

Canadian
Forces
College

Collège
des
Forces
Canadiennes



DESSINE-MOI UN PILOTE

LCol Raphaël Nal

JCSP 44

Master of Defence Studies

Disclaimer

Opinions expressed remain those of the author and do not represent Department of National Defence or Canadian Forces policy. This paper may not be used without written permission.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, as represented by the Minister of National Defence, 2018.

PCEMI 44

**Maîtrise en études de la
défense**

Avertissement

Les opinions exprimées n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent aucunement des politiques du Ministère de la Défense nationale ou des Forces canadiennes. Ce papier ne peut être reproduit sans autorisation écrite.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de la Défense nationale, 2018.

CANADIAN FORCES COLLEGE – COLLÈGE DES FORCES CANADIENNES
JCSP 44 – PCEMI 44
2017 – 2018

MASTER OF DEFENCE STUDIES – MAÎTRISE EN ÉTUDES DE LA DÉFENSE

DESSINE-MOI UN PILOTE

LCol Raphaël Nal

“This paper was written by a student attending the Canadian Forces College in fulfilment of one of the requirements of the Course of Studies. The paper is a scholastic document, and thus contains facts and opinions, which the author alone considered appropriate and correct for the subject. It does not necessarily reflect the policy or the opinion of any agency, including the Government of Canada and the Canadian Department of National Defence. This paper may not be released, quoted or copied, except with the express permission of the Canadian Department of National Defence.”

Word Count: 15,167

“La présente étude a été rédigée par un stagiaire du Collège des Forces canadiennes pour satisfaire à l'une des exigences du cours. L'étude est un document qui se rapporte au cours et contient donc des faits et des opinions que seul l'auteur considère appropriés et convenables au sujet. Elle ne reflète pas nécessairement la politique ou l'opinion d'un organisme quelconque, y compris le gouvernement du Canada et le ministère de la Défense nationale du Canada. Il est défendu de diffuser, de citer ou de reproduire cette étude sans la permission expresse du ministère de la Défense nationale.”

Compte de mots: 15,167

Table des matières

Contents

Table des matières	ii
Résumé	iv
1. Introduction	1
2. Étude générationnelle	5
a. Préambule et définitions	6
b. La génération Y (1982-1995)	7
c. La génération Z (1995-2010)	10
d. Les nouvelles générations: l'impact pour l'institution militaire	13
i. Coaching personnalisé	14
ii. Structure d'entraînement	16
iii. Formation des instructeurs	18
e. Conclusion intermédiaire	20
3. Technologie et physiologie.....	23
a. Préambule	23
b. Les risques cardio-vasculaires	24
c. Les risques cervicaux	26
d. Influence de la société moderne sur la technologie: l'obésité	31
a. Le sport: moyen de préparation incontournable	36
4. Une formation centrée sur l'humain	40
a. Préambule	40

b.	Préparation physique: le <i>Functional Movement System</i> (FMS)	42
i.	Présentation du FMS	42
ii.	Application au pilote de chasse	42
c.	Préparation mentale	46
i.	Préambule	46
ii.	La préparation mentale chez le sportif	47
ii.	La préparation mentale chez le pilote	48
iv.	Les Techniques d'Optimisation du Potentiel (TOP)	51
d.	Conclusion intermédiaire	53
5.	Conclusion.....	55
	Bibliographie	58

Résumé

Dans l'imaginaire collectif, la formation des pilotes de chasse est bien souvent associée à la technologie. D'ailleurs lorsqu'un nouveau programme de formation est envisagé, il va de pair avec un nouvel appareil de formation et de nouveaux simulateurs. Ces évolutions technologiques font repenser le programme de formation qui est alors remanié, réarticulé pour que le futur pilote soit mieux préparé avec un temps de formation diminué. Suivant les époques, les termes de downloading, syllabus modulaire et autres, sont employés pour décrire ces changements dans le cursus. L'enjeu est de justifier le coût de cette formation par la diminution des échecs dans la filière du personnel navigant.

Cependant, toute formation doit être centrée sur l'humain. Le but est de fournir une méthode d'apprentissage qui soit la mieux adaptée aux attentes de l'apprenant tout en le préparant au mieux à son nouvel environnement. En d'autres termes, il s'agit de fonder un système sur notre aptitude à comprendre l'apprenant, à l'éduquer à son nouvel environnement tout en lui permettant de mieux se connaître lui-même.

Repenser les systèmes de formation nécessite tout d'abord de mieux comprendre les nouvelles générations qui arrivent dans notre institution. Entre une génération Y en quête d'identité et nécessitant un accompagnement individualisé, et une génération Z s'épanouissant dans les structures de type réseau et les organisations collaboratives, les écoles de formation ont une véritable opportunité de revoir leur manière d'instruire. Cette évolution passera par la valorisation des instructeurs, passant du statut de référent technique à celui de coach collaboratif.

Nous pourrions être volontairement polémique en disant que pour former un pilote de chasse, le plus important n'est pas la technique de pilotage mais la manière de préparer le jeune pilote à voler.

Les avions de combat de dernière génération ont significativement augmenté les contraintes physiologiques. Il est donc nécessaire, dès le début de la formation, de fournir une éducation physique adaptée aux contraintes du facteur de charge pour permettre au pilote d'être résistant tout au long de sa carrière.

L'instruction du vol doit passer, de plus, par une phase de préparation mentale. Pour un sportif de haut niveau, c'est la force mentale qui fait la différence. Il en va de même pour un pilote de chasse face à son seuil de tolérance au stress: une préparation mentale, initiée dès le début de sa formation, lui permettra de devenir résilient face à un environnement saturant et parfois stressant.

Un système de formation innovant devra considérer les préparations physique et mentale comme centrales dans son syllabus et non comme des accessoires à l'instruction.

La partie la plus importante de la formation vise à permettre à l'individu à mieux se connaître lui-même. Connaître ses défauts, ses faiblesses physiques et psychologiques permet la mise en place d'un entraînement individualisé pour y pallier. Certains outils comme le *Functional Movement System* (FMS) ou les Techniques d'Optimisation du Potentiel (TOP) permettent d'établir ces cartographies individualisées.

Innover le système de formation des pilotes de chasse nécessite de repenser l'aspect humain du processus d'instruction. Antoine de Saint Exupéry disait qu'il n'y a "qu'un luxe véritable, celui des relations humaines". L'armée de l'air doit viser ce luxe qui permettra de

fédérer une communauté, fidéliser les nouvelles générations et tirer le meilleur profit de la technologie.

1. Introduction

Plus de 100 ans nous séparent des pilotes de chasse engagés lors de la première guerre mondiale. Cent ans durant lesquels, la technologie a permis de passer d'un aérodyne fait de bois et de toile à des machines de plusieurs tonnes pouvant dépasser la vitesse du son. Piloter ces aéronefs a toujours été un défi pour l'homme et a largement contribué au mythe qui entoure ce métier d'exception. Cependant, apprendre à devenir pilote ne s'improvise pas et la formation des pilotes de chasse a elle aussi connu des progrès fantastiques. Initialement destiné à fournir un nombre important de pilotes durant les guerres mondiales, la formation est devenue un enseignement minutieux des techniques de combat et des technologies embarquées. Des simulateurs performants et réalistes ont remplacé les « caisses à savon ¹ » des premiers temps. Les premiers appareils de formation rudimentaires ont laissé la place à de véritables petits chasseurs, aux performances pointues. La technologie a permis de rendre la formation plus réaliste et plus efficace dans sa mission d'apprentissage des techniques de pilotage.

Par ailleurs, le monde de la formation aéronautique est devenu un enjeu de souveraineté nationale: il représente le savoir-faire d'une industrie aéronautique et d'une armée de l'air professionnelle ainsi qu'un préambule technologique aux avions de combat nationaux. Cependant, la complexité croissante des appareils de dernière génération, de l'espace aérien, et des théâtres d'opérations a fait accroître les prérequis de formation. Le contenu de formation étant démultiplié, le temps passé pour instruire un pilote est augmenté. Or nos armées peuvent difficilement justifier une augmentation du temps de formation à l'heure où la rentabilité et la

¹ Nom donné aux entraîneurs de vol basique utilisés dans les années 40 en France dans la formation des pilotes

maîtrise des coûts est une priorité pour le pouvoir politique. Il en résulte une formation centrée sur l'aspect technique du vol, durant laquelle chaque semaine compte et tout retard de formation lié à des difficultés d'apprentissage peut conduire à une réorientation de l'individu. Dorénavant, les écoles de pilotage militaires doivent se concentrer sur les flux de formation, sur le taux d'encadrement, sur la justification des missions d'instruction non effectives. Cette rentabilité forcée et l'amélioration des processus de contrôle de l'instruction tendent à rendre la formation des pilotes productive et rentable.

L'élève-pilote est devenu le produit des escadrons et toute « non-conformité » avec l'objectif fixé par le syllabus de formation tend à être écarté: c'est autant la courbe de progression d'un élève-pilote qui est apprécié que ses qualités de restitution. Un certain paradoxe est ainsi créé: malgré un argument d'amélioration de la formation des pilotes de chasse, la technologie a induit un allongement du temps et du coût de formation. Cet accroissement du temps de formation entraîne une certaine pression temporelle pour pouvoir produire dans les temps le nombre de pilote requis. Cette contrainte de temps entraîne à son tour une augmentation des échecs d'apprentissage et donc des coûts sur l'ensemble des formations.

À l'heure où les armées de l'air occidentales tendent à se doter d'appareils de combat de dernière génération, la modernisation de la formation des pilotes de chasse est au cœur des préoccupations pour préparer au mieux les pilotes de demain. Cependant, moderniser n'est pas innover. La modernisation se concentre sur l'aspect technologique qui peut avoir des biais comme exposés précédemment. Il s'agit de repenser l'instruction au pilotage pour la rendre plus efficace en diminuant le taux d'attrition lié aux échecs de formation. Certes, le métier de pilote de chasse est exigeant et repose sur une sélection stricte qui ne peut souffrir d'aucun laxisme

sous peine de risquer la vie du pilote ou de tiers. Cependant, passée la sélection initiale, les échecs de formation doivent diminuer, au cours de la formation chasse, jusqu'à un taux marginal dans les escadrons de combat. Aussi, comment faire preuve d'innovation dans la formation des pilotes de chasse pour l'adapter au mieux à notre environnement technologique et sociétale? Nous nous attacherons de garder à l'esprit cette question de recherche principale tout au long de cette étude en nous astreignant à ne pas réduire l'étude à la modernisation technologique des escadrons de formation. La tentation est d'autant plus grande que l'arme aérienne est caractérisée par cette empreinte technologique. Cependant, la conquête du ciel est aussi une aventure humaine et les relations interpersonnelles et intergénérationnelles caractérisent l'armée de l'air en général et le monde des pilotes de chasse en particulier. Aussi, le but de cette étude est de répondre aux deux questions de recherche suivantes : les nouvelles générations sont-elles une opportunité ou bien un challenge pour l'institution militaire? Quelles sont les conséquences et les palliatifs de l'évolution technique des aéronefs de combat sur le corps humain?

Cette thèse est articulée autour de trois parties distinctes. La première partie traitera de l'aspect générationnel de notre société et définira les caractéristiques et les attentes de ces nouvelles générations. Nous verrons que chaque génération est différente mais que le travail collaboratif est une nécessité commune à toute. Intégrer le coaching et l'accompagnement individualisé, dans la formation au pilotage, peut donc s'avérer positif pour intégrer ces nouvelles populations, répondre à leurs attentes et donc les comprendre.

La deuxième partie traitera des effets du facteur de charge sur le corps humain : les avions de combat de dernière génération pouvant évoluer sous fort facteur de charge, la nécessité d'utiliser des moyens palliatifs à ces effets est primordiale. Après avoir exposé ces effets physiologiques, la réciproque sera analysée au travers du fléau que rencontrent actuellement nos

sociétés modernes : le surpoids et l'obésité. La pratique d'une activité physique adaptée, dès la phase initiale de pilotage, devrait être incontournable dans toutes les écoles de formation au pilotage pour permettre une préparation physique optimisée du pilote.

Pour finir, la troisième partie proposera des exemples d'outils de préparation physique et mentale utilisée dans le milieu sportif et militaire. Proposer des outils similaires pour améliorer les résultats des pilotes lors de leur formation serait appréciable. De plus, en permettant aux pilotes de mieux connaître leurs points faibles, tant sur le plan physique que psychologique, ce nouveau type de formation permettrait de les rendre autonomes sur le reste de leur cursus dans les forces.

Cette thèse démontre qu'il est nécessaire d'innover nos systèmes de formation en recentrant l'apprentissage du pilotage sur l'humain. Former un pilote de chasse nécessite de préparer un combattant aux techniques de combat aérien. Bien souvent, nous pensons que la difficulté réside dans l'appropriation de ces techniques spécifiques. Or, préparer physiquement et psychologiquement un combattant au stress de l'environnement aérien, tout en prenant en compte les spécificités et les besoins de chacun, est le véritable enjeu. Cette prise en compte humaine est la base pour s'assurer qu'un individu est préparé à ce métier. Les techniques de pilotage et du combat aérien ne se conçoivent qu'a posteriori. Aussi, un système de formation innovant repose tout d'abord sur une bonne connaissance de l'individu et de ses attentes. Il doit, de plus, éduquer sur les bonnes pratiques physiques à mettre en place pour une préparation optimale. Enfin, il doit permettre à chacun de mieux se connaître en dressant une cartographie physique et psychologique individualisée grâce à des outils adaptés.

2. Étude générationnelle

La tendance actuelle des armées de l'air occidentales est de vouloir centrer la formation des pilotes de chasse sur la technologie². En effet, les programmes majeurs nationaux mettent en exergue le vecteur utilisé, les outils de simulation, de préparation et de restitution de mission. Ainsi définis, les programmes de formation font de la technologie un gage de succès dans la formation. Cependant, bien que ces nouveaux outils aient permis de diminuer le taux d'échec dans la formation, celui-ci reste important. Aussi, est-il nécessaire de s'attarder sur les raisons des échecs d'élèves-pilotes de chasse. En effet, même si la sélection fait partie intégrante de la formation en phase initiale (phase I), le taux d'échec doit être contrôlé voire réduit au minimum dans les phases suivantes de spécialisation chasse (phase IIb-III-IV). Le but ultime est de n'avoir aucun échec lors après le passage en OCU³ : l'armée de l'air française a défini cet objectif par le terme *formation par le succès*⁴. Cependant une analyse des échecs dans la formation des équipages montrent une tendance à « l'arrêt volontaire » : confronté à des difficultés, le candidat préfère arrêter de lui-même. La technologie ne permet pas de pallier ce changement dans les mentalités. La cause de certains échecs est souvent imputée à des différences générationnelles et à une moindre motivation pour le métier des armes en général et pour le métier de pilotes de chasse en particulier. Le but de cette partie sera donc de définir les différentes générations qui se

² Aviation royale canadienne, « Formation » consulté le 20 février 2018, <http://www.rcacf-arc.forces.gc.ca/fr/formation.page>.

³ Operational Conversion Unit

⁴ Armée de l'air, « FOMEDEC : Un nouveau cursus de formation pour le personnel navigant », consulté le 06 avril 2018, <https://www.defense.gouv.fr/english/air/actus-air/fomedec-un-nouveau-cursus-de-formation-pour-le-personnel-navigant/un-nouveau-cursus>.

côtoient actuellement dans les forces aériennes ainsi que les conséquences pour notre organisation.

a. Préambule et définition

Jusqu'au milieu des années 90, les sociologues considéraient une nouvelle génération tous les 20 ans. Cependant, les effets de la globalisation et de la révolution numérique ont accéléré les évolutions de notre société et les relations interpersonnelles. Dorénavant, nous pouvons statuer qu'une génération remplace la précédente tous les 15 ans. Par génération, les historiens et démographes Howe et Strauss entendent un ensemble de personnes qui partagent les mêmes traits de personnalité⁵. Une génération peut être représentée sur trois axes : biologique, historique et social. Ainsi, une même génération partagera des comportements communs dus à l'unicité de la classe d'âge (dimension biologique), un même sentiment d'appartenance (dimension sociale) et une histoire commune et structurante fonction des événements (dimension historique).

