

Copie de conservation et de diffusion, disponible en format électronique sur le serveur WEB du CDC :
URL = <http://www.cdc.qc.ca/parea/721367-savoie-tremblay-heuristiques-pilotage-approche-atterrissage-chicoutimi-PAREA-1997.pdf>

Rapport PAREA, Université du Québec à Chicoutimi, 1997.
note de numérisation: les pages blanches ont été retirées.

*** SVP partager l'URL du document plutôt que de transmettre le PDF ***

PROCESSUS D'ACQUISITION DES HEURISTIQUES LIÉES À LA TECHNIQUE DE PILOTAGE D'AÉRONEFS EN CONTEXTE D'APPROCHE ET D'ATTERRISSAGE

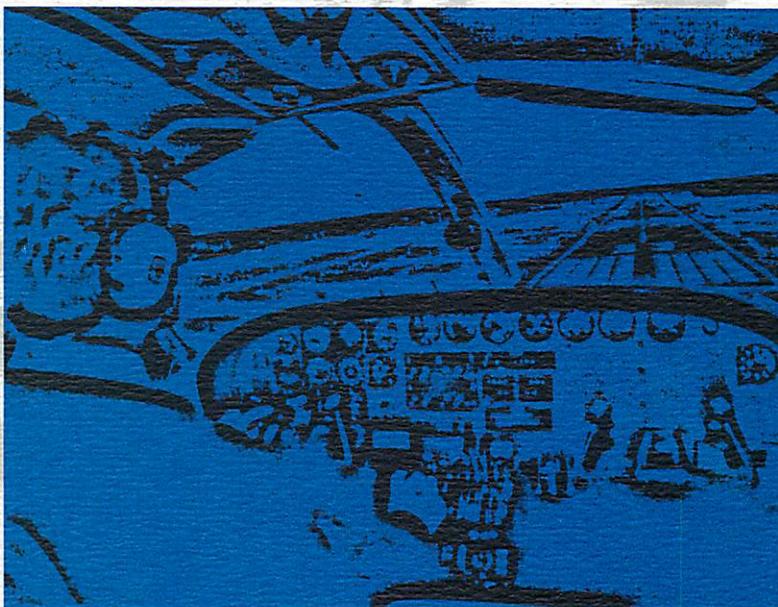
RAPPORT DE RECHERCHE

**Paul SAVOIE
(CQFA)**

**Centre québécois de
formation en aéronautique
Collège de Chicoutimi**

**Richard TREMBLAY, Ph.D.
(GRIP/M)**

**Groupe de Recherche sur
l'Interactivité Personne/Machine
Université du Québec à Chicoutimi**



Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 1996
Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-920781-18-9

Cette recherche a été conjointement subventionnée par: la Direction générale de l'enseignement collégial dans le cadre du programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage, le Fonds de développement du Collège de Chicoutimi, la Fondation de l'Université du Québec à Chicoutimi, le Collège de Chicoutimi et l'Université du Québec à Chicoutimi,

Le contenu du présent rapport n'engage que la responsabilité des auteurs.

On peut obtenir des exemplaires supplémentaires de ce rapport de recherche en s'adressant à au secrétariat du Centre québécois de formation aéronautique du Collège de Chicoutimi.

REMERCIEMENTS

Ce projet de collaboration de recherche interinstitutionnelle, a été rendu possible grâce à la participation financière de plusieurs organismes qui ont à coeur le développement de notre région. Nous tenons d'abord à remercier Monsieur Daniel Larouche qui a étroitement participé à la rédaction du mémoire présenté aux hautes instances d'enseignement dans le cadre du maillage régional entre le Centre québécois de formation en aéronautique (CQFA) du Collège de Chicoutimi, le Groupe de Recherche sur l'Interactivité Personne/Machine (GRIP/M) de l'Université du Québec à Chicoutimi et la compagnie sans but lucratif SEELOG Chicoutimi inc.

Nous désirons remercier personnellement les principaux partenaires institutionnels qui ont soutenu financièrement, sur une période de deux ans, la réalisation de ce projet: le Fonds de développement du Collège de Chicoutimi, la Fondation de l'Université du Québec à Chicoutimi qui, par son programme "Actions prioritaires de développement" a participé au financement du démarrage du projet en plus d'assumer les frais de dégageant du chercheur universitaire Richard Tremblay, le Collège de Chicoutimi et l'Université du Québec à Chicoutimi. Nous remercions spécialement la Direction générale de l'enseignement collégial pour sa contribution toute particulière au dégageant du chercheur collégial Paul Savoie par le biais du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA).

Nous soulignons également la collaboration de la Société de développement de la main-d'oeuvre qui a, par son programme "Fonds décentralisés de création d'emplois", contribué à l'embauche de l'équipe technique de la compagnie Seelog Chicoutimi Inc. Cette dernière assurait le développement d'un système d'évaluation/diagnostic, un prototype de système expert qui pourrait être ultérieurement couplé au simulateur de vol du CQFA.

La réalisation d'un tel projet de recherche impliquant un processus laborieux d'acquisition des heuristiques ne peut se faire sans la participation précieuse d'une équipe d'experts du domaine. À cet égard, nous désirons souligner l'excellente collaboration du personnel et de la direction du Centre québécois de formation en aéronautique (CQFA) sous la direction de Monsieur André Pedneault.

Messieurs Serge Boucher, chef instructeur, Paul Mathieu, directeur de l'enseignement,

Bertrand Santerre, directeur des opérations et Marc Langelier, directeur de l'éducation des adultes ont su, à leur façon, susciter l'intérêt de l'ensemble des instructeurs de l'École de pilotage, en plus de contribuer personnellement au processus de recherche. Les auteurs remercient de façon toute particulière chacun des instructeurs de l'École de pilotage. Ils ont su, par leur expérience personnelle, contribuer à enrichir les connaissances du domaine lors des entrevues individuelles, des activités de groupe, des vols d'observations, etc. Particulièrement, nous tenons à souligner la précieuse collaboration de Monsieur Armand Daigneault, instructeur au CQFA, pour la réalisation du document intitulé "Support visuel de l'exercice d'approche et d'atterrissage". Son travail assidu, sa patience et son sens de la précision ont permis de confirmer à l'aide de la simulation sur ordinateur certains paramètres fondamentaux présents dans la base de connaissances élaborée sur l'approche et l'atterrissage.

Enfin, on ne peut passer sous silence l'excellent travail de l'équipe de développement technique du GRIP/M de l'Université du Québec à Chicoutimi sous la direction de Madame Annie Fortin, analyste en chef, co-responsable de la coordination des activités du projet de recherche et de la rédaction de ce rapport de recherche. Messieurs Marcel Rousseau, analyste en informatique, et Stéphane Pelchat, ingénieur en informatique ont participé quant à eux à la validation technique des contenus.

LISTE DES PARTICIPANTS AU PROJET

Chercheurs principaux & auteurs

SAVOIE, Paul

Professeur et instructeur de vol au Centre québécois de formation en aéronautique (CQFA) du Collège de Chicoutimi. Le chercheur Paul Savoie détient une formation en enseignement technologique et en PNL¹. Il possède une vaste expérience: arrosage agricole, pilotage d'aéronefs, publicité aérienne, vol nolisé. Il a été également examinateur désigné pour Transport Canada et possède une annotation pour l'enseignement de la voltige. Il agit à titre de principal expert du domaine et assume l'interface avec l'ensemble des instructeurs du CQFA dans le processus d'acquisition des connaissances tout en assurant la conformité des acquis par rapport aux normes prescrites par Transport Canada.

TREMBLAY, Richard

Professeur au Département d'informatique et de mathématique de l'Université du Québec à Chicoutimi et chercheur principal au sein du Groupe de Recherche sur l'Interactivité Personne/Machine (GRIP/M). Le docteur Richard Tremblay est concepteur, co-responsable du projet de recherche et couvre l'aspect intelligence artificielle, le processus d'acquisition des connaissances, et notamment le développement du système d'évaluation/diagnostic SEELOG². Il a participé à plusieurs projets de recherche en intelligence artificielle touchant notamment le domaine des interfaces intelligentes. L'objectif principal de ses recherches étant axé sur l'optimisation de la gestion et de la communication entre l'utilisateur et le système, utilisant entre autres le modèle de la PNL. Il est le coordonnateur et responsable de l'ensemble des activités du projet de recherche.

¹ Programmation Neurolinguistique: Modèle psychologique qui offre les moyens d'identifier les modes et les schémas de communication privilégiés d'un individu.

² SEELOG: Système d'Évaluation Évolutive et LOGique ou Strategy and Evaluation for Events Learning Object Generation, fruit des travaux de recherche du professeur Richard Tremblay de l'UQAC et de son équipe.

Chercheurs associés

BOUCHER, Serge	Chef instructeur au CQFA du Collège de Chicoutimi
DAIGNEAULT, Armand	Professeur et instructeur de vol au CQFA du Collège de Chicoutimi. Auteur principal du document: " <u>Support visuel de l'exercice d'approche et d'atterrissage</u> ".
JEAN, Fugère	Professeur adjoint en mathématiques au Royal Military College of Canada Kingston Ontario, consultant, notamment en intelligence artificielle.
PEDNEAULT, André	Directeur du CQFA du Collège de Chicoutimi.

Équipe technique

FORTIN, Annie	Analyste en chef au sein du GRIP/M de l'Université du Québec à Chicoutimi. Elle assiste le déroulement de la recherche entre autres comme co-responsable de la coordination de l'ensemble des activités du projet de recherche.
PELCHAT, Stéphane	Ingénieur en informatique au sein du GRIP/M de l'Université du Québec à Chicoutimi.
ROUSSEAU, Marcel	Analyste en informatique au GRIP/M de l'Université du Québec à Chicoutimi.
TREMBLAY, Andrée	Secrétaire au GRIP/M de l'Université du Québec à Chicoutimi.

Personnel du CQFA

ASSELIN, Pierre	GRENIER, Jean-Claude	PEDNEAULT, André
BORDEAU, André	HOUDE, Paul-Armand	PEDNEAULT, Richard
BORDELEAU, Gilles	KESSELER, Patrick	SANTERRE, Bertrand
BOUCHER, Serge	LABERGE, Pierre	SEGUIN, Michel
BOURDON, Alain	LAJOIE, Richard	SENECHAL, Pierre-Alexandre
CLAVEAU, Normand	LANGELIER, Marc	TREMBLAY, Gérald
COTE, Serge	LANGLOIS, Denis	VALLEE, Jean-Yves
DAIGNEAULT, Armand	L'ÉCUYER, Carl	VALLEE, Nora
DUFRESNE, Robert	MARTIN, Gérald	VEILLEUX, Pierre

FERLAND, Luc
FISSET, André
GAGNON, Paul
GIRARD, Benoît

MATHIEU, Paul
MOREAU, Stéphanie
NEVEU, Serge
PAQUETTE, Jacques

Montage vidéo
DUFOUR, Carol

SOMMAIRE

Ce projet de collaboration de recherche interinstitutionnelle a pour objectif l'élaboration d'un modèle adaptatif d'évaluation/diagnostic d'exercices de vol. Il devrait permettre une standardisation de l'évaluation des habiletés d'un apprenti pilote en situation de vol, tenant compte de la variabilité du contexte et de l'heuristique des acteurs.

L'élaboration d'un tel modèle nécessite l'acquisition, la modélisation, la représentation et la validation des connaissances de nature cognitive et procédurale associées à l'acte de piloter. Cette démarche s'inspire du système d'évaluation/diagnostic SEELOG, une coquille de système expert. Ces différentes phases ont été réalisées par le biais d'entrevues de cognition, de rencontres de groupe et par la concentration et la confirmation des connaissances auprès de certains intervenants du milieu. Ce rapport de recherche propose un processus d'acquisition des heuristiques en présentant un exemple d'exercice complexe, tel que celui de l'approche et l'atterrissage, dont le domaine est circonscrit et régi par des règles définies et identifiables.

La concentration des connaissances s'est consolidée par la production d'un guide pédagogique et d'un support visuel pour l'apprentissage de l'exercice d'approche et d'atterrissage, constituant les principaux produits livrables.

Cette recherche est motivée par la volonté d'optimiser la formation à caractère individuel, rencontrée particulièrement en pilotage d'aéronefs. Elle offre l'occasion de concentrer les connaissances diverses des experts dans un modèle et de vérifier l'influence du profil cognitif et communicatif des acteurs.

La démarche d'acquisition des connaissances retenue révéla une certaine variabilité des contextes et confirma la pluralité des heuristiques. Ce constat motiva une étude empirique afin de mesurer le degré de variabilité des contextes et de mettre en valeur la relativité des heuristiques. Cette recherche appliquée et descriptive tente principalement de mesurer le niveau de standardisation des critères d'évaluation des apprentissages. Elle s'est déroulée au CQFA, auprès des membres du personnel enseignant où deux types d'interventions furent privilégiés: une rencontre de groupe et des entrevues individuelles.

Le caractère communicatif et comportemental fut abordé par l'approche de la Programmation

NeuroLinguistique (PNL) à l'aide de différents tests de classification.

Les données colligées, compilées et analysées par l'équipe de recherche confirment la variabilité des critères d'évaluation et des stratégies d'apprentissage.

La seconde partie de cette recherche a porté sur la représentation des connaissances. Ce chapitre consistait à discriminer et à valider, avec l'ensemble des experts du domaine, les heuristiques acquises précédemment. Les objectifs étaient: de préciser la nomenclature, d'identifier les îlots conceptuels, de découvrir la chronologie des événements, d'établir les liens entre les concepts et de déterminer l'importance relative de chacun.

L'équipe invita les experts à participer à certaines rencontres de validation des connaissances. Ces rencontres ont confirmé, d'une part, les résultats de l'analyse conceptuelle de l'exercice d'approche et d'atterrissage et d'autre part ont permis d'élaborer une grille d'évaluation conceptuelle de l'importance des concepts présents à tout moment dans l'exécution de cet exercice.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
LISTE DES PARTICIPANTS AU PROJET	5
SOMMAIRE	8
TABLE DES MATIÈRES	10
LISTE DES TABLEAUX	13
LISTE DES FIGURES	14
INTRODUCTION	15
CHAPITRE I: LA DÉFINITION DU PROBLÈME ET L'ÉTAT DE LA QUESTION	17
1.1 Le contexte global	17
1.2 La problématique en contexte aéronautique	19
CHAPITRE II: LES HYPOTHÈSES	22
2.1 Les hypothèses de recherche	22
2.1.1 Hypothèse générale	22
2.1.2 Hypothèses opérationnelles	23
CHAPITRE III: LES OBJECTIFS DU PROJET	25
3.1 Les objectifs généraux	25
3.2 Les objectifs spécifiques	26
3.2.1 Phase I: relative aux techniques de vol à vue	26
3.2.2 Phase II: relative aux techniques de vol aux instruments	30
CHAPITRE IV: LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE	32
4.1 Le cadre méthodologique	32
4.1.1 Structure de la démarche cognitive retenue	33
4.2 Opérationnalisation de la méthodologie d'acquisition: le système d'évaluation/diagnostic SEELOG	35
4.2.1 Les composantes du système	35
4.2.2 La nature de l'évaluation	38
CHAPITRE V: PROCESSUS D'ACQUISITION DES CONNAISSANCES	40
5.1 Sélection du domaine d'expertise	40
5.2 La sélection des experts	42

5.3	L'acquisition de l'expertise	44
5.3.1	Les entrevues de cognition	45
5.3.2	Les rencontres de l'équipe	45
5.3.3	La concentration et la confirmation des connaissances	47
5.3.3.1	Les vols réels	47
5.3.3.2	Les simulateurs de vol	49
5.3.3.3	Le Bureau de placement en aviation	52
5.3.3.4	Une expérience sur gros transporteur aérien	52
CHAPITRE VI: RÉSULTATS DE LA CONCENTRATION DES CONNAISSANCES		54
6.1	Étude descriptive des heuristiques liées à l'approche et l'atterrissage	54
6.1.1	Description de l'exercice d'approche et d'atterrissage	54
6.1.2	Description des constantes et variables	56
6.1.3	Analyse des causes des situations problématiques en arrondi	58
6.1.4	Critères d'évaluation	58
6.2	Support visuel à l'exercice d'approche et d'atterrissage	59
CHAPITRE VII LA MODÉLISATION DES CONNAISSANCES		62
7.1	Étude empirique	62
7.1.1	Objectifs visés par l'étude	63
7.1.2	Méthodologie utilisée	63
7.1.2.1	L'échantillon	64
7.1.2.2	L'expérimentation	64
7.1.2.2.1	Rencontre de groupe (Volet 1)	64
7.1.2.2.1	Entrevues individuelles (Volet 2)	66
7.1.3	Analyse des résultats	67
CHAPITRE VIII: LA REPRÉSENTATION ET LA CONCENTRATION FINALE DES CONNAISSANCES		73
8.1	<u>Activité de modélisation collective</u> : regroupement des concepts en famille	74
8.2	<u>Activité de modélisation individuelle</u> : analyse des paramètres d'évaluation	76
8.2.1	Première partie	77
8.2.2	Deuxième partie	79
8.3	<u>Analyse des activités #1 et #2</u> : rencontre en sous-groupes	80
8.4	<u>Analyse des activités #3 à #6</u> : travail individuel	81

CHAPITRE IX: LA VALIDATION DES CONNAISSANCES	
FACTUELLES ET TEMPORELLES	83
9.1 Présentation du modèle des connaissances	83
9.1.1 Validation auprès de l'ensemble des experts	85
9.1.2 Validation et achèvement du modèle par l'expert pilote	85
CONCLUSION	87
VISIBILITÉ DU PROJET	89
LISTE DES PUBLICATIONS & CONFÉRENCES	93
BIBLIOGRAPHIE	96
ANNEXES	
1 Test de classification - PNL	98
2 Extraits des exercices d'évaluation de vol - rencontre de groupe	102
3 Extraits de l'exercices d'évaluation de vol - entrevue individuelle	108
4 Résultats des différents paramètres d'évaluation: exercice #1	113
5 Analyse des paramètres d'évaluation: exercice d'approche et d'atterrissage	119
6 Proposition synthèse de l'équipe de recherche	146
7 Grille d'évaluation de l'exercice d'approche et d'atterrissage	154

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Importance de la simulation en pilotage.....	50
Tableau 2:	Segments de l'approche et de l'atterrissage.....	55
Tableau 3-A:	Paramètres VAK: Approche, arrondi et atterrissage (estimation du niveau de stress).....	56
Tableau 3-B:	Paramètres VAK: Approche, arrondi et atterrissage.	57
Tableau 4:	Modes de perception & pointage visé.....	68
Tableau 5:	Résultats de l'évaluation.....	68
Tableau 6:	Résultats du test de PNL.....	71
Tableau 7:	Liste des principaux concepts répertoriés.....	74
Tableau 8:	Classification générale des concepts en famille par ordre chronologique des événements.....	76
Tableau 9:	Regroupement des concepts par équipe.....	78
Tableau 10:	Regroupement proposé des concepts en famille.....	80
Tableau 11:	Horaire des activités individuelles.....	82
Tableau 12:	Proposition globale de la modélisation des connaissances.....	84

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Programme projeté de recherche interinstitutionnelle UQAC-GRIP/M & CEGEP-CQFA.....	16
Figure 2:	Schéma d'acquisition d'une connaissance.....	33
Figure 3:	Système d'évaluation/diagnostic SEELOG.....	37
Figure 4:	Exercice d'approche et d'atterrissage: durée de l'exercice..... 40	41
Figure 5:	Illustration des constantes et des variables.....	61
Figure 6:	Variabilité de l'évaluation.....	72

INTRODUCTION

L'apprentissage du pilotage d'aéronefs repose sur une problématique particulière car des vies humaines et des équipements très coûteux dépendent des compétences et des standards de formation qui prévalent . En plus de la mutation technologique constante, le domaine est caractérisé par la multiplicité des situations de vol imprévisibles et par l'importance exclusive de l'intervention du pilote. Ce domaine de l'enseignement collégial est donc confronté à un niveau d'exigence très élevé.

L'évaluation des enseignements et celui des apprentissages jouent un rôle extrêmement conséquent dans ce domaine. Ce projet vise à élaborer un modèle adaptatif d'évaluation des exercices de vol. L'application de ce modèle en contexte de pilotage devrait permettre entre autres la standardisation des critères d'évaluation et des stratégies d'apprentissage conformes aux normes canadiennes et internationales.

Ce projet de collaboration de recherche interinstitutionnelle entre le Centre québécois de formation en aéronautique du Collège de Chicoutimi (CQFA) et le Groupe de Recherche sur l'Interactivité Personne/Machine (GRIP/M) de l'Université du Québec à Chicoutimi d'une durée de deux ans, s'inscrit dans le cadre d'un éventuel programme de recherche, visant en quatre phases la création d'un environnement multimédia d'apprentissage par simulation de vol intelligemment assisté par un système expert d'évaluation adaptatif (Figure 1).

Faisant appel aux techniques de l'intelligence artificielle et à la participation de l'équipe d'enseignants du CQFA en tant qu'experts du domaine, ce projet propose dans une première phase, l'acquisition, la modélisation, la représentation et la validation des connaissances comprenant les éléments évaluatifs pertinents au vol à vue (première année) et dans une seconde phase à étendre l'étude aux aspects du vol aux instruments (deuxième année).

Le modèle élaboré et validé pourrait éventuellement servir d'élément central au développement d'un environnement informatisé évaluatif d'apprentissage par simulation. À plus long terme, les résultats découlant du programme de recherche permettraient de coupler le système SEELOG à un simulateur de vol créant ainsi une plate-forme technologique sans précédent.

**PROGRAMME PROJETÉ DE RECHERCHE INTERINSTITUTIONNELLE
UQAC-GRIP/M & CEGEP-CQFA**

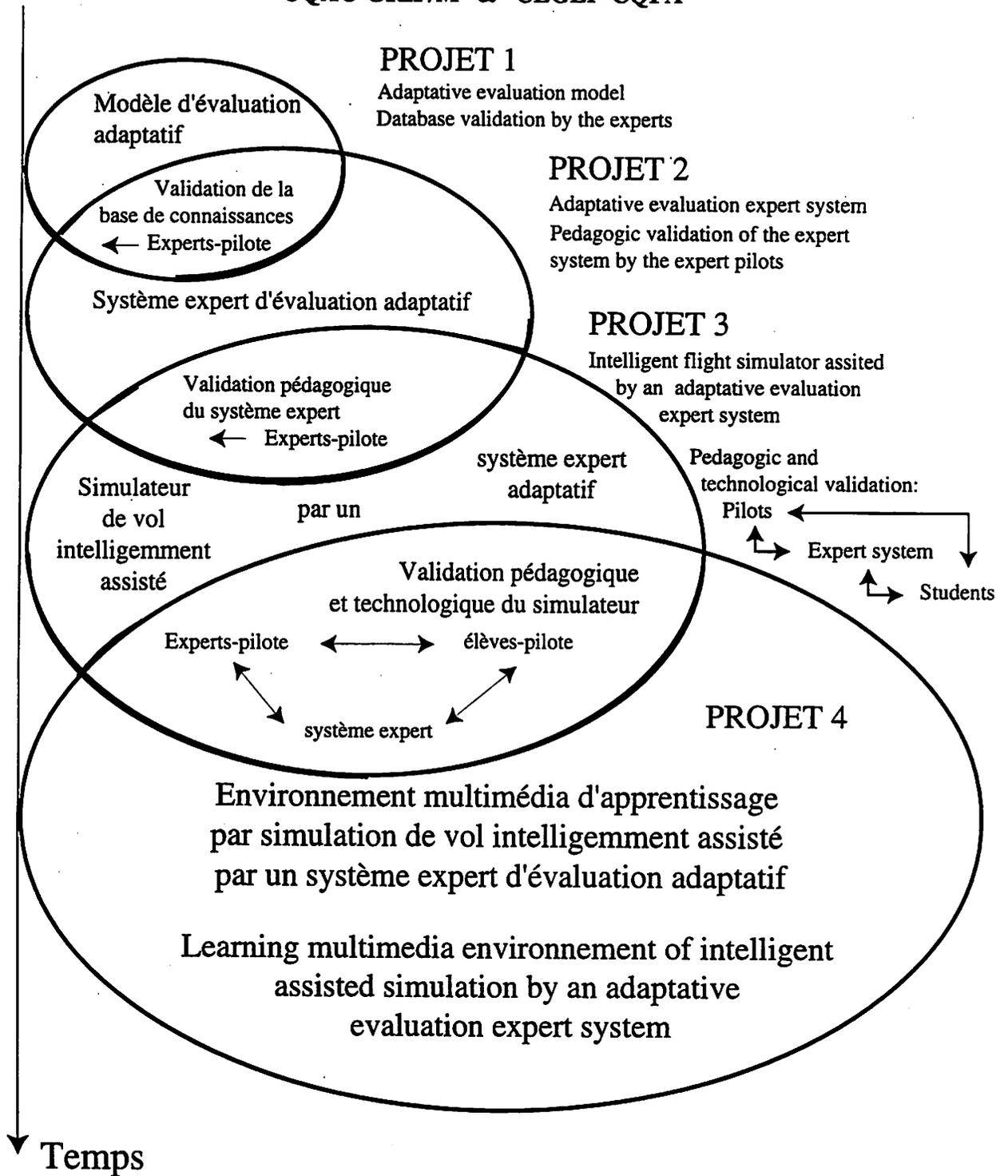


FIGURE 1

CHAPITRE I

LA DÉFINITION DU PROBLEME ET L'ÉTAT DE LA QUESTION

1.1 Le contexte global

Nos sociétés postindustrielles en perpétuelle compétition technologique nous obligent à considérer l'apprentissage, la conservation, la transmission et l'évaluation du savoir, savoir-faire et du savoir-être comme des préoccupations incontournables dans la totalité des secteurs d'activités humaines, en particulier celui de la formation. Cette problématique nouvelle procède essentiellement de l'émergence continue des connaissances. L'accroissement des connaissances fait en sorte que l'information est considérée aujourd'hui comme un des principaux intrants de l'activité économique, de sorte qu'on peut la situer aujourd'hui au même rang que le capital et le travail. Elle devient par le fait même un élément important de production de nature immatérielle. Aussi constate-t-on de plus en plus d'emplois voués principalement au traitement, à la restructuration et à la production d'informations et de connaissances dont on estime la proportion entre 45 à 55 pourcent dans les pays les plus industrialisés (A. Levasseur, ACIDI, source: OCDE, Paris).

Pour répondre à ce nouveau paradigme, viennent s'ajouter aux techniques traditionnelles de résolution de problèmes, de nouveaux moyens issus de l'informatique et des nouvelles technologies de l'information. En particulier, on trouve ceux liés au traitement des connaissances (systèmes experts), à l'intégration des médias (systèmes hypermédias et hypertextes) et à l'interactivité personne-machine (interfaces intelligentes). Ces nouveaux moyens font en sorte que l'information est de plus en plus disponible, pertinente et de qualité. L'information sous des formes de plus en plus variées et diversifiées, peut être communiquée adéquatement et facilement à l'endroit et au moment où chacun en a besoin, facilitant ainsi toute prise de décision.

Dans un contexte de formation, l'information prend forme de connaissances et de compétences à acquérir, à conserver et à transmettre.

Cette information est sujette d'ailleurs à des changements très rapides et nécessaires pour répondre aux besoins grandissants de nos sociétés. Les technologies de pointe en constante évolution offrent des possibilités énormes de développement de nouveaux outils pédagogiques supportant davantage l'apprentissage.

D'une part, l'informatique cognitive et les techniques de l'intelligence artificielle nous permettent aujourd'hui de concevoir et de créer des logiciels capables de manipuler et de transformer les représentations (systèmes à bases de connaissances (Feigenbaum, 1977)) et même de générer de nouvelles connaissances (machines apprenantes (Paquette, 1989) ou Machine Learning (Michalski, 1983, 1985) à partir de celles qu'ils détiennent. Les systèmes intelligents de formation par exemple sont dotés de fonctions intelligentes leur permettant de gérer les situations d'apprentissage et de supporter le traitement, la recherche, la présentation et la communication des connaissances modélisées.

D'autre part, les technologies multimédias et hypermédias disponibles à l'heure actuelle permettent de présenter et de communiquer les connaissances avec un très haut degré de convivialité. Ces technologies elles aussi, en pleine évolution, bouleversent actuellement le domaine de l'interactivité des interfaces personne-système.

Grâce à la puissance sans cesse croissante de ces outils, on assiste de plus en plus à une intégration progressive des textes, images vidéo et son, graphiques, animations sur support numérisé aboutissant à la réalité virtuelle, permettant une navigation interactive de plus en plus souple et intelligente dans les bases de données.

L'évolution rapide des nouvelles technologies, de même que les besoins nouveaux de formation de notre société, nous obligent par conséquent à faire des recherches plus approfondies et innovatrices sur la méthodologie de développement et la réalisation d'outils plus performants voués à l'acquisition, au traitement, à la communication et à l'évaluation du savoir, du savoir-faire et du savoir-être. Ils forcent également à entreprendre des travaux de recherche visant l'intégration dans des environnements de formation de l'ensemble des dimensions: technologique, cognitive, communicationnelle et pédagogique. De plus, la complexité du processus d'apprentissage fait également l'objet de multiples recherches et ce depuis plusieurs années.

Que ce soit l'apprentissage en groupe, de type tutoriel ou l'auto-apprentissage, le transfert des connaissances doit être de plus en plus efficace, rapide et adapté aux besoins de l'apprenant tout en permettant une acquisition permanente des connaissances à acquérir. Un tel processus d'apprentissage implique donc un changement de comportement et la persistance de ce changement (Gagné, 1976). Cette problématique peut être avantageusement secondée par les nouvelles technologies en pleine évolution.

1.2 La problématique en contexte aéronautique

L'évolution extrêmement rapide des connaissances nécessaires dans la plupart des domaines techno-scientifiques amène une transformation continue des tâches et des compétences des individus. Le domaine de l'aéronautique et en particulier celui rattaché aux techniques de pilotage, n'échappe pas à cette réalité. Aussi voit-on un besoin accru de formation initiale, de recyclage et de perfectionnement continu. La nature de la formation requise dans ce domaine change également. Au-delà de la simple connaissance de faits et de processus statiques, de nouveaux concepts, processus et méthodes transférables doivent être acquis et modifiés par le personnel qui oeuvrent dans un environnement technologique et organisationnel, de plus en plus automatisé et en constante mutation. On demande davantage aux acteurs de savoir apprendre, analyser, synthétiser, communiquer et acquérir plus efficacement et même produire de nouvelles connaissances.

À ce chapitre, l'industrie de l'aéronautique, dépense chaque année des sommes considérables pour la formation de son personnel. Une part importante des fonds consentis sert à dégager le personnel, souvent toute une équipe de bord, de ses tâches habituelles. Les personnes libérées sont alors regroupées dans des lieux de formation où l'enseignement en groupe reprend la plupart du temps le modèle traditionnel de l'école. La formation se déroule forcément à des moments différents et en dehors des lieux de travail. Elle oblige quant à elle une transmission des connaissances de type un à un avec un instructeur. La nature du transfert de cette formation peut varier d'un instructeur à l'autre et est essentiellement fonction de l'expérience et de la compétence de ceux-ci et sur les méthodes qu'ils utilisent.

Une solution potentielle à ce problème consiste en l'exploitation des nouvelles technologies de l'information pour créer des environnements d'apprentissage interactifs intégrant le potentiel des technologies disponibles de l'informatique, du multimédia et de la communication.

Ce nouveau type d'outil permettrait une formation mieux adaptée, dispensée à l'endroit et au moment appropriés et respectant les besoins spécifiques de chacun tout en assurant la standardisation de la formation. De plus, la richesse des bases de connaissances acquises pourrait être mise à profit en permettant la conservation d'un historique détaillé des techniques et stratégies d'apprentissage préconisées et ce, en fonction du profil psychologique de l'apprenant et de ses modes de communications privilégiés (Modes d'expression visuel, auditif, kinesthésique et digital). Un tel historique numérisé couplé à un système d'évaluation/diagnostic sophistiqué saurait contribuer à l'amélioration, d'une part du processus d'apprentissage de l'élève et d'autre part du processus de formation d'un instructeur et enfin de l'ensemble des instructeurs, assurant ainsi une formation mieux adaptée, plus efficace et plus personnalisée. Ce nouveau contexte de formation fournirait en retour des situations problématiques concrètes, source de motivation et d'ancrage du processus de formation. Une telle réingénierie du processus de formation devient possible et est plus efficace et réalisable à des coûts plus accessibles.

D'autre part, en contexte de pilotage des vies humaines et des équipements coûteux et complexes sont mis en cause. L'adéquation des moyens de formation se pose ici avec une acuité particulière; l'erreur n'est plus permise.

Malgré l'existence de normes nationales rigoureuses en matière de pilotage, les concepts, les notions et les séquences d'apprentissage restent un domaine où l'organisation générale des connaissances pose un défi majeur, compte tenu de l'évolution extrêmement rapide du contexte et des technologies. Les expertises diverses acquises en simulation réelle de vol par divers formateurs ne garantissent pas à priori l'intégration globale de l'ensemble des concepts, des compétences et des standards.

L'apprentissage en vol ou en simulation ne se faisant qu'avec un seul formateur à la fois, il devient essentiel d'assurer une convergence et une intégration poussées des contenus de programme, des modes d'évaluation et des dispositifs d'encadrement des élèves en pilotage.

En s'attaquant au processus d'acquisition des heuristiques liées à la technique de pilotage d'aéronefs en contexte d'approche et d'atterrissage, le présent projet devrait contribuer à standardiser le processus de formation, à améliorer la mesure des compétences requises et à valoriser la synergie entre les acteurs.

De plus, l'enseignement du pilotage tout comme l'enseignement en général nécessitent une

évaluation des apprentissages qui doit être objective, cherchant à atteindre des conclusions à partir de preuves et non d'hypothèses (Ouellet, 1983). Cette objectivité doit devenir en quelque sorte un accord intersubjectif des partenaires de l'expérience de l'évaluation (Cardinet 1975). Mais le choix des valeurs à retenir, souvent liées à l'expérience acquise, diffère généralement d'un évaluateur à l'autre même s'ils se veulent le plus objectif possible. Ainsi, l'isolement professionnel dans lequel chacun a accumulé son expérience personnelle "sur le tas" est à la base du processus d'acquisition des heuristiques³. Tout en étant d'une grande richesse en terme de ressources et de créativité, l'heuristique de chaque enseignant laisse place à une grande variabilité dans la perception. Incidemment, cette variabilité provoque des écarts importants dans l'évaluation des différents paramètres de vol. La standardisation de l'évaluation de l'apprentissage des contenus revêt donc en contexte de formation une importance capitale. Cependant il ne faut pas laisser pour compte l'évaluation de la maîtrise des concepts qui, quant à elle, est à la base de la prise de décision qui s'impose continuellement en situation de multiplicité. Cette multiplicité "situation awareness" se réfère également à des situations normales de vol (voler, naviguer, communiquer, confort) et plus particulièrement à des situations d'urgence où les références habituelles font défaut et doivent être compensées rapidement par une évaluation du contexte et une réorganisation immédiate des schémas de réaction.

En conséquence, la complexité de l'évaluation en pilotage et les règles qui la régissent reposent sur une très grande variété de paramètres, sur l'heuristique des pilotes et sur la résolution de problèmes en situation de multiplicité qui prévaut en cas d'urgence.

³ On entend par heuristique la structure d'une expertise qui est fonction de la somme des connaissances et de l'expérience d'un individu, tant personnelles que professionnelles qui façonnent et régissent ses croyances, sa manière d'être, d'agir et de communiquer.

CHAPITRE II

LES HYPOTHESES

2.1 Les hypothèses de recherche

La formation en pilotage d'aéronefs révèle un caractère particulier d'individualisation de l'apprentissage rendu obligatoire par le contexte circonstanciel de l'aéronautique. Les expertises détenues par chaque expert-pilote constituent des îlots riches et diversifiés de connaissances qui auraient intérêt, pour l'institution nationale de pilotage, à être partagées entre les experts du domaine et rendues accessibles pour les apprentis-pilotes. Le transfert et l'apprentissage de ces îlots de connaissances livrés individuellement révèle une dimension perceptuelle et communicationnelle conséquente entre l'élève et l'instructeur confiné dans un lieu de formation statique (simulateur de vol) ou dynamique (en vol réel). Ces constats nous amènent à la formulation des hypothèses suivantes:

2.1.1 Hypothèse générale

La création d'une base de connaissances potentiellement informatisable, tenant compte du profil cognitif et communicatif de l'apprenant, à partir de l'expertise d'un ensemble d'instructeurs contribuerait à optimiser la formation à caractère individuel en pilotage d'aéronefs.

2.1.2 Hypothèses opérationnelles

Une démarche orientée par une méthodologie de développement de système à base de connaissances permettrait:

H1

Une concentration des connaissances essentielle à la formation, obtenue du partage des expertises personnelles de chaque instructeur.

H2

Une réingénierie optimisée des stratégies de formation.

H3

Une formation mieux adaptée aux besoins spécifiques et circonstanciels de l'apprenant.

H4

Un accès aux connaissances disponible à tous par la mise en oeuvre de différents supports pédagogiques et souples en fonction des lieux et des moments de formation.

H5

Une mise à jour permanente de la base de connaissances en fonction de l'expertise évolutive des pilotes et en fonction des nouveaux développements techniques du domaine.

Les retombées escomptées du projet sont nombreuses et de nature diverse. Par exemple, la concentration des connaissances répond à une volonté exprimée du milieu, apportant

une nomenclature commune, précise et partagée.

Quant à la réingénierie des stratégies de formation, elle permet d'extraire les paramètres essentiels à la transmission, à l'évaluation et à la normalisation rattachées aux connaissances. Une meilleure compréhension de la communication opérationnelle et omniprésente en pilotage constituerait un apport majeur au domaine.

En contexte de formation, un tel apport optimiserait la qualité et les temps de formation, et par conséquent, entraînerait des économies substantielles. En situation régulière ou urgente de vol, où la loi des impératifs⁴ doit être respectée, un tel apport permettrait d'assurer l'efficacité d'exécution des manoeuvres en garantissant un plus haut niveau de sécurité. Le développement d'une instrumentation adéquate et validée par l'ensemble des instructeurs, pourrait servir autant à la formation initiale qu'à la formation continue des élèves-pilotes en assurant la transmission des mêmes savoirs. Enfin, l'entreprise d'une telle démarche créerait une synergie accrue entre les acteurs qui participeraient en mode continu à l'enrichissement de la base de connaissances ainsi qu'à sa modernité.

La vérification complète de ces hypothèses à la fois théoriques et opérationnelles constituerait un projet fort ambitieux, exigeant un investissement considérable en temps et en argent, qui dépasserait largement les limites accessibles. En conséquence, il faudra considérer ce travail comme une recherche exploratoire et expérimentale afin de vérifier nos assertions sur le contexte particulier de formation en aéronautique. Nos travaux se concentrent principalement sur la mise en oeuvre d'une méthodologie (modélisation, structuration, représentation et validation) d'acquisition des connaissances auprès d'un groupe d'experts. Notre recherche est également orientée par les moyens offerts par les techniques de l'intelligence artificielle et est concentrée sur un exercice pivot en pilotage qu'est l'approche et l'atterrissage.

⁴ La loi des impératifs régit une chaîne comportementale chez le pilote dans une situation donnée. Le pilote doit donc se comporter suivant cet ordre: 1e voler l'avion, 2e naviguer, 3e communiquer et 4e le confort. Toute situation d'urgence commandera des réactions particulières associées à chaque comportement de la chaîne.

CHAPITRE III

LES OBJECTIFS DU PROJET

3.1 Les objectifs généraux

L'objectif principal du projet de recherche consiste à élaborer un modèle adaptatif d'évaluation/diagnostic d'exercices de vol, géré par des critères pré-établis respectant les standards canadiens et internationaux.

