

Archived Content

Information identified as archived on the Web is for reference, research or record-keeping purposes. It has not been altered or updated after the date of archiving. Web pages that are archived on the Web are not subject to the Government of Canada Web Standards.

As per the [Communications Policy of the Government of Canada](#), you can request alternate formats on the "[Contact Us](#)" page.

Information archivée dans le Web

Information archivée dans le Web à des fins de consultation, de recherche ou de tenue de documents. Cette dernière n'a aucunement été modifiée ni mise à jour depuis sa date de mise en archive. Les pages archivées dans le Web ne sont pas assujetties aux normes qui s'appliquent aux sites Web du gouvernement du Canada.

Conformément à la [Politique de communication du gouvernement du Canada](#), vous pouvez demander de recevoir cette information dans tout autre format de rechange à la page « [Contactez-nous](#) ».

EXERCISE/EXERCICE – NOUVEAUX HORIZONS

"Trouver ses signaux dans le bruit"

"Find your signals in the noise"- le Général D.A. Starry

Ce que nous apprennent la théorie cognitive moderne et le théorème de Bayes au sujet de l'information essentielle pour le commandement des opérations militaires.

Par / by : le major Maurice Audet

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.

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

Liste des Figures

Figure 1 : <i>Le modèle de Décisions par Reconnaissance des Tendances</i>	7
Figure 2 : <i>La Boucle CECA (Critiquer, Explorer, Comparer, et Adapter)</i>	13
Figure 3: <i>Arbre de décision illustrant le théorème de Bayes</i>	20
Figure 4: <i>Test de dépistage de drogues lorsque la probabilité de base est faible (1%)</i>	23
Figure 5: <i>Test de dépistage de drogues lorsque la probabilité de base est élevé (25%)</i>	24
Figure 6: <i>VPN pour hypothèse "plus probable"</i>	25
Figure 7: <i>VPP pour hypothèse "moins probable"</i>	26

Résumé

Nous affirmons dans cet essai que les informations essentielles pour l'exercice du commandement des opérations militaires dépendent premièrement des hypothèses faites lors de la planification de l'opération, et que de plus, la probabilité que l'hypothèse soit vraie ou fautive détermine le type d'indices qui doit être recherché pour permettre au commandant de décider de modifier ou non son plan initial. Nous examinons d'abord les éléments constitutifs de la prise de décision basée sur l'intuition. Par la suite, nous considérons le modèle de la « boucle CECA » (Critiquer, Explorer, Comparer et Adapter) avancée par David Bryant. Ce modèle de Commandement et Contrôle (C2) précise le rôle et l'importance de l'analyse critique des hypothèses dans la mise en œuvre du plan. En appliquant ensuite le théorème de Bayes nous démontrons que le type de « test » d'information que nous devons utiliser pour vérifier la validité des hypothèses de planification doit être davantage orienté vers la *sensibilité* ou la *spécificité*, selon chaque cas particulier.

It seems to me that the very fact of our limited capacity for processing information has made it necessary for us to discover clever ways to abstract the essential features of our universe.

George A. Miller, The Psychology of Communication

Les opérations militaires sont conduites dans un environnement d'une complexité démesurée, où les incertitudes majeures sont incontournables et où le rythme est essoufflant; tant au niveau physique qu'au niveau cognitif. Les commandants à tous les échelons doivent réaliser leurs objectifs dans un système complexe et chaotique.¹ La capacité cognitive "classique", basée sur une habileté élevée de raisonnement analytique ne suffit pas à contrecarrer la complexité, l'incertitude et le risque associé aux opérations militaires modernes.² L'environnement particulier du commandement exige une expertise de plus en plus élevée de perception, de sang-froid face à l'incertitude et au risque, ainsi qu'une capacité intuitive hautement développée afin de prendre des décisions rapides et efficaces. Il n'est pas possible pour un commandant de prévoir et de scruter toutes les éventualités qui influent sur sa mission, ni de concevoir ou de préparer des plans qui pourront répondre à tous les aspects impondérables des opérations.³

¹ Rousseau, Christian. "La Complexité et les Limites de la Visibilité Actuelle de l'Espace de Combat". *Revue Militaire Canadienne*, (Vol 4, No 2, Été 2004), p 36.

² Canada, Ministère de la Défense nationale, B-GL-300-003/FP-001 *Le Commandement*. (Ottawa, ON: MDN Canada, 1997), p 4.

³ US Marine Corps, *MCDP-5- Planning*. US Dept of the Navy, (Washington DC, 21 July 1997), p 20-21.

De plus, l'approche manœuvrière exige une souplesse et une adaptabilité fondamentale dans la planification et la conduite des opérations. L'objectif est de vaincre l'adversaire en rendant ses actions impuissantes face au rythme élevé et à la concentration des effets décisifs de nos actions.⁴ Le commandant doit pouvoir concevoir, créer, percevoir et profiter des conditions favorables avant que son adversaire ne puisse en faire autant. Le combat se livre tant au niveau moral que physique.⁵

En plus du leadership et des connaissances professionnelles, le commandant doit faire preuve de vision et d'intellect, de jugement, et d'esprit de décision afin de prévaloir dans l'environnement opérationnel militaire.⁶ Sa vision lui permet de bien apercevoir l'état final recherché, alors que son intellect lui permet de bien discerner les effets qui peuvent dérouter, paralyser et vaincre son adversaire tout en minimisant les efforts qu'il doit consacrer aux aspects "accessoires" de sa mission. Son jugement lui permet de peser le *sens* et la *valeur* d'une information ou d'une situation, le *risque* qui accompagne l'incertitude, et le *gain* probable d'un mode d'action particulier. Le socle de l'exercice du commandement est l'esprit de décision. Cette faculté déterminante du commandant, exige un équilibre entre l'analyse et l'intuition, et le courage moral de poursuivre son objectif malgré l'incertitude; tout en reconnaissant les circonstances qui l'amèneront à modifier son mode d'action.⁷

Dans un environnement pareil, comment peut-on élaborer un système qui puisse fournir au commandant et à son état-major les informations pertinentes de sorte à permettre l'exercice du commandement efficace sans toutefois les inonder de détails superflus? De nombreuses initiatives dans le domaine du Soutien au Commandement s'appuient sur les avantages des

⁴ Canada, Ministère de la Défense nationale, B-GL-300-000/FP-000 *L'Armée de Terre du Canada: Nous Protégerons Nos Foyers et Nos Droits*. (Ottawa, ON: MDN Canada, 1998) p 128.

⁵ Canada, Ministère de la Défense nationale, B-GL-300-003/FP-001 *Le Commandement*. (Ottawa, ON: MDN Canada, 1997), p 29.

⁶ Ibid, p. 12.

⁷ Ibid, p 15-16.

Technologies de l'Information (TI). Bien que la technologie promette de très grandes améliorations dans le domaine de la visualisation de la situation ("Battlefield Visualization" – BV), la quantité d'information disponible risque de déborder la capacité des réseaux de communication à la transporter, et la capacité des commandants à en profiter.⁸ Ce qui est donc proposé dans cet essai est d'examiner les théories cognitives modernes de prise de décisions et de Commandement et Contrôle (C2), ainsi que les fondements du "subjectivisme" représentés par le théorème de Bayes, afin de déterminer quelles sont les attributs distinctifs qui définissent les informations essentielles à l'exercice du commandement des opérations militaires. Nous constaterons que *l'importance* et la *probabilité* de chacune des hypothèses de planification nous amèneront à rechercher des indices informationnels d'une grande *sensibilité* ou d'une grande *spécificité*, selon chaque cas particulier.

Afin de pouvoir identifier les informations essentielles au commandement, nous examinerons d'abord la théorie de prise de décision "naturalistique" ("Naturalistic Decision Making" – NDM) afin de bien apprécier le rôle de l'intuition. Par la suite, nous considérerons une proposition qui veut remplacer le concept de la boucle "OODA" (Observer, Orienter, Décider, et Agir) par celui de la boucle "CECA" (Critiquer, Explorer, Comparer, et Adapter). Finalement, nous analyserons les raisonnements du NDM et de la boucle CECA en fonction du théorème de Bayes afin de déterminer quels sont les attributs essentiels de l'information de commandement.

⁸ Sloan, Elinor C. *The Revolution in Military Affair: Implications for Canada and NATO*. (Montreal & Kingston, Canada: McGill-Queen's University Press, 2002), p 30.