Une génération est donc un groupe qui « parce que leurs membres sont nés en des périodes distinctes, ne connaîtront pas nécessairement aux mêmes âges des destins similaires⁶ ».

Le terme même de génération ayant été défini, il s'agit dorénavant de catégoriser les différentes générations qui se sont succédées en les classant suivant leur année de naissance. Même si les périodes peuvent varier en fonction des auteurs et des pays, la majorité des écrits ont identifié les catégories suivantes : les baby-boomers (nés entre 1943 et 1960), la génération X

⁵ Howe, Neil, et William Strauss, *Millennials Rising: The Next Great Generation* (New York : Vintage Books, 2000).

⁶ Louis Chauvel. 2003. « Génération Sociale et Socialisation Transitionnelle: Fluctuations cohortales et stratification sociale en France et aux Etats-Unis au XXème siècle » (mémoire de maîtrise, Institut d'Etudes Politiques de Paris, 2003), p. 21.

(nés entre 1961 et 1981), la génération Y (nés entre 1982 et 1995)⁷. A ces générations s'ajoutent dorénavant la génération Z nés après 1995.

Les générations qui intéressent cette partie sont les générations Y et Z. En effet, ce sont ces générations qui actuellement sont en formation initiale de pilote de chasse (génération Z) ou en formation avancée en escadron opérationnel (génération Y).

b. La génération Y (1982-1995)

Concernant la génération Y, la lettre employée fait référence à une génération consécutive de la génération X. Cependant la lettre Y se dit *Why* en Anglais et certains sociologues utilisent cette dénomination pour désigner cette génération qui semble se questionner d'avantage dans le cadre professionnel. D'autres terminologies parlent de génération *Millennials*⁸, *Digital Native*⁹ ou *E-Generation*.

La génération Y a fait l'objet de nombreuses études mais ce sont souvent les stéréotypes concernant cette génération qui prédominent dans l'organisation militaire. D'aucuns diront que c'est une génération ambitieuse mais non résiliente, indépendante et peu encline à la cohésion, aimant la technologie pour communiquer, favorisant la vie privée au détriment de la vie professionnelle¹⁰. Les stéréotypes non fondés et non validés sont dangereux car ils risquent de créer un clivage entre les générations. Créant un mal-être, de la discrimination et favorisant la démotivation et l'abandon chez la population jeune, les stéréotypes impactent aussi l'organisation en créant de la méfiance, un turn-over important et une baisse de la performance. Nous verrons ultérieurement que combattre les stéréotypes auprès des instructeurs est une condition première pour un nouveau système de formation plus efficient.

⁷ SHRM, *Generational Differences: Survey Report*, rapport n° 04-0432, 2004, p. 1-29

⁸ Howe, Neil, et William Strauss. 2000. *Millennials Rising: The Next Great Generation*.

⁹ Marc Prensky, « Digital Natives, Digital Immigrants », *MCB University Press*, Vol. 9, n°5 (2011).

¹⁰ Daniel A. Casoinic, *Les comportements des générations Y et Z à l'école et en l'entreprise*, (juin 2016), p. 33, <https://cdn.reseau-canope.fr/archivage/valid/N-8646-12502.pdf>.

Des études sociologiques ont cependant démontré que les personnes issues de la génération Y se questionnent sur leur identité¹¹. Cette crise identitaire est à mettre en relation avec la diversification des relations interpersonnelles de cette population. En effet, à l'image des réseaux sociaux qu'ils utilisent abondamment, la génération Y aime faire partie de plusieurs groupes. Le réseau professionnel n'est plus l'unique centre d'intérêt et cette génération privilégie le réseau des amis et celui de la famille. Alors que les générations précédentes se définissaient facilement de par leur milieu professionnel, il est difficile pour la génération Y de se sentir n'appartenir qu'à un seul groupe. De cette constatation découle le fait que la génération Y est moins individualiste que la génération précédente¹². Elle préfère le travail collaboratif, l'environnement de l'équipe, d'un groupe.

Cet enclin pour le collaboratif entraîne aussi un rapport particulier avec la hiérarchie : la génération Y va être mal à l'aise avec l'autorité traditionnelle et préférera des relations transversales aux rapports hiérarchiques verticaux¹³. Le supérieur est vu, bien souvent, comme un mentor, un facilitateur du travail. Son autorité doit être intrinsèque pour être reconnue par cette génération.

Le questionnement identitaire de cette génération entraîne aussi un souhait d'une certaine flexibilité dans son travail. Ce dernier n'étant pas sa seule préoccupation, elle souhaite pouvoir bénéficier d'un emploi du temps adaptable et privilégier un équilibre entre vie professionnelle et vie privée. De plus, les Y ne considèrent pas faire toute leur carrière professionnelle au sein de la même entreprise. Contrairement aux X, ils conçoivent facilement la reconversion si les

¹¹ B. Pauget et A. Dammak, « L'arrivée de la génération Y : quelles conséquences managériales et organisationnelles pour les organisations sanitaires et sociales françaises? », *Pratiques et Organisation des soins*, vol. 43, n° 1, 2012, p. 27.

¹² Lisa Darles, « La Génération Y dans l'entreprise : challenge ou opportunité? » (mémoire de maîtrise, Science Po Grenoble, France, 2015), p. 12.

¹³ Daniel A. Casoinic, *Les comportements des générations Y et Z à l'école et en l'entreprise*, p. 33.

conditions financières mais surtout le cadre du travail ne leur correspondent pas¹⁴. Pour cette génération, la loyauté envers l'entreprise doit se comprendre d'un point de vue transactionnel. En effet, les Y se sentiront loyaux envers l'institution s'ils remplissent les missions et tâches donnés par leur supérieur. Mais l'institution doit leur permettre de se développer personnellement. En reprenant la classification des employés de Jonas et Kortenius¹⁵, nous pouvons classer la génération Y comme « employé en quête d'identité » : ce type d'employé recherche constamment à se développer et à progresser et utilise l'institution pour se créer son identité personnelle et sociale. Cette caractéristique reprend le point expliqué plus haut sur la crise identitaire de la génération Y.

Mieux connaître cette génération permet aussi de mieux appréhender les méthodes d'apprentissage idoines. La génération Y a été la raison d'une reformulation des processus de formation : intégrant des méthodes interactives et une pluralité de documentation en ligne, les forces armées ont su jouer la carte de la technologie pour toucher au mieux cette nouvelle génération durant le début des années 2000. Mais l'attrait pour les TIC¹⁶ n'est pas la seule caractéristique des *Millenials*. Une étude menée par Feiertag et Berge¹⁷ montre que les Y nécessitent davantage de structure et d'accompagnement dans leur formation. Ils préfèrent une instruction participative à un enseignement en cours magistral¹⁸. Ils exigent des informations individualisées et plus adaptées à leurs cas spécifiques plutôt que des syllabus de formation standardisés. Ils ont besoin de contacts fréquents avec leurs supérieurs et un retour régulier sur leurs évaluations pour pouvoir progresser.

¹⁴ Lisa Darles, « La Génération Y dans l'entreprise : challenge ou opportunité? », p. 13.

¹⁵ Laura Jonas et Rebecca Kortenius, « Beyond a Paycheck - Employment as an Act of Consumption for Gen Y Talents » (thèse, School of Economics and Management, Lund University, 2014), p. 25.

¹⁶ Technologies de l'information et de la communication

¹⁷ J. Feiertag et Z. L. Berge, « Training Generation N: How Educators Should Approach the Net Generation », *Education & Training*, vol. 50, n° 6 (2008), p. 460.

¹⁸ Daniel A. Casoinic, *Les comportements des générations Y et Z à l'école et en l'entreprise*, p. 34.

La génération Y a été la génération du tout numérique. Évoluant dans un monde en mutation, impactée par la crise du 11 septembre 2001, elle est en recherche de son identité. N'hésitant pas à remettre en question les processus établis, elle conçoit l'institution comme l'un des moyens de se définir et comme un espace collaboratif qui doit répondre à ses attentes. Nécessitant une structure et un coaching lui permettant de réussir, les Y peuvent, en cas d'échec, préférer renoncer à leur objectif initial. Cette diminution de la résilience ne réside pas dans un manque de motivation mais plutôt dans une vision critique de l'institution : le travail n'est qu'une partie de leur recherche d'identité et non une fin en soi.

La génération qui la succède est la génération Z. Cette dernière génération qui arrive dans nos forces armées possède de nombreux points communs avec les Y mais ne doit pas être appréhendée de manière identique.

c. La génération Z (1995-2010)

Si nous devons définir la génération Z en un mot, ce serait sûrement le *réseau*. Le réseau de l'internet dans lequel les Z ont baigné depuis leur enfance. Le réseau social dans lequel ils s'inscrivent encore plus que la génération Y. « Le bon réseau » qui est pour eux la clé du succès comme le souligne l'enquête « La grande InvaZion » menée en 2015 par BNP Paribas et *The Boson Project*¹⁹. Le réseau du travail en collaboratif qui est un besoin pour cette génération, a contrario de nos organisations militaires traditionnelles.

Cette structure en réseau rappelle l'étude systémique d'Alberts and Hayes sur les organisations de Commandement et Contrôle. Même si cette théorie est d'avantage utilisée pour analyser les systèmes de C2, une analogie entre ce modèle et les aspirations de la génération Z est possible. Cette théorie définit un système désigné comme *Power to the Edge* et propose un

¹⁹ BNP Paribas et The Boson Project, *La Grande InvaZion*, rapport d'enquête (2015), consulté le 25 novembre 2017, <https://cdn-actus.bnpparibas.com/files/upload/2015/01/20/docs/lagrandeinvazionbnpparibastbpweb.pdf>

changement fondamental dans la culture de l'entreprise et des organisations militaires. En fin de compte, cette théorie propose une nouvelle définition des liens entre l'individu et ses pairs. Le but étant de rejoindre un système plus efficient. Le schéma de fonctionnement du *Power to the Edge* est basé principalement sur la diffusion de l'information (*distribution of information*). Cette dernière étant l'élément principal permettant à un système de s'améliorer. En effet, toute organisation doit faire face à la révolution de l'information, que ce soit dans le domaine civil ou dans les affaires militaires. La RMA est la mise en application, au niveau militaire de cette révolution informationnelle. Pour permettre un traitement juste de l'information, une complète refonte des organisations est nécessaire notamment en visant en fonction hiérarchique horizontal de type *peer-to-peer*. Éliminant les niveaux hiérarchiques intermédiaires et ainsi les mesures de contrôle, l'attribution des décisions se fait en contact direct avec l'autorité dirigeante. Les directives de commandement étant diffusées sans intermédiaire, les ressources allouées sont mieux distribuées et la compréhension de l'état final recherché s'en trouve améliorée. Par ce fonctionnement en lien direct, les processus de fonctionnement ou encore modèles d'interactions (*patterns of interaction*) sont fondés sur la capacité de chacun à réagir en autonomie selon ses compétences et non par rapport à des procédures strictes et verticales. La rigidité des processus de fonctionnement fait perdre à une organisation l'agilité nécessaire à son efficacité. Le modèle d'Albert and Hayes définit donc une structure selon trois dimensions : l'attribution des décisions²⁰, les modèles d'interactions²¹ et la distribution de l'information²². Comme le montre la figure 1, un système est qualifié de *Power to the Edge* lorsqu'il fonctionne en réseau selon des schémas d'interaction libres avec une information diffusée à tous.

²⁰ *allocation of decision rights*

²¹ *patterns of interaction*

²² *distribution of information*

La génération Z recherche un travail en collaboration dans lequel le chef ne sera pas reconnu par ses diplômes ou son autorité extrinsèque²³ (c'est-à-dire donnée par l'institution). La confiance est le maître mot pour eux en ce qui concernent les relations avec leur supérieur. Plus encore que la génération Y qui voyait dans le chef un mentor, les Z ne conçoivent la relation avec le manager que de *peer to peer* : l'attribution des décisions est donc en lien direct avec le chef. Cette génération est aussi très autonome, ne souhaitant pas être trop canalisés et préférant « s'organiser à leur façon pour remplir la mission »²⁴. Ils ont ainsi besoin de schémas d'interaction libres favorisant leur créativité dans leur travail.

Enfin, l'information est pour eux primordiale. Ayant baigné dans un flux important d'information, les Z savent choisir l'information important dans les TIC mais surtout ont besoin d'avoir accès à ces informations. Contrairement à leurs prédécesseurs, la génération Z a aussi besoin de tous les types d'information, notamment l'information verbale qui favorise la communication directe²⁵. Plus que toute autre génération précédente, la génération Z sera donc celle du *Power to the Edge*.

La génération Z est donc la génération réseau-centré qui est aux portes de l'institution militaire. Avant même de concevoir un système de formation adapté à cette génération, il est nécessaire d'étudier les conséquences de l'arrivée de cette génération sur notre institution. En résumé, et pour reprendre une question de recherche : la génération Z est-elle un challenge ou une opportunité pour notre institution?

²³ BNP Paribas et The Boson Project, *La Grande InvaZion*, p. 24.

²⁴ Daniel A. Casoinic, *Les comportements des générations Y et Z à l'école et en l'entreprise*, p. 35.

²⁵ *Ibid.*, p. 35.

d. Les nouvelles générations : l'impact pour l'institution militaire?

Précédemment, la génération Y a été définie comme en recherche d'identité ayant besoin de se définir dans le travail et par le travail. Cependant, cette génération est en questionnement continu et nécessite de se sentir entourée et aidée dans une structure collaborative permettant un feedback régulier. En résumé cette génération Y, ayant vécu les prémices de la révolution de l'information, recherche les échanges collaboratifs et les organisations horizontales mais a besoin d'encadrement et de structures pour se sentir à l'aise dans l'environnement du travail.

La génération Z est la génération du réseau, celle de l'information libérée pour qui le collaboratif est essentiel, et qui nécessite des processus de contrôle permettant une certaine liberté dans la résolution des tâches. Beaucoup plus autonome et décomplexée que la génération précédente, c'est à cette génération que va devoir s'adapter notre institution pour faire face aux enjeux de sélection et de fidélisation. D'aucuns diront que ce n'est pas au système de s'adapter et que la formation de pilote militaire, comme toute autre spécialité, nécessite une partie de mise en conformité et d'uniformisation des individus. Cependant, les restrictions budgétaires, la complexité croissante des technologies employées rendent difficilement surmontables les échecs dans la formation. De plus, les prochaines générations détiennent de nombreuses qualités dont la gestion multitâches²⁶ qui sera incontournable pour savoir gérer les avions de 5^{ème} génération dont nos armées seront dotées.

Ainsi, l'institution militaire doit comprendre ces générations pour adapter la formation et réduire le taux d'échec. Tandis que la génération Y a besoin d'un coaching important et d'un suivi régulier de la progression, la génération Z nécessite un changement dans les structures mêmes de nos unités de formation. Trois éléments clés seront discutés dans la prochaine section :

²⁶ Lisa Darles, « La Génération Y dans l'entreprise : challenge ou opportunité? », p. 17.

tout d'abord, nous verrons en quoi le coaching personnalisé est nécessaire pour le bien-être et l'intégration des nouvelles générations dans cette culture de Défense;

i. Coaching personnalisé

De par la modernisation des avions de combat, la formation s'est centrée sur la technologie et la préparation des équipages aux chasseurs de 4^{ème} et 5^{ème} génération. De facto, la génération Y, sachant appréhender les TIC et autres systèmes technologiques a bénéficié de cette modernisation. Cependant, un autre pan des caractéristiques des Y semble avoir été mis de côté : il s'agit de la recherche d'identité et de la diminution de résilience face à l'échec.

Le but de cette partie est de démontrer la nécessité du coaching comme moyen de mieux appréhender les nouvelles générations. Nous avons vu précédemment que la génération Y avait besoin de considérer le supérieur hiérarchique comme un mentor pour adhérer à l'institution. Le mentorat doit être différencié du coaching. Le mentor joue le rôle de soutien dans la carrière et offre une écoute personnalisée à son élève²⁷ : il sert de modèle et conseille. Le coach, quant à lui, vise à améliorer les performances des individus pour atteindre les objectifs fixés. Dans le domaine de la formation aéronautique, un instructeur doit jouer le double rôle de mentor, en étant disponible et à l'écoute des élèves-pilotes, et de coach, pour l'apprentissage des techniques de pilotage et l'amélioration des performances.