En s'attaquant à l'élaboration d'un tel modèle, ce projet vise à offrir aux formateurs l'occasion d'optimiser les stratégies d'évaluation et d'apprentissage par la mise en oeuvre d'un processus d'acquisition et de formalisation des heuristiques liées à la technique de pilotage d'aéronefs. Il doit également contribuer à standardiser le processus de formation, à améliorer la mesure des compétences requises et à valoriser la synergie des acteurs.

Objectif:

"Permettre une standardisation de l'évaluation des habiletés d'un apprenti pilote en situation de vol tenant compte de la variabilité du contexte et de l'heuristique des acteurs".

L'évaluation des habiletés en contexte de pilotage se fait en temps réel. (*Pourquoi?*)

Elle dépend:

- de la nature de l'expérience en pilotage de l'instructeur(*Qui?*),
- du niveau scolaire actuel de l'élève-pilote(*Quoi?*),
- de l'environnement géographique et aéroportuaire,(*Où?*),
- des conditions saisonnières et météorologiques du moment (*Quand?*).

Pour ce faire, nous avons concentré nos recherches sur un exercice pivot qu'est l'approche et l'atterrissage lequel présente le plus haut niveau de stress et de difficulté dans son enseignement, son apprentissage et son évaluation. Cet exercice est certes celui qui a le potentiel le plus élevé pour générer les éléments constitutifs du modèle évaluatif adaptatif visé.

Cette recherche nous a permis de constater un niveau plus élevé que prévu de la variabilité du contexte et de l'heuristique des acteurs dû essentiellement au caractère incontournable de l'individualisation de l'enseignement en pilotage d'aéronefs.

Remarques:

Les travaux de recherche ont eu un effet d'entraînement massif auprès du personnel enseignant, qui après analyse des résultats obtenus lors de l'étude empirique a manifesté le besoin de raffiner le processus d'évaluation. Le taux élevé de participation démontre avec éloquence l'importance d'assurer une convergence et une intégration poussée des critères et des normes d'évaluation.

Notre approche s'est insérée dans une méthodologie de développement de système informatisé où à plus long terme, les contenus élaborés dans le cadre de ce projet, pourront servir à la création d'un système expert d'évaluation adaptatif, élément central d'un environnement informatisé évaluatif d'apprentissage par simulation. Cette méthodologie se veut transférable à plusieurs domaines de formation technique, scientifique et professionnelle.

3.2 Les objectifs spécifiques

3.2.1 Phase I: relative aux techniques de vol à vue

La première année (Phase I) du projet de recherche consiste à acquérir, modéliser, représenter et valider avec les instructeurs du CQFA, les connaissances relatives aux techniques de vol à vue et ce pour l'exercice d'approche et d'atterrissage.

Ces techniques de vol à vue sont évaluées à l'aide de critères basés en bonne partie sur l'heuristique de l'instructeur. Bien que normé par Transport Canada, cet exercice fait référence à des concepts et à des paramètres dont la plupart ne sont pas assujettis à des critères rigides, dû à sa complexité. Cet exercice est omniprésent à tout vol; il est donc considéré en aéronautique comme un exercice pivot dans l'apprentissage du pilotage d'aéronefs. Son évaluation repose par conséquent sur le jugement de l'évaluateur et de ses heuristiques. De plus, il doit s'exécuter dans un court laps de temps et fait appel à une grande quantité de paramètres dont l'apprentissage fait référence aux modes de perception visuelle, auditive et kinesthésique.

Le modèle d'évaluation projeté s'attarde essentiellement dans le cadre de cette recherche sur cet exercice spécifique (approche et atterrissage) et les résultats obtenus serviront éventuellement à la modélisation des connaissances reliées à l'ensemble des éléments du curriculum en pilotage. Choisir cet exercice, c'est offrir l'occasion aux chercheurs d'identifier, de préciser et de séparer les heuristiques des paramètres (constantes et variables) auditifs, visuels et kinesthésiques.

L'expérience acquise en intelligence artificielle, particulièrement sur l'acquisition des connaissances au cours des différents projets de recherche et de développement au sein du GRIP/M, a permis au chercheur Richard Tremblay d'orienter la formulation des objectifs spécifiques suivants dans le but de construire le modèle évaluatif adaptatif en pilotage d'aéronefs. Ces objectifs font partie intégrante des méthodologies connues de conception de système expert (Ernst, 1988).

Objectif spécifique #1

Identifier les concepts, les contenus, les critères, les événements et les autres éléments du vol à vue relatifs à l'exercice d'approche et d'atterrissage.

Dans l'optique d'un développement éventuel d'un système informatisé d'évaluation/diagnostic en contexte d'apprentissage, il est essentiel et primordial d'identifier et de préciser les concepts rattachés à l'évaluation (normes, critères, procédures) circonstancielle où les heuristiques dominent.

Après l'identification des concepts à maîtriser par l'élève-pilote, il est nécessaire de

pondérer ces concepts les uns par rapport aux autres. Ces pondérations interviennent dans la représentation des connaissances sous forme de schémas conceptuels.

Remarque

Plusieurs moyens sont disponibles en intelligence artificielle pour la réalisation de cette phase initiale d'acquisition des connaissances. Nous avons retenu principalement:

- les entrevues de cognition avec un ou plusieurs experts,
- les échanges orientés avec les spécialistes des différents secteurs d'activité,
- les expérimentations de vol réel ou en simulation,
- la réalisation de mesures à l'aide d'instruments développés dans le cadre du projet.

Objectif spécifique #2

Organiser en plans de formation les matériaux conceptuels retenus eu égard aux apprentissages requis en tenant compte des objectifs de formation visés et de l'ensemble des standards à respecter.

Toujours dans l'optique d'un développement éventuel d'un système informatisé d'évaluation/diagnostic, nous préconisons à titre de plans de formation, des scénarii d'apprentissage teintés par les modes de communication privilégiés de l'apprenant. La construction de ces scénarii respectant des critères et des normes d'évaluation standardisés est validée par l'ensemble des instructeurs et permet de définir des seuils de performance minimaux à atteindre tout en constituant un apport pédagogique essentiel aux formateurs. En plus de respecter les normes de sécurité exigées par Transport Canada, ces seuils de performance sont orientés vers l'atteinte d'un haut niveau d'excellence en conformité avec la vocation de l'École de pilotage du Collège de Chicoutimi.

Remarque

Pour l'atteinte de cet objectif, nous avons étudié les différents instruments d'évaluation des institutions d'enseignement et des organismes externes tels que Transport Canada. L'ensemble de la documentation disponible fut également explorée ainsi que leur mode d'utilisation.

Objectif spécifique #3

À l'aide des techniques disponibles de représentation des connaissances de l'intelligence artificielle, modéliser et représenter les éléments évaluatifs nécessaires à l'élaboration du profil cognitif de l'apprenant.

L'enseignement individualisé en pilotage d'aéronefs est incontournable. Il repose par conséquent sur l'efficacité de la communication entre l'apprenant et l'instructeur. L'amélioration de ce type d'enseignement exige l'identification des modes de communication des acteurs. Il est donc nécessaire de concevoir une représentation des connaissances sous forme de schémas conceptuels tenant compte des sources de perception sensorielle (visuelle, auditive et kinesthésique) rattachées aux différents paramètres.

Remarque

Nous avons orienté notre recherche vers la construction d'un schéma global regroupant l'ensemble des actions séquentielles de l'exercice d'approche et d'atterrissage, en tenant compte de leur lien, de leur conséquence, de leur ordonnancement, de leur importance et des modes de perception et de communication auxquels ils se réfèrent. L'approche retenue pour établir le profil de communication des acteurs est celle de la PNL (Programmation Neurolinguistique). L'équipe dispose d'un test de classification PNL (Test Angers-Gagnon, 1993, voir annexe 1) élaboré et validé dans le cadre d'un projet de recherche au GRIP/M de l'UQAC.

Objectif spécifique #4

Valider les connaissances impliquées dans l'évaluation/diagnostic avec les spécialistes de la discipline.

Dans le cadre du développement de tout système expert, on prévoit une phase essentielle de validation des acquis cognitifs avec les experts. Dans le cadre de ce projet, l'acquisition des connaissances s'est validée par boucles de rétroaction en impliquant progressivement l'ensemble des instructeurs du CQFA.

Remarque

L'exécution du plan initial de recherche sur la modélisation, la structuration et la représentation des connaissances à partir de l'heuristique d'un seul individu s'est avérée insuffisante en raison de la pluralité observée des compétences et des heuristiques du milieu de formation. On a donc reformulé le plan de recherche en intégrant au processus d'acquisition des connaissances, l'ensemble des experts du CQFA et en adaptant la stratégie d'acquisition dans un processus de boucles de rétroaction.

3.2.2 Phase II: relative aux techniques de vol aux instruments

Durant la deuxième année du projet, les efforts de recherche ont porté essentiellement à parfaire le modèle d'évaluation/diagnostic adaptatif élaboré dans le contexte d'un exercice de vol à vue et de l'étendre aux exercices de vol aux instruments. Notons la différence significative de la nature des paramètres d'évaluation dans les deux contextes: plus qualitative en contexte de vol à vue versus plus quantitative en contexte de vol aux instruments.

Objectif

Mesurer le potentiel de transférabilité de la méthodologie d'acquisition, de modélisation, de représentation et de validation des connaissances dans un autre contexte.

Il est important pour un éventuel développement de système qui tiendrait compte de la totalité des exercices reliés au domaine de pilotage, de vérifier le potentiel de transférabilité du processus d'acquisition des connaissances, en distinguant bien les éléments méthodologiques communs et partagés par l'ensemble des exercices de ceux qui sont particuliers.

Cette recherche permet de confirmer le potentiel de transfert des résultats obtenus à plusieurs domaines de formation technique, scientifique et professionnelle. Elle constitue également une contribution majeure aux recherches dans le domaine de l'intelligence

artificielle.

Remarque

Le processus d'acquisition des connaissances relatif aux techniques de vol à vue (Phase I) s'est avéré beaucoup plus laborieux que prévu puisqu'il a impliqué l'ensemble des instructeurs de l'École de pilotage (plus de 20 experts). L'équipe de recherche a dû, par conséquent, s'affairer davantage au processus d'acquisition des heuristiques relatives aux techniques de vol à vue. Les connaissances relatives aux techniques de vol aux instruments ont été sommairement étudiées.

CHAPITRE IV

LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

4.1 Le cadre méthodologique

Le succès de l'ensemble des champs d'activité de l'intelligence artificielle repose sur la capacité de représenter adéquatement les connaissances et sur la compréhension profonde des mécanismes d'utilisation de ces connaissances. Cette remarque s'adresse autant aux activités relevant de l'analyse (déduction, résolution, planification) que celles relevant de la synthèse (induction, apprentissage) (Paquette, 1989).

Dans le cadre de ce projet, les chercheurs ont axé leur recherche sur l'identification des connaissances de nature cognitive et procédurale associées à l'acte de piloter et procéder à leur modélisation. En général, la modélisation comprend l'ensemble des éléments cognitifs et procéduraux, l'identification des taxèmes, des actèmes, des inférences et des interprétations (Vogel, 1988). Les taxèmes sont les objets ou entités choisies par l'expert et manipulées par référence à son expérience. Les actèmes sont lexicaux et procéduraux. Ce sont somme toute, les éléments constituant les séquences d'actions et qui réalisent au sens large le changement d'état sur un destinataire par un destinataire (Pottier, 1987). Les inférences sont des opérations qui permettent de produire de nouvelles propositions à partir d'autres propositions que nous tenons pour acquises. Une inférence fait alors appel à des schémas d'interprétation (ou pièces de connaissance) qui sont plus ou moins indépendantes du contexte et qui caractérisent l'expert. Une construction complexe enchaînant une série d'inférences analytiques ou synthétiques constitue alors le raisonnement de l'expert.

La phase de modélisation des connaissances a permis aux chercheurs d'acquérir eux-mêmes une certaine expertise et d'apprendre les fondements des procédures. Par l'observation et l'analyse des différents comportements des experts-pilotes, ils ont extrait le commun de leur connaissance en faisant ressortir les éléments essentiels, tout en respectant l'intégrité de chacun. Les chercheurs ont procédé par inférences. Ces inférences sont en fait des abstractions tirées de données brutes rassemblées, généralisables et à la base des principes d'apprentissage.

À partir des connaissances extraites, les chercheurs visaient à formuler certaines déductions qui correspondaient à des faits réels. Ces déductions permettaient de confirmer un niveau satisfaisant de vérification de l'exactitude des connaissances et de servir de base aux principes d'apprentissage (Gagné, 1976).

SCHÉMA D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES

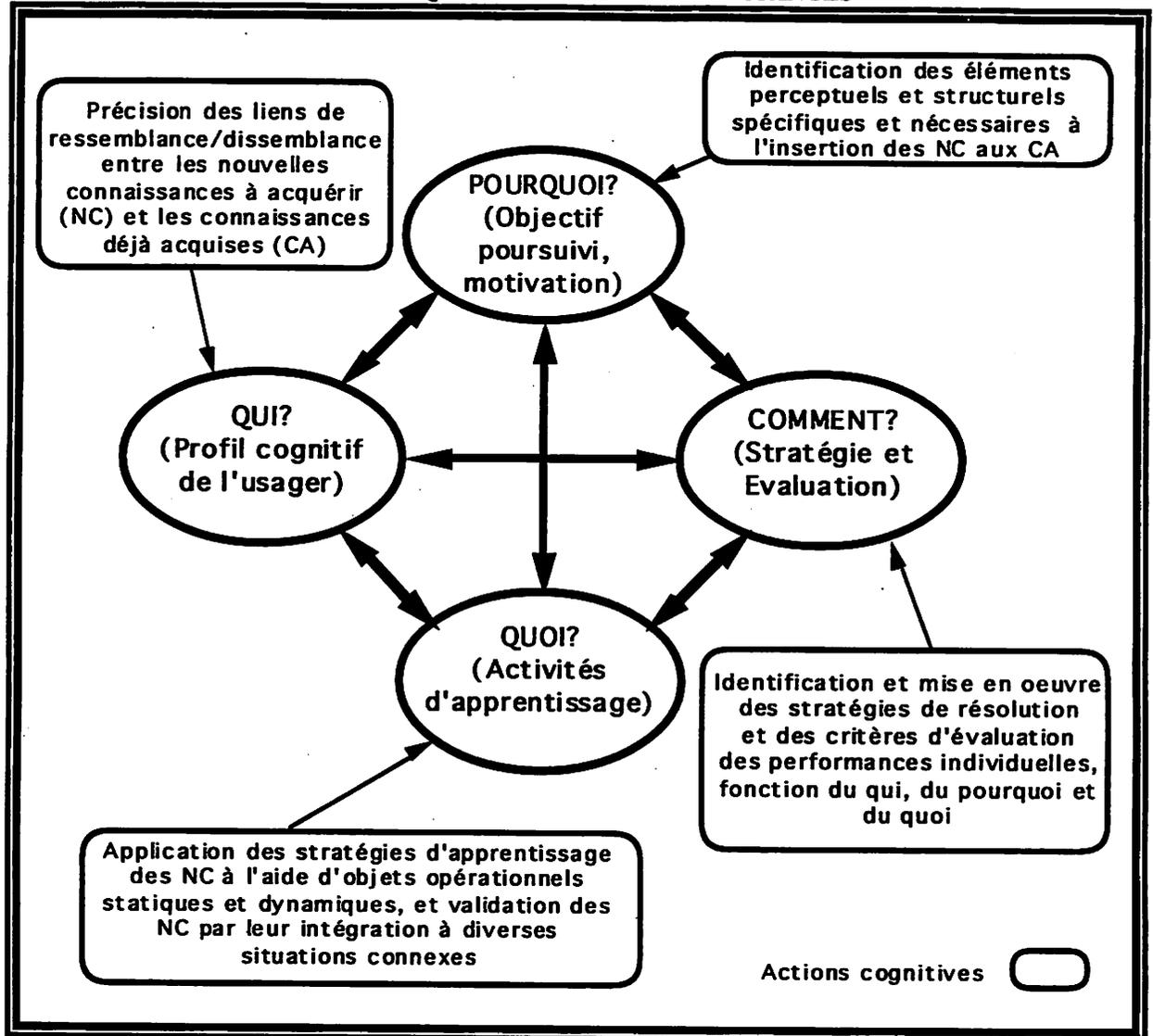


FIGURE 2

4.1.1 Structure de la démarche cognitive retenue

Cette modélisation et extraction des connaissances et leur acquisition par les chercheurs s'est faite en premier lieu avec l'expert-pilote du CQFA Paul Savoie et par le biais d'entrevues de cognition. Ces entrevues de cognition ont pour objectif d'identifier les

contenus factuels et procéduraux, les inférences et les interprétations, en plus des modes d'acquisition et de transfert des connaissances (profil de communication des acteurs).

1) Le contenu de chaque entrevue de cognition est préalablement planifié avec soin. L'expert-pilote peut alors bien se documenter et rafraîchir ses connaissances sur le sujet.

2) Le spécialiste en cognition Richard Tremblay secondé par son assistante Annie Fortin, formalisent (par inférence) les contenus à partir de la verbalisation des connaissances de l'expert. Ils intègrent progressivement ces connaissances dans un environnement conceptuel définissant le domaine. Ce processus d'acquisition par inférences (questions et interrogations enchaînées) permet de déduire les raisonnements de l'expert caractérisant son expertise du domaine.

3) Une entrevue de cognition vise entre autres l'acquisition de l'expertise du domaine par 1) l'identification des concepts, 2) la schématisation conceptuelle, 3) la représentation fonctionnelle et 4) la validation opérationnelle. Chacune de ces étapes permettant l'émergence des heuristiques du domaine.

1- L'identification des concepts

Cette phase permet d'identifier les concepts pédagogiques, les éléments évaluatifs, les normes, les seuils de performance souhaitables et enfin, les types et la nature des connaissances à acquérir.

2- La schématisation conceptuelle

À cette phase, on permet la représentation des connaissances sous forme de schémas conceptuels et l'élaboration de grilles d'évaluation spécifiques au domaine.

3- La représentation fonctionnelle

La mise en forme des processus d'acquisition des connaissances respectant les normes d'évaluation et l'identification des seuils de performance exigés constitue l'objectif de cette phase. À plus long terme, ces processus seront à la base de la conception des algorithmes programmables nourrissant l'éventuel système expert d'évaluation.

4- La validation opérationnelle

Cette phase implique, par boucles de rétroactions, la validation des schémas conceptuels par des consultations ponctuelles avec les experts du milieu. On acquiert par ce procédé,

une contre-expertise qui permet de valider et de raffiner les schémas élaborés.

4.2 Opérationnalisation de la méthodologie d'acquisition: le système d'évaluation/diagnostic SEELOG

La démarche d'entrevue de cognition proposée a été opérationnalisée et expérimentée dans le cadre des travaux de recherche du professeur Richard Tremblay qui a mis au point le système SEELOG (Système d'Évaluation Évolutive et LOGique ou Strategy and Evaluation for Events Learning and Object Generation), une coquille autonome de système expert d'évaluation/diagnostic supportant des fonctions intelligentes et pouvant être adaptée à toute situation où une évaluation circonstancielle est de mise. Une application du système SEELOG a été réalisée antérieurement dans le cadre du projet MENTOR V (Tremblay, Tremblay & Girard, 1991)

Le système supporte idéalement en temps réel l'action d'un usager ayant à réaliser des séquences d'actions complexes en vue de l'atteinte d'un objectif spécifique: l'apprentissage d'une technique, le pilotage d'un aéronef, l'utilisation d'un système automatisé de transactions financières, etc. Le système, en général, analyse l'environnement cognitif de l'usager, détecte les lacunes dans l'exécution de ses actions, propose au besoin les correctifs adéquats en optimisant l'atteinte de l'objectif visé. Il emprunte également une stratégie d'intervention adaptée au profil cognitif de l'usager. Le système SEELOG s'insère dans le domaine de la recherche sur les interfaces intelligentes personnes/machines.

Cette coquille d'évaluation/diagnostic peut être potentiellement transférée à diverses applications tant dans le domaine de la production de biens et de services que dans celui de la formation et plus spécifiquement en aéronautique.

4.2.1 Les composantes du systèmes

Le système d'évaluation/diagnostic SEELOG implique les composantes suivantes:

- **un module d'acquisition de connaissances** basé sur une méthodologie prédéfinie. Le présent projet de recherche vise entre autres à parfaire et à valider cette méthodologie d'acquisition des connaissances retenue.

- **un module d'identification des acteurs comprenant:**
 - **un sous-module du profil de l'utilisateur.** Ce module cumule l'historique des actions de l'utilisateur. Il établit son profil cognitif et communicatif.
 - **un sous-module du profil du formateur.** Ce module renferme l'ensemble des stratégies cognitives et communicatives d'intervention disponibles, extraites d'un ensemble d'experts.

- **une base de connaissances** composée de faits et de règles relatifs au domaine d'expertise.

- **un module d'inférence** comprenant:
 - **un sous-module d'analyse cognitif.** Ce module identifie les concepts supportant l'action circonstancielle de l'utilisateur.
 - **un sous-module de générateur évaluatif.** Ce module consulte les normes et les critères d'évaluation associés à l'action circonstancielle de l'utilisateur et produit, somme toute, un jugement sur la performance de l'utilisateur dans la réalisation de cette action.
 - **un sous-module de planificateur.** À partir des évaluations circonstanciennes, ce module propose à l'utilisateur des actions optimales et adaptées à ses besoins.

- **un module diagnostique.** Ce module fournit des constats sur les niveaux de réalisation des actions intelligentes.

SYSTÈME D'ÉVALUATION/DIAGNOSTIC SEELOG

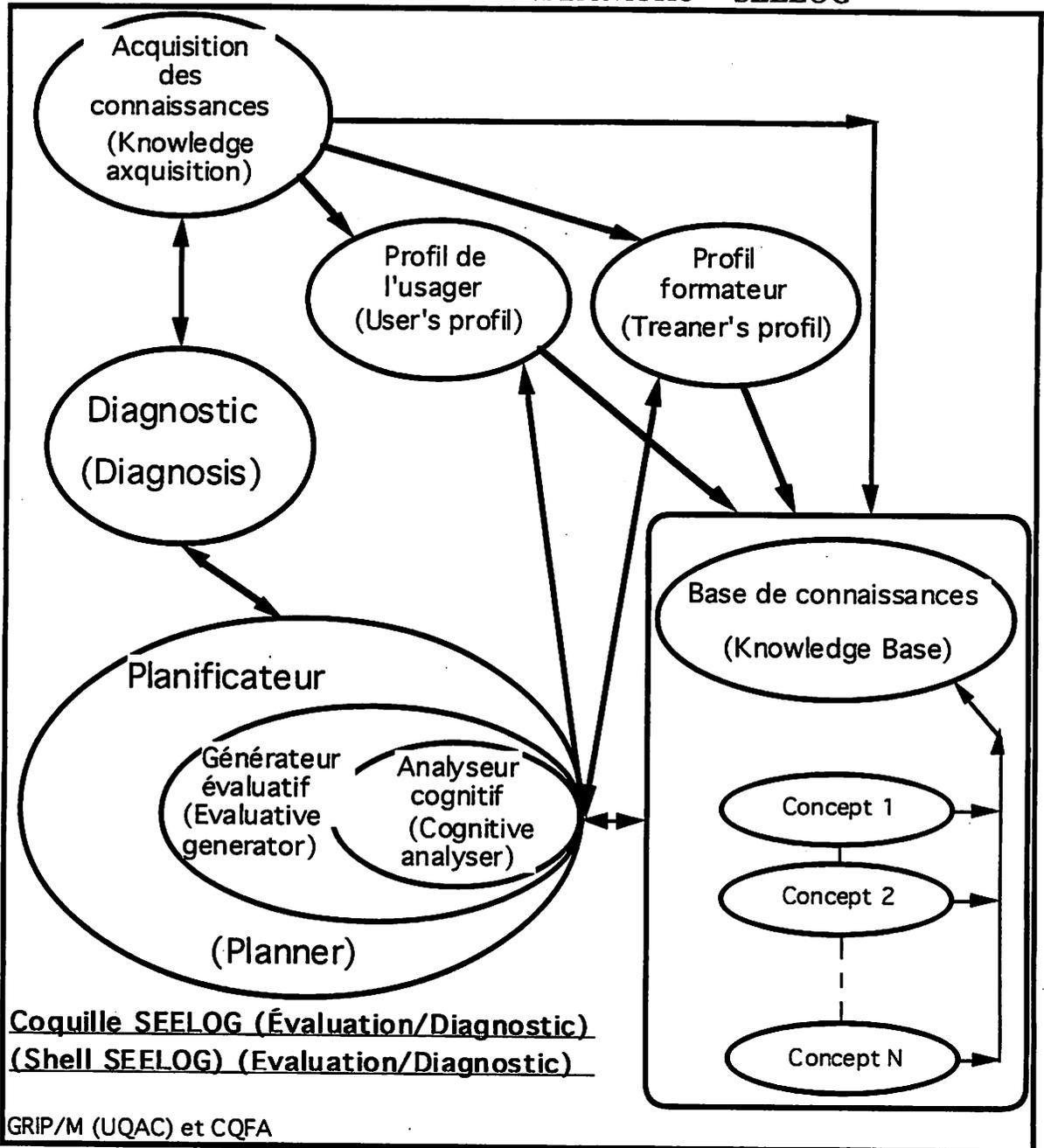


FIGURE 3

4.2.2 La nature de l'évaluation

La représentation des connaissances nécessaires à l'évaluation est produite sous forme de grilles cognitives qui permettent de représenter à l'aide de règles (logique possibiliste et logique non monotone) la force, le degré de certitude, le degré de pertinence et le degré de maîtrise par l'utilisateur de chaque concept. Les règles stratégiques d'intervention du système utilisent ces données et adaptent la situation d'aide, de support ou de formation sur une base individuelle avec un haut niveau de flexibilité.

La coquille de système expert d'évaluation/diagnostic SEELOG, lorsque dotée d'une base de connaissances suffisamment évoluée d'un domaine spécifique, peut devenir un système informatisé capable de mesurer le "niveau de progression" d'un usager (ou de tout autre système indépendant) qui réalise une action, un événement ou une tâche relative à ce domaine. Durant l'exécution des actions de l'utilisateur, le système reçoit constamment des impulsions fournies par l'intermédiaire de récepteurs matériels ou logiciels, prises en charge en temps réel par le système SEELOG. Le système analyse, identifie et mémorise les forces et les faiblesses spécifiques qui augmentent ou ralentissent la progression du processus de résolution recherchée du problème en cause.

La particularité de cette coquille est de pouvoir procéder à une évaluation par concepts d'une action intelligente. Cette évaluation conceptuelle confère au système le pouvoir de supporter un usager dans l'exécution de tâches difficiles et complexes et qui demandent un haut niveau de compétence.

En général, les résultats de l'évaluation se présentent sous une forme d'appréciation du contrôle des actions et de la maîtrise des concepts par l'utilisateur en fonction des degrés de performance reconnus. Une évaluation adéquate d'une action complexe exige la fidélité, la validité et la sensibilité d'un tel système d'évaluation/diagnostic.

A ce chapitre, SEELOG est fidèle, car l'évaluation sera la même pour une action identique produite à des temps différents. Son évaluation repose sur des normes et des critères pré-établis et validés par un ou plusieurs experts. Tout changement apporté aux critères modifiera les évaluations des événements futurs et également de façon rétroactive les événements préalablement mémorisés.

SEELOG est valide, car il respecte et reflète fidèlement les attitudes et les habiletés qu'a l'expert, eu égard à un événement ou à une tâche. Selon le niveau de clarification par l'expert des normes et des objectifs à atteindre, SEELOG s'adaptera à ceux-ci pour produire ses évaluations.

SEELOG est sensible par son évaluation formative. Il produit constamment des informations supplémentaires à l'utilisateur qui lui permettent d'améliorer son rendement et d'augmenter sa performance. L'évaluation produite par SEELOG est également sommative. Elle juge en bout de piste le résultat final qui reflète la compétence de l'utilisateur. L'évaluation est également normative. La performance et la compétence d'un utilisateur à produire une action peuvent être comparées à celles des autres.

Par rapport aux systèmes experts commercialisés, le système SEELOG présente divers avantages qui lui confère une niche unique et dont il importe de tirer profit:

- 1) SEELOG peut générer une stratégie d'intervention adaptée au contexte de l'utilisateur: profil cognitif, attentes, modes de communication (visuel, auditif, kinesthésique),
- 2) il cumule l'évaluation des événements et la progression de l'utilisateur,
- 3) il facilite l'évaluation ainsi que l'enrichissement des connaissances et de l'expertise qui y sont implantés.

CHAPITRE V

PROCESSUS D'ACQUISITION DES CONNAISSANCES

Nous examinerons dans ce chapitre tout ce qui entoure le processus d'acquisition des connaissances du domaine. Les différents volets présentés constituent l'essence même de la modélisation des connaissances et peuvent être transférables à différents domaines d'expertise.

5.1 Sélection du domaine d'expertise

En conformité avec les objectifs spécifiques du projet, décrits au chapitre 3 du présent rapport, la première phase du projet concerne la modélisation des techniques de vol à vue. Pour mieux comprendre le contexte de pilotage d'aéronefs en vol à vue, l'équipe a étudié un des guides pédagogiques du programme de formation du Centre québécois de formation en aéronautique (CQFA) ainsi que les leçons connexes pré-requises et post-requises au vol à vue. L'analyse de l'ensemble du contenu pédagogique relativement aux techniques de vol à vue et la consultation auprès de l'ensemble des instructeurs du CQFA nous ont poussé à orienter la démarche d'acquisition des connaissances vers l'exercice "d'approche et d'atterrissage", en raison de sa complexité du point de vue de son enseignement et de son apprentissage. L'atterrissage constitue en soi la phase de l'envolée la plus intéressante et celle qui représente le plus gros défi, puisqu'elle nécessite la précision de plusieurs variables telles que: la position de l'avion (hauteur par rapport au point d'arrivée), l'ajustement de la puissance, l'angle d'attaque, l'utilisation des volets etc. Par exemple, une erreur de un ou deux pieds en hauteur peut faire toute la différence entre un atterrissage brutal ou réussi. L'enseignant en pilotage n'est pas sans savoir que l'exercice d'approche et d'atterrissage représente pour l'élève un exercice pivot. En effet, la réussite de l'atterrissage donne sans conteste une bonne indication de la capacité du pilote à bien contrôler son avion. De plus, le peu de temps disponible pour enseigner (démontrer, expliquer, assister...), pour apprendre et pour évaluer l'exercice d'approche et d'atterrissage, qui dure environ 30 secondes, représente un défi de taille autant pour l'enseignant que pour l'élève qui doivent respectivement enseigner et apprendre une

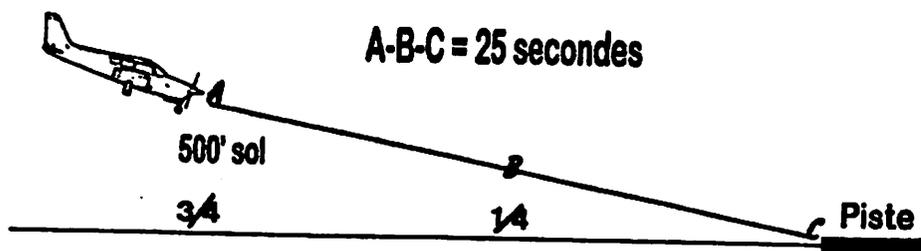
multitude de paramètres en peu de temps.

La figure suivante découpe l'exercice d'approche et d'atterrissage en trois segments, l'approche, l'arrondi et l'atterrissage, et donne une évaluation approximative de la durée de chacun d'eux.

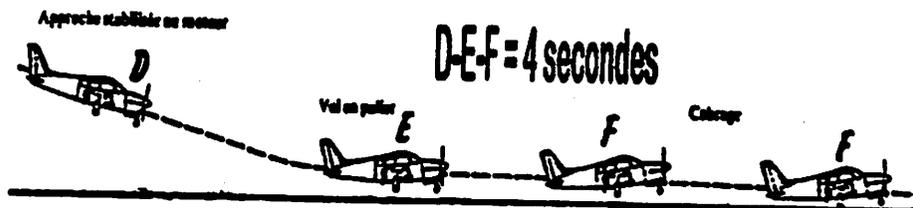
**EXERCICE D'APPROCHE ET D'ATTERRISSAGE:
DURÉE DE L'EXERCICE**

Au total, il ne se passe qu'une trentaine de secondes, à partir de 3/4 de mille en finale jusqu'à l'arrêt de l'avion sur la piste

L'APPROCHE



L'ARRONDI



L'ATTERRISSAGE

G-H-I = 3 secondes



FIGURE 4

À la lumière de cette figure, on peut facilement comprendre la complexité de l'exercice d'approche et d'atterrissage par le très grand nombre de critères et de concepts qu'il sous-tend. De plus, cet exercice pivot, de courte durée, dépend fortement de l'heuristique de l'instructeur, puisqu'il doit être enseigné et appris dans un contexte de formation un à un.

Éléments méthodologiques

La sélection d'un champ d'application est motivée principalement par les caractéristiques suivantes: le domaine d'expertise doit être bien circonscrit, être régi par des règles bien définies et identifiables, et être potentiellement modélisable dans un temps raisonnable. L'intérêt du domaine repose sur sa complexité, sa généralité, son importance et sa popularité. La durée et la fréquence des activités constituent aussi des facteurs essentiels à considérer.

5.2 La sélection des experts

Dans le cadre du projet, l'acquisition des connaissances de l'exercice d'approche et d'atterrissage s'est faite dans un premier temps avec le chercheur collégial Paul Savoie, expert-pilote du CQFA et chercheur principal dans ce projet. Le peaufinage des heuristiques acquises fut confié dans un deuxième temps d'abord au chef instructeur Serge Boucher et ensuite à l'ensemble des instructeurs de l'École de pilotage. Monsieur Boucher, par ses fonctions de chef instructeur désigné par Transport Canada pour la normalisation de l'enseignement, était l'expert tout désigné pour procéder à une première validation des heuristiques retenues. Initialement, le projet prévoyait, dans le processus d'acquisition des connaissances, l'implication d'un nombre restreint d'experts. La complexité du domaine, la pluralité des stratégies et son caractère d'enseignement individualisé et personnalisé nous ont conduits à la nécessité d'impliquer le plus grand nombre possible d'experts dans le processus d'acquisition et de validation. Pour ce faire, on devait exposer les grandes lignes du projet: les objectifs visés, la méthodologie retenue et les résultats escomptés. Cette présentation avait également pour but de motiver les intervenants du milieu à participer au projet pour eux-mêmes et pour l'institution.

Éléments méthodologiques

Après avoir sélectionné le domaine d'expertise, le processus d'acquisition exige l'identification des experts du domaine concerné (QUI).

L'expérience acquise par l'équipe de recherche dans la réalisation d'un processus de cognition démontre l'importance de tracer les grandes lignes du domaine concerné d'abord avec un seul expert, afin d'élaborer un schéma général des connaissances à modéliser. Dans cette phase, on identifie les connaissances à assimiler et à manipuler à partir de son expérience (les taxèmes), on répertorie l'ensemble des séquences d'actions relatives à une situation donnée (les actèmes), on structure et identifie le raisonnement d'une expertise donnée (les inférences) et on discrimine les acquis cognitifs par rapport aux interprétations. L'expert choisi doit être capable d'identifier facilement ses connaissances, de les analyser en profondeur et de les communiquer aisément. Dans plusieurs situations, le processus de cognition doit être prolongé par des boucles de rétroaction auprès d'un ensemble d'experts, afin d'assurer l'exactitude des connaissances acquises.

Présentation du projet de recherche aux instructeurs du CQFA

Le projet de recherche fut présenté à l'ensemble du personnel de l'École de pilote de St-Honoré dans le cadre d'une rencontre d'information tenue le 19 août 1994 au CQFA. Le chercheur universitaire Richard Tremblay a, dans un premier temps, présenté l'équipe de recherche, en spécifiant les champs d'expertise de chacun.

À cette rencontre, l'équipe a clairement démontré les performances et le potentiel technologique du prototype de système expert d'évaluation/diagnostic SEELOG par le biais d'une cassette vidéo. Les instructeurs ont reconnu l'intérêt d'une telle technologie appliquée au domaine de l'aéronautique. Le potentiel de cette technologie se traduit par:

- 1) une grande facilité d'adaptation à toute situation d'évaluation/diagnostic circonstancielle,
- 2) la personnalisation d'une situation d'aide, de support ou de formation avec un haut niveau de flexibilité,
- 3) le support en temps réel lors de la réalisation d'une série d'actions complexes en vue de l'atteinte d'un objectif spécifique,
- 4) le grand potentiel de transférabilité au domaine de l'aéronautique.

Les chercheurs ont ensuite présenté le cadre général de recherche interinstitutionnelle entre le CQFA du Collège de Chicoutimi et le GRIP/M de l'Université du Québec à Chicoutimi et spécifié les produits potentiellement livrables à court et à long terme. Ils ont insisté sur l'importance de la collaboration de l'ensemble du personnel enseignant pour la réalisation d'un tel programme.

La présentation a soulevé, de la part du personnel, un fort enthousiasme pour le projet de recherche. Il a été spécifié que leur participation au projet de recherche se ferait sur une base volontaire et que leur contribution au processus d'acquisition des connaissances se concrétiserait par le témoignage de leur expertise personnelle à l'occasion de diverses activités de recherche organisées à leur intention tout au cours du processus.

5.3 L'acquisition de l'expertise

Chaque activité visant l'acquisition des connaissances a été soigneusement planifiée et les tâches de chaque membre de l'équipe de recherche ont été clairement définies. L'ensemble du processus implique une équipe multidisciplinaire qui s'est affairée aux différentes dimensions que sont l'acquisition, la formalisation, la schématisation conceptuelle, la représentation et la validation des connaissances. L'équipe était composée d'un spécialiste du processus de cognition, d'un expert-conseil du domaine appuyé par un ensemble d'experts et un analyste en gestion de projet.

Pour la planification des activités, il incombe de préciser la fréquence et le calendrier des entrevues de cognition, (COMMENT). Le comment et le quand se sont concrétisés sur une base hebdomadaire en consacrant:

- une journée pour les **entrevues de cognition** (lundi),
(acquisition et formalisation)
- un avant-midi pour les **rencontres de l'équipe** de recherche (mercredi)
(enrichissement et validation)
- une journée à la **concentration et la confirmation des connaissances**
(mardi) (formalisation, schématisation et modélisation)

Nous décrivons ci-dessous les différentes activités de recherche associées au processus d'acquisition des connaissances.

Éléments méthodologiques

Pour tout processus d'acquisition des heuristiques avec un ou plusieurs experts d'un domaine et avant d'entreprendre les activités de cognition avec les acteurs impliqués, on doit établir une liste exhaustive des différentes étapes du processus d'acquisition des heuristiques.

5.3.1 Les entrevues de cognition

Le processus d'acquisition des heuristiques a été réalisé, en majeure partie, par le biais d'entrevues de cognition avec l'expert-pilote. Il s'agissait d'identifier les contenus factuels et procéduraux, les inférences et les interprétations pour dégager en bout de piste les modes intrinsèques d'acquisition des connaissances et leur communication.

C'est un processus laborieux particulièrement dans le domaine du pilotage. Il nécessite une séquence d'interventions soigneusement planifiées auprès de plusieurs experts-pilotes, chacun possédant son expérience individuelle, pratique et théorique. Rappelons que l'apprentissage de l'acte de piloter est essentiellement dispensé dans un contexte de formation également individuelle (un à un) où l'expert isolé développe avec le temps ses propres heuristiques.

