n \neq 10$ , en une fraction dans la base 10             | 3 |
| 24. | <u>appliquer</u> l'algorithme de transformation d'un nombre entier d'une base $n$ , $n \neq 2, 10$ , en base décimale                        | 2 |
| 25. | <u>appliquer</u> l'algorithme de transformation d'un nombre entier d'une base décimale en base $n$ , $n \neq 2, 10$                          | 2 |
| 26. | <u>appliquer</u> l'algorithme de transformation d'un nombre entier du système binaire au système décimal                                     | 4 |
| 27. | <u>appliquer</u> l'algorithme de transformation d'un nombre entier du système décimal au système binaire                                     | 4 |
| 28. | <u>appliquer</u> l'algorithme de transformation d'un nombre entier d'une base $n_1$ à une base $n_2$ ; $n_1, n_2 \neq 2$ ; $n_1, n_2 < 10$   | 4 |
| 29. | <u>découvrir</u> par transfert l'algorithme de transformation d'un nombre entier d'une base $n_1$ à une base $n_2$ , $n_1 > 10$ , $n_2 < 10$ | 4 |
| 30. | <u>découvrir</u> par transfert l'algorithme de transformation d'un nombre entier d'une base $n_1$ à une base $n_2$ , $n_1 > 10$ , $n_2 > 10$ | 4 |
| 31. | <u>appliquer</u> la notation binaire à la résolution d'une situation de NIM (gagnante)   | 6 |
| 32. | <u>appliquer</u> la notation binaire à la résolution d'une situation de NIM (perdante)   | 6 |

## CODES SECRETS

- |     |  |    |
|-----|--|----|
| 33. | <u>résoudre</u> intuitivement un message secret codé symbole à symbole | 10 |
|-----|--|----|

10

...10

CODES SECRETS	PONDERATION
34. <u>résoudre</u> intuitivement un message secret codé symbole à symbole	16
35. <u>appliquer</u> les statistiques à la résolution d'un message secret codé symbole à symbole en comparant la table de fréquences des symboles avec une table de fréquences des lettres dans un texte français	5
36. <u>déterminer les propriétés qui définissent</u> une application des statistiques dans la traduction des messages secrets codés symbole à symbole	5
37. <u>résoudre</u> un système de deux équations à deux inconnues avec un coefficient nul	6
38. <u>résoudre</u> un système de deux équations à deux inconnues avec des coefficients entiers	6
39. <u>résoudre</u> un système de deux équations à deux inconnues avec des coefficients fractionnaires	6
40. <u>appliquer</u> la règle de multiplication de deux matrices à des matrices 2 X 2	8
41. <u>résoudre</u> le problème de l'inversion d'une matrice 2 X 2	8
42. <u>déterminer les propriétés qui définissent</u> une matrice inverse	6
43. <u>appliquer</u> la règle de multiplication des matrices à des matrices 3 X 3	12
44. <u>résoudre</u> un système de trois équations à trois inconnues	12
45. <u>résoudre</u> deux systèmes de trois équations à trois inconnues	12
46. <u>résoudre</u> trois systèmes de trois équations à trois inconnues	- 12
47. <u>appliquer</u> l'équation de décodage d'un message secret codé au moyen de la multiplication de la matrice-message avec la matrice-clé	12

## CODES SECRETS

## PONDERATION

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 48. | <u>appliquer</u> le produit des matrices à la fabrication d'un message codé   | 10 |
| 49. | <u>résoudre</u> un message secret codé au moyen du produit des matrices en inversant une matrice à l'aide de l'ordinateur | 10 |

## ENIGMES ET LABYRINTHES

- |     |  |    |
|-----|--|----|
| 50. | <u>résoudre</u> une énigme en appliquant intuitivement les règles de la logique et de la théorie des ensembles | 2  |
| 51. | <u>résoudre</u> une énigme en appliquant intuitivement les règles de la logique                                | 2  |
| 52. | <u>résoudre</u> une énigme en appliquant intuitivement les règles de la logique                                | 2  |
| 53. | <u>résoudre</u> une énigme en appliquant intuitivement les règles de la logique et de la théorie des ensembles | 2  |
| 54. | <u>résoudre</u> une énigme à l'aide de l'observation, de l'analyse et de l'intuition                           | 8  |
| 55. | <u>résoudre</u> une énigme à l'aide de l'observation, de l'analyse et de l'intuition                           | 4  |
| 56. | <u>résoudre</u> une énigme à l'aide de l'observation, de l'analyse et de l'intuition                           | 4  |
| 57. | <u>résoudre</u> une énigme à l'aide de l'observation, de l'analyse et de l'intuition                           | 4  |
| 58. | <u>résoudre</u> une énigme à l'aide de l'observation, de l'analyse et de l'intuition                           | 4  |
| 59. | <u>résoudre</u> un labyrinthe à deux dimensions à l'aide de l'analyse et de l'intuition                        | 10 |
| 60. | <u>résoudre</u> un labyrinthe à deux dimensions à l'aide de l'analyse et de l'intuition                        | 10 |

## ENIGMES ET LABYRINTHES

## PONDERATION

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 61. | <u>résoudre</u> un labyrinthe à trois dimensions à l'aide de l'analyse et de l'intuition  | 10 |
| 62. | <u>résoudre</u> un problème de "master mind" (sans vide et sans répétition) en appliquant intuitivement les règles de la logique et de la théorie des ensembles | 10 |
| 63. | <u>résoudre</u> un problème de "master mind" (avec vides ou répétitions) en appliquant intuitivement les règles de la logique et de la théorie des ensembles    | 10 |
| 64. | <u>résoudre</u> un problème de "master mind" (avec vides et répétitions) en appliquant intuitivement les règles de la logique et de la théorie des ensembles    | 10 |
| 65. | <u>résoudre</u> un problème de "master mind" (avec vides et répétitions) en appliquant intuitivement les règles de la logique et de la théorie des ensembles    | 10 |
| 66. | <u>résoudre</u> une énigme en appliquant intuitivement les règles de la logique   | 6  |
| 67. | <u>résoudre</u> le premier niveau d'une énigme complexe à l'aide de l'analyse, de l'intuition et de la théorie des ensembles                                    | 6  |
| 68. | <u>résoudre</u> le second niveau d'une énigme complexe à l'aide de l'analyse, de l'intuition et de la théorie des ensembles                                     | 6  |
| 69. | <u>résoudre</u> le troisième niveau d'une énigme complexe à l'aide de l'analyse, de l'intuition et de la théorie des ensembles                                  | 6  |
| 70. | <u>résoudre</u> le premier niveau d'une énigme complexe à l'aide de l'analyse, de l'intuition et des règles de la logique                                       | 6  |
| 71. | <u>résoudre</u> le second niveau d'une énigme complexe à l'aide de l'analyse, de l'intuition et des règles de la logique  | 6  |
| 72. | <u>résoudre</u> le troisième niveau d'une énigme complexe à l'aide de l'analyse, de l'intuition et des règles de la logique                                     | 6  |

## ORGANIGRAMMES ET ORDINATEUR

## PONDERATION

- |     |  |    |
|-----|--|----|
| 73. | <u>déterminer les propriétés qui définissent la structure d'un organigramme dont la fonction est de classer des triangles</u>  | 10 |
| 74. | <u>résoudre un labyrinthe à l'aide de la construction d'un organigramme</u>  | 10 |
| 75. | <u>déterminer quelques-unes des propriétés qui définissent la structure d'un organigramme dont la fonction est d'établir une liste de suspects à l'aide d'un fichier de police informatisé</u> | 10 |
| 76. | <u>déterminer toutes les propriétés qui définissent la structure d'un organigramme dont la fonction est d'établir une liste de suspects à l'aide d'un fichier de police informatisé</u>        | 10 |
| 77. | <u>identifier les manipulations qui permettent de relier le terminal à l'ordinateur et d'utiliser une "librairie publique"</u>   | 10 |
| 78. | <u>identifier les manipulations qui permettent de faire des opérations sur les nombres à l'aide de l'ordinateur</u>  | 10 |
| 79. | <u>identifier les manipulations qui permettent de faire des opérations sur les matrices à l'aide de l'ordinateur</u>   | 10 |
| 80. | <u>identifier les manipulations qui permettent d'inverser une matrice par opérations élémentaires sur les lignes à l'aide de l'ordinateur</u>  | 10 |

## THEORIE DES GRAPHES

81. appliquer la notion de graphe eulérien pour élaborer en partie une méthode pour sortir d'un labyrinthe sans jamais revenir sur ses pas

- 5

...14

## THEORIE DES GRAPHS

## PONDERATION

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| 82. | <u>appliquer</u> la notion de graphe eulérien pour élaborer complètement une méthode pour sortir d'un labyrinthe sans jamais revenir sur ses pas | 5 |
| 83. | <u>appliquer</u> la notion de graphe eulérien pour mettre partiellement au point une ronde de police de la façon la plus économique possible     | 5 |
| 84. | <u>appliquer</u> la notion de graphe eulérien pour mettre complètement au point une ronde de police de la façon la plus économique possible      | 5 |
| 85. | <u>identifier</u> un exemple de cycle hamiltonien  | 5 |
| 86. | <u>déterminer les propriétés qui définissent un graphe hamiltonien</u>   | 5 |
| 87. | <u>identifier</u> quelques cycles hamiltoniens d'un graphe   | 5 |
| 88. | <u>résoudre</u> le problème du voyageur de commerce en appliquant la notion de cycle hamiltonien.  | 5 |

## 5. NOTIONS PREALABLES

Quelques notions dont l'acquisition préalable est nécessaire à la compréhension du cours que nous présentons ici ont été identifiées. Ce sont les suivantes:

- A) la capacité d'effectuer les opérations arithmétiques sur des nombres entiers
- B) la capacité d'effectuer les opérations arithmétiques sur des nombres fractionnaires
- C) la capacité d'effectuer les opérations arithmétiques sur des symboles algébriques
- D) la compréhension intuitive des propriétés des opérations arithmétiques sur les nombres rationnels
- E) la discrimination des rôles respectifs des nombres 0 et 1 dans la multiplication
- F) la compréhension intuitive des notions de variable et d'équation
- G) la compréhension intuitive de l'algorithme de symbolisation des nombres dans le système décimal
- H) la capacité de déterminer la valeur d'un symbole d'après la position qu'il occupe à l'intérieur d'un nombre dans le système décimal

L'expérience nous a montré que les notions préalables B, C, E et F doivent être reprises et consolidées parallèlement à la poursuite de certains objectifs du cours afin de permettre à tous les étudiants de réussir.

## 6. ANALYSE DE L'ENSEIGNEMENT EN FONCTION DE L'APPRENTISSAGE

Nous présentons dans les pages qui suivent l'analyse des démarches d'enseignement de l'approche pédagogique au cours 102 que nous avons évaluée. Chaque démarche d'enseignement (DE) est considérée en fonction d'un processus d'apprentissage (PA) escompté.

