

Image Cover Sheet

CLASSIFICATION

SYSTEM NUMBER

508443

UNCLASSIFIED



TITLE

UN UTILITAIRE DE MODELISATION GENERIQUE APPLIQUEE A LA GESTION DES
RESSOURCES HUMAINES

System Number:

Patron Number:

Requester:

Notes:

DSIS Use only:

Deliver to: TC



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE

CANADA

CENTRE D'ANALYSE ET DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

DIRECTION DE L'ANALYSE DES EFFECTIFS

NOTE D'ÉTAT-MAJOR DE LA DAE 8/91

GeM

UN UTILITAIRE DE MODÉLISATION GÉNÉRIQUE
APPLIQUÉE À LA GESTION DES RESSOURCES HUMAINES

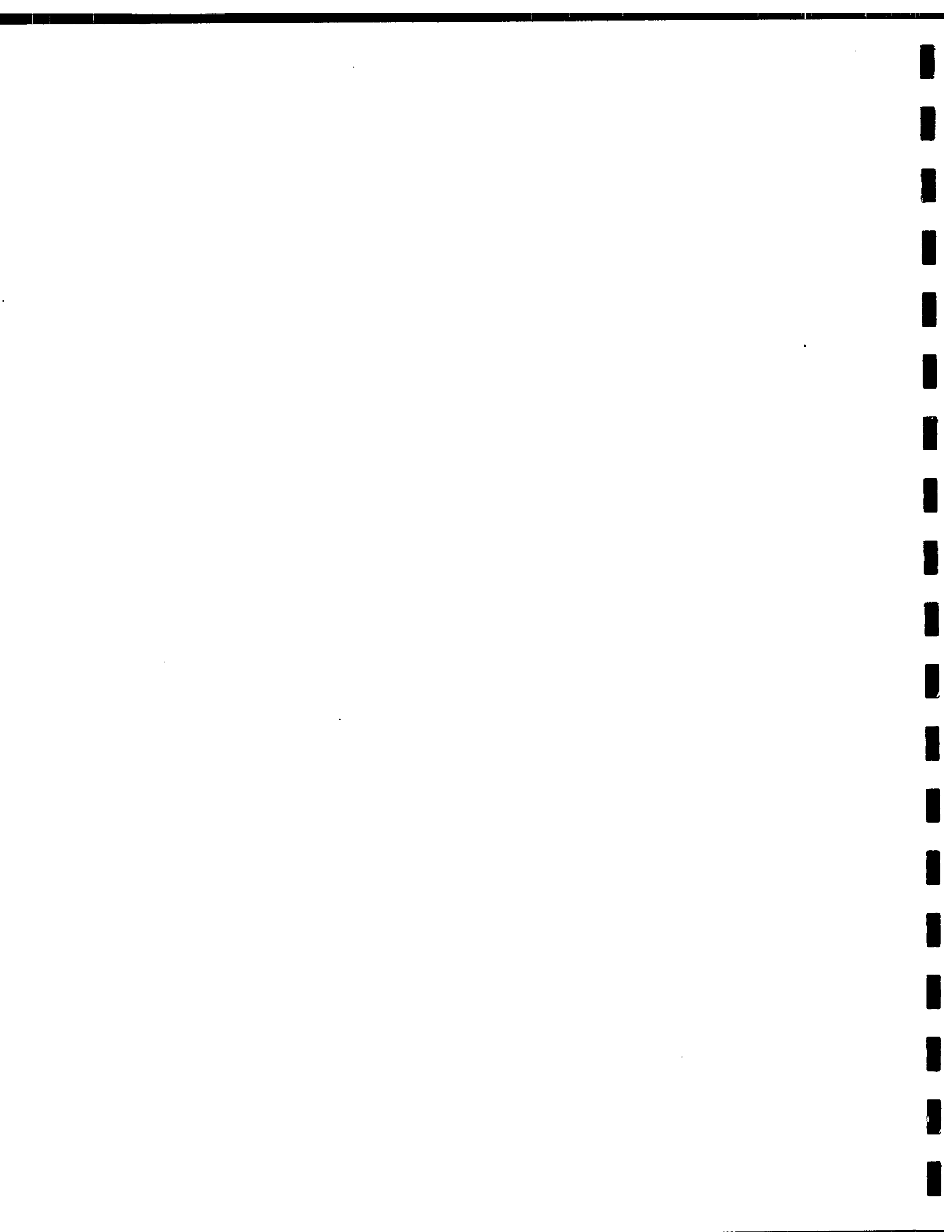
par

P. BENDER

et

S. ISBRANDT

Les notes d'état-major constituent des dossiers non officiels sur des données, des analyses, des idées, des commentaires, des méthodologies ou des instructions, dont, pour une raison ou une autre, la publication officielle n'est pas exigée ni justifiée. Leurs contenus sont la responsabilité de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement l'opinion de la direction.