5.3.2 Les rencontres de l'équipe

L'équipe de recherche s'est entendue pour tenir, les mercredis avant-midi dans les locaux de l'École de pilotage, les rencontres d'équipe. La proximité des lieux a permis à l'ensemble des instructeurs de faire connaissance avec les membres de l'équipe, en plus de créer un climat de confiance inestimable. Ces rencontres ont également permis à chaque instructeur, entre ses heures de vol, de partager et de témoigner de son expertise du domaine. Inversement, il devenait possible à l'équipe de recherche de rencontrer les intervenants stratégiques directement sur leur lieu de travail. Le chef instructeur Serge Boucher a été invité à participer à plusieurs discussions relatives à la technique de pilotage d'aéronefs en contexte d'approche et d'atterrissage. Monsieur Armand Daigneault, instructeur au CQFA et expert évaluateur désigné par Transport Canada a contribué également à maintes reprises à l'identification des heuristiques liées à l'exercice concerné. Il a collaboré à la confirmation de certains paramètres fondamentaux répertoriés par

l'équipe lors de ces rencontres. Certaines rencontres furent réservées à Monsieur Daigneault afin de participer à la conception d'un produit livrable: **un support visuel de l'exercice d'approche et d'atterrissage**. Cet outil pédagogique est destiné aux apprentis pilotes dans le cadre de l'apprentissage de l'exercice d'approche et d'atterrissage.

Cette activité offrait à l'équipe de recherche l'occasion de rencontrer plusieurs intervenants du domaine, tels que Air Alliance & Flight Safety, le Centre de formation d'Air Canada, AéroInnovation et Transport Canada.

Air Alliance et Flight Safety: Rencontre qui visait à présenter le programme de collaboration de recherche ainsi qu'à connaître et identifier les besoins spécifiques de formation en aéronautique.

Centre de formation d'Air Canada: Visite exploratoire du centre de formation d'Air Canada à Toronto afin de connaître les infrastructures des environnements de formation de ce type de gros transporteur.

AéroInnovation: Rencontre d'information sur le test de sélection "WomBat". Ce test permet de connaître le profil des aptitudes et des attitudes des futurs pilotes. Les différents impacts des effets visuels en simulation sur la formation et l'apprentissage furent également abordés.

Transport Canada: Rencontre d'information relativement aux normes et standards internationaux existants.

Globalement, ces rencontres ont contribué à élargir les connaissances du domaine, à recueillir d'autres informations pertinentes au processus de cognition en plus de comparer la formation du pilotage d'aéronefs en contexte scolaire par rapport à d'autres environnements aériens de formation.

5.3.3 La concentration et la confirmation des connaissances

La concentration des connaissances consistait à épurer l'ensemble des informations recueillies pour en extraire les connaissances fondamentales liées à l'exercice d'approche et d'atterrissage. Cette étape s'est réalisée sur une base individuelle à la fois par l'expert-pilote et par l'analyste en cognition. On procédait ensuite à l'identification et à la production de l'ensemble des éléments descriptifs et des supports visuels et graphiques. L'étape suivante consistait à organiser ces connaissances en structure factuelle et temporelle conduisant à la représentation schématique des heuristiques. L'équipe a également procédé à une phase importante et incontournable qu'est la confirmation interne et externe des principes directeurs identifiés. Ces principes servent de guide pour l'apprentissage et l'enseignement de l'exercice d'approche et d'atterrissage à l'aide d'activités variées et connexes: les vols réels, l'analyse de certains simulateurs de vol tels que ceux du CQFA et de la Base militaire de Bagotville, une rencontre avec le Bureau de placement en aviation et une autre avec un premier officier opérant sur gros transporteur aérien.

5.3.3.1 Les vols réels

Le calendrier des activités du projet comprenait cinq heures de vol à bord d'un aéronef utilisé à l'École de pilotage. Cette activité a permis aux chercheurs universitaires de se familiariser avec l'acte de piloter. L'avion peut être considéré dans ce contexte comme la classe de cours où la formation s'effectue obligatoirement dans un contexte d'échange un à un. La première heure de vol (août 1994) a confirmé le rôle important de l'aspect visuel dans l'ensemble des exercices d'apprentissage des techniques de vol à vue; rôle encore plus crucial lorsqu'il s'agit de l'exercice d'approche et d'atterrissage.

L'étude approfondie de l'exercice d'approche et d'atterrissage effectuée dans le cadre de cette recherche a également permis de discriminer un certain nombre de variables et de constantes observables. Ces paramètres jouent un rôle essentiel dans la réussite de cet exercice. Les vols réels ont permis à l'équipe de confirmer l'existence de certains paramètres et leur rôle prédominant. L'importance est telle que l'équipe a augmenté le temps consacré aux vols réels.

Ces vols comportaient deux volets: les vols dits traditionnels effectués avec l'expert-pilote Paul Savoie et les vols dits d'observation effectués avec les acteurs (pilotes-enseignants et élèves-pilotes du CQFA) en exercice réels d'apprentissage. Les vols traditionnels visaient l'expérimentation des différentes assiettes et mouvements primaires de l'avion. Par ces vols, l'équipe a saisi l'importance des différents paramètres de nature visuelle, auditive et kinesthésique. On a pu également constater les contraintes spécifiques à l'enseignement du pilotage d'aéronefs. L'expert-pilote a constamment associé les concepts théoriques liés aux différentes manoeuvres exécutées. Plus spécifiquement, on a pu expérimenter la loi dite de la primauté⁵. Cette loi naturelle force le pilote à regarder le nez de l'avion au lieu de regarder, comme il est prescrit pour la réussite de l'exercice, le bout de la piste. De plus, le stress lié à la proximité du sol provoque irrémédiablement un rapprochement du point de convergence oculaire, chez l'élève-pilote. On a également pris conscience de l'importance du contexte en fonction des conditions météorologiques en approche, de la présence constante des communications et de l'environnement aéroportuaire.

Les vols d'observation avaient pour objectif de mieux comprendre le climat particulier d'apprentissage en vol réel. Durant ces vols, un des membres de l'équipe était passager à l'arrière de l'avion et notait les différentes interactions entre le pilote et l'apprenti-pilote. Bien sûr, ces vols étaient préalablement autorisés. On a pu observer l'importance du niveau de connaissances de l'élève-pilote, la variabilité de l'enseignement, les stratégies pédagogiques circonstancielles, les modes de communication (visuel, auditif, kinesthésique) et la variabilité de l'évaluation. On a donc pu constater la réaction de l'élève-pilote face au phénomène de multiplicité où il doit gérer constamment l'ensemble des procédures afférentes à l'exercice.

Pour augmenter la richesse des observations, l'équipe a également fait certains vols voyages où l'élève est soumis à une plus grande fatigue, un haut niveau de stress, à des conditions météorologiques et géographiques changeantes, à des périodes du jour différentes (jour, brumante, nuit), qui exigent une plus grande planification et souvent entraînent des situations d'urgence. La présence du phénomène de multiplicité s'est davantage confirmée. La plupart des vols ont eu lieu à bord d'un avion de l'École de pilotage de type Beecraft C-23.

5 - La loi de la primauté est une loi fondamentale où les comportements de l'apprenant, sous l'effet d'un stress, favorise les apprentissages initiaux.

Dans le but d'identifier les particularités de chaque section de l'École de pilotage (brousse, ligne, hélicoptère), les vols se sont déroulés à bord d'un avion sur roues et sur skis en hiver, d'un avion sur flotteurs en saison estivale et à bord d'un hélicoptère. La variabilité des paramètres nécessaires à l'apprentissage d'un approche et d'un atterrissage d'une section de vol à l'autre a été mis en évidence.

5.3.3.2 Les simulateurs de vol

Historiquement, le simulateur de vol a toujours été présent dans la formation des pilotes. Cet outil permet la formation d'un individu ou d'un équipage complet, en toute sécurité et à moindre coût. Le marché offre actuellement deux grandes familles de simulateurs, qu'on retrouve dans les écoles de pilotages ou encore dans les grandes compagnies de transport aérien. La première famille comprend les simulateurs dits "spécifiques". Ceux-ci reproduisent fidèlement la réalité des différents appareils de transport. L'environnement ergonomique est totalement respecté en utilisant la véritable cabine de pilotage avec le tableau de bord intégral ainsi que l'ensemble des différents instruments et contrôles. La sophistication de cette famille de simulateurs va jusqu'à l'utilisation d'effets visuels réalistes et détaillés, accompagnés de mouvements sur six axes de liberté. Le coût de ces simulateurs peut atteindre jusqu'à soixante millions pièce. Les simulateurs de cette famille les moins sophistiqués sont fixes, tout en présentant une cabine de pilotage reproduisant fidèlement la réalité. Ils servent de modules d'entraînement ("procédure trainers") dans l'industrie. Sans visuel, leur coût est d'environ un demi million de dollars. Pour un visuel comparable au simulateur de "haut de gamme", sans mouvement, leur coût varie de cinq à vingt millions.

La deuxième famille sont dits "génériques". Au lieu de s'attaquer à reproduire du mieux possible la réalité (visuel, mouvement, contrôles, etc.), l'amphe de ces simulateurs portent surtout sur la reproduction de différents environnements (divers types d'appareils de tous les niveaux). Ils servent comme module d'entraînement. En raison de leur faible coût, généralement inférieur à 250,000\$, ils trouvent une grande popularité dans les écoles de pilotage.

IMPORTANCE DE LA SIMULATION EN PILOTAGE (IMPORTANCE OF SIMULATION IN FLYING)

HISTORIQUEMENT: LE SIMULATEUR A TOUJOURS ÉTÉ
DANS LA FORMATION DES PILOTES

(HISTORICALLY:) (SIMULATORS HAVE ALWAYS BEEN
PRESENT IN PILOT'S FORMATION)

AVANTAGES (ADVANTAGES)

- **SÉCURITÉ** (SECURITY)
- **ÉCONOMIQUES** (ECONOMICS)
- **PÉDAGOGIQUES** (SKILLFULL)

ÉCOLOGIQUES	(ECOLOGICAL)
EFFICACES	(EFFECTIVE)
FIDÈLES	(REALISTICS)
CONSTATS	(RECORDING)
- **PSYCHOLOGIQUES**

RÉALISTES	(REALISTICS)
OBJECTIFS	(PRECISE
PRÉCIS	OBJECTIVES)
STRESS	SITUATIONS-LIMITES
MULTIPLICITÉ	DANGER (EN TOUTE SÉCURITÉ)
LOI DES IMPÉRATIFS	(SITUATION
(LAW OF IMPERATIVENESS)	AWARENESS)
	(ANTICIPATION)

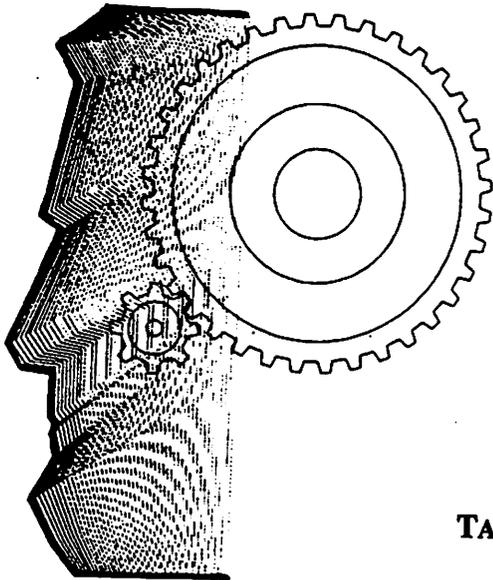


TABLEAU 1

Du point de vue pédagogique, les simulateurs de vol stimulent l'apprentissage des pilotes. D'une simulation à l'autre, ils vivent les mêmes situations de stress, de multiplicité et de prise de décision que dans les vols réels. L'analyse de ce type d'enseignement était primordiale pour l'atteinte des objectifs du projet de recherche, puisque les résultats attendus doivent être potentiellement transférables à plus long terme à un environnement multimédia d'apprentissage par simulation de vol intelligemment assisté par un système expert d'évaluation adaptatif.

Les simulateurs de base

L'importance de la simulation en apprentissage du pilotage est omniprésente. L'équipe a peaufiné son processus d'acquisition des connaissances, en rencontrant les enseignants aux simulateurs et en expérimentant des situations de vols simulés. L'apprentissage des techniques de vol à vue prévoit cinq heures de vol au simulateur. L'étudiant se familiarise avec l'appareil et certains éléments de l'exercice d'approche et d'atterrissage.

L'équipe a observé certaines différences quant à l'apprentissage des techniques de vol à vue. Un visuel rudimentaire suggère inconsciemment à l'étudiant l'utilisation trop fréquente des instruments par rapport à l'observation des repères visuels externes. Le simulateur présente certaines faiblesses, lorsque le volet visuel du simulateur de base est rudimentaire. L'équipe a également observé une tendance à orienter la communication (auditive) sur des aspects techniques, au détriment des communications réelles en situation de vol. Quant à l'aspect kinesthésique, le simulateur peut s'avérer un instrument favorable au développement de la motricité. Ce développement est d'autant plus fort si le simulateur reproduit fidèlement les sensations de l'avion réel.

Les simulateurs plus sophistiqués

Dans le but d'approfondir les connaissances relatives au simulateur de vol, l'équipe de recherche a réussi à obtenir deux journées de rencontres privées avec l'officier responsable du simulateur de F-18 de la Base militaire de Bagotville, le capitaine Thomas Jackson. Ces rencontres avaient pour buts: d'observer le simulateur de F-18 en opération, de connaître le potentiel technologique de ce type de simulateur de vol sophistiqué et d'analyser la possibilité du transfert des résultats de notre recherche vers un simulateur de haute performance, tel que celui de la Base militaire de Bagotville.

L'équipe de recherche a profité de cette occasion pour discuter avec l'officier au

simulateur de la conformité des paramètres (constantes et variables) avec les vols réels rencontrés dans la pratique des approches et des atterrissages. Il témoigna également de l'importance de l'impact psycho-pédagogique et opérationnel de la simulation sur l'entraînement des pilotes militaires.

En contexte de formation d'un équipage complet, l'aspect visuel doit être le plus réaliste possible, sans pour autant négliger les dimensions auditive et kinesthésique. Les membres de l'équipe ont également eu l'occasion de simuler quelques vols à bord du simulateur de F-18. Ils ont ainsi directement observé l'importance de l'aspect visuel dans ce type d'appareil, la sensibilité des commandes, la grande variabilité des conditions météorologiques et l'économie de temps et de coût liée à ce type de simulateur de haute performance.

La grande variabilité des scénarii permet la programmation de pannes multiples. Ces mises en situation réelles poussent le pilote à atteindre un haut niveau de multiplicité. Après chaque vol, un constat visuel de la simulation de vol est disponible. L'élève peut alors discuter avec l'instructeur au simulateur des différentes stratégies de résolution de problèmes adoptées en cours de vol.

5.3.3.3 Le Bureau de placement en aviation

Au cours du processus de confirmation des connaissances, l'équipe a rencontré Madame Isabelle Arthur, directrice du Bureau de placement en aviation. Cet échange a permis de discriminer les exigences des différentes compagnies aériennes de 1er, 2e et 3e niveaux entre celles de Transport Canada et celles du Centre de formation en aéronautique (CQFA) et d'en tirer leurs facteurs communs. L'essentiel des discussions démontre chez les transporteurs aériens en plus de la gestion d'un excellent confort des passagers, une préoccupation constante des économies de coût et de temps et ce, en toute sécurité.

5.3.3.4 Une expérience sur gros transporteur aérien

L'équipe de recherche a également bénéficié de l'expérience sur gros transporteur (premier niveau) d'un des membres du personnel enseignant de l'École de pilotage, Monsieur Pierre Veilleux. Monsieur Veilleux vole à titre de commandant de bord en

Locheed 1011 pour la compagnie aérienne Air Transat. Il a su démontrer à l'équipe l'importance capitale d'une bonne gestion de cabine basée sur une communication efficiente et efficace entre les membres de l'équipage. Cette découverte ouvre un nouveau volet majeur de recherche qui s'avère un élément central dans les futurs environnements technologiques et multimédias de l'aviation. Dans cette optique, l'École de pilotage de St-Honoré a instauré un cours de gestion de cabine. Les étudiants simulent les différentes tâches du travail d'équipage, tout en mettant en valeur le rôle de chacun: commandant, premier officier et agent de bord.

Éléments méthodologique

L'acquisition de l'expertise constitue l'essence même de la modélisation des heuristiques. Il est important de bien planifier et de diversifier les activités entourant cette phase d'acquisition qui doit être en perpétuelle auto-validation (extraction, confirmation, concentration et validation). Les entrevues de cognition avec le principal expert, les multiples rencontres avec le plus possible d'intervenants du domaine ainsi que la concentration et la confirmation des connaissances, constituent la base même d'un processus d'acquisition des connaissances. Les heuristiques acquises seront d'autant plus riches que sera l'analyse en profondeur de la plus grande variété possible des expertises.

CHAPITRE VI

RÉSULTATS DE LA CONCENTRATION DES CONNAISSANCES

Nous énonçons dans ce chapitre les différentes réalisations élaborées dans le cadre du processus d'acquisition des connaissances du domaine par l'équipe de recherche. Ces réalisations orientent la mise en oeuvre des produits livrables en fin de projet. La concentration des connaissances s'est traduite concrètement par la réalisation d'un guide pédagogique et d'un support visuel à l'apprentissage destinés aux apprentis-pilotes.

6.1 Etude descriptive des heuristiques liées à l'approche et l'atterrissage

Plusieurs auteurs (Hasbrook, Benenson, Serabian, Kermode, Kershner) mettent en valeur l'importance capitale de repères visuels dans le vol à vue. Les repères visuels se concrétisent par la présence de constantes et de variables observables en exécution. Il nous paraît donc nécessaire de bien définir et discriminer les constantes et les variables potentielles en approche. De plus, on observe l'absence de guide pédagogique mettant en valeur le rôle prédominant des constantes et des variables. L'existence d'un tel guide aiderait l'étudiant à maîtriser certains paramètres, avant même d'effectuer son premier vol. Devant ce manque, l'équipe a orienté ses travaux vers l'analyse détaillée de l'exercice d'approche et d'atterrissage, en faisant ressortir ces paramètres visuels.

6.1.1 Description de l'exercice d'approche et d'atterrissage

L'analyse profonde de l'exercice a démontré son énorme complexité en raison d'une multitude de paramètres que l'élève-pilote doit capter et contrôler en quelques secondes (Figure 4). Plusieurs publications définissent l'exercice d'approche et d'atterrissage de façon générale, à partir du début de l'arrondi, sans élaborer sur d'autres segments

potentiels.

Notre analyse de l'exercice d'approche et d'atterrissage nous a conduit à fragmenter l'exercice en trois phases successives: l'approche, l'arrondi et l'atterrissage. Chacune des phases impliquent trois segments décrits au tableau suivant.

SEGMENTS DE L'APPROCHE ET DE L'ATTERRISSAGE

PHASES	<----- SEGMENTS ----->		
1. L'APPROCHE	A. DÉBUT DE L'APPROCHE	B. MI-FINALE	C. FIN DE L'APPROCHE
2. L'ARRONDI	D. L'ARRONDI INITIAL	E. L'ARRONDI	F. PALIER DE DÉCÉLÉRATION
3. L'ATTERRISSAGE	G. PRISE DE CONTACT	H. POSÉE DE LA ROUE AVANT	I. DÉCÉLÉRATION

J. L'ARRÊT DE L'AVION

TABLEAU 2

Cette approche nous a permis de préciser davantage chacun des événements depuis le virage en finale (segment A) jusqu'à l'arrêt de l'avion sur la piste (segment J). Les dix segments furent identifiés par l'expert-pilote et décrits au chapitre 2 "Description de l'exercice d'approche et d'atterrissage" du guide pédagogique (Savoie, Tremblay, 1996).

6.1.2 Description des constantes et variables

Nous avons dégagé pour chacun des dix segments de l'exercice d'approche et d'atterrissage, les variables et les constantes de nature visuelle, auditive et kinesthésique, leurs relations entre elles et leur importance relative. Ces paramètres sont présents dans chacun des segments avec plus ou moins d'emphase. Le tableau 3-B marque la présence ou l'absence des paramètres en indiquant le degré d'importance relative de chacun sous forme de pourcentage. Le tableau 3-A donne une estimation du niveau de stress généralement ressenti (kinesthésique senti) par le pilote à chacun des segments de l'exercice d'approche et d'atterrissage.

Les paramètres sont définis plus en détail au chapitre 3 "Description des constantes, des variables et des paramètres" du guide pédagogique. Ils sont teintés par les contextes météorologiques, géographiques et environnementaux. La spécification de ces différents paramètres et l'identification de leurs liens conceptuels favorisent l'élaboration d'une première couche d'heuristiques pour la mise en oeuvre de la base de connaissances.

PARAMÈTRES VAK: APPROCHE, ARRondi ET ATERRISSAGE
(ESTIMATION DU NIVEAU DE STRESS)

PARAMÈTRES VAK		APPROCHE			ARRONDI			ATERRISSAGE				
		----- SEGMENTS -----										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
STRESS	MAXIMUM				—————							
	MOYEN				—————							
	MINIMUM				—————							

TABLEAU 3-A

PARAMÈTRES VAK: APPROCHE, ARRONDI ET ATERRISSAGE

PARAMÈTRES VAK	APPROCHE		ARRONDI				ATTERRISSAGE			
	-----SEGMENTS-----									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
DESCRIPTION										
<u>VISUEL:</u>	⇐	⇐	⇐	⇐	50%	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
C1: point de visée	15%	20%	10%	---	---	---	---	---	---	---
C2: repère mi-piste	---	---	---	10%	25%	25%	---	---	---	---
C3: repère fin-piste	---	---	---	---	10%	10%	45%	45%	45%	40%
C4: ligne d'horizon	15%	10%	5%	3%	5%	5%	5%	5%	5%	---
V1: ascension du bout de la piste vers l'horizon	10%	10%	15%	15%	10%	10%	---	---	---	---
V2: descente du seuil/piste vers le bas du pare-brise	5%	3%	5%	7%	---	---	---	---	---	---
V3: expansion exponentielle du seuil/piste	---	2%	10%	12%	5%	5%	---	---	---	---
TABLEAU DE BORD:										
- ANÉMOMÈTRE	2%	2%	3%	3%	---	---	---	---	2%	2%
- ALTIMÈTRE	1%	1%	1%	---	---	---	---	---	---	---
- VARIOMÈTRE	1%	1%	---	---	---	---	---	---	---	---
- R.P.M	1%	1%	1%	---	---	---	---	---	---	---
<u>KINESTHESIQUE:</u>	⇐	⇐	⇐	⇐	40%	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
<u>MAIN GAUCHE:</u>										
- ailerons	9%	9%	10%	10%	10%	11,5%	12%	12%	12%	10%
- profondeur	9%	9%	9%	10%	10%	11,5%	12%	12%	12%	10%
- radio (transmission)	1%	1%	---	---	---	---	---	---	---	5%
<u>MAIN DROITE:</u>										
- manette des gaz	7%	7%	7%	7%	5%	2%	1%	1%	1%	1%
- compensateur	5%	4%	3%	---	---	---	---	---	---	---
- volets/accessoires	1%	1%	---	---	---	---	---	---	---	4%
<u>PIEDS:</u>										
- direction	9%	9%	11%	13%	15%	15%	15%	14%	10%	---
- freins	---	---	---	---	---	---	---	1%	5%	10%
SENSATIONS										
<u>AUDITIE:</u>	⇐	⇐	⇐	⇐	10%	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
- R.P.M./cellule	5%	5%	4%	3%	2%	1%	1%	1%	4%	5%
- avertisseur/décrochage	3%	3%	5%	7%	8%	9%	9%	9%	6%	3%
- radio	2%	2%	1%	---	---	---	---	---	---	2%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

TABLEAU 3-B

6.1.3 Analyse des causes des situations problématiques en arrondi

L'étude descriptive des heuristiques en atelier enrichie par les différents vols d'observations ont permis de dégager la problématique de l'évaluation. Un diagnostic aussi précis que possible doit être posé, qu'il s'agisse d'une pratique en vol, d'un exercice de formation, d'une évaluation formative ou d'une évaluation sommative. En premier lieu, l'enseignant doit prioritairement trouver l'origine de l'erreur. Elle peut être de nature circonstancielle ou d'origine plus subtile. Elle peut être tributaire de la capacité de prise de décision de l'élève, fonction de son jugement et de son pouvoir d'analyse. L'enseignant propose généralement des moyens pour corriger les erreurs perçues sous forme d'entraînement, d'explications, de lectures, etc.

La majorité des erreurs rencontrées lors de l'exercice d'approche et d'atterrissage originent du segment crucial de l'arrondi. On a donc porté une attention particulière à l'analyse des différents types d'erreurs (en axe, en tangage et en roulis) en arrondi. Le chapitre 4 "Analyse des causes des situations problématiques en arrondi d'un aéronef léger" du guide pédagogique dégage les cinq situations problématiques les plus fréquentes. Une grille d'analyse a été utilisée à chacune des situations problématiques. L'analyse comprenait: la description et le diagnostic de l'erreur, l'identification des comportements de nature visuelle, auditive et kinesthésique, l'identification des conséquences de l'erreur, une discussion relative aux principales causes et les stratégies pédagogiques adoptées. La combinaison des situations problématiques étudiées donne lieu à une multitude de possibilités de contextes. Même si la liste des situations problématiques étudiées n'est pas exhaustive, elle peut apporter à l'élève une meilleure préparation pour mieux réagir le moment venu.

6.1.4 Critères d'évaluation

L'évaluation formative ou sommative des apprentissages repose sur la connaissance et l'identification de tous les paramètres. Cette activité est d'autant plus importante puisqu'il appert que l'évaluation en contexte de pilotage d'aéronefs, en temps réel, est tributaire de l'heuristique des instructeurs et de leur jugement personnel. Les paramètres d'évaluation ne sont souvent pas explicites.

Par conséquent, deux principaux modes d'évaluation ont pu être observés: l'évaluation telle que pratiquée au CQFA (standards internes) et l'évaluation de Transport Canada (standards externes) basées sur les standards internationaux. Le chapitre 5 "Critères d'évaluation" du guide pédagogique expose de façon détaillée les différents critères d'évaluation selon les deux standards.

L'étude prouve qu'il n'existe pas de critères standards pour l'exercice d'approche et d'atterrissage. On a pu relever entre autres le guide de test en vol officiel de Transport Canada pour les licences de pilote privé et de pilote professionnel, où certains critères d'évaluation titrés "qualités d'exécution" sont explicités (Transport Canada, 1994). Ces critères ne font pas mention des tolérances permises quant au maintien de l'axe de piste en approche, la vitesse d'approche et le maintien de l'axe de piste à l'atterrissage. De même, on a identifié d'autres guides plus spécialisés proposant une échelle et un guide d'évaluation où l'interprétation subjective est possible. Les mailles du filet d'évaluation sont en général, assez larges pour laisser filtrer des écarts significatifs entre les évaluateurs. Par exemple, les mots "quelques", "fréquents", "écart mineur", "écart majeur" utilisés dans les échelles d'évaluation de Transport Canada et du CQFA sont imprécis et laissent place à l'interprétation. L'évaluation de comportements, d'habiletés et de connaissances est difficile à partir de ces échelles. Le guide pédagogique propose une grille d'évaluation enrichie et applicable à l'ensemble des exercices en pilotage.

6.2 Support visuel à l'exercice d'approche et d'atterrissage

La concentration des connaissances a particulièrement suscité l'intérêt d'un des membres de l'équipe d'instructeurs du CQFA, Monsieur Armand Daigneault. Monsieur Daigneault a personnellement collaboré au projet de recherche en illustrant, dans un guide pédagogique intitulé "Support visuel de l'exercice d'approche et d'atterrissage", chacune des constantes et des variables des différents segments de l'exercice d'approche, d'arrondi et d'atterrissage (Daigneault, 1996).

Monsieur Daigneault amorça l'élaboration de ce support pédagogique en octobre 94 par des illustrations d'avions en position d'approche à 1 mille, 3/4 mille, 1/2 mille et 1/4 mille en finale. Ces quatre illustrations simulaient la position du pilote aux commandes de l'appareil et permettaient de voir l'aspect de la piste et les paramètres de l'approche.

Il dessina ensuite chacun des différents segments selon le scénarii d'une approche sur une pente constante jusqu'au point de touché. Il ébaucha également les scénarii d'une approche trop haute et d'une approche trop basse.

Chaque segment de l'approche fut commenté et une illustration en haut de page présentait avec évidence les éléments essentiels à considérer. Nos efforts de développement se sont concentrés sur la reconnaissance d'une approche sur une pente constante jusqu'au point de touché, guidée par une échelle graduée de -3 à 5 et dessinée dans le pare-brise de l'avion. Telle qu'illustrée à la figure 5, cette échelle montre et explique les différentes constantes (C1, C2) et variables (V1, V2, V3, V4) liées à l'exercice d'approche et d'atterrissage.

Constante C1	Point de visée
Constante C2	Ligne d'horizon
Variable V1	Bout de la piste qui monte vers la ligne d'horizon
Variable V2	Seuil de piste qui descend vers le tableau de bord de l'avion
Variable V3	Expansion exponentielle de la surface de la piste encadrant le point de visée
Variable V4	Point d'intersection oculaire mi-piste qui va graduellement se rapprocher des yeux du pilote

Plusieurs instructeurs et étudiants ont accepté de commenter le support pédagogique visuel. Une validation s'est faite à l'aide de photographies aériennes. Certaines modifications ont été apportées pour aboutir à une version finale. Ce support est maintenant disponible au CQFA. C'est un outil précieux pour les apprentis-pilotes.

Éléments méthodologiques

La concentration des connaissances orientée vers la production d'objets livrables optimise le processus d'acquisition. Cette phase concrétise l'identification, la modélisation, la représentation et la validation des heuristiques. Dans l'optique de ce projet de recherche en formation, la concentration des connaissances s'est traduite par la rédaction d'un guide pédagogique et d'un support visuel. L'ampleur des documents produits est directement proportionnelle à la richesse du processus d'acquisition des connaissances.

ILLUSTRATION DES CONSTANTES ET DES VARIABLES

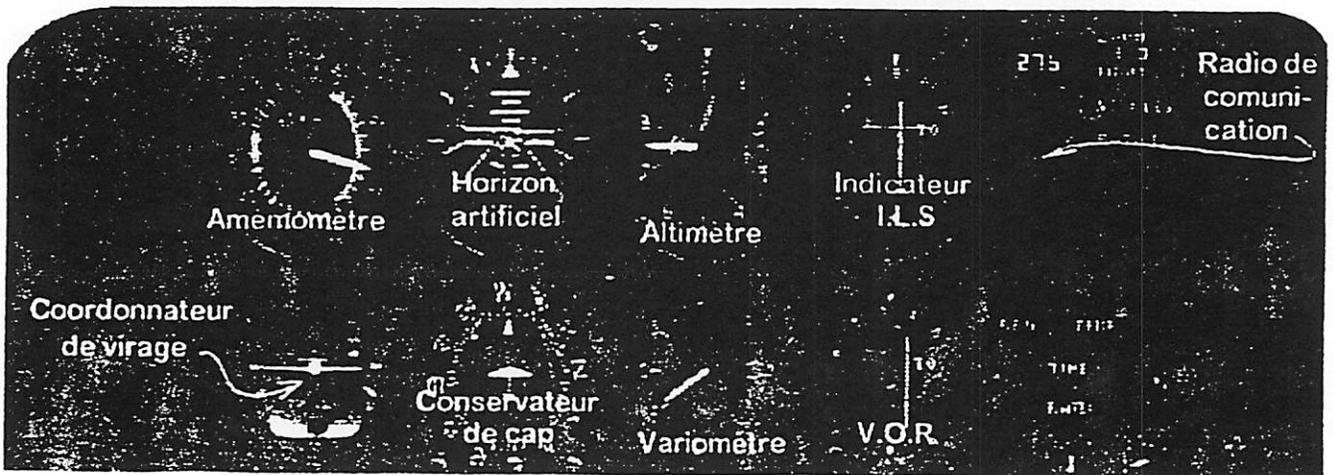
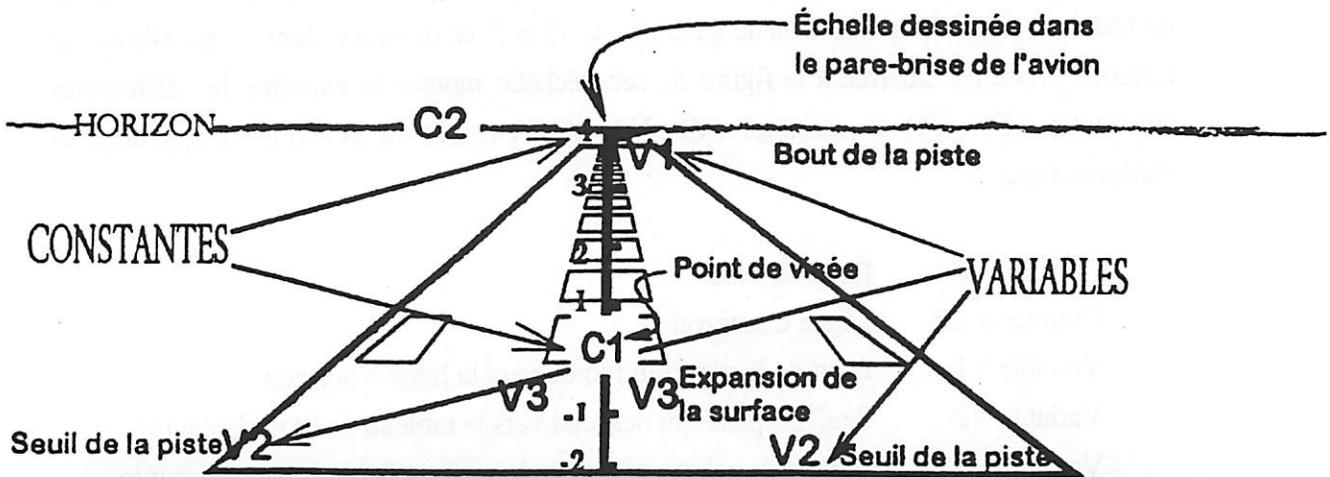


FIGURE 5

CHAPITRE VII

LA MODÉLISATION DES CONNAISSANCES

7.1 Etude empirique

Les entrevues de cognition, les rencontres de l'équipe de recherche et la concentration et la confirmation des connaissances ont dévoilé la grande complexité du domaine en pilotage, la variabilité des contextes et la pluralité des heuristiques notamment en ce qui a trait à l'évaluation. (*Identification du problème*)

Face à ce constat, l'équipe a été d'autant plus motivée à poursuivre le processus d'acquisition des connaissances par une étude scientifique mesurant le niveau de variabilité des contextes et visant à modéliser les heuristiques. Cette étude devait aboutir à la standardisation des critères d'évaluation et des stratégies d'apprentissage. L'équipe d'instructeurs en vol du CQFA du Collège de Chicoutimi a participé à cette étude. Ils ont analysé et évalué des exercices simples comme par exemple le vol rectiligne en palier et des exercices plus complexes comme l'approche, l'arrondi et l'atterrissage.

Ces observations ont dégagé certains standards d'évaluation basés sur des critères quantitatifs et qualitatifs apparaissant à différents niveaux. L'étude a produit des critères d'évaluation plus précis, basés sur des faits et des règles scientifiquement observés par l'expérimentation.

Cette recherche est **appliquée**, puisqu'elle s'oriente vers la vérification de données théoriques dans un cadre pratique. De plus, elle est **empirique**, puisqu'elle se fonde sur l'observation du réel et sur l'étude de cas particuliers pour aboutir à des généralisations. Enfin, elle est **descriptive**, puisqu'elle a pour but d'augmenter la compréhension d'un problème. Cette recherche tente entre autres de répondre à la question spécifique suivante: **"Dans quelle mesure les critères d'évaluation des apprentissages obéissent-ils à des standards?"**

7.1.1 Objectifs visés par l'étude

Plus spécifiquement, les textes afférents à l'étude présentaient aux instructeurs la liste des objectifs suivants.

Objectif général

L'objectif général de cette recherche consiste à mesurer le niveau de standardisation de l'évaluation des apprentissages:

- a) dans un contexte où les critères d'évaluation sont de nature qualitative;
- b) dans un contexte où les critères d'évaluation sont de nature quantitative.

Objectifs spécifiques

- 1- Mesurer l'influence du mode de communication privilégié d'un instructeur sur ses critères d'évaluation de l'apprentissage.
- 2- Identifier les stratégies pédagogiques d'intervention utilisées en fonction de l'évaluation des apprentissages.
- 3- Déterminer la frontière qui existe entre une erreur mineure et une erreur majeure.
- 4- Déterminer la grille d'évaluation d'un exercice dont les critères d'évaluation sont: a) quantitatifs et b) qualitatifs.
- 5- Vérifier le niveau d'influence de l'expérience acquise sur l'exigence de l'évaluation des apprentissages.
- 6- Connaître la perception des instructeurs, leur niveau d'exigence dans le processus d'évaluation des apprentissages.
- 7- Déterminer l'influence du mode de communication d'un exercice sur l'évaluation des apprentissages.

7.1.2. Méthodologie utilisée

Pour l'atteinte des objectifs visés, nous avons procédé selon deux types d'interventions: une rencontre de groupe d'une durée de deux heures (intervention 1) et des entrevues individuelles d'une durée moyenne de 42 minutes chacune (intervention 2).

Chaque intervention comportait, du point de vue du contenu, une série d'exercices d'évaluation relative à l'approche et à l'atterrissage et au vol rectiligne en palier.

Chaque intervention offrait aux intervenants l'occasion de verbaliser leur expertise par l'intermédiaire de discussions dirigées. Guidé par le modèle de la Programmation Neuro-Linguistique (PNL), l'aspect communicatif a été abordé par l'utilisation d'un test de classification-PNL (Angers, Gagnon, 1993) déjà validé (Annexe 1).

7.1.2.1. L'échantillon

La population visée pour la réalisation de cette recherche expérimentale était constituée des membres du personnel du Centre québécois de formation en aéronautique du Collège de Chicoutimi, qui détenait ou avait déjà détenu une licence d'instructeur de vol. L'échantillon s'élève à un total de 25 individus selon la liste fournie par l'administration de l'école. Dans un premier temps, 18 membres du personnel ont participé volontairement à une rencontre de groupe (Intervention 1). Parmi l'ensemble des répondants, un échantillon de 15 répondait aux critères. Dans le cadre des entrevues individuelles (Intervention 2), 22 instructeurs de vol étaient admissibles à l'étude.

7.1.2.2 L'expérimentation

7.1.2.2.1 Rencontre de groupe (Volet 1)

Tout le personnel enseignant fut invité à participer à une rencontre de groupe tenue le lundi 19 décembre 1994. Un **test de classification-PNL** (Angers, Gagnon, 1993) (Annexe 1) a été distribué à chacun des participants. Ce test discriminait les tendances visuelles, auditives et kinesthésiques de chaque instructeur et mesurait leur mode de communication privilégié. Le test est composé de 18 mises en situation aboutissant chacune à trois réactions différentes. Le répondant doit évaluer, sur une échelle de Likert graduée de 1 à 7, chacune des réactions. Les résultats du test de classification-PNL sont présentés au chapitre 7.1.3 sous la rubrique "Analyse des résultats".

L'instrument de mesure

L'équipe procéda ensuite à l'évaluation par les instructeurs de certains exercices de vol rectiligne en palier et d'approche et d'atterrissage.