Nous aurions pu découper ce travail en unités d'apprentissage et d'enseignement distinctes, chacune de ces unités se rapportant à l'un des thèmes du cours. Nous avons préféré suivre en tout point le déroulement chronologique des événements d'enseignement et d'apprentissage. Cette façon de procéder, si elle est moins claire, fait mieux ressortir la stratégie générale d'enseignement, qui veut que plusieurs questions soient traitées parallèlement, et permet de faire référence à des objectifs affectifs tout en décrivant l'enseignement de notions cognitives.

La marge de droite contient des références qui situent les événements d'enseignement et d'apprentissage par rapport aux phases de l'acte d'apprentissage, aux objectifs généraux et aux thèmes de contenu.

1 <sup>ère</sup> Semaine
1 <sup>er</sup> Cour

D.E. L'enseignant lit la description du cours de mathématiques 102 telle que contenue dans les cahiers de l'enseignement collégial; puis il questionne les étudiants sur leurs attitudes et leurs opinions vis-à-vis des mathématiques, des cours de mathématiques suivis au secondaire et de l'obligation de suivre encore deux cours de mathématiques dans le cadre du programme de techniques policières.

attitudes à l'égard  
des mathématiques

P.A. L'étudiant prend connaissance d'un but à atteindre et se met en état d'attention; en même temps, les références de l'enseignant à l'expérience passée en mathématiques, plus ou moins significative, plus ou moins heureuse, et à l'obligation présente de continuer dans la même voie produisent dans l'ensemble de la classe un certain découragement. A l'aide des questions de l'enseignant, les étudiants clarifient leurs sentiments négatifs; ils perçoivent certains éléments positifs et certains éléments négatifs.

MOTIVATION  
ET  
APPREHENSION

perception sélective

D.E. L'enseignant décrit son intérêt pour les jeux; il décrit le problème de l'échec en mathématiques dans la concentration techniques policières; il identifie une cause d'échec déterminante selon lui: les lacunes au niveau des notions préalables.

addition d'indices per-  
ceptuels

P.A. L'étudiant perçoit de nouveaux indices qui vont lui permettre de saisir la nature de l'approche au cours qui va lui être proposée, à partir du discours de l'enseignant qui fait part de son expérience personnelle.

APPREHENSION

D.E. L'enseignant propose aux étudiants d'adopter un contenu de cours qui exige peu de préalables et qui, par conséquent, leur permettra d'exorimer leur véritable potentiel en mathématiques.

présentation de l'ap-  
proche proposée  
obi. gén. IX, XI

Il explique que cette approche exige des étudiants une participation, une implication, de l'entraînement (i.e. du travail personnel), la présence aux cours et aux ateliers. Il insiste sur le fait que l'approche proposée permet le développement d'un langage, d'un mode de penser, d'une méthode de travail pour celui qui s'y engage

obj. gén. VII, VIII

et qui fournit un effort personnel non pas considérable mais régulier et soutenu; il explique qu'il ne s'agit pas de faire le travail pour le travail mais pour comprendre et pour se développer soi-même.

- |   |  |
|---|--|
| <p>P.A. L'étudiant prend connaissance d'un nouveau but à atteindre; il perçoit dans ce but les éléments positifs d'un cours de mathématiques que la discussion précédente avait fait ressortir; il fait attention aux nouveaux indices que l'enseignant ajoute et qui lui permettent de saisir ce que l'approche proposée va exiger de lui, d'une part, et ce qu'elle peut lui apporter d'autre part.</p> | <p>MOTIVATION<br/>APPREHENSION</p> <p>perception sélective<br/>expectative</p> |
| <p>D.E. L'enseignant demande aux élèves s'ils sont d'accord sur les points qu'il vient d'exposer et s'ils choisissent l'approche proposée ou préfèrent une méthode et un contenu plus conforme à leur expérience passée.</p>  | <p>provoque<br/>l'implication</p>  |
| <p>P.A. Les étudiants, dans la grande majorité, donnent leur adhésion à l'approche proposée par l'enseignant et choisissent, par écrit, de l'adopter. L'expérience de ce choix crée une expectative positive pour l'ensemble du cours.</p>  | <p>PERFORMANCE</p> <p>MOTIVATION</p>   |
| <p>D.E. L'enseignant pose le problème de l'honnêteté; il prend l'exemple des poids et haltères pour illustrer que l'effort et les exercices accomplis par les autres n'ajoutent en rien au développement personnel; il en profite pour insister sur la présence aux cours et ateliers; il accepte les remarques des étudiants.</p>  | <p>effort personnel<br/>obj. gén. VII, VIII</p>                                |
| <p>P.A. L'étudiant prend connaissance d'un but à atteindre; il fait attention aux indices apportés par l'enseignant et par d'autres étudiants, il apporte lui-même des indices s'il le désire.</p>  | <p>MOTIVATION<br/>APPREHENSION<br/>PERFORMANCE<br/>APPREHENSION</p>            |
| <p>D.E. L'enseignant demande aux étudiants de former des équipes de quatre; pour leur permettre de le faire, il accorde dix minutes pour communiquer, faire connaissance; puis il demande à chaque équipe de choisir un responsable et de remettre la liste des membres de l'équipe, il attribue un numéro à chaque équipe.</p>   | <p>obj. gén. X<br/>formation des équipes</p>                                   |

P.A. L'étudiant prend connaissance d'un but à atteindre; il utilise les minutes libres pour réunir des indices sur les coéquipiers possibles et en fournir sur lui-même; les étudiants se regroupent en équipes de quatre; chaque équipe choisit un responsable et fournit à l'enseignant une liste de ses effectifs; chaque équipe reçoit de l'enseignant une reconnaissance de son existence grâce à l'attribution d'un numéro d'équipe.

MOTIVATION  
 APPREHENSION  
 ACQUISITION  
 PERFORMANCE  
 FEEDBACK

1<sup>ère</sup> Semaine  
 2<sup>ème</sup> Cours

D.E. L'enseignant rappelle une importante cause d'échec en mathématiques selon lui: les lacunes au niveau des préalables; il revient à son intérêt personnel pour les jeux de stratégie et explique que l'étude de ces jeux n'exige pas de préalables et fournit donc une situation qui donne aux étudiants la chance d'exprimer leur potentiel sans être handicapés par des lacunes dans les préalables, le professeur annonce donc que l'on va commencer le cours par l'étude de 4 jeux.

jeux de stratégie  
 obj. gén. IV, IX, XI,  
 XII

P.A. L'étudiant prend connaissance du but à atteindre; son anxiété est diminuée par l'absence des préalables; l'étudiant ressent une expectative positive devant la confiance de l'enseignant dans les capacités des étudiants lorsqu'ils ne sont pas embarrassés par des préalables; l'étudiant est de plus motivé par l'enthousiasme de l'enseignant vis-à-vis des jeux, enthousiasme qu'il espère partager; son intérêt est éveillé et il prend une disposition d'attention.

MOTIVATION

APPREHENSION

D.E. L'enseignant décrit le jeu du policier et du bandit: matériel à fabriquer, but et règles du jeu. Il mentionne le fait que si le matériel est fabriqué soigneusement, il est plus agréable de jouer.

matériel à fabriquer  
 par l'étudiant

P.A. L'étudiant est confirmé dans son expectative positive par la conformité de la situation présentée avec les affirmations du professeur au début du cours; il se maintient en disposition d'attention devant la nouveauté de la situation d'apprentissage.

MOTIVATION

APPREHENSION

D.E.	L'enseignant invite un étudiant à lui servir de partenaire; l'enseignant et son partenaire procèdent à la simulation d'une partie.	indices perceptuels
P.A.	L'étudiant observe la simulation et commence à percevoir des indices utiles à la résolution du jeu.	APPREHENSION ACQUISITION début de codification
D.E.	L'enseignant décrit le jeu de NIM: matériel, but et règles du jeu, comment noter le déroulement d'une partie; il procède à une simulation d'une partie de NIM.	indices perceptuels
P.A.	L'étudiant se maintient en attitude d'attention; il commence à percevoir des indices utiles à la résolution du jeu.	APPREHENSION perception sélective
D.E.	L'enseignant décrit le jeu de GUN HO: matériel, but et règles du jeu; il annonce aux étudiants qu'ils devront tenter d'élaborer des stratégies pour résoudre les 3 jeux, c'est-à-dire trouver comment jouer pour gagner à coup sûr, si c'est possible.	indices perceptuels clarification du but
P.A.	L'étudiant prend connaissance de la clarification apportée par le professeur quant au but à atteindre; son attention est orientée par ces précisions.	MOTIVATION APPREHENSION perception sélective
D.E.	L'enseignant insiste sur la nécessité pour les étudiants d'expérimenter chaque jeu, c'est-à-dire de jouer; il avertit les étudiants d'être attentifs à ce qui se passe dans leur tête lorsqu'ils tentent de trouver le moyen de gagner; il rappelle que le but n'est pas de jouer pour jouer, ni de jouer pour gagner, mais de développer des stratégies.	obj. gén. XIII, XV
P.A.	L'étudiant prend connaissance de ces nouvelles clarifications au but à atteindre; il oriente plus précisément son processus de perception sélective et de codification.	MOTIVATION APPREHENSION ACQUISITION

2 <sup>ème</sup> Semaine 1 <sup>er</sup> Cours
---

D.E. L'enseignant rappelle la dernière étape de sa démarche d'enseignement du cours précédent.

P.A. L'étudiant se met en état d'attention.

D.E. L'enseignant annonce que le cours d'aujourd'hui sera consacré à la pratique des jeux en équipe pour permettre aux étudiants de continuer à construire leurs stratégies.

P.A. Les étudiants jouent: chacun présente une performance au jeu et les résultats de cette performance ajoutent des indices différentiels pour la perception; ces indices suggèrent aux membres de l'équipe des schèmes de codification pour l'élaboration de leurs stratégies; autrement dit ils arrivent à identifier les caractéristiques et la structure de chaque jeu et à discriminer les mouvements gagnants des perdants.

D.E. L'enseignant présente aux étudiants le plan du cours contenant la description des objectifs généraux, du contenu et de la méthodologie de l'approche au cours proposée par l'enseignant et acceptée par les étudiants lors du premier cours de la première semaine; il lit et commente ce plan de cours avec les étudiants.

P.A. L'étudiant se rappelle le but général du cours, but auquel il a donné son adhésion; il est confirmé dans son expectative par la conformité du syllabus au discours tenu par l'enseignant lors du premier cours de la première semaine; il situe le travail déjà accompli par rapport à l'ensemble du contenu du cours.