Trop souvent, les écoles de formation se concentrent sur la technique et oublient les autres critères. Considérés comme de passage en formation dans l'unité, la formation est centrée sur les techniques de pilotage et fait passer la formation du militaire au second plan. En d'autres termes, nous formons des pilotes de chasse mais nous oublions de former des officiers de l'arme aérienne. Les jeunes n'ont pas l'ensemble des règles de fonctionnement et peuvent se sentir étranger à ce système aux nombreux codes. Intégrer les nouvelles générations nécessite

²⁷ Estelle Morin, Caroline Aubé, *Psychologie et management* (Chenelière Éducation, 2^{ème} éd. 2007).

d'expliquer à ces jeunes les bases de notre culture militaire et plus particulièrement, celles de la culture de la « chasse ».

Les études sur la culture d'entreprise distinguent trois éléments principaux : l'*étiquette*, la *technique* et le *caractère*²⁸. L'*étiquette* correspond à « ce qu'il faut faire pour se faire accepter dans une structure ²⁹», elle englobe les valeurs et les traditions de l'organisation. Cela peut correspondre aux éléments visibles et communs à l'ensemble de l'organisation décrits dans la documentation officielle (mission, objectifs, valeurs cardinales, ...) tout comme les éléments intrinsèques, les traditions de chaque unité qui se transmettent de génération en génération. La technique est « constituée des outils communs pour agir sur la réalité ³⁰». Elle est constituée des méthodes de travail, des vocabulaires spécifiques de chaque métier permettant de gagner en efficacité. Enfin, le caractère qui constitue « ce qui est toléré comme transgression de l'*étiquette* pour permettre l'expression des individualités³¹ ». Le caractère permet de remettre en question certaines règles, de libérer la créativité pour améliorer le système. Il nécessite du courage mais aussi un profond engagement pour son organisation : savoir risquer son bien individuel pour le collectif, pour le bien commun, pour le système. Cette définition de la culture d'entreprise est intéressante pour définir la culture de notre institution militaire. Cependant elle n'est que peu expliquée en école de formation. Certaines fois considérée comme acquise lors de la formation militaire initiale, la culture militaire est bien souvent apprise « sur le tas », au cours de la vie en unité, par l'expérience. Les nouvelles générations, étrangères à cette culture, peuvent se sentir étrangères à ces us et coutumes. Ne sachant pas jauger le champ d'action disponible, une preuve de caractère pour eux peut passer pour un manquement à la discipline pour nous. Fournir un

²⁸ François Delivre, *Le métier de coach* (Éditions d'Organisation, 2ème édition, 2009), p. 357.

²⁹ *Ibid.* p. 358

³⁰ *Ibid.* p. 360

³¹ *Ibid.* p. 360

coaching pour les pilotes en apprentissage dans le but de leur faire connaître la culture de l'aéronautique militaire permettra de mieux intégrer les générations Y et Z à notre institution. Ces dernières se sentiront liées au métier des armes qu'ils comprennent. Cette meilleure intégration leur permettrait aussi de mieux se définir par leur travail, augmentant la fidélisation à l'institution.

ii. Structure d'entraînement

L'organisation militaire est essentiellement verticale. La structure hiérarchique militaire et la subordination font partie du fonctionnement même des unités. Le but ici n'est pas de critiquer cette structure verticale qui est nécessaire pour conduire des opérations. Cependant la structure ne correspond pas aux attentes des Z. Une étude de *SelectMinds*³² a montré que les relations dans l'espace de travail sont primordiales pour les 20-29 ans. De plus un quart des sondés (28%) indiquent qu'ils ont quitté leur travail car ils se sentaient déconnectés de l'organisation³³.

Il est nécessaire de revoir nos structures des écoles de formation. Actuellement, en France, les escadrons sont divisés en escadrilles, pour l'aspect traditions, et en cellules, pour la partie fonctionnement de l'unité. Les instructeurs, éléments principaux de l'escadron assurent les différents postes au sein des escadrilles et des cellules. Les élèves-pilotes, n'ont pas de rôle défini dans l'organisation car leur temps de passage dans l'unité est souvent assez court (quelques semaines à quelques mois suivant la phase de formation). En résumé, nos escadrons de formation sont des structures verticales dans lesquelles les élèves-pilotes n'occupent aucune position de leadership. La critique que nous pouvons faire à ce type d'organisation est un

³² SelectMinds, *Gen Y and the workplace: A SelectMinds survey report* (2006), http://www.selectminds.com/nc/genyalert_feb2007.pdf.

³³ Liana Christine Thompson, "Training a new generation of workers" (mémoire de maîtrise, Royal Roads University, Victoria BC, 2009), p. 19.

sentiment probable d'inutilité au sein de l'unité pour les élèves pilotes : les stagiaires ne sont que de passage, ne s'approprient pas leur environnement de travail. Par réciprocité, les instructeurs pilotes volent avec les stagiaires mais ne partagent pas d'autres préoccupations que la formation avec eux. Le clivage fonctionnel est ainsi particulièrement marqué et les relations intergénérationnelles affectées.

Cette séparation hiérarchique est d'autant plus accentuée par des espaces de travail séparant d'un côté les instructeurs pilotes et de l'autre les élèves-pilotes. Ces derniers ne rencontrent les instructeurs que dans la partie instruction : lors de la préparation du vol, du briefing, de la réalisation du vol et du débriefing.

Mieux appréhender la génération Z nécessite donc de revoir nos organisations des unités de formation en créant des structures de type réseaux (*training network*), dans lesquelles instructeurs et élèves seraient associés fonctionnellement et géographiquement. Vouloir créer une structure de type horizontale ne veut pas dire faire disparaître le poste de commandant d'unité mais seulement enlever les niveaux intermédiaires qui éloignent le chef des subordonnés. Le commandant d'unité est donc en lien direct avec l'ensemble de ses subordonnés. Ces derniers, instructeurs comme élèves sont répartis en cellules transverses (ou escadrilles) responsables du fonctionnement (et des traditions).

Cette organisation permettra le fonctionnement de type *peer-to-peer*. Les échanges entre instructeurs et élèves seront favorisés permettant une meilleure collaboration dans l'instruction mais aussi une meilleure intégration dans l'unité : les qualités relationnelles étant au centre des préoccupations des nouvelles générations. De plus, évoluer dans un espace moins compartimenté permettra de faire diminuer le stress lié à la formation et donc les taux d'échec³⁴.

³⁴ Liana Christine Thompson, "Training a new generation of workers", p. 25.

iii. Formation des instructeurs

Les études sur la formation des nouvelles générations³⁵ montrent un besoin de :

1. Expérience de formation collaborative
2. Activités d'apprentissage par l'expérimentation³⁶
3. Relations positives entre l'instructeur et l'élève
4. Exercice de synthèse pour avoir du retour sur l'apprentissage.

Les points 2 et 4 sont directement atteints par la formation pratique de pilote basée essentiellement sur la restitution d'exercices en vol. Cependant les points 1 et 3 nécessitent de centrer la refonte de la formation sur les relations et la collaboration entre instructeur et instruit. Comme vu précédemment, le changement dans la structure peut avoir comme effet induit un fonctionnement en réseau et donc une meilleure collaboration entre générations. Cependant, améliorer les relations avec les jeunes générations nécessite de mieux les connaître, de cerner les besoins de ces nouvelles générations, leurs identités et leurs valeurs. L'instructeur doit se considérer comme un mentor³⁷ et non comme un supérieur hiérarchique. Ce mentorat permettant de manière indirecte de créer des liens affectifs entre les nouvelles générations et l'institution et donc de diminuer le taux d'échec et l'arrêt volontaire de formation. Développer des capacités de travail collaboratives nécessite de s'assurer que les instructeurs, en plus de leur rôle de mentor (et de coach comme vu précédemment) possède des qualités de leader. Différentes notions de leadership apparaissent dans la littérature et dans les forces armées qu'il est nécessaire de rappeler:

³⁵ *Ibid.*, p. 28.

³⁶ *hands on learning activities*

³⁷ Daniel A. Casoinic, *Les comportements des générations Y et Z à l'école et en l'entreprise*, p. 36.

- Le leadership peut être basé sur les traits de caractère du leader³⁸, sur sa personnalité et sur son charisme intrinsèque : il s'agit du *Trait-based leadership*. Le défaut de cette approche est qu'elle ne tient pas compte des facteurs extérieurs aux conditions de l'exercice du leadership;
- Le *leadership situationnel* repose sur la satisfaction professionnelle des subordonnés. Le leader adapte son style à la situation, à son environnement et à ses collaborateurs. Cette adaptation permet la recherche de la performance optimale des collaborateurs selon les besoins de ces derniers³⁹;
- Enfin, le *leadership transformationnel* est une relation qui permet de transcender les collaborateurs. Par son action, le leader fait adhérer l'ensemble des individus de son organisation autour d'un objectif reconnu par tous⁴⁰. Par cette approche, le leader devient source d'inspiration pour ses subordonnés. Ce style de leadership vient compléter le leadership transactionnel en remplaçant la transaction par le sens et les valeurs développés par le leader pour la mission⁴¹.

Les instructeurs sont les éléments de proximité dans les écoles de formation. Choisis pour leurs compétences techniques de pilotage, il ne faut cependant pas oublier l'importance des valeurs qu'ils véhiculent dans le cadre de l'instruction. Leur formation est donc nécessaire pour assurer une évaluation de chacun et une standardisation des compétences de leadership entre tous les instructeurs. Plus que le supérieur hiérarchique, c'est le leader que veulent suivre les nouvelles générations. Il incombe donc à notre institution de former, à tous les niveaux, des cadres de proximité aux qualités de leadership formalisées et reconnues.

³⁸ Peter G. Northouse, *Leadership: theory and practice* (Édition SAGE, 7ème Édition, 2016), p. 30.

³⁹ *Ibid.*, p 93-99.

⁴⁰ *Ibid.*, p 161-166.

⁴¹ Gaëlle Hameury Lemoine, « Le coaching pour intégrer la génération Y au travail » (mémoire de certification, École de management Groupe ICN, 2010), p. 25.

e. Conclusion Intermédiaire

Repenser les systèmes de formation en les recentrant sur l'humain nécessite tout d'abord de mieux connaître les nouvelles générations qui arrivent dans nos institutions. Entre une génération Y, en quête d'identité et réclamant un accompagnement individualisé, et une génération Z se sentant à l'aise dans les échanges organisationnels et les structures de type réseau, l'institution militaire et les écoles de formation ont une véritable opportunité de revoir leur manière d'instruire. Cette réorganisation permettra aux prochaines générations de se sentir à l'aise dans ce nouvel environnement et proactif dans leur travail. Nous pourrions de plus supposer que ce nouveau type de formation permettrait de lutter contre les arrêts volontaires de jeunes qui ne se retrouvent pas dans le métier de pilotes de chasse.

L'arrivée des nouvelles générations dans les formations de pilote de chasse peut poser quelques difficultés dans le cadre des relations intergénérationnelles. La comparaison avec les générations précédentes est facile et la tendance est à vouloir que ces générations « rentrent dans le moule ». Cependant dorénavant, former un pilote de chasse ne peut souffrir de l'échec en raison du prix de la formation, de l'augmentation du temps de formation. Qui plus est, perdre un pilote de chasse, car ce dernier préfère abandonner ce métier au profit d'un emploi plus stable, doit nous pousser à nous poser la question sur l'adéquation entre nos programmes de formation de pilote et la société actuelle.

La génération Y a vécu les prémices de la révolution de l'information. En cela, elle aime avoir accès à l'information, sous toutes ses formes. Elle souhaite travailler dans un environnement structuré, voire hiérarchique, mais avant tout collaboratif. Cet aspect collaboratif a aussi un impact sur sa vision de la hiérarchie : les Y savent suivre les ordres du chef s'ils reconnaissent ce dernier comme un mentor, un leader et s'ils adhèrent à sa vision. Cependant, ils

ont besoin d'avoir des retours réguliers de la part du leader sur leur travail. Ils souhaitent savoir ce que l'institution pense d'eux et s'ils sont appréciés pour ce qu'ils font. En résumé, ils ont besoin de se rassurer, de se créer par le travail mais pas que par celui-ci. Cette recherche d'identité professionnelle les amènera à préférer changer de travail plutôt que de rencontrer un échec.

L'impact de cette génération pour l'institution militaire est avant tout de recentrer les efforts sur l'accompagnement individualisé, sur le binôme instructeur-stagiaire. Les instructeurs sont le point clé de la réussite de cette transition générationnelle. Ils doivent savoir être coup sur coup mentor, coach avec de fortes capacités de leadership. Nous avons tous rencontré lors de notre carrière des instructeurs au charisme et aux compétences exceptionnelles. Cependant sachant que la réussite de la formation de pilote de chasse repose essentiellement sur eux, l'institution devrait être en mesure de placer ses meilleurs éléments dans les écoles de formation en alternance avec les unités opérationnelles. Notre première question de recherche était : les nouvelles générations, opportunité ou challenge pour l'institution militaire? Aussi pour répondre en partie à cette question, nous pouvons affirmer que l'intégration des nouvelles générations présente un challenge pour nos armées de l'air, en cela qu'elles doivent miser en priorité sur la formation des pilotes de chasse en choisissant les instructeurs qui auront à les former de la meilleure manière. Actuellement, la « voie royale » pour un officier pilote est de passer la majorité de sa carrière opérationnelle dans un escadron de chasse avant de rejoindre d'autres postes de commandement en état-major. Le passage en école de formation n'est pas assez reconnu par l'institution voire constitue une alternative lors d'un échec en unité opérationnelle.

La génération Z, quant à elle, est une génération libérée, ayant réalisé pleinement la révolution de l'information. C'est une génération qui a besoin, en plus d'un accès facilité à l'information, de travailler en *peer-to-peer*, et ce même avec ses supérieurs. Contrairement à la génération Y, les Z ne souhaitent pas des processus de travail trop structurés et préfèrent une certaine liberté. En bref, c'est une génération qui correspond parfaitement aux organisations de type *Power to the Edge* décrites par Alberts et Hayes. En reprenant notre première question de recherche, cette génération est une réelle opportunité pour les écoles de formation. En effet, intégrer cette génération nécessite de revoir nos structures de fonctionnement et de viser des organisations de travail collaboratif en réseau. Concevoir des organisations militaires sans hiérarchie à plusieurs niveaux peut sembler être une révolution. Mais les écoles de formation pourraient servir d'« unités tests » pour faire évoluer nos systèmes traditionnels militaires vers des organisations plus efficaces dans le traitement de l'information. En résumé, la génération Z pourrait nous contraindre à changer notre manière de penser, de commander, de contrôler en une structure plus à même de faire face aux évolutions futures.

Mais les enjeux actuels ne reposent pas que sur les changements sociétaux. La révolution technologique tend à moderniser continuellement l'arme aérienne. Les avions de combat sont de plus en plus puissants et présentent un environnement très saturant. La formation doit donc préparer les pilotes à ces contraintes physiques. Repenser le système de formation nécessite donc une préparation physique adéquate.

3. Technologie et physiologie

Le but de cette partie est d'étudier les conséquences de la modernisation des avions de chasse sur le corps humain. Aussi, nous détaillerons dans les deux premières sections (3.b. et 3.c.), les contraintes sur le système cardio vasculaire et les risques cervicaux avec à chaque fois une description des moyens palliatifs. La troisième section (3.d.) s'appliquera à traiter du cas de surpoids dans les sociétés occidentales qui peut avoir des conséquences directes sur la capacité à contrer le facteur de charge. Enfin, nous décrirons au 3.e. les activités physiques incontournables permettant de préparer physiquement les pilotes lors de la formation.

a. Préambule

Comme vu précédemment, les écoles de formation doivent savoir accompagner et former les différentes générations de pilotes dont les attentes ne sont pas toutes identiques. D'un autre côté, le cœur du métier d'instructeur est de préparer ces élèves-pilotes à voler sur leur futur avion de combat. Le syllabus de formation et les objectifs d'apprentissage sont construits à partir des attendus de pilotage de ces nouvelles machines. Cependant, la mise en service de ces nouveaux appareils implique aussi des performances nouvelles qui impactent le pilote d'un point de vue physiologique.