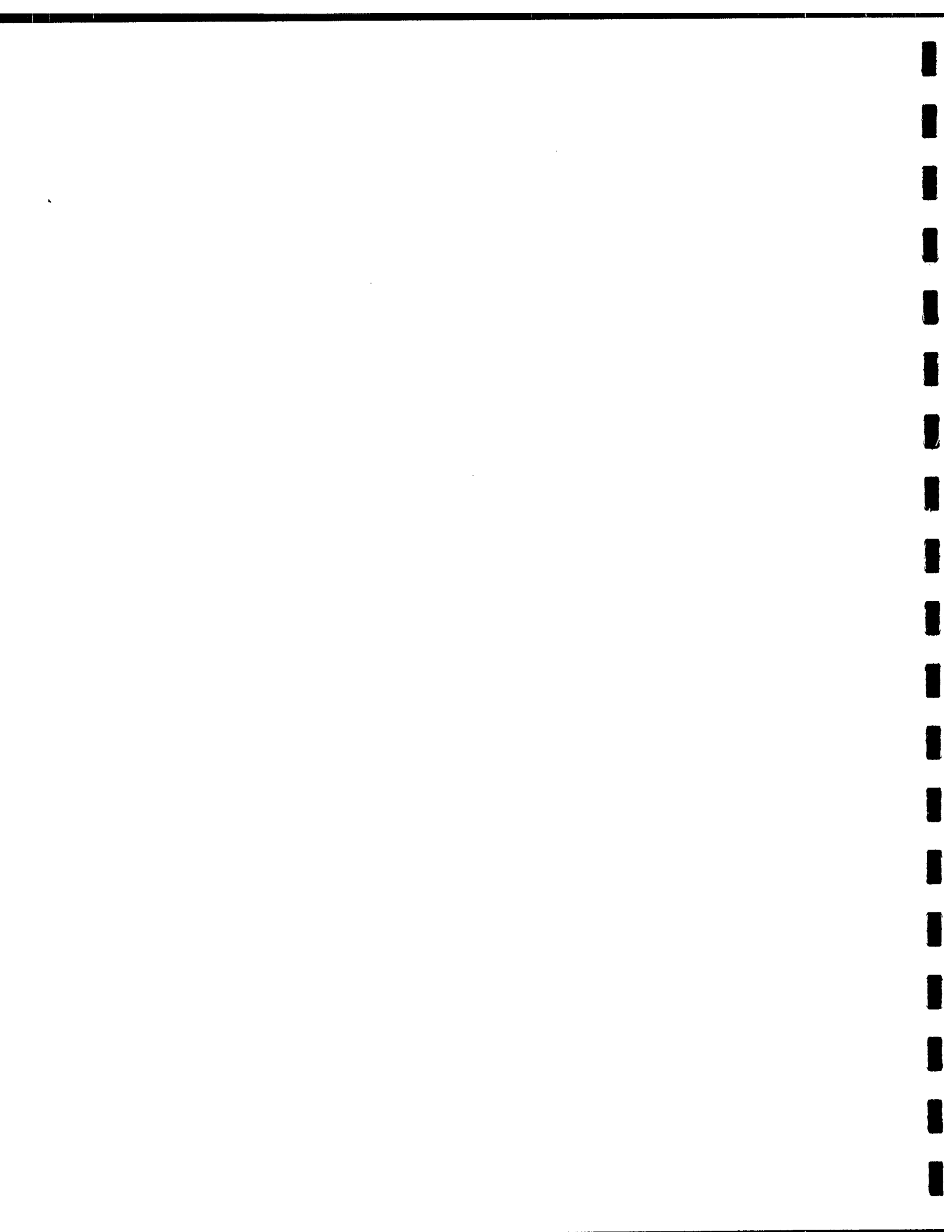
AVANT-PROPOS

Le contenu de cet article a été incorporé dans le «Compendium on Futures and Forecasting Methods and Techniques for use in Government» publié par le Forum sur la prévision des ressources humaines (FPRH).



TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	i
TABLE DES MATIÈRES	ii
HISTORIQUE	1/24
Nécessité	1/24
Approche de développement	2/24
Prototypes	3/24
Spécifications	5/24
UTILITAIRE DE MODÉLISATION GÉNÉRIQUE (GeM)	6/24
Vue d'ensemble	6/24
Utilisation de techniques de programmation évoluées	7/24
Structure des modèles	7/24
Éléments constitutifs du modèle	9/24
Liens	9/24
Noeuds	11/24
Développement des modèles	12/24
Utilisation de réseaux superposés	13/24
Environnement de l'interpréteur	15/24
Fonctions	16/24
Sortie	16/24
Éditeurs et sondes	16/24
Logdbs	17/24
Exécution d'un modèle	18/24
Exemples d'application	18/24
CONCLUSION	23/24



GeM
UN UTILITAIRE DE MODÉLISATION GÉNÉRIQUE
APPLIQUÉE À LA GESTION DES RESSOURCES HUMAINES

HISTORIQUE

Nécessité

1. À la Direction de l'analyse des effectifs (DAE), il est devenu clair il y a quelques années qu'il fallait élaborer un modèle d'avancement professionnel des effectifs offrant une immense souplesse de modification des scénarios. Il est couramment nécessaire d'analyser des options de politiques différentes et nouvelles, qu'il est difficile et long d'incorporer dans les simulations existantes de progression de carrière.

2. La nécessité de rationaliser les mises à jour, les modifications et les variations découle de l'exigence de prendre en charge l'analyse d'impact de l'Avancement dans le métier selon la compétence et les connaissances (AMCC). Un modèle de progression de carrière AMCC devrait tenir compte d'un cheminement de carrière à deux dimensions plutôt que du cheminement existant à une dimension, ainsi que des différences structurelles de chaque profession. En outre, un tel modèle devrait offrir une vaste souplesse permettant l'analyse de politiques envisagées mais pas encore clairement définies. Tout ceci devrait être accompli avec un maximum de facilité et d'à-propos.

3. L'examen des modèles existants a permis de conclure qu'il faudrait consacrer beaucoup de temps à leur modification pour qu'ils offrent la fonctionnalité minimale exigée. L'extension de tels modèles, rédigés dans un code procédural, afin d'incorporer l'AMCC, pourrait devenir tout à fait cauchemardesque sur le plan de la programmation en raison des problèmes propres aux tableaux, aux structures de données et aux corrections qu'il faudrait donc apporter aux indices inférieurs. Il était bien plus simple et plus

efficace de concevoir un utilitaire de modélisation à partir des principes initiaux, permettant l'élaboration de nouveaux modèles au niveau conceptuel plutôt qu'à celui de la programmation.

Approche de développement

4. Après avoir déterminé qu'une nouvelle approche était nécessaire, on a examiné les méthodes éprouvées ainsi que les technologies de pointe. Des modèles ont été élaborés à l'aide d'ordinateurs et de langages qui étaient à l'avant-garde il y a 10 ou 15 ans. Toutefois, l'arrivée d'ordinateurs personnels puissants et d'environnements informatiques à coût raisonnable, combinée à la compréhension accrue des techniques orientées objet et fondées sur la connaissance, ont permis d'envisager des méthodologies complètement différentes.

5. Parmi toutes les approches étudiées, deux des plus prometteuses ont été examinées en détail. La première approche est basée sur la programmation orientée objet, et la seconde repose sur des techniques fondées sur la connaissance. Les deux méthodologies ont été évaluées en fonction d'un module de simulation central «générique» facilitant l'élaboration et la modification des modèles.

6. Le concept d'un module de simulation central de base est présenté à la figure 1. Les données définies par l'utilisateur représentent le scénario à modéliser et sont conservées dans trois modules :

a. l'ensemble des attributs des membres (tels que le temps à un grade, les années de service, etc.) utilisés par une simulation;

b. la structure professionnelle (par exemple les sergents sont promus au grade d'adjudant);

c. les diverses règles, politiques ou tendances de diminution des effectifs convenant à une simulation de gestion des ressources humaines (par exemple l'âge obligatoire de la retraite chez les militaires).

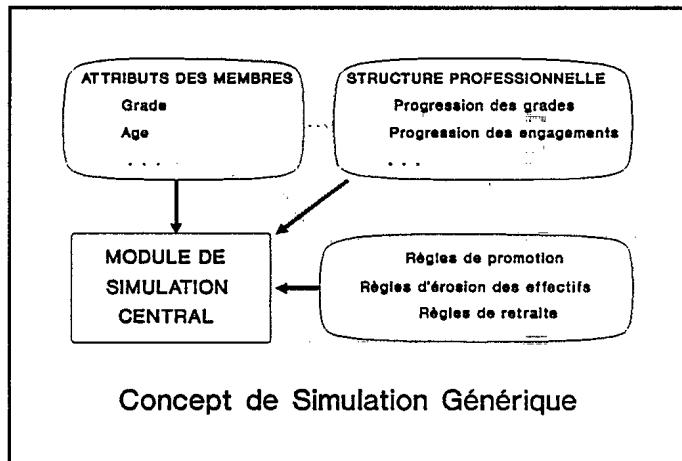


Figure 1 - Concept générique

7. Les interactions entre ces modules sont représentées par des traits tiretés à la figure 1. On doit élaborer les modules définis par l'utilisateur de façon uniforme afin de garantir l'intégrité de la simulation. Le module de simulation central coordonne l'information des trois modules pour qu'elle constitue un tout cohérent et intégré, qui représente le scénario du modèle.