Pour ce faire, un instrument de mesure "Exercices d'évaluation de vol - rencontre de groupe" (Annexe 2) fut distribué aux participants. Le document se divise en deux sections: la section A relative aux exercices sur les approches et les atterrissages et la section B relative aux exercices sur le vol rectiligne en palier. Chaque section regroupe deux séries d'exercices à évaluer: une première série sur des exercices de vol sur vidéo et une seconde sur des exercices essentiellement descriptifs. Au total, quatre manoeuvres ont été évaluées à chacune des sections. Au départ, un des membres de l'équipe procéda à la lecture du contexte général d'évaluation des exercices pour chacune des sections. L'ensemble des répondants était informé sur les paramètres contextuels initiaux: les conditions atmosphériques et la configuration de l'avion.

On devait procéder à une évaluation sommative. Par l'entremise de questions, on devait identifier les erreurs mineures et/ou majeures et préciser les éléments qui appuient ce diagnostic. On attribuait une note sur une échelle de 0 à 5 et on expliquait la motivation de cette note. De plus, on énonçait les interventions possibles de nature pédagogique qui permettraient de corriger ces erreurs. Chacun pouvait ajouter ses commentaires personnels sur l'exercice de vol en question. L'instrument de mesure permettait de mettre en lumière une frontière potentielle entre l'erreur mineure et majeure, l'application des échelles de mesure et des grilles d'évaluation et l'identification des stratégies d'intervention disponibles.

Exercices de vol sur vidéo

Cette série d'exercices présente des simulations de vol (section A et section B # 1 et #2) d'une durée totale de sept minutes, tournées au CQFA à l'aide d'une caméra vidéo. Pour susciter l'intérêt, le directeur du CQFA, Monsieur André Pedneault lui-même à l'époque apprenti-pilote, accepta de jouer le rôle d'élève-pilote dans ce court métrage. Les exercices tournés sur vidéocassette intégraient les trois modes de communication visuel, auditif et kinesthésique pour vérifier l'hypothèse de l'influence du mode de communication privilégié sur le processus d'évaluation.

Exercices descriptifs

Chaque exercice descriptif (section A et section B #3 et #4) présentait un contexte d'exercice de vol à évaluer.

Des informations telles que la position de l'avion par rapport à la piste, des écarts plus ou moins grands de l'axe de piste et la mesure du toucher brutal de l'avion décrivaient les exercices sur les approches et les atterrissages. Quant aux exercices de vol rectiligne en palier, la description se faisait en précisant les variations plus ou moins grandes d'altitude et de cap, la durée et la fréquence de ces écarts. Ces exercices de dominance auditive statique devaient mettre en évidence l'influence du mode de communication auditif par rapport aux autres dans le processus d'évaluation.

L'essentiel des commentaires recueillis portait sur la faible difficulté des exercices en général par rapport au contexte de réalisation. Le degré de difficulté des exercices présentés était voulu. Notre objectif était de voir le taux de variation de l'évaluation chez les instructeurs même pour des exercices jugés faciles. L'étude a permis également de constater l'influence de la présence des trois modes perceptuels sur le taux de variation de l'évaluation, laquelle devait se faire dans un court laps de temps et l'influence du temps pour faire l'évaluation.

7.1.2.2.1 Entrevues individuelles (Volet 2)

Tous les enseignants détenant une licence d'instructeur de vol furent contactés et invités à participer à une entrevue individuelle. Vingt instructeurs ont participé au deuxième volet de cette étude et ont rencontré un des membres de l'équipe de recherche. L'entrevue était soigneusement planifiée. À l'aide d'un texte, on présentait les participants, on demandait l'autorisation de noter le contenu, on énonçait les objectifs de l'étude et on expliquait le fonctionnement général de l'entrevue individuelle. Une période était également consacrée aux échanges. Les entrevues ont duré en moyenne 42 minutes. L'entrevue minimum et maximum étant respectivement de 30 et de 80 minutes.

L'instrument de mesure

L'instrument de mesure s'appelait "**Exercices d'évaluation de vol - entrevue individuelle**" (Annexe 3). La section A présente un exercice sur les approches et les atterrissages, la section B un exercice sur le vol rectiligne en palier et la section C des informations d'ordre général.

On trouve pour chacune des deux premières sections, une série d'illustrations à dominance visuelle décrivant l'exercice à évaluer de façon sommative. Les conditions initiales du contexte étaient préalablement énoncées pour chacun des exercices. Les illustrations graphiques en couleur ont été créées à l'aide du logiciel Flight Simulator V.

Comme précédemment, l'instructeur identifiait les erreurs mineures et/ou majeures et les éléments motivant cette conclusion. Il commentait la position de l'avion et attribuait une note sur une échelle de 0 à 5 en expliquant les motifs de cette note. Il présentait également, à l'intérieur d'une question, les principaux éléments à considérer lors de l'exercice d'approche et d'atterrissage ainsi que les interventions pédagogiques adéquates pour corriger ces erreurs. Il apportait enfin ses commentaires personnels sur chacun des exercices. L'ensemble de ces questions permettait d'identifier les éléments conceptuels du domaine (nomenclature). On questionnait chaque instructeur sur la durée minimum que l'avion doit être maintenu, par l'élève-pilote en vol rectiligne en palier, permettant une évaluation adéquate. On voulait également savoir s'il avisait l'élève-pilote du moment de son évaluation.

La section C recueillait des informations d'ordre général pour préciser le profil de l'instructeur-évaluateur. À l'aide de six questions, on identifiait les facteurs potentiels qui pouvaient influencer son évaluation, la nature des critères d'évaluation qu'il utilisait et on lui demandait de comparer la sévérité de son évaluation par rapport aux autres. Pour compléter son profil, on lui demandait de préciser son département, son niveau d'enseignement et les licences qu'il détenait.

L'étude révèle qu'il existe une multitude de facteurs qui contribuent à la variation des évaluations. Même si ponctuellement chaque facteur identifié contribue faiblement à cette variation, l'effet global de l'ensemble des facteurs est relativement important.

7.1.3 Analyse des résultats

L'étude empirique a permis de vérifier certaines hypothèses de recherche sur la variabilité des processus d'évaluation. Entre autres, les paramètres suivants ont été étudiés: 1- les résultats de l'évaluation, 2- l'identification des erreurs, 3- les sources perceptuelles des erreurs, 4- la justification de l'évaluation et 5- les stratégies d'intervention proposées, par le biais de plusieurs exercices.

Deux types d'exercices ont été abordés: les exercices spécifiques à l'approche et l'atterrissage (groupe expérimental) et les exercices relatifs au vol rectiligne en palier (groupe témoin). Les exercices sur l'approche et l'atterrissage privilégiaient divers modes de perception et divers scores visés.

MODES DE PERCEPTION & SCORES VISÉS

Exercice	Modes dominants	Scores visés
1	VAK	Entre 0 et 1
2	VAK	Entre 2 et 3
3	Auditive	Entre 1 et 2
4	Auditive	Entre 4 et 5
5	Visuelle et Auditive	Entre 2 et 3

TABLEAU 4

Le score visé était déterminé par l'expert pilote en introduisant volontairement différentes erreurs (mineures et/ou majeures) selon le cas. On trouvera en annexe 4 les diagrammes en bâtonnets sur les différents paramètres de l'exercice #1. Le tableau suivant fait la synthèse de l'ensemble des exercices sur l'approche et l'atterrissage, l'évaluation globale sur une échelle de 1 à 5.

RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION

Résultats globaux		0	1	2	3	4	5	Moyenne	Écart type	Score visé	Écart
E	1	7,1	0	17,9	37,5	25	0	3,23	0,76	entre 0-1	2,0 à 3,0
x	2	0	6,2	12,5	12,5	37,5	31,3	3,75	1,20	entre 2-3	1,0 à 2,0
r	3	0	12,5	33,3	44,6	9,6	0	2,51	0,69	entre 1-2	0,5 à 1,5
i	4	0	0	0	12,5	46,7	40,8	4,28	0,67	entre 4-5	0 à 1,0
e	5	0	10,5	34,2	39,5	15,8	0	2,61	0,87	entre 2-3	0 à 0,5

TABLEAU 5

En ce qui concerne le paramètre 1 "**Résultats de l'évaluation**", on constate que plus l'exercice impliquait de modes de perception, plus il était difficile à évaluer et plus les écarts entre les résultats étaient importants. Les exercices #1 et #2 impliquant les modes de perception visuel, auditif et kinesthésique (VAK) présentent par exemple des écarts importants par rapport au score visé.

Les écarts constatés proviennent de diverses sources: adéquation entre l'exercice vidéo et le vol réel, limitation des informations du tableau de bord, l'absence de mouvements réels, etc. Cependant, tous ces facteurs touchant la qualité de l'instrument de mesure ne peuvent justifier à eux seuls l'importance des écarts observés. La variabilité dans l'évaluation des apprentissages ne peut être ignorée. On constate également que les écarts diminuent fortement pour les exercices qui n'impliquent pas le mouvement (statique) et comportant une description détaillée du contexte.

Évaluation de nature conceptuelle et contextuelle (paramètres 2, 3 et 4)

Nous avons regroupé l'ensemble des erreurs de l'exercice d'approche et d'atterrissage en six grandes catégories.

- 1- Position à côté de l'axe de piste (\geq 50 pieds)
- 2- Position à côté de l'axe de piste ($<$ 50 pieds)
- 3- Vitesse d'approche (+ 5 noeuds)
- 4- L'arrondi, le contrôle et la pente
- 5- Communication
- 6- Contrôle de l'avion en: tangage, roulis, lacet

La majorité de ces catégories apparaissent dans les exercices, même si le dernier exercice axait sur une catégorie particulière d'erreurs. De plus, on constate que la perception d'erreurs mineures et majeures variait d'un instructeur à l'autre.

Stratégies d'intervention proposées (paramètre 5)

Dans le cadre de l'étude empirique, on demandait aux participants de se prononcer sur les corrections à apporter face aux erreurs observées. On distingue deux grandes classes de stratégies d'intervention: les stratégies non-dirigées, consistant à proposer des exercices additionnels de vol réel réalisés en solo et les stratégies dirigées, consistant à donner un support pédagogique à l'élève-pilote. On identifie quatre catégories de stratégies dirigées:

- 1- l'assistance verbale donnée en vol
- 2- les démonstrations et explications données en vol
- 3- les explications données au sol
- 4- les informations sur le balayage visuel (indiquant l'endroit où le pilote doit regarder en exécutant l'exercice)

Des mesures similaires ont également été faites à partir des exercices de vol rectiligne en palier. Le taux de variation des évaluations a été cependant beaucoup moins élevé. On explique ce fait par le faible degré d'importance des trois modes perceptuelles de communication (visuel, auditif et kinesthésique) et l'urgence de la situation de vol.

L'instrument de mesure cherchait également à connaître différents facteurs qui influencent la façon d'évaluer. Parmi ceux-ci, nous avons identifié les plus importants: le niveau d'expérience de l'élève-pilote et le contexte d'évaluation (formative, sommative, pré-test, etc.). On a également constaté une divergence dans les critères d'évaluation par le biais de l'utilisation de diverses grilles: Transport Canada, CQFA et personnelle.

Les résultats maintenant obtenus révèlent différents paramètres contextuels et perceptuels. Nous avons vérifié si la source de l'influence des modes de communication provenait essentiellement de l'évaluateur ou de l'objet lui-même évalué. À cette fin, nous avons administré un test de classification PNL pour savoir si l'évaluateur en général privilégiait un mode de communication plutôt qu'un autre.

Le tableau 6 présente les résultats obtenus par l'ensemble du personnel enseignant qui ont participé à l'étude empirique. On constate une distribution quasi uniforme dans les trois modes de perception. L'influence des trois modes réside, par conséquent, principalement dans l'objet à évaluer. Une question intéressante peut être soulevée: *dans le domaine du pilotage, les modes de perception sont-ils présents avec un même degré d'importance chez les pilotes?*

RÉSULTATS DU TEST DE PNL

	VISUEL	AUDITIF	KINES- THESIQUE
MODE :	%	%	%
	35	31	34
	35	30	35
	38	32	30
	35	31	34
	36,5	28	35,5
	37	28	35
	35	35	30
	36	32	32
	34	26	40
	37	32	31
	36	31	33
	36	27	37
	32	33,5	34,5
	31	37	32
	38,3	29,4	32,3
	35	34	31
	36	30	34
	37,5	29,5	33
	39	30	31
	35	30	35
	38	31	31
Moyenne	35,82	30,83	33,35
Ecart-type	1,96	2,62	2,47

TABLEAU 6

Globalement, les résultats confirment une forte variabilité de l'évaluation due à la nature même du domaine où la transmission des connaissances est de type un à un avec un instructeur. La figure 6 résume parfaitement les différentes influences sur l'évaluation. Un besoin de standardisation est motivé par cette variabilité dans l'évaluation des apprentissages. On peut viser cet objectif de standardisation par le développement de différents outils pédagogiques informatisés ou non tels une étude descriptive des heuristiques liées à l'approche et l'atterrissage, un support visuel à l'exercice d'approche et d'atterrissage et un système expert. La réalisation de ces instruments nécessite par le fait même une modélisation détaillée des connaissances impliquées.

Variabilité de l'évaluation (Evaluation variance)/Standardisation

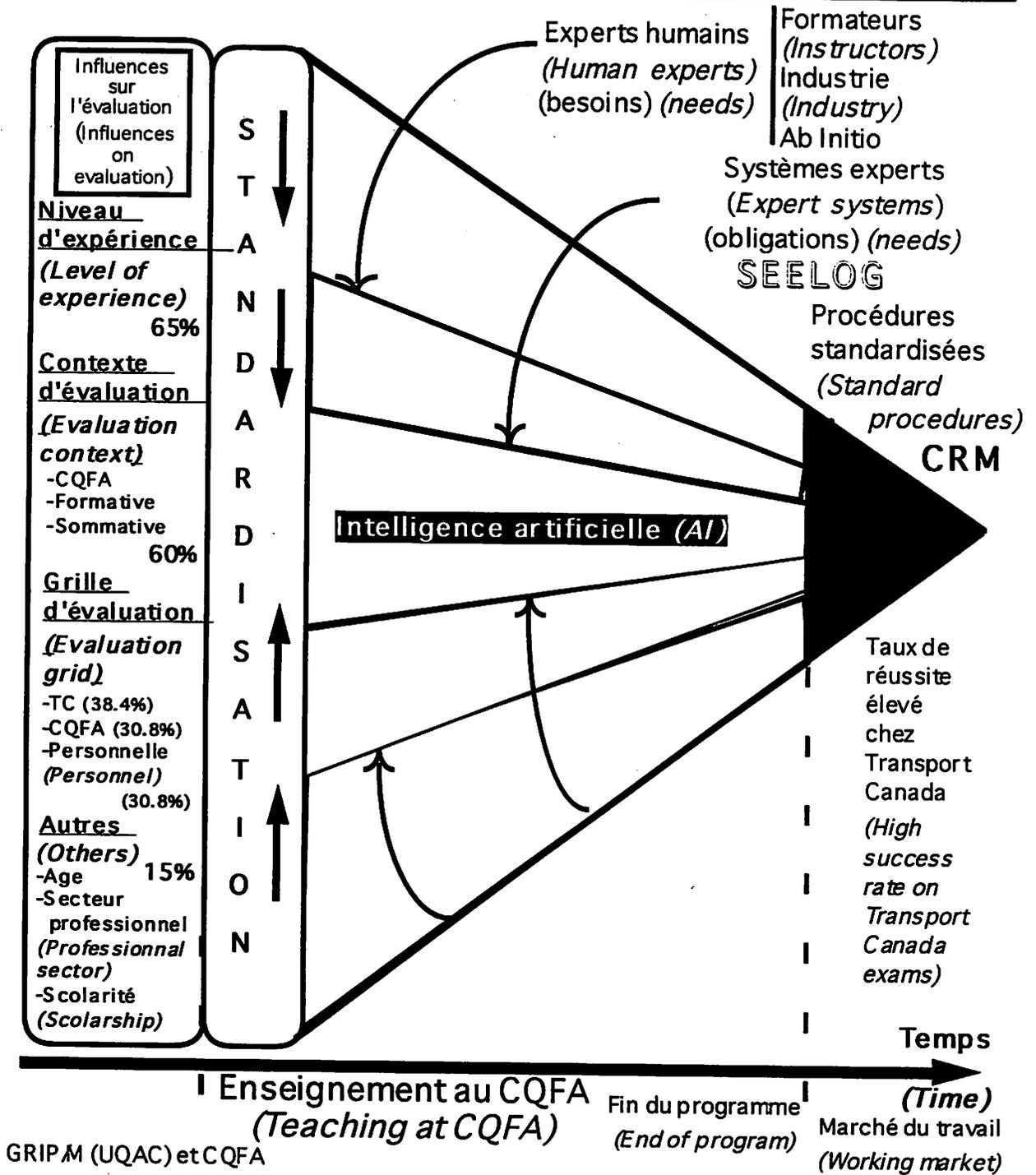


FIGURE 6

CHAPITRE VIII

LA REPRÉSENTATION ET LA CONCENTRATION FINALE DES CONNAISSANCES

L'objectif majeur de l'étude empirique visait essentiellement à identifier les concepts majeurs du domaine, à obtenir une liste des principaux critères d'évaluation et à préciser les stratégies d'intervention. Ces connaissances comportent plusieurs dimensions, certaines sont temporelles et touchent les faits, le temps, les liens et l'action avec différents degrés de priorisation. La suite du présent projet consistait à discriminer et à valider les concepts avec l'ensemble des experts. Pour terminer, la phase de représentation et de concentration des connaissances, il fallait constituer la nomenclature et identifier les îlots conceptuels (regroupement en famille de concepts). On doit également établir la chronologie des concepts de nature temporelle (temps) et déterminer les liens entre eux (inférence et action). Enfin, l'importance relative des différents concepts qui interviennent dans l'exécution de l'exercice d'approche et d'atterrissage doit être déterminée. Les différents segments de l'approche et de l'atterrissage préalablement identifiés ont permis d'encadrer cette phase de représentation et de concentration des connaissances.

Pour ce faire, nous avons procédé par des activités de modélisation de nature collective et individuelle. L'activité de modélisation des connaissances s'est réalisée à l'aide d'un jeu de cartons et d'un instrument "Analyse des paramètres d'évaluation: exercice d'approche et d'atterrissage", préparé à l'intention de chacun des participants (Tremblay, Savoie, juin 1995). Il s'agit ici d'une méthode particulière parmi toute une gamme de possibilités en intelligence artificielle. Nous avons privilégié cette méthode d'acquisition des connaissances auprès des experts, parce qu'elle nous semblait la plus appropriée pour réaliser l'acquisition des connaissances en groupe.

8.1 Activité de modélisation collective: regroupement des concepts en famille

La première partie de cette activité de modélisation collective fut réalisée par un processus de concertation en sous-groupes. La seconde partie prévoyait la présentation des conclusions de chacun des sous-groupes par un processus de synthèse en grand groupe.

Processus de concertation en sous-groupes

Cette activité avait pour objectif de modéliser collectivement l'exercice d'approche et d'atterrissage. Elle visait entre autres à analyser et regrouper en famille (îlots conceptuels) la liste des concepts proposés et de les ordonner par degré d'importance. Pour ce faire, nous avons utilisé une liste de concepts sur l'exercice d'approche et d'atterrissage (Tableau 7), obtenue par un processus de concertation auprès de l'ensemble des intervenants lors de l'étude empirique.

LISTE DES PRINCIPAUX CONCEPTS RÉPERTORIÉS

Vitesse	Hauteur de l'arrondi	Contrôle de la pente
Alignement	Plan d'approche	Anticiper virage en final
Compensation	Axe de piste	Évaluation de la distance
Sécurité	Pente de descente	Pente stabilisée
Taux de descente	Direction	Garder la bille centrée
Vitesse d'approche	Performance	Puissance constante
Bonne pente	Arrondi	Assiette vs puissance
Cabrage	Contrôle de la puissance	Visualisation de la pente
Confort	Puissance	Assiette vs horizon
Assiette en tangage	Volets	Puissance (RPM)
Tenue de l'axe	Préparation approche	Poser des roues (toucher)
Maintien de l'axe	Jugement	Contrôle directionnel
Pente constante	Prise de décision	Décrochage
Assiette	Coordination de la bille	Détendu, pas de stress
Assiette cabrée	Rythme d'exécution	Polygone de piste
Références visuelles	Pente d'approche	Piloter en souplesse
Pente	Point de visée	Approche stabilisée
Assiette piquée=sécurité	Avertisseur de décrochage	Assiette contrôle vitesse
Visualisation de la perspective d'approche	Confirmation d'assiettes par les instruments	Contrôle de la vitesse d'approche par l'assiette
Balayage extérieur > intérieur	Pente imaginaire jusqu'à la piste	À l'arrondi: regarder le bout de la piste
Position ergonomique des yeux	Éviter les mouvements de lacet	La puissance contrôle l'altitude
	L'horizon confondu avec l'extrémité de la piste	

TABLEAU 7

Parmi les 64 concepts de cette liste, certains présentent des similitudes et sont plus ou

moins pertinents pour évaluer l'exercice d'approche et d'atterrissage. Plusieurs concepts de ce type gagneraient à être identifiés par un seul. Les membres de l'équipe de recherche après avoir expliqué la démarche à suivre pour le regroupement des concepts en famille, ont formé les équipes. Les instructeurs ont été divisés en quatre équipes hétérogènes (les bleus, les jaunes, les mauves et les beiges), chacune composée d'au moins un instructeur par département (brousse, ligne, hélicoptère, administration). Un inspecteur certifié ou ayant déjà été certifié par Transport Canada se retrouvait dans chacune d'elles. Chaque équipe procédait à l'analyse et au regroupement des principaux éléments conceptuels de l'exercice d'approche et d'atterrissage. Un porte-parole par équipe était désigné pour chacune d'entre elles. Il devait transmettre les résultats à la session de synthèse.

L'équipe a construit un jeu de cartons à la couleur de chacune des équipes. Sur chacun on inscrivait un des 64 concepts retenus. L'analyse et le regroupement des concepts ont été facilités par l'utilisation de ce jeu de cartons. Le travail des équipes consistait à éliminer les concepts en trop, à prioriser les concepts par degré d'importance pour ensuite les regrouper en îlots de concepts. Ces îlots permettaient de dégager les liens conceptuels entre eux.

Processus de synthèse en grand groupe

Une fois le travail des équipes terminé, chaque porte-parole proposait un nom (méta-concept) qui potentiellement regroupait une famille de concepts (îlots). Il remettait à l'équipe de recherche le jeu de cartons ordonnés par famille et correspondant à la priorisation des concepts.

L'exercice de concentration en groupe a dégagé un critère de classification de nature chronologique des îlots conceptuels. Ce résultat a permis de valider la nécessité de segmenter l'exercice d'approche et d'atterrissage. Cette segmentation correspondait à celle proposée initialement par l'expert-pilote.

Une compilation des îlots conceptuels de chaque équipe a été faite par l'équipe de recherche (Tableau 8). Ces îlots conceptuels constituent le point de départ pour le regroupement final des îlots de concepts qui seront validés collectivement par l'ensemble.

**CLASSIFICATION GÉNÉRALE DES CONCEPTS EN FAMILLE
PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE DES ÉVÉNEMENTS**

ÉQUIPE DES BLEUS	Plan d'approche	Visualisa- tion de la perspective d'approche	Visualisa- tion de la pente	Contrôle de la pente	Tenue de l'axe	Arrondi 1	Poser des roues (toucher)	Coordina- tion (Dans toutes les phases)	Qualités concep- tuelles
ÉQUIPE DES JAUNES	Planifica- tion d'approche			Pente	Axe	Arrondi 2	Atterris- sage		Sécurité ou Qualités concep- tuelles
ÉQUIPE DES MAUVES		Contrôle de la vitesse		Contrôle de la pente	Contrôle de la trajectoire		Atterris- sage		Qualités concep- tuelles
ÉQUIPE DES BEIGES	Approche	Vitesse		Pente d'approche	Alignement	Puissance			Qualités concep- tuelles
	Atterris- sage				Contrôle direction- nel	Arrondi		Performan- ce	

TABLEAU 8

8.2 Activité de modélisation individuelle: analyse des paramètres d'évaluation

Par la suite, selon la volonté exprimée par la majorité des instructeurs, le groupe de recherche s'est affairé à la production d'un document de travail individuel sur l'analyse des paramètres d'évaluation de l'exercice d'approche et d'atterrissage (Annexe 5). La première partie du document donnait un résumé des classifications des concepts en famille proposés par chacune des équipes. Dans un deuxième temps, l'équipe de recherche suggérait un regroupement des familles de concepts. La deuxième partie présentait des activités de modélisation individuelle, conçues par l'équipe de recherche à partir du résumé et offrant à chaque expert l'occasion d'apporter une contribution additionnelle à la modélisation. On trouvait également un exemple détaillé de la démarche à suivre pour répondre à chacune des activités.

8.2.1 Première partie

Résumé de la classification des concepts en famille

Le tableau 8, organisé selon l'ordre chronologique suggéré, résume en tous points les grandes familles répertoriées par chacune des équipes. La réflexion de chacune des équipes a également été reproduite, en annexe du document de travail individuel (Annexe 5), sous forme de tableau à la couleur des équipes (Tableau 9).

Regroupement des familles de concepts

Le résumé de la classification des concepts en famille constitue le point de départ de la proposition de regroupement des familles de concepts tel que suggéré par l'équipe de recherche. Ce regroupement est basé sur les similitudes et sur les différences observées à partir des différents tableaux (Tableau 9). Le regroupement suggéré s'est fait en respectant la démarche suivante:

- respecter l'ordre chronologique
- numéroter les familles de concepts identiques (ex: arrondi 1, arrondi 2, arrondi 3)
- regrouper les familles par analogie selon leur lien de parenté
- discriminer chacune des familles d'un motif et d'un ton de gris différents
- identifier spécifiquement chacune des familles de façon différente

Le tableau 10 montre l'aboutissement de cette réflexion. Six grands regroupements de famille de concepts furent retenus, chacun conduisant à la conception d'une activité individuelle de modélisation.

REGROUPEMENT DES CONCEPTS DES ÉQUIPES

FAMILLE DES BLEUS				FAMILLE DES BEIGES			
Plan d'approche Plan d'approche Anticiper le virage en final Préparation de l'approche Polygone de piste Evaluation de la distance	Visualisation de la perspective d'approche Visualisation de la perspective d'approche Références visuelles Assiette versus horizon Point de visée Assiette piquée=sécurité	Visualisation de la pente Visualisation de la pente Pente Pente imaginaire jusqu'à la piste Pente d'approche Pente de descente	Contrôle de la pente Contrôle de la pente Pente constante Bonne pente Pente stabilisée Approche stabilisée Contrôle vitesse d'approche par l'assiette L'assiette contrôle la vitesse Puissance Volets La puissance contrôle l'altitude Compensation Puissance constante Assiette en tangage Assiette Puissance (RPM) Vitesse d'approche Contrôle de la puissance Taux de descente Vitesse Confirmation des assiettes par les instruments Assiette vs puissance	APPROCHE Vitesse Éviter les mouvements lacet Contrôle de la vitesse d'approche par l'assiette L'assiette contrôle la vitesse Confirmation des assiettes par les instruments Vitesse Vitesse d'approche Assiette	Pente d'approche Approche stabilisée Compensation Puissance (RPM) Assiette piquée=sécurité Pente d'approche Pente de descente Pente constante Préparation de l'approche Visualisation de la pente Bonne pente Plan d'approche Assiette vs puissance Pente Volets Contrôle de la pente Références visuelles Pente imaginaire jusqu'à la piste Evaluation de la distance Pente stabilisée Point de visée Taux de descente Contrôle de la puissance Visualisation de la perspective d'approche	Alignement Polygone de piste Anticiper le virage en final Garder la bille centrée Tenue de l'axe Direction Maintien de l'axe Axe de piste Alignement Coordination de la bille Contrôle directionnel	Puissance Puissance contrôle l'altitude Puissance Puissance constante Avertisseur de décrochage
Tenue de l'axe Arrondi Contrôle directionnel Direction Éviter les mouvements de lacet Maintien de l'axe Coordination de la bille Alignement Axe de piste Garder la bille centrée Note: Coordination dans toutes les phases	Arrondi Cabrage Assiette cabrée A l'arrondi: Regarder bout de piste Position ergonomique des yeux Hauteur de l'arrondi L'horizon se confond avec l'extrémité de la piste	Poser des roues (Toucher,...) Poser des roues (Toucher,...) Avertisseur de décrochage Décrochage	Qualités conceptuelles Balayage extérieur>intérieur Prise de décision Détendu, pas stressé Jugement Piloter en souplesse Sécurité Performance Rythme d'exécution Confort	ATERRISSAGE Contrôle directionnel Correction de la dérive Mouvements de lacet	Arrondi Hauteur de l'arrondi Cabrage Rythme d'exécution Balayage extérieur>intérieur Décrochage Position ergonomique des yeux A l'arrondi: Regarder le bout de piste Poser des roues (Toucher,...) L'horizon se confond avec l'extrémité de la piste Assiette en tangage Assiette versus horizon Assiette cabrée	Performance Performance Note: Division: Approche & atterrissage Classement selon la logique	Qualités conceptuelles Détendu, pas stressé Prise de décision Sécurité Confort Jugement Piloter en souplesse
FAMILLES DES JAUNES				FAMILLE DES MAUVES			
Planification d'approche 1-Point de visée 2-Evaluation de la distance 3-Plan d'approche (-Visualisation de la perspective d'approche, -Pente imaginaire jusqu'à la piste)	Pente 1-Vitesse (Compensation, avertisseur de décrochage) 2-Taux de descente (cabrage) 3-Assiette versus horizon 4-Contrôle de la puissance 5-Volets 6-Balayage extérieur>intérieur 7-Références visuelles (court, polygone de piste) Résultats Pente stabilisée ou constante Sécurité (Qualités conceptuelles)	Axe 1-Alignement 2-Direction (Garder la bille centrée) 3-Références visuelles Résultats Tenue de l'axe Concepts non retenus	Arrondi Contrôle de la puissance A l'arrondi: Regarder le bout de piste L'horizon se confond avec l'extrémité de la piste Éviter les mouvements de lacet Décrochage Assiette, assiette cabrée Axe de piste Hauteur Limite=Avertisseur décrochage	Contrôle de la vitesse Vitesse Assiette vs puissance Contrôle la vitesse d'approche par l'assiette L'assiette contrôle la vitesse Vitesse d'approche Compensation	Contrôle de la trajectoire Axe de piste Tenue de l'axe Maintien de l'axe Alignement Anticiper le virage en final Contrôle directionnel Direction Coordination de la bille Éviter les mouvements de lacet Anticiper la dérive	Contrôle de la pente Pente constante Visualisation de la pente Taux de descente Assiette Assiette piquée=sécurité Assiette en tangage Contrôle de la puissance Assiette versus horizon Visualisation de la perspective d'approche Confirmation des assiettes par les instruments	Contrôle de la pente Puissance (RPM) Pente stabilisée Puissance constante Puissance Puissance contrôle altitude Volets (Utilisation) Pente d'approche Pente de descente Bonne pente Pente
Atterrissage Poser des roues(Toucher,...) Maintien de l'axe Décrochage Assiette	Bonne pente Choix de vitesse Confort (Piloter en souplesse) Jugement (Prise de décision) Détendu (Sécurité) Détendu pas de stress Coordination	Anticiper le virage en final Approche stabilisée L'assiette contrôle la vitesse Puissance constante Assiette vs puissance Puissance (RPM) Contrôle directionnel Assiette en tangage Pente de descente Contrôle de la vitesse d'approche par l'assiette Confirmation des assiettes par les instruments	Visualisation de la pente Préparation de l'approche Contrôle de la pente Pente d'approche Position ergonomique des yeux La puissance contrôle l'altitude Performance Rythme d'exécution Assiette piquée=sécurité	Point de visée Hauteur de l'arrondi A l'arrondi: Regarder le bout de Cabrage Avertisseur de décrochage Décrochage Arrondi Poser des roues (Toucher,...)	Qualité conceptuelles Prise de décision Jugement Rythme d'exécution Performance Détendu, pas stressé Approche stabilisée Sécurité Confort Piloter en souplesse Balayage extérieur>intérieur Garder la bille centrée	Concepts non retenus Assiette cabrée Plan d'approche Préparation de l'approche Polygone de piste Pente imaginaire jusqu'à la piste Evaluation de la distance Références visuelles Position ergonomique des yeux L'horizon se confond avec l'extrémité de piste	Concepts non retenus Assiette cabrée Plan d'approche Préparation de l'approche Polygone de piste Pente imaginaire jusqu'à la piste Evaluation de la distance Références visuelles Position ergonomique des yeux L'horizon se confond avec l'extrémité de piste
Note: Par ordre d'importance et de chronologie							

TABLEAU 9

8.2.2 Deuxième partie

Activités individuelles de modélisation

Chacune des six activités individuelles de modélisation était présentée sous forme de bulles entrelacées, présentant des intersections composées de concepts partagés par différents îlots. L'objectif de chaque activité consistait, dans un premier temps, à ajouter ou éliminer des concepts et dans un deuxième temps à séparer les bulles en éliminant les intersections, conduisant ainsi à une représentation d'îlots mieux structurés.

Cette démarche d'un haut niveau de complexité était facilitée par la présentation d'un exemple de résolution montrant les différents mouvements potentiels des concepts. On trouvera cet exemple en annexe dans le document "Analyse des paramètres d'évaluation: exercice d'approche et d'atterrissage" (Annexe 5).

Cependant, certaines contraintes du calendrier scolaire, couplées à des difficultés d'analyse n'ont permis de récolter, de la part des experts, qu'une partie des résultats escomptés. Ce constat a forcé l'équipe à insérer une nouvelle étape dans le calendrier de la présente recherche, soit des exercices dirigés.

Deux types de résolution de problèmes ont été organisés: une rencontre en sous-groupes et des séances de travail individuel. On a ainsi suggéré aux experts une méthodologie d'analyse conceptuelle des différentes activités de modélisation.

REGROUPEMENT PROPOSÉ DES CONCEPTS EN FAMILLE

Regroupement des familles de concepts	Famille de concepts	Identification proposée
1	<ul style="list-style-type: none"> - Plan d'approche - Planification d'approche - Visualisation de la perspective d'approche 	Approche
2	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle de la vitesse - Vitesse 	Vitesse
3	<ul style="list-style-type: none"> - Visualisation de la pente - Contrôle de la pente (1) - Pente - Contrôle de la pente (2) - Pente d'approche - Puissance 	Pente
4	<ul style="list-style-type: none"> - Tenue de l'axe - Axe - Contrôle de la trajectoire - Alignement - Contrôle directionnel 	Axe
5	<ul style="list-style-type: none"> - Arrondi (1) - Arrondi (2) - Arrondi (3) - Poser des roues (toucher) - Atterrissage (1) - Atterrissage (2) 	Arrondi & Atterrissage
6	<ul style="list-style-type: none"> - Coordination - Performance - Qualités conceptuelles (1) - Sécurité ou qualités conceptuelles (2) - Qualités conceptuelles (3) - Qualités conceptuelles (4) 	Qualités conceptuelles

TABLEAU 10

8.3 Analyse des activités #1 et #2: rencontre en sous-groupes

La première rencontre en sous-groupes eut lieu avec l'ensemble du personnel enseignant du CQFA. L'analyse conceptuelle des activités de modélisation a débuté avec les activités #1 et #2 (Annexe 5, pages 10 et 12).

Déroulement de la rencontre

L'analyse des paramètres d'évaluation décrite au chapitre 8.2 a été présentée aux différents experts. Les participants ont été divisés en quatre sous-groupes hétérogènes où chaque groupe désignait un secrétaire. Le code d'éthique fut respecté: le respect de l'intégrité, la liberté d'expression, la dépersonnalisation des résultats et les conclusions fondées sur le principe de la démocratie.

Un exemple de résolution de l'activité #1 portant sur "L'approche" a été présentée, illustrant la méthodologie d'analyse des concepts et le processus d'isolement de ceux-ci en famille. À partir de cet exemple, chaque équipe a procédé à l'analyse de l'activité #1 et l'activité #2 portant cette fois sur la "Vitesse". Pour faciliter le travail, une représentation visuelle (sur une feuille de dimension 11" X 17") des deux activités a été distribuée à chacune des équipes où les différents éléments à considérer étaient clairement représentés. Le secrétaire prenait note des résultats et les transcrivait sur leur document d'analyse des activités. On disposait d'une période d'environ 45 minutes pour compléter l'activité #1 sur "L'approche" et de 30 minutes pour compléter l'activité #2 sur la "Vitesse". Chaque secrétaire remettait, à l'équipe, les résultats et les différents commentaires.

Cette façon de procéder a permis aux membres du personnel enseignant de comprendre tous les principes de base rattachés aux activités de modélisation individuelles.

8.4 Analyse des activités #3 à #6: travail individuel

Une fois le principe de modélisation acquis, on pouvait passer au second type d'analyse conceptuelle, réalisé cette fois, sous forme de travail individuel. On a donc créé un calendrier d'étapes d'analyse (Tableau 11). Ce calendrier présente quatre autres activités d'analyse (Activité #3-Pente, Activité #4-Axe de piste, Activité #5-Arrondi & Atterrissage, Activité #6-Qualités conceptuelles). Une activité par période de deux

semaines était prévue pour chacune d'elles. Le temps estimé pour la résolution de chacune était d'environ 20 minutes. L'objectif de ce travail individuel était l'élaboration de la liste des paramètres d'évaluation et la création d'une grille d'évaluation commune, un résultat souhaité par tous les intervenants.

HORAIRE DES ACTIVITÉS INDIVIDUELLES

Activité	Description	Remise de l'activité
#3	Pente	30 août 1995
#4	Axe de piste	8 septembre 1995
#5	Arrondi & atterrissage	20 septembre 1995
#6	Qualités conceptuelles	29 septembre 1995

TABLEAU 11

L'activité #3 sur la "Pente", remise à chacun des participants, devait être complétée dans les quinze prochains jours. L'équipe s'engageait, pour sa part, à remettre la synthèse des résultats des activités #1 et #2 pour cette même date.

À partir des documents, l'équipe a regroupé les concepts similaires en famille (îlot conceptuels) aboutissant à la synthèse des deux premières activités. Une copie des conclusions et les documents d'analyse relatifs à l'activité #4 "Axe de piste" ont été déposés dans le casier de chacun des instructeurs. Le document synthèse comprenait: une compilation de l'analyse de chacun des sous-groupes, un regroupement des concepts en famille, une synthèse ainsi qu'un schéma montrant l'état d'avancement des différentes activités. Le contenu de ce compte rendu pouvait, par la suite, être remis en question par chacun des participants, ce qui amorça le processus de validation des acquis cognitifs.

Le calendrier des activités fut suivi par la plupart des experts. L'équipe recueillait les résultats, déposait les documents afférents à l'activité projetée et le compte rendu de l'activité précédente. Certains experts ont préféré compléter toutes les activités contenues dans le document d'analyse. Un des participant a remis un schéma complet des concepts associés à l'exercice d'approche et d'atterrissage en vol à vue. Il proposa également une version personnelle,

en liant l'exercice d'approche et d'atterrissage (exécuté en vol à vue VFR) à celui du vol rectiligne en palier (exécuté en vol aux instruments IFR).

CHAPITRE VIX

LA VALIDATION DES CONNAISSANCES FACTUELLES ET TEMPORELLES

La représentation et la concentration des connaissances de nature factuelle étant terminée, une autre étape importante du processus d'acquisition des heuristiques s'impose, soit d'une part la validation des connaissances acquises et d'autre part leur organisation chronologique dans l'exécution de l'exercice d'approche et d'atterrissage (connaissances temporelles). Cette phase de validation est cruciale, car le niveau d'utilisation de la base de connaissances repose essentiellement sur l'adéquation entre le modèle des connaissances proposé par les experts et la réalité. Dans le cadre de cette recherche, nous avons fait deux types de validation. Une première auprès de l'ensemble des experts et une seconde avec l'expert-pilote Paul Savoie. Ces deux validations ont permis de confirmer et de compléter le modèle des connaissances élaboré pour l'exercice d'approche et d'atterrissage en vol à vue.