Le modèle de raisonnement classique de prise de décision repose sur une analyse systématique et rigoureuse:

Il faut dresser un tableau des diverses options possibles basées sur un ensemble de critères communs, ensuite il faut déterminer l'importance relative de chaque critère, classer chaque option selon chaque critère, calculer le pointage, et comparer les options l'une contre l'autre pour finalement choisir celle qui obtient le meilleur score.⁹ (traduction libre)

Le processus décisionnel décrit ci-haut semble très cartésien, méthodique et rigoureux, il tient compte des éléments importants d'un problème, il écarte généralement les interprétations biaisées, et il est facile de l'expliquer afin de justifier une décision. Cependant, selon Klein et de nombreux autres chercheurs dans le domaine de la théorie cognitive, ce même processus décisionnel classique ne représente pas la réalité.¹⁰

Même si le raisonnement analytique peut sembler bien fonctionner dans un environnement expérimental, il ne réussit pas dans les situations réelles, où les objectifs peuvent être mal définis, où l'incertitude est considérable, où la situation est complexe et dynamique, et où les décideurs sont généralement expérimentés mais très pressés par le temps.¹¹ Alors quelle méthode de prise de décision se manifeste-t-elle sous de telles conditions?

⁹ Klein, Gary. *Intuition at Work*. (New York: Random House, 2003), p 10.

¹⁰ Cannon-Bowers, Janis A. et Salas, Eduardo. *Making Decisions Under Stress: Implications for Individual and Team Training*. (Washington, DC: American Psychological Association, 1998), p 6-7.

¹¹ Bearman, C. (2004, January). "Naturalistic Decision Making". Paper presented at the *Centre for Decision research Seminars*, Leeds University Business School, Leeds, UK. Accessible à <http://www.leeds.ac.uk/decision-research/events/bearmanC04.pdf>; Internet; consulté le 28 avril 2004.

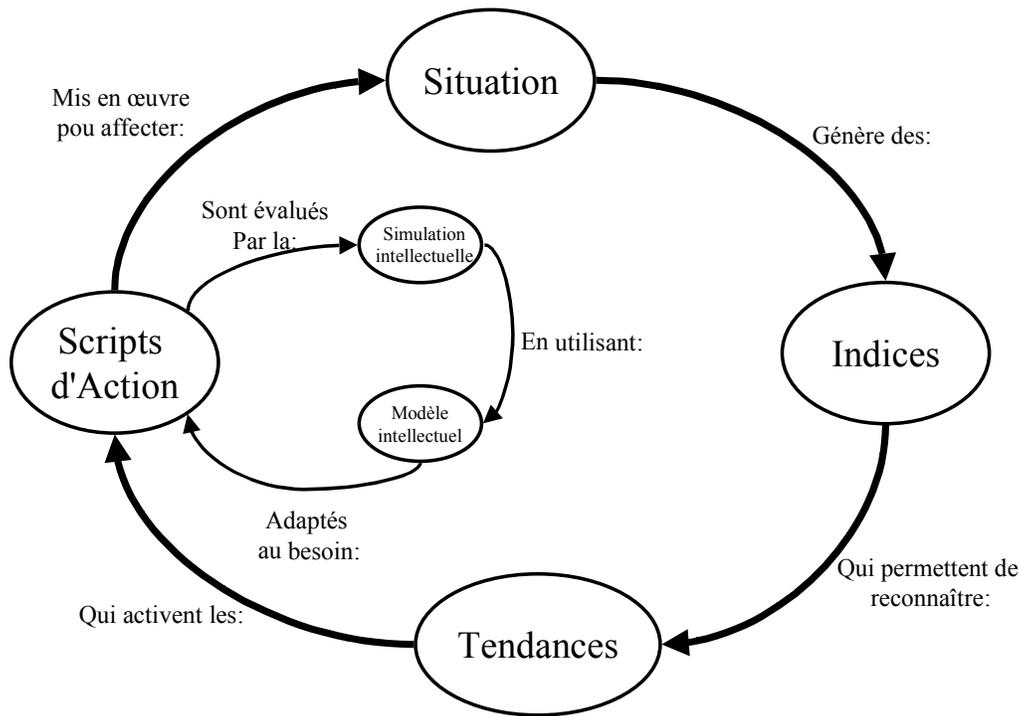


Figure 1 : *Le modèle de Décisions par Reconnaissance des Tendances* ¹²

Sous des conditions complexes, dynamiques, incertaines et pressantes, où les enjeux sont considérables, les études de Klein et autres démontrent que la reconnaissance de certaines tendances ("pattern recognition") est ce qui permet au décideur de prendre des décisions efficaces sans conduire une analyse détaillée.¹³ Ce modèle, se nomme le "Recognition-Primed Decision-making" (RPD). Le processus intuitif proposé par le modèle RPD est représenté à la figure 1.

Lorsque nous reconnaissons une tendance, nous acquérons le sens d'une situation: Nous savons quels indices seront importants et qui devront être surveillés. Nous savons quels types d'objectifs nous devrions être en mesure d'accomplir. Nous avons un sens de ce qui devrait se produire ensuite. Les tendances que nous reconnaissons incluent des routines pour réagir – des "scripts d'action". Si nous classons une situation comme étant typique, alors nous pouvons aussi reconnaître les méthodes typiques pour y réagir. Voilà

¹² Klein, p 16.

¹³ Klein, Gary. *Sources of Power: How People Make Decisions*. (Cambridge, Mass: MIT Press, 1999), p 97.

*comment nous obtenons le pressentiment à propos de ce qui se passe réellement, et sur ce que nous pouvons y faire.*¹⁴ (traduction libre)

Selon le RPD, si une tendance reconnue active un script d'action, le décideur évalue ce script en conduisant une simulation intellectuelle ("mental simulation") à l'aide d'un modèle intellectuel ("mental model") qui a été construit par l'expérience et l'apprentissage. Les études de cas complétées auprès de pompiers et de militaires américains ont conclu que les décideurs imaginent par la simulation intellectuelle ce qui devrait se passer à la suite d'une action particulière, ensuite, ils adaptent le script d'action au besoin afin de créer une situation favorable. Si leur simulation intellectuelle ne parvient pas à convenablement adapter le premier script d'action, ils écartent simplement ce premier script et passent à un deuxième afin de tenter de l'adapter de la même façon. Dans la très grande majorité des cas (plus de 95%), aucune analyse comparative des scripts d'action n'est effectuée par ces décideurs d'expérience¹⁵.

Il arrive à l'occasion que les décideurs doivent créer un nouveau script d'action dans une situation donnée, mais la plupart des décisions sont basées sur des scripts d'action qui sont activés par le processus RPD. Les études menées par Klein et ses associés démontrent que même dans des situations difficiles, les décideurs d'expérience comptent surtout sur le RPD et non sur les méthodes de raisonnement analytiques basées sur les théories classiques de prise de décision. Il ne faut surtout pas conclure cependant que l'intuition est l'opposé du raisonnement logique, ou pire encore, un talent surnaturel:

*Plutôt, elle (Intuition) est basée sur l'expérience considérable dans les domaines de l'analyse et de la résolution des problèmes, ainsi que l'implantation de ces solutions. Dans la mesure où les leçons apprises sont logiques et bien fondées, alors l'intuition qui en résultera le sera également*¹⁶.(traduction libre)

Donc, on peut déjà apercevoir une relation importante entre l'analyse et l'intuition en ce sens que l'analyse systématique et rigoureuse d'un problème-type sert de fondement pour le développement

¹⁴ Klein, Gary. *Intuition at Work*. (New York: Random House, 2003), p 13

¹⁵ Schmitt, John F. "How We Decide". *Marine Corps Gazette*. Oct 1995, p 16-20

¹⁶ Klein , p282

d'une habileté intuitive. En somme, l'analyse est un élément précurseur essentiel à l'intuition, et cette dernière, une fois suffisamment développée, semble guider notre processus de prise de décision. Nous pouvons considérer de façon analogique, l'apprentissage de la conduite automobile qui est une tâche hautement complexe, dynamique et qui peut comporter de très graves conséquences d'erreur.

En classe ou en simulateur, l'instructeur décompose le problème (ex: réaction à une chaussée glissante soudaine) par étapes. Il explique ensuite le raisonnement logique qui pourra accomplir le but en évoquant les scripts d'action envisageables selon les indices de la situation, ainsi que l'effet probable de chaque script d'action. L'apprenti conducteur développe ainsi son modèle intellectuel de la conduite automobile sur une chaussée qui devient soudainement glissante. Il apprend également à déceler les indices pertinents et à reconnaître leur sens dans le but d'évoquer le script d'action le plus apte à atteindre son but. Étant donné la complexité, le rythme de changement de situation, les incertitudes et les conséquences d'erreurs, il serait impraticable de tenter une analyse détaillée en situation réelle.

Lorsque l'apprenti conducteur prend la route dans un environnement opérationnel, il doit alors faire appel à un ensemble de scripts d'action selon son habileté à reconnaître le sens des indices de la situation en pleine évolution. Il doit accomplir une simulation intellectuelle afin de décider d'appliquer le script tel quel, de le modifier et de "re-jouer" la simulation intellectuelle ou de le rejeter en faveur du prochain script d'action. Tout cela doit s'accomplir dans l'espace d'une fraction de seconde, ou tout au plus, quelques secondes. Sans le développement graduel du modèle intellectuel acquis par l'analyse en situation simulée et contrôlée, aucun RPD n'aurait pu être effectué. Le résultat serait vraisemblablement un "choc cognitif" et possiblement un accident grave.