Prototypes

8. Le prototype à base de connaissances est appelé MANSKEL, abréviation de Manpower Skeleton (modèle de squelette des effectifs), et est illustré à la figure 2. L'information sur les membres et les règles du modèle constituent l'entrée d'un moteur d'inférence, dans laquelle on applique des techniques fondées sur la connaissance. Des règles représentant les politiques de la Gestion des ressources humaines (GRH) et l'avancement professionnel des Forces canadiennes (FC) sont appliquées répétitivement à la

base de faits existante jusqu'à ce qu'aucun autre nouveau fait ne soit obtenu. Cette résolution des faits courants à l'aide des règles produit de nouveaux faits (individus admissibles à une promotion, individus ayant atteint l'âge obligatoire de la retraite, etc.). Ces nouveaux faits sont traités par un ou plusieurs postprocesseurs, qui

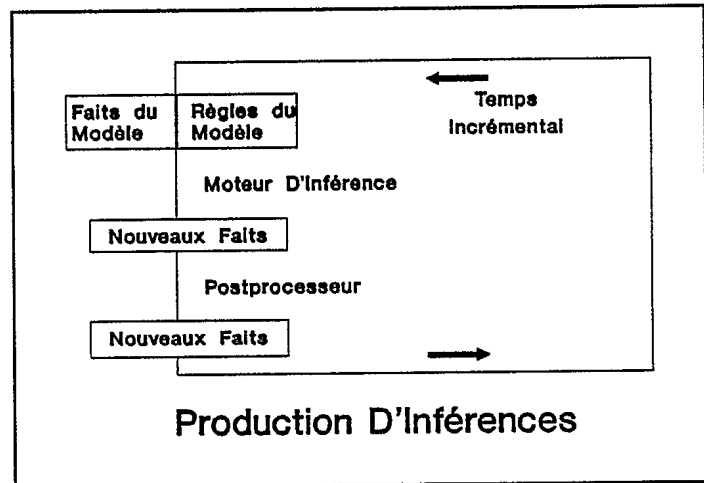


Figure 2 - Modèle de production d'inférences

exécutent des fonctions de service associées à l'érosion des effectifs, aux retraites, aux promotions et ainsi de suite. On obtient ainsi une nouvelle base de faits. Le modèle incrémente des attributs spécifiés (une année de plus de service, une année de plus à un grade, etc.) des membres. La base de faits mise à jour est utilisée en entrée de la nouvelle année simulée, et le cycle se répète jusqu'à ce que la simulation soit terminée.

9. Dans le prototype orienté objet, le module de simulation «central» se compose d'un objet de simulation et de méthodes associées (sous-programmes). À l'extérieur du module, les attributs des membres sont traités par l'objet de membre et ses méthodes. La structure professionnelle et les diverses règles correspondent aux objets des cellules de profession et de métier et à leurs méthodes. Une exécution du modèle crée d'abord un objet de simulation. De leur côté, les méthodes de simulation créent un objet de profession, dont les caractéristiques sont entrées par l'utilisateur. La structure de la profession sert à définir un ensemble d'objets de cellules de métier, correspondant aux paires de qualification de grade. La simulation lit l'information des attributs des membres, crée des instances de membres correspondant aux individus dont la profession est modélisée et les place dans la

liste des membres de la cellule de métier appropriée. La simulation de l'avancement professionnel se poursuit, appelle des méthodes pour appliquer des règles d'érosion des effectifs, de promotion, d'engagement des recrues, et ainsi de suite. Une méthode de mise à jour effectue les opérations de service nécessaires (augmentation de l'âge, des années de service, du temps à un grade et ainsi de suite) au lancement du cycle de simulation d'une autre année. Lorsque l'on modifie les paramètres du modèle, le module de simulation central devrait normalement rester inchangé, à l'exception de quelques méthodes de bas niveau.

Spécifications

10. Des prototypes de preuve de concept ont été élaborés pour les deux approches puis comparés. On a décidé que la souplesse largement accrue que l'on recherchait pouvait être la mieux obtenue à l'aide d'une approche à base de connaissances, mais il n'en était pas moins clair que l'approche orientée objet avait aussi des caractéristiques intéressantes. Bien que pas pratique pour les grands problèmes du monde réel, le prototype à base de connaissances MANSKEL a constitué une réussite totale pour la preuve du concept.

11. MANSKEL a été l'inspiration des spécifications créées par la suite. Des fonctions orientées objet ont ensuite été incorporées dans le produit final, afin qu'il offre un assortiment des meilleures caractéristiques des deux approches. Des spécifications appropriées ont été créées pour un outil de modélisation capable de traiter les grands problèmes de la DAE. Les spécifications du modèle étaient grandement différentes de celles des contrats précédents. Par conséquent, elles ont été élaborées conjointement avec un entrepreneur spécialisé dans la conception de spécifications de demandes de soumission. Ces spécifications attachaient beaucoup d'importance à la fonctionnalité de l'outil de modélisation à élaborer et étaient fondées sur l'enseignement de

l'expérience avec les prototypes. Le développeur éventuel ne devait pas être limité par des choix prédéterminés de techniques détaillées, de langage de programmation, etc. Les spécifications essayaient de définir les possibilités de l'utilitaire de modélisation. Les entrepreneurs approchés devaient eux-mêmes déterminer comment ils pouvaient le mieux appliquer leur expertise et leurs connaissances afin d'offrir la fonctionnalité exigée et également expliquer comment ils le feraient. L'expérience de l'élaboration des prototypes a grandement facilité la conception des spécifications et l'évaluation des propositions des entrepreneurs. Finalement, un contrat de développement a été attribué, et le nouvel utilitaire de modélisation a été obtenu à la fin de mars 1991.

UTILITAIRE DE MODÉLISATION GÉNÉRIQUE (GeM)

12. L'utilitaire est appelé utilitaire de modélisation générique (GeM). Bien que conçu pour la simulation de la GRH, dans le but de faciliter l'évaluation des politiques réelles et hypothétiques appliquées aux professions des FC, GeM offre la souplesse nécessaire associée à un degré élevé de généralité. La brève description suivante présente l'utilitaire au niveau conceptuel à l'aide d'exemples tirés d'un scénario de GRH militaire, mais il conviendrait aussi à d'autres applications plus générales.

Vue d'ensemble

13. GeM est en fait un utilitaire d'élaboration de modèles. Il offre une gamme variée de structures, qui sont coordonnées par l'utilisateur au moyen d'une série de menus. Il suppose qu'un processus de simulation se déroule sur un certain nombre de tranches de temps et il comporte des fonctions qui peuvent être utilisées pour contrôler l'ordre des éléments de simulation à l'intérieur d'une tranche de temps.