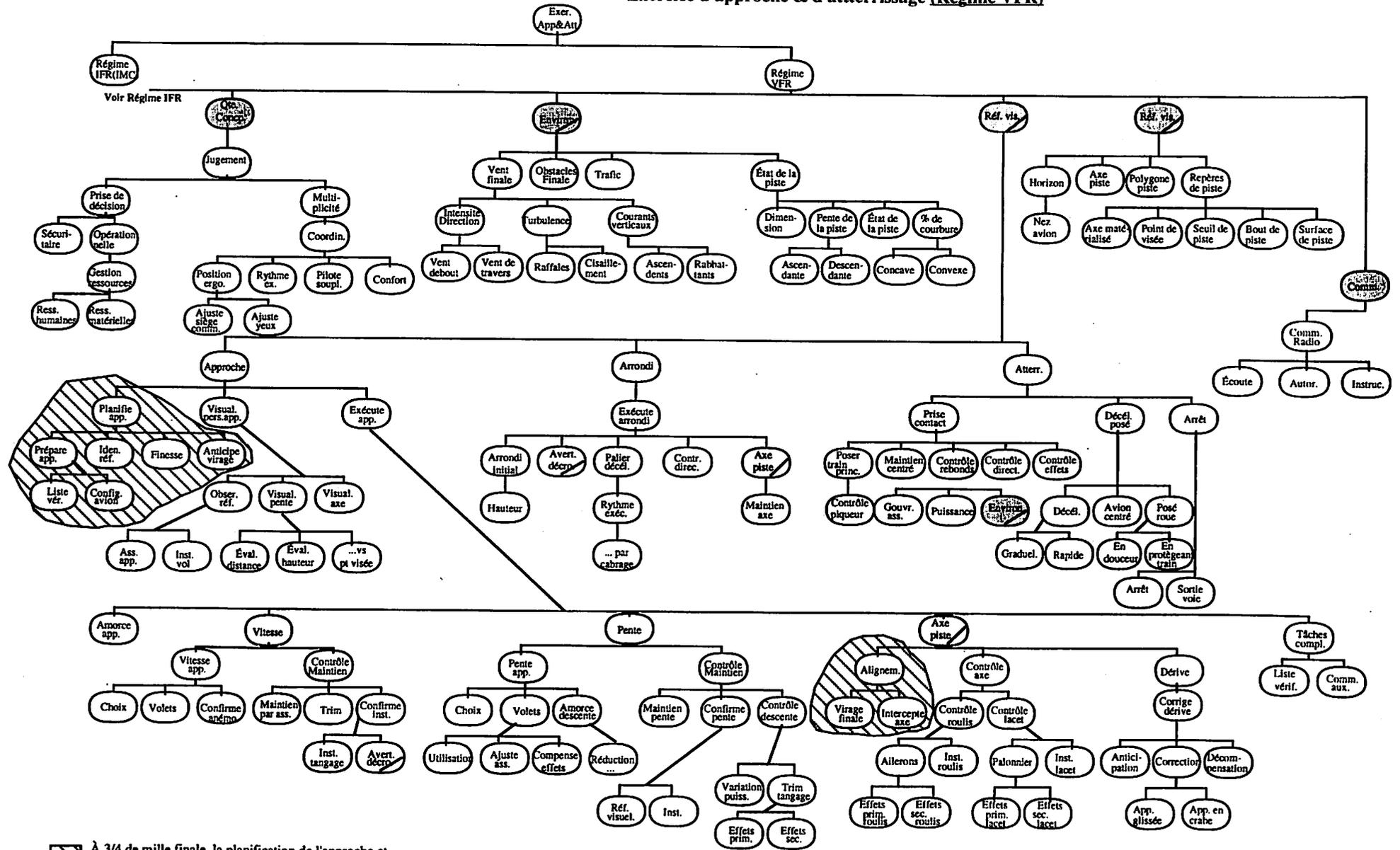
9.1 Présentation du modèle des connaissances

Dans un premier temps, l'équipe organisa un dîner conférence où le modèle des connaissances essentiellement de nature factuelle fut présenté au personnel du CQFA. Les différentes étapes d'élaboration du modèle ont été rappelées. Des échanges ont eu lieu avec la dizaine de professeurs présents à ce dîner. Un schéma global du modèle des connaissances sur l'exercice d'approche et d'atterrissage (Tableau 12), synthétisant les résultats recueillis lors des activités de modélisation individuelle et de groupe, a été dévoilé. Une copie de grand format a été exposée sur le mur de la salle de conférence. Chaque instructeur pouvait constater visuellement l'intégration de sa contribution personnelle dans le modèle.

PROPOSITION GLOBALE DE LA MODÉLISATION DES CONNAISSANCES

Schéma d'analyse conceptuelle

Exercice d'approche & d'atterrissage (Régime VFR)



À 3/4 de mille finale, la planification de l'approche et l'alignement sont déjà effectués.

TABLEAU 12

9.1.1 Validation auprès de l'ensemble des experts

Le processus de consolidation des acquis cognitifs a été amorcé à cette première conférence. Un document "Proposition synthèse de l'équipe de recherche" (Annexe 6) fut distribué. On trouve dans ce document les principes directeurs d'ordre général et spécifique à chacun des îlots conceptuels. Les îlots retenus composant l'exercice d'approche et d'atterrissage sont: l'approche, la vitesse, la pente, l'axe de piste, l'arrondi et l'atterrissage. Une description détaillée était présentée en respectant les liens entre eux. Des îlots complémentaires touchant les qualités conceptuelles, le jugement, la coordination, les références visuelles, les communications et l'environnement ont été ajoutés. L'ensemble des îlots se retrouvait visuellement dans le schéma annexé au document. On invitait fortement chaque participant à apporter commentaires, suggestions et recommandations sur des feuilles préparées à cette fin. Dans un processus d'acquisition des connaissances, cette étape de validation est déterminante et très importante, car elle permet la consolidation des acquis cognitifs auprès de l'ensemble des experts.

Un mois était alloué pour la réception d'un feed-back. En réaction, plusieurs participants ont manifesté le besoin de rencontrer le plus tôt possible l'équipe de recherche afin de peaufiner davantage le modèle. Des rencontres individuelles ont eu lieu dans les jours qui suivirent. Ces rencontres de deuxième temps ont été très riches. Elles confirmèrent la nature profonde des connaissances déjà acquises et leur organisation temporelle. Chacun arrimait sa propre conception de l'apprentissage de l'exercice d'approche et d'atterrissage en vol à vue au modèle projeté. Plusieurs commentaires et suggestions vinrent alimenter le modèle. Entre autres, plusieurs commentaires portant sur des corrections de nomenclature et certains éléments visuels et temporels afférents à l'exercice d'approche et d'atterrissage ont émergé.

9.1.2 Validation et achèvement du modèle par l'expert pilote

La deuxième phase de consolidation des acquis cognitifs a été réalisée avec l'expert pilote Paul Savoie. Dix copies du schéma conceptuel (Tableau 12) furent utilisées, chacune correspondant à un segment temporel de l'exercice d'approche et d'atterrissage.

- A- Début de l'approche
- B- Mi-finale
- C- Fin de l'approche
- D- L'arrondi initial
- E- L'arrondi
- F- Le palier de décélération
- G- La prise de contact
- H- La pose de la roue avant
- I- La décélération
- J- L'arrêt de l'avion

Pour chacun des segments temporels, l'expert devait premièrement identifier les concepts présents, ce qui par le fait même les validaient et les organisaient séquentiellement. Dans un deuxième temps, il devait prioriser ces concepts selon leur ordre d'importance les uns par rapport aux autres, ce qui avait pour effet d'achever le modèle des connaissances.

Beaucoup de temps d'analyse fut consacré au traitement des connaissances factuelles et temporelles de la part de l'expert pilote. Au terme de cette analyse, une grille d'évaluation conceptuelle de l'importance des concepts à tout moment dans l'exercice émerga (Annexe 7). Cette grille constitue un des principaux résultats de cette recherche. Elle pourra éventuellement servir d'élément central pour la conception et la réalisation d'un système expert d'évaluation/diagnostic conforme au système existant SEELOG.

CONCLUSION

Les objectifs visés par cette recherche ont passablement été atteints. Sur une période de deux ans, nous avons mis en lumière la problématique de la variabilité dans les modes de transmission des connaissances et l'évaluation des apprentissages, dans un contexte de formation un à un, particulièrement incontournable dans le domaine du pilotage.

Nous avons également identifié les sources de différente nature causant ces variabilités: conceptuelles, contextuelles et techniques. Cette découverte a été obtenue par le biais de la mise en oeuvre d'une base de connaissances d'un exercice pivot qu'est l'approche et l'atterrissage. On dit même qu'on devient pilote à partir du moment où cet exercice est réussi. Sa réussite est mesurée par le respect des critères standardisés (internes et externes) touchant la sécurité et conformément à la loi reconnue des impératifs du domaine.

Nous avons utilisé, pour la modélisation des connaissances de ce domaine complexe, les techniques les plus modernes de l'intelligence artificielle, en les adaptant à un processus nouveau d'acquisition des connaissances avec un groupe d'experts d'un même domaine. Nos travaux se sont concrétisés par la mise en oeuvre d'une méthodologie dynamique d'acquisition, de modélisation, de représentation et de validation des connaissances, par boucles de rétroaction. Une conséquence immédiate fut la réingénierie des connaissances dans le milieu expérimental que constitue l'École de pilotage de St-Honoré.

Cette réingénierie a impliqué la mise à niveau d'une nomenclature commune et partagée, mieux adaptée aux besoins circonstanciels du domaine. Elle a eu pour effet d'épurer les connaissances passées, d'en insérer de nouvelles et de développer de nouveaux outils pédagogiques et techniques. La prolongation de ce processus de réingénierie pourra éventuellement amener le développement de nouveaux modes de formation, mieux adaptés aux contextes modernes de formation incontournable.

La réingénierie a mis en valeur l'importance du respect des standards internationaux en évolution touchant la sécurité, la communication interne et externe des équipages et la gestion de cabine.

Globalement, le projet de recherche a mis aussi en évidence la possibilité d'optimiser tout processus de formation, en particulier celui de la formation individuelle, comme celui du pilotage d'aéronefs.

Plus spécifiquement, le projet a démontré, par l'application de sa démarche méthodologique, qu'il était possible de concentrer les expertises variées d'un domaine de formation par des échanges réguliers entre les experts, tout en développant un intérêt de plus en plus marqué de leur part.

La réalisation d'une telle réingénierie des connaissances implique nécessairement une structure mieux adaptée aux besoins spécifiques et circonstanciels du moment, manifestés par le milieu de formation. Elle se traduit, par la force des choses, par la création d'outils pédagogiques plus souples et plus adéquats, dont la portée est tournée vers l'avenir et les besoins de formation futurs.

Un tel processus d'ingénierie des connaissances de la part de l'équipe avec un groupe d'experts force nécessairement la réingénierie individuelle et collective des experts eux-mêmes.

L'intérêt que suscite un tel processus amène, par effet d'entraînement, les intervenants à garder de façon permanente une préoccupation de mise à niveau de leurs connaissances et une communication continuelle entre eux.

VISIBILITE DU PROJET

Articles

La communauté collégiale a été continuellement informée du déroulement du projet, par une série d'articles publiés dans le journal "L'idéophile" du Collège de Chicoutimi. Le 14 novembre 1994, un premier article présentait le projet de recherche interinstitutionnel, la composition de l'équipe de recherche et mentionnait les différents organismes "subventionnaires". Un second article, paraissait le 24 avril 1995. Il résumait les activités de la première année du projet de recherche. On annonçait le début de l'étude empirique sur la variabilité du contexte de pilotage d'aéronefs et de l'heuristique des acteurs. L'équipe s'engageait à participer en mai 1995 à deux congrès scientifiques reconnus dans le milieu éducationnel: le congrès de l'Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS) et celui de l'Association pour la recherche au collégial (ARC). Le 20 novembre 1995, un troisième article confirmait la poursuite du projet de recherche pour une seconde année consécutive, dont l'objectif visait la validation des acquis cognitifs relativement à l'exercice d'approche et d'atterrissage.

Le journal de l'École de pilotage "La voltige" a également publié deux articles sur le sujet. Le premier texte publié le 15 mai 1995, portait sur la participation des étudiants au projet de recherche par leurs réponses au test de classification de la PNL. Ces données vérifiaient certaines hypothèses, à la base de l'enseignement du pilotage d'aéronefs. Le 11 septembre 1995, par le biais d'un second article, on invitait les étudiants concernés par l'apprentissage des approches et des atterrissages à se procurer le support visuel à l'apprentissage "Support visuel de l'exercice d'approche et d'atterrissage" afin de le commenter.

Ces diverses publications ont contribué à promouvoir la recherche au collégial et à soutenir le projet de collaboration de recherche scientifique, articulé en région, par des institutions d'enseignement locales.

Colloques

Au 63e congrès de l'ACFAS (Association canadienne française pour l'avancement des sciences) tenu à l'Université du Québec à Chicoutimi, le 24 mai 1995 sur le thème "Enseignement de l'informatique et ordinateur dans l'enseignement", le fruit des travaux de recherche fut présenté. L'exposé intitulé "Modèle d'évaluation adaptatif en pilotage d'aéronefs" faisait état de l'avancement des travaux.

Une allocution eu lieu également au 7e colloque de l'ARC (Association pour la recherche au collégial) tenu à Jonquière le 26 mai 1995, dans le cadre de l'atelier sur "Les stratégies d'enseignement" sur le thème "Science, technologie et communication - Au collégial, un monde branché". Plusieurs aspects furent abordés portant sur: l'historique du programme de collaboration de recherche interinstitutionnelle, l'importance de la simulation dans le monde du pilotage d'aéronefs, l'évaluation des apprentissages, le système d'évaluation/diagnostic SEELOG, le système expert d'évaluation projeté et les différentes retombées escomptées.

Ces articles ont contribué à accroître la visibilité du programme de collaboration de recherche supporté par le Collège de Chicoutimi (CQFA) et l'Université du Québec à Chicoutimi (GRIP/M).

Rencontres promotionnelles

Plusieurs partenaires potentiels des secteurs privé, industriel, commercial et éducationnel furent rencontrés, afin de promouvoir le développement du programme de recherche. L'objectif de ces échanges visait à valider la pertinence et l'intérêt du projet de recherche dans le milieu et d'instaurer une activité scientifique axée sur le transfert et l'application des résultats issus du projet.

Activités spécifiques à la promotion du projet

Plusieurs intervenants rencontrés (voir liste ci-jointe) ont manifesté un intérêt marqué face à cette collaboration de recherche interinstitutionnelle et au potentiel technologique et scientifique innovateur du projet.

Ces rencontres visaient à susciter l'intérêt du milieu à contribuer potentiellement au financement du programme de recherche interinstitutionnel.

Liste des rencontres promotionnelles.

Hautes instances universitaires: Présentation du programme de collaboration de recherche aux hautes instances de l'Université du Québec à Chicoutimi et de l'Université McGill, Chicoutimi, mars 1995.

Fondation Roméo Vachon: Présentation du programme de collaboration de recherche aux membres de la Fondation Roméo Vachon sous la présidence de Monsieur Pierre Lortie, St-Honoré, mars 1995.

Comité conseil du CQFA: Rencontre de promotion du projet de recherche avec le comité conseil du CQFA sous la présidence de Monsieur André Pedneault, St-Honoré, avril 1995.

FAMIC INC: Rencontre de promotion du projet de recherche avec Monsieur José Cabanas, responsable du développement de logiciels multimédias de formation, Chicoutimi, avril 1995.

Air Alliance & Flight Safety: Présentation du programme de collaboration de recherche à Monsieur Louis Lortie d'Air Alliance et Monsieur John Pollack de Flight Safety, St-Honoré, octobre 1995.

FUQAC: Visite de la Fondation de l'Université du Québec à Chicoutimi à l'École de pilotage dans le cadre d'un déjeuner d'information, St-Honoré, octobre 1995.

CCDMD: Présentation du projet de collaboration de recherche à Monsieur Cyr-Marc Debien du centre Collégial de Développement de Matériel Didactique, St-Honoré, octobre 1995.

Cours #280-358-91: Présentation du projet de collaboration de recherche aux étudiants du CQFA dans le cadre du cours "*Facteurs humains en pilotage d'aéronefs*", St-Honoré, 31 octobre et 2 novembre 1995.

CAE Electronics: Présentation du programme de collaboration de recherche à l'équipe de développement technique de la compagnie CAE Electronics, Montréal, mai 1996.

Activités relatives à la validation de la pertinence du projet dans le milieu

Ces rencontres d'échanges ont permis de vérifier l'intérêt des objectifs du programme de recherche par divers intervenants du domaine. Ces rencontres ont amené l'équipe à raffiner davantage le processus d'acquisition des heuristiques liées au domaine du pilotage d'un aéronef léger.

Liste des activités

Centre de formation d'Air Canada: Visite exploratoire du Centre de formation d'Air Canada, Toronto, janvier 1995.

Base militaire de Bagotville: Rencontre avec le Capitaine Thomas Jackson, officier de simulateur de F-18, Base militaire de Bagotville, mai 1995.

AéroInnovation: Rencontre avec le président Monsieur Jean Laroche au sujet du test de sélection "WamBat" et des simulateurs de vol du CQFA.

Transport Canada: Rencontre avec Monsieur Réjean Leblanc, inspecteur pour Transport Canada au sujet des critères d'évaluation de Transport Canada.

Bureau de placement en aviation: Rencontre avec la directrice du bureau, Mme Isabelle Arthur, au sujet de la formation et de la sélection des futurs pilotes.

LISTE DES PUBLICATIONS & CONFÉRENCES

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Modèle évaluatif adaptatif en pilotage d'aéronefs: une collaboration COFA-UQAC, Conférence auprès du personnel du Centre québécois de formation en aéronautique, Présentation du projet de collaboration de recherche, St-Honoré, 19 août 1994.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., FORTIN, A., Collaboration de recherche entre le COFA et le GRIP/M. de l'UQAC, Article publié dans le journal L'Idéophile du Collège de Chicoutimi, Chicoutimi, 14 novembre 1994, Vol 1, No:10.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Projet GRIP/M (UQAC) et COFA: étude empirique, Rencontre de groupe et entrevues individuelles auprès du personnel du CQFA, St-Honoré, décembre 1994.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., FORTIN, A., PEDNEAULT, A., BOUCHER, S. "Projet de collaboration GRIP/M (UQAC) et COFA: exercices d'évaluation", Cassette vidéo, Collège de Chicoutimi, 6 décembre 1994.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P. Projet de collaboration GRIP/M (UQAC) et COFA: exercices d'évaluation de vol, Conférence auprès du personnel du CQFA, St-Honoré, 6 février 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Un modèle évaluatif adaptatif en pilotage d'aéronefs: rapport d'avancement des travaux 1994-1995, Rapport d'avancement des travaux déposé à la Fondation du Collège de Chicoutimi, Chicoutimi, février 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Exercice d'approche et d'atterrissage: modélisation des connaissances, Rapport de recherche, Chicoutimi, mars 1995.

TREMBLAY, R., Programme de collaboration de recherche COFA-UQAC, Présentation du programme de collaboration de recherche aux hautes instances de l'Université du Québec à Chicoutimi et de l'Université McGill, Chicoutimi, mars 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Programme de collaboration de recherche COFA-UQAC, Présentation du programme de collaboration de recherche aux membres de la Fondation Roméo Vachon sous la présidence de Monsieur Pierre Lortie, St-Honoré, mars 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Projet de collaboration GRIP/M (UQAC) et COFA: analyse des résultats de l'exercice d'évaluation du 19 décembre 1994, Rencontre dans le cadre de la journée pédagogique, 29 mars 1995, St-Honoré.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Modèle évaluatif adaptatif en pilotage d'aéronefs: rapport d'étape 1994-95, Rapport d'étape 1994-95 présenté à la Direction Générale de l'Enseignement au Collégial dans le cadre du programme PAREA, mars 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., État d'avancement des travaux 1994-95, Rencontre avec le comité conseil du CQFA, sous la présidence de M. André Pedneault, St-Honoré, 13 avril 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Le projet de collaboration de recherche entre le COFA du CEGEP de Chicoutimi et le GRIP/M de l'UQAC: un projet stimulant pour le milieu, Article publié dans le journal L'Idéophile du Collège de Chicoutimi, Chicoutimi, 24 Avril 1995, Vol I, No:26.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., FORTIN, A., Test de classification PNL, Article publié dans le journal La voltige du Centre québécois de formation en aéronautique, St-Honoré, 15 mai 1995, Vol II, No:18.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Modèle d'évaluation adaptatif en pilotage d'aéronefs, Communication présentée au colloque "Les autoroutes électroniques, le multimédia, l'expertise distribuée et l'enseignement assisté par ordinateur" du 63e congrès de l'Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS), Chicoutimi, le 24 mai 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Stratégie d'apprentissage par simulation en pilotage d'aéronefs, Communication présentée au 7e colloque de l'Association sur la recherche au collégial (ARC) sous le thème "Science, technologie et communication-Au collégial, un monde branché"; Jonquière, le 26 mai 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Analyse des paramètres d'évaluation: exercice d'approche et d'atterrissage, Document de travail individuel, Chicoutimi, juin 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Projet I: Modèle Évaluatif adaptatif en pilotage d'aéronefs, Rapport annuel 1994-95, juin 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Analyse des paramètres d'évaluation: exercice d'approche et d'atterrissage, Réunion de travail de groupe, St-Honoré, 18 août 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., FORTIN, A., Les approches et les atterrissages, Article publié dans le journal "La voltige" du Centre québécois de formation en aéronautique, St-Honoré, 11 septembre 1995, Vol III, No:2.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Modèle évaluatif adaptatif en pilotage d'aéronefs, Rencontre de promotion du projet, Louis Lortie d'Air Alliance & John Pollack de Flight Safety, St-Honoré, 11 octobre 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., FORTIN, A., Exercice d'approche et d'atterrissage: proposition de l'équipe de recherche, Dîner rencontre avec le personnel enseignant du CQFA, St-Honoré, 19 octobre 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., FORTIN, A., Nouvelle du COFA: Collaboration de recherche GRIP/M (UQAC) et COFA (Collège de Chicoutimi), Article publié dans le journal L'Idéophile du Collège de Chicoutimi, Chicoutimi, novembre 1995, Vol II, No:10

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., Projet de collaboration de recherche GRIP/M (UQAC) et COFA, Allocution présentée dans le cadre du cours Facteurs humains en pilotage d'aéronefs #280-358-91, Centre québécois de formation en aéronautique, St-Honoré, 31 octobre et 2 novembre 1995.

TREMBLAY, R., SAVOIE, P., & ALL., Modèle d'évaluation adaptatif pour le pilotage d'aéronefs, Rencontre avec l'équipe de développement de CAE Electronics, Montréal, 10

mai 1996.

DAIGNEAULT, A., Support visuel de l'exercice d'approche et d'atterrissage, Document visuel d'aide pédagogique, St-Honoré, juin 1996.

SAVOIE, P., TREMBLAY, R. Étude descriptive des heuristiques liées à l'approche et l'atterrissage d'un aéronef léger, St-Honoré, juin 1996.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRE, L., "Décoller et atterrir par vent de travers...", Aviation et Pilotage, no: 247, pages 247.
- ANGERS, L., GAGNON, M., "Test de classification - PNL", GRIP/M de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, 1993.
- BENENSON, J., "How to make good landing", revue Flying, june 93.
- CARDINET, J., "L'élargissement de l'évaluation", Institut Romand de Recherche et de Documentation Pédagogique, Neuchâtel, avril 1975.
- ERNST, C., "Introduction aux systèmes experts de gestion", Edition Eyrolles, Paris, 1988.
- FEIGENBAUM, E.A., "The Art of Artificial Intelligence: Themes and Case Studies in Knowledge Engineering", Proc. IJCAI 5, 1977.
- GAGNE, R. M., "Les principes fondamentaux de l'apprentissage: application à l'enseignement", Les Éditions HRW ltée, Montréal, 1976.
- GAUTHIER, B., "Recherche sociale: de la problématique à la collecte de données", 2e Édition, Presses de l'Université du Québec, Ste-Foy, 1993.
- HASBROOK, A., H., "Anatomy of a landing cue by cue", Recueil de texte (Disponible au CQFA), pp. 1-7.
- KERMODE, A.C., "Mécanique du vol", Chap.7: "Descente et atterrissage", Traduction de D. Féminier, Québec (1982), pp. 188-224.
- KERSHNER, W.K., "The student pilot's flight manual, Chap.13: "Take off and landing", 7e Ed. (1987), IOWA State Univ., pp. 84-104.
- MICHALSKI, R.S., CARBONNEL, J.G., MITCHELL, T.M., "Machine Learning an IA Approach I", Tioga Pub. Co.,1983.
- MICHALSKI, R.S., CARBONNEL, J.G., MITCHELL, T.M., "Machine Learning an IA Approach II", Tioga Pub. Co.,1985.
- OUELLET A., "L'évaluation créative: une approche systémique des valeurs", Presses de l'Université du Québec, 1983.
- PAQUETTE, G., "L'intelligence artificielle. comprendre et prolonger l'intelligence humaine", Université du Québec, Télé-université, 1989.
- POTTIER, B., "Théorie et analyse en linguistique", Hachette, 1987.
- SEELOG CHICOUTIMI INC., "Application d'une coquille de système d'évaluation/diagnostic en contexte de pilotage d'aéronefs", Rapport d'avancement des travaux 1994-95, Chicoutimi, avril 1995.

SERABIAN, B., "Le pilotage", Fédération nationale aéronautique, Chap. VIII: "Contrôle de la trajectoire II. plan vertical", Ed. du Cosmos, (1978), pp. 85-114.

TRANSPORT CANADA, "Guide de l'instructeur de vol", Avions, 1989.

TRANSPORT CANADA, "Guide de test en vol. licences de pilote privé et de pilote professionnel", Avions, onzième édition, (5 pages) mai 1994.

TRANSPORT CANADA, "Manuel de pilotage", Exercice 18: "Approche et atterrissage", Éditions de l'homme, Québec (1979), pp. 117-129.

TREMBLAY, G. "Méthodes de recherche et d'intervention en milieu organisationnel", École nationale d'administration publique, Chicoutimi, hiver 1994, Recueil de textes.

TREMBLAY, R., "SEELOG: Coquille de système expert d'évaluation/diagnostic supportant des fonctions intelligentes", Document de promotion du système SEELOG, juillet 1994.

TREMBLAY, R., TREMBLAY, G., GIRARD, P., "MENTOR V. un prototype interactif en formation professionnelle", Article publié dans le cadre du 1er colloque RDF-ACFAS sur la didactique des sciences appliquées en enseignement technique et professionnel, Université de Sherbrooke, mai 1991.

VOGEL, C., "Génie cognitif", Masson, 1988.

ANNEXE 1

TEST DE CLASSIFICATION - PNL

Nom:

Date:

Test de classification - PNL

Visuel(le) ? Auditif(ve) ? Kinesthésique ?

Voici comment répondre au questionnaire :

Chaque réponse étant très importante, nous vous demandons de bien lire les questions et de répondre à chacune des sous-questions, c'est-à-dire à chaque choix de réponse.

"1" représente le pointage le plus faible, c'est-à-dire pas du tout important

"4" représente le pointage moyen, c'est-à-dire moyennement important

"7" représente le pointage le plus fort, c'est-à-dire très important

Vous encerclez le chiffre qui vous convient sur l'échelle notée 1 à 7.

Exemple : En été je pratique les sports suivants:

I -	la bicyclette	1 2 (3) 4 5 6 7	<u>bonne façon</u>
II -	la pêche	1 2 3 4 5 6 7	mauvaise façon
III -	le golf	1 2 3 4 5 (6 7)	mauvaise façon

IMPORTANT

- Répondre spontanément sans réfléchir trop longtemps.
- Pour chaque situation, répondre à tous les choix proposés.

Test de classification - PNL

N.B.: 1 = pas important
7 = très important

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 1) Dans mes moments libres, je consacre davantage de temps | | | | | | | | | |
| - à l'écoute de la musique, de la radio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - à faire de l'exercice | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - à regarder des films, la télévision | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 2) Quand je veux me souvenir du nom de quelqu'un | | | | | | | | | |
| - je me le répète mentalement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - je l'associe à des images | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - je l'associe à ce que je ressens envers lui | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 3) Face à un nouvel appareil, en premier lieu je préfère | | | | | | | | | |
| - le faire fonctionner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - qu'on m'en explique le fonctionnement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - lire le manuel d'instructions | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 4) Devant mes gourmandises favorites, | | | | | | | | | |
| - tant pis, je savoure mon plaisir | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - je vois monter la balance | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - je me dis d'être raisonnable | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 5) A la préparation d'un repas | | | | | | | | | |
| - la présentation des plats est importante | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - il faut que je sente et goûte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - pas besoin de goûter, je sais d'avance ce que ça va donner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 6) Comme aide-mémoire, je dresse habituellement une liste des choses que j'ai à faire | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 7) Je me parle très souvent à moi-même | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 8) J'ai tendance à toucher les gens que je connais quand je leur parle | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 9) Je devine beaucoup de choses sur une personne | | | | | | | | | |
| - par sa manière de s'exprimer verbalement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - par ce que je ressens en sa présence | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - par sa façon de se présenter, de se tenir ou de s'habiller | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 10) Mes goûts me portent davantage à | | | | | | | | | |
| - bricoler, cuisiner (travail manuel) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - lire | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| - parler au téléphone | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |

Test de classification - PNL

N.B.: 1 = pas important
7 = très important

- 11) Pour mémoriser un texte,
- je répète mes notes mentalement ou à haute voix 1 2 3 4 5 6 7
 - je bouge, je gesticule, je me fais du théâtre 1 2 3 4 5 6 7
 - je me fais des tableaux schématiques 1 2 3 4 5 6 7
- 12) Lorsque je suis reçu à manger chez des amis, ce que je retiens le plus,
- les propos, les rires, la musique 1 2 3 4 5 6 7
 - la nourriture, la boisson 1 2 3 4 5 6 7
 - la décoration, l'habillement des convives 1 2 3 4 5 6 7
- 13) Dans une salle d'attente, je m'arrête
- à ce que les gens disent 1 2 3 4 5 6 7
 - à ce que les gens dégagent 1 2 3 4 5 6 7
 - à l'allure des gens 1 2 3 4 5 6 7
- 14) Avec les animaux, j'aime
- qu'ils soient bien entretenus, de race et de couleur agréable 1 2 3 4 5 6 7
 - les prendre dans mes bras, les caresser 1 2 3 4 5 6 7
 - communiquer avec eux en imitant leur cri 1 2 3 4 5 6 7
- 15) Suite à une dispute,
- je reste accroché à mes émotions 1 2 3 4 5 6 7
 - je me répète ce qui c'est dit 1 2 3 4 5 6 7
 - je revois les images des événements qui m'ont déplu 1 2 3 4 5 6 7
- 16) Quand j'achète un vêtement, c'est
- parce qu'il crée l'effet que je recherche 1 2 3 4 5 6 7
 - parce que je me convaincs que c'est un achat raisonnable 1 2 3 4 5 6 7
 - parce que je me sens bien dedans 1 2 3 4 5 6 7
- 17) Quand on me donne des informations ou des explications,
- les grandes lignes me suffisent 1 2 3 4 5 6 7
 - il me faut des détails et même des tableaux 1 2 3 4 5 6 7
 - la manière dont on me communique l'information est importante 1 2 3 4 5 6 7
- 18) A l'achat d'une voiture, à part le prix ce qui importe pour moi, c'est
- le confort, l'air climatisé, le toit ouvrant 1 2 3 4 5 6 7
 - la ligne, le style, la couleur 1 2 3 4 5 6 7
 - le son du moteur, le système de son 1 2 3 4 5 6 7

MERCI BEAUCOUP DE VOTRE COLLABORATION !

ANNEXE 2

EXTRAITS DES EXERCICES D'ÉVALUATION DE VOL

RENCONTRE DE GROUPE

EXERCICES D'ÉVALUATION

Section A - Approche et atterrissage

L'exercice consiste à évaluer de façon sommative, quatre manoeuvres soit d'approche, d'arrondi ou d'atterrissage normal. L'expertise qui découlera des résultats de ces évaluations servira à fournir des éléments qui permettront d'alimenter le système d'évaluation.

CONDITIONS ATMOSPHERIQUES:

Tous les exercices qui suivent sont effectués dans des conditions idéales qui excluent toute forme de turbulence atmosphérique ou de rafale de vent en approche. De plus, chaque exercice s'effectue tôt le matin, alors que les conditions sont calmes et fraîches.

CONTEXTE:

Dans des conditions idéales, l'élève-pilote exécute une approche normale à bord d'un Beechcraft C-23, avec les paramètres suivants:

- en configuration pleins volets (35°);
- à une vitesse de 75 noeuds;
- l'approche est assistée au moteur;
- l'approche s'effectue vers une piste de 6000' par 200';
- la piste est à 540' au-dessus du niveau de la mer;
- la piste présente une pente nulle;
- la piste est exempte de tout accident de terrain ou d'obstacle sur l'approche ou sur la trajectoire de montée
- la puissance peut varier entre 1200 et 1700 rpm.

Les conditions atmosphériques et le contexte de mise en situation prévau-dront pour chacun des quatre exercices que nous vous demandons de bien vouloir évaluer au même titre que vous le feriez pour un de vos élèves-pilotes.

*Il est **important** d'identifier pour chacun des exercices, selon le cas, les erreurs mineures et/ou majeures, et de répondre le plus précisément possible aux questions.*

Veillez prendre note que vos réponses seront traitées confidentiellement.

Section A- Approche et atterrissage

EXERCICE #1- Simulation vidéo

(durée 6 min.)

(durée réelle 58 sec.)

Explications Selon le contexte mentionné précédemment, dans la séquence vidéo que vous venez de visionner;

A- Y a-t'il une ou des erreurs **majeures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

B- Y a-t'il une ou des erreurs **mineures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

C- Quelle note attribuez-vous ? _____/5

Quels éléments vous amènent à attribuer cette note ?

D- Quelle intervention pédagogique recommanderiez-vous ?

E- Commentaires:

Section A- Approche et atterrissage

EXERCICE #2- Simulation vidéo

(durée 5 min.)

(durée réelle 1m20)

Explications Selon le contexte mentionné précédemment, dans la séquence vidéo que vous venez de visionner;

A- Y a-t'il une ou des erreurs majeures ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

B- Y a-t'il une ou des erreurs mineures ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

C- Quelle note attribuez-vous ? _____/5

Quels éléments vous amènent à attribuer cette note ?

D- Quelle intervention pédagogique recommanderiez-vous ?

E- Commentaires:

Section A- Approche et atterrissage

EXERCICE #3- Descriptif

(durée 5 min.)

Selon le contexte mentionné précédemment, pendant l'arrondi, alors que l'avion accuse un léger cabré qui sera de plus en plus amplifié, l'élève s'écarte une fois de l'axe de piste, 15' sur la droite, et laisse la hauteur de l'avion varier une fois jusqu'à 3' au-dessus de la piste. L'atterrissage qui s'ensuit est quelque peu brutal comme en témoigne le +1.8G de l'accéléromètre. Il n'y a pas de rebond.

N. B. Dans cet exercice, la hauteur de l'avion est mesurée entre les roues principales et la surface de la piste.

A- Y a-t'il une ou des erreurs **majeures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

B- Y a-t'il une ou des erreurs **mineures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

C- Quelle note attribuez-vous ? _____/5

Quels éléments vous amènent à attribuer cette note ?

D- Quelle intervention pédagogique recommanderiez-vous ?

E- Commentaires:

Section A- Approche et atterrissage

EXERCICE #4 - Descriptif

(durée 5 min.)

Dans le même contexte, pendant l'arrondi, alors que l'avion accuse un léger cabré qui sera de plus en plus amplifié, l'élève s'écarte de l'axe de la piste de 2' sur la droite, ramène l'avion sur l'axe et s'écarte à nouveau de 2' à gauche de l'axe de la piste. Il laisse la hauteur de l'avion varier jusqu'à 1 pied au-dessus de la piste.

N.B. Dans cet exercice, la hauteur de l'avion est mesurée entre les roues principales et la surface de la piste.

A- Y a-t'il une ou des erreurs **majeures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

B- Y a-t'il une ou des erreurs **mineures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

C- Quelle note attribuez-vous ? _____/5
Quels éléments vous amènent à attribuer cette note ?

D- Quelle intervention pédagogique recommanderiez-vous ?

E- Commentaires:

ANNEXE 3

EXTRAITS DES EXERCICES D'ÉVALUATION DE VOL

ENTREVUE INDIVIDUELLE

EXERCICES D'ÉVALUATION

Section A - Approche et atterrissage

L'exercice consiste à évaluer de façon sommative, une manoeuvre soit d'approche, d'arrondi ou d'atterrissage normal. L'expertise qui découlera des résultats de cette évaluation servira à fournir des éléments qui permettront d'alimenter le système d'évaluation.

Nous vous remercions de votre collaboration !

CONDITIONS ATMOSPHERIQUES:

L'exercice qui suit est effectué dans des conditions idéales qui exclut toute forme de turbulence atmosphérique ou de rafale de vent en approche. De plus, cet exercice s'effectue tôt le matin, alors que les conditions sont calmes et fraîches.

CONTEXTE:

Dans des conditions idéales, l'élève-pilote exécute une approche normale à bord d'un Beechcraft C-23, avec les paramètres suivants:

- en configuration pleins volets (35°);
- à une vitesse de 75 noeuds;
- l'approche est assistée au moteur;
- l'approche s'effectue vers une piste de 6000' par 200';
- la piste est à 540' au-dessus du niveau de la mer;
- la piste présente une pente nulle;
- la piste est exempte de tout accident de terrain ou d'obstacle sur l'approche ou sur la trajectoire de montée.

Les conditions atmosphériques et le contexte de mise en situation prévaudront pour l'exercice suivant que nous vous demandons de bien vouloir évaluer au même titre que vous le feriez pour un de vos élèves-pilotes.

Il est important d'identifier dans ce exercice, selon le cas, les erreurs mineures et/ou majeures, et de répondre le plus précisément possible aux questions.

Veillez prendre note que vos réponses seront traitées confidentiellement.

Section A - Approche et Atterrissage

EXERCICE visuel #1

Explications:

Selon le contexte mentionné précédemment,

Au tableau 1: Commentez la position de l'avion.

A- Y a-t'il une ou des erreurs **majeures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

B- Y a-t'il une ou des erreurs **mineures** ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

Note: 12 secondes s'écoulent entre la position de l'avion au tableau #1 et celle du tableau #2

Au tableau 2: Commentez la position de l'avion.

Section A - Approche et Atterrissage

A- Y a-t'il une ou des erreurs majeures ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

B- Y a-t'il une ou des erreurs mineures ? OUI _____ NON _____

Si oui, laquelle ou lesquelles ?

Quels éléments vous amènent à cette conclusion ?

De façon générale, si vous aviez à évaluer l'approche au complet.

C- Quelle note attribuez-vous ? _____/5

Quels éléments vous amènent à attribuer cette note ?

Lors de l'enseignement de l'approche et de l'atterrissage, quels sont les principaux éléments à considérer?