D.E. L'enseignant annonce aux étudiants que parallèlement à l'étude des jeux, ils doivent construire puis résoudre des messages codés symbole à symbole; il explique ce qu'il entend par message codé symbole à symbole et demande à chaque équipe d'inventer un code et de construire un message codé selon certaines normes pour le cours suivant. Il répond aux questions techniques des étudiants et accepte aussi leurs remarques et leurs réactions devant la tâche à accomplir.

APPREHENSION

obj. gén. X, XIII

PERFORMANCE

FEEDBACK

APPREHENSION

ACQUISITION

2 <sup>ème</sup> Semaine
2 <sup>ème</sup> Cours

description du contenu

MOTIVATION

FEEDBACK

codes

obj. gén. IV, X

P.A. L'étudiant prend connaissance d'un double but: construire un message en équipe, puis résoudre les messages des autres équipes.

La première partie de la tâche lui semble aisée et quelques questions techniques suffisent à la clarifier; la seconde partie l'inquiète et lui semble presque irréalisable; plusieurs étudiants expriment le sentiment d'anxiété et l'enseignant accepte leurs remarques; cette interaction clarifie l'inquiétude générale et crée un climat de confiance; même si les étudiants ne sont rassurés qu'à demi par l'assurance que tous leurs prédécesseurs ont réussi à accomplir cette tâche, ils acceptent tout de même de l'entreprendre et de l'essayer. Le sentiment d'anxiété demeure, mais la reconnaissance et la clarification de ce sentiment le rendent supportable.

D.E. L'enseignant utilise la fin du cours pour décrire le jeu des allumettes: matériel, but et règles du jeu, comment noter le déroulement d'une partie; avec un partenaire-étudiant, il procède à la simulation d'une partie.

P.A. L'étudiant prend une disposition d'attention face à ce nouveau jeu: il commence à percevoir des indices utiles à la résolution de ce jeu.

D.E. L'enseignant reprend brièvement le plan du cours pour faire le point.

P.A. L'étudiant se situe par rapport au travail déjà accompli, au travail en cours et aux différents buts à atteindre dans les prochains cours; il prend une disposition d'attention.

D.E. L'enseignant rappelle un but à atteindre: s'initier à quelques jeux de stratégie.

P.A. L'étudiant se rappelle le but à atteindre et se dispose à l'attention.

MOTIVATION

APPREHENSION  
PERFORMANCE  
FEEDBACK  
APPREHENSION  
MOTIVATION  
obj. gén. V, VI

jeux

APPREHENSION  
perception  
sélective

3 <sup>ème</sup> Semaine
1 <sup>er</sup> Cours

FEEDBACK  
MOTIVATION  
APPREHENSION

jeux  
obj. gén. XII

MOTIVATION  
APPREHENSION

<p>D.E. L'enseignant pose quatre questions sur le jeu du policier et du bandit; il ne demande pas de réponse, mais propose aux étudiants d'en discuter entre eux lors d'une séance de travail d'équipe.</p>	<p>indices et schèmes de codification</p>
<p>P.A. La discussion de cette question permettra aux étudiants de faire le point sur le niveau atteint dans ce jeu et leur suggérera au besoin de nouveaux indices pour l'élaboration de leur stratégie.</p>	<p>FEEDBACK APPREHENSION ACQUISITION</p>
<p>D.E. L'enseignant annonce que lui et les étudiants vont maintenant procéder à l'étude du jeu des allumettes qui a été décrit au cours précédent; mais avant tout les étudiants vont employer les dix prochaines minutes à expérimenter ce jeu entre eux.</p>	
<p>P.A. Les étudiants orientent leur attention en fonction du jeu des allumettes; ils jouent, présentent une performance et recueillent certains indices qui précisent leur perception du jeu des allumettes.</p>	<p>APPREHENSION PERFORMANCE APPREHENSION</p>
<p>D.E. L'enseignant demande aux étudiants une suggestion pour simplifier l'étude du jeu des allumettes.</p>	
<p>P.A. Les étudiants réfléchissent à ce nouvel indice: simplification de la tâche; un étudiant finit par proposer de diminuer le nombre d'allumettes, tout en conservant les mêmes règles de jeu.</p>	<p>début de codification de la structure du jeu</p>
<p>D.E. L'enseignant diminue le nombre d'allumettes au tableau selon les directives des étudiants, il demande aux étudiants de résoudre le jeu ainsi modifié, puis il ajoute chaque fois une allumette et demande aux étudiants de résoudre le nouveau jeu obtenu.</p>	
<p>P.A. Les étudiants résolvent facilement le jeu le plus simple; il en sont étonnés et encouragés et résolvent les nouvelles situations créées par l'addition d'une allumette, la structure du jeu commence à apparaître à tous et chacun dans la classe; un étudiant découvre qu'il y a un cycle dans les stratégies à employer; un autre suggère une table pour résumer les résultats obtenus.</p>	<p>PERFORMANCE FEEDBACK renforcement MOTIVATION PERFORMANCE FEEDBACK ACQUISITION codification ACQUISITION</p>

D.E. Le professeur rappelle qu'il ne s'agit pas de jouer pour jouer mais pour comprendre le jeu; il propose aux étudiants de continuer à jouer à la lumière des nouveaux indices de codification.	obj. gén. XV
P.A. L'étudiant se rappelle le but à atteindre; il joue encore et sa performance lui apporte de nouveaux indices:	FEEDBACK codification
D.E. Après 10 minutes, en suivant les directives de l'ensemble de la classe, le professeur résume au tableau la stratégie pour résoudre le jeu avec entre 4 et 21 allumettes. L'enseignant souligne que le processus qui a été employé depuis le début de la classe pour arriver à la stratégie s'appelle induction..	induction  obj. gén. II
P.A. Les étudiants se donnent et reçoivent un feedback pour la stratégie élaborée en équipe. Ils achèvent l'acquisition de cette stratégie. Ils disposent aussi maintenant du mot induction pour repérer ce processus et le rappeler pour s'en servir au besoin.	FEEDBACK ACQUISITION RAPPEL
D.E. L'enseignant suggère de trouver une façon de résoudre le jeu pour un nombre d'allumettes aussi grand qu'on veut; avec la participation des étudiants il met au point la formule au tableau. Il souligne qu'on vient de trouver une loi, de généraliser, de faire des mathématiques.	généralisation obj. gén. II
P.A. L'étudiant achève de codifier la stratégie généralisée. Il dispose maintenant du mot généralisation pour repérer ce processus et le rappeler pour s'en servir au besoin; il recueille un nouvel indice pour mieux percevoir le rôle des mathématiques.	ACQUISITION RAPPEL APPREHENSION
D.E. L'enseignant résume la démarche vécue par les étudiants dans la résolution de ce jeu de stratégie: phase d'ignorance et de hasard, phase de tactique, phase de stratégie et explique les relations entre ces divers éléments.	hasard tactique stratégie
P.A. Les étudiants font attention aux paroles de l'enseignant; ils recueillent des indices qui leur permettront d'acquérir les notions générales de stratégie et de tactique et de les rappeler au besoin.	APPREHENSION ACQUISITION RAPPEL

D.E. L'enseignant souligne le progrès fait et la maîtrise atteinte par les étudiants depuis le début et mentionne l'inutilité du "par coeur" en mathématiques.	obj. gén. VI, VIII, IX
P.A. L'étudiant se voit confirmé dans son expectative; il prend confiance dans ses propres capacités et dans la démarche proposée par l'enseignant; il est disposé à continuer le cours activement.	renforcement MOTIVATION
D.E. L'enseignant demande aux étudiants où ils en sont pour le NIM; il écoute leurs réponses et donne quelques indices: considérer toutes les possibilités, supposer l'adversaire intelligent, etc; il souligne que le fait de considérer toutes les possibilités constitue un processus d'analyse et demande aux étudiants de jouer au NIM d'ici le prochain cours pour essayer de progresser dans l'élaboration de la stratégie.	analyse obj. gén. II
P.A. L'étudiant se rappelle un but: le NIM, il fait attention et perçoit des indices supplémentaires; il dispose maintenant du mot analyse pour repérer ce processus et s'en servir au besoin; il se voit confier la responsabilité d'une performance	MOTIVATION APPREHENSION ACQUISITION RAPPEL PERFORMANCE FEEDBACK
D.E. L'enseignant demande aux étudiants où ils en sont pour le jeu de GUN HO et résume leurs trouvailles au tableau.	
P.A. Les étudiants se rappelle un but: le GUN HO, ils donnent les résultats de leur performance et reçoivent un feedback.	FEEDBACK
D.E. L'enseignant demande aux étudiants ce qu'ils pensent des possibilités de tactiques et/ou de stratégie complète pour les jeux de NIM, de GUN HO et d'allumettes et en discute avec eux.	obj. gén. X
P.A. Les étudiants font attention aux paroles du professeur; ils discutent et forment ainsi de nouveaux indices pour l'acquisition des notions générales de tactique et de stratégie, et les rappeler au besoin.	APPREHENSION PERFORMANCE FEEDBACK ACQUISITION RAPPEL

D.E. L'enseignant revient brièvement au plan du cours pour situer le travail qu'on vient d'accomplir; il propose de consacrer le reste du cours à relier à la notion de statistiques la traduction d'un message secret codé symbole à symbole.	obj. gén. XV
P.A. L'étudiant situe le travail qu'il vient d'accomplir par rapport à certains buts poursuivis; il est confirmé dans son expectative par le progrès réalisé et disposé à poursuivre; il oriente son attention en fonction du but proposé par l'enseignant pour la fin du cours.	FEEDBACK  MOTIVATION APPREHENSION
D.E. L'enseignant annonce qu'ils vont d'abord essayer de distinguer ce que sont les statistiques et demande: Qu'est-ce que les statistiques?. Les étudiants réfléchissent et apportent des éléments de réponse que l'enseignant écrit au tableau; il pose parfois une question pour faire préciser ou compléter l'idée d'un étudiant.	notion de statistiques obj. gén. IV, X, XVI
P.A. L'étudiant fait attention aux paroles de l'enseignant et à celles des autres étudiants; il réfléchit et ajoute aux contributions des autres étudiants; il recueille des indices qui lui permettent de mieux percevoir la notion à apprendre; l'ensemble de la classe acquiert ainsi une notion de ce que sont les statistiques (but; méthodes et portée)	APPREHENSION  PERFORMANCE APPREHENSION ACQUISITION
D.E. L'enseignant résume la notion acquise et annonce que pour traduire les messages secrets des autres équipes, chaque équipe devra utiliser l'intuition, le raisonnement et les statistiques.	obj. gén. I, II, III, XIII
P.A. L'étudiant finit de codifier la notion de statistiques (intuitive); il demeure disposé à l'attention puisqu'il va être question de la résolution du message secret, tâche qui lui est apparue d'abord presque impossible.	ACQUISITION RAPPEL APPREHENSION
D.E. L'enseignant explique comment les étudiants vont appliquer la notion de statistiques à la traduction des messages codés symbole à symbole: établir une table de fréquence des symboles pour chaque message: établir une table de fréquence des lettres dans un texte français. L'enseignant demande aux étudiants quel lien, d'après eux, existera entre les deux tables.	obj. gén. III, VI, XIII, XV