14. L'utilitaire GeM est capable de simuler une gamme étendue de scénarios caractérisés par des processus de transition d'état dans un environnement discret. Bien que l'utilitaire ait été conçu pour l'élaboration et l'exécution de modèles de GRH, il s'est révélé convenir à la modélisation dans d'autres secteurs. GeM peut être utilisé dans des secteurs autres que la GRH. En particulier, il peut servir à élaborer des prototypes capables de mettre en évidence les points forts de la méthodologie. Des prototypes réussis pourraient conduire à la création d'améliorations à GeM, et, par conséquent, à la réalisation d'un utilitaire de modélisation convenant à d'autres disciplines.

Utilisation de techniques de programmation évoluées

15. L'utilitaire GeM incorpore les meilleurs éléments des deux approches étudiées dans les prototypes. Au centre de l'utilitaire, il y a un moteur d'inférence (MI), qui permet de modifier les attributs individuels ou les paramètres du modèle en fonction de critères d'appariement complexes portant sur les attributs des membres. Le MI est responsable de l'immense souplesse de l'utilitaire ainsi que, dans une grande mesure, de la nature générique de GeM.

16. En plus du MI, l'utilitaire fait largement appel aux techniques orientées objet. Cette caractéristique de l'utilitaire facilite la création et la coordination d'objets du modèle. Contrairement au MI, qui est transparent à l'utilisateur tant qu'on n'utilise pas les fonctions les plus puissantes de GeM, l'approche orientée objet est évidente depuis le tout début du processus d'élaboration de modèle.

Structure des modèles

17. La structure typique d'un modèle créé avec GeM est représentée à la figure 3. Un modèle stocké dans un fichier de texte intégré

se compose de trois parties. La partie centrale est commune à tous les modèles, est constituée de toutes les définitions des classes d'objets et de leurs méthodes associées, et est habituellement appelée la boîte à outils. La partie initiale d'un modèle se compose de ses aspects définis par l'utilisateur. Elle comprend les divers objets créés à partir de la boîte à outils (liens, noeuds, etc.) et l'information associée (paramètres, bases de règles, etc.), qui représentent le scénario du modèle. Enfin, les données sur les individus (un enregistrement par individu) forment une base de données, qui constitue la troisième et dernière partie du modèle.

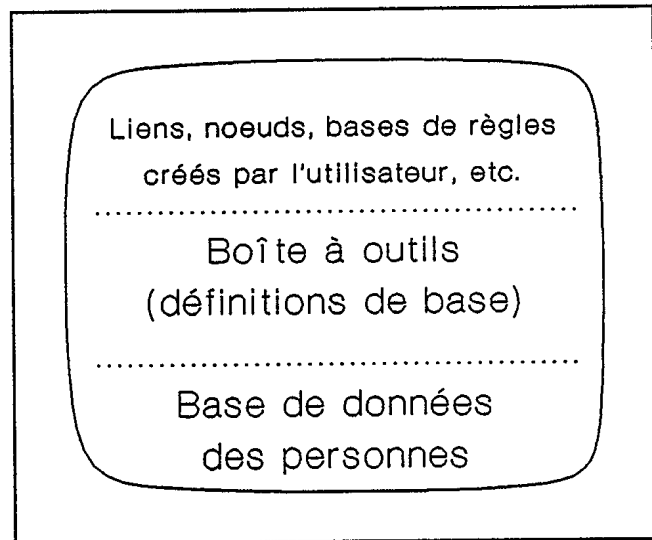


Figure 3 Structure des modèles

18. Les entrées de GeM se composent d'informations qui définissent les faits et les règles du modèle et correspondent donc aux structures et aux politiques de l'avancement professionnel, ainsi que d'une base de données intégrée d'informations d'attribut s'appliquant aux individus. (Un attribut est n'importe quelle caractéristique utilisée par le modèle et pourrait en particulier être l'âge, le grade, le temps à un grade, etc.).

19. Des simulations développées à l'aide de GeM modélisent le cheminement de carrière de membres individuels d'une population plutôt que de groupes agrégats. On peut ainsi modéliser des règles et des politiques bien plus complexes que cela ne serait possible autrement. En outre, des petites populations peuvent être extrapolées de façon plus appropriée à l'intérieur d'un modèle à l'aide de la simulation de Monte Carlo, car le problème des individus partiels peut être évité. On peut employer la

modélisation à l'aide de groupes agrégats dans des populations plus grandes, dans le but d'analyser des tendances générales. Les résultats de ces modèles peuvent être examinés plus en détail à l'aide d'un modèle fondé sur les individus. On envisage à l'heure actuelle l'élaboration d'un modèle complémentaire de cheminement de groupe incorporant les fonctions de GeM.

Éléments constitutifs du modèle

20. Les éléments constitutifs fondamentaux de GeM sont les liens et les noeuds. À l'intérieur de GeM, ils sont étroitement associés. Les noeuds caractérisent normalement un état à l'intérieur de la simulation, et les liens associés définissent les diverses transformations pouvant être appliquées aux individus pour qu'ils atteignent cet état. Les liens exécutent des transitions de valeurs d'attribut sur les individus d'une population en appelant leur base de règles intrinsèques. Des compteurs internes de liens et de noeuds sont dynamiquement mis à jour pour correspondre aux nombres obtenus à la suite des transformations.

Liens

21. Un des mécanismes du modèle de base est illustré à la figure 4 au moyen d'une flèche. Dans la terminologie des modèles, on l'appelle un lien. Le lien exécute les transitions d'état qui sont fondamentales à n'importe

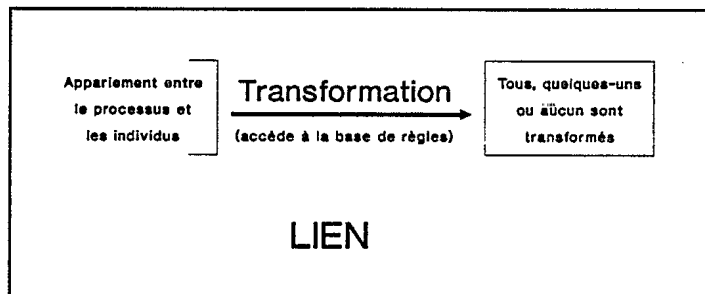


Figure 4 - Lien

quelle simulation. Les liens constituent en fait les outils principaux de n'importe quel modèle élaboré à partir de GeM. En règle générale, les liens sélectionnent les individus conformément à un processus d'appariement utilisant un masque défini par l'utilisateur, puis ensuite peuvent exécuter une transition d'état

pour chaque appariement d'individu. Chaque masque correspond aux caractéristiques d'un attribut (p. ex. une simple valeur, l'appartenance à un intervalle ou à un ensemble de valeurs) d'individus traités par la simulation. Le nombre de transitions parmi les individus sélectionnés peut être limité par des variables incorporées tout aussi bien dans le noeud auquel le lien est attaché ou dans le lien lui-même.