Le *modèle intellectuel* que le décideur doit pouvoir évoquer est l'élément essentiel de la faculté intuitive. Il existe de nombreux moyens tels que l'étude théorique, les études de cas, et les exercices décisionnels simulés pour développer les capacités cognitives essentielles à la prise de décision, mais en général le modèle intellectuel et l'ensemble de scripts d'action sont développés par l'apprentissage et consolidés par l'expérience pratique.¹⁷

Il arrive parfois que l'intuition par elle-même ne parvienne pas à convenablement solutionner un problème. Cela est particulièrement vrai lorsque le problème est d'une grande complexité, et qu'il faut justifier sa décision explicitement. Dans de tels cas, l'analyse systématique et rigoureuse peut être nécessaire. Il faut cependant que le temps le permette, que les objectifs soient clairement définis, et que les critères de sélection soient quantifiables de façon précise et objective.

Néanmoins, il est probable que l'intuition doit être tout de même appliquée dans le choix des objectifs, des critères de sélection ainsi que des valeurs relatives de ces mêmes critères.

L'intuition peut également jouer un rôle primordial dans l'élaboration d'hypothèses pour compenser les incertitudes et pour interpréter certains résultats d'analyse.¹⁸

En somme, le rôle de l'intuition ne devrait pas nous surprendre, car il figure déjà de façon implicite du moins, dans l'étude des facteurs au sein de l'appréciation militaire. Dans un premier temps, nous devons examiner les faits (indices) pour en conclure un sens (reconnaître la tendance). Dans un deuxième temps il faut activer un script d'action et conduire une simulation intellectuelle afin d'en déterminer la valeur dans le contexte d'un but visé. Ce sont là les mêmes étapes que l'on retrouve dans le modèle intuitif du RPD.¹⁹

Certains des aspects les plus difficiles à saisir pour les décideurs militaires moins expérimentés incluent l'aptitude à discerner les faits et les informations qui sont pertinents au problème et

¹⁷ Cannon-Bowers, Janis A. et Salas, Eduardo. p 24.

¹⁸ Jaiswal, N.K. *Military Operations Research: Quantitative Decision Making*. (Norwell, Mass: Kluwer Academic Publishers, 1997), p 209.

¹⁹ ABCA Standardization Program, *Mission Analysis and the Estimate Process – QAP Num 50, Edition 2*. (1998)

ensuite de pouvoir reconnaître les *sens* de ces informations (le fameux "so-what" de l'appréciation militaire). Conséquemment, dans un environnement où la technologie peut lui donner accès à un vaste éventail de sources d'informations, l'individu moins expérimenté peut facilement être inondé de données sans pouvoir reconnaître ce qui lui est pertinent. Il se retrouve alors dans un dilemme où il peut tout savoir mais ne rien comprendre.²⁰ Par contre, ce qui permet au décideur d'expérience à bien pouvoir utiliser son intuition, c'est le modèle intellectuel qu'il a développé et qui lui signale quels indices il doit rechercher dans son environnement afin de prendre des décisions justes et opportunes.²¹

En souscrivant à la théorie cognitive moderne selon laquelle les décideurs d'expérience prennent la vaste majorité de leurs décisions en appliquant le processus intuitif RPD, nous pouvons maintenant tourner notre attention à la composante doctrinale du Commandement et Contrôle (C2) afin de voir comment elle vient rejoindre la théorie cognitive.

²⁰ Sloan, Elinor. p 30.

²¹ USMC *MCDP-5*, p 74-75.

Depuis les années 1950s, ne nombreux développements dans le domaine de la doctrine de C2 reposent sur la théorie de la boucle du colonel John Boyd, communément appelée la boucle "OODA" (Observer, Orienter, Décider, et Agir). Grandement discutée, cette théorie postule que celui qui réussit à compléter le cycle de la boucle OODA plus rapidement que son adversaire augmentera de beaucoup ses chances de vaincre celui-ci. En juillet 2003, le chercheur David Bryant du Centre de Recherche de la Défense du Canada à Toronto (CRDC-Toronto) a mis de l'avant une proposition exprimant que le modèle cognitif de la boucle OODA devrait plutôt être remplacé par la boucle CECA²² (Critiquer, Explorer, Comparer, et Adapter) en tant que fondement de base pour la doctrine de C2.

Bien que le modèle de la boucle OODA soit juste, lorsqu'il est appliqué à l'extérieur du contexte spécifique dans lequel il fut conçu (combat aérien entre avions de chasse), il manque de spécification. Le contexte original sous-entendait un but simple et précis, soit celui de prendre le plus rapidement possible une position de tir favorable face à son adversaire. Les indices à observer étaient aussi bien connus des pilotes de chasse d'expérience, qui avaient un modèle intellectuel de combat aérien bien développé. Conséquemment, pris à l'extérieur de son contexte spécifique, le modèle ne nous renseigne pas sur la façon dont le *but* est intégré, ni sur la façon de discerner ce qui doit être *observé*, ni comment le décideur *s'oriente* face à la situation, ni encore de la méthode de prise de *décision*. Toutes ces lacunes sont facilement comblées par une interprétation habile effectuée par un décideur expérimenté, mais il demeure toutefois que le modèle, pris par lui-même, semble manquer de spécification propre aux besoins de la doctrine de C2.

²² Bryant, David J. "Critique, Explore, Compare and Adapt (CECA): A New Model for Command Decision Making". *DRDC Toronto Technical Report TR 2003-105*. (DND Canada, 2003)

C'est alors pour cette raison que Bryant et ses associés se sont penchés sur le problème de re-définir la boucle OODA dans un contexte qui reconnaisse les attributs des opérations militaires générales et du rôle particulier de l'intuition dans la prise de décisions.

La boucle CECA (Critiquer, Explorer, Comparer, et Adapter) est explicitement fondée sur la prémisse selon laquelle les modèles mentaux orientés vers un but jouent un rôle prépondérant dans la prise de décision humaine, en tant que moyen de représenter le monde et de lui donner un sens. Le modèle tient pour acquis que la planification opérationnelle est à l'origine du "modèle conceptuel" initial, qui est un modèle mental du plan.²³

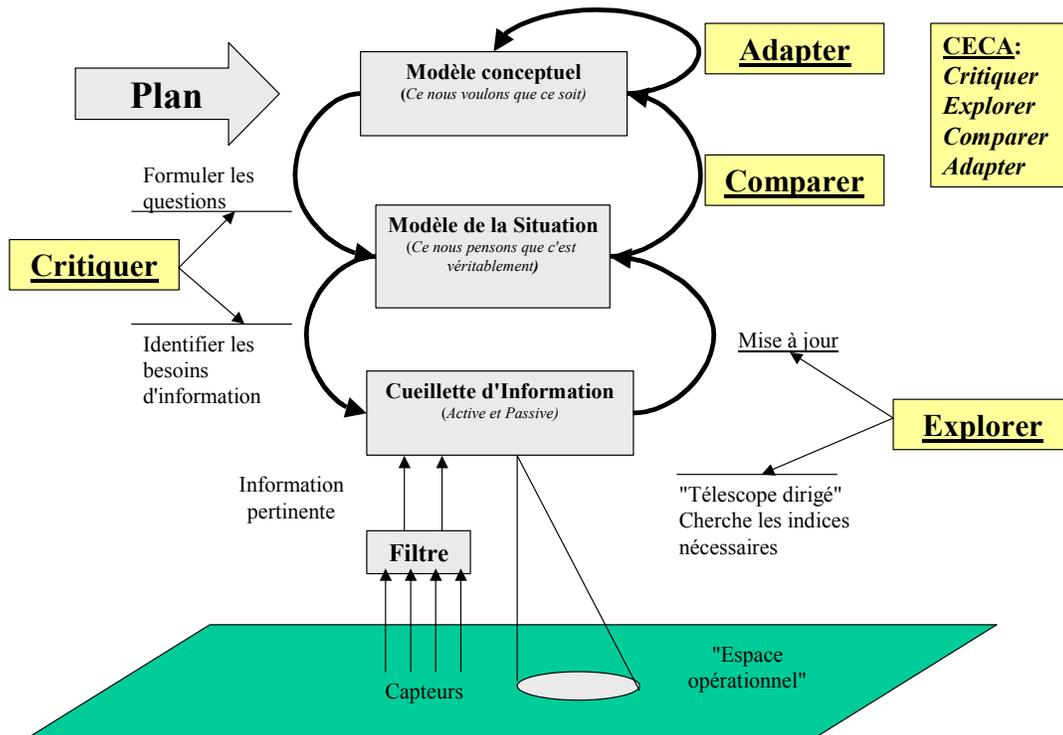


Figure 2 : La Boucle CECA (Critiquer, Explorer, Comparer, et Adapter)²⁴

²³ Bryant, p i.