- |  |   |
|--|---|
| <p>P.A. L'étudiant fait attention aux indices donnés par l'enseignant quant à la résolution du message secret grâce aux statistiques; il commence à comprendre l'utilité des statistiques dans ce cas; certains étudiants suggèrent l'hypothèse que un symbole ayant une fréquence élevée dans un message correspondra à une lettre ayant une fréquence élevée dans un texte français.</p>   | <p>APPREHENSION<br/>perception<br/>sélective<br/>PERFORMANCE</p> <p>obj. gén. X</p>   |
| <p>D.E. L'enseignant confie aux étudiants la tâche de mener à bien l'expérience, c'est-à-dire dresser les tables de fréquence, les comparer et en tirer une conclusion au sujet de l'hypothèse proposée; il fait ensuite remarquer que le message secret peut aussi se résoudre grâce à l'intuition et demande aux étudiants de suggérer des façons intuitives de commencer à traduire un message codé symbole à symbole, il écoute les suggestions et confie aux étudiants le soin de les expérimenter.</p>   | <p>obj. gén. III, VI,<br/>XIII, XV</p>  |
| <p>P.A. L'étudiant se voit confier la tâche de vérifier lui-même de quelle façon les statistiques peuvent s'appliquer, à la traduction des messages codés symbole à symbole. D'autre part, chaque équipe a déjà inventé un code et composé un message et cette expérience a fourni aux étudiants certains indices; quelques étudiants peuvent donc suggérer des procédés intuitifs qui pourraient servir à commencer à résoudre le problème; les autres étudiants écoutent les suggestions qui viennent s'ajouter à leur propre perception du problème; chaque équipe se voit ensuite confier la tâche de vérifier l'utilité de ces suggestions.</p> | <p>PERFORMANCE<br/>FEEDBACK</p> <p>PERFORMANCE<br/>perception sélective</p> <p>APPREHENSION</p> <p>PERFORMANCE<br/>FEEDBACK</p> |
| <p>D.E. L'enseignant revient aux statistiques et explique brièvement en quoi consiste une distribution et donne quelques exemples; il revient aussi sur les caractéristiques et l'utilité du processus intuitif et de l'interaction raisonnement intuition, il demande aux étudiants d'émettre des hypothèses sur la distribution des symboles dans un message et d'utiliser leur intuition.</p>   | <p>statistiques<br/>intuition</p> <p>obj. gén. I, III</p>   |
| <p>P.A. L'étudiant fait attention aux indices fournis par l'enseignant sur les distributions statistiques et sur le processus d'intuition; il est disposé à observer et à prendre conscience de son propre processus d'intuition et de raisonnement; il se sent beaucoup plus prêt à attaquer son problème de résolution de message codé.</p>  | <p>APPREHENSION</p> <p>MOTIVATION</p>   |

D.E. L'enseignant vérifie que chaque équipe a bien fabriqué son message secret selon les instructions reçues et les équipes procèdent à l'échange des messages à traduire.

P.A. L'étudiant fait vérifier son travail de construction d'un message secret et se voit confier la tâche de vérifier l'utilité des notions de statistiques et d'intuition à la résolution des messages des autres équipes.

FEEDBACK  
PERFORMANCE  
  
ACQUISITION

3 <sup>ème</sup> Semaine
2 <sup>ème</sup> Cours

D.E. L'enseignant demande aux étudiants d'expliquer ce qu'est une généralisation; il écoute les réponses et aide à les préciser et compléter par ses questions, il demande ensuite ce qu'est une distribution et de donner des exemples; il écoute les réponses et aide à les préciser et les compléter par ses questions.

obj. gén. II  
généralisation  
distribution  
obj. gén. X

P.A. L'étudiant fait l'effort de se rappeler les notions sur lesquelles il est interrogé; il arrive à se les rappeler d'abord partiellement, puis à l'aide des indices fournis pas les questions de l'enseignant, à les compléter; ce faisant, il met en place des schèmes de codification et de rappel pour ces notions

RAPPEL  
PERFORMANCE  
FEEDBACK  
RAPPEL  
PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
RAPPEL

D.E. L'enseignant annonce que le prochain cours est important et que les étudiants feraient bien d'y être présents; le sujet en sera une hiéroglyphe martienne, puis il demande aux étudiants de consacrer le reste de ce cours à travailler en équipe les différents sujets déjà entrepris; lui-même demeure à la disposition pour aider, le plus souvent à l'aide de questions, chaque équipe à avancer dans ses travaux.

obj. gén. X, XIII

P.A. L'étudiant crée une expectative pour le prochain cours que l'enseignant prétend important et qui porte un titre intrigant. Chaque équipe consacre le reste du temps à travailler sur ses messages codés, sur ses jeux, sur ses tables statistiques; au besoin, les équipes font appel à l'enseignant pour aider à clarifier soit un concept, soit un détail technique.

MOTIVATION  
  
PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION

4 <sup>ème</sup> Semaine
1 <sup>er</sup> Cours

- D.E. L'enseignant informe les étudiants qu'ils doivent devenir imbattables au NIM quelque soit le nombre de rangées et le nombre d'allumettes; pour cela ils auront besoin d'un instrument: la notation binaire, l'enseignant rappelle aux étudiants qu'ils ont déjà établi une stratégie complète pour le jeu des 15 allumettes et que la notation binaire leur permettra d'arriver au même résultat pour le NIM.
- P.A. L'étudiant prend connaissance du but à atteindre; il est dans l'expectative, l'étudiant se sent confirmé dans son expectative par la référence à un apprentissage antérieur réussi.
- D.E. Avant le début du cours, l'enseignant a écrit au tableau les opérations  $\Sigma + L$ ,  $\Delta - L$ ,  $L - U$ ,  $\Delta \times U$ ,  $L \times \Delta$  et les questions: écrire 33 et combien de doigts ont les martiens ainsi que la table de symboles:  $\Theta \rightarrow 0$ ,  $I \rightarrow 1$ ,  $L \rightarrow 2$ ,  $U \rightarrow 3$ ,  $\Sigma \rightarrow 4$ ,  $\Lambda \rightarrow 5$ ,  $\Delta \rightarrow 6$ ,  $\Phi \rightarrow 7$ ,  $1\Theta \rightarrow 8$ ,  $1I \rightarrow 9$ ,  $1\Theta \rightarrow 12$ ,  $1\Theta \rightarrow 16$ . L'enseignant demande: avez-vous des questions? L'enseignant attend des réponses et garde le silence; il perçoit le sentiment d'insécurité de ses étudiants.
- P.A. L'étudiant voit ce qui apparaît au tableau, il est intrigué et s'attend à ce que l'enseignant explique la signification de ces symboles, l'étudiant est dérouté, en état d'insécurité parce que l'enseignant lui renvoie la balle; il n'ose pas analyser le problème qui lui est posé même s'il reconnaît des signes d'opérations familières. Sa question: Qu'est-ce que c'est ça?
- D.E. L'enseignant parle des différentes recherches entreprises par les scientifiques pour obtenir des renseignements sur l'espace et les planètes, l'enseignant continue en signalant que les signes qui apparaissent au tableau "pourraient être" la reproduction d'un document ramené par une sonde de l'espace et que cette "écriture", paraissant venir d'êtres extraterrestres intelligents "aurait été" partiellement déchiffrée par les savants qui ont fourni la table de symboles apparaissant au tableau. L'enseignant discute brièvement de la relativité des symboles et des conventions d'écriture des différentes civilisations.

bases

MOTIVATION

indices perceptuels

obj. gén. V

APPREHENSION

hiéroglyphe  
martienne

indices

<p>P.A. L'étudiant est en état d'attention: les paroles de l'enseignant diminuent son insécurité.</p> <p>L'étudiant continue de porter attention aux paroles de l'enseignant qui répondent à sa perplexité du début du cours, l'étudiant oriente sa perception de ce qui apparaît au tableau en fonction des indices: écriture, symbole, relativité de la symbolisation.</p>	<p>APPREHENSION</p>
<p>D.E. L'enseignant demande aux étudiants de résoudre la situation d'apprentissage: en équipe, ils doivent effectuer les opérations qui apparaissent au tableau à l'aide de la table de symboles et compléter cette table, en trouver la clé; après 5 minutes, l'enseignant demande aux étudiants de donner les réponses de leurs opérations, il écrit ces réponses au tableau et dit si elles sont justes.</p>	<p>obj. gén. X, XIII</p>
<p>P.A. L'étudiant est obligé de s'impliquer; pour effectuer les opérations, il doit rappeler les concepts déjà acquis sur le système décimal de numération, en particulier la manipulation des symboles dans les opérations, les étudiants donnent leurs réponses; si deux réponses différentes sont données pour la même opération, les étudiants discutent pour identifier la réponse juste d'où confirmation ou restructuration des concepts acquis.</p>	<p>RAPPEL</p> <p>PERFORMANCE FEEDBACK ACQUISITION</p>
<p>D.E. Problème: tous les étudiants ont traduit 33 par UU. L'enseignant suggère aux étudiants de construire une table de symbole de 1 à 33 avec le système de symboles présenté au tableau; ils doivent montrer à l'enseignant leur travail à 10, 11 et 12 avant de continuer jusqu'à 33.</p>	
<p>P.A. Les étudiants doivent établir des liens entre la nouvelle table de symbole et les concepts acquis sur la manipulation des symboles dans le système décimal en particulier sur la signification de la place occupée par le symbole à l'intérieur du nombre. Dans l'espace de 5 à 8 minutes, plusieurs étudiants réussissent à résoudre le problème qui de "pas faisable" devient "faisable"; certains n'arrivent pas.</p>	<p>GENERALISATION codification ACQUISITION renforcement MOTIVATION</p>
<p>D.E. L'enseignant refuse d'expliquer lui-même la solution; il demande à ceux qui n'ont pas compris de s'identifier et à ceux qui ont compris d'expliquer leur démarche aux autres.</p>	<p>participation et communication obj. gén. X</p>