22. GeM comporte plusieurs types de liens, dont le lien standard (`lien_std`), le lien_forcé, le lien d'âge, le lien de sortie, le lien_enregistrement et le lien d'entrée.

- a. Le **lien standard** exécute des transitions mais est soumis à des limitations imposées dans le noeud de tête, tandis que
- b. le **lien forcé** ignore de telles limitations.
- c. Le **lien d'âge** est le mécanisme utilisé pour faire passer la simulation à la tranche de temps suivante.
- d. Le **lien de sortie** sert à éliminer des individus de l'environnement de simulation, en les supprimant dans la base de données du modèle.
- e. Le **lien d'enregistrement** sert à copier des enregistrements individuels dans un fichier externe, afin de les analyser ou de les sortir par la suite.
- f. Enfin, le **lien d'entrée** sert à générer de nouveaux individus dans la simulation.

23. Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, le lien est utilisé avec un masque défini par l'utilisateur dans le but d'établir des appariements avec des attributs d'individus à l'intérieur de la simulation. Dans un modèle, on a utilisé un masque pour apparier tous les individus ayant les attributs suivants : être sergent,

posséder un niveau de qualification 6B et ne pas avoir plus de 29 ans de service. Une fois qu'un certain nombre d'individus ayant ces attributs ont été sélectionnés, on peut appliquer à l'ensemble ou à un sous-ensemble de ce groupe une transformation. Une transformation se compose de modifications à une ou plusieurs des valeurs des attributs des individus. Par exemple, si certains des sergents sont promus au grade d'adjudant, la promotion entraîne une modification de la valeur de l'attribut de grade de ceux qui en ont bénéficié. GeM constitue un moyen aisé d'effectuer des mises à jour simples des attributs des individus ayant été sélectionnés par le processus d'appariement d'un lien.

24. Si un processus d'établissement d'inférences est exécuté sur une base de données représentant des individus, des faits et la structure du modèle, le lien peut aussi être associé à des règles. On permet ainsi le déroulement de processus de transaction compliqués plutôt que la simple modification d'attributs. Les règles sont créées dans un environnement d'interpréteur, qui correspond à un sous-ensemble de base de Clocksin & Mellish Prolog.

25. Malgré le fait que les liens sont associés à des noeuds pour les besoins du suivi des enregistrements, les noeuds ne limitent pas le processus d'appariement. Les liens appliquent leur processus d'appariement à TOUS les individus de la base de données. Cela oblige le réalisateur du modèle à s'assurer que la représentation du modèle est conforme aux objectifs.

Noeuds

26. Les noeuds caractérisent certains états, car ils portent sur des caractéristiques d'attributs de la population. Ils contrôlent aussi l'ordre des événements dans une simulation. Au niveau des transitions d'état, ils contrôlent l'ordre des liens qui exécutent les transitions à l'état qu'ils représentent. Les noeuds sont importants dans la commande d'une simulation, car ils ont une

capacité d'association qui correspond typiquement au nombre d'individus devant atteindre un état donné. Si le nombre d'individus tombe en dessous de ce nombre recherché, les liens reliés à l'état essaieront de transformer un nombre suffisant d'individus pour satisfaire aux exigences du noeud.

27. GeM diffère des applications de simulation standards car il est capable d'établir des appariements multiples entre les individus et les états. D'autres applications tendent à représenter l'espace des états comme un ensemble d'états mutuellement exclusifs, dans lesquels un individu est représenté dans un seul de ces états à la fois. Au contraire, GeM permet aux individus d'être représentés dans de nombreux processus distincts, eux-mêmes représentés simultanément par différents ensembles d'états; par conséquent, on obtient un moyen plus naturel et plus conceptuel de représenter un système, avec souvent bien moins d'états qu'il ne le faudrait avec d'autres méthodologies.

28. Les divers types de noeuds disponibles à l'intérieur de GeM sont appelés noeud, noeud d'âge et noeud d'exportation. Ils ne diffèrent que par le fait qu'ils doivent être connectés à des types donnés de noeuds. Par exemple, un lien de sortie doit être connecté à un noeud d'exportation.

Développement des modèles

29. On doit préparer la conception d'un nouveau modèle avant d'utiliser GeM. Toutefois, les conceptions réalisées dans des langages informatiques traditionnels ne tirent pas pleinement parti des efficacités pouvant être obtenues à l'aide de GeM. Un gros avantage de GeM est que la conception des modèles tend à suivre directement la représentation conceptuelle du problème, ce qui donne à GeM une nature très différente de celle des autres méthodologies de modélisation.

30. La méthode la plus simple de développement de modèle à l'aide de l'utilitaire GeM consiste à charger un modèle existant, puis à supprimer les parties superflues et à ajouter des nouveaux liens et des nouveaux noeuds afin de tenir compte des nouvelles fonctions exigées. Dans certains cas, il est nécessaire d'élaborer un nouveau modèle à partir des éléments constitutifs de base, par le biais des menus. Le modèle central renferme seulement des définitions des éléments constitutifs de base et de leurs primitives associées. Avant de créer des liens et des noeuds, l'utilisateur doit définir l'ensemble des attributs de chaque individu qui sera modélisé. De cette façon, il définit des politiques liées à ces attributs.

31. En général, un modèle peut être représenté par des schémas de liens et de noeuds, dans lesquels les noeuds représentent typiquement l'état qui résulte d'une transition réalisée au moyen de liens à partir d'un état différent. Comme les liens et les noeuds sont liés, tous les compteurs associés sont dynamiquement mis à jour. La structure

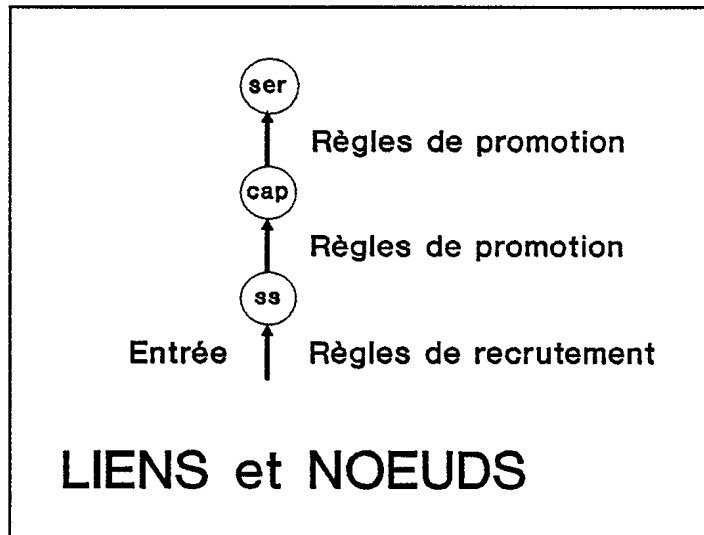


Figure 5 - Liens et noeuds

générale est représentée à l'aide d'un exemple simple (figure 5), qui illustre un avancement professionnel simple de simple soldat (ss) à caporal (cap) à sergent (ser).