²⁴ Bryant, p24

Tel qu'illustré à la figure 2, le modèle de la boucle CECA incorpore explicitement les idées que la cognition humaine doit être fondamentalement guidée par des objectifs définis, que la perception et le discernement sont des mécanismes constructifs qui nécessitent un effort cognitif qui dépasse de beaucoup l'acte d'observer, et que l'orientation s'accomplit en comparant notre interprétation de la situation réelle avec le modèle conceptuel de la situation qui avait été envisagée par le plan. Nous devons ensuite adapter nos actions pour tenir compte des écarts entre les deux, compte tenu des objectifs²⁵.

En incorporant le plan en tant que modèle conceptuel initial et comme point de départ du cycle, Bryant s'assure d'incorporer les objectifs de façon explicite dans la boucle CECA. Dans le plan, on retrouve tous les éléments habituels d'un "CONOP", soit une mise en situation complète, la mission à accomplir, l'intention du commandant, les contraintes, l'état final à atteindre ainsi qu'une description d'ensemble du déroulement de l'opération en exposant les aspects tels que l'emploi des effectifs, du temps, de l'espace et les motifs de chaque composante majeure.

Dans l'étape "*Critiquer*" du cycle, Bryant reconnaît que le raisonnement critique perfectionne la prise de décision et est un aspect crucial de la résolution de problèmes.²⁶ À l'aide d'un examen critique du plan, il tente ainsi de préciser la recherche d'indices pertinents qui permettront au décideur de tirer un sens cohérent de la situation. L'examen critique consiste généralement à identifier et de mettre en cause chacune des hypothèses sur lesquelles le plan s'appuie et ainsi, d'identifier les indices qui pourraient invalider diverses parties de ce même plan. De tels indices pourront avoir l'effet de forcer un ajustement au modèle conceptuel (le plan), soit au niveau des méthodes, des moyens, ou même de ces objectifs.

Klein nous propose une méthode hautement efficace pour conduire un examen critique du plan. Il s'agit de conduire ce qu'il appelle un "pré-mortem" avec son équipe décisionnelle (son état-major

²⁵ Bryant, p iv.

²⁶ Bryant, p iii

et ses chefs subordonnés).²⁷ Cela s'accomplit premièrement en se projetant dans l'avenir et en imaginant que le plan fut un échec "catastrophique", et ensuite de se questionner au sujet de ce qui aurait bien pu causer ce résultat fictif. En prenant comme hypothèse de départ que le plan a échoué et en considérant ce qui pourrait donner ce résultat, on se concentre sur la réparation du plan en le renforçant plutôt qu'à le défendre tel qu'il est conçu en faisant la supposition que les circonstances pouvant causer son échec ne se produiront vraisemblablement pas – ce qui est une réaction humaine tout à fait naturelle.²⁸

En utilisant cette approche, le décideur et son équipe de C2 peuvent d'abord perfectionner le plan, et pourront aussi identifier les hypothèses décisives et les indices qui causeront une réaction spécifique, soit d'avancer selon le plan ou de modifier les méthodes, les moyens ou les objectifs du plan. Cet outil est particulièrement utile dans le contexte d'opérations militaires puisque le plan initial doit nécessairement reposer sur de nombreuses hypothèses dont beaucoup sont relatives aux actions futures de l'adversaire.

Ayant maintenant réfléchi aux indices qui pourraient nous forcer à adapter nos actions à la situation, il est temps de mettre en place un système d'information et de rétroaction qui puisse détecter et communiquer ces indices de façon efficace. Il s'agit de la prochaine étape du cycle, soit celui de l'exploration. L'acte *d'observer* la situation convient mal aux besoins de C2, puisqu'il suppose que toute information est pertinente et doit alors être communiquée et considérée.

Malgré que cette interprétation puisse sembler très arbitraire, le concept *d'exploration* convient tout de même mieux à celui d'observation pour plusieurs raisons. D'abord, si on utilise l'analogie de l'exploration minière, on comprend que l'effort d'exploration est basé sur des *objectifs* commerciaux bien définis, des *études* géologiques approfondies, et sur un *jugement* médité portant sur les bénéfices, les coûts et les risques. Les efforts d'exploration sont ainsi

²⁷ Klein, Gary. *Intuition at Work*. (New York: Random House, 2003), p 88-91.

²⁸ Bryant, p 26.

généralement *limités* aux endroits démontrant un potentiel viable de succès. Ces mêmes principes d'économie d'effort et de concentration des effets doivent s'appliquer à la recherche d'indices dans le contexte de C2 militaire.

Le modèle CECA nous propose donc de façon explicite, de bien identifier les éléments d'informations et de créer ce que Van Creveld appelle des "télescopes dirigés"²⁹ afin de capter les indices *pertinents*. Le modèle concède cependant que notre exploration ne doit pas exclure les autres informations, mais qu'il faut plutôt les filtrer de sorte à ne pas manquer un indice imprévu, ni par contre d'inonder le décideur avec des informations inutiles. Bryant illustre ce concept à l'aide de l'analogie dans laquelle il ne faut pas ignorer le serpent à sonnettes que l'on trouve dans une meule de foin simplement parce qu'on ne cherche qu'une aiguille³⁰.

En somme, l'observateur est invité à remarquer et interpréter tout ce qu'il peut voir, tandis que l'explorateur lui, doit exercer un plus grand discernement dans le choix des informations à capter, et à l'interprétation qu'il en fait.

Ayant ainsi perfectionné le plan à l'aide d'un examen *critique*, conduit une *exploration* active et passive afin de déceler les indices pertinents, nous sommes maintenant en mesure de faire la synthèse des ces indices afin d'interpréter et comprendre un modèle de la situation. Ce même modèle de la situation est ensuite *comparé* au modèle conceptuel qui découle du plan. Le décideur est alors plus apte à reconnaître soit le besoin ou l'opportunité de modifier le plan en *adaptant* les méthodes, les moyens ou les objectifs.

Cependant, il reste que dans les situations complexes, dynamiques et très précaires des opérations militaires, il sera impossible d'éliminer les incertitudes. Le décideur, malgré tous ses efforts, est

²⁹ Bryant, p 21.

³⁰ Ibid, p 33.

constamment confronté avec un niveau élevé d'ambiguïté. Ces incertitudes peuvent rendre la synthèse d'un modèle de la situation très difficile.

Les incertitudes peuvent se manifester pour plusieurs raisons, et devront faire l'objet de traitement différent selon leur cause particulière. Il est possible que le décideur soit incertain parce qu'il lui manque une information importante, parce qu'il ne peut faire confiance à l'information qu'il possède; ou il se peut également qu'il possède une information dans laquelle il a confiance, mais que cette information est incohérente avec le reste du modèle de la situation. Il se peut également que l'ensemble de l'information qu'il possède est complet, fiable, cohérent, pertinent, mais que le tout est trop complexe pour en tirer un sens clair.³¹

Selon Klein encore, afin de pouvoir arriver à dresser une comparaison entre le modèle de la situation et le modèle conceptuel dans une situation de grande inconstance, le décideur peut devoir appliquer les mesures suivantes pour contrecarrer l'incertitude:

- Attendre que la situation se clarifie.
- Chercher de nouvelles informations.
- Porter une attention plus particulière à une source d'information pour en améliorer la précision et le détail.
- Formuler une hypothèse plausible.
- Continuer de l'avant.
- Prendre une action qui pourra clarifier la situation (ex: avancer dans le but de "prendre contact" avec l'ennemi).
- Simplifier le modèle conceptuel (le plan).
- Se préparer au pire (par ex: porter l'ensemble DNBC avant de franchir la frontière).
- Utiliser des décisions incrémentales (ex: Procéder par plus petites étapes).

Les théories cognitives modernes nous ont démontré que les décisions s'effectuent principalement au niveau des comparaisons faites entre le modèle conceptuel représentant le plan, et le modèle de la situation, que nous construisons à l'aide d'informations qui servent d'indices. Pour sa part, le

³¹ Klein, p 122.

modèle CECA tient compte de cette conclusion et de plus, il insiste qu'il faut distiller la quantité d'indices que nous recherchons par notre exploration. Le modèle postule également que le critère principal de sélection qui guide le choix des informations que nous devons chercher à exploiter doit principalement reposer sur l'examen critique des hypothèses du plan. En d'autres mots, si le plan se base sur la probabilité élevée que la circonstance "A" se produira (ex: la probabilité que "nous capturerons les trois ponts intacts"), alors que ce même plan écarte généralement la probabilité faible que "B" se manifeste (ex: la probabilité que "l'ennemi utilisera des armes chimiques"), il est apparent que si "A" se concrétise et que "B" ne se produit pas, le plan semble valide et ne nécessite pas d'adaptations majeures. De façon corollaire, si "A" ne se produit pas ou si "B" se produit, il est opportun de considérer la modification du plan.