Section A - Approche et Atterrissage

Dans le contexte de l'exercice #1,

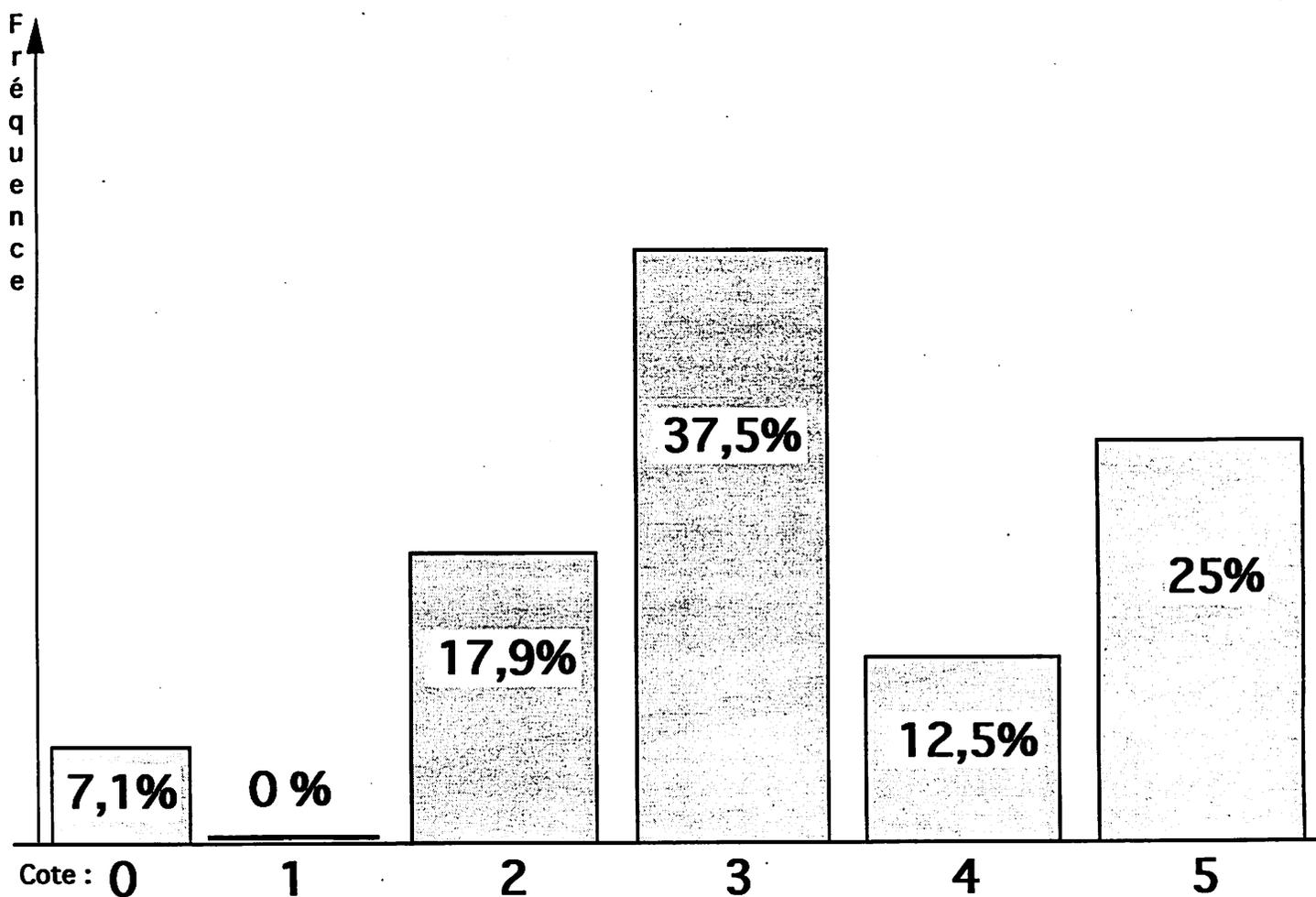
D- Quelle intervention pédagogique recommanderiez-vous ?

E- Commentaires:

ANNEXE 4

RÉSULTATS DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES D'ÉVALUATION EXERCICE #1

Approche et atterrissage
Exercice 1, vidéo
Résultats de l'évaluation



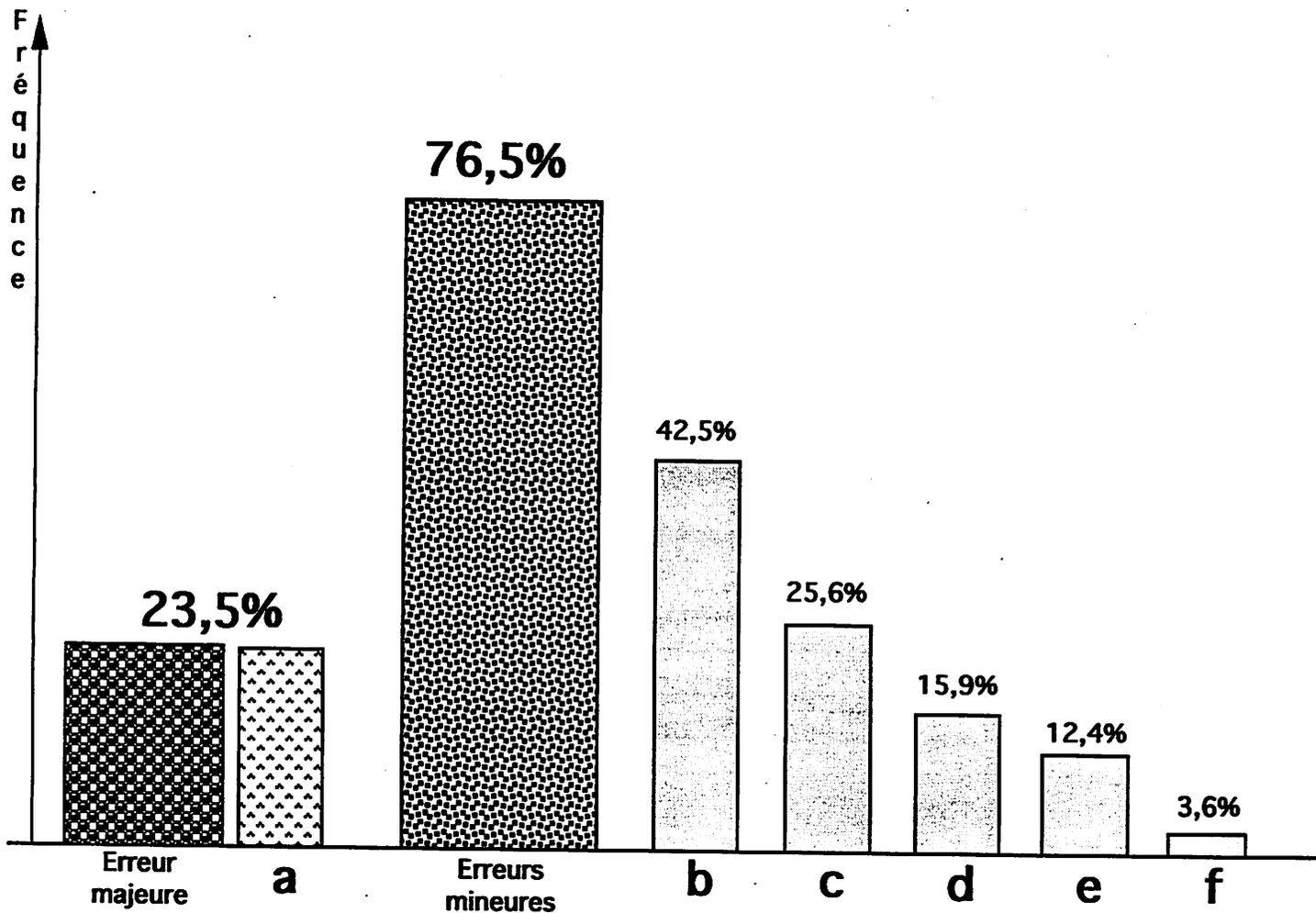
Cote moyenne : 3,2

Écart type : 0,76

Approche et atterrissage

Exercice 1, vidéo

Identification des erreurs

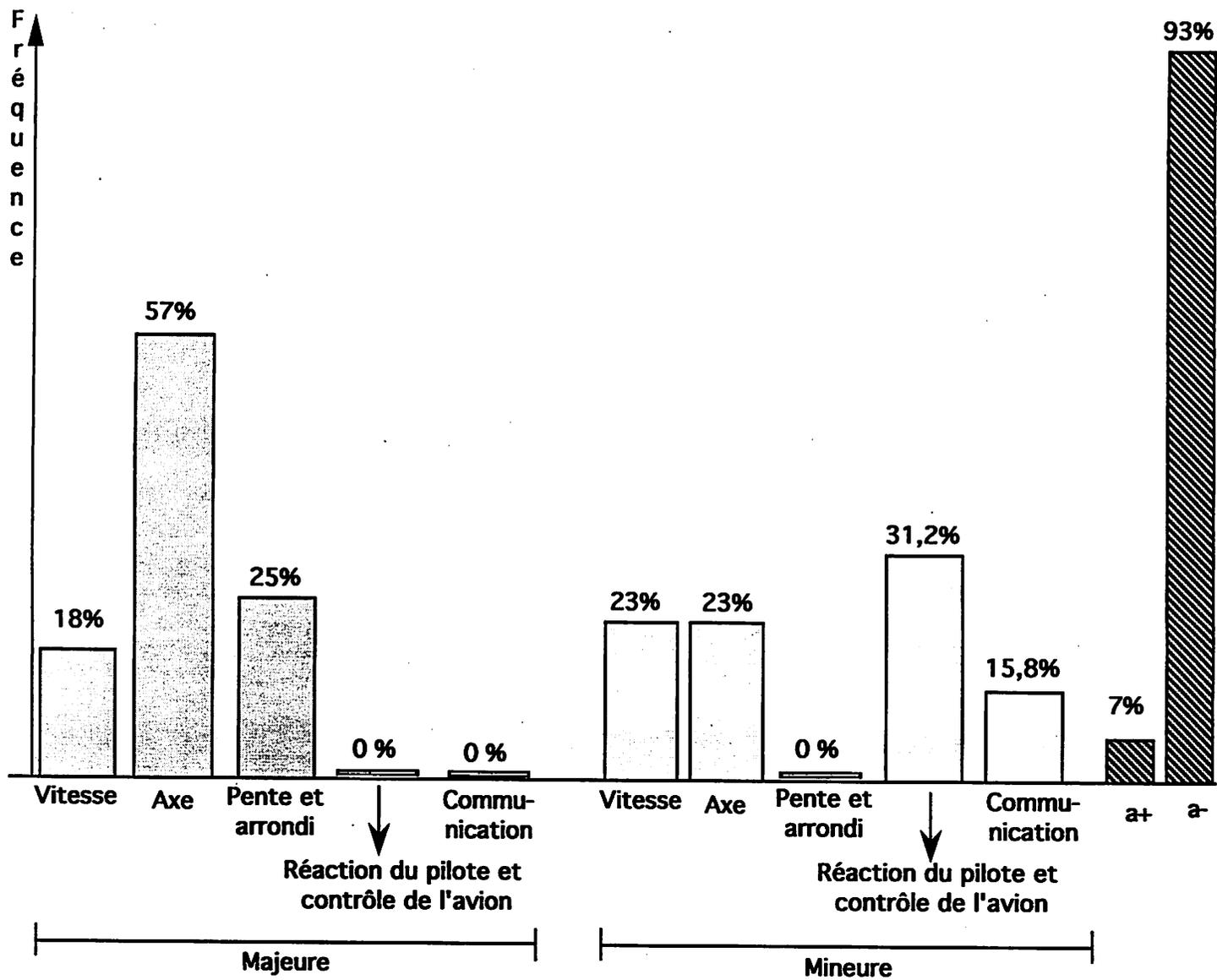


- a - à côté de l'axe (≥ 50 pieds)
- b - à côté de l'axe (< 50 pieds)
- c - vitesse (+ 5 noeuds)
- d - arrondi (+/-)
- e - communication & radiophonie
- f - contrôle de l'avion : tangage, roulis, lacet

Approche et atterrissage

Exercice 1, vidéo

Sources perceptuelles des erreurs

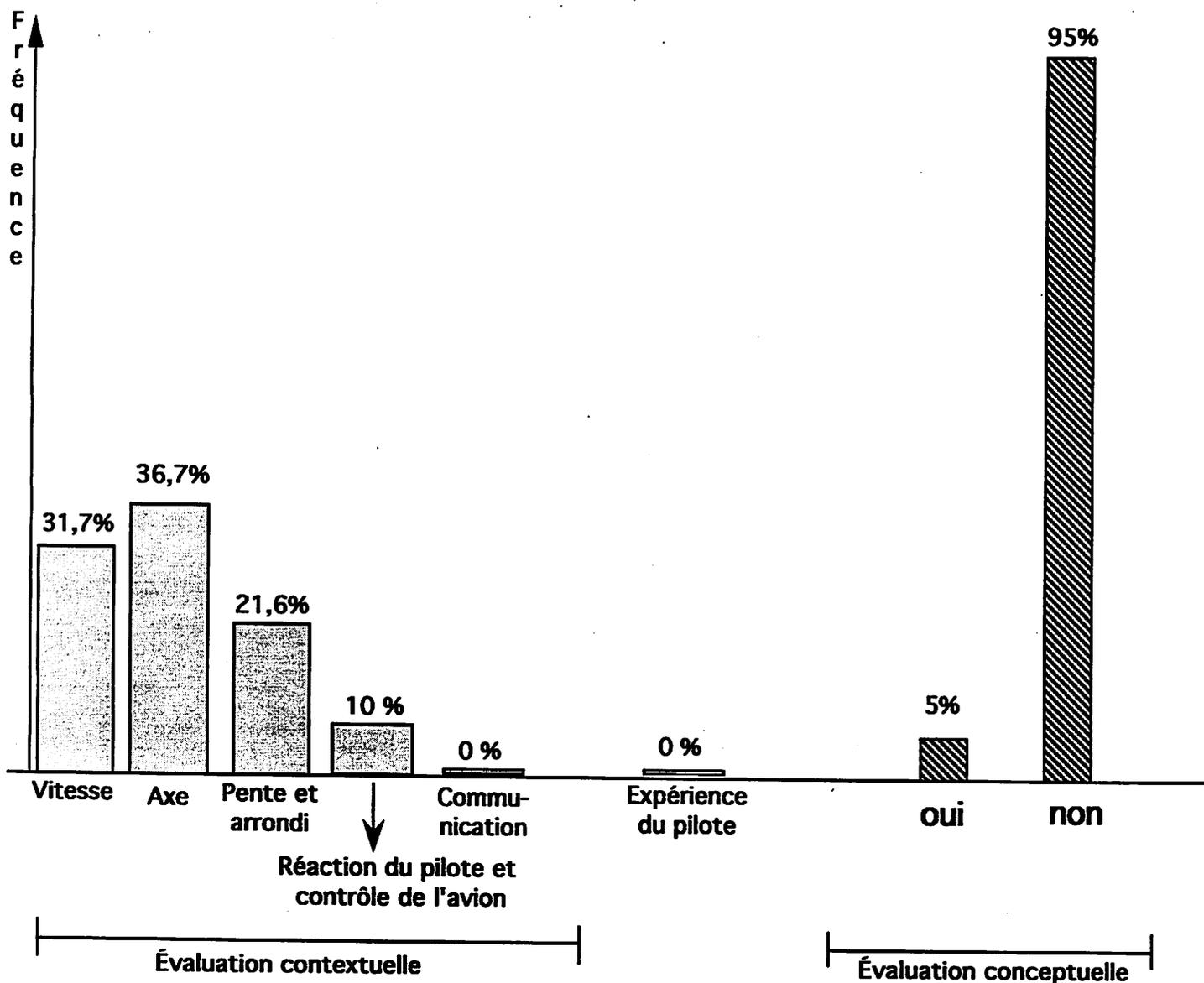


a : Mention explicite de la fréquence d'erreurs (+/- = oui/non)

Approche et atterrissage

Exercice 1, vidéo

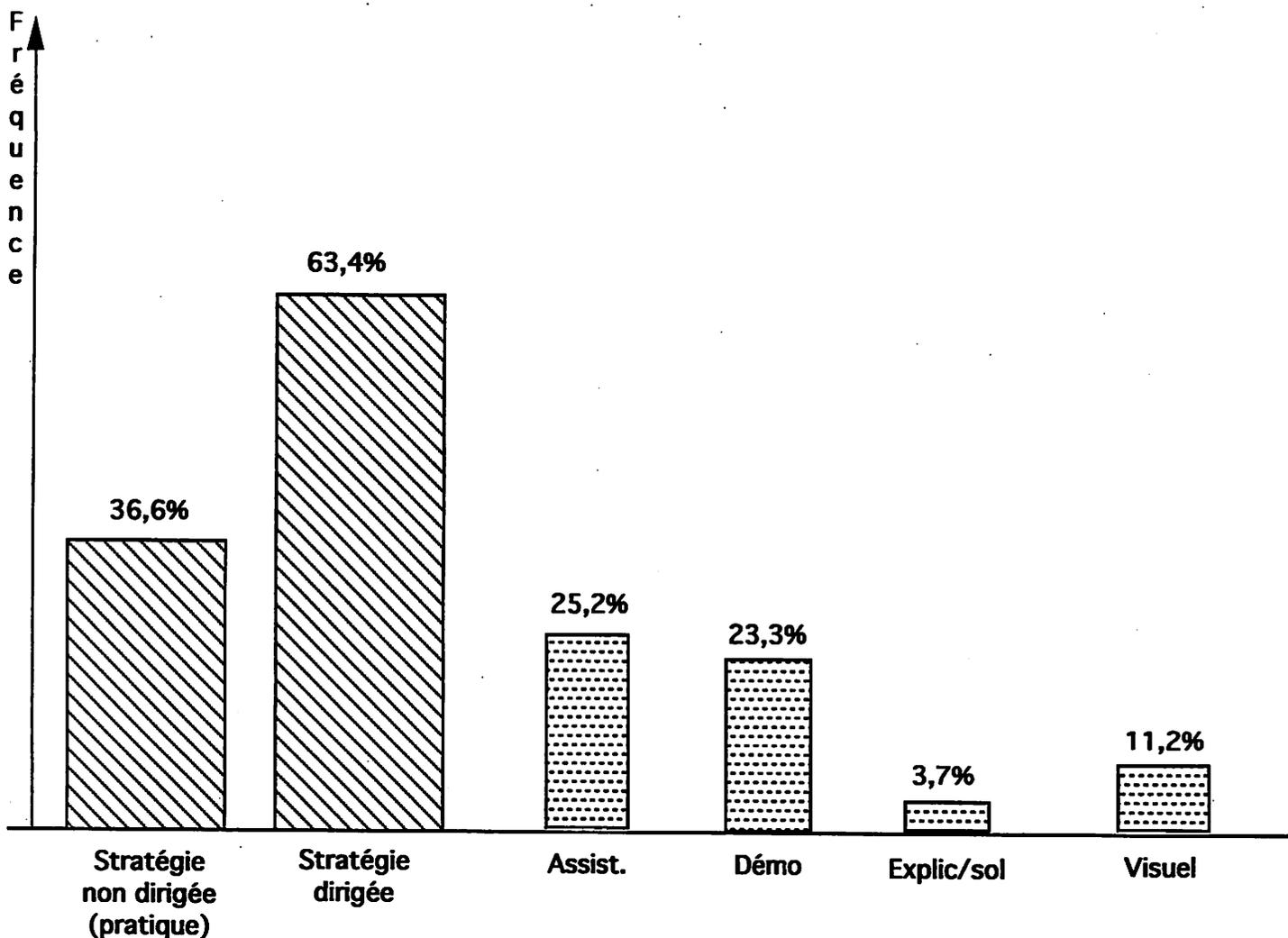
Justification de l'évaluation



Approche et atterrissage

Exercice 1, vidéo

Stratégies d'intervention



Pratique : pratique d'exercices en vol	9,9 - 36,6%
Assist. : Assistance verbale donnée en cours de pratique en vol	6,8 - 25,2%
Démo : Explications et démonstrations données en vol	6,3 - 23,3%
Explic/sol : Explications données au sol	1 - 3,7%
Visuel : balayage visuel, où le pilote doit regarder	3 - 11,2%

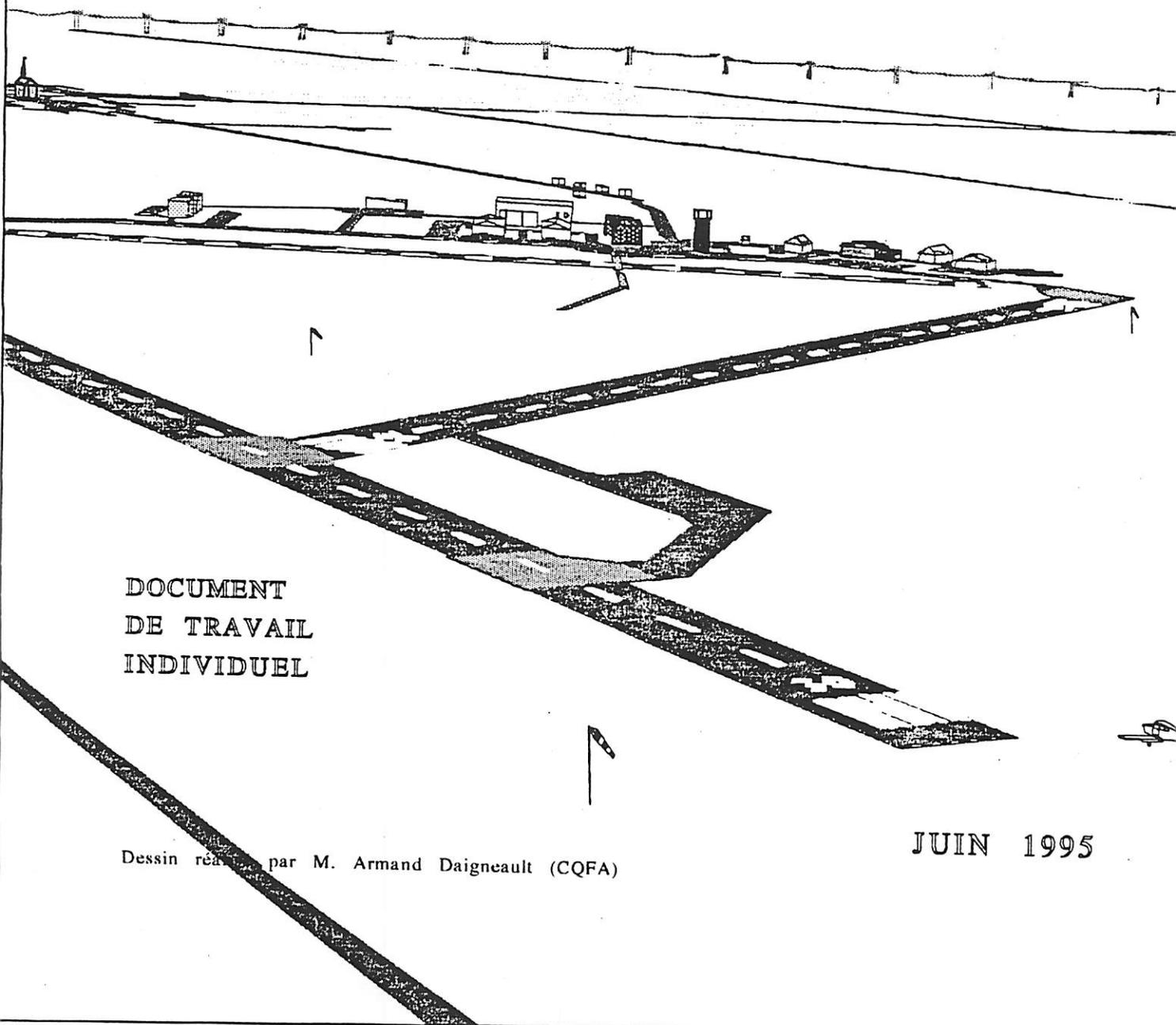
ANNEXE 5

ANALYSE DES PARAMÈTRES D'ÉVALUATION EXERCICE D'APPROCHE ET D'ATERRISSAGE

COLLABORATION DE RECHERCHE
GRIP/M (UQAC) ET CQFA

ANALYSE DES PARAMETRES
D'ÉVALUATION

EXERCICE D'APPROCHE ET D'ATTERRISSAGE



DOCUMENT
DE TRAVAIL
INDIVIDUEL

Dessin réalisé par M. Armand Daigneault (CQFA)

JUIN 1995

TABLE DES MATIERES

PARTIE A

1.	RETOUR SUR LA JOURNÉE PÉDAGOGIQUE DU 29 MARS 95.....	3
1.1	CLASSIFICATION DES CONCEPTS GÉNÉRAUX PAR ÉQUIPE.....	3
1.1.1	TABLEAU DE CLASSIFICATION DES CONCEPTS EN FAMILLE	4

PARTIE B

2.	DÉMARCHE D' ANALYSE ET DE RÉFLEXION PERSONNELLE.....	5
2.1	DÉMARCHE DE L' ÉQUIPE DE RECHERCHE.....	5
2.1.1	CLASSIFICATION PROPOSÉE DES CONCEPTS EN FAMILLE...	5
2.2	ACTIVITÉS SUGGÉRÉES.....	7
	EXEMPLE.....	8
	ACTIVITÉ #1 - APPROCHE.....	10
	ACTIVITÉ #2 - VITESSE.....	12
	ACTIVITÉ #3 - PENTE.....	14
	ACTIVITÉ #4 - AXE.....	16
	ACTIVITÉ #5 - ARRONDI & ATERRISSAGE	18
	ACTIVITÉ #6 - QUALITÉS CONCEPTUELLES	20

PARTIE C

3.	CONCLUSION	22
----	------------------	----

ANNEXE

A	REGROUPEMENT DES CONCEPTS PAR ÉQUIPE.....	23
A.1	ÉQUIPE DES BLEUS	23
A.2	ÉQUIPE DES JAUNES.....	24
A.3	ÉQUIPE DES MAUVES	25
A.4	ÉQUIPE DES BEIGES (CRÊMES)	26

1. RETOUR SUR LA JOURNÉE PÉDAGOGIQUE DU 29 MARS 95

Selon la volonté exprimée par la majorité d'entre vous lors de la journée pédagogique du 29 mars dernier, nous avons préparés à votre attention ce document de travail.

Ce document est divisé en trois sections et vise l'atteinte des objectifs suivants:

<u>Section</u>	<u>Objectif</u>	<u>Activités suggérées</u>
Partie A	Prendre connaissance des regroupements de chacune des équipes	Lecture des regroupements
Partie B	Effectuer une démarche d'analyse et de réflexion personnelle	Identification des différentes grandes familles de concepts
Partie C	Orienter la prochaine rencontre de groupe	Répondre aux questions

Soyez assurés que nous sommes conscients de l'effort demandé alors que nous avons appris qu'un retard des heures de vol affecte certaines sections. Malgré cette conjoncture, votre participation jusqu'à présent a été des plus extraordinaire. À ce stade-ci de la recherche, il est très important que vous preniez quelques minutes de votre temps pour répondre aux questions soulevées dans ce document.

Vos réponses nous permettrons de mieux structurer la prochaine rencontre d'équipe prévue pour le mois d'août prochain.

1.1 CLASSIFICATION DES CONCEPTS GÉNÉRAUX PAR ÉQUIPE

Vous trouverez à la page suivante, un résumé de la classification des concepts en famille que nous avons effectué ensemble au tableau noir lors de cette journée pédagogique.

Ce schéma reprend en tous points les grandes familles que vous avez répertoriées par équipe en respectant l'ordre chronologique suggéré.

1.1.1 TABLEAU DE CLASSIFICATION DES CONCEPTS EN FAMILLE

ÉQUIPE DES BLEUS	Plan d'approche	Visualisation de la perspective d'approche	Visualisation de la pente	Contrôle de la pente	Tenue de l'axe	Arrondi 1	Poser des roues (toucher)	Coordination (Dans toutes les phases)	Qualités conceptuelle
ÉQUIPE DES JAUNES	Planification d'approche			Pente	Axe	Arrondi 2	Atterrissage		Sécurité ou Qualités conceptuelle
ÉQUIPE DES MAUVES		Contrôle de la vitesse		Contrôle de la pente	Contrôle de la trajectoire		Atterrissage		Qualités conceptuelle
ÉQUIPE DES BEIGES	Approche	Vitesse		Pente d'approche	Alignement	Puissance			Qualités conceptuelle
	Atterrissage				Contrôle directionnel	Arrondi		Performance	

Lors de cette rencontre, le temps alloué nous a permis de résumer au tableau noir les grandes familles de concepts. Le schéma reproduit ci-haut est à la base du processus d'identification des concepts que nous vous proposons d'élaborer au prochain chapitre. Il illustre de façon générale la classification des concepts proposée par chacune des équipes.

Nous vous invitons à prendre connaissance de la description détaillée de chacune des équipes en annexe:

- Annexe A.1 - Équipe des bleus Page: 23
- Annexe A.2 - Équipe des jaunes Page: 24
- Annexe A.3 - Équipe des mauves Page: 25
- Annexe A.4 - Équipe des beiges (crèmes) Page: 26

PARTIE B

2. DÉMARCHE D'ANALYSE ET DE RÉFLEXION PERSONNELLE

2.1 DÉMARCHE DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

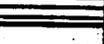
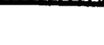
Après avoir pris connaissance des regroupements de chacune des équipes, les membres de l'équipe de recherche ont formulé une hypothèse d'identification et de regroupement des grandes familles de concepts.

À partir du tableau de la page 4, nous avons regroupé les familles de concepts de la façon suivante:

- en respectant l'ordre chronologique
- en numérotant les familles de concepts identiques (ex: arrondi 1, arrondi 2, arrondi 3)
- en regroupant les familles par analogie selon leur lien de parenté
- en discriminant chacune des familles d'un motif et d'un ton de gris différents
- en identifiant spécifiquement chacune des familles de façon différente (voir le légende)

2.1.1 REGROUPEMENT PROPOSÉ DES CONCEPTS EN FAMILLE

ÉQUIPE DES BLEUS	Plan d'approche	Visualisation de la perspective d'approche	Visualisation de la pente	Contrôle de la pente 1	Tenue de l'axe	Arrondi 1	Prise des roues (coucher)	Coordination (Dans toutes les phases)	Qualités conceptuelles
ÉQUIPE DES JAUNES	Planification d'approche			Pente	Axe	Arrondi 2	Atterrissage 1		Sécurité ou Qualités conceptuelles
ÉQUIPE DES MAUVES		Contrôle de la vitesse		Contrôle de la pente 2	Contrôle de la trajectoire		Atterrissage 2		Qualités conceptuelles
ÉQUIPE DES BEIGES	Approche	Vitesse		Pente d'approche	Alignement	Puissance			Qualités conceptuelles
	Atterrissage				Contrôle directionnel	Arrondi 3		Performance	Qualités conceptuelles

 Approche
 Vitesse
 Pente
 Axe

 Contrôle directionnel
 Arrondi & atterrissage
 Qualités conceptuelles

Ainsi, nous avons identifié six (6) grands regroupements de familles qui sont tous directement liés:

	Famille de concepts	Identification proposée
Regroupement des familles de concepts	1 Plan d'approche Planification d'approche Visualisation de la perspective d'approche	Approche
	2 Contrôle de la vitesse Vitesse	Vitesse
	3 - Visualisation de la pente - Contrôle de la pente (1) - Pente - Contrôle de la pente (2) - Pente d'approche - Puissance	Pente
	4 - Tenue de l'axe - Axe - Contrôle de la trajectoire - Alignement - Contrôle directionnel	Axe
	5 Arrondi (1) - Arrondi (2) - Arrondi (3) - Poser des roues (toucher) - Atterrissage (1) - Atterrissage (2)	Arrondi & Atterrissage
	6 Coordination - Performance - Qualités conceptuelles (1) - Sécurité ou qualités conceptuelles (2) - Qualités conceptuelles (3) - Qualités conceptuelles (4)	Qualités conceptuelles

Par la suite, nous avons analysé les regroupements de familles de concepts effectués par chacune des équipes et les avons représentés sous forme d'ensemble de bulles.

Cette représentation visuelle des familles de concepts facilitera le travail d'analyse et de réflexion personnelle que nous vous demandons de faire.

Vous trouverez, à la page suivante un exemple de l'activité suggérée et certaines explications.

2.2 ACTIVITÉS SUGGÉRÉES

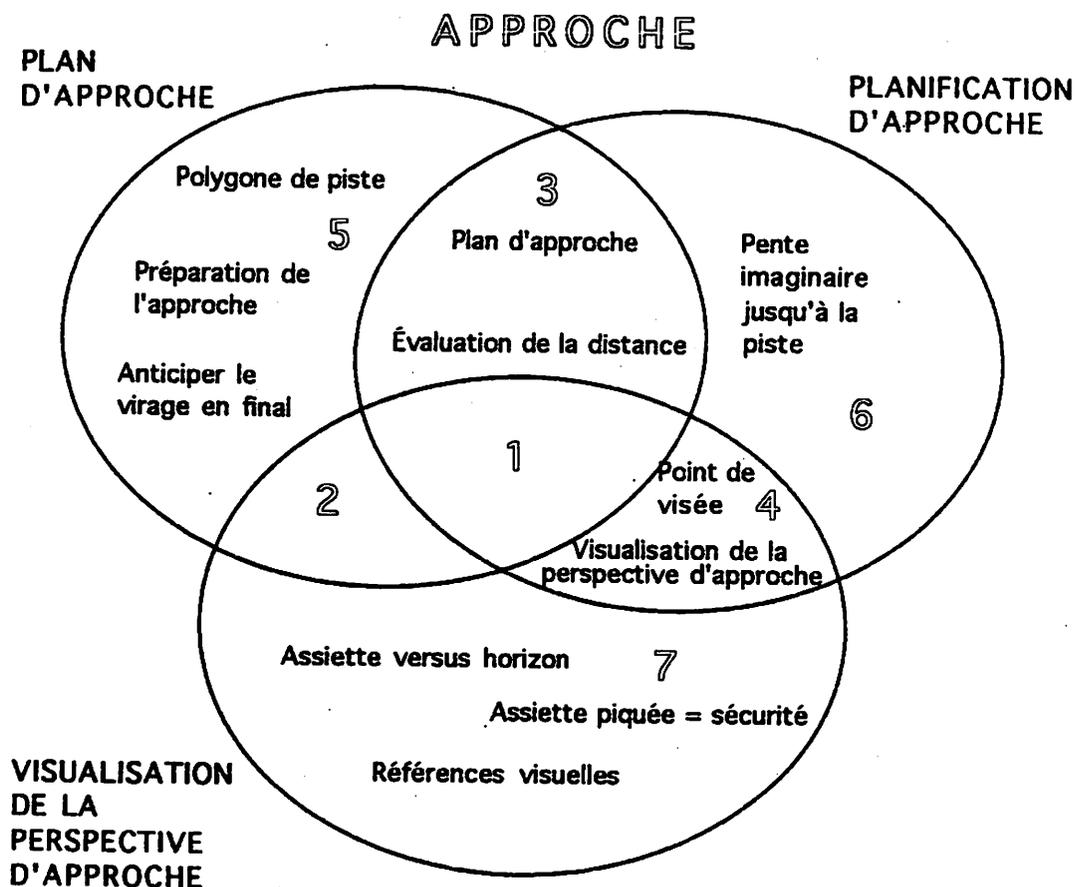
Pour chacune des six (6) grandes familles de concepts, nous vous demandons:

- 1) d'analyser les concepts de chaque famille et de confirmer leur regroupement. Pour ce faire, il est possible d'ajouter ou d'éliminer des concepts au besoin.
- 2) d'isoler chacune des bulles de concepts et au besoin d'ajouter ou d'éliminer une famille (bulle) de concepts.

EXPLICATION: Le schéma ci-dessous illustre l'ensemble de bulles de la grande famille **Approche**. Ainsi, on y retrouve trois (3) familles de concepts:

- Plan d'approche (concepts des zones 1, 2, 3 et 5)
- Planification d'approche (concepts des zones 1, 3, 4 et 6)
- Visualisation de la perspective d'approche (concepts des zones 1, 2, 4 et 7).

Les concepts de la zone 3 appartiennent à deux familles (Plan d'approche et Planification d'approche) et de même pour la zone 4 qui regroupe les concepts communs aux familles Planification d'approche et Visualisation de la perspective d'approche. La zone 1 présente potentiellement les concepts communs aux trois (3) familles.



Nous vous présentons ici un exemple vous permettant de bien comprendre comment le traitement peut être effectué. Cependant, veuillez prendre note que la solution proposée ci-dessous n'est pas nécessairement crédible puisqu'elle a été effectuée par une personne qui ne possède aucune expérience dans le domaine de l'aéronautique. *Il ne faut donc pas se fier aux résultats obtenus dans cette exemple mais plutôt retenir la façon de procéder.*

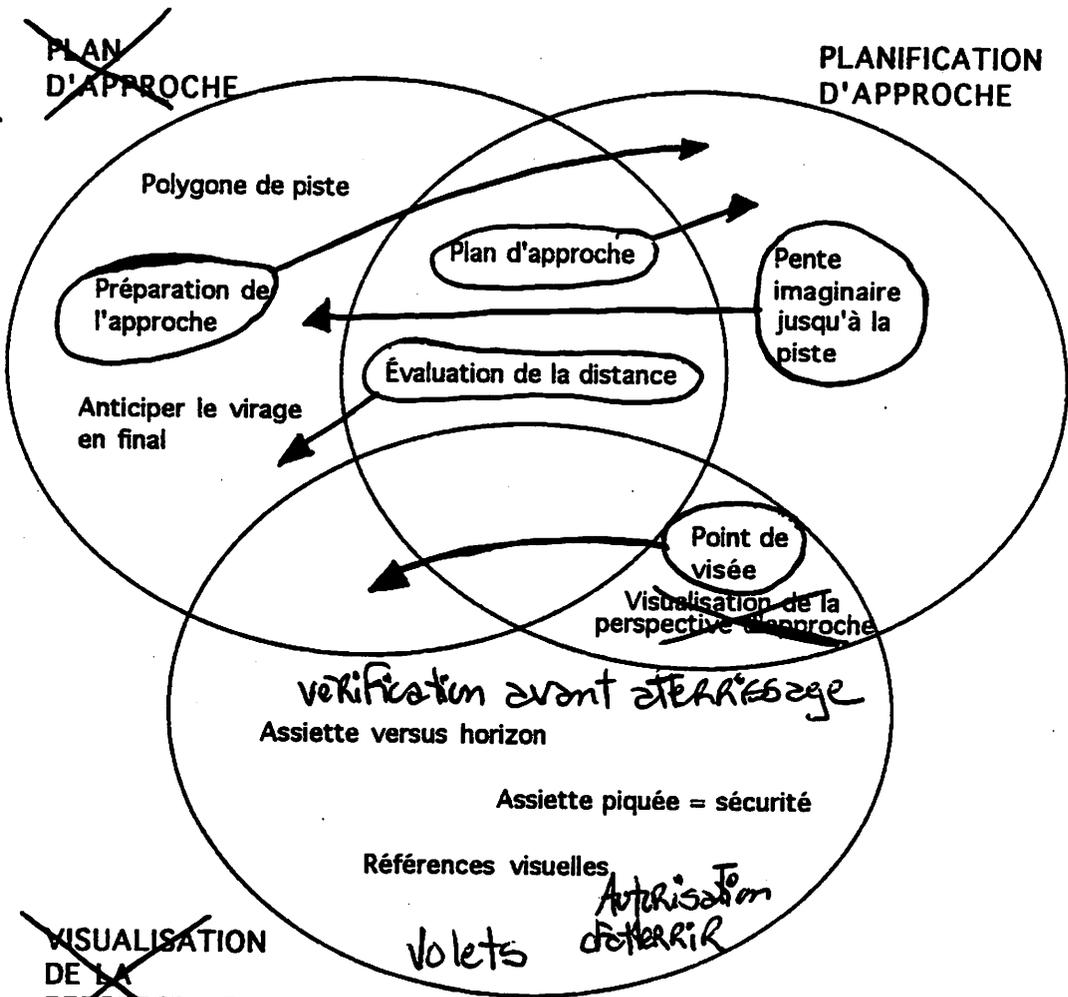
Consignes Nous vous recommandons d'utiliser un crayon à mine de plomb pour effectuer l'activité suggérée.