Utilisation de réseaux superposés

32. Une des fonctions les plus puissantes de GeM concerne l'utilisation de réseaux ou chaînes superposés distincts, rendue possible par le fait que tous les individus sont conservés dans une

base de données dynamique, accessible par le modèle au complet. Chaque individu n'est plus uniquement identifié par l'un quelconque des liens ou des noeuds, mais peut maintenant être associé simultanément à des liens et à des noeuds de deux chaînes différentes.

33. Par exemple, si un modèle doit faire le suivi de deux processus distincts (mais pas nécessairement indépendants), l'un fonction du grade et l'autre de l'engagement, il pourrait être représenté et modélisé sous la forme de deux chaînes. À la figure 6, nous avons encore les mêmes noeuds de grade dans une chaîne, tandis que dans l'autre, quatre noeuds représentent différents types d'engagement. Les deux

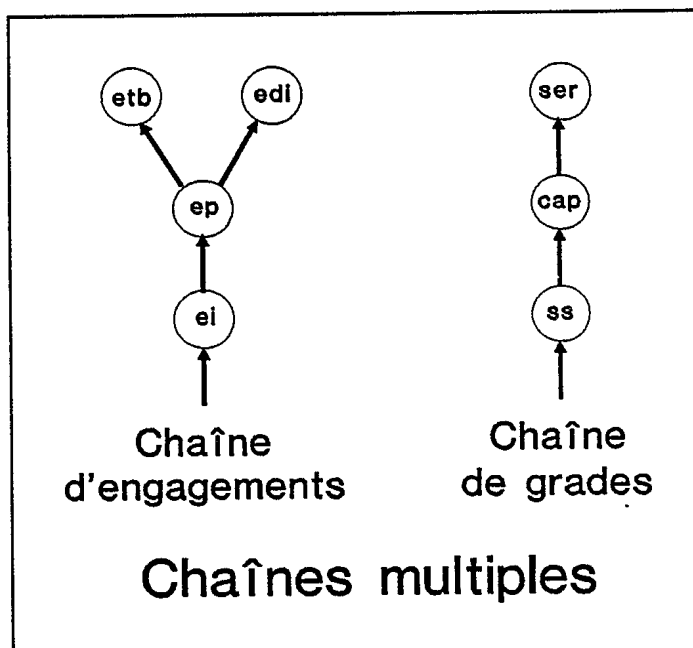


Figure 6 - Chaînes multiples

chaînes sont des processus distincts, mais comme une valeur de grade et un type d'engagement sont associés aux individus, ceux-ci peuvent être appariés et comptés simultanément dans deux noeuds (un appariement dans chaque chaîne). L'utilisateur doit s'assurer que la chaîne de grades ne modifie pas explicitement un attribut d'engagement et vice versa; en outre, les interactions entre les chaînes peuvent être traitées à l'aide des bases de règles. Par exemple, si l'on offre à tous les individus promus au grade de sergent (ser) un engagement de durée indéterminée (edi), la base de règles utilisée pour le lien de la transformation en edi pourrait renfermer des appariements pour les sergents engagés provisoirement (ep). Si l'on place les liens d'engagement après les liens de

grade, les mises à jour seront exécutées à l'intérieur d'une même tranche de temps, de la façon recherchée.

Environnement de l'interpréteur

34. Les menus constituent un moyen facile de créer des structures de base et de les associer à l'entrée du modèle de base. Un grand nombre de modèles, à la fois simples et complexes, peuvent être créés à l'aide de menus seulement. Lorsque les menus ne suffisent plus dans les structures de données plus compliquées ou dans les interactions complexes, l'utilisateur peut se tourner vers l'environnement de l'interpréteur pour continuer le développement. À l'intérieur de cet environnement, qui est un sous-ensemble strict de Clocksin & Mellish Prolog, l'utilisateur peut développer des règles complexes ou des systèmes à base de connaissances fondés sur les principes initiaux.

35. Des ensembles de règles peuvent être élaborés, sauvegardés et associés à des liens grâce à un interpréteur de règles, qui est accessible à travers la même interface principale de l'utilisateur. Les règles ainsi créées, associées aux liens, peuvent être considérées comme des « systèmes experts »

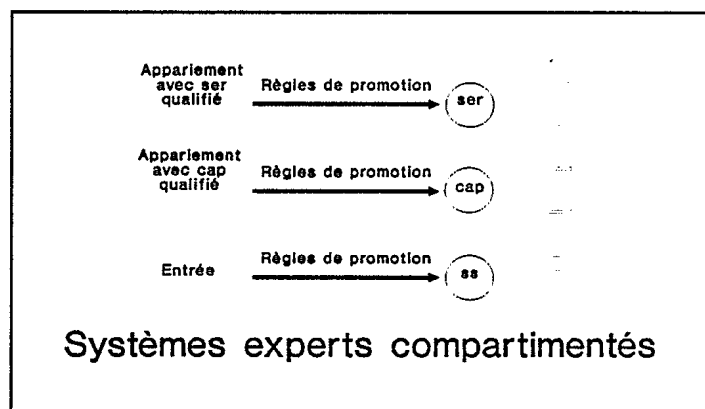


Figure 7 - Systèmes experts multiples

indépendants multiples à l'intérieur du cadre du modèle. À la figure 7, les règles désignent les critères de transformation aux grades de simple soldat, de caporal et de sergent. L'approche accroît la souplesse à l'intérieur de l'utilitaire d'élaboration de modèle. La modification de la base de règles associée à un lien est, dans les cas où des modifications très importantes sont apportées au modèle, considérablement rationalisée par rapport à la

modification majeure d'un modèle compliqué dans un langage de programmation procédural. De même, cet environnement permet de facilement inclure des fonctions du nouveau modèle, différentes de celles envisagées lors de la conception initiale, et cela à n'importe quelle phase du développement. Des actions de simulation particulières, telles que l'exécution d'un lien particulier dans la base de données courante ou l'exécution de tous les liens associés à un noeud, peuvent être déclenchées par l'intermédiaire de l'interpréteur de règles. On peut ainsi essayer progressivement un modèle durant le processus de conception.

Fonctions

36. Lorsqu'il crée un modèle, l'utilisateur communique avec des menus superposés, qui permettent de créer, de supprimer ou de modifier facilement des liens et des noeuds. Un nouvel attribut s'appliquant à des individus peut être ajouté à un modèle existant, et il sera ensuite introduit dans des menus à travers l'ensemble de l'utilitaire d'élaboration de modèle ainsi que dans des structures déjà élaborées. La suppression universelle d'un attribut est aussi prise en charge, mais l'utilisateur doit alors modifier les bases de règles restantes et l'information sur les structures, pour garantir l'uniformité et l'intégrité du modèle. En outre, l'utilitaire prend en charge la duplication d'objets dans le but de faciliter le développement des modèles.