Cependant, comme les opérations de combat sont hautement complexes et dynamiques, il est très difficile pour le commandant de bien saisir les écarts entre son modèle conceptuel, et le modèle de la situation qu'il compose par l'interprétation des indices. Il est d'autant plus difficile de connaître quand et comment adapter le plan afin de profiter des opportunités favorables et de prendre garde contre les dangers qui se montrent en cours de route. Il est donc raisonnable de conclure qu'il est surtout important de rechercher des informations pour deux classes d'indices particuliers. La première classe d'indices importants sert à *renverser une hypothèse que l'on croyait probable*, puisque le plan est basé sur la présomption que cette circonstance se produira. La deuxième classe d'indices comprend les informations qui viennent *confirmer qu'une hypothèse jugée peu probable se matérialise véritablement*. Ces deux classes d'indices doivent donc former la pierre angulaire de notre plan d'exploration d'information.³²

³² Bryant, p26.

C'est à ce point que nous pouvons nous tourner vers le Théorème de Bayes qui nous propose qu'il est possible de déterminer la probabilité qu'une hypothèse est vraie, étant donné qu'une condition particulière existe. La forme mathématique de ce théorème est la suivante:³³

$$P(H|E) = P(H) * P(E|H) / [P(H) * P(E|H) + P(\sim H) * P(E|\sim H)] \quad \text{où:}$$

- **P(H|E)**: Probabilité que l'hypothèse "H" est vraie lorsque le résultat du test "E" est positif
- **P(H)**: Probabilité de base que l'hypothèse "H" est vraie (avant même de connaître le résultat du test "E")
- **P(E|H)**: Probabilité que le test "E" donne un résultat positif, si l'hypothèse "H" est vraie (vrai positif = la *sensibilité* du test "E")
- **P(∼H)**: Probabilité de base que l'hypothèse "H" est invalide (avant même de connaître le résultat de "E")
- **P(E|∼H)**: Probabilité que le test "E" donne un résultat positif, même si l'hypothèse "H" est invalide (faux positif)

En guise d'exemple, le théorème peut nous indiquer comment prédire la probabilité que l'ennemi effectue véritablement le mode d'action 1 ("COA 1"), étant donné un résultat positif ou négatif obtenu par un test (que l'on nomme "NAI"). Alors en substituant "H" par l'hypothèse que l'ennemi effectue véritablement le COA 1, et "E" par un résultat positif provenant d'un NAI quelconque, le Théorème de Bayes nous dit que la probabilité que l'ennemi effectue le COA 1 selon le résultat obtenu par le NAI est définie comme suit:

$$P(\text{COA 1}|\text{NAI}) = P(\text{COA 1}) * P(\text{NAI}|\text{COA 1}) / [P(\text{COA 1}) * P(\text{NAI}|\text{COA 1}) + P(\sim\text{COA 1}) * P(\text{NAI}|\sim\text{COA 1})] \quad \text{où:}$$

- **P(COA 1|NAI)**: Probabilité que l'hypothèse "COA 1" est vraie lorsque le résultat du test "NAI" est positif
- **P(COA 1)**: Probabilité de base que l'hypothèse "COA 1" est vraie (avant de connaître le résultat du test "NAI")
- **P(NAI|COA 1)**: Probabilité que le test "NAI" donne un résultat positif, si l'hypothèse "COA 1" est vraie (vrai positif = la *sensibilité* du test "NAI")
- **P(∼COA 1)**: Probabilité de base que l'hypothèse "COA 1" est invalide (avant de connaître le résultat de "NAI")

³³ Stanford Encyclopaedia of Philosophy. "Bayes's Theorem". Accessible à <<http://plato.stanford.edu/entries/bayes-theorem/>>; Internet; consulté le 28 avril 2004

- **$P(\text{NAI}|\sim\text{COA 1})$** : Probabilité que le test "NAI" donne un résultat positif, même si l'hypothèse "COA 1" est invalide (faux positif)

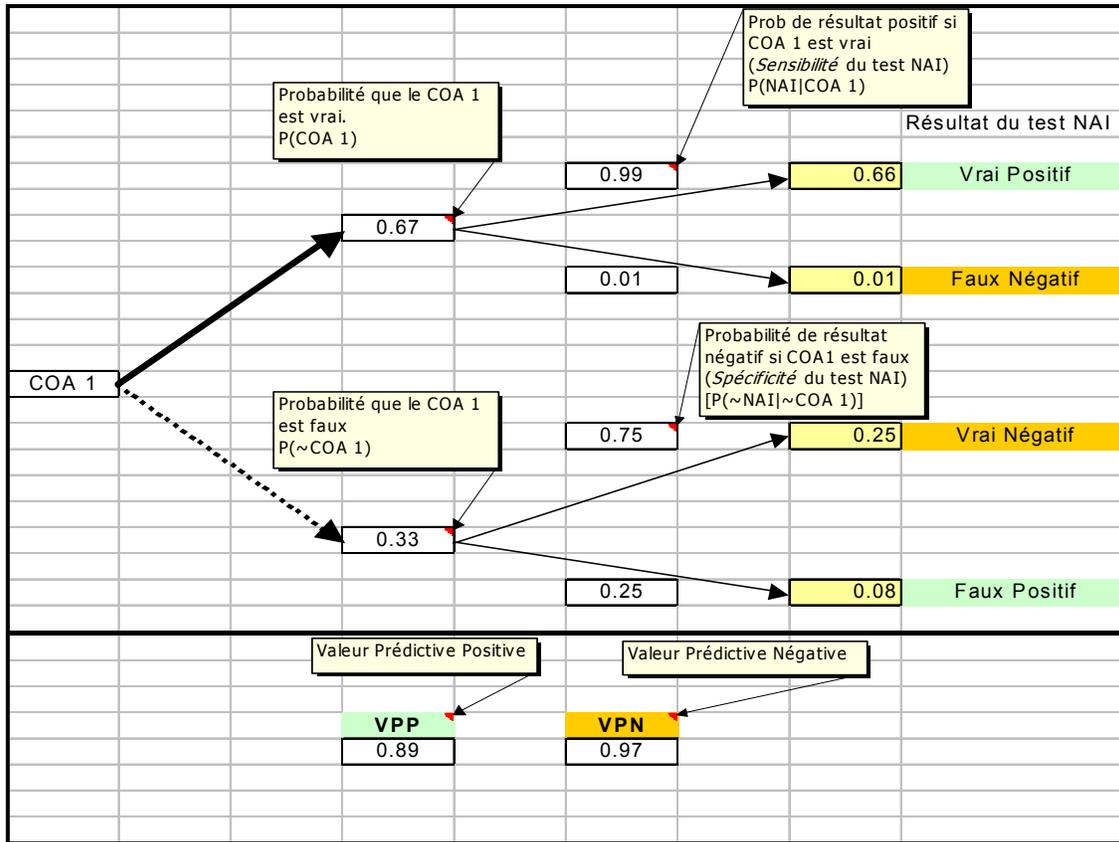


Figure 3: Arbre de décision illustrant le théorème de Bayes

Le théorème peut également être illustré plus simplement à l'aide de l'arbre décisionnel à la figure 3. D'abord, on peut voir que la probabilité de base que le COA 1 sera effectué par l'ennemi représente un jugement de valeur de la part du commandant, dans ce cas, celui-ci juge qu'il est deux fois plus probable que l'ennemi effectue le COA 1 que l'ensemble des autres COA. Cela est représenté par la valeur de .67 sur la branche "vrai" de l'arbre vs la valeur de .33 sur la branche "faux" de l'arbre. En poursuivant la branche "vrai" vers la droite, on remarque que le NAI donnera un résultat positif dans 99% des cas où le COA 1 est vrai, Cette caractéristique à

correctement donner des résultats positifs se nomme la "*sensibilité*"³⁴ du NAI. Cependant, dans 1% des cas, le NAI donnera un résultat négatif même si le COA 1 est vrai.

En poursuivant maintenant la branche "faux" de l'arbre, on remarque que dans 75% des cas où le COA 1 est faux, le NAI donnera effectivement un résultat négatif. Cette caractéristique du test se nomme sa "*spécificité*"³⁵. On peut remarquer avec ce NAI ayant une spécificité de 75%, que dans 25% des cas le résultat sera positif même si le COA 1 est faux.

Au bas de la figure, on retrouve les termes "*Valeur Prédictive Positive (VPP)* et *Valeur Prédictive Négative (VPN)*".³⁶ Ces termes sont très significatifs et décrivent respectivement le niveau de confiance qu'on peut obtenir avec soit un résultat positif ou un résultat négatif en utilisant ce NAI particulier. Dans le cas exemple, un résultat positif est fiable à 89%, et un résultat négatif est fiable à 97%. Donc pour ce NAI, sa VPN est supérieure à sa VPP.