La médecine aéronautique est confrontée à ces nouveaux problèmes physiologiques lors de la conception de chaque nouveau système⁴². Elle peut donc être force de proposition, ou tout au moins conseiller médical, au profit du constructeur pour améliorer l'environnement du pilote et les équipements qui lui permettront de pallier une partie de ces effets négatifs. La médecine aéronautique permet aussi de sélectionner les candidats pilotes à leur entrée en service dans les

⁴² Jennyfer Lecompte, « Biomécanique du segment tête-cou in vivo & aéronautique militaire. Approches neuromusculaire et morphologique » (mémoire de maîtrise, Arts et Métiers ParisTech, 2007), p. 25.

forces armées pour éviter la mise en danger du personnel, et aussi la préservation du matériel. Cependant, la médecine connaît ses limites dans le processus de sélection. En effet, au-delà de certaines capacités « cardiaques, pulmonaires et musculaires », une sélection plus stricte ne permettrait pas un gain probable sur la capacité de résistance des candidats aux nouvelles technologies⁴³. De plus, cette sélection médicale ultra compétitive poserait des problèmes de vivier insuffisant dans le flux d'entrée de la formation et les principes de sélection pourraient apparaître plus que discutable. Aussi, l'augmentation incessante des performances des avions de chasse « place l'homme au sein d'un milieu de plus en plus antiphysiologique alors que les limitations non correctibles de la physiologie demeurent inchangées⁴⁴ ». La médecine reste donc un formidable outil pour identifier et mesurer les risques occasionnés par l'aéronautique mais est limitée dorénavant pour trouver des solutions palliatives aux technologies utilisées.

Les appareils de dernière génération sont essentiellement conçus pour gagner en manœuvrabilité. Celle-ci, combinée à la puissance de l'aéronef et la vitesse, entraîne les facteurs de charge auxquels le pilote doit faire face. Les conséquences physiologiques des vols sous facteur de charge élevé résident dans des troubles cardio-vasculaires pouvant entraîner le fameux « voile noir », voire l'évanouissement du pilote. Ce sont ces premiers symptômes que nous allons étudier dans la section suivante.

b. Les risques cardio-vasculaires

L'un des effets le plus connu en aéronautique est le facteur de charge. Cette force d'inertie s'applique sur les objets en mouvement⁴⁵ et est notée G ⁴⁶. Lors des G positifs, c'est-à-

⁴³ E. Evrard, « Les Limites des possibilités humaines dans les concepts actuels du vol et de l'avion », *Advances in aeronautical sciences Vol II*, sous la direction de Th. Von Kàrmàn (Pergamon Press, 1959), p. 1066.

⁴⁴ *Ibid.* p 1066

⁴⁵ Antoine Conqui, « Facteur de charge », *Tout le monde peut-il devenir pilote de chasse?* (blogue), consulté le 10 février 2018, <http://antoineconqui.wixsite.com/tpe-pilotedecharge/facteur-de-charge>

⁴⁶ « Le facteur de charge G est le rapport entre le poids apparent (le poids tel qu'il est « ressenti » et qui est fonction à la fois de la gravité et des forces d'inerties du porteur) et le poids réel (créé par la gravité). » (*Facteur de*

dire appliqués dans une ressource, le corps humain doit immédiatement adapter la pression artérielle moyenne présente dans le corps. En effet, les G positifs provoquent un « tassement » du sang dans la partie inférieure du corps (i.e. les jambes). En d'autres termes, c'est par le facteur de charge que le sang ne peut irriguer correctement la partie haute du cœur et notamment le cerveau. Sans équipements ni comportements spécifiques, à +3 G une personne ressent une diminution de l'acuité visuelle : c'est le voile gris. À +5G, il y a perte totale de la vision, même si la faculté auditive reste toujours présente : c'est le voile noir durant lequel le pilote ne voit plus mais perçoit encore les sons; cet effet est aussi appelé *G-Loc*. Si le facteur de charge dépasse les +6 G, il peut y avoir une perte de conscience de plusieurs secondes. Ces trois effets physiologiques sur un pilote de chasse entraînent, *de facto*, une diminution des capacités de pilotage.

Cette perte « d'efficacité » peut se traduire soit par une diminution de la manœuvrabilité de l'appareil, le pilote ne le sollicitant plus aux commandes, soit par la perte de l'appareil en cas de perte de conscience conduisant au crash de l'aéronef. Les armées de l'air ont donc très tôt mis en place des mesures palliatives au facteur de charge de par les équipements du pilote (mesures passives) et par des méthodes respiratoires (mesures actives). La création du pantalon « anti-g » a été attribuée en 1941 au Canadien Wilbur R. Franks de Toronto⁴⁷. Après de multiples améliorations, cet équipement permettra au pilote de supporter jusqu'à 1,5 G supplémentaire avant l'apparition des effets du *G-Loc*. Le seuil des troubles visuels peut donc passer de +3 G à +5 G⁴⁸ et le seuil des *G-Locs* de +5 G à +7 G⁴⁹. De plus, grâce à l'étude des résultats établis en

charge, Wikipédia) Ainsi, en vol stabilisé, le facteur de charge est égal à 1. Sous un facteur de charge de +2 G, le pilote fait alors deux fois son poids.

⁴⁷ Service de Santé des Forces canadiennes, *Introduction à son histoire et à son patrimoine* (Ottawa : Directeur général, Service de Santé, 2003), p. 62.

⁴⁸ D. Dubourdieu, « Épreuves de contraintes et tests en vol : un aspect spécifique de la médecine aéronautique militaire », *Médecine et armées* 44, n°5 (2016), p. 418.

⁴⁹ Ibid.

centrifugeuse, les pilotes utilisent une méthode de respiration, basée sur une manœuvre musculo-respiratoire ou encore Manœuvre Anti-G Volontaire (MAG)⁵⁰. Cette méthode sera décrite plus en détail dans la partie 3.e. : *Le sport, moyen de préparation incontournable*.

L'évolution technologique des avions d'armes en termes de puissance et de vitesse ont largement fait augmenter les limites en facteur de charge admissibles par les aéronefs. Ainsi, le Rafale français a une capacité opérationnelle de +9 G, le F-18 Hornet de +7,6 G, le F-35 A de +9 G. Les constructeurs, ayant conscience qu'une diminution des capacités de pilotage sur ces aéronefs serait inenvisageable, ont donc adapté l'environnement du cockpit pour pallier les effets du facteur de charge. Afin d'optimiser les limites de tolérance au facteur de charge, les sièges éjectables des nouveaux appareils ont été inclinés. Cette inclinaison permet de diminuer la distance de la colonne hydrostatique cœur-cerveau et par là-même d'augmenter la résistance au voile gris et au G-LOC⁵¹.

Cependant, l'inclinaison des sièges éjectables couplée à une ergonomie traditionnelle du cockpit, nécessite au pilote une flexion de 15 degrés supplémentaire de la tête pour garder l'horizontalité du regard⁵² et permettre l'accès à l'ensemble des informations de vol. Cet effet induit amène à des troubles physiologiques de cervicalgies chez la population de pilotes de chasse.

c. Les risques cervicaux

Le rachis cervical est un ensemble osseux et musculaire permettant le maintien et le mouvement de la tête. D'un point de vue osseux, ou encore ostéo-articulaire, le rachis cervicale

⁵⁰ En Anglais, *Anti-G System Manoeuvre* (AGSM).

⁵¹ D. Dubourdieu, « Épreuves de contraintes et tests en vol : un aspect spécifique de la médecine aéronautique militaire », p. 418.

⁵² Jennyfer Lecompte, « Biomécanique du segment tête-cou in vivo & aéronautique militaire. Approches neuromusculaire et morphologique », p. 31.

est constitué de sept vertèbres désignées C1 à C7 (figure 1)⁵³. La vertèbre C1, encore appelée Atlas, assure la stabilité de la tête et permet, par son articulation de type pivot, la rotation de la tête. Une deuxième vertèbre, intéressant notre étude, est la vertèbre C7. Cette vertèbre se différencie par un volumineux processus épineux, palpable sous la peau⁵⁴. Cette vertèbre assure la transition entre le rachis cervical et le rachis thoracique⁵⁵. En cas d'inclinaison de la tête, c'est sur cette vertèbre que va s'appliquer toute la force verticale appliquée sur la tête.

D'un point de vue musculaire, le rachis cervical présente un système très développé. Les muscles profonds s'étendent sur pratiquement toute la colonne vertébrale. Les muscles périphériques et intermédiaires assurent un véritable haubanage de la tête (figure 2). Le rôle des muscles rachidiens est de permettre, d'une part, la stabilisation de la tête lors des sollicitations extérieures et, dans un deuxième temps, la mobilité volontaire de celle-ci.

Le rachis cervical est fortement sollicité lors des répétitions de facteur de charge. Comme nous avons vu précédemment, les avions de dernière génération impliquent des facteurs de charge pouvant dépasser occasionnellement les +9 G. De plus, la variation temporelle de la prise de facteur de charge est aussi un facteur éprouvant pour l'organisme. Cette variation temporelle est aussi appelée Jolt et peut atteindre, lors des manœuvres de combat des amplitudes de 8G par seconde (8G.s-1)⁵⁶. En considérant que la tête pèse entre 3,5 kg et 5 kg et qu'un casque pèse entre 1,8 kg et 2 kg, le rachis cervical et l'ensemble de la colonne vertébrale doivent supporter une masse pouvant atteindre l'équivalent de 65 kg sous fort facteur de charge. Cette contrainte est par ailleurs accentuée par l'ajout de systèmes visuels sur le casque, augmentant sa masse et

⁵³ *Ibid.* p. 4.

⁵⁴ Céline Lansade, « Analyse cinématique tridimensionnelle du rachis cervical sain et pathologique in vivo », (mémoire de maîtrise, Arts et Métiers ParisTech, 2009), p. 5.

⁵⁵ Wikipedia, « Colonne vertébrale », consulté le 02 février, https://fr.wikipedia.org/wiki/Colonne_vert%C3%A9brale

⁵⁶ Jennyfer Lecompte, « Biomécanique du segment tête-cou in vivo & aéronautique militaire. Approches neuromusculaire et morphologique », p. 25

modifiant son centre de gravité. En effet, les appareils de dernière génération intègrent des systèmes de type Jumelles de Vision Nocturne (JVN⁵⁷) voire un viseur de casque (VDC⁵⁸). Le casque du pilote devient une plate-forme technologique augmentant les capacités du système d'armes et l'avantage tactique de l'équipage. Cependant, cet ajout de technologique augmente la masse du casque qui peut alors atteindre 3kg suivant les modèles⁵⁹. De plus, le centre de gravité est déplacé vers l'avant du casque, augmentant ainsi la sollicitation sur les cervicales et les muscles profonds pour maintenir l'horizontalité du regard même sous fort facteur de charge⁶⁰. Ces dispositifs technologiques ont aussi une influence sur la mobilité de la tête du pilote comme nous allons le voir dans la section suivante.

En plus du facteur de charge, l'influence de la position de la tête est un facteur aggravant sur les risques cervicaux. Comme vu précédemment, l'inclinaison des sièges visant à améliorer la résistance cardio-vasculaire des pilotes au facteur de charge, entraîne une flexion de la tête pour garder les yeux en face des systèmes de navigation. De plus, le pilote de chasse sollicite énormément la mobilité tête-tronc lors des missions. En effet, le secteur arrière de l'avion est le moins visible mais reste le plus vulnérable car non couverte par le radar embarqué et par certains détecteurs d'alerte. Le pilote de chasse est donc souvent contraint de surveiller ce secteur (*check your 6*) qui plus est, sous facteur de charge, lors de manœuvres de combat contre un autre appareil. Green et Brown⁶¹ rapportent que la tête du pilote est en moyenne 67% du temps déviée de sa position neutre, et majoritairement dans une position d'extension (30%) ou d'extension +

⁵⁷ En Anglais: *Night Vision Goggles* (NVGs)

⁵⁸ En Anglais: *Helmet Mounted Display* (HMD)

⁵⁹ Wilco International, «Fiche technique aéronautique », consulté le 20 février 2018, <http://www.wilco-international.com/Images/documents%20pdf/IPH-700.pdf>

⁶⁰ Jennyfer Lecompte, «Biomécanique du segment tête-cou in vivo & aéronautique militaire. Approches neuromusculaire et morphologique», p. 26.

⁶¹ N.D. Green and L. Brown, « Head positioning and neck muscle activation during air combat. » *Aviation Space Environment Medicine* (August 2004).

rotation (30%). Les muscles cervicaux sont d'autant plus sollicités par ces positions extrêmes. De plus, les nouvelles technologies embarquées accentuent cette mobilité exigée.

Avec le VDC, les informations sont projetées directement dans la rétine de l'œil directeur du pilote. Ce dernier doit donc garder l'œil fixe par rapport à ces informations et moins solliciter sa vision périphérique pour recueillir des informations. De plus, sur certains aéronefs, comme le futur standard du Rafale F3, le VDC sera couplé avec le système d'armes : le pilote pourra « accrocher » sa cible simplement en la fixant du regard. Le système de visée n'est donc plus asservi par l'alignement du nez de l'avion avec la cible mais seulement par l'alignement du viseur de casque avec cette cible. Cependant, bien qu'apportant un avantage tactique indéniable, le VDC requiert une grande mobilité de la tête du pilote pour suivre et fixer la cible pour permettre l'accrochage sous facteur de charge.

Concernant les JVN, le rétrécissement du champ visuel amené par ce dispositif nécessite un balayage continu de la tête du pilote. En effet, la prise d'information qui était assurée par la mobilité des yeux nécessite, sous JVN, d'augmenter la mobilité tête-cou.

Les nouvelles technologies ont donc un impact sur la statique verticale du rachis du pilote de par l'inclinaison du siège éjectable et la mobilité de la tête du pilote. Ces sollicitations sont accentuées par l'ajout de dispositifs technologiques sur le casque du pilote et le facteur de charge qui entraînent des lésions musculaires du rachis ainsi que des pressions sur la structure osseuse des cervicales. Les études menées dans des bases aériennes relèvent que 30 % des pilotes de chasse ont souffert de lésions cervicales dans les trois mois qui ont précédé le questionnaire. Ce résultat augmente à 90 % si l'on prend en compte l'ensemble de la carrière du pilote⁶². Certaines études ne concluent pas à un lien direct entre les lésions dégénératives arthrosiques et les heures

⁶² Knudson et al. 1988, Yacavone et Bason 1992, Hamalainen et al. 1994a, Kikukawa et al. 1995, Newman 1997b, Albano et Stanford 1998, Petren-Mallmin et Linder 1999

de vol réalisées⁶³. Mais toutes s'accordent à dire que la répétition du facteur de charge entraîne une dégénérescence cervicale⁶⁴.

Concernant la gêne occasionnée par l'utilisation d'un VDC, un questionnaire a été réalisé dans l'armée de l'air française suite à une campagne d'essai de VDC sur Mirage 2000 et Rafale⁶⁵. Les résultats montrent que 65 % des pilotes ayant réalisé cette campagne ont ressenti des douleurs cervicales suite aux vols. Parmi eux, 73% ont connu une irradiation de la douleur au niveau du dos, des épaules et des bras. Bien que les pilotes n'avaient réalisé qu'une moyenne de 17 vols lors de cette campagne d'essai, le rapport fait état d'une sensation de douleur de 4,4 sur une échelle allant de 0 (pas de douleur ressenti) à 6 (douleur très violente). Les données montrent aussi que la douleur est ressenti, pour 73% d'entre eux, jusqu'à trois mois après la campagne d'essai.