Sortie

Éditeurs et sondes

37. GeM est doté de mécanismes d'édition souples. Un de ces mécanismes est appelé SONDE, car il permet à GeM d'enregistrer les valeurs conservées dans des compteurs associés à des liens ou à des noeuds et de les enregistrer dans un fichier. Un autre mécanisme

est appelé ÉDITEUR et permet essentiellement d'effectuer une consultation de base de données. Les éditeurs peuvent être conçus pour établir des appariements d'individus à l'intérieur d'une tranche de temps. Des comptes de ces appariements pendant ces tranches de temps sont normalement sauvegardés dans un fichier. Par exemple, un éditeur pourrait être utilisé pour créer des histogrammes d'âges pour chacune des tranches de temps, s'appliquant aux individus ayant les attributs suivants :

- a. grade de sergent;
- b. plus de 2 ans de service;
- c. entre 3 et 5 ans de service au niveau de qualification.

38. Les fichiers de sortie des sondes et des éditeurs peuvent être modifiés dans des fichiers de tableur électronique compatibles avec Lotus, afin d'être plus finement analysés, ou encore ils peuvent être sortis sous forme de graphiques, à l'aide d'un utilitaire fourni avec le modèle. Les mécanismes d'édition peuvent être aussi détaillés qu'on le désire, et leur souplesse permet de les utiliser n'importe quand à l'intérieur d'une tranche de temps.

Logdbs

39. GeM permet de faire un vidage complet du modèle, y compris des individus à la fin de n'importe quelle tranche de temps durant une simulation. Ces vidages ou logdbs peuvent ensuite être utilisés comme point de départ d'autres passages destinés à examiner des options différentes. Un avantage du logdbs concerne l'utilisation d'une fonction incorporée d'interrogation de base de données, qui permet à l'utilisateur d'examiner le logdbs au moyen d'interrogations personnalisées correspondant à un éditeur. Cette fonction d'interrogation est immensément utile lorsque des sorties supplémentaires ou des analyses de suivi sont exigées.

Exécution d'un modèle

40. Une fois que l'information du modèle est sauvegardée, dont les paramètres d'exécution qui contrôlent à la fois le nombre de tranches de temps et la création de journaux détaillés, un utilitaire d'exécution est appelé pour exécuter la simulation au complet.

41. L'utilitaire s'exécute sur un ordinateur rapide à compatibilité IBM 80386, à l'aide de PCD Prolog, dans le système d'exploitation OS/2. Dans un scénario, il faut environ 30 minutes pour modéliser un groupe de 350 individus sur une période de 10 ans. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une vitesse extraordinaire, ce n'en est pas moins respectable, et le modèle offre absolument toute la souplesse nécessaire à l'analyse.

Exemples d'application.

42. GeM est doté de fonctions qui n'existent pas dans des outils de modélisation comparables, et il ne sera pas évident pour l'utilisateur débutant de déterminer comment élaborer le modèle. Une application simple tirée d'un scénario d'avancement professionnel dans l'armée sert à montrer ce que serait l'aspect d'un modèle de base élaboré avec GeM. La représentation graphique du modèle est illustrée dans les figures suivantes, les liens étant représentés par des flèches, et les noeuds, par des rectangles.

43. La figure 8 illustre graphiquement l'avancement professionnel dans l'armée; les promotions au-dessus du grade de caporal servent à combler des postes tandis que les promotions jusqu'à ce grade sont forcées. La figure illustre aussi les départs volontaires en fonction des caractéristiques des grades. On a modélisé conceptuellement l'avancement professionnel en associant des noeuds au grade et des liens au processus de promotion lui-même ou au départ volontaire. Toutefois, on notera que la combinaison d'un

lien et d'un noeud forme un processus séparé mais connexe, déconnecté de tout le reste. Cette combinaison traite la promotion forcée au grade de caporal et peut être considérée comme un processus interne à l'intérieur du noeud SS & CAP (27).

DÉPART VOLONTAIRE

AVANCEMENT PROFESSIONNEL

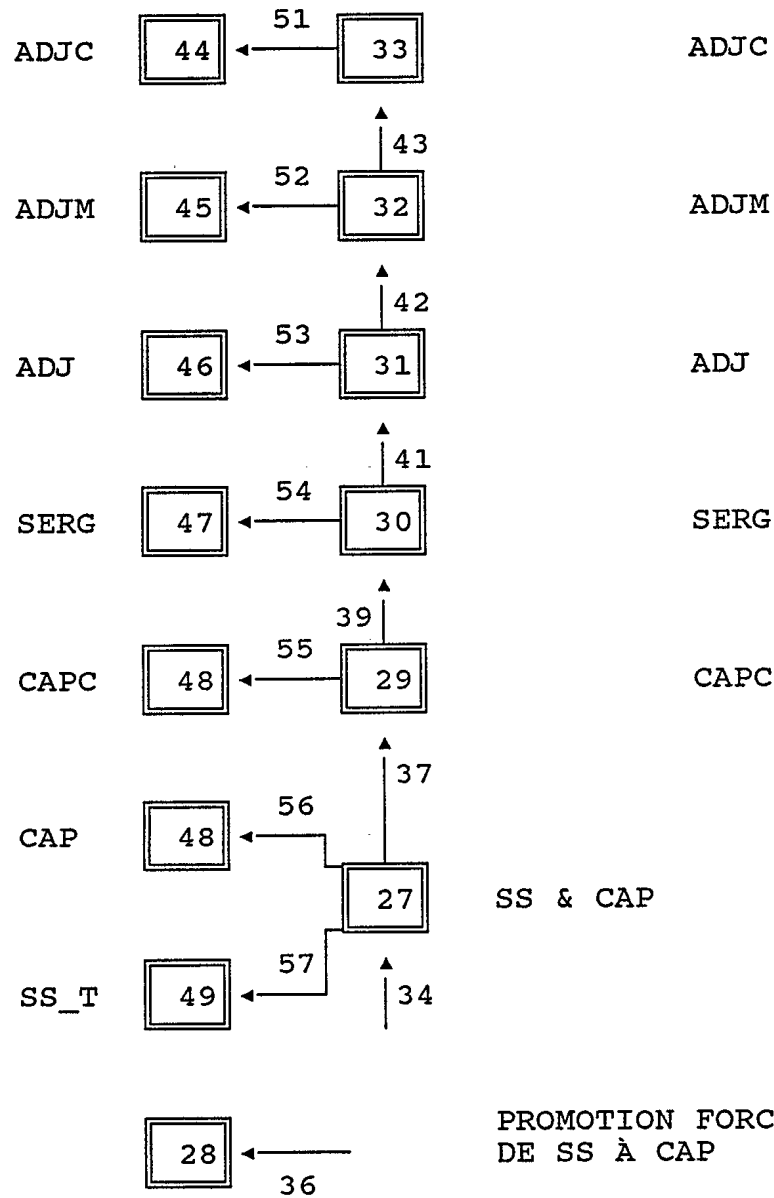


Figure 8 - Réseau superposé un.¹

¹Chaque numéro de la figure correspond à un identificateur d'objet à l'intérieur du modèle et est utilisé pour établir des correspondances.

