



Regional  
Economic  
Expansion

Expansion  
Économique  
Régionale

no

Document préliminaire No. 2

LA POPULATION DANS CANDIDE-R

Juillet 1975

LIBRARY



HC  
115  
C22714  
no.2

ECONOMIC DEVELOPMENT ANALYSIS DIVISIONS  
DIVISION DES ÉTUDES DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE  
Quantitative Analysis Unit  
Groupe D'Analyse Quantitative

HC  
115  
C22714  
no. 2

Document préliminaire No. 2

LA POPULATION DANS CANDIDE-R

Juillet 1975



Ce document préliminaire est distribué aux éventuels utilisateurs du modèle CANDIDE-R, afin que leurs auteurs reçoivent les critiques constructives qui leur permettront d'améliorer cet instrument d'analyse.

Puisque ce texte n'est pas une publication officielle du ministère de l'Expansion économique régionale, il ne peut pas être cité ou utilisé pour publication ultérieure sans consultation avec les auteurs. Tout commentaire devrait être adressé à:

Groupe d'Analyse Quantitative  
Canada, Ministère de l'Expansion économique régionale, ↓  
Chambre 1127  
161 Laurier Ouest  
Ottawa, K1A 0M4

## LA POPULATION DANS CANDIDE-R

- 1- Introduction
- 2- Perspective historique: la composition et la croissance de la population régionale.
- 3- Le mécanisme de projection démographique
  - 3.1 La construction de l'algorithme
  - 3.2 L'algorithme sous sa forme généralisée
  - 3.3 Le mécanisme de distribution des flux migratoires
  - 3.4 Le fonctionnement des blocs de population
- 4- Quelques exercices de projection de population
- 5- Conclusion

1- Introduction

Le secteur population du modèle CANDIDE-R est complètement régionalisé. Il intègre la croissance naturelle de la population indigène de chaque région et les flux migratoires interrégionaux et internationaux. Les variables de population sont des variables explicatives importantes dans le modèle, particulièrement dans les équations de mises en chantier d'habitations et dans les équations de main-d'oeuvre. Dans un modèle à moyen terme, on considère le volume et la composition de la population comme des facteurs déterminants de la croissance économique.

Ce texte décrit les caractéristiques désirées d'un mécanisme de projection de la population et montre comment l'algorithme de CANDIDE-R les satisfait. Nous commencerons d'abord par une brève analyse des tendances historiques de la croissance et de la composition de la population dans les cinq régions étudiées, puis nous

exposerons en détail le mécanisme de projection de la population. Nous discuterons, par la suite, les résultats obtenus sur la période d'observation, de même que quatre exercices de projection basés sur une sélection d'hypothèses de flux migratoires et de taux de fertilité.

2 - Perspective historique: la composition et la croissance de la population régionale

Bien que les différences régionales relativement importantes dans les taux de natalité se soient atténuées au cours des années 60, il persiste néanmoins des inégalités interrégionales non négligeables dans les taux de croissance naturelle en raison de la concentration de la population dans des groupes d'âge plus ou moins jeunes selon les régions. En 1966, l'âge médian de la population canadienne était estimé à 25 ans. L'âge médian dans la région de l'Atlantique était de 22.5 ans, de 24 ans au Québec, de 25 ans dans les Prairies, de 27 et de 28 ans en Ontario et en Colombie-Britannique. Toutefois, des inégalités marquées ont effectivement été observées entre

les taux de croissance de la population, en raison des flux migratoires nets (voir le tableau 1). Si, au niveau canadien, une partie importante (généralement plus de la moitié) de la variation de la population est imputable aux flux migratoires, la majeure partie des inégalités régionales dans l'augmentation de la population provient de l'effet combiné des mouvements migratoires inter-régionaux et internationaux. La migration a été traitée de façon endogène dans CANDIDE-R<sup>1/</sup> de sorte que le mécanisme de projection explique la croissance régionale de la population en fonction de la croissance naturelle et de la migration nette.

---

1. Pour plus de détails sur la migration dans CANDIDE-R, voir l'étude n°3 "Les flux migratoires dans le modèle CANDIDE-R".

TABLEAU I: COMPOSITION ET CROISSANCE DE LA POPULATION  
1961 - 1971

	Naissance		Croissance Naturelle **		Migration nette		Total	
	000	Taux (*)	000	Taux	000	Taux	000	Taux
ATLANTIQUE	463	244	309	163	-149	-79	160	84
QUÉBEC	1130	215	743	141	26	5	769	146
ONTARIO	1405	225	861	138	606	97	1467	235
PRAIRIES	740	232	486	153	-123	-39	364	114
COLOMBIE - BRITANNIQUE	354	217	193	118	363	222	556	350
CANADA	4102	225	2604	143	726	40	3330	183

(\*) Taux par 1.000 personnes par rapport à la population de 1961

(\*\*) Croissance naturelle=Naissances - Décès

SOURCE: Calculées à partir des données de Statistique Canada.