Tel que stipulé précédemment, deux classes d'indices qui sont particulièrement importantes aux commandants sont celles qui causent:³⁷

- la négation d'une hypothèse qui avait été jugée plus probable, et
- l'affirmation d'une hypothèse qui avait été jugée moins probable,

Il est possible de voir que dans le premier cas, la valeur prédictive négative (VPN) du test est plus utile que sa valeur prédictive positive (VPP) dans le cadre d'une décision souhaitant adapter le plan face aux indices. Cela s'explique en considérant que si la probabilité initiale de l'hypothèse était relativement élevée et que cette hypothèse s'avère fautive, cela qui nous causera

³⁴ Medical University of South Carolina. "*Evidence Based Medicine Concepts: Sensitivity and Specificity.*" Accessible à <<http://www.musc.edu/dc/icebm/sensitivity.html>>; Internet; consulté le 28 avril 2004.

³⁵ Ibid.

³⁶ Rao, Goutham. "Remembering the meaning of sensitivity, specificity, and predictive values." *Journal of Family Practice*, Jan 2004. Accessible à <http://www.findarticles.com/cf_0/m0689/1_53/112592269/pl/article.jhtml>; Internet; consulté le 28 avril 2004

³⁷ Bryant, p 26.

vraisemblablement à adapter le plan, tandis qu'un résultat positif sur ce même test confirmerait simplement l'hypothèse initiale et nous porterait plutôt à continuer sans modification.

Dans le deuxième cas cependant, où la probabilité initiale de l'hypothèse était relativement faible, un résultat positif vient contredire notre jugement. Il est alors plus probable que nous devions modifier le plan en conséquence. Donc, la VPP est d'autant plus importante que la VPN dans un tel cas, puisque cette fois, le résultat positif nous incite à adapter le plan et un résultat négatif nous incite à maintenir le cap.

Cet examen quelque peu détaillé est très significatif, puisque la VPP et la VPN d'un test particulier jouent un rôle primordial dans la valeur qualitative de l'information que le test peut fournir, et ces caractéristiques sont déterminées par trois facteurs:³⁸

- la *probabilité initiale* d'une hypothèse avant même le test
- la *sensibilité* du test, et
- la *spécificité* de ce même test

³⁸ Stanford Encyclopaedia of Philosophy. (Supplemental examples)

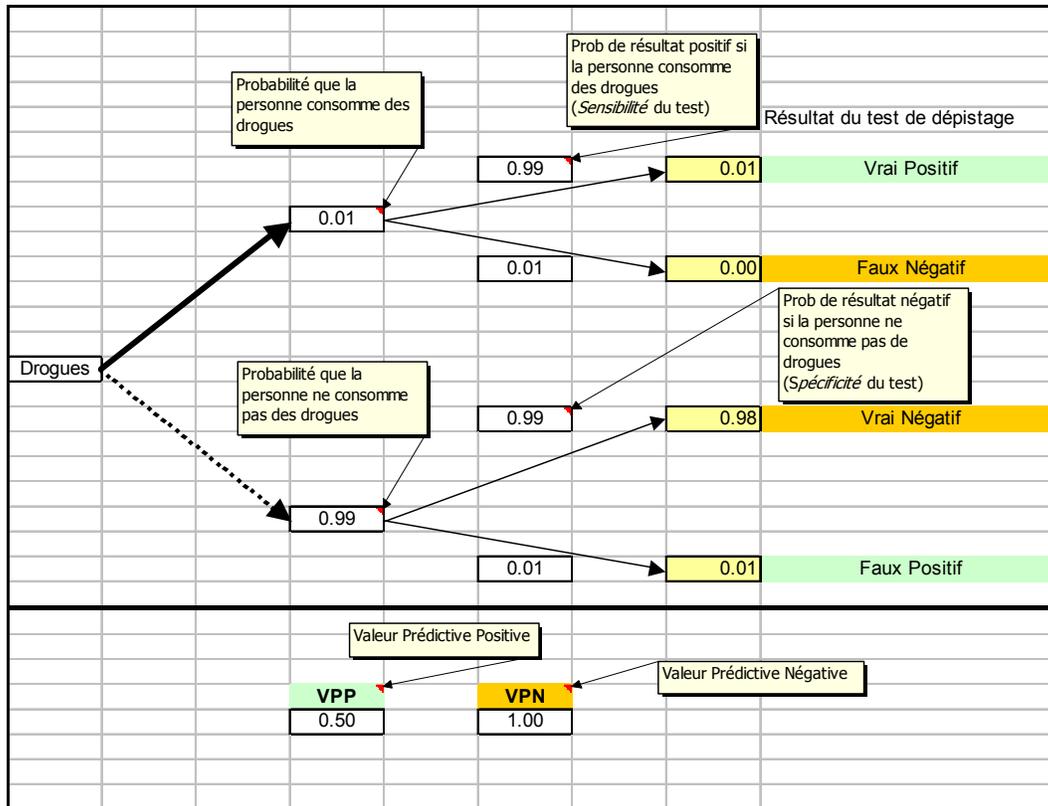


Figure 4: Test de dépistage de drogues lorsque la probabilité de base est faible (1%)

La figure 4 illustre qu'il est fort possible par exemple, qu'un test de dépistage de drogues soit sensible à 99%, et spécifique à 99%, mais lorsque la probabilité de base d'usage de drogues dans la population est très basse (1%), la VPP sera seulement de 50%, ce qui signifie qu'ayant obtenu un résultat positif avec ce test, il y a 50% des chances que le résultat soit quand-même faux. Par contre, ce même test donne un VPN de 99.99%, ce qui signifie un niveau de confiance presque absolu lorsque le résultat de ce même test est négatif.

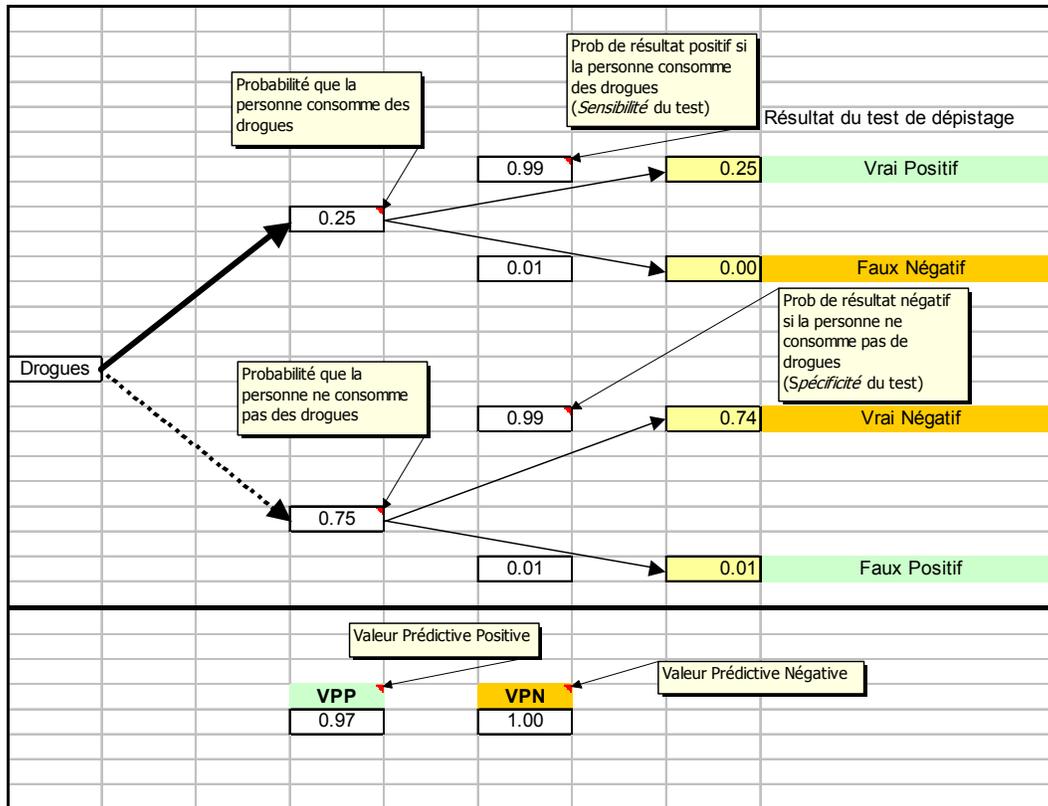


Figure 5: Test de dépistage de drogues lorsque la probabilité de base est élevé (25%)

Par contre, tel que démontré par la figure 5, si le même test est administré à une population où la probabilité de base d'usage de drogues est de 25% au lieu de 1%, la VPP grimpe de 50% à 97%, et la VPN passe de 99.99% à 99.97%. Cet expérimentation numérique démontre bien que face à un même test, la probabilité de base d'une hypothèse joue un rôle déterminant dans ses valeurs prédictives positives et négatives.

Considérons alors deux cas: un où la probabilité initiale de l'hypothèse est relativement élevée, et l'autre où celle-ci est relativement faible. Cela peut représenter des circonstances que l'on qualifie souvent comme étant COAs "plus probables" et "moins probables" dans le cadre du Processus de Planification Opérationnelle (PPO) et qui guident la conception du plan initial. Dans le premier cas, on compte sur la validité de l'hypothèse pour poursuivre le plan, et dans le deuxième cas, on

peut tout simplement dresser un point de décision ("DP") ou un plan de branchement si cette hypothèse peu probable s'avère vraie.