44. La figure 9 illustre les processus de conversion d'engagement dans le cadre du Plan d'orientation de carrière des non-officiers (POCNO), des processus de libération involontaire et du processus de vieillissement. Comme auparavant, ces divers processus sont modélisés conceptuellement. Dans le processus de conversion d'engagement du POCNO, les noeuds représentent les divers engagements (EI, EP, EDI, ETB et EXT), et les liens représentent les transitions d'un engagement à un autre. Comme ce processus est indépendant de l'avancement professionnel, il peut être représenté au moyen d'un réseau superposé séparé, ce qui simplifie le travail de modélisation, car le nombre de complications dans les liens entre les divers processus s'en trouve réduit. Toutefois, l'utilisateur doit continuer d'assurer l'intégrité entre les divers réseaux superposés. Par exemple, si le réseau superposé de l'engagement entraîne la libération d'un sergent, cette libération doit être traitée dans le noeud ser du réseau de traitement de l'avancement professionnel, ce que l'on ferait normalement en envoyant un message au noeud approprié du réseau superposé concerné lorsque la libération se produit.

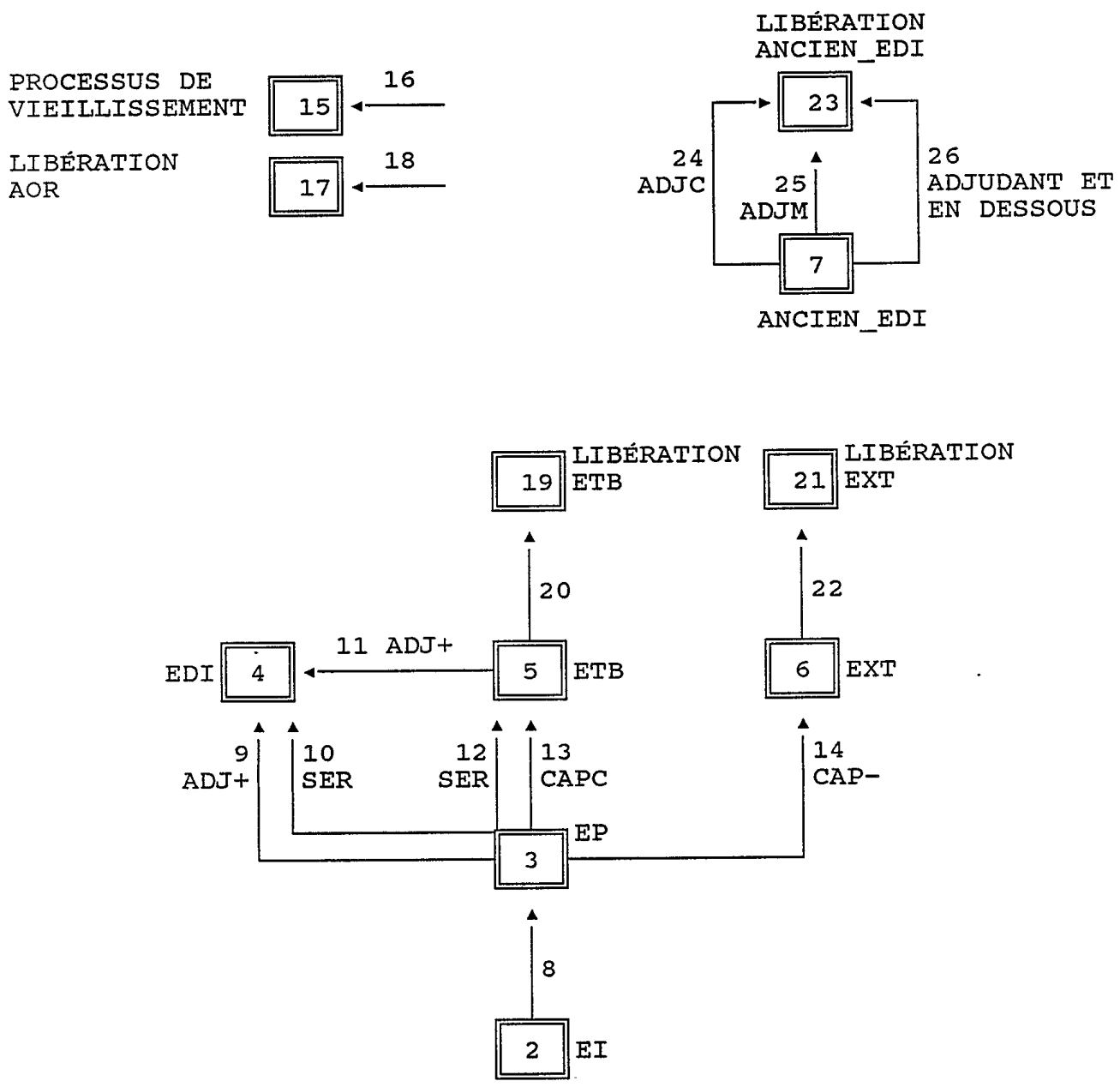


Figure 9 - Réseau superposé deux.²

²Chaque numéro de la figure correspond à un identificateur d'objet à l'intérieur du modèle et est utilisé pour établir des correspondances.

CONCLUSION

45. GeM a maintenant été utilisé pendant pratiquement une année, et les utilisateurs ont conclu que l'expérience était extrêmement positive. Il répond aux besoins qui ont motivé sa conception. La souplesse extrêmement accrue et la fonctionnalité offerte par l'utilitaire de modélisation ont non seulement répondu aux attentes à propos de ses possibilités, mais les ont dépassées.

46. Les grandes modifications à des modèles, qui auraient pris des mois de travail pour être incorporées dans les modèles précédents de la DAE, peuvent être effectuées en quelques jours avec GeM. Des modifications structurelles peuvent souvent être mises en place en quelques heures, et des nouveaux paramètres, en quelques minutes. Cette facilité d'utilisation permet la conception de modèles bien plus complexes qu'auparavant.

47. Le coût à payer pour la puissance et la souplesse inhérentes de GeM est sa difficulté d'apprentissage. Toutefois, au bout d'un certain temps, les utilisateurs pourront comprendre plus pleinement ses vastes possibilités. Une fois maîtrisé, GeM est facile à utiliser.

48. L'environnement GeM est facile à maintenir et, en raison de la nature de sa conception, se prête naturellement à l'introduction d'améliorations visant tout aussi bien la souplesse (plus générique) que l'efficacité. Le succès de GeM a inspiré d'autres idées visant à créer des améliorations. Grâce à ces améliorations, les possibilités et la portée de GeM sont continuellement accrues. Ces améliorations peuvent facilement être incorporées dans GeM en raison de sa conception rationnelle et du fait qu'il est orienté vers l'objet. Bien que GeM ait été conçu principalement pour la modélisation de la gestion des ressources humaines, il est prometteur en tant que base utile pour une gamme bien plus étendue

de modèles de simulation, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur
du domaine de la gestion des ressources humaines.

#508443