- |  |  |
|--|--|
| <p>P.A. L'étudiant est obligé de s'impliquer en s'identifiant s'il ne comprend pas, en expliquant s'il comprend. Les premiers doivent codifier les explications reçues pour les intégrer. Les seconds doivent expliquer leur processus d'intégration d'où une meilleure rétention et la création d'indices pour rappeler les nouveaux concepts à la mémoire de travail. Tous arrivent finalement à comprendre.</p> | <p>codification<br/>ACQUISITION<br/>rétention<br/>RAPPEL<br/>PERFORMANCES—<br/>renforcement<br/>MOTIVATION</p> |
| <p>D.E. L'enseignant demande aux étudiants de traduire en décimal les nombres III, Δ 1, UU en leur signalant qu'ils doivent chercher en même temps une méthode pour se passer des tables.</p>  |  |
| <p>P.A. L'étudiant suit un processus d'induction en faisant le travail demandé, il vérifie s'il a bien compris ce qui précède, il favorise la rétention de ses nouveaux concepts, il se fournit des indices de repérage et de retrait pour ces concepts il cherche de nouveaux indices pour arriver à trouver la méthode demandée.</p>   | <p>PERFORMANCE<br/>FEEDBACK<br/><br/>RAPPEL<br/>APPREHENSION</p>   |
| <p>D.E. L'enseignant fournit un indice: il demande: Combien de doigts ont les martiens?</p>  |  |
| <p>P.A. Les étudiants répondent: 8 ou 16. Ils prennent conscience de l'importance du nombre 8 pour la résolution de leur problème et peuvent faire un lien entre 10 doigts - base 10 et 8 doigts - base 8, ils ont identifié intuitivement une base 8.</p>   | <p>APPREHENSION<br/>GENERALISATION<br/>codification<br/>ACQUISITION</p>  |
| <p>D.E. L'enseignant fait un bref exposé sur différentes bases et système de symboles employés par certaines cultures et certains groupes; il parle du rôle du zéro, des avantages des symboles abstraits pour les nombres et de la signification de la position relative des symboles.</p>  | <p>bases<br/><br/>rappel des préalables</p>  |
| <p>P.A. L'étudiant rappelle les concepts acquis depuis longtemps et en prend conscience, il recodifie ces concepts d'une autre façon: de rigides et nécessaires, ils deviennent relatifs et sont réintégrés comme tels, d'où restructuration des acquis.</p>   | <p>RAPPEL<br/>APPREHENSION<br/>ACQUISITION</p>   |

D.E. L'enseignant rappelle aux étudiants que 325 en système décimal signifie $5 \times 10^0 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^2$ et renvoie les étudiants au problème de 111 (base 8) et autres.	suggestion d'un schème de codification
P.A. Les étudiants finissent leurs exercices en base 8 sans aide de la table et réussissent. Ils se sentent maintenant capables de traduire tout nombre de base 8 en base 10.	PERFORMANCE FEEDBACK renforcement MOTIVATION
D.E. L'enseignant annonce aux étudiants que la semaine prochaine, ils rencontreront l'ordinateur pour jouer au NIM; il leur apprend que le langage de l'ordinateur est le binaire ou base 2. Ils vont donc apprendre la base 2 et ce sera aisé maintenant qu'ils connaissent la base 8.	NIM et notation binaire
P.A. L'étudiant prend connaissance du but à atteindre et se sent confirmé dans son expectative par son apprentissage antérieur réussi de la base 8.	MOTIVATION
D.E. L'enseignant expose brièvement les avantages et les inconvénients du binaire et présente les symboles.	
P.A. Les étudiants se disposent à faire attention aux indices que l'enseignant présente sur le binaire et à faire des liens avec leurs concepts de la base 8.	APPREHENSION GENERALISATION
D.E. L'enseignant inscrit au tableau une table: les nombres de 1 à 8 en décimal et en binaire. Il fait ressortir le processus de numération en binaire puis demande aux étudiants de continuer la table jusqu'à $(20)_{10}$ .	
P.A. L'étudiant généralise ses concepts de numération de base 10 et 8 à ce problème et continue la table; par transfert le concept de processus de numération en base 2 est acquis.	GENERALISATION PERFORMANCE ACQUISITION
D.E. Sous la dictée des étudiants l'enseignant complète la table qui apparaît au tableau jusqu'à $(16)_{10} = (10000)_2$ . Il fait remarquer aux étudiants la forme particulière des puissances de 2 en binaire; il demande aussi aux étudiants d'identifier ce qui différencie un nombre binaire pair d'un nombre binaire impair.	indices différentiels pour la perception

P.A.	L'étudiant vérifie sa table décimal-binaire d'après les résultats de la classe que l'enseignant inscrit au tableau. Il fait attention aux indices soulignés par l'enseignant.	FEEDBACK renforcement APPREHENSION
D.E.	L'enseignant demande aux étudiants de découvrir le procédé pour transformer un nombre de la notation binaire à la notation décimale sans l'aide des tables; il propose aux élèves de transformer $(11110110)_2$ en base 10, en leur rappelant 2 exercices précédents, $(325)_{10}$ et $(111)_8$ .	suggestion de schéma de codification
P.A.	Quelques étudiants découvrent la façon de passer de la base 2 à la base 10 par transfert; ils exposent cette méthode et sous leur dictée l'enseignant effectue le problème posé au tableau.	GENERALISATION ACQUISITION PERFORMANCE FEEDBACK
D.E.	L'enseignant demande aux étudiants de transformer $(1110)_2$ et $(11111)_2$ en base 10.	
P.A.	Les étudiants effectuent les exercices et dictent leurs réponses à l'enseignant qui les inscrit au tableau pour que tous puissent comparer, vérifier et discuter.	PERFORMANCE RAPPEL FEEDBACK renforcement RAPPEL
D.E.	L'enseignant annonce qu'il va donner lui-même la méthode pour passer du décimal en base 2.	
P.A.	Les étudiants prennent connaissance du nouveau but.	MOTIVATION
D.E.	L'enseignant expose la méthode au tableau au moyen d'un exemple. Il montre ensuite aux étudiants comment se fabriquer des exercices et en faire la preuve pour pratiquer la transformation dans les deux sens.	
P.A.	L'étudiant prend note de la méthode. Il constate qu'il devra faire plus tard quelques exercices.	ACQUISITION PERFORMANCE FEEDBACK RAPPEL
D.E.	L'enseignant suggère aux étudiants un problème de transfert pour les séances d'atelier: la méthode pour passer de la base 10 à la base 2 peut-elle être appliquée pour passer de la base 10 à la base 8.	obj. gén. XIII

P.A. L'étudiant prend connaissance du problème, les autres phases du processus d'apprentissage lui sont confiées.	MOTIVATION APPREHENSION
D.E. L'enseignant expose la situation d'apprentissage qui doit occuper les étudiants pour le reste de la semaine: chaque équipe doit choisir une base et des symboles et découvrir les algorithmes de passage entre cette base et la base 10 pour les entiers et les fractions ainsi que les algorithmes pour les 4 opérations dans la base choisie. Ces découvertes devront être exposées la semaine prochaine par chaque équipe à l'ensemble de la classe.	participation et communication obj. gén. V, IV, IX, X, XIII
P.A. L'étudiant prend connaissance du but à atteindre. Ce but lui apparaît difficile mais l'assurance de l'enseignant, la présence des autres membres de l'équipe et la bonne compréhension du cours qui se termine le rassurent.	MOTIVATION confirmation de l'expectative
D.E. L'enseignant écrit au tableau des situations de NIM perdantes et gagnantes; il conseille aux étudiants d'écrire ces situations en binaire pour essayer de trouver une stratégie complète pour le NIM.	addition d'indices
P.A. Les étudiants font attention à ces nouveaux indices.	APPREHENSION
D.E. L'enseignant rappelle le but: devenir imbattable au NIM.	
P.A. Les étudiants se rappellent le but.	MOTIVATION
D.E. L'enseignant rappelle que les étudiants doivent consacrer le cours à préparer leur exposé sur les bases.	participation et communication
P.A. L'étudiant se rappelle le but à atteindre et les équipes se mettent au travail. L'étude précédente des bases 8 et 2 et le rappel des connaissances acquises dans la base 10 sont les indices dont disposent les étudiants. A partir de ces indices il doivent formuler les algorithmes, les expérimenter, les corriger au besoin et se donner des indices le rappel qui les aideront à mettre au point leur exposé.	MOTIVATION PERFORMANCE APPREHENSION schèmes de codification GENERALISATION ACQUISITION PERFORMANCE FEEDBACK RAPPEL

4 <sup>ème</sup> Semaine
2 <sup>ème</sup> Cours

5 <sup>ème</sup> Semaine 1 <sup>er</sup> Cours
---

- |  |   |
|--|---|
| <p>D.E. L'enseignant rappelle le but: chaque équipe doit exposer les découvertes demandées dans sa base; il expose brièvement les procédures et demande une équipe (volontaire ou la plus prête).</p>  | <p>obj. gén. X</p>  |
| <p>P.A. Cette activité permet aux étudiants de présenter une performance à la suite de leur activité de généralisation. Cette performance leur assure un feedback qui soit confirme leur apprentissage, soit permet de recodifier certains aspects mal compris. La répétition des différents exposés aide à la rétention, au rappel et à la généralisation des acquis.</p>   | <p>PERFORMANCE<br/>FEEDBACK<br/>ACQUISITION</p> <p>RAPPEL</p>                     |
| <p>D.E. L'enseignant demande à chaque équipe d'attribuer une note à sa propre performance et aussi à celle de chacune des autres équipes, en fonction de l'objectif de l'exposé.</p>   |   |
| <p>P.A. L'étudiant doit comparer les réalisations de chaque équipe à l'objectif fixé pour l'exposé. Il doit s'impliquer pour attribuer des notes de façon réaliste, sans complaisance ni sévérité excessive.</p>   | <p>FEEDBACK</p>   |
| <p>D.E. Des situations peuvent se présenter au cours de l'exposé qui exigent l'intervention de l'enseignant; soit que les étudiants évitent de poser des questions à l'équipe qui expose pour la ménager, soit au contraire que la classe se ligue pour écraser de questions pièges une équipe plus faible, soit que les notes attribuées ne soient pas réalistes, soit même qu'aucune équipe n'ose s'avancer pour présenter le premier exposé; l'enseignant doit alors prendre la parole pour clarifier immédiatement la situation.</p> | <p>quelques problèmes affectifs et sociaux possibles</p>                          |
| <p>P.A. L'étudiant est mal à l'aise parce qu'il perçoit que la situation est faussée; il fait attention aux paroles et à l'attitude de l'enseignant qui lui fournissent des indices pour prendre conscience de ce qui se passe dans la classe au niveau émotif et social; cette prise de conscience l'aide à maîtriser la situation, l'anxiété diminue et devient tolérable; il est possible alors de s'entendre pour pouvoir continuer ensuite la poursuite des objectifs cognitifs.</p>  | <p>APPREHENSION<br/>perception sélective</p> <p>ACQUISITION</p> <p>MOTIVATION</p> |

D.E. A la fin du cours, s'il y a lieu, l'enseignant invite les équipes faibles à réviser leur travail, et à venir lui présenter une meilleure performance.