Statuer sur les risques cervicaux provoqués par les appareils de dernière génération est difficile car nous ne disposons pas de suffisamment de recul pour établir des liens de causalité directs. Concernant l'armée de l'air française, certains pilotes de Rafale *ab-initio* atteignent une ancienneté respectable. Cependant, les résultats sont faussés par le fait que ces pilotes sont engagés dans des opérations extérieures en moyenne quatre mois chaque année. Les missions de guerre actuelles étant moins soumises au facteur de charge, le taux d'attrition des pilotes souffrant de douleurs cervicales incapacitantes reste quasi nul. De plus, le standard actuel du Rafale n'est pas encore équipé de viseur de casque, facteur aggravant des symptômes. Pourtant, nous devons faire preuve d'anticipation pour trouver des solutions adaptées.

⁶³ Ingrid Hendriksen, "Degenerative changes of the spine of fighter pilots of the Royal Netherlands Air Force", *Aviation, Space, and Environmental Medicine Vol. 70, Iss. 11*, (Nov. 1999), p. 1061.

⁶⁴ Olavi Hamalainen and Yliopisto Oulun, "Fighter pilot's neck pain", *ProQuest Dissertations Publishing*, (1993).

⁶⁵ Jennyfer Lecompte, «Biomécanique du segment tête-cou in vivo & aéronautique militaire. Approches neuromusculaire et morphologique», p. 35.

Tout comme les risques cardio-vasculaires, les lésions cervicales sont des conséquences directes et reconnues du vol sur chasseurs de dernière génération. La technologie amène donc un environnement de plus en plus anti-physiologique au personnel navigant. Cependant, est-ce que l'évolution de notre société n'influe pas sur la capacité à faire face à ces nouvelles sociétés?

d. Influence de la société moderne sur la technologie : l'obésité.

Nous avons démontré que les avions de chasse modernes influent sur le corps humain, plus spécifiquement sur le système cardio-vasculaire et le rachis cervical. Néanmoins, nous devons envisager dorénavant l'impact que peut avoir un corps mal adapté à un environnement technologique de type : chasseur de nouvelle génération. En effet, le surpoids et l'obésité sont des problématiques de santé publique de nos sociétés industrialisées. Cette mutation physiologique n'épargne pas nos forces armées qui voient leur personnel souvent diminuer en nombre mais « grossir » en Indice de Masse Corporelle (IMC)⁶⁶. L'obésité amène des risques spécifiques pour le pilote, tant sur sa capacité à s'adapter à un environnement de type « cabine étroite », que sur son aptitude à tolérer les facteurs de charge.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, le surpoids caractérise un individu dont l'IMC est compris entre 25 et 30 kg/m²⁶⁷. De plus, il y a obésité lorsque l'IMC dépasse 30 kg/m². Dans les deux cas, « Le surpoids et l'obésité se définissent comme une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire à la santé ⁶⁸».

⁶⁶ IMC: Indice de Masse Corporelle. Selon l'OMS, l'indice de masse corporelle (IMC) est un outil vous permettant d'évaluer votre degré général d'obésité. Il indique, selon votre taille, la plage de poids associée aux risques encourus pour la santé. L'IMC (kg/m²) se calcule à partir du poids (en kg) divisé par la taille (en m) au carré. IMC = poids (kg) / taille (m²). Définition trouvée sur le site <http://obesite.ulaval.ca/obesite/generalites/evaluation.php>

⁶⁷ Organisation Mondiale de la Santé, « Obésité et surpoids », consulté le 15 janvier 2018, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/fr/>

⁶⁸ *Ibid.*

Chaque année, et en dépit des efforts des différentes politiques de santé, les taux de personnes obèses augmentent et exposent à une surmortalité, essentiellement d'origine cardiovasculaire. À l'échelle mondiale, le nombre d'obèses a triplé depuis 1975⁶⁹. En comparant les chiffres des USA, du Canada et de la France (Cf. tableau 1⁷⁰), nous observons que plus des 2/3 de la population américaine est en surpoids tout comme pratiquement 1 canadien sur 2. Quant à la France, malgré un taux plus faible, le nombre de personnes obèses augmente chaque année de 0,5%.

Pays	Surpoids (%)	Obésité (%)
USA	65,7	30,6
Canada	47,4	14,9
France	37,5	9,4

La conséquence pour les armées est identique. En cela, les forces armées restent la représentation de la société et le risque d'obésité menace aussi la Défense et les armées de l'air des pays occidentaux. Selon les Généraux américains John Shalikashvili et Hugh Shelton⁷¹, l'obésité menacerait la sécurité nationale américaine. En effet, deux tiers des jeunes américaines

⁶⁹ *Ibid.*

⁷⁰ Eurostat, Communiqué de presse 203/2016 du 20 octobre 2016.

⁷¹ John M. Shalikashvili and Hugh Shelton, "The latest national security threat: obesity.", *Washington Post* April 30th 2010.

ne pourraient pas revêtir l'uniforme pour des raisons de poids⁷². Mais plus que le recrutement, l'avancement même est menacé, en interne, par du personnel remplissant les conditions d'avancement exceptées les épreuves physiques. Concernant les FAC (Forces Armées Canadiennes), le rapport de santé des armées de 2014⁷³, montre que 25% du personnel a un IMC supérieur à 30% (obésité) en 2014 ; soit une évolution de 5% par rapport à 2004⁷⁴. Concernant le personnel en surpoids, il s'établit à 49% pour les FAC en 2014. Ces chiffres, supérieurs à la moyenne nationale, peuvent s'expliquer aussi par une masse musculaire plus élevée pour une certaine partie du personnel considéré en surpoids. Cependant, la conclusion du rapport met en exergue l'obésité comme un facteur prioritaire à prendre en compte pour les forces armées canadiennes.

La population du personnel navigant n'est pas épargnée par cet effet de la société. En effet, une enquête rétrospective datant de 2010, considérant 610 dossiers vus au CPEMPN⁷⁵, montre que, au cours de la carrière, 42,5% de pilotes français sont impactés par le surpoids et près de 3% de pilotes (toutes spécialités confondues) sont obèses⁷⁶. Aussi, tout comme dans la société française, l'IMC augmente en fonction de l'âge et l'obésité, bien qu'inférieure à la moyenne nationale, est présente au sein de la population des pilotes malgré une sélection médicale drastique. Aussi, tout semble à penser que les problèmes de surpoids et d'obésité seront un problème d'actualité en milieu aéronautique pour les armées occidentales.

⁷² Le Huff Post, « Trop gros, pas assez éduqués... deux tiers des jeunes Américains ne seraient pas aptes pour l'armée », Le Huffpost 30 juin 2014, http://www.huffingtonpost.fr/2014/06/29/trop-gros-eduques-jeunes-americains-pas-aptés-recrutement-armee-americaine_n_5541124.html

⁷³ F.L. Thériault, K. Gabler et K. Naicker, « Sondage sur la santé et le style de vie du personnel des Forces armées canadiennes – 2013-2014 » (Ottawa : MDN Canada, 2016), p. 166.

⁷⁴ *Ibid.*

⁷⁵ Centre Principal d'expertise Médicale du Personnel Navigant : stationné à l'hôpital militaire de Percy en France.

⁷⁶ F.-X. Brocq, S. Bisconte et A. Vacher, « Étude Anthropométrique des Personnels Navigants militaires : données actuelles et évolution entre 1970 et 2009. », *Médecine aéronautique et spatiale* vol. 51, n° 191 (2010), p. 5.

Les conséquences du surpoids pour le pilote de chasse sont nombreuses. Il peut s'agir tout d'abord d'inconfort lors du travail en cabine étroite. Gêné par sa corpulence, un pilote de chasse en surpoids aura d'avantage de difficultés pour accéder aux informations ou pour actionner certains dispositifs. La conception des avions de chasse de dernière génération est basée sur le concept *Hand On Throttle and Stick* (HOTAS). Cependant, l'application de certaines check-lists, notamment sur les procédures de secours, nécessite des actions en cabine. De plus, tous les avions de chasse sont équipés de sièges éjectables permettant l'évacuation d'urgence de l'avion. Or ces sièges sont certifiés pour un poids du minimal et maximal : le poids prenant en compte le pilote équipé⁷⁷. Une masse en dehors de ce domaine d'homologation ne garantit pas la survie du pilote dans certains cas extrêmes d'éjection. Le pilote sera considéré alors comme inapte siège éjectable. En considérant le MK-16, siège éjectable de la société Martin Baker, équipant certains appareils de dernière génération comme le F-35 ou le Rafale, les caractéristiques indiquent une plage d'utilisation nominale pour une masse du pilote équipé comprise entre 63 kg et 106 kg⁷⁸. Le poids de l'équipement de vol (combinaison, chaussures de vol, casque, pantalon anti-g, gilet de combat, JVN, ...) dépasse aisément les 10 kg, notamment dans le cadre de missions opérationnelles nécessitant l'emport d'armement de poing et de balise de détresse. Aussi, la masse maximale d'un pilote apte au siège MK-16 est de 96kg. Dans l'armée de l'air française, 5% du personnel navigant ont un poids supérieur à 95 kg⁷⁹ ; ces pilotes étant déclarés inaptes *Rafale*. En considérant, de plus, une augmentation naturelle de l'IMC au cours de la carrière, certains pilotes seront déclarés inaptes en dépit de leur qualification sur

⁷⁷ M. Zerrick et al. « L'obésité chez le pilote de chasse: quelle répercussion potentielle sur la sécurité aérienne? », *Annales d'Endocrinologie Vol. 75, Iss. 5-6* (Octobre 2014), p. 462.

⁷⁸ Martin Baker, "MK 16: Ejection seat for F-35", consulté le 18 février 2018, <http://martin-baker.com/products/mk16-ejection-seat-f-35/>.

⁷⁹ F.-X. Brocq, S. Bisconte et A. Vacher, «Étude Anthropométrique des Personnels Navigants militaires : données actuelles et évolution entre 1970 et 2009. », p. 7.

chasseur. Il est donc nécessaire de prendre en compte ce facteur pour maîtriser le taux d'attrition sur le nombre de pilotes de chasse pendant, et après la formation. Enfin, le dernier effet du surpoids est la diminution de la tolérance aux accélérations due à une adaptation limitée du système cardio-vasculaire⁸⁰. Le pilote en surpoids est alors plus sensible aux effets de type G-LOC lors des facteurs de charge de longue durée ce qui impacte la sécurité des vols⁸¹.

Une des solutions envisageables pour pallier les problèmes de surpoids dans la population de pilotes de chasse est de durcir les normes d'aptitude concernant l'IMC⁸². Néanmoins, la conséquence directe de cette mesure serait la diminution du vivier de candidats d'élèves pilotes. Comme nous avons vu précédemment (section 3.a.), il est contre-productif de restreindre les conditions d'admission, déjà largement limitantes. De plus, à la problématique des inaptitudes en entrée s'ajoute les difficultés de recrutement dans les forces armées. Réticents à servir sous le drapeau, les jeunes sont de moins en moins nombreux à souhaiter faire carrière dans le métier des armes⁸³.

Une solution envisageable repose donc sur la capacité de nos systèmes de formation à éduquer tout autant qu'à instruire. C'est par l'éducation des jeunes élèves-pilotes, leur sensibilisation au sport et à une bonne hygiène alimentaire que les forces aériennes prépareront les pilotes des avions de demain. Le rapport de santé des Forces canadiennes indique que 42,4% des sondés ont l'habitude sauter le petit déjeuner ou d'autres repas⁸⁴ ; plus des trois-quarts ne

⁸⁰ M. Zerrick et al. « L'obésité chez le pilote de chasse: quelle répercussion potentielle sur la sécurité aérienne? », *Annales d'Endocrinologie* Vol. 75, Iss. 5-6 (Octobre 2014), p. 463.

⁸¹ *Ibid.* p. 464.

⁸² ⁸² F.-X. Brocq, S. Bisconte et A. Vacher, «Étude Anthropométrique des Personnels Navigants militaires : données actuelles et évolution entre 1970 et 2009. », p. 7.

⁸³ Tom St. Denis, « Les soldats de l'avenir : « une rareté... ». Tendances relatives au personnel militaire dans les pays développés. », *Revue Militaire canadienne*, Vol. 15, n°4 (automne 2015), p. 15.

⁸⁴ F.L. Thériault, K. Gabler et K. Naicker, « Sondage sur la santé et le style de vie du personnel des Forces armées canadiennes – 2013-2014 », p. 177.

mangent pas suffisamment de fruits et légumes⁸⁵ et prennent des compléments alimentaires⁸⁶; et la majorité du personnel de la défense a pris l'habitude de prendre leur repas en établissement civil plutôt que dans les services d'alimentation des FAC⁸⁷. Sensibiliser les élèves-pilotes à de bonnes pratiques alimentaires est une question de leadership : la nouvelle génération sera d'autant plus réceptrice à ce type de message, s'il est donné, et appliqué, par les pilotes instructeurs et par le commandement des écoles plutôt que par le service de santé. Par ailleurs, la maîtrise du surpoids passe obligatoirement par la pratique régulière du sport. Néanmoins, pour pouvoir préparer au mieux le pilote aux avions de dernière génération, il est nécessaire de définir le type de sport envisagé et d'encadrer sa pratique.

e. Le sport : moyen de préparation incontournable.

L'entraînement physique permet, de manière indéniable, de lutter contre le surpoids et l'obésité. De plus, nous allons voir dans cette section que le sport permet de lutter également contre les effets du facteur de charge vus précédemment, à savoir, les troubles cardio-vasculaires et les lésions rachidiennes.

Concernant les risques cardio-vasculaires, les innovations techniques (pantalon anti-g et inclinaison du siège) ne peuvent pas être considérées comme uniques moyens de lutter contre le *G-Loc*. En effet, la Manœuvre Anti-G Volontaire (MAG) est le meilleur moyen pour les pilotes de pallier les effets du facteur de charge. La MAG consiste à contracter très fortement tous les muscles du corps, et à effectuer plusieurs cycles de respiration comportant des alternances d'efforts inspiratoires brefs et d'efforts expiratoires plus prolongés à glotte semi-fermée⁸⁸. Cette

⁸⁵ *Ibid.* p. 180.

⁸⁶ *Ibid.* p. 186.

⁸⁷ *Ibid.* p. 193.

⁸⁸ Éric Beaumont, « Protection contre les effets des accélérations et la fatigue en vol », *Voltige aérienne*, consulté le 08 janvier 2018. <http://voltigeaerienne.unblog.fr/2012/11/11/protection-contre-les-effets-des-accelerations-et-la-fatigue-en-vol/>.

technique constitue un effort intense pour le pilote et son utilisation sur des périodes prolongées peut perdre de son efficacité de par la fatigue musculaire engendrée. Un entraînement sportif, basé sur le travail musculaire abdominal donne des résultats satisfaisants sur l'endurance du pilote à la MAG⁸⁹ en augmentant la puissance musculaire maximale et l'endurance à l'effort. De plus, lors des accélérations, le déplacement du sang de la tête vers les pieds nécessite, pour le cœur, une capacité à répondre en augmentant le rythme cardiaque pour permettre de contrer la baisse de pression artérielle. La musculation permet aussi une meilleure réponse tensionnelle à cette baisse de pression artérielle : aussi, la musculation rend le cœur plus réactif lors des mises à l'effort sous facteur de charge.

Dans le but d'améliorer les performances cardiaques, il pourrait être envisagé de travailler les performances aérobies du pilote grâce à des sports d'endurance. Cependant, une étude réalisée sur des pilotes de F/A-18 australiens montre qu'une pratique de sport de type anaérobie est préférable au sport de type endurance⁹⁰. En effet, ce dernier peut engendrer des effets indésirables en diminuant la sensibilité de réponse à l'hypotension. Enfin, il est dorénavant démontré que le contrôle postural et la résistance statique du pilote améliorent la résistance aux accélérations⁹¹. Le contrôle postural est la capacité d'un organisme à contrôler sa position même par rapport à des stimuli extérieurs. Ce contrôle statique est d'autant plus important que les muscles profonds, aussi appelés muscles posturaux, sont forts. Les muscles posturaux sont des muscles profonds du bassin, de la colonne vertébrale, des épaules et des abdominaux. Ils peuvent être travaillés lors de séances de gainage ou lors d'exercices suivant la méthode *Pilates*⁹². En

⁸⁹ *Ibid.*

⁹⁰ David Newman, Saxin White and Robin W. Callister, "Patterns of physical conditioning in Royal Australian Air Force F/A-18 pilots and the implications for +Gz tolerance", *Aviation, Space, and Environmental Medicine Vol. 70, Iss. 8*, (Aug. 1999).