EXEMPLE

Famille Approche

- 1) Analyser les concepts de chaque famille et confirmer leur regroupement. Pour ce faire, il est possible d'ajouter ou d'éliminer des concepts au besoin.

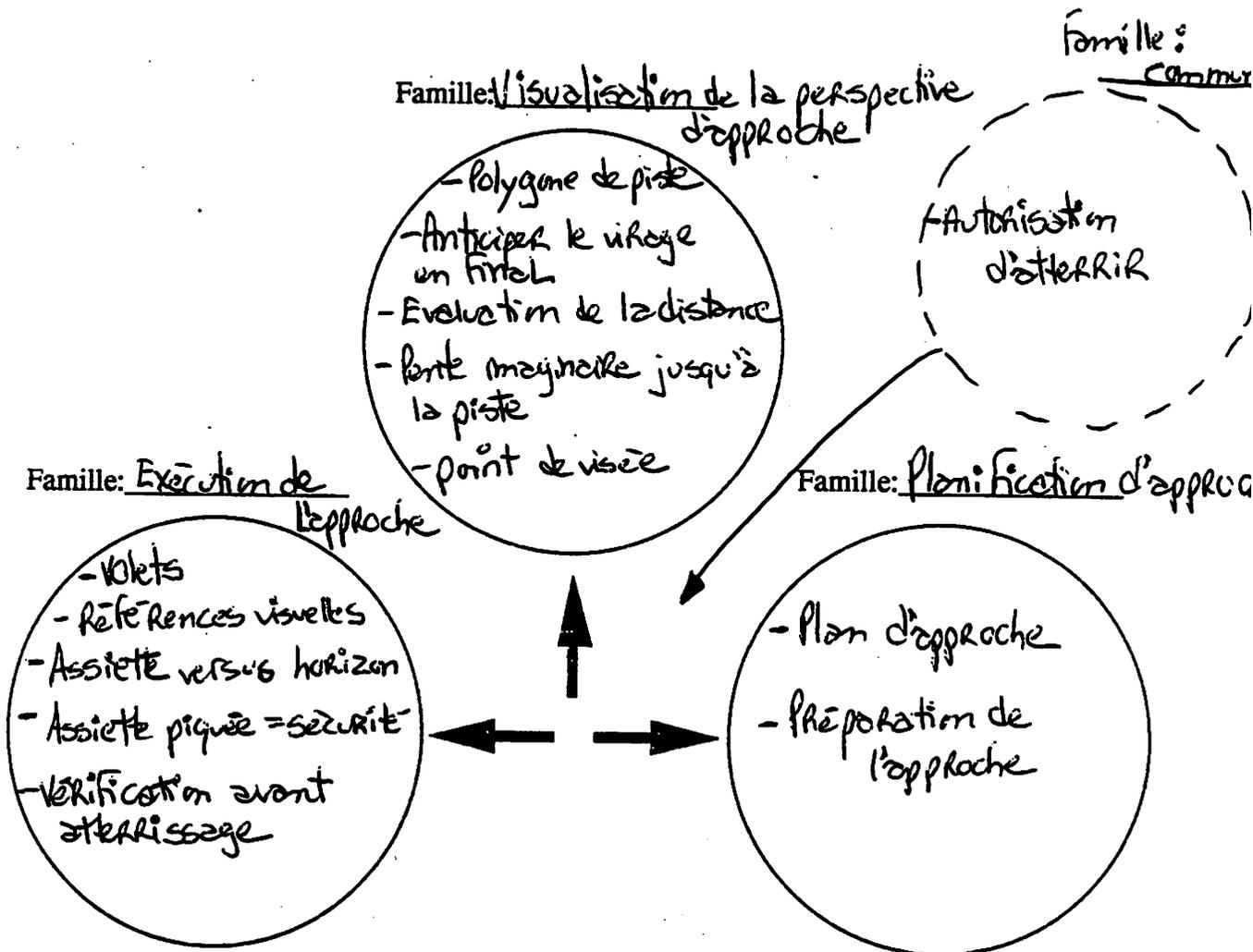
Visualisation de la perspective d'approche



~~VISUALISATION DE LA PERSPECTIVE D'APPROCHE~~

Exécution de l'approche

- 2) Isoler chacune des bulles de concepts et au besoin ajouter ou éliminer une famille (bulle) de concepts.



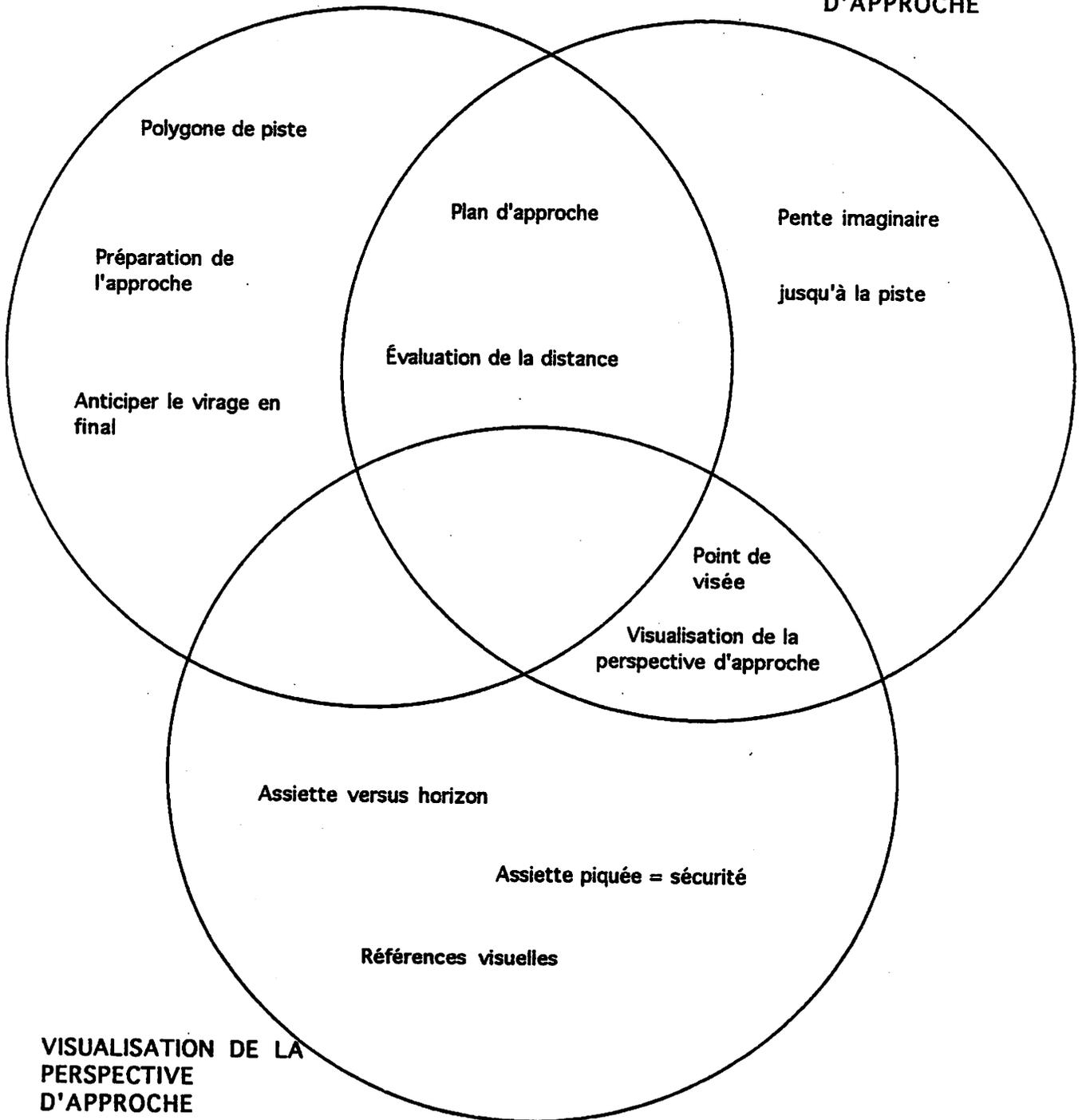
Commentaires:

Il est à noter que le concept point de visée a été relocalisé uniquement dans la famille visualisation de la perspective d'approche. De plus, j'ai ressenti le besoin d'ajouter la famille communication préalable à la planification d'approche pour pouvoir y placer le concept autorisation d'atterrir.

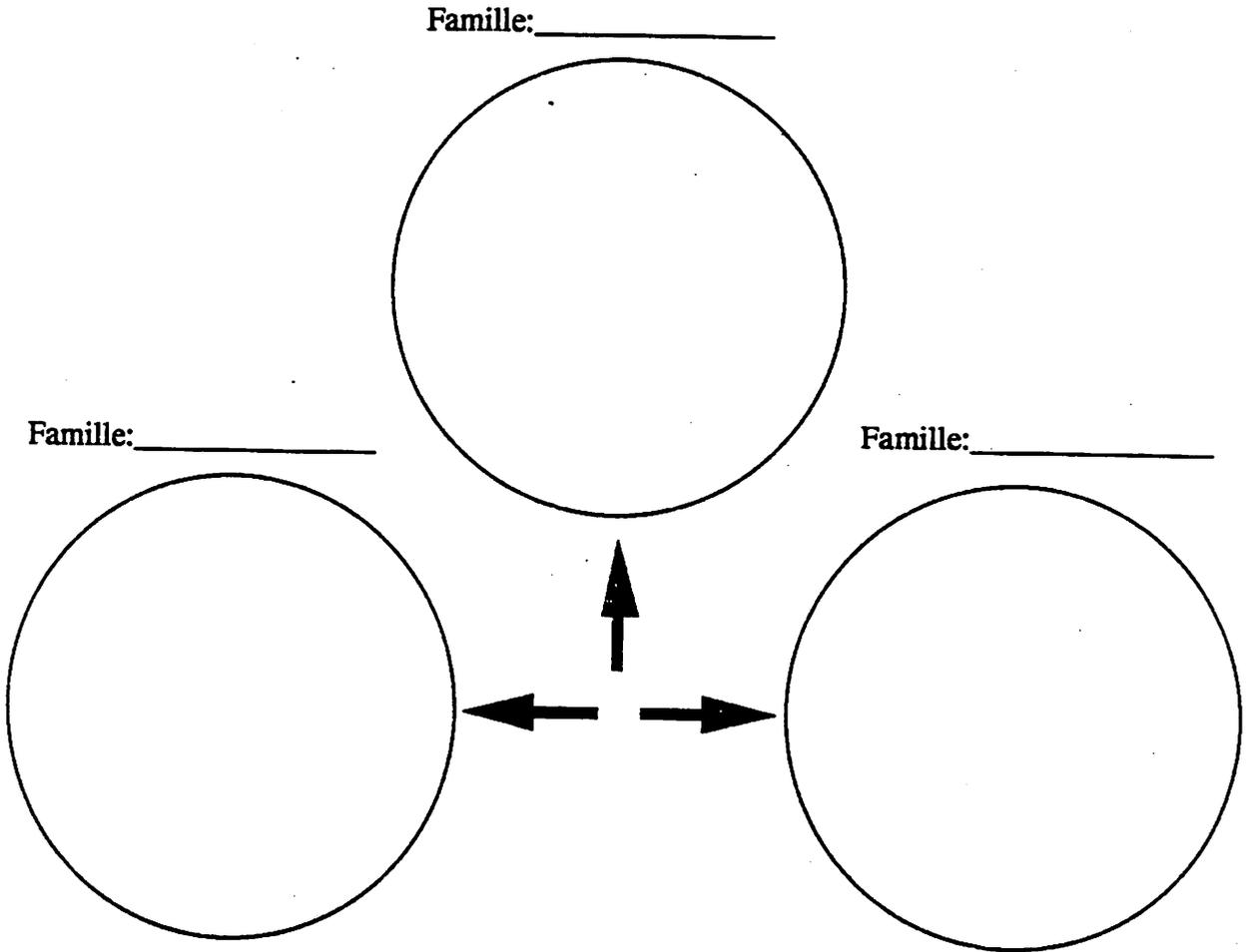
Activité #1:**Famille Approche**

- 1) Analyser les concepts de chaque famille et confirmer leur regroupement. Pour ce faire, il est possible d'ajouter ou d'éliminer des concepts au besoin.

PLAN D'APPROCHE

PLANIFICATION
D'APPROCHE

2) Isoler chacune des bulles de concepts et au besoin ajouter ou éliminer une famille (bulle) de concepts.

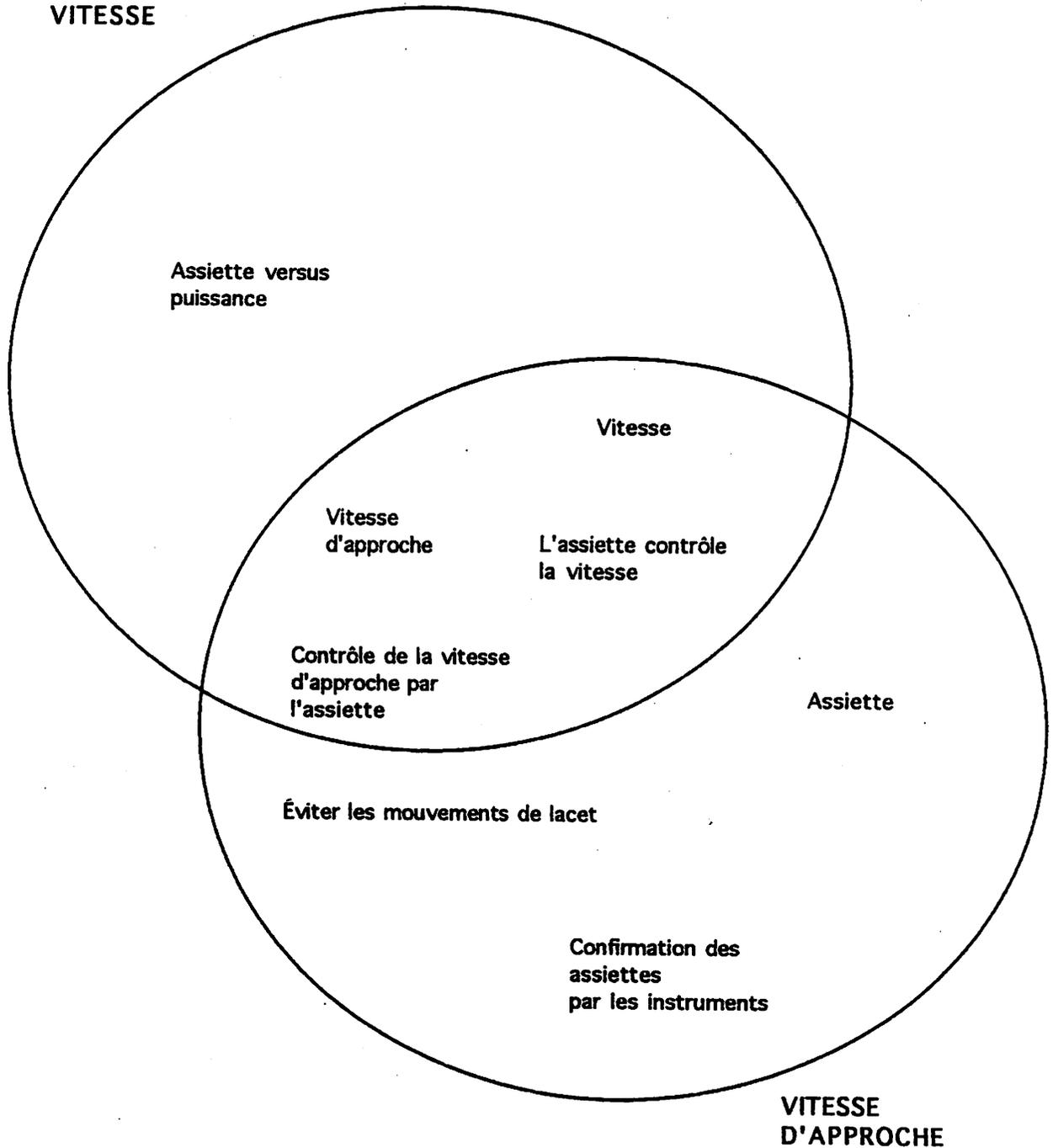


Commentaires:

Activité #2:**Famille Vitesse**

- 1) Analyser les concepts de chaque famille et confirmer leur regroupement. Pour ce faire, il est possible d'ajouter ou d'éliminer des concepts au besoin.

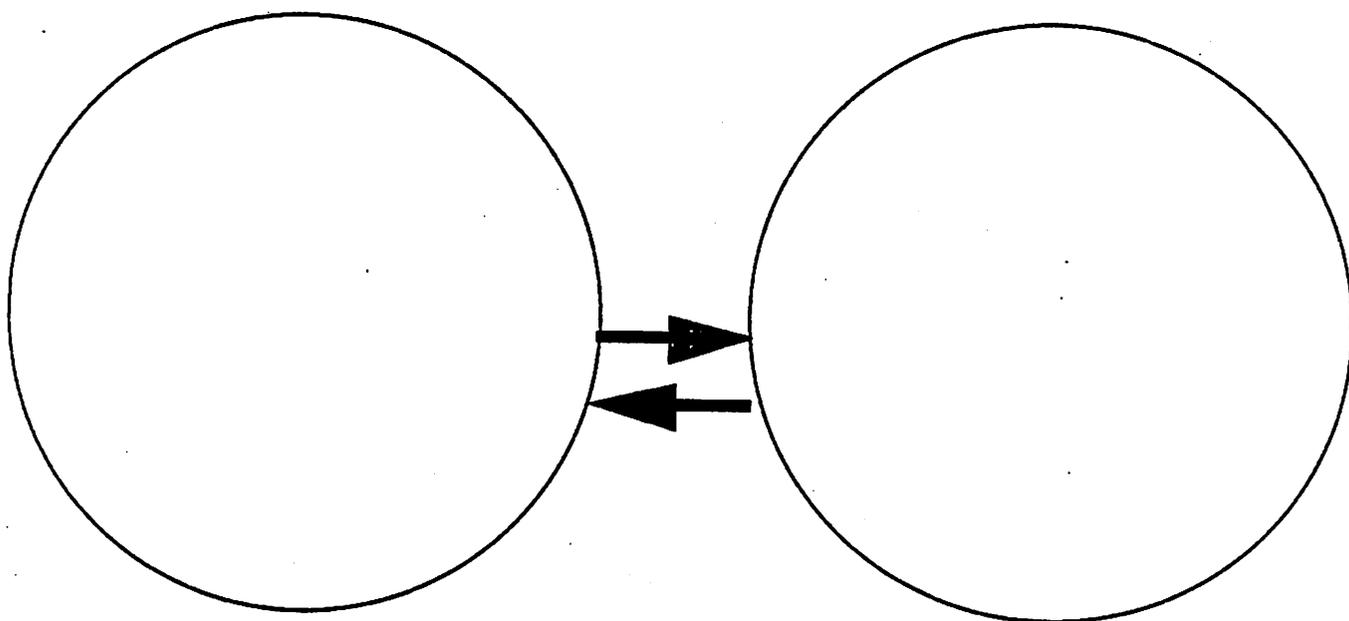
**CONTROLE DE LA
VITESSE**



- 2) Isoler chacune des bulles de concepts et au besoin ajouter ou éliminer une famille (bulle) de concepts.

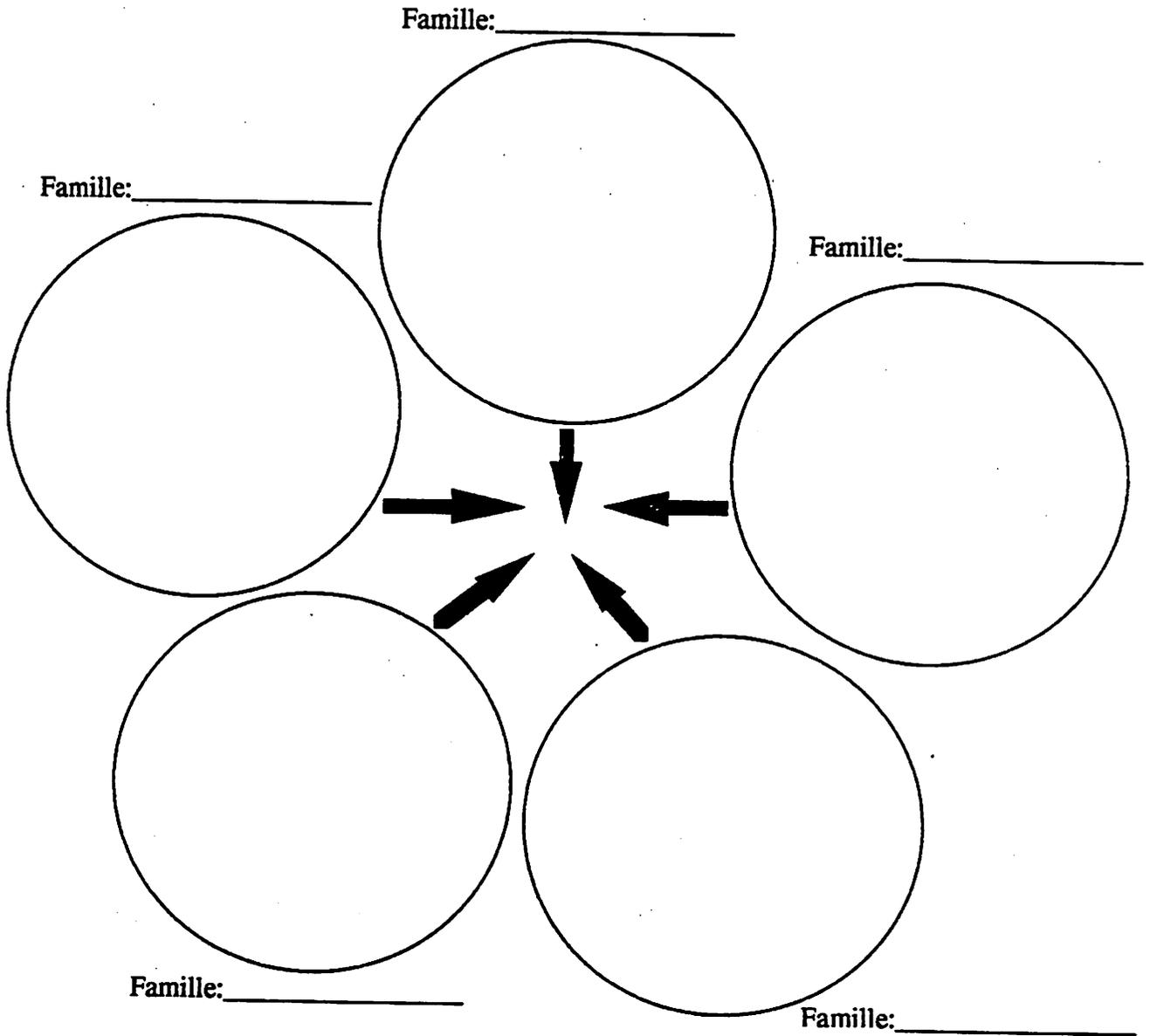
Famille: _____

Famille: _____



Commentaires:

2) Isoler chacune des bulles de concepts et au besoin ajouter ou éliminer une famille (bulle) de concepts.

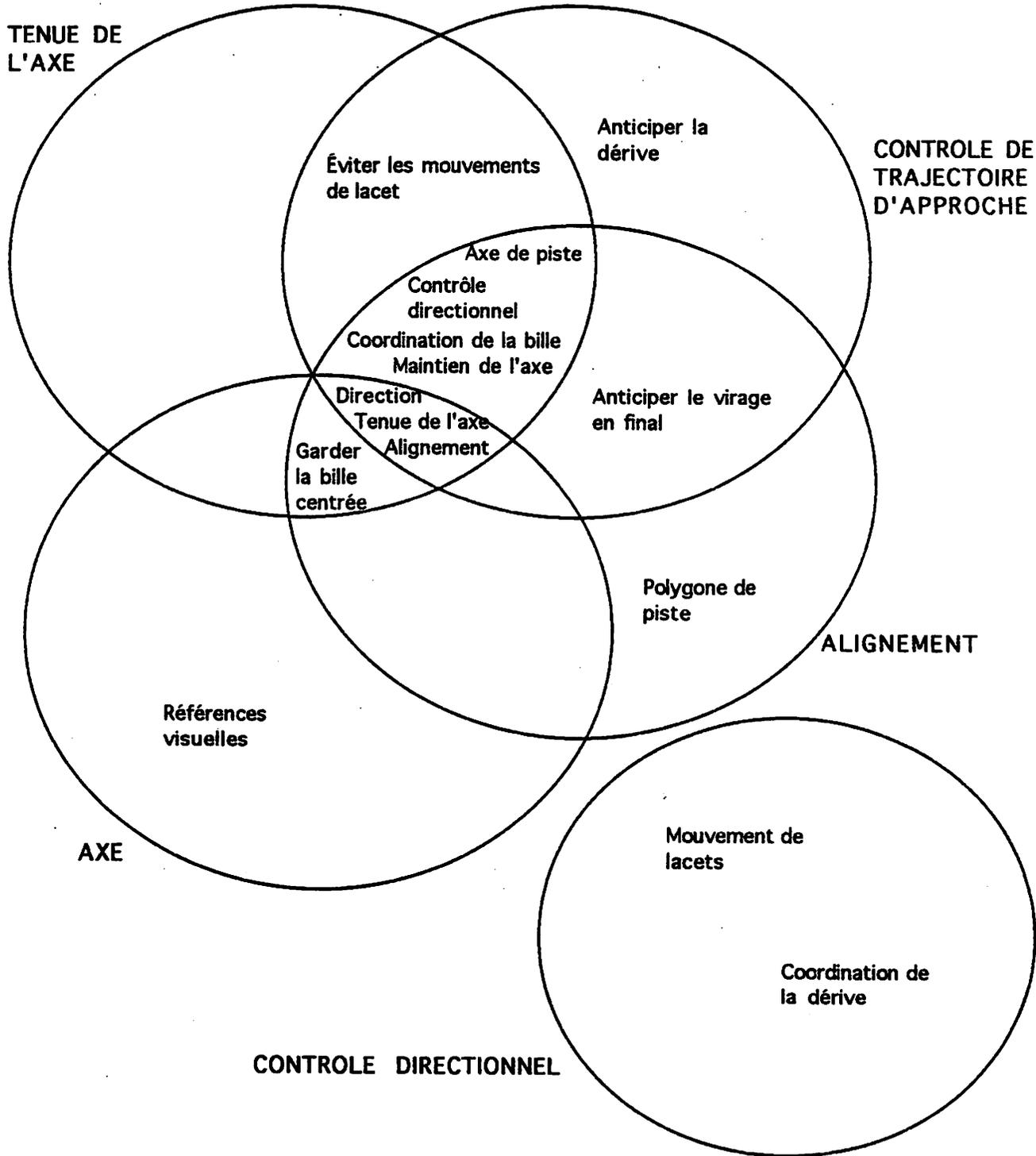


Commentaires:

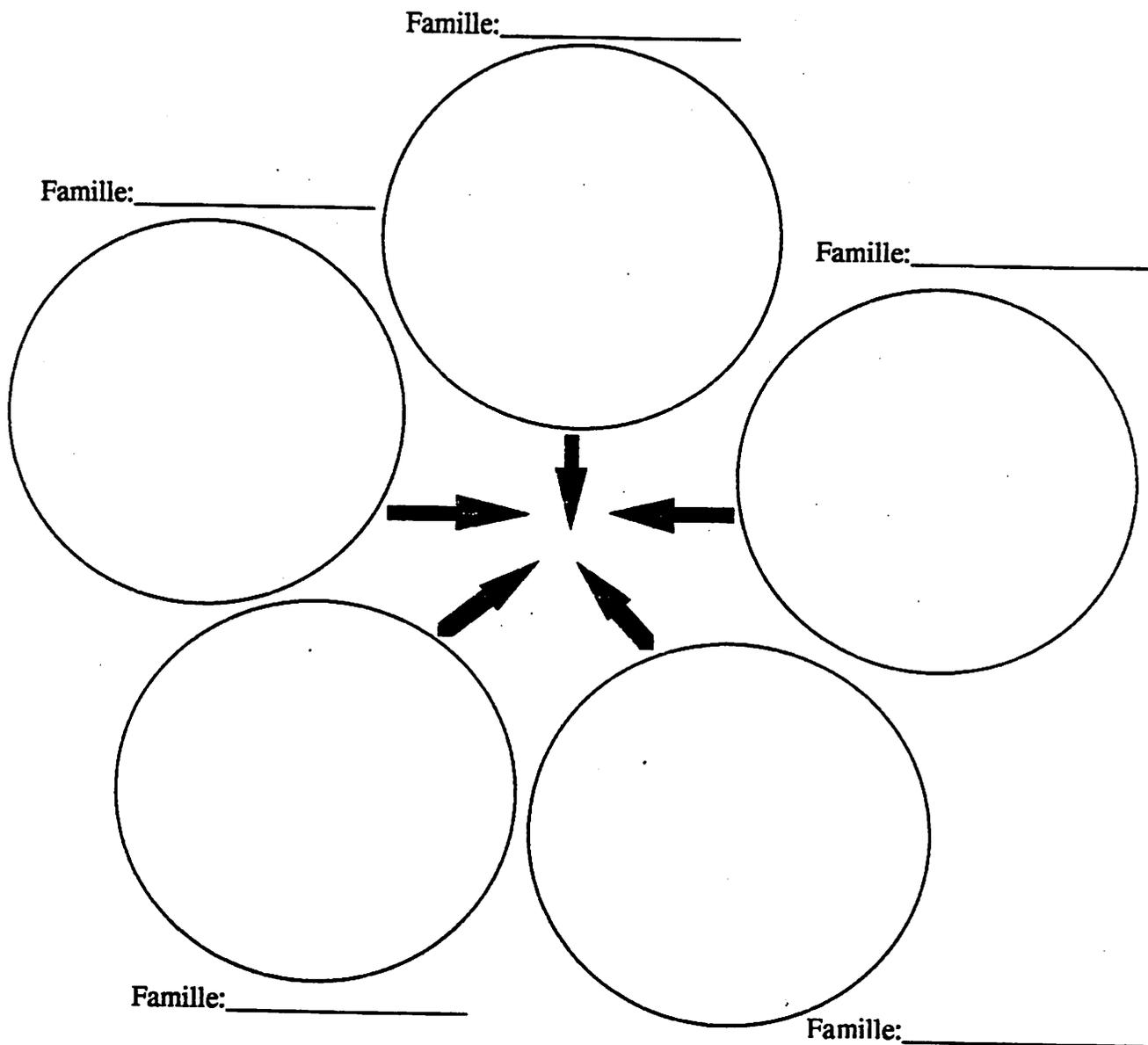
Activité #4:

Famille Axe

1) Analyser les concepts de chaque famille et confirmer leur regroupement. Pour ce faire, il est possible d'ajouter ou d'éliminer des concepts au besoin.



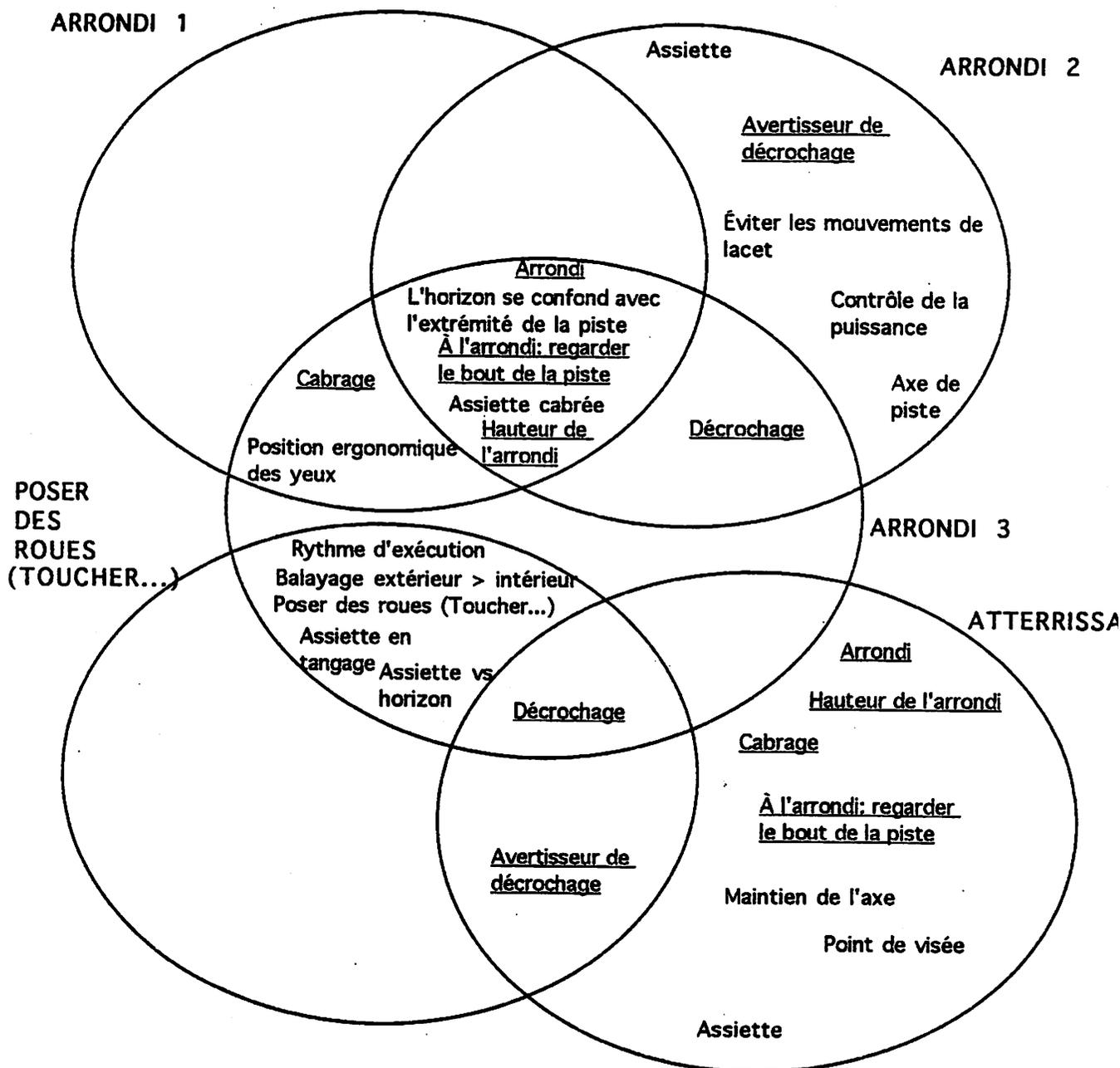
2) Isoler chacune des bulles de concepts et au besoin ajouter ou éliminer une famille (bulle) de concepts.



Commentaires:

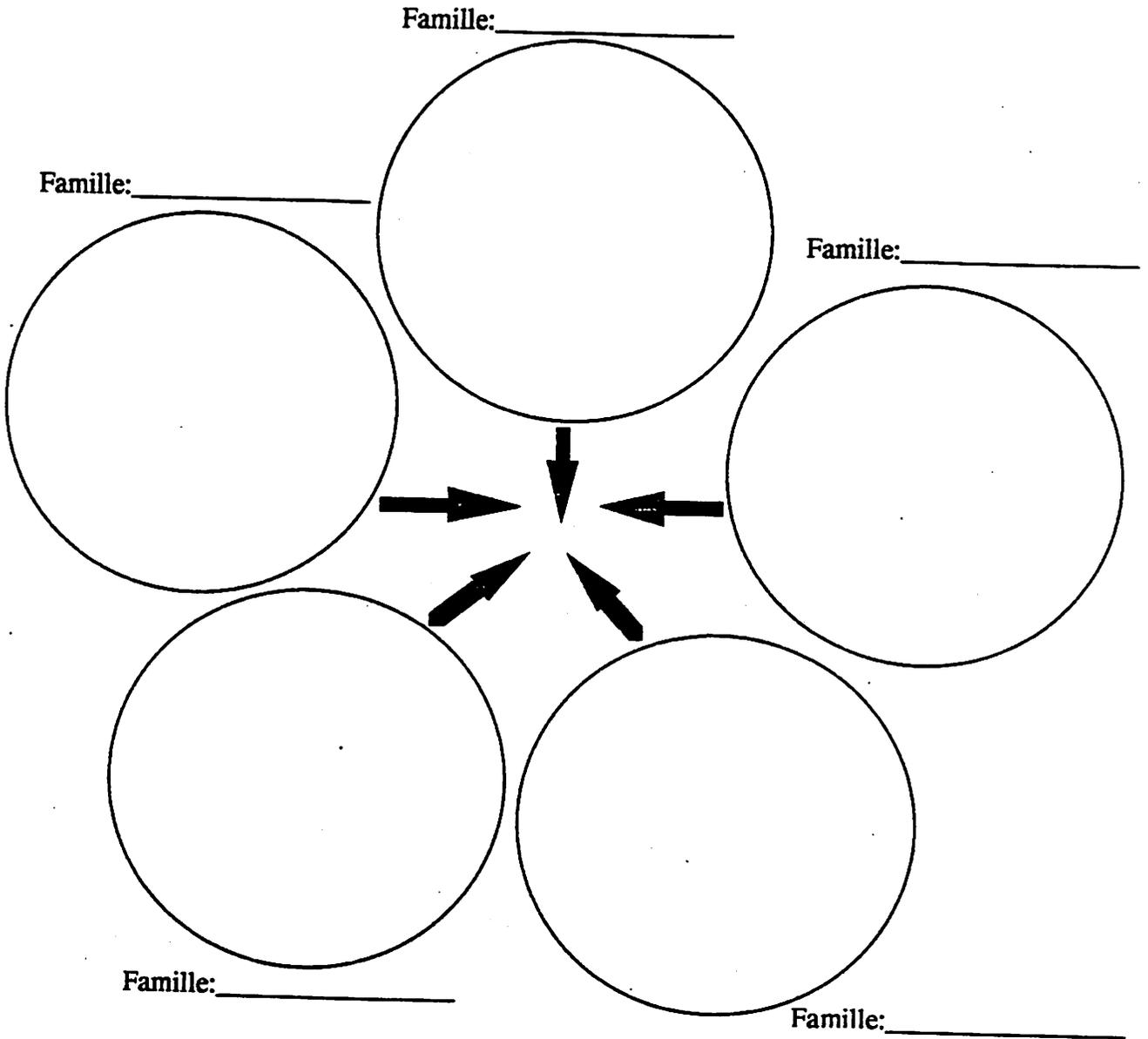
Activité #5:Famille Arrondi & Atterrissage

- 1) Analyser les concepts de chaque famille et confirmer leur regroupement. Pour ce faire, il est possible d'ajouter ou d'éliminer des concepts au besoin.