Bien qu'il soit souhaitable que tous les tests d'hypothèses démontrent à la fois une sensibilité et une spécificité élevée, il est probable que nous devions compenser certaines caractéristiques souhaitables dans le plan de cueillette d'information. Conséquemment, et selon les conclusions ci-haut, il est clair qu'une hypothèse à plus grande probabilité devra être vérifiée avec un test favorisant sa VPN, et donc que ce test devra être d'une très grande *sensibilité* puisque celle-ci a un effet plus marqué que la spécificité dans un tel cas (voir la figure 6).

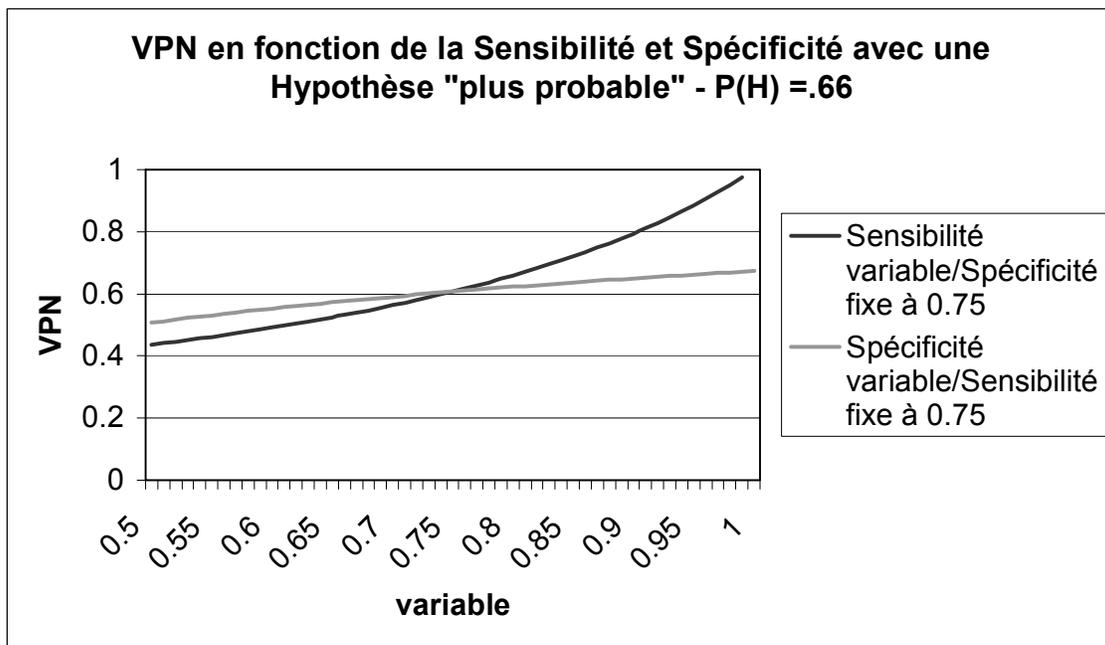


Figure 6: *VPN pour hypothèse "plus probable"*

Corollairement, l'hypothèse à plus faible probabilité devra être vérifiée à l'aide d'un test favorisant sa VPP, ce qui exigera cette fois un test ayant un très haut niveau de *spécificité* (voir figure 7).

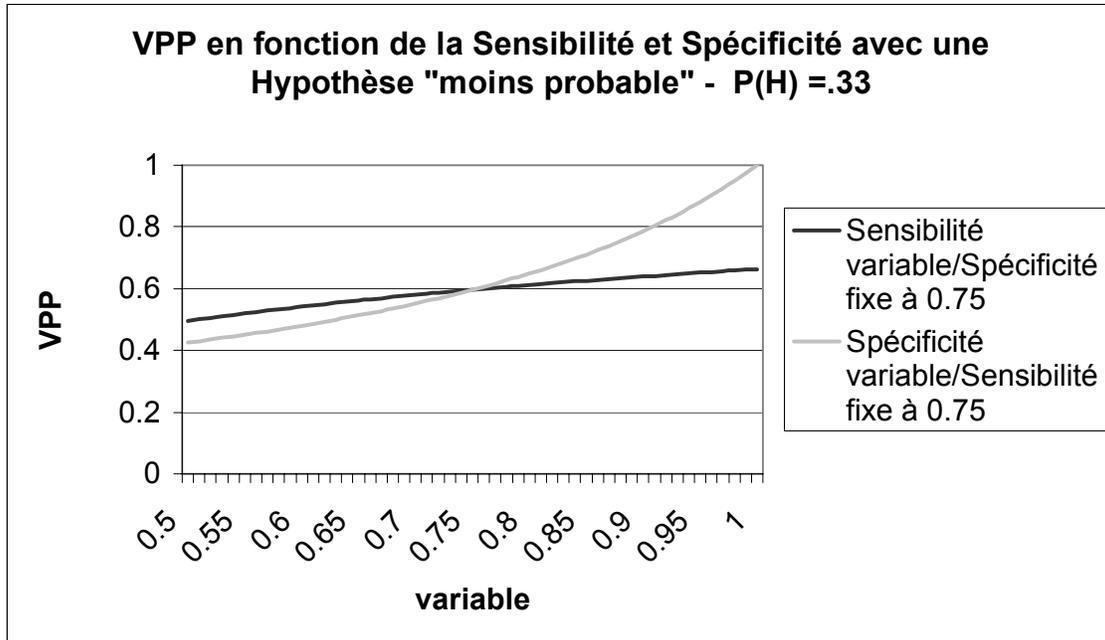


Figure 7: *VPP pour hypothèse "moins probable"*

Conséquemment, il est possible de conclure que dépendamment du type d'hypothèse, et de l'importance de son rôle dans l'articulation du plan, qu'il est avantageux de bien énoncer les besoins d'information du commandant de sorte à maximiser la valeur prédictive des indices qu'il pourra obtenir. Tel que démontré, dans le cas d'une hypothèse à plus forte probabilité, la VPN sera plus concluante et on recherchera donc un test ayant un très grand niveau de sensibilité, alors que dans le cas où l'hypothèse serait d'une plus faible probabilité, la VPP sera plus déterminante et la spécificité du test sera plus cruciale. Même si cette analyse est théorique et qu'elle peut parfois être difficile à appliquer en pratique, elle démontre tout de même comment une analyse judicieuse des besoins d'information du commandant peut permettre aux planificateurs en matière de l'emploi des capteurs d'informations et de Systèmes d'Information et de Communication (SIC) d'explorer l'environnement avec discernement et d'élaborer des moyens de communication et de traitement d'information de façon plus réfléchie plutôt que d'observer sans but précis et par la suite d'inonder les décideurs et les réseaux de communication d'informations superflues.

En tentant de comprendre et de représenter le raisonnement humain en matière de prise de décision, les modèles développés au cours du dernier demi-siècle ont souvent tenté de rapprocher le fonctionnement décisionnel humain à celui de l'ordinateur qui peut analyser une vaste quantité de données avec une vitesse et une précision remarquable. Cette approche postule que la meilleure façon d'appuyer la prise de décision consiste d'améliorer la capacité des commandants et des équipes de C2 à effectuer un raisonnement méthodique basé sur l'analyse rigoureuse des données complètes. Cette doctrine semble animer beaucoup de nos efforts dans le domaine de la conception des Systèmes d'Information de Commandement et Contrôle (C2IS). Cependant, de nombreux chercheurs en science cognitive moderne ont avancé la théorie que l'intuition joue un rôle beaucoup plus important que l'analyse méthodique des données dans la prise de décisions en milieu opérationnel. L'intuition n'est pas, comme certains le croient, un talent surnaturel; en réalité, elle se cultive et se développe à l'aide d'apprentissage et d'expérience. En fait, la capacité intuitive du décideur est basée sur la reconnaissance des indices qui donnent le sens d'une situation et permettent ainsi d'activer les "scripts d'action" à l'aide de simulation intellectuelle et de créer une situation plus favorable. En tant que militaires, cela ne devrait pas nous surprendre puisque beaucoup de nos processus cognitifs et décisionnels s'appuient depuis longtemps sur la capacité intuitive des décideurs qui les utilisent.

Ayant ainsi reconnu le rôle important que joue l'intuition il est opportun d'examiner soigneusement les concepts de doctrine qui portent sur la prise de décision et le C2 afin de s'assurer que ceux-ci tiennent bien compte des théories avancées par les chercheurs en science cognitive. Les propositions formulées par Bryant du CRDC-Toronto représentent un grand pas dans cette direction. Son concept de la boucle "CECA" incorpore bien les résultats des études les plus récentes en matière de science cognitive, et son modèle représente mieux le processus décisionnel militaire que le modèle de la boucle "OODA". Un des aspects de la boucle "CECA" qui influe le plus dans le domaine du soutien au commandement est la façon dont le modèle invite

le commandant et son équipe de C2 à explicitement formuler un "modèle conceptuel" du plan, et à critiquer les hypothèses de planification dans le but de bien préciser l'importance de ces hypothèses. Ce processus permet alors de bien énoncer les "indices" informationnels qui devront être captés afin de permettre l'adaptation du plan à l'environnement complexe, dynamique et ambiguë des opérations militaires.