⁹¹ Reuven Kohen-Raz and al., "Postural control in pilots and candidates for flight training", *Aviation, Space, and Environmental Medicine Vol. 65, Iss. 4*, (Apr. 1994), p. 325.

⁹² Wikipédia, «Pilates. », consulté le 02 février 2018, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pilates>.

résumé, les troubles cardio-vasculaires peuvent être contrés par une pratique de sport de type : musculation, exercices anaérobiques et séances de *Pilates*.

Comme vu précédemment, le facteur de charge peut avoir des conséquences sur le rachis cervicales et provoquer des lésions dégénératives. Cependant, ce n'est pas par l'expérience du vol que le corps apprend à mieux contrer ces effets. L'exposition chronique aux facteurs de charge ne semble pas induire de modification de la force des muscles du segment tête-cou⁹³. Il est donc nécessaire de suivre un entraînement au sol, spécifique des muscles du cou pour augmenter la force spécifique des muscles impliqués dans l'inclinaison latérale⁹⁴. En plus de son action préventive, le renforcement musculaire des muscles de l'ensemble tête-cou, a un effet curatif sur les douleurs de dos souvent symptomatiques chez la population des pilotes⁹⁵. Les moniteurs sportifs responsables du personnel navigant dans l'armée de l'air française préconisent un travail des muscles profonds de la colonne vertébrale, de type gainage ou *Pilates*, couplé à un renforcement spécifique des muscles du cou.

Le sport du personnel navigant ne peut être improvisé. Trop souvent, l'imaginaire collectif cantonne le sport en unité à des activités de type sport collectif ou course d'endurance. Bien que ces activités soient intéressantes pour la cohésion du groupe, elles ne peuvent pas se substituer à un vrai programme de préparation sportif du pilote de chasse. Ce dernier doit être considéré comme un sportif de haut niveau, étant données les contraintes auxquelles il est soumis. Aussi, tout comme un sportif de haut niveau, le pilote de chasse doit disposer d'une préparation physique adapté ainsi que d'un régime alimentaire équilibré. Encore une fois, le modèle de formation de pilotage doit intégrer dans sa structure un personnel qualifié pour

⁹³ Jennyfer Lecompte, «Biomécanique du segment tête-cou in vivo & aéronautique militaire. Approches neuromusculaire et morphologique», p. 136.

⁹⁴ *Ibid.* p. 137.

⁹⁵ Julio Antonio Herencia and al., "Influence of physical exercise in the perception of back pain in spanish fighter pilots." *STAR Vol. 44, Iss. 22*, (7 Nov. 2006).

encadrer le sport des pilotes de chasse. Plus encore, ce modèle doit placer la préparation physique de ses stagiaires au centre de ses préoccupations. Plus encore que le syllabus de formation ou le vecteur utilisé, c'est la préparation du combattant qui permettra de rendre résistante la formation de pilote et de faire face aux enjeux de recrutement et de fidélisation au sein de notre institution militaire.

4. Une formation centrée sur l'humain

Cette partie propose une application concrète de la préparation physique et psychologique introduite précédemment en présentant des modèles utilisés dans les milieux sportifs et militaires et exportables vers la formation aéronautique. Ainsi, après avoir vu, dans la partie 3, la nécessité de la pratique du sport pour pallier les effets physiologiques du vol sous facteur de charge, la section 4.b. présentera l'outil du *Functional Movement System* (FMS) permettant d'anticiper les possibles problèmes physiques d'un individu. De même, alors que la partie 2 proposait une étude psychosociale des futures générations, la section 4.c. introduit aux Techniques d'Optimisation du Potentiel (TOP) permettant la préparation mentale des futurs combattants.

a. Préambule

Les conclusions intermédiaires précédentes de cette étude montrent que la formation des pilotes de chasse peut être améliorée en agissant sur la structure organisationnelle ainsi qu'en choisissant des instructeurs et en les formant au mentorat et au coaching. Du côté physiologique, une éducation physique individualisée permet, aux aspirants pilotes, une meilleure adaptation au vol sous facteur de charge. Ainsi, la modernisation des écoles de pilotage est possible sans faire reposer le nouveau système sur la technologie mais sur l'humain, sur la préparation du pilote et sur la prise en compte de ses besoins. Malgré l'attrait pour les avancées technologiques, ce n'est pas le type d'avion, ou le simulateur, qui fait la valeur d'une formation mais les outils utilisés pour préparer au mieux, et sur le long terme, le combattant de demain.

Le monde du sport professionnel est avant-gardiste sur les outils employés pour la préparation et l'entraînement des sportifs. La population des pilotes de chasse est considérée comme un corps d'élite de par la complexité et la formation exigeante qu'ils reçoivent.

Cependant, nous devons considérer cette communauté comme des sportifs de haut niveau. En effet, les contraintes physiques subies pendant un vol et la concentration demandée aux pilotes peuvent s'apparenter à celles rencontrées par certains sportifs. La seule différence entre un pilote de chasse et un sportif de haut niveau est que ce dernier est choisi parmi d'autres pour ses performances et ses réussites. Il n'y a qu'un champion du monde et cela explique l'accompagnement privilégié qui lui est destiné : coach sportif, préparateur mental, nutritionniste, etc. . Même s'il est exigeant et sélectif, le métier du pilote de chasse doit être accessible à tous ceux qui remplissent les critères et passent les différentes épreuves qui jalonnent la formation. La population du personnel navigant ne bénéficie rarement d'entraîneur physique dédié ou de préparateur mental. Pourtant, c'est en copiant les méthodes de préparation des sportifs qui « gagnent » que nous pourrions former des pilotes qui réussissent et être avant-gardiste dans la manière de former les pilotes de chasse.

Un exemple de ce type de formation pour les pilotes existe pourtant en France dans le cadre de la préparation des Équipes de Présentation de l'Armée de l'air ainsi que pour d'autres équipes acrobatiques civiles et militaires. Le présentateur du Rafale et les pilotes de la Patrouille de France sont choisis dans le vivier des pilotes de l'armée de l'air française. Aucune sélection n'est faite selon des capacités physiques ou mentales spécifiques⁹⁶. Cependant, la méthode de préparation permet, chaque année de former les nouveaux pilotes. Le taux d'échec est marginal⁹⁷ et malgré l'enchaînement important des vols d'entraînement et de présentation, les blessures sont minimales. Le but n'est pas, ici d'examiner en détails le contenu de cet entraînement mais il est nécessaire de s'attarder sur un point bien spécifique : la préparation sur le long terme des pilotes. En effet, l'Armée de l'air française considère ces équipes comme des sportifs de l'aéronautique

⁹⁶ Expérience personnelle de l'auteur en tant que Leader de la Patrouille de France en 2013.

⁹⁷ Un seul cas d'échec est à noter en 2015.

militaire. Ainsi, elle a permis la mise en place d'un coach dédié à ces pilotes. Ce type de personnel est en charge de la préparation physique des pilotes, axée sur la résistance aux facteurs de charge, et de la préparation mentale des pilotes, basée sur la gestion du stress et la mentalisation du vol. Le coach sportif fait partie intégrante de l'équipe et son action est reconnue par tous les pilotes, pourtant déjà expérimentés (meilleure résistance au facteur de charge, disparition des douleurs dorsales, meilleure résistance au stress). En définitive, c'est en partie grâce à ce type de personnel que les performances des pilotes ont augmenté. Cet exemple, même très spécifique, est transposable au domaine de la formation. En effet, même si le nombre d'élèves-pilotes est plus important et s'il s'agit de pilotes *ab-initio*, l'exigence de réussite pour la formation est cruciale. Ainsi, ce type d'entraînement permettrait d'améliorer le niveau des pilotes et le bien-être du personnel tout en diminuant le taux d'échec.

Nous verrons donc quels sont les outils de préparation physique et mentale existants et exportables dans l'aéronautique militaire. Dans cette recherche, nous avons pris comme postulat que ces outils devaient fournir un faible rapport coût-efficacité⁹⁸ et devaient être facilement mis en œuvre. De plus, même si certaines de ces techniques pourraient être utilisées comme critère de sélection, il ne s'agit pas, ici, de les utiliser comme tels mais d'améliorer l'accompagnement dans l'instruction en déterminant les points faibles de chaque individu.

b. Préparation physique: le *Functional Movement Screen* (FMS)

i. Présentation du FMS

Précédemment, nous avons montré que la pratique d'activités physiques spécifiques permettait de pallier certains effets physiologiques du vol sous fort facteur de charge (effets cardio-vasculaires, risques cervicaux). Cependant, certains traumatismes physiologiques peuvent

⁹⁸ J.A. Onate, T. Dewey, R.o. Rollock, K.S. Thomas, B.L. Van Lunen, M. DeMaio, et al., "Real-time intersession and interrater reliability of the Functional Movement Screen", *Journal of Strength and Conditioning Research*. (february 2012), p. 410.

trouver leurs causes dans des antécédents pathologiques. En d'autres termes, une ancienne blessure augmente les chances de se blesser à nouveau mais aussi de se blesser à un autre niveau⁹⁹ : une blessure à la cheville pourra provoquer ultérieurement une blessure au genou¹⁰⁰; pour un pilote, une blessure antérieure à l'épaule pourrait augmenter les tensions au niveau cervical. Ce lien de causalité est lié au fait que certaines blessures, de par une mauvaise rééducation, peuvent diminuer notre amplitude de mouvement sur certains axes. Inconsciemment, le sujet compense cette perte de mouvement par une action corrective impliquant d'autres parties du corps¹⁰¹. Cependant, cette « sur-sollicitation » fragilise l'équilibre du corps et peut provoquer d'autres lésions¹⁰².

Cette approche de l'équilibre corporel, basé sur l'amplitude des mouvements, a été initiée par Gray Cook. Ce préparateur physique, ayant travaillé pour la ligue nationale de football américaine (NFL : National Football League), a développé la méthode du *Functional Movement Screen* (FMS) basé sur 7 tests permettant de déterminer la capacité du patient à réaliser des mouvements fondamentaux simples. Ces mouvements ne nécessitent aucune compétence particulière mais révèlent les asymétries et les limitations du patient à réaliser une amplitude complète sur certains axes. Ces tests simples permettent de mesurer la liberté de mouvement du sujet selon différents axes : ils consistent en la réalisation de squat, de test mécanique du pas, de fente avant, de mobilité de l'épaule, de lever de jambe dynamique, de pompes et de stabilité de rotation du tronc. Les déficiences et les asymétries sont mesurées et recoupées pour chaque

⁹⁹ Frédéric Causse, « le *Functional Movement Screen* : un outil fiable dans la prédiction d'un risque de blessures? » (Mémoire de maîtrise, Institut de formation en masso-kinésithérapie d'Alsace, 2015), p. 3.

¹⁰⁰ M. Hagglund, M. Walden, J. Ekstrand, "Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons", *British Journal of Sports and Medicine* (sept 2006), p. 768.

¹⁰¹ G. Cook, L. Burton, B.J. Hoogenboom, M. Voight, "Functional Movement Screening : the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1", *International Journal Sport Physical Therapy*. (may 2014), p. 400.

¹⁰² *Ibid.* p 402.

exercice. Une valeur de 0 à 3 est donnée pour chaque module¹⁰³ : le score de 3 étant attribué à un sujet pouvant réaliser l'exercice de manière nominale sans dissymétrie et sans douleur; un score de 2 pour un sujet ne ressentant pas de douleur mais compensant lors de l'exercice; un score de 1, lorsque l'exercice ne peut pas être réalisé; et un score de 0 lorsque le sujet ressent de la douleur lors de l'exercice. La note globale sur 21 permet de chiffrer la capacité globale de mouvements fonctionnels de l'intéressé¹⁰⁴.

L'une des études les plus citée est l'étude de Kiesel et al¹⁰⁵ qui fait office de référence pour la majorité des études sur le FMS. Cette étude a déterminé de manière rétrospective la limite du score FMS en dessous de laquelle, le risque de se blesser augmente. Ainsi, un sujet ayant une note globale inférieure à 14/21 a un risque de blessure multiplié par 11¹⁰⁶.

Suivant les domaines d'application, les résultats du FMS peuvent servir de deux manières différentes. Soit ce test est utilisé comme critère de sélection, ou bien il permet d'axer l'entraînement physique personnalisé sur le mouvement déficient. Ainsi, les Marines américains utilisent les résultats de ce test comme l'un des critères d'admission¹⁰⁷. D'un autre côté, le FMS est largement répandu dans le milieu sportif pour permettre une rééducation des joueurs sur le moyen terme : hockey¹⁰⁸, ligue de football américain¹⁰⁹ : une « cartographie » physique

¹⁰³Francis G. O'connor, Patricia A. Deuster and Joseph J. Knapik, "Functional Movement Screen and Aerobic Fitness Predict Injuries in Military Training", *Medicine & Science in sports & Exercise*, (October 2012), p. 637.

¹⁰⁴ Early Perspectives on Functional Movement Systems, « Functional Movement By Gray Cook », consulté le 20 mars 2018, <http://graycookmovement.com>.

¹⁰⁵ K. Kiesel, P.J. Plisky, M.L. Voight, "Can serious injury in professional football be predicted by a preseason Functional Movement Screen?", *North American Journal of Sports Physical Therapy*, (August 2007), p. 150.

¹⁰⁶ *Ibid.* p. 152.

¹⁰⁷ Peter Lisman and Al., "Functional Movement Screen and Aerobic Fitness Predict Injuries in Military Training", p. 642.

¹⁰⁸ G. Parenteau, N. Gaudreault, S. Chambers, C. Boisvert, A. Grenier, G. Gagné, F. Balg, "Functional Movement Screen Test: a Reliable Screening Test for Young Elite Ice Hockey Players", *Physical Therapy in Sport*, (2014), p. 172.

¹⁰⁹ D. Zalai, G. Panics, P. Bobak, I. Csaki, P. Hamar, "Quality of Functional Movement Patterns and Injury Examination in Elite-Level Male Professional Football Players", *Acta Physiologica Hungarica*, (2015), p. 40.

individualisée est ainsi faite permettant de travailler pour gagner en amplitude et donc de diminuer les chances de blessures.

L'avantage du FMS est sa simplicité de mise en place et de moyens nécessaires. Il repose essentiellement sur du personnel ayant suivi la formation au FMS permettant de faire passer les tests et d'analyser les résultats.

ii. Application au pilote de chasse

Considérant que le pilote de chasse doit être considéré comme un sportif, une recherche bibliographique réalisée par l'auteur n'a pu trouver des exemples de FMS appliqué à cette population. Le FMS a, en effet, été testé dans l'armée américaine, chez les Marines, dans le corps des pompiers américains¹¹⁰ et des forces de police australiennes¹¹¹. Pour la communauté des pilotes de chasse, une restriction physique est souvent synonyme d'inaptitude médicale : cette crainte pourrait expliquer le peu d'engouement pour ce type de méthode. Une autre explication pourrait être liée à l'orgueil de cette caste qui voit souvent les nouvelles méthodes d'apprentissage comme des gadgets inutiles au métier de pilote de chasse : la capacité à réussir, le « sens de l'air » étant souvent considérés comme intrinsèques et donc innés. Pourtant, il est de notre devoir de proposer des méthodes innovantes pour accompagner les nouvelles générations. Se connaître physiquement et connaître ses défauts permet un entraînement plus ciblé et plus efficace et contribue à l'humilité nécessaire à ce métier. De plus, accompagner les élèves pilotes lors de l'apprentissage en leur fournissant des outils adéquats et un retour sur leurs qualités et leurs défauts, fait partie des attentes de la génération Y soulignées dans la première partie de cette thèse.

¹¹⁰R.J. Butler, M. Contreras, L.C. Burton, P.J. Plisky, A. Goode, K. Kiesel, "Modifiable Risk Factors Predict Injuries in Firefighters During Training", *Academies Work*, (2013), p. 15.

¹¹¹Rob Orr, Michael Stierli, and Ben Hinton, "A functional movement screen profile of an Australian police force", *The Australian Physiotherapy Association Connect Conference*, (January 2015).