Il y a aussi des différences considérables dans la composition de la population à l'intérieur de chaque région. Par exemple, dans la région de l'Atlantique, une petite partie seulement de la population se trouve dans les groupes d'âge de 25 à 39 ans, tandis

qu'en Ontario la part de la population dans ces groupes d'âge est plus importante (voir le tableau 2).

TABLEAU 2: DISTRIBUTION DE LA POPULATION PAR GROUPE D'ÂGE  
(% de la population totale)

		<u>0-14</u>	<u>15-24</u>	<u>25-39</u>	<u>40-64</u>	<u>65+</u>
ATLANTIQUE	1961	37.6	15.5	17.4	21.8	7.8
	1971	32.8	19.6	16.9	22.6	8.3
QUÉBEC	1961	35.4	15.9	20.8	22.0	5.8
	1971	29.6	19.4	20.2	23.9	6.9
ONTARIO	1961	32.2	13.2	21.7	24.8	8.2
	1971	28.7	18.0	19.7	25.3	8.4
PRAIRIES	1961	34.1	14.1	20.0	23.5	8.2
	1971	30.5	18.3	18.1	24.3	8.7
COLOMBIE - BRITANNIQUE	1961	31.3	12.8	20.3	25.5	10.2
	1971	27.9	17.8	19.2	25.8	9.4
CANADA	1961	34.0	14.3	20.6	23.5	7.6
	1971	29.6	18.6	19.3	24.5	8.1

En examinant les parts relatives des différents groupes d'âge dans la population, il importe de noter le fléchissement dans le rythme de la baisse de la natalité, particulièrement au Québec où la population de 0 à 14 ans

passé de 35.4 pour cent en 1961 à 29.6 pour cent en 1971. Ces changements dans les parts relatives des groupes d'âge dans une région sont attribuables non seulement au vieillissement de la population et à la baisse du taux de natalité mais aussi aux flux migratoires.

La distribution par groupe d'âge et par région de la population migrante (voir le tableau 3) révèle que celle-ci est relativement jeune (entre 20 et 30 ans), entraînant des effets de composition importants dans la croissance de la population et dans la structure de la main-d'oeuvre.

TABLEAU 3: DISTRIBUTION EN POURCENTAGE DE L'IMMIGRATION NETTE PAR GROUPE D'ÂGE

	<u>0-14</u>	<u>15-24</u>	<u>25-39</u>	<u>40-64</u>	<u>65+</u>
ATLANTIQUE	31.4	22.5	29.5	14.4	2.3
QUÉBEC	31.5	18.6	30.4	16.6	2.9
ONTARIO	31.6	21.5	30.4	13.5	3.0
PRAIRIES	31.8	19.7	30.1	14.9	3.5
COLOMBIE - BRITANNIQUE	31.6	19.4	29.9	16.0	3.1
CANADA	25.4	24.5	34.2	13.6	2.3

SOURCE: Les estimés régionaux ont été calculés à partir de données provenant de la Division des Projections et Estimation de la Population, Direction du Recensement, Statistique Canada. Les estimés canadiens sont tirés de "The Population Projections for Canada 1969-1984". Analytical and Technical Memorandum #4, Statistique Canada, Avril 1970.

### 2.1 Les caractéristiques d'un mécanisme de projection de la population

Cette brève analyse des conditions démographiques particulières aux régions du pays nous permet de dégager les caractéristiques désirées pour le mécanisme de

projection de population de CANDIDE-R. Le modèle devrait:

- a) expliquer séparément pour chaque région les composantes de la croissance de la population, de façon à isoler les flux migratoires par source et destination comme variables;
- b) décontracter les projections par groupe d'âge-sexe de façon à mesurer les effets de composition;
- c) inclure un mécanisme capable de filtrer les flux migratoires dans les groupes d'âge appropriés, pour rendre dynamiques les effets de composition qui leur sont imputables.

### 3. Le mécanisme de projection démographique

Le fonctionnement de la plupart des systèmes de projection démographique repose sur un processus de vieillissement dans lequel chaque groupe de population passe successivement d'un groupe d'âge au suivant. Les naissances sont entrées dans le premier groupe d'âge seulement alors que les décès sont soustraits à chaque étape de vieillissement. Il est donc normal que les intervalles d'âge des groupes de population délimitent la période de projection de base. Au niveau régional, nous disposons de données annuelles pour des groupes d'âge de 5 ans de chaque sexe. Il est donc possible de calculer séparément, pour chaque région, la population en 28 groupes d'âge-sexe de 5 ans, ce qui donne un total de 140 groupes pour l'ensemble du Canada.

Chaque groupe d'âge subit une succession de périodes quinquennales de vieillissement. Les naissances sont calculées à partir de cinq taux de fertilité exogènes (un pour chaque région) appliqués à la population des femmes de 15 à 49 ans. Les migrants nets sont distribués dans les groupes d'âge appropriés à l'aide d'un système de pondérations fixes établies selon la structure observée au cours de la période 1966-1969. Le modèle calcule des projections de cinq ans successivement chaque