P.A. L'étudiant dont la performance a été faible a pu profiter du travail des autres équipes pour former de nouveaux indices qui vont lui permettre de mieux codifier les concepts à acquérir. L'ensemble des étudiants perçoit que la performance et l'évaluation sont aussi des activités d'apprentissage.

FEEDBACK  
recodification  
ACQUISITION  
  
perception sélective  
APPREHENSION

5 <sup>ème</sup>	Semaine
2 <sup>ème</sup>	Cours

D.E. L'enseignant annonce que le cours sera consacré à prendre contact avec l'ordinateur dont l'utilisation est très importante pour la suite du cours.

P.A. L'étudiant prend connaissance du but à atteindre et se dispose à l'attention.

MOTIVATION

D.E. L'enseignant expose comment fonctionnent un ordinateur, un système conversationnel, un système à temps partagé; il décrit le matériel, les procédures d'utilisation, les librairies à la disposition de l'utilisateur.

indices perceptuels

P.A. L'étudiant note les indices fournis par le professeur, indices généraux d'une part sur le fonctionnement d'un ordinateur, techniques d'autre part sur l'utilisation du terminal.

APPREHENSION  
codification  
ACQUISITION

D.E. L'enseignement montre comment se servir du terminal pour jouer au NIM et dit que les étudiants doivent aller jouer pour essayer de découvrir la stratégie complète au moyen du binaire.

obj. gén. XIII

P.A. L'étudiant devra aller jouer; il dispose d'un outil qui va lui permettre de traiter des situations de NIM plus complexes et qui va lui donner un feedback immédiat; il peut ainsi expérimenter ses hypothèses pour découvrir la stratégie; de plus, il est intrigué par ce nouvel outil et son attention est augmentée.

APPREHENSION  
PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
GENERALISATION

D.E. L'enseignant invite les chefs d'équipe à venir avec lui faire l'expérience de l'utilisation du terminal; chaque chef d'équipe devra ensuite initier les membres de son équipe de la même façon.	participation et communication obj. gén. X
P.A. Les chefs d'équipe vérifient par des essais d'utilisation du terminal qu'ils ont bien compris les instructions. Ils sont donc sûrs de l'acquisition de la technique et sont disposés à initier les membres de leur équipe.	PERFORMANCE FEEDBACK renforcement MOTIVATION
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           6<sup>ème</sup> Semaine 1<sup>er</sup> Cours         </div>	
D.E. L'enseignant vérifie le travail accompli à date par chaque équipe dans la traduction des codes secrets symbole à symbole et l'application des statistiques à ce travail; il oriente chaque équipe en fonction de ce qui est déjà fait pour que le travail puisse être complété.	code secret
P.A. L'étudiant écoute les avis de l'enseignant sur son travail; il répond aux questions et en pose au besoin; il recueille des indices qui clarifient sa perception et sa codification de certains aspects du travail; il voit plus clairement le but à atteindre.	FEEDBACK PERFORMANCE FEEDBACK APPREHENSION ACQUISITION renforcement MOTIVATION
D.E. L'enseignant intervient au sujet d'un malaise qui se fait jour dans la classe; une équipe n'arrive pas à fonctionner; le fait est discuté par l'ensemble de la classe et une solution est proposée et acceptée.	clarification de sentiments
P.A. L'étudiant a perçu le malaise; il écoute et discute pour mieux comprendre la situation; il propose ou se rallie au compromis proposé.	APPREHENSION ACQUISITION PERFORMANCE
D.E. L'enseignant revient au plan du cours pour faire le point; il annonce un examen individuel pour bientôt pour évaluer certains objectifs déjà réalisés ou en cours de réalisation. Il conseille de jouer au NIM avec l'ordinateur pour préparer une partie de l'examen et de faire aussi des opérations avec le terminal pour se familiariser avec cet instrument de travail.	

<p>P.A. L'étudiant situe le travail accompli par rapport au syllabus; il prend connaissance d'un but: terminer certains objectifs pour l'examen; il se rappelle un autre but: résoudre le jeu de NIM; il se rappelle un autre but: se familiariser avec les possibilités du terminal.</p>	<p>FEEDBACK MOTIVATION  MOTIVATION  MOTIVATION</p>
<p>D.E. L'enseignant présente aux étudiants un jeu de logique à résoudre durant les prochaines semaines (LOGIQUAD); il leur décrit les trois niveaux de maîtrise qu'ils doivent atteindre tour à tour. Il conseille aux étudiants d'observer leur propre processus d'intuition.</p>	<p>logique intuition obj. gén. I, II, III, V, XIII</p>
<p>P.A. L'étudiant prend connaissance d'un autre but à atteindre et fait attention aux précisions apportées par le professeur sur les étapes de ce but. Il se trouve de nouveau devant une tâche qui va lui permettre d'utiliser et d'observer son processus d'intuition.</p>	<p>MOTIVATION APPREHENSION  APPREHENSION perception sélective.</p>
<p>D.E. L'enseignant annonce que l'on entame une nouvelle partie du cours. L'objectif est de fabriquer des messages codés garantis indéchiffrables et de déchiffrer ces messages à l'aide d'une clé. Il rappelle l'expérience des codes secrets codés symbole à symbole.</p>	<p>codes secrets</p>
<p>P.A. Les étudiants prennent connaissance du but à atteindre; ils sont confirmés dans leur expectative par le fait qu'ils ont réussi à déchiffrer les codes secrets directs ce qui leur avait semblé de prime abord impossible.</p>	<p>MOTIVATION</p>
<p>D.E. L'enseignant précise que pour réaliser le but, il est nécessaire de savoir ce que c'est une matrice parce qu'on s'en servira pour coder.</p>	<p>matrices</p>
<p>P.A. L'étudiant prend une attitude d'attention vis-à-vis ce nouvel objet qui va lui être présenté.</p>	<p>APPREHENSION</p>
<p>D.E. L'enseignant expose, à l'aide d'exemples, ce qu'est une matrice, comment additionner, soustraire 2 matrices, comment multiplier une matrice par un scalaire.</p>	<p></p>
<p>P.A. L'étudiant codifie ces informations à l'aide de ses connaissances acquises sur les opérations sur les nombres réels.</p>	<p>GENERALISATION ACQUISITION.</p>

- D.E. L'enseignant expose à la classe le procédé employé pour la multiplication de deux matrices. Il donne aux étudiants quelques exercices à faire immédiatement, dont certains sont des multiplications par l'identité.
- P.A. L'étudiant effectue les exercices, les étudiants dictent leurs résultats à l'enseignant qui les écrit au tableau. Ces exercices améliorent la codification et la rétention de la méthode. L'étudiant remarque les propriétés de la matrice identité qu'il ne connaît pas encore.
- D.E. L'enseignant révèle que la matrice qui se comporte comme le 1 pour les nombres réels dans la multiplication est appelée la matrice identité. Il donne deux autres exercices de multiplication d'une matrice par sa matrice identité.
- P.A. L'étudiant effectue les exercices. Il est confirmé dans son apprentissage de la matrice identité.
- D.E. L'enseignant donne à l'aide d'un exemple la propriété qui définit l'inverse d'une matrice, il énumère quatre étapes qui sont nécessaires pour trouver la matrice inverse d'une matrice donnée, soit multiplier, identifier, résoudre, vérifier.
- P.A. L'étudiant prend connaissance de la propriété qui définit la matrice inverse et la codifie à l'aide de ses connaissances de l'inverse multiplicatif d'un nombre réel. Il se met en état d'attention aux quatre étapes annoncées pour la recherche de l'inverse.
- D.E. L'enseignant donne un exemple d'inversion de matrices en quatre étapes (matrice  $2 \times 2$ ). Il explique aux étudiants comment se fabriquer des exercices et annonce un atelier sur l'inversion de matrices  $2 \times 2$  pour le cours suivant; aux étudiants de pratiquer et de venir au besoin poser des questions.
- P.A. L'étudiant voit l'enchaînement des 4 étapes de recherche de l'inverse; il peut constater que la quatrième étape
- PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
RAPPEL  
APPREHENSION
- PERFORMANCE  
ACQUISITION  
RAPPEL  
FEEDBACK
- GENERALISATION  
ACQUISITION  
APPREHENSION
- APPREHENSION  
ACQUISITION

6 <sup>ème</sup> Semaine
2 <sup>ème</sup> Cours

est une étape de feedback. La méthode doit se codifier selon ses quatre étapes; l'atelier à venir lui laisse la responsabilité des étapes performance, rappel, feedback de son apprentissage car il n'y aura pas de cours spécifique sur le sujet d'ici là. A l'atelier les étudiants viennent pratiquer l'inversion de matrices 2 X 2. Ils clarifient les indices non compris pour achever la codification de la méthode. Beaucoup de ces questions portent sur les pré-requis, résolution d'équations, fractions, ce qui permet de combler les lacunes dans les préalables.

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
RAPPEL

7 <sup>ème</sup> Semaine
1 <sup>er</sup> Cours

- D.E. L'enseignant rappelle aux étudiants la démarche qu'ils ont suivie dans l'étude des jeux de stratégie; il discute des notions de tactique, stratégie, analyse, généralisation, induction et des relations entre ces notions.
- P.A. L'étudiant se rappelle sa démarche et essaie de compléter ses schèmes de codification et de rappel pour les différentes notions.
- D.E. L'enseignant revient à la stratégie du NIM, et avec les étudiants, fait au tableau un exemple de résolution; il confie la généralisation de la technique aux étudiants.
- P.A. L'étudiant fait attention à l'exemple et recueille les derniers indices pour l'acquisition de la stratégie; il se voit confier la généralisation de cette stratégie.
- D.E. L'enseignant rappelle que l'examen sur l'inversion d'une matrice 2 X 2 a lieu la semaine suivante. Il raconte l'expérience des étudiants des années passées pour faire comprendre que tous peuvent avoir 20/20 et qu'il vaut mieux être prêt 5 minutes avant l'examen que 5 minutes après.