En réalisant une « cartographie » physique de chaque élève-pilote, le FMS contribue à créer les bases pérennes d'un entraînement efficient. De plus, simple à mettre en place et peu coûteux, il est facilement exportable dans tous les centres de formation au pilotage. Certains moniteurs de sport seraient identifiés pour être formés à faire passer ces tests, sur la base du volontariat. L'avantage de ce type de personnel réside dans la continuité du suivi des élèves-pilotes lors des séances de sport rééducative.

Il est nécessaire de rappeler que le FMS ne doit pas être considéré comme un élément de sélection voire même de classement. En effet, l'exactitude des résultats repose sur le fait que l'évalué ne s'entraîne pas aux différents exercices et que deux évaluations FMS soient séparées d'une période de 6 semaines¹¹². Ainsi, le FMS doit être un outil mis au profit des intéressés pour être plus efficace à moyen terme et non un processus de classement des candidats.

Enfin, couplé au sport préconisé pour la population de pilote de chasse vu lors de la partie précédente (sport anaérobie, Pilâtes, gainage, travail des muscles profonds), le FMS constituerait une base sportive individualisée permettant de pallier les problèmes morphologiques des candidats tout en luttant contre les effets du facteur de charge.

c. Préparation mentale

i. Préambule

Les conclusions sur l'aspect générationnel faites dans la deuxième partie de cette étude mettent en exergue un besoin d'identité. Le milieu professionnel constitue, pour ces nouvelles générations, un espace leur permettant de se définir et de trouver leur voie. Cependant, il n'est pas le seul moyen de se réaliser personnellement et les générations Y et Z ont tendance à préférer changer d'orientation professionnelle plutôt que de subir un échec qui serait synonyme de perte

¹¹² G.E. Parenteau, N. Gaudreault, S. Chambers, C. Boisvert, A. Grenier, G. Gagné and al. "Functional Movement Screen test: A reliable screening test for young elite ice hockey players", *Physical Therapy in Sport*, (august 2014), p. 172.

de confiance en soi. Cette tendance se fait dorénavant sentir durant la formation militaire et certains abandons dans la progression de pilote de chasse, suite à une décision de l'intéressé, constituent un nouveau facteur dans l'augmentation du taux d'échec global. Les jeunes pilotes ont donc besoin d'un accompagnement, d'un soutien qui est souvent trouvé auprès de l'instructeur pilote qui devient mentor, voire psychanalyste. Cependant, même si le choix des instructeurs reste une base fondamentale pour une école de pilotage de qualité, un système de formation efficient ne peut reposer essentiellement sur des personnalités et doit donc prendre en compte cette préparation psychologique et cet accompagnement des nouvelles générations. Tout comme nous devons préparer physiquement ces pilotes à un environnement exigeant, nous devons accompagner mentalement les élèves-pilotes au métier de combattant. C'est en connaissant ses faiblesses et ses défauts psychologiques et en utilisant des outils adaptés pour y pallier que la nouvelle génération sera mieux préparée à un environnement technologique dense et saturant.

ii. La préparation mentale chez le sportif

La préparation mentale est utilisée dans le domaine sportif pour compléter l'entraînement physique et l'apprentissage de la technique spécifique. En reprenant la comparaison faite entre le pilote de chasse et le sportif, la préparation mentale doit faire partie du programme de formation au même titre que le vol en lui-même. Par définition, la préparation mentale est « un entraînement qui consiste à développer les habiletés mentales et cognitives dans l'objectif d'optimiser la performance personnelle (ou collective) du sportif tout en favorisant le plaisir de la pratique et l'autonomie ¹¹³ ». Plusieurs outils sont disponibles pour le préparateur mental, notamment, l'hypnose, les techniques d'autosuggestion, l'imagerie mentale, les techniques de

¹¹³« Préparation mentale », Wikipédia, consulté le 15 mars 2018, https://fr.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9paration_mentale.

relaxation, l'intelligence émotionnelle, la sophrologie, les techniques cognitives et comportementales, etc. Ces techniques permettent au sportif d'améliorer sa gestion du stress, sa concentration et la visualisation des trajectoires ou de certaines phases techniques spécifiques. La préparation mentale est essentielle dans des sports comme le Rallye automobile¹¹⁴, la Formule 1, la descente à ski.

iii. La préparation mentale chez le pilote

Outre les effets physiologiques liés au facteur de charge, le pilote de chasse est confronté à un environnement stressant. Ce stress peut être provoqué par des conditions extérieures impactant le vol (météorologie, situation tactique saturante, panne en vol,...), ou par des causes psychologiques (peur d'échouer, perte de confiance en soi,...). Les conséquences directes pour le pilote sont une diminution de ses capacités d'analyse par rapport à des situations exigeantes : l'individu va commettre des erreurs et se focaliser sur des détails au détriment de la situation globale. C'est l'effet de « tunnelisation ¹¹⁵ » mentale, bien connu dans le domaine de l'aéronautique : la vigilance et l'attention dispersée diminuent et empêche le pilote de pouvoir faire face à une situation critique nécessitant une prise en compte globale des paramètres. En plus des conséquences sur la performance mentale, le stress peut amener des symptômes psychologiques pouvant aller de la simple anxiété jusqu'à la peur panique. Un facteur aggravant est que les stress s'accumulent : ainsi au stress occasionné par la situation aérienne va s'ajouter le stress que peut rencontrer le pilote dans sa vie privé et hors professionnelle jusqu'à atteindre la limite de résistance au stress¹¹⁶.

¹¹⁴ Greg Stuart, « La préparation mentale qui aide Jari-Matti Latvala », Red Bull Rallye, 19 février 2014, <https://www.redbull.com/ca-fr/la-pr%C3%A9paration-mentale-qui-aide-jari-matti-latvala>.

¹¹⁵ J.G. Charrier, « Le stress chez les pilotes », *mentalpilote.com*, p. 3

¹¹⁶ J.G. Charrier, « Le stress chez les pilotes », p. 2.

Une étude menée en France sur 74 cas d'échecs en vol, entre 1990 et 2001, montre que le stress et l'anxiété constituent 48% des cas d'arrêt de progression en formation initiale¹¹⁷ et 30 % des cas en spécialisation chasse¹¹⁸. Le but n'est pas de diminuer le stress chez un candidat car il constitue un mécanisme d'adaptation naturel face à un danger. Il apparaît lorsqu'il y a un déséquilibre entre la perception des événements et l'évaluation de ses propres ressources et qui constitue un signal d'alarme face à un danger perçu (et souvent réel)¹¹⁹. L'objectif est donc de travailler la gestion du stress est d'augmenter la résistance de l'individu face à ces événements imprévus.

Préparer les pilotes de chasse à des situations stressantes est une nécessité pour les forces armées. Depuis de nombreuses années les différentes armées de l'air orientent leur formation et leur entraînement vers un réalisme permettant d'appréhender les conditions réelles de stress opérationnel : c'est ce que les forces canadiennes appellent la Méthode d'Exposition au Stress (MES)¹²⁰. Cette méthode se décline en trois objectifs : « transmettre la connaissance de l'environnement porteur de stress, mettre en valeur l'acquisition de compétences de lutte au stress et asseoir la confiance du pilote en sa capacité de donner un bon rendement¹²¹ ».

La transmission des connaissances sur l'environnement porteur de stress se fait lors des différents briefings relatifs à la sécurité des vols¹²². Par le partage des connaissances entre les pilotes, chacun peut appréhender de manière plus générale les différents cas et incidents relatifs au stress et ses conséquences sur le vol. Une autre manière, non officialisée, d'échanger sur

¹¹⁷ Marie-Pierre Fornette, « Formation à l'adaptation cognitive et émotionnelle : effets sur la performance et le stress d'élèves pilotes militaires », *IRBA et Sécurité des systèmes complexes*, (1^{er} octobre 2010), p. 13.

¹¹⁸ Ibid. p. 14.

¹¹⁹ J.G. Charrier, « Le stress chez les pilotes », p. 6.

¹²⁰ Lieutenant-colonel Brian Murray, « Pilote de chasse, un travail mental », *La revue de la force aérienne du Canada, Volume 3*, n° 4 (Automne 2010), p. 55.

¹²¹ J. A. Cannon-Bowers et E. Salas, "Making Decisions Under Stress: Implications for Individual and Team Training", *American Psychological Association*, (1998), p. 194.

¹²² LCol Brian Murray, « Pilote de chasse, un travail mental », p. 54.

l'environnement opérationnel, repose sur les discussions informelles qui se déroulent dans les salles de repos des escadrons. Ces moments d'échanges entre pilotes rassemblent les différentes générations de pilotes et permettent aux plus jeunes d'apprendre des expériences tactiques des pilotes plus expérimentés.

L'acquisition de compétences de lutte au stress repose sur le surapprentissage et la répétition des phases de vols critiques. Cette technique est utilisée par les pilotes de chasse lors de leur formation en réalisant de manière fictive un vol, ou une partie du vol.

Enfin, la dernière étape consiste à réaliser des missions d'entraînement dans des cadres réalistes pour assoir la confiance du pilote dans ses capacités à évoluer dans des situations exigeantes. C'est l'objectif des exercices majeurs comme *Red Flag* aux États-Unis, *Maple Flag* au Canada ou bien les exercices nationaux visant à préparer les forces aériennes à différents scenario. Driskell et Johnston souligne l'importance de ces exercices réalistes dans « le maintien d'un rendement efficace en milieu porteur de stress ¹²³» [traduction].

Les pilotes de chasse utilisent donc, tout au long de leur carrière, différentes méthodes pour mieux se préparer au stress. Cependant, les programmes de formation n'intègrent pas de préparation mentale à proprement parler et aucun syllabus de formation ne vise la préparation psychologique du pilote de chasse. Aussi, centrer la formation des pilotes de chasse sur une préparation mentale individualisée permettrait de diminuer les taux d'échecs en école de formation et de rendre les pilotes plus résilients face au stress. L'armée de l'air française a initié la mise en place des Techniques d'Optimisation du Potentiel (TOP) depuis le début des années 1990. Ces TOP sont considérées comme une aide pour les militaires, en général, et les pilotes de chasse, en particulier. Elles sont disponibles dans les écoles de formation et initiées à tous les

¹²³ *Ibid.* p.56.

élèves-pilotes. Cependant, le manque d'engouement pour ces techniques en fait des accessoires à l'instruction et non une priorité de formation.

iv. Les Techniques d'Optimisation du Potentiel (TOP)

Les Techniques d'Optimisation du Potentiel ont vu le jour dans les années 1990 en France grâce à l'action du Docteur Edith Perreaut-Pierre, médecin généraliste au sein du Service de Santé des Armées françaises¹²⁴. Après une formation en sophrologie et Programme Neuro-Linguistique (PNL), elle tente de faire appliquer la sophrologie au sein des forces armées. Cette tentative sera avortée car jugée trop compliquée à mettre en place et pas assez axée sur la spécificité du militaire et des difficultés rencontrées en opérations. La Dr Perreaut-Pierre met donc en place un outil pédagogique alliant différentes techniques de préparation mentale comme la PNL, et les thérapies comportementales cognitives. Baptisé TGS pour Techniques de Gestion du Stress, cet outil marquera les prémices des TOP¹²⁵. Complétées par d'autres protocoles mettant en place l'imagerie mentale et la programmation Neuro-Linguistique, les TOP seront proposées aux différentes bases aériennes dès le début des années 2000. Ainsi une Formation Initiale-TOP (FI-TOP) est actuellement prévue dans toutes les écoles de début de l'armée de l'air française. En 2009, le Commandement des Forces Terrestres (CFT) et la Cellule d'intervention et de Soutien Psychologique de l'Armée de Terre (CISPAT) mettent en place un SAS de fin de mission du théâtre afghan. Les TOP sont incorporées comme une des activités socles du processus de perte des mécanismes de combat¹²⁶.

¹²⁴ Edith Perreaut-Pierre, *Techniques d'optimisation du Potentiel*, (CNSD, École Interarmées des Sports, 2012), p. 4.

¹²⁵ *Ibid.* p. 5.

¹²⁶ *Ibid.* p. 8.

Les TOP sont un ensemble de techniques qui font appel aux procédés de base suivants : la respiration, la relaxation et l'imagerie mentale (ou représentation mentale)¹²⁷. Chaque technique proposée utilise un de ces procédés suivant différents protocoles en fonction de l'objectif recherché. Les trois grands axes d'actions sont : « la récupération, la dynamisation et la régulation du niveau de stress des sujets ¹²⁸».

Le but des TOP est de fournir une boîte à outils personnalisée que chaque pilote peut utiliser en toute autonomie, pour s'adapter à diverses situations contraignantes : il s'agit bien d'un outil pédagogique visant à préparer des individus. Ces techniques sont des outils simples, utilisables en tous lieux et en toutes circonstances. Elles peuvent applicables aussi bien en individuel qu'à un groupe de personnes. La donnée temporelle a aussi été prise en compte et une séance de TOP est brève et peut durer entre une à dix minutes. L'un des avantages des TOP est la meilleure gestion des temps d'activité et de repos par les protocoles de récupération, dynamisation et gestion du stress. Ainsi, outre l'amélioration de la qualité du sommeil, ces techniques permettent de lutter contre le découragement et l'amélioration de la confiance en soi; elles permettent la stimulation de la vigilance, de la concentration et améliorent les aptitudes cognitives et techniques; enfin, elles aident au processus de prise de décision et à l'adaptation à l'environnement lors de la gestion du stress. En revanche, le but des TOP n'est pas de traiter des personnes ayant subi des traumatismes psychiques ni de se substituer à une prise en charge psychothérapeutique assurée par les psychologues et les psychiatres.

Il est louable que l'armée de l'air française ait mis en place une formation initiale à ces techniques au sein de ses écoles. Cependant, nous pouvons remarquer que rapidement les créneaux alloués à la formation aux TOP disparaissent dans les syllabus de formation. La

¹²⁷ *Ibid.* p. 10.

¹²⁸ *Ibid.*

préparation mentale des pilotes devenant accessoire lors de la spécialisation chasse. Peu de pilotes de chasse peuvent acquérir une autonomie dans ces techniques avant leur arrivée en escadron de chasse. Les TOP sont alors de moins en moins appliquées au fur et à mesure de la carrière des pilotes. Pire, les pilotes ayant réussi leur formation sans avoir eu recours à ces techniques, jugent inutiles la mise en place des TOP lors de leur commandement.

A contrario, intégrer les TOP au cœur de la formation, former des instructeurs pilotes volontaires comme « Référénts TOP » de l'unité permettraient de pérenniser ces techniques dans les écoles de formation. Sensibiliser les personnels de l'unité sur ces techniques souvent mal connues favoriserait leur pratique. Le commandement des écoles doit aussi être formé à ces techniques car, sans le soutien des chefs, aucune formation ne peut reposer sur cette préparation mentale.

d. Conclusion intermédiaire

Alors que notre société montre de plus en plus d'engouement pour les coachs de vie, pour la construction personnelle et pour des méthodes alternatives d'épanouissement et de réussite professionnelle, nos forces armées doivent innover les systèmes de formation en utilisant des techniques éprouvées comme les TOP ou le FMS. Nous devons proposer aux nouvelles générations une prise en compte individuelle de leur personnalité et de leurs capacités physiques; nous devons accompagner chaque élève pilote dans une formation toujours plus exigeante et difficile; nous devons avoir le courage de casser les préjugés d'une caste qui juge que le pilotage doit reposer en grande partie sur des qualités intrinsèques. Le but de cette partie n'est pas d'imposer des techniques de formation physiques et psychologiques mais de proposer des exemples existants d'outils exportables dans les écoles de formation. De même, il ne s'agit pas de démontrer que toutes les personnes peuvent exercer le métier de pilotes de chasse : ce métier

reste exigeant et nécessite une sélection médicale et psychotechnique dans la phase initiale. Cependant, l'objectif est bien de diminuer les taux d'échec lors de cette formation de plus en plus coûteuse. À volume d'heures de vol constant, cette amélioration du rendement ne peut se faire qu'à travers une meilleure connaissance de chaque individu, qu'à travers la mise en place d'une meilleure préparation des pilotes de chasse. La technologie peut contribuer à un meilleur rendement, elle peut faciliter certaines tâches en les automatisant. Cependant, le métier de pilote de chasse reste un métier humain; c'est l'humain qui en fait sa force mais c'est aussi l'humain qui reste le point de faiblesse. Nous devons donc faire de l'humain notre préoccupation principale et centrer la formation sur ses attentes et ses faiblesses.