Puisqu'il est impossible de capter, de communiquer et d'interpréter une quantité illimitée d'informations, il est clair que nous devons exercer un discernement dans l'identification de nos besoins d'information. En focalisant notre intérêt sur les informations qui se rattachent aux hypothèses de planification et aux "points décisionnels" du commandant, il est alors possible de réduire de beaucoup le volume d'information qui doit être capté. De plus, comme nous avons pu le constater, il est également possible de réduire davantage la quantité d'information qui doit être présentée au commandant et à son équipe C2 en tenant compte de l'importance critique et de la *probabilité* de chacune des hypothèses de planification, permettant ainsi d'aménager un plan de cueillette d'information qui soit optimisé afin de maximiser soit la *sensibilité* ou la *spécificité* d'un test particulier. Cette approche basée sur la théorie cognitive moderne et le théorème de Bayes permettra "d'atténuer le bruit" et "d'amplifier le signal" afin de mieux appuyer la prise de décision opérationnelle.

Bibliographie

- ABCA Standardization Program, *Mission Analysis and the Estimate Process – QAP Num 50, Edition 2*. 1998.
- Bakken, Bjorn Tallak, Gilljam, Martin et Bakken, Bent Erik. "Improving Combat Dynamic Intuition: The Minimalist Approach". *NATO Modelling and Simulation Group (NMSG) Conference on Future Modelling and Simulation Challenges*. 2002.
- Bearman, C. (2004, January). "Naturalistic Decision Making". Paper presented at the *Centre for Decision research Seminars*, Leeds University Business School, Leeds, UK. Accessible à <http://www.leeds.ac.uk/decision-research/events/bearmanC04.pdf>; Internet; consulté le 28 avril 2004.
- Burns, Kevin. "Mental Models and Normal Errors in Naturalistic Decision Making", 5th *Conference on Naturalistic Decision Making* (Tammswick, Sweden: May 26-28, 2000), Accessible à http://www.mitre.org/work/tech_papers/tech_papers_00/burns_mental_models/burns.pdf; Internet; consulté le 28 Avril 2004-04-28
- Breton, Richard. et Rousseau, Robert. "La Prise de Décision Sous Incertitude: Une Approche Cognitive". *CRDV Valcartier Memorandum TM-2001-004*. MDN Canada, 2002.
- Brewer, Garry D. et Shubik, Martin. *The War Game: A Critique of Military Problem Solving*. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1979.
- Bryant, David J. "Critique, Explore, Compare and Adapt (CECA): A New Model for Command Decision Making". *DRDC Toronto Technical Report TR 2003-105*. DND Canada, 2003.
- Canada, Department of National defence, *Multilateral Interoperability Programme Tactical C2IS Interoperability Requirement version B0*. Sydney, Australia, 23 April 2001
- Canada, Department of national Defence, *Overview of the Land Information Exchange Data Model (LC2IEDM)*.
- Canada, Ministère de la Défense nationale, B-GL-300-000/FP-000 *L'Armée de Terre du Canada: Nous Protégerons Nos Foyers et Nos Droits*. Ottawa, ON: MDN Canada, 1998.
- Canada, Ministère de la Défense nationale, B-GJ-005-500/FP-000 *CF Operational Planning Process*. Ottawa, ON: MDN Canada, 2002.
- Canada, Ministère de la Défense nationale, *Future Force: Concepts for Future Army Capabilities*. Kingston, ON: Directorate of Land Strategic Concepts, 2003.

Canada, Ministère de la Défense nationale, B-GL-300-003/FP-001 *Le Commandement*. Ottawa, ON: MDN Canada, 1997.

Cannon-Bowers, Janis A. et Salas, Eduardo. *Making Decisions Under Stress: Implications for Individual and Team Training*. Washington, DC: American Psychological Association, 1998.

Hooker, Richard D. *An Anthology: Maneuvre Warfare*. Novato, CA: Presidio Press, 1993.

Horn, Bernd et Harris, Stephen J. *Generalship and the Art of the Admiral: Perspectives on Canadian Senior Military Leadership*. St-Catharines ON: Vanwell Publishing Limited, 2001.

Hunter, Keith O., William E Hart, Chris Forsythe. *A Naturalistic decision Making Model for simulated Human Combatants*. Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 2000
Accesible à <http://www.osti.gov/dublincore/gpo/servlets/purl/756444-RIkUzI/webviewable/756444.pdf>; Internet; consulté le 28 avril 2004.

Jaiswal, N.K. *Military Operations Research: Quantitative Decision Making*. Norwell, Mass: Kluwer Academic Publishers, 1997.

Klein, Gary. *Intuition at Work*. New York: Random House, 2003.

Klein, Gary. *Sources of Power: How People Make Decisions*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1999.

Klein, Gary. "Sensemaking and Networks". Powerpoint Presentation given at *C4I Asia Conference*, 23 Feb 2004.

McNeese, Michael D. Compte rendu de *Naturalistic Decision Making*, de Caroline E Zsombok et Gary Klein, *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 1999, 3(4), 373-375.

Medical University of South Carolina. *"Evidence Based Medicine Concepts: Sensitivity and Specificity."* Accesible à <<http://www.musc.edu/dc/icrebm/sensitivity.html>>; Internet; consulté le 28 avril 2004.

Norling, Emma et Heinze, Clint. "Abstract- *Naturalistic Decision Making and Agent-Oriented Cognitive Modelling: A Preliminary Study*". Department of Computer Science and Software Engineering, University of Melbourne / Air Operations Division – Defence Science and Technology Organisation. (sans date). Accesible à <http://www.cs.mu.oz.au/~ejn/pubs/NorlingHeinze-CogSci00.pdf>; Internet, Consulté le 28 avril 2004.

- Norling, Emma. "Learning to Notice: Adaptive Models of Human Operators". Department of Computer Science and Software Engineering, University of Melbourne, Accessible à <http://www.cs.mu.oz.au/%7Eejn/pubs/Norling-LearningAgents01.pdf>; Internet; Consulté le 28 avril 2004.
- Norling, Emma., Liz Sonenberg, et Ralph Ronnquist. "Enhancing Multi-Agent Based Simulation with Human-like Decision Making Strategies". Department of Computer Science and Software Engineering, University of Melbourne, Accessible à <http://www.cs.mu.oz.au/%7Eejn/pubs/Norlingetal-MABS00.pdf>; Internet; Consulté le 28 avril 2004.
- Rao, Goutham. "Remembering the meaning of sensitivity, specificity, and predictive values." *Journal of Family Practice*, Jan 2004. Accessible à http://www.findarticles.com/cf_0/m0689/1_53/112592269/p1/article.jhtml; Internet; consulté le 28 avril 2004.
- Rector, George E. "Leadership and Decisionmaking". *Marine Corps Gazette*. Oct 1995, p 21-23.
- Rousseau, Christian. "La Complexité et les Limites de la Visibilité Actuelle de l'Espace de Combat". *Revue Militaire Canadienne*, Vol 4, No 2, Été 2004.
- Schmitt, John F. "How We Decide". *Marine Corps Gazette*. Oct 1995, p 16-20.
- Slim, Field Marshal Sir William. *Higher Command in War*. New York: Brown University Press, 1999) p9-16.
- Sloan, Elinor C. *The Revolution in Military Affair: Implications for Canada and NATO*. Montreal & Kingston, Canada: McGill-Queen's University Press, 2002.
- Stanford Encyclopaedia of Philosophy. "*Bayes's Theorem*". Accessible à <http://plato.stanford.edu/entries/bayes-theorem/>; Internet; consulté le 28 avril 2004.
- Truitt, Todd R. Compte rendu de *Sources of Power: How People Make Decisions*, de Gary Klein, *Applied Cognitive Psychology*, 14:393-395 (2000).
- University of Witswatersrand Johannesburg, *What is Decision-Making?* Accessible à <http://www.wits.ac.za/fac/arts/psychology/dec1.html>; Internet, consulté le 28 avril 2004.
- US, Dept of Defense, *JTF-IM: Multiservice Procedures for Joint Task Force Information Management*. Air Land Sea Application Center, April 1999.
- US Marine Corps, *MCDP-5- Planning*. US Dept of the Navy, Washington DC, 21 July 1997

Vick, Rita. M., Martha E Crosby, Brent Auernheimer, and Marie. K. Iding, (2003). [*Emergence of Shared Mental Models During Distributed Teamwork: Integration of Distributed Cognition Traces*](#). Proceedings of HCI International 2003 (10th International Conference on Human-Computer Interaction) & 5th International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Crete, Greece, June 22-27. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.