Il est à noter que les concepts soulignés se retrouvent dans deux familles différentes dont les bulles ne sont pas directement liées sur ce schéma. (Exemple: Arrondi)

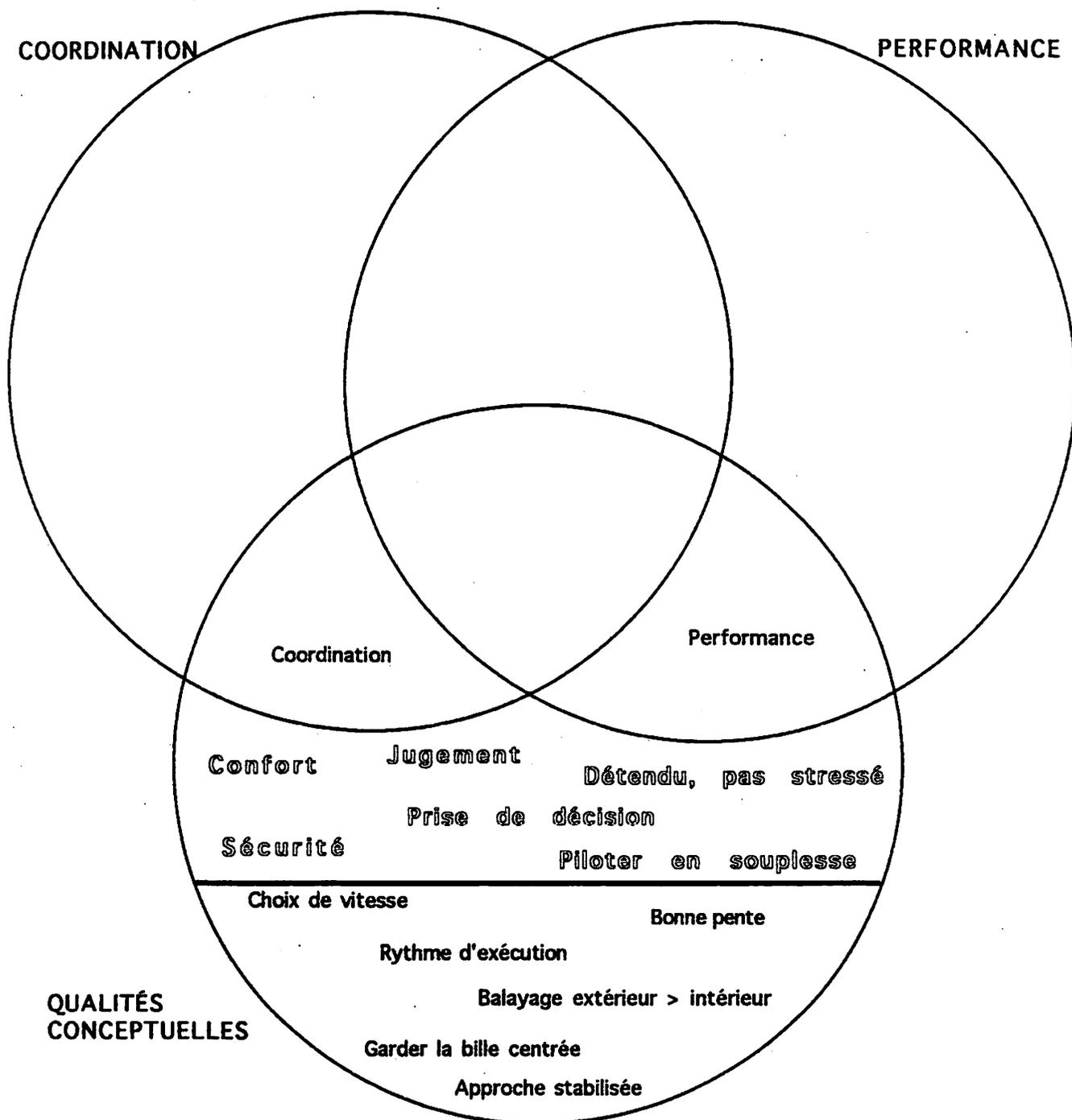
2) Isoler chacune des bulles de concepts et au besoin ajouter ou éliminer une famille (bulle) de concepts.



Commentaires:

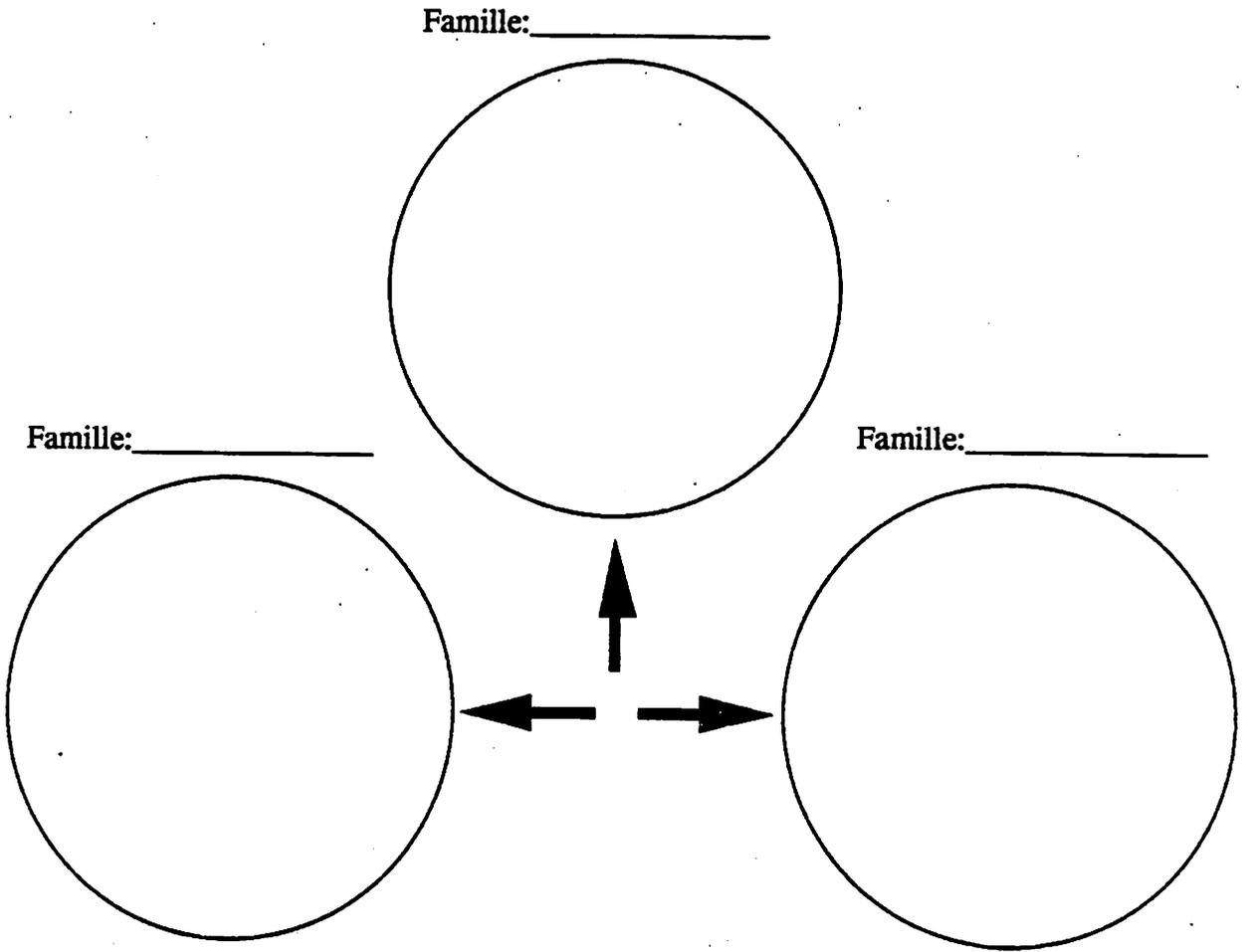
Activité #6:**Famille Qualités conceptuelles**

- 1) Analyser les concepts de chaque famille et confirmer leur regroupement. Pour ce faire, il est possible d'ajouter ou d'éliminer des concepts au besoin.



Il est à noter que les six (6) concepts de la famille qualités conceptuelles (**confort, sécurité, etc.**) ont été regroupés dans cette famille par toutes les équipes

2) Isoler chacune des bulles de concepts et au besoin ajouter ou éliminer une famille (bulle) de concepts.



Commentaires:

PARTIE C

3. CONCLUSION

Nous vous remercions d'avoir pris le temps d'effectuer cette démarche d'analyse et de réflexion personnelle en répondant aux questions soulevées dans ce document de travail. Vos réflexions personnelles serviront à orienter et préparer la prochaine rencontre de groupe qui aura lieu à la mi-août. Nous vous aviserons de la tenue de cette prochaine rencontre dès la rentrée.

Afin de préparer cette rencontre, nous vous serions gré de bien vouloir nous **REMETTRE AVANT LE 30 JUIIN 1995 UNE PHOTOCOPIE DES PAGES SUIVANTES: #10 À #21 INCLUSES**. Vous pouvez vous présenter au secrétariat de l'école pour que la secrétaire photocopie les pages à remettre et les dépose dans le casier #42 de l'équipe de recherche. Veuillez prendre note que les photocopies sont aux frais du projet de recherche.

À titre d'information, nous profitons de l'occasion pour vous mentionner que l'équipe de recherche a donné deux conférences relativement au projet de collaboration de recherche GRIP/M (UQAC) et CQFA. La première conférence "Modèle d'évaluation adaptatif pour le pilotage d'aéronef" fut présentée au 63e congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement de la Science (ACFAS) à Chicoutimi, le 24 mai 1995. La deuxième conférence "Stratégie d'apprentissage par simulation en pilotage d'aéronef" fut présentée au 7e colloque de l'Association pour la Recherche au Collégial (ARC) au cégep de Jonquière, le 26 mai dernier.

Non seulement ces deux conférences furent-elles très appréciées par leurs auditoires et qu'elles ont contribué à augmenter la visibilité du Centre québécois de formation aéronautique.

En terminant, nous vous remercions encore une fois pour votre précieuse collaboration pendant l'année 1994-95 et nous vous souhaitons des vacances agréables.

Au plaisir de vous revoir pour la rentrée en août prochain.

Bonnes vacances!

L'équipe de recherche

Annie Fortin
Paul Savoie
Richard Tremblay, PhD.

A. REGROUPEMENT DES CONCEPTS PAR ÉQUIPE

A.1 ÉQUIPE DES BLEUS

Regroupement des concepts

Plan d'approche	Visualisation de la perspective d'approche	Visualisation de la pente	Contrôle de la pente
Plan d'approche Anticiper le virage en final Préparation de l'approche Polygone de piste Evaluation de la distance	Visualisation de la perspective d'approche Références visuelles Assiette versus horizon Point de visée Assiette piquée=sécurité	Visualisation de la pente Pente Pente imaginaire jusqu'à la piste Pente d'approche Pente de descente	Contrôle de la pente Pente constante Bonne pente Pente stabilisée Approche stabilisée Contrôle vitesse d'approche par l'assiette L'assiette contrôle la vitesse Puissance Volets La puissance contrôle l'altitude Compensation Puissance constante Assiette en tangage Assiette Puissance (RPM) Vitesse d'approche Contrôle de la puissance Taux de descente Vitesse Confirmation des assiettes par les instruments Assiette vs puissance
Tenue de l'axe	Arrondi	Poser des roues (Toucher,...)	Qualités conceptuelles
Tenue de l'axe Contrôle directionnel Direction Eviter les mouvements de lacet Maintien de l'axe Coordination de la bille Alignement Axe de piste Garder la bille centrée	Arrondi Cabrage Assiette cabrée A l'arrondi:Regarder bout de piste Position ergonomique des yeux Hauteur de l'arrondi L'horizon se confond avec l'extrémité de piste	Poser des roues (Toucher,...) Avertisseur de décrochage Décrochage	Balayage extérieur>intérieur Prise de décision Détendu, pas stressé Jugement Piloter en souplesse Sécurité Performance Rythme d'exécution Confort
Note: Coordination dans toutes les phases			

A.2 ÉQUIPE DES JAUNES

Regroupement des concepts

Planification d'approche	Pente	Axe	Arrondi
1-Point de visée 2-Evaluation de la distance 3-Plan d'approche (-Visualisation de la perspective d'approche, -Pente imaginaire jusqu'à la piste)	1-Vitesse (Compensation, avertisseur de décrochage) 2-Taux de descente (cabrage) 3-Assiette versus horizon 4-Contrôle de la puissance 5-Volets 6-Balayage extérieur>intérieur 7-Références visuelles (court, polygone de piste) Résultats Pente stabilisée ou constante	1-Alignement 2-Direction (Garder la bille centrée) 3-Références visuelles Résultats Tenue de l'axe	Arrondi Contrôle de la puissance A l'arrondi: Regarder le bout de piste L'horizon se confond avec l'extrémité de la piste Eviter les mouvements de lacet Décrochage Assiette, assiette cabrée Axe de piste Hauteur Limite=Avertisseur de décrochage
Atterrissage	Sécurité (Qualités conceptuelles)	Concepts non retenus	
Poser des roues(Toucher,...) Maintien de l'axe Décrochage Assiette	Bonne pente Choix de vitesse Confort (Piloter en souplesse) Jugement (Prise de décision) Détendu (Sécurité) Détendu pas de stress Coordination	Anticiper le virage en final Contrôle de la vitesse d'approche par l'assiette L'assiette contrôle la vitesse Puissance constante Assiette vs puissance Puissance (RPM) Contrôle directionnel Assiette en tangage Pente de descente Assiette piquée=sécurité La puissance contrôle l'altitude Performance Rythme d'exécution Approche stabilisée Confirmation des assiettes par les instruments Visualisation de la pente Préparation de l'approche Contrôle de la pente Pente d'approche Position ergonomique des yeux	
Note: Par ordre d'importance et de chronologie			

A.3 ÉQUIPE DES MAUVES

Regroupement des concepts

Contrôle de la vitesse	Contrôle de la pente	Contrôle de la trajectoire
Vitesse Assiette vs puissance Contrôle la vitesse d'approche par l'assiette L'assiette contrôle la vitesse Vitesse d'approche Compensation	Contrôle de la pente Visualisation de la perspective d'approche Pente constante Visualisation de la pente Taux de descente Assiette Assiette piquée=sécurité Assiette en tangage Contrôle de la puissance Assiette versus horizon Puissance (RPM) Pente stabilisée Puissance constante Puissance La puissance contrôle l'altitude Volets (Utilisation) Pente d'approche Pente de descente Pente Bonne pente Confirmation des assiettes par les instruments	Axe de piste Tenue de l'axe Maintien de l'axe Alignement Anticiper le virage en final Contrôle directionnel Direction Coordination de la bille Éviter les mouvements de lacet <i>Anticiper la dérive</i>
Atterrissage	Qualités conceptuelles	Concepts non retenus
Point de visée Hauteur de l'arrondi A l'arrondi: Regarder le bout de piste Cabrage Avertisseur de décrochage Décrochage Arrondi Poser des roues (Toucher,...)	Prise de décision Jugement Rythme d'exécution Performance Détendu, pas stressé Approche stabilisée Sécurité Confort Piloter en souplesse Balayage extérieur>intérieur Garder la bille centrée	Assiette cabrée Plan d'approche Préparation de l'approche Polygone de piste Pente imaginaire jusqu'à la piste Evaluation de la distance Références visuelles Position ergonomique des yeux L'horizon se confond avec l'extrémité de piste

A.4 ÉQUIPE DES BEIGES (CRÈMES)

Regroupement des concepts

APPROCHE			
Vitesse	Pente d'approche	Alignement	Puissance
Eviter les mouvements lacet	Approche stabilisée	Polygone de piste	La puissance contrôle l'altitude
Contrôle de la vitesse d'approche par l'assiette	Compensation	Ancipiter le virage en final	Puissance
L'assiette contrôle la vitesse	Puissance (RPM)	Garder la bille centrée	Puissance constante
Confirmation des assiettes	Assiette piquée=sécurité	Tenue de l'axe	Avertisseur de décrochage
par les instruments	Pente d'approche	Direction	
Vitesse	Pente de descente	Maintien de l'axe	
Vitesse d'approche	Pente constante	Axe de piste	
Assiette	Préparation de l'approche	Alignement	
	Visualisation de la pente	Coordination de la bille	
	Bonne pente	Contrôle directionnel	
	Plan d'approche		
	Assiette vs puissance		
	Pente		
	Volets		
	Contrôle de la pente		
	Références visuelles		
	Pente imaginaire jusqu'à la piste		
	Evaluation de la distance		
	Pente stabilisée		
	Point de visée		
	Taux de descente		
	Contrôle de la puissance		
	Visualisation de la perspective d'approche		
ATTERRISSAGE			
Contrôle directionnel	Arrondi	Performance	Qualités conceptuelles
Correction de la dérive	Arrondi	Performance	Détendu, pas stressé
Mouvements de lacet	Hauteur de l'arrondi		Prise de décision
	Cabrage		Sécurité
	Rythme d'exécution		Confort
	Balayage extérieur>intérieur		Jugement
	Décrochage		Piloter en souplesse
	Position ergonomique des yeux		
	A l'arrondi: Regarder le bout de piste		
	Poser des roues (Toucher,...)		
	L'horizon se confond avec l'extrémité de la piste		
	Assiette en tangage		
	Assiette versus horizon		
	Assiette cabrée		
		Note: Division en deux parties: Approche & Atterrissage	
		Classement selon la logique de l'exercice	

ANNEXE 6

PROPOSITION SYNTHÈSE DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

Synthèse proposée exercice d'approche et d'atterrissage

Exercice de vol en régime VFR

Principes directeurs généraux:

- 1) **Principe VAK:** Les références visuelles (V=Visuel) et Auditives (A=Auditif) influencent constamment l'action (K=Kinesthésique) du pilote
- 2) Le balayage extérieur prime sur le balayage intérieur

APPROCHE

Principes directeurs:

- 1) Exécuter une approche stabilisée en maintenant une vitesse et une pente constante et l'avion dans l'axe de piste
- 2) L'assiette contrôle la vitesse, la puissance contrôle la pente
- 3) Puissance + assiette = performance D'APPROCHE STABILISÉE¹

PLANIFICATION DE L'APPROCHE

1. -Préparation de l'approche
 - 1.1 -Liste de vérifications (check-list)
 - 1.2 -Configuration de l'avion (vitesse, volets, puissance, ...)
2. -Identification des références visuelles
3. -Finesse (Référence: vol plané)
4. -Anticipation du virage en finale

VISUALISATION DE LA PERSPECTIVE D'APPROCHE

1. -Observation des références visuelles
 - 1.1 -Assiettes d'approche
 - 1.2 -Instruments de vol (Confirmation des assiettes)
2. -Visualisation de la pente d'approche
 - 2.1 -Évaluation de la distance horizontale de l'avion jusqu'à la piste
 - 2.2 -Évaluation de la hauteur (au-dessus du sol)
 - 2.3 -Visualisation de la pente par rapport au point de visée
3. -Visualisation de l'axe de piste

¹ En contexte d'approche, la pente sera contrôlée plus rapidement par la puissance et la vitesse par l'assiette. Tout en comprenant le fait que la puissance et l'assiette sont indissociables dans le contrôle global de l'avion en approche.

Synthèse proposée exercice d'approche et d'atterrissage

EXÉCUTION DE L'APPROCHE

1. -Amorce de l'approche
2. -*Contrôle* et maintien de la vitesse³
3. -*Contrôle* et maintien de l'avion sur la Pente⁴
4. -*Contrôle* et maintien de l'avion sur l'axe de piste⁵
5. -Tâches complémentaires
 - 5.1 -Liste de vérifications (check-list)
 - 5.3 -Commandes auxiliaires

VITESSE

Principes directeurs:

- 1) Assiette + puissance = performance en approche
- 2) L'assiette compensée maintien la vitesse d'approche constante
- 3) Une assiette piquée garantie un maintien de vitesse sécuritaire

VITESSE D'APPROCHE

1. -Choix de la vitesse d'approche (1.3 VSO⁶ ou selon le manuel de l'avion)
2. -Volets (Configurés pour l'approche)
3. -Confirmation de la vitesse par l'anémomètre

CONTROLE ET MAINTIEN DE LA VITESSE

1. -Maintien de la vitesse par l'assiette (et de la pente par la puissance)
2. -Compensation (trim)
3. -Confirmation des assiettes par les instruments
 - 3.1 En tangage: anémomètre, indicateur d'assiettes, altimètre, variomètre
 - 3.2 Avertisseur de décrochage (Prévention-sécurité)

³ Ce concept est traité dans le famille Vitesse.

⁴ Ce concept est traité dans le famille Pente.

⁵ Ce concept est traité dans la famille Axe de piste

⁶ VSO: Vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage

Synthèse proposée exercice d'approche et d'atterrissage

PENTE

Principe directeur:

- 1) La puissance contrôle et maintien la pente stabilisée

PENTE D' APPROCHE

1. -Choix de la pente d'approche
2. -Volets (d'approche)
 - 2.1 -Utilisation des volets
 - 2.2 -Ajustement de l'assiette
 - 2.3 -Compensation (trim) des effets secondaires associés aux volets
3. -Amorce de la descente
 - 3.1 -Puissance (Réduction), vitesse d'approche, assiette, compensation (Trim)

CONTROLE et maintien de la pente

1. -Maintien d'une pente constante
2. -Confirmation de la pente en utilisant:
 - 2.1 -Les références visuelles
 - 2.2 -Les instruments: Altimètre, variomètre, (ILS, DME, GPS,...)
3. -Contrôle de la descente par la puissance
 - 3.1 -Variations en souplesse de la puissance (en évitant le surcontrôle)
 - 3.2 -Compensation (Trim) des moments en tangage associés aux changements d'assiette et de puissance
 - 3.2.1 -Contrôle des effets primaires en tangage
 - 3.2.2 -Contrôle des effets secondaires en tangage

AXE DE PISTE

ALIGNEMENT

1. -Virage en finale
2. -Interception de l'axe de piste

CONTROLE directionnel et maintien de l'avion sur l'axe de piste

1. -Contrôle en roulis
 - 1.1 -Ailerons: maintien des ailes horizontales
 - 1.1.1 -Contrôle des effets primaires en roulis
 - 1.1.2 -Contrôle des effets secondaires en roulis
 - 1.2 -Instruments en roulis: indicateur d'assiettes, coordonnateur de virage

Synthèse proposée exercice d'approche et d'atterrissage

2. -*Contrôle en lacet (Directionnel)*
 - 2.1 -Palonier: *contrôle et maintien d'un cap constant*
 - 2.1.1 -Contrôle des effets primaires en lacet
 - 2.1.2 -Contrôle des effets secondaires en lacet
 - 2.2 -Instruments en lacet: coordonnateur ou indicateur de virage, inclinomètre (bille), gyro directionnel

Dérive

1. -Correction de la dérive
 - 1.1 -*Anticipation de la dérive*
 - 1.2 -*Correction de la dérive*
 - 1.2.1 -Approche glissée (En contexte d'apprentissage)
 - 1.2.2 -Approche en crabe
 - 1.3 -En arrondi: *Décompensation du crabe par la glissage*

ARRONDI

Principe directeurs:

- 1) Les références visuelles permettent d'évaluer et de contrôler la hauteur et le rythme d'exécution de l'arrondi
- 2) En arrondi, le pilote utilise uniquement le balayage extérieur
- 3) L'importance de la vision périphérique augmente proportionnellement au cabrage de l'avion
- 4) L'avertisseur de décrochage, utilisé dans une optique de prévention en approche, sera utilisé pendant toute l'arrondi comme instrument permettant de contrôler le rythme d'exécution
- 5) En fin d'approche et en arrondi, l'horizon réel pourrait bien être caché par des cîmes montagneuses. Le pilote "visualisera" alors un horizon apparent situé à la base des montagnes, qui coïnciderait parfaitement avec l'horizon réel.

EXÉCUTION DE L'ARRONDI

1. -Arrondi initial
 - 1.1 -Hauteur de l'arrondi
2. -Avertisseur de décrochage
3. -Palier de décélération
 - 3.1 -Rythme d'exécution

Synthèse proposée exercice d'approche et d'atterrissage

- 3.1.1 -Atteinte et maintien du palier de décélération près de la piste par un cabrage graduel de l'avion
- 4. -Contrôle directionnel
- 5. -Contrôle et maintien de l'avion sur l'axe de piste⁷
 - 5.1 -Maintien de l'avion sur l'axe de piste

ATTERRISSAGE

Principes directeurs:

- 1) Le pilote reconnaît l'assiette d'atterrissage dans une plage d'assiettes cabrées qui peuvent parfois être confirmées par l'avertisseur de décrochage
- 2) Au toucher, l'horizon apparent se confond avec l'extrémité de la piste (bout de piste)

LA PRISE DE CONTACT

1. -Poser du train principal sur l'axe de piste
 - 1.1 -Contrôle du moment piqueur provoqué par le coefficient de friction des roues du train principal
2. -Maintien de l'avion centré sur l'axe de piste
3. -Au besoin: Contrôle du ou des rebonds par les commandes de vol et par le moteur
4. -Contrôle directionnel avec le palonnier
5. -Au besoin: Contrôle des effets secondaires provoqués par:
 - 5.1 -Les gouvernes et les assiettes
 - 5.2 -Les changements de puissance
 - 5.3 -L'environnement

DÉCÉLÉRATION ET POSÉ DE LA ROUE AVANT

1. -Décélération
 - 1.1 -Graduelle: En économisant les freins
 - 1.2 -Rapide: En appliquant les freins
2. -Maintien de l'avion centré sur l'axe de piste par l'utilisation du palonnier et au besoin des freins
3. -Posé de la roue avant
 - 3.1 -En contrôle (en douceur)
 - 3.2 -En protégeant le train avant par un braquage de la gouverne de profondeur

⁷ Ce concept est traité dans la famille Axe de piste GRIP/M (UQAC) et CQFA

Synthèse proposée exercice d'approche et d'atterrissage

ARRET

1. -Sortie de l'avion sur une voie de circulation
2. -Arrêt de l'appareil

AUTRE FAMILLES

QUALITÉS CONCEPTUELLES

Principe directeur:

En situation de vol, le pilote doit respecter la loi des impératifs suivants en priorisant:

- 1 -Le pilotage de l'avion (vol)
- 2 -La navigation
- 3 -Les communications
- 4 -Le confort

JUGEMENT

1. -Sécurité
2. -Prise de décision
3. -Multiplicité (Situation awareness)⁸
4. -Gestion des ressources
 - 4.1 -Ressources humaines
 - 4.2 -Ressources matérielles

COORDINATION

1. -Position ergonomique du pilote dans l'avion
 - 1.1 -Ajustement du siège et des commandes
 - 1.2 -Ajustement de la hauteur des yeux
2. -Rythme d'exécution
3. -Pilotage en souplesse
4. -Confort

RÉFÉRENCES VISUELLES

Principes directeurs:

- 1) La ligne d'horizon constitue la référence visuelle principale pour évaluer et contrôler les assiettes de l'avion
- 2) le pilote doit s'assurer à chaque vol d'adopter la même position des yeux

⁸ Il s'agit de la capacité à exécuter une multitude de tâches.

Synthèse proposée exercice d'approche et d'atterrissage

1. -Horizon
 - 1.1 -Nez de l'avion
2. -Axe de piste
3. -Polygone de piste
4. -Repères de piste
 - 4.1 -Axe matérialisé
 - 4.2 -Point de visée
 - 4.3 -Seuil de piste
 - 4.4 -Bout de piste (extrémité de la piste)
 - 4.5 -Surface de piste

Communications

1. -Communication radio
 - 1.1 -Écoute radio
 - 1.2 -Autorisations
 - 1.3 -Instructions

Environnement

1. -Vent en finale
 - 1.1 -Intensité et direction du vent
 - 1.2 -Composante vent de travers
 - 1.3 -Composante vent debout, arrière
 - 1.4 -Variation du vent en finale
 - 1.4.1 -Turbulence et rafales
 - 1.4.2 -Rabattant (down draft) et ascendant (up draft)
2. -Obstacles en finale
3. -Séparation du trafic
4. -État de la piste
 - 4.1 -État de la surface de la piste
 - 4.2 -Pente de la piste (ascendante/descendante)
 - 4.3 -Dimension de la piste
 - 4.4 -Proucentage de courbure de la piste (concave/convexe)

ANNEXE 7

GRILLE D'ÉVALUATION DE L'EXERCICE D'APPROCHE ET D'ATTERRISSAGE

Exercice d'approche et d'atterrissage

Niveau	Titre	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Qualités Conceptuelles	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1.1	Jugement	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.1.1	Prise de décision	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
1.1.1.1	Décision sécuritaire	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70
1.1.1.2	Décision opérationnelle	40	40	40	30	30	30	30	30	30	30
1.1.1.2.1	Gestion des ressources	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.1.1.2.1.1	Ressources humaines	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
1.1.1.2.1.2	Ressources matérielles	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
1.1.2	Multiplicité	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
1.1.2.1	Coordination	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.1.2.1.1	Position ergonomique du pilote	20	20	10	20	10	10	10	10	10	10
1.1.2.1.1.1	Ajustement du siège et des commandes	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1.2.1.1.2	Ajustement de la hauteur des yeux	60	60	100	100	100	100	100	100	100	100
1.1.2.1.2	Rythme d'exécution	30	30	40	30	40	40	40	40	50	50
1.1.2.1.3	Pilotage en souplesse	40	40	40	40	40	40	40	40	30	30
1.1.2.1.4	Confort	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2	Environnement	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
2.1	Vent en finale	50	50	50	50	50	50	50	50	50	30
2.1.1	Intensité et direction du vent	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
2.1.1.1	Composante vent debout	30	30	20	10	10	10	10	10	10	10
2.1.1.2	Composante vent de travers	70	70	80	90	90	90	90	90	90	90
2.1.2	Turbulences	30	30	30	30	30	30	50	60	60	60
2.1.2.1	Raffales	50	50	80	90	90	90	100	90	100	100
2.1.2.2	Cisaillements	50	50	20	10	10	10	0	10	0	0
2.1.3	Courants verticaux	30	30	30	30	30	30	10	0	0	0
2.1.3.1	Ascendants	40	40	50	50	50	50	50	0	0	0
2.1.3.2	Rabbatants	60	60	50	50	50	50	50	0	0	0
2.2	Obstacles en finale	20	15	10	10	0	0	0	0	0	0
2.3	Séparation du trafic	10	10	10	10	5	0	0	0	0	30
2.4	État de la piste	20	25	30	30	45	50	50	50	50	40
2.4.1	Dimension de la piste	60	60	50	40	30	30	20	10	10	10
2.4.2	Pente de la piste	15	15	20	20	30	30	30	30	30	30
2.4.2.1	Pente ascendante	50	50	50	50	50	50	50	40	40	40
2.4.2.2	Pente descendante	50	50	50	50	50	50	50	60	60	60
2.4.3	État de la surface de la piste	10	10	15	20	20	20	25	30	30	30
2.4.4	Pourcentage de courbure de la piste	15	15	15	20	20	20	25	30	30	30
2.4.4.1	Concave	50	50	40	40	40	40	40	40	40	40
2.4.4.2	Convexe	50	50	60	60	60	60	60	60	60	60
3	Références visuelles	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3.1	Horizon	25	25	20	15	10	5	5	5	5	5

Exercice d'approche et d'atterrissage

Niveau	Titre	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3.1.1	Nez de l'avion	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3.2	Axe de piste	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
3.3	Polygone de piste	25	25	20	20	20	20	15	15	15	15
3.4	Repères de piste	25	25	35	40	45	50	55	55	55	55
3.4.1	Axe matérialisé	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3.4.2	Point de visée	70	55	40	10	0	0	0	0	0	0
3.4.3	Seuil de piste	10	15	15	30	20	10	10	10	10	0
3.4.4	Bout de piste	10	10	20	30	50	55	55	60	60	50
3.4.5	Surface de piste	0	0	5	10	10	15	15	10	10	30
4	Séquence d'exécution	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
4.1	Approche	100	100	100	10	0	0	0	0	0	0
4.1.1	Visualisation de la perspective d'approche	25	10	10	5	0	0	0	0	0	0
4.1.1.1	Observation des références visuelles	40	30	5	0	0	0	0	0	0	0
4.1.1.1.1	Assiettes d'approche	90	90	95	0	0	0	0	0	0	0
4.1.1.1.2	Instruments de vol	10	10	5	0	0	0	0	0	0	0
4.1.1.2	Visualisation de la pente d'approche	30	35	50	50	0	0	0	0	0	0
4.1.1.2.1	Évaluation de la distance horizontale	40	30	20	20	0	0	0	0	0	0
4.1.1.2.2	Évaluation de la hauteur	30	30	40	60	0	0	0	0	0	0
4.1.1.2.3	Visualisation de la pente / point de visée	30	40	40	20	0	0	0	0	0	0
4.1.1.3	Visualisation de l'axe de piste	30	35	45	50	0	0	0	0	0	0
4.1.2	Exécution de l'approche	75	90	90	95	0	0	0	0	0	0
4.2	Arrondi	0	0	0	90	100	100	0	0	0	0
4.2.1	Exécution de l'arrondi	0	0	0	100	100	100	0	0	0	0
4.2.1.1	Arrondi initial	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
4.2.1.1.1	Hauteur de l'arrondi	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
4.2.1.2	Avertisseur de décrochage	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0
4.2.1.3	Palier de décélération	0	0	0	10	40	40	0	0	0	0
4.2.1.3.1	Rythme d'exécution	0	0	0	100	100	100	0	0	0	0
4.2.1.3.1.1	Atteinte et maintien du palier de décélération	0	0	0	100	100	100	0	0	0	0
4.2.1.4	Contrôle directionnel	0	0	0	20	20	20	0	0	0	0
4.2.1.5	Contrôle et maintien de l'avion sur axe	0	0	0	20	30	30	0	0	0	0
4.2.1.5.1	Maintien de l'avion sur axe	0	0	0	100	100	100	0	0	0	0
4.3	Atterrissage	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
4.3.1	Prise de contact	0	0	0	0	0	0	90	10	0	0
4.3.1.1	Posé du train principal	0	0	0	0	0	0	20	5	0	0
4.3.1.1.1	Contrôle du piqueur	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0
4.3.1.2	Maintien de l'avion centré	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0
4.3.1.3	Au besoin: contrôle des rebords	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0
4.3.1.4	Contrôle directionnel avec palonnier	0	0	0	0	0	0	20	25	0	0
4.3.1.5	Au besoin: contrôle effets secondaires	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0
4.3.1.5.1	Gouvernes et assiettes	0	0	0	0	0	0	40	50	0	0
4.3.1.5.2	Changement de puissance	0	0	0	0	0	0	40	30	0	0
4.3.1.5.3	Environnement	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0
4.3.2	Décélération et posé de la roue avant	0	0	0	0	0	0	10	90	100	10
4.3.2.1	Décélération	0	0	0	0	0	0	10	20	20	80

Exercice d'approche et d'atterrissage

Niveau	Titre	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4.3.2.1.1	Graduelle	0	0	0	0	0	0	80	80	80	
4.3.2.1.2	Rapide	0	0	0	0	0	0	20	20	20	
4.3.2.2	Maintien de l'avion centré sur axe	0	0	0	0	0	0	90	80	30	20
4.3.2.3	Posé de la roue avant	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
4.3.2.3.1	En contrôle	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
4.3.2.3.2	En protégeant le train avant	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
4.3.3	Arrêt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
4.3.3.1	Sortie de l'avion sur une voie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
4.3.3.2	Arrêt de l'appareil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
5	Contrôle VPA: Vitesse, Pente, Axe	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
5.1	Vitesse	70	70	60	20	0	0	0	0	0	0
5.1.1	Vitesse d'approche	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1.1.1	Choix de la vitesse d'approche	50	40	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1.1.2	Volets	30	40	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1.1.3	Confirmation de la vitesse par l'anémomètre	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
5.1.2	Contrôle et maintien de la vitesse	60	90	100	100	0	0	0	0	0	0
5.1.2.1	Maintien vitesse par l'assiette	70	70	80	90	0	0	0	0	0	0
5.1.2.2	Compensation (trim)	20	25	15	10	0	0	0	0	0	0
5.1.2.3	Confirmation des assiettes par instruments	10	5	5	0	0	0	0	0	0	0
5.1.2.3.1	Instruments en tangage	95	90	50	0	0	0	0	0	0	0
5.1.2.3.2	Avertisseur de décrochage	5	10	50	0	0	0	0	0	0	0
5.2	Pente	15	15	20	30	0	0	0	0	0	0
5.2.1	Pente d'approche	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2.1.1	Choix de la pente d'approche	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2.1.2	Volets	80	100	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2.1.2.1	Utilisation des volets	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2.1.2.2	Ajustement de l'assiette	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2.1.2.3	Compensation des effets secondaires	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0
5.2.2	Contrôle et maintien de la pente	70	90	100	100	0	0	0	0	0	0
5.2.2.1	Maintien d'une pente constante	20	20	10	10	0	0	0	0	0	0
5.2.2.2	Confirmation de la pente	20	20	20	10	0	0	0	0	0	0
5.2.2.2.1	Références visuelles	95	95	95	100	0	0	0	0	0	0
5.2.2.2.2	Instruments	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0
5.2.2.3	Contrôle de la descente par la puissance	60	60	70	80	0	0	0	0	0	0
5.2.2.3.1	Variation en souplesse de la puissance	50	50	50	80	0	0	0	0	0	0
5.2.2.3.2	Compensation des mouvements en tangage	50	50	50	20	0	0	0	0	0	0
5.2.2.3.2.1	Contrôle des effets primaires	40	40	40	40	0	0	0	0	0	0
5.2.2.3.2.2	Contrôle des effets secondaires	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0
5.3	Axe de piste	10	13	20	50	100	100	0	0	0	0
5.3.1	Contrôle directionnel et maintien de l'axe de piste	60	60	50	50	50	50	0	0	0	0
5.3.1.1	Contrôle en roulis	60	60	60	50	50	50	0	0	0	0
5.3.1.1.1	Ailerons	95	95	100	100	100	100	0	0	0	0
5.3.1.1.1.1	Contrôle des effets primaires	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0
5.3.1.1.1.2	Contrôle des effets secondaires	60	60	60	60	60	60	0	0	0	0
5.3.1.1.2	Instruments en roulis	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0

Exercice d'approche et d'atterrissage

Niveau	Titre	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5.3.1.2	Contrôle en lacet	40	40	40	50	50	50	0	0	0	0
5.3.1.2.1	Palonnier	95	95	100	100	100	100	0	0	0	0
5.3.1.2.1.1	Contrôle des effets primaires	50	40	40	40	40	40	0	0	0	0
5.3.1.2.1.2	Contrôle des effets secondaires	50	60	60	60	60	60	0	0	0	0
5.3.1.2.2	Instruments en lacet	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
5.3.2	Dérive	40	40	50	50	50	50	0	0	0	0
5.3.2.1	Correction de la dérive	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
5.3.2.1.1	Anticipation de la dérive	60	50	20	10	0	0	0	0	0	0
5.3.2.1.2	Correction de la dérive	40	50	80	80	10	0	0	0	0	0
5.3.2.1.2.1	Approche glissée	0	0	0	10	80	100	0	0	0	0
5.3.2.1.2.2	Approche en crabe	100	100	100	90	20	0	0	0	0	0
5.3.2.1.3	En arrondi: Récompensation du crabe	0	0	0	10	90	100	0	0	0	0
5.4	Tâches complémentaires	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4.1	Liste de vérifications	70	50	0	0	0	0	0	0	0	0
5.4.2	Commandes auxiliaires	30	50	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Communication	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6.1	Communications radio	100	100	100	100	100	100	20	100	100	100
6.1.1	Écoute	50	50	50	60	50	50	20	50	50	50
6.1.2	Autorisations	25	25	25	20	0	0	0	0	0	0
6.1.3	Instructions	25	25	25	20	50	50	0	50	50	50



Code de diffusion: 1532-570