Jeux

ACQUISITION  
RAPPEL

obj. gén..XIII

APPREHENSION  
ACQUISITION  
GENERALISATION

P.A.	L'étudiant se voit rappeler un but et confirmé dans l'espoir de l'atteindre par l'expérience et la confiance de l'enseignant.	MOTIVATION
D.E.	L'enseignant rappelle le but final de l'inversion de matrices à l'intérieur du cours, qui est de coder des messages; il énumère les étapes qui conduiront à ce but <ul style="list-style-type: none"> <li>- inversion de matrices 2 X 2</li> <li>- inversion de matrices 3 X 3</li> <li>- inversion de matrices par ordinateur</li> <li>- code secret</li> </ul>	codes secrets
P.A.	L'élève se voit rappeler un but et situé par rapport à la réalisation de ce but. Le but final est plus séduisant que les étapes intermédiaires.	renforcement MOTIVATION
D.E.	L'enseignant rappelle les 4 étapes de l'inversion de matrices et fait un exemple de l'inversion d'une matrice 3 X 3. Il fait ressortir l'importance d'être méthodique.	
P.A.	L'étudiant est renforcé dans sa codification des concepts pour l'inversion d'une matrice 2 X 2; il a l'occasion de généraliser à la recherche de l'inverse d'une matrice 3 X 3.	ACQUISITION GENERALISATION
D.E.	L'enseignant confie à l'étudiant le soin de se fabriquer des exercices sur l'inversion de matrices 3 X 3.	
P.A.	L'étudiant qui fait ses exercices 2 X 2 et 3 X 3 complète son apprentissage.	PERFORMANCE FEEDBACK RAPPEL
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           7<sup>ème</sup> Semaine 2<sup>ème</sup> Cours         </div>		
D.E.	L'enseignant propose un examen sur les bases et les jeux.	
P.A.	L'étudiant fait les exercices proposés dans l'examen et vérifie les connaissances acquises dans l'étude des bases et des jeux.	PERFORMANCE FEEDBACK

D.E. L'enseignant propose un examen sur les matrices  $2 \times 2$ .

P.A. L'étudiant fait les exercices proposés dans l'examen et vérifie les connaissances acquises dans l'étude des matrices  $2 \times 2$ ; il réalise aussi les lacunes de son apprentissage et recueille ainsi des indices pour une meilleure codification des matrices  $3 \times 3$ .

8<sup>ème</sup> Semaine  
1<sup>er</sup> Cours

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION

D.E. L'enseignant rappelle le but; coder des messages; il situe le cours d'aujourd'hui à l'intérieur de la réalisation de ce but: inversion des matrices par ordinateur.

P.A. L'étudiant se rappelle le but à atteindre et réalise qu'il a déjà réussi deux étapes de ce but.

D.E. L'enseignant déclare que pour inverser des matrices par ordinateur, il faut apprendre la méthode de l'ordinateur qui inverse par pivot.

P.A. L'étudiant prend connaissance du but du cours d'aujourd'hui et se met en état d'attention vis-à-vis la méthode à apprendre.

D.E. L'enseignant, par un exemple ( $3 \times 3$ ), montre comment on peut inverser une matrice par pivot.

P.A. L'étudiant codifie la méthode.

D.E. L'enseignant demande aux étudiants de faire des exercices d'inversion de matrice par pivot à l'aide de l'ordinateur durant la semaine.

P.A. L'étudiant se voit confier les étapes performance et renforcement de son apprentissage.

8<sup>ème</sup> Semaine  
2<sup>ème</sup> Cours

codes secrets

FEEDBACK  
MOTIVATION

MOTIVATION  
APPREHENSION

ACQUISITION

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
RAPPEL

- D.E. L'enseignant annonce que l'on peut maintenant procéder à la dernière étape que l'on se proposait d'atteindre: le codage et décodage du message secret.
- P.A. L'étudiant est confirmé dans son expectative en voyant que l'on se rapproche du but et est intéressé par cette dernière étape.
- D.E. L'enseignant expose la façon de coder un message chiffré à l'aide de la multiplication de matrices; il démontre ensuite l'équation de décodage qui permet de revenir au message de départ au moyen de l'inverse de la matrice-clé.
- P.A. L'étudiant voit plus clairement pourquoi il doit apprendre à trouver l'inverse d'une matrice; il suit les étapes de la démonstration et commence à codifier la méthode.
- D.E. L'enseignant annonce que le cours d'aujourd'hui servira à préparer l'examen sur la résolution d'un code au moyen de l'inversion d'une matrice 3 X 3. Une des activités consistera à commencer un travail d'échange de messages.
- P.A. L'étudiant est motivé à suivre le cours pour préparer l'examen et pour participer à l'échange de codes.
- D.E. L'enseignant donne les instructions suivantes au sujet du travail d'équipes: chaque équipe choisit une clé, chiffre un message, s'assure que la clé peut être inversée, multiplie, à la main ou à l'aide de l'ordinateur, le message par la clé et prépare une copie du message final et de la clé pour chacune des autres équipes.
- P.A. L'étudiant prend connaissance du fait qu'il est parvenu à l'étape terminale de l'objectif; il saisit que, en préparant le message, il se familiarise avec les équations de codage et de décodage dont il devra se servir à l'examen. En commençant le travail d'équipe, il effectue une performance propre à favoriser la rétention et le rappel des méthodes de codage et décodage et à lui apporter un feedback.

MOTIVATION  
APPREHENSION

renforcement  
MOTIVATION  
ACQUISITION

9<sup>ème</sup> Semaine  
1<sup>er</sup> Cours

participation  
et  
communication

MOTIVATION

MOTIVATION

PERFORMANCE  
RAPPEL  
FEEDBACK

D.E. Pour terminer la préparation du prochain examen, l'enseignant propose un exercice équivalent à celui qui fera le sujet de l'examen: un message codé et la clé.

P.A. L'élève qui fait l'exercice achève de codifier ses connaissances. Il effectue une performance propre à lui apporter un feedback sur son niveau actuel d'acquisition ce qui va lui permettre de réajuster son travail au besoin, et confirmer une vue d'ensemble du processus de décodage pour établir fermement la suite des opérations.

ACQUISITION  
PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
GENERALISATION

9 <sup>ème</sup>	Semaine
2 <sup>ème</sup>	Cours

D.E. L'enseignant signale qu'on va procéder à l'échange des messages codés entre ces équipes; il avertit les étudiants de commencer immédiatement à décoder les messages à la main pour préparer l'examen; quand ils sont suffisamment prêts, ils peuvent terminer le travail à l'ordinateur.

P.A. L'étudiant prend connaissance du but du cours; l'échange a lieu, les étudiants commencent immédiatement à traduire les messages.

MOTIVATION  
PERFORMANCE  
FEEDBACK

D.E. L'enseignant fait venir un à un les étudiants qui ont mal réussi l'examen sur l'inversion d'une matrice 2 X 2 pour leur expliquer et les avertir de faire attention à préparer l'examen sur les 3 X 3.

P.A. Ces étudiants reçoivent un feedback personnel sur leurs difficultés et un encouragement à faire attention à certains points particuliers pour le prochain examen et des explications sur leurs erreurs.

FEEDBACK  
MOTIVATION  
APPREHENSION  
ACQUISITION

D.E. L'enseignant utilise la dernière période du cours pour présenter aux étudiants une série d'exercices qui comprend des énigmes et des labyrinthes ainsi que problèmes de "master mind"; il annonce que la résolution de ces exercices va aider l'étudiant à développer son sens de l'intuition, ses capacités d'observation et de raisonnement; il explique comment certains de ces exercices peuvent être reliés soit à la logique des propositions, soit à la théorie des ensem-

énigmes et  
labyrinthes

bles; il précise que les étudiants doivent résoudre les exercices individuellement et que cet entraînement personnel et progressif leur permettra de réussir facilement les tests sur ces sujets tout en les aidant à progresser dans les domaines de l'intuition et du raisonnement.

obj. gén. VI, VII, VIII, IX.

P.A. Les étudiants prennent connaissance d'un nouveau but à atteindre; ils sont intéressés par la nouveauté des sujets, mais un peu inquiets parce qu'ils devront y travailler seuls. Les étudiants font attention aux indices que l'enseignant ajoute pour situer les exercices à faire dans le cadre du cours; ils constatent la confiance de l'enseignant dans leurs capacités à résoudre ces exercices.

MOTIVATION  
APPREHENSION

perception sélective  
expectative

D.E. L'enseignant indique que la partie du cours qu'il vient de présenter est moins aride que le chapitre de l'inversion des matrices et répète que l'atteinte du but ne dépend que d'un effort régulier. Il apporte quelques suggestions sur le style de méthode de travail qui convient à ce genre d'exercices.

obj. gén. VII, VIII  
indices perceptuels

P.A. L'étudiant est confirmé dans son expectative de réussite des nouveaux objectifs. Il fait attention aux nouveaux indices ajoutés par l'enseignant.

MOTIVATION  
APPREHENSION

10<sup>ème</sup> Semaine  
1<sup>er</sup> Cours

D.E. L'enseignant propose un examen qui regarde plus particulièrement les objectifs de résolution d'un message secret grâce à l'inversion d'une matrice.

P.A. L'étudiant produit une performance et reçoit un feedback en ce qui concerne l'atteinte de ces objectifs.

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION

10<sup>ème</sup> Semaine  
2<sup>ème</sup> Cours

D.E. L'enseignant demande aux étudiants de terminer le travail l'équipe sur les matrices à l'aide de l'ordinateur et de le remettre vers la 13<sup>ème</sup> semaine.

<p>P.A. Ce travail permet à l'étudiant de faciliter le rappel des notions acquises sur l'inversion de matrices et le codage et décodage des messages; il permet surtout de "boucler la boucle", de compléter le but qui avait été donné à l'apprentissage des matrices: coder et décoder des messages; l'étudiant se trouve ainsi confirmé dans son apprentissage. (Le travail est finalement remis 2 semaines plus tard).</p>	<p>PERFORMANCE RAPPEL  ACQUISITION  MOTIVATION</p>
<p>D.E. L'enseignant demande aux étudiants de prendre leur plan de cours; il fait le point sur ce qui a été fait et sur ce qui reste à faire, soulignant les objectifs atteints et les progrès réalisés par les étudiants.</p>	<p>obj. gén. VI, VII, VIII</p>
<p>P.A. L'étudiant prend conscience des objectifs atteints et des progrès réalisés; il se rappelle les objectifs qui restent à atteindre et se rend compte qu'il lui est possible de les atteindre.</p>	<p>RAPPEL MOTIVATION  expectative</p>
<p>D.E. L'enseignant annonce que le cours d'aujourd'hui sera consacré à préparer l'étude d'un fichier de police informatisé; pour ce faire on doit d'abord étudier le "processus de pensée" de l'ordinateur; la deuxième étape consistera à monter le dossier et la troisième à établir la méthode pour rechercher des suspects à l'aide de ce dossier informatisé.</p>	<p>organigrammes  obj. gén. IV, XVI</p>
<p>P.A. L'étudiant prend connaissance du prochain but à atteindre et des étapes à parcourir; il est intéressé par ce sujet qui a un lien très apparent avec son orientation; il se met en état d'attention.</p>	<p>MOTIVATION  APPREHENSION</p>
<p>D.E. L'enseignant expose le fonctionnement de l'ordinateur et explique qu'on doit lui fournir séquentiellement toutes les étapes de la résolution du problème qu'on veut lui faire exécuter; ces étapes et les liens qui existent entre elles sont représentés par un organigramme. L'enseignant indique les conventions d'écriture de l'organigramme et donne l'exemple de l'organigramme d'une machine distributrice. Il ajoute qu'un organigramme exprime la décomposition d'un raisonnement et que faire des organigrammes permet de prendre conscience de toutes les étapes d'un raisonnement et nous aide à mieux connaître notre propre pensée. Il fait avec les étudiants l'exemple d'un organigramme qui compare deux nombres pour les classer selon leur grandeur.</p>	<p>indices perceptuels et schèmes de codification   obj. gén. II</p>

P.A. L'étudiant fait attention aux indices apportés par l'enseignant sur le fonctionnement de l'ordinateur; il voit les symboles d'écriture à employer et les notes; il fait attention au premier exemple qui lui apporte de nouveaux indices. Il constate le lien que l'enseignant établit entre l'étude de l'organigramme et l'étude de raisonnement, ce qui lui permet d'établir des liens entre cette partie du cours et les autres. Il fait attention au deuxième exemple: indices supplémentaires.