5. Conclusion

Antoine de Saint Exupéry disait que « préparer l'avenir, ce n'est que fonder le présent ¹²⁹ ». Les changements de nos sociétés provoqués par la technologie ne doivent pas nous détourner du but premier de la formation destinée à l'apprentissage des générations futures. Ce sont elles qui sont le lien entre le présent et notre avenir.

Certes, il est tentant de fonder un nouveau système de formation sur des évolutions technologiques qui caractérisent de manière concrète une évolution. Ainsi, l'arrivée d'un nouvel appareil de formation dans une armée de l'air marque le changement et fait penser que bon nombre de faiblesses de l'ancien système seront gommées par la technologie.

A contrario, innover un système de formation en ne le basant que sur la préparation humaine peut sembler inconsistant et ne reposant que sur des artifices de formation, des accessoires pédagogiques. Cependant, la force d'un système repose sur la force des individus, et les conclusions intermédiaires de cette étude ont montré qu'une formation centrée sur l'humain permettait de jeter des bases solides pour un système de formation efficace sur le long terme.

Notre question de recherche était : comment faire preuve d'innovation dans la formation des pilotes de chasse pour l'adapter au mieux à notre environnement technologique et sociétal? Centrer la formation sur l'humain est la clé d'un système de formation innovant. Il s'agit de fonder ce système sur notre aptitude à connaître l'apprenant, à l'éduquer à son nouvel environnement tout en lui apprenant à mieux se découvrir lui-même. C'est une sorte de cercle

¹²⁹ Antoine de Saint-Exupéry, *Citadelle* (éd. Gallimard, coll. « NRF », 1948), p. 167.

vertueux de l'apprentissage qui part de la nécessité à ce que l'individu influe sur son environnement jusqu'à ce qu'en fin de cycle, ce soit l'environnement qui influe sur l'individu.

L'étude générationnelle nous a ainsi montré que le système de formation doit se baser sur les attentes des nouvelles générations pour pouvoir être attrayant pour elles et adapté. L'enjeu pour l'institution militaire consiste à savoir créer des relations de travail collaboratives dans un environnement militaire très hiérarchisée. Ces relations reposent sur le rôle essentiel de l'instructeur qui, en plus de son rôle d'expert technique, doit se considérer comme un coach, un mentor pour l'élève-pilote. Créer un environnement de travail basé sur l'horizontalité ne signifie pas diminuer l'autorité des instructeurs : la diminution possible d'autorité juridique, donnée par l'institution de par la position hiérarchique, va être compensée par l'augmentation de l'autorité intrinsèque de l'instructeur, obtenue par son rôle de mentor¹³⁰. Cette transformation organisationnelle marquera notre capacité à connaître l'apprenant.

Une fois cette adaptation organisationnelle de l'institution mise en place, le nouveau système de formation saura éduquer aux contraintes spécifiques de l'environnement aéronautique (partie 3). Les pilotes de chasse français ont l'habitude de dire « qu'un bon pilote est un vieux pilote ». Les avions de combat de dernière génération ont significativement augmenté les contraintes physiologiques. Pour qu'un pilote reste opérationnel tout au long de sa carrière, il est nécessaire, dès le début de sa formation, de lui fournir un entraînement physique adapté. De plus, l'environnement du jeune pilote ne se limite pas au domaine aéronautique mais aussi au monde militaire. Il s'agit donc d'éduquer à ce nouvel environnement militaire, d'apprendre les règles de cette culture. Le nouveau système de formation sera marqué par sa capacité à éduquer le pilote selon des valeurs et une hygiène de vie qui lui permettront d'être résilient dans sa formation et dans sa carrière.

Enfin, la formation doit permettre à l'apprenant à mieux se connaître lui-même. Cette auto-évaluation est réalisée par la mise en place d'une cartographie physique et mentale individualisée rendue possible par certains outils comme le FMS ou les TOP. Par exemple, c'est en détectant au plus tôt une faible résistance au stress que le pilote aura la possibilité de travailler ce point en particulier et d'augmenter son seuil de tolérance. C'est en axant l'activité physique sur la rééducation d'une faiblesse physique que le sujet pourra être plus résistant aux blessures induites. Cette résistance physique accrue est un avantage pour l'institution car elle diminue les incapacités médicales et donc les temps de formation.

Aussi, au risque de paraître polémique, nous pouvons assumer que la préparation physique et mentale du pilote de chasse est plus de la moitié de la formation. Ne pas intégrer l'aspect humain dans le cœur du syllabus conduirait à rendre le système de formation fragile, inadapté et obsolète. « En travaillant pour les seuls biens matériels nous bâtissons nous-mêmes notre prison (...) il n'est qu'un luxe véritable et c'est celui des relations humaines ¹³¹».

¹³¹ Antoine de Saint Exupéry, *Terre des hommes*, (Livre de poche, 1939), p. 42.

Bibliographie

Armée de l'air. « FOMEDEC : Un nouveau cursus de formation pour le personnel navigant », consulté le 06 avril 2018, <https://www.defense.gouv.fr/english/air/actus-air/fomedec-un-nouveau-cursus-de-formation-pour-le-personnel-navigant/un-nouveau-cursus>.

Aviation royale canadienne. « Formation », consulté le 20 février 2018, <http://www.rcfarc.forces.gc.ca/fr/formation.page>.

Beaumont, Éric. « Protection contre les effets des accélérations et la fatigue en vol », Voltige aérienne, consulté le 08 janvier 2018. <http://voltigeaerienne.unblog.fr/2012/11/11/protection-contre-les-effets-des-accelerations-et-la-fatigue-en-vol/>.

BNP Paribas et The Boson Project. La Grande InvaZion, rapport d'enquête (2015), consulté le 25 novembre 2017, <https://cdn-actus.bnpparibas.com/files/upload/2015/01/20/docs/lagrandeinvazionbnpparibastbpweb.pdf>.

Brocq, F.-X. et S. Bisconte et A. Vacher. « Étude Anthropométrique des Personnels Navigants militaires : données actuelles et évolution entre 1970 et 2009. », Médecine aéronautique et spatiale vol. 51, n° 191 (2010), p. 5.

Butler, R.J., M. Contreras, L.C. Burton, P.J. Plisky, A. Goode, K. Kiesel. "Modifiable Risk Factors Predict Injuries in Firefighters During Training", Academies Work, 2013.

Canada, Service de Santé des Forces canadiennes. Introduction à son histoire et à son patrimoine, Ottawa : Directeur général, Service de Santé, 2003.

Cannon-Bowers, J. A. et E. Salas. "Making Decisions Under Stress: Implications for Individual and Team Training", American Psychological Association, 1998.

Cause, Frédéric. « le Functional Movement Screen : un outil fiable dans la prédiction d'un risque de blessures? », Mémoire de maîtrise, Institut de formation en masso-kinésithérapie d'Alsace, 2015.

Casoinic, Daniel A. Les comportements des générations Y et Z à l'école et en l'entreprise, juin 2016.

J.G. Charrier, « Le stress chez les pilotes », mentalpilote.com.

Chauvel, Louis. « Génération Sociale et Socialisation Transitionnelle: Fluctuations cohortales et stratification sociale en France et aux Etats-Unis au XXème siècle », mémoire de maîtrise, Institut d'Etudes Politiques de Paris, 2003.

- Conqui, Antoine. « Facteur de charge », Tout le monde peut-il devenir pilote de chasse? (blogue), consulté le 10 février 2018, <http://antoineconqui.wixsite.com/tpe-pilotedechasse/facteur-de-charge>.
- Cook, G. and L. Burton, B.J. Hoogenboom, M. Voight. "Functional Movement Screening : the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1", *International Journal Sport Physical Therapy*. (may 2014), p. 396-409.
- Darles, Lisa. « La Génération Y dans l'entreprise : challenge ou opportunité? », mémoire de maîtrise, Science Po Grenoble, France, 2015.
- Delivre, François. *Le métier de coach*, Éditions d'Organisation, 2ème édition, 2009.
- Dubourdieu, D. « Épreuves de contraintes et tests en vol : un aspect spécifique de la médecine aéronautique militaire », *Médecine et armées* 44, n°5 (2016), p. 403-495.
- Early Perspectives on Functional Movement Systems. « Functional Movement By Gray Cook », consulté le 20 mars 2018, <http://graycookmovement.com>.
- Evrard, E. « Les Limites des possibilités humaines dans les concepts actuels du vol et de l'avion », *Advances in aeronautical sciences Vol II*, sous la direction de Th. Von Kàrmàn, Pergamon Press, 1959.
- Feiertag, J. et Z. L. Berge. "Training Generation N: How Educators Should Approach the Net Generation", *Education & Training*, vol. 50, n° 6 (2008), p. 457-464.
- Fornette, Marie-Pierre. « Formation à l'adaptation cognitive et émotionnelle : effets sur la performance et le stress d'élèves pilotes militaires », *IRBA et Sécurité des systèmes complexes*, 1er octobre 2010.
- Green N.D. and L. Brown. « Head positioning and neck muscle activation during air combat. » *Aviation Space Environment Medicine* (August 2004), p. 125-133.
- Hagglund, M. and M. Walden, J. Ekstrand. "Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons", *British Journal of Sports and Medicine* (sept 2006), p. 767-772.
- Hamalainen, Olavi and Yliopisto Oulun. "Fighter pilot's neck pain", ProQuest Dissertations Publishing, 1993.
- Hendriksen, Ingrid. "Degenerative changes of the spine of fighter pilots of the Royal Netherlands Air Force", *Aviation, Space, and Environmental Medicine* Vol. 70, Iss. 11, (Nov. 1999).

- Herencia, Julio Antonio and al.. "Influence of physical exercise in the perception of back pain in spanish fighter pilots." STAR Vol. 44, Iss. 22, (7 Nov. 2006), p. 1-6.
- Howe, Neil, et William Strauss. Millennials Rising: The Next Great Generation, New York : Vintage Books, 2000.
- Jonas, Laura et Rebecca Kortenius. « Beyond a Paycheck - Employment as an Act of Consumption for Gen Y Talents », thèse, School of Economics and Management, Lund University, 2014.
- Kiesel, K., P.J. Plisky, M.L. Voight. "Can serious injury in professional football be predicted by a preseason Functional Movement Screen?", North American Journal of Sports Physical Therapy, (August 2007), p. 147-158.
- Kohen-Raz, Reuven and al.. "Postural control in pilots and candidates for flight training", Aviation, Space, and Environmental Medicine Vol. 65, Iss. 4, (Apr. 1994).
- Lecompte, Jennyfer . « Biomécanique du segment tête-cou in vivo & aéronautique militaire. Approches neuromusculaire et morphologique », mémoire de maîtrise, Arts et Métiers ParisTech, 2007.
- Lansade, Céline. « Analyse cinématique tridimensionnelle du rachis cervical sain et pathologique in vivo », mémoire de maîtrise, Arts et Métiers ParisTech, 2009.
- Le Huff Post. « Trop gros, pas assez éduqués... deux tiers des jeunes Américains ne seraient pas aptes pour l'armée », Le Huffpost 30 juin 2014, http://www.huffingtonpost.fr/2014/06/29/trop-gros-eduques-jeunes-americaains-pas-aptres-recrutement-armee-americaine_n_5541124.html.
- Lemoine, Gaëlle Hameury . « Le coaching pour intégrer la génération Y au travail », mémoire de certification, École de management Groupe ICN, 2010.
- Lisman, Peter and Al.. "Functional Movement Screen and Aerobic Fitness Predict Injuries in Military Training", p. 636-643.
- Martin Baker. "MK 16: Ejection seat for F-35", consulté le 18 février 2018, <http://martin-baker.com/products/mk16-ejection-seat-f-35/>.
- Morin, Estelle et Caroline Aubé. Psychologie et management, Chenelière Éducation, 2ème éd. 2007.
- Murray, Brian. « Pilote de chasse, un travail mental », La revue de la force aérienne du Canada, Volume 3, n° 4 (Automne 2010), p. 48-57.
- Newman, David, Saxin White and Robin W. Callister. "Patterns of physical conditioning in Royal Australian Air Force F /A-18 pilots and the implications for +Gz tolerance", Aviation, Space, and Environmental Medicine Vol. 70, Iss. 8, (Aug. 1999), p.739-744.

Northouse, Peter G. Leadership: theory and practice, Édition SAGE, 7ème Édition, 2016.

O'Connor, Francis G., Patricia A. Deuster and Joseph J. Knapik. "Functional Movement Screen and Aerobic Fitness Predict Injuries in Military Training", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, (October 2012), p. 636-643.

Onate, J.A. and T. Dewey, R.o. Rollock, K.S. Thomas, B.L. Van Lunen, M. DeMaio, et al.. "Real-time intersession and interrater reliability of the Functional Movement Screen", *Journal of Strength and Conditioning Research*. (february 2012).

Organisation Mondiale de la Santé. « Obésité et surpoids », consulté le 15 janvier 2018, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/fr/>.

Orr, Rob, Michael Stierli, and Ben Hinton. "A functional movement screen profile of an Australian police force", *The Australian Physiotherapy Association Connect Conference*, January 2015.

Parenteau, G., N. Gaudreault, S. Chambers, C. Boisvert, A. Grenier, G. Gagné, F. Balg. "Functional Movement Screen Test: a Reliable Screening Test for Young Elite Ice Hockey Players", *Physical Therapy in Sport*, (2014), p. 169-175.

Pauget B. et. Dammak, A « L'arrivée de la génération Y : quelles conséquences managériales et organisationnelles pour les organisations sanitaires et sociales françaises? », *Pratiques et Organisation des soins*, vol. 43, n° 1 (2012), p. 25-33.

Perreaut-Pierre, Edith. *Techniques d'optimisation du Potentiel*, CNSD, École Interarmées des Sports, 2012.

Prensky, Marc. « Digital Natives, Digital Immigrants », *MCB University Press*, Vol. 9, n°5, 2011.

SelectMinds. *Gen Y and the workplace: A SelectMinds survey report (2006)*, http://www.selectminds.com/nc/genyalert_feb2007.pdf.

Shalikashvil, John M. and Hugh Shelton. "The latest national security threat: obesity.", *Washington Post* April 30th 2010.

SHRM. *Generational Differences: Survey Report*, rapport n° 04-0432, 2004.

St. Denis, Tom. « Les soldats de l'avenir : « une rareté... ». Tendances relatives au personnel militaire dans les pays développés. », *Revue Militaire canadienne*, Vol. 15, n°4 (automne 2015), p. 12-21.

(de) Saint-Exupéry, Antoine. *Citadelle*, éd. Gallimard, coll. « NRF », 1948.

Stuart, Greg. « La préparation mentale qui aide Jari-Matti Latvala », Red Bull Rallye, 19 février 2014, <https://www.redbull.com/ca-fr/la-pr%C3%A9paration-mentale-qui-aide-jari-matti-latvala>.

Thériault, F.L. K. Gabler et K. Naicker. « Sondage sur la santé et le style de vie du personnel des Forces armées canadiennes – 2013-2014 », Ottawa : MDN Canada, 2016.

Thompson, Liana Christine. “Training a new generation of workers”, mémoire de maîtrise, Royal Roads University, Victoria BC, 2009.

Wilco International, «Fiche technique aéronautique », consulté le 20 février 2018, <http://www.wilco-international.com/Images/documents%20pdf/IPH-700.pdf>.

Zalai, D., G. Panics, P. Bobak, I. Csaki, P. Hamar. “Quality of Functional Movement Patterns and Injury Examination in Elite-Level Male Professional Football Players”, *Acta Physiologica Hungarica*, (2015), p. 34-42

Zerrik M. et al. « L’obésité chez le pilote de chasse: quelle répercussion potentielle sur la sécurité aérienne? », *Annales d’Endocrinologie* Vol. 75, Iss. 5-6 (Octobre 2014), p. 247-528.