APPREHENSION

indices perceptuels

GENERALISATION

APPREHENSION

D.E. L'enseignant donne aux étudiants un exercice à résoudre: composer un organigramme qui compare et classe 3 nombres par ordre de grandeur. Ils peuvent y travailler le reste du cours et jusqu'au prochain cours, seuls ou en équipe. Pendant que les étudiants tentent de résoudre l'exercice, l'enseignant va discuter dans la classe et, d'une part, répondre aux questions, d'autre part vérifier si le travail sur les messages secrets codés symbole à symbole et les statistiques est prêt à être remis. Ce travail devra être remis au prochain cours.

obj. gén. X, XIII

P.A. L'étudiant doit résoudre l'exercice; ce faisant, il prend conscience de son propre raisonnement, il forme des schèmes de codification pour l'organigramme; il réalise ce qu'il a déjà compris à partir des paroles de l'enseignant et les points qui restent obscurs; il peut discuter de ces points avec ses co-équipiers et avec l'enseignant pour recueillir les indices qui lui manquent pour achever de saisir la notion. Il reçoit de plus les dernières remarques sur le travail des codes secrets et des statistiques.

PERFORMANCE

ACQUISITION

FEEDBACK

APPREHENSION

PERFORMANCE

APPREHENSION

ACQUISITION

FEEDBACK

11 <sup>ème</sup> Semaine 1 <sup>er</sup> Cours
--

D.E. L'enseignant recueille les travaux sur les codes secrets et les statistiques; il explique ensuite le jeu de l'Hex pour lequel les étudiants peuvent s'exercer à développer des tactiques s'ils le désirent. Puis il pose le problème de la composition d'un organigramme qui classe les triangles en fonction de leur type et expose les grandes lignes de résolution de ce problème. Les étudiants doivent terminer la résolution de l'exercice en dehors des heures de cours.

jeux

organigramme

<p>P.A. Les étudiants remettent leur travail sur les codes secrets; ils sont satisfaits parce que chacun des travaux est complété convenablement. Ils prennent connaissance d'un but (facultatif): établir des tactiques pour l'Hex; ils se rappellent les notions acquises sur les tactiques et stratégies durant les premières semaines de la session. Ils font attention à l'exercice sur l'organigramme et l'ébauche de solution que présente l'enseignant, ils reçoivent la responsabilité de terminer cet exercice pour achever l'apprentissage de l'organigramme.</p>	<p>renforcement</p> <p>MOTIVATION</p> <p>RAPPEL</p> <p>APPREHENSION</p> <p>PERFORMANCE</p>
<p>D.E. L'enseignant demande si les étudiants sont prêts à passer les tests sur les énigmes, les labyrinthes et le master mind. Des dates sont fixées pour chacun des tests, ce qui oriente les étudiants. L'enseignant donne quelques indications méthodologiques pour la résolution des différents exercices que les étudiants ont en main. Il explique que chacun doit devenir peu à peu autonome dans son apprentissage. En ce qui concerne les solutions des exercices, chaque étudiant doit d'abord essayer d'évaluer lui-même ses propres réponses; puis comparer avec les résultats de ses co-équipiers et discuter avec eux en cas de différences. Le recours à l'enseignant ne doit venir qu'en troisième lieu, si on est incapable de résoudre les questions litigieuses.</p>	<p>énigmes et labyrinthes</p> <p>indices perceptuels schèmes de codification</p>
<p>P.A. L'étudiant se voit rappeler des buts: les énigmes, les labyrinthes, le "master mind"; il peut situer le travail accompli et ce qui reste à faire et participer au choix des dates fixées pour les différents tests. Il fait attention aux indices méthodologiques suggérés pour l'aider à achever sa préparation. Il fait attention aux liens que l'enseignant établit entre la façon de résoudre les exercices et la formation de sa personnalité.</p>	<p>MOTIVATION</p> <p>FEEDBACK</p> <p>APPREHENSION</p> <p>APPREHENSION</p> <p>GENERALISATION</p>
<p>D.E. L'enseignant propose un test sur des énigmes qui font appel plus particulièrement à l'application intuitive de l'observation et de l'analyse.</p>	
<p>P.A. L'étudiant résout les exercices proposés et constate le niveau atteint dans son apprentissage.</p>	<p>PERFORMANCE</p> <p>FEEDBACK</p> <p>ACQUISITION</p>

<p>11<sup>ème</sup> Semaine</p> <p>2<sup>ème</sup> Cours</p>
--

12 <sup>ème</sup> Semaine 1 <sup>er</sup> Cours
--

- |   |  |
|---|--|
| <p>D.E. L'enseignant présente aux étudiants le fascicule sur la théorie des graphes, lequel comprend l'exposition des notions élémentaires, des exemples et des exercices; il précise que chaque étudiant doit étudier personnellement ce fascicule et en discuter au besoin avec ses co-équipiers et/ou l'enseignant; il explicite les points sur lesquels l'étudiant sera évalué et rappelle le but de la conquête progressive de l'autonomie dans l'apprentissage.</p>                   | <p>théorie des graphes</p> <p>obj. gén. IV, V, VI, IX, X, XIII</p> <p>indices perceptuels</p>                          |
| <p>P.A. L'étudiant prend connaissance de nouveaux buts sur les graphes et se rappelle le but de l'autonomie; il fait attention aux précisions que l'enseignant apporte sur les modalités de l'étude du fascicule et sur les points d'évaluation; il se voit confier la responsabilité de son apprentissage.</p>   | <p>MOTIVATION<br/>APPREHENSION</p> <p>PERFORMANCE</p>  |
| <p>D.E. L'enseignant annonce que l'on va procéder maintenant à l'étude des fichiers de police informatisés. Il explique en quoi consiste un tel fichier et ses relations avec la théorie des ensembles, puis trace au tableau, avec la collaboration des étudiants un organigramme qui compose un fichier.</p>  | <p>organigrammes</p> <p>indices perceptuels</p>  |
| <p>P.A. Les étudiants se rappellent un but; ils font attention aux indices apportés par l'enseignant sur la nature des fichiers informatisés; ils constatent que l'on va appliquer ici les notions apprises sur l'organigramme. Ils appliquent ces notions pour participer à l'élaboration de l'organigramme que l'enseignant trace au tableau et recueillent en même temps des indices pour achever leur apprentissage de l'organigramme et pour commencer celle du fichier de police.</p> | <p>MOTIVATION<br/>APPREHENSION<br/>GENERALISATION</p> <p>PERFORMANCE<br/>FEEDBACK<br/>APPREHENSION<br/>ACQUISITION</p> |
| <p>D.E. L'enseignant ébauche les grandes lignes d'un autre organigramme qui retire une liste de suspects d'un fichier existant; il annonce aux étudiants qu'ils doivent terminer en équipe cet organigramme et que chacun doit le comprendre parfaitement.</p>  | <p>obj. gén. X</p>   |
| <p>P.A. L'étudiant fait attention aux indices présentés par l'enseignant et prend connaissance d'un nouveau but, en même temps qu'il se voit confier la responsabilité de terminer son apprentissage et d'aider ses co-équipiers à achever le leur.</p>   | <p>APPREHENSION<br/>MOTIVATION</p> <p>PERFORMANCE</p>  |

12<sup>ème</sup> Semaine  
2<sup>ème</sup> Cours

D.E. L'enseignant propose un test sur les labyrinthes; après le test, il est disponible pour répondre aux questions des étudiants sur les notions non encore évaluées.

labyrinthes --

P.A. L'étudiant résout les labyrinthes proposés et constate le niveau atteint dans l'apprentissage de ces objectifs. Puis, il discute avec l'enseignant et les autres étudiants des autres notions à apprendre s'il le désire et recueille de nouveaux indices pour son apprentissage.

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
PERFORMANCE  
APPREHENSION

13<sup>ème</sup> Semaine  
1<sup>er</sup> Cours

D.E. L'enseignant propose un examen sur le "master mind"; après le test, il est disponible pour répondre aux questions des étudiants sur les notions non encore évaluées.

P.A. L'étudiant résout les exercices proposés et constate le niveau atteint dans son apprentissage. Puis il discute avec l'enseignant et les autres étudiants des notions qui restent à apprendre, s'il le désire, et recueille ainsi de nouveaux indices pour orienter son apprentissage.

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION  
PERFORMANCE  
APPREHENSION

13<sup>ème</sup> Semaine  
2<sup>ème</sup> Cours

D.E. L'enseignant propose un examen sur les énigmes qui font appel plus particulièrement à l'application de la théorie des ensembles et des règles de la logique ainsi que sur le LOGIQUAD; après le test, il est disponible pour répondre aux questions des étudiants sur les notions non encore évaluées.

P.A. L'étudiant résout les exercices proposés et constate le niveau atteint dans son apprentissage. Puis il discute avec l'enseignant et les autres étudiants des notions qui restent à apprendre, s'il le désire, et recueille ainsi de nouveaux indices pour orienter son apprentissage.

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
PERFORMANCE  
APPREHENSION

14<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> Semaine

D.E. L'enseignant reçoit chaque étudiant sur rendez-vous et l'interroge sur les points suivants: manipulation du terminal de l'ordinateur, théorie des graphes, organigramme, fichier de police.

P.A. L'étudiant répond aux questions de l'enseignant et prend connaissance du résultat de son apprentissage sur les points discutés.

PERFORMANCE  
FEEDBACK  
ACQUISITION

BIBLIOGRAPHIE

GAGNE, R.M., (1970), The Conditions of Learning, Holt, Rinehart, Winston, New-York.

GAGNE, R.M., (1976), Les principes fondamentaux de l'apprentissage, Les Editions HRW, Montréal.

JEAN, P., (1978), Rapport sur le cours 102; nouvelle approche pédagogique des mathématiques pour les techniques policières, Cégep d'Alma, Alma.

Dépôt légal - premier trimestre 1982  
Bibliothèque nationale du Québec  
ISBN: 2-550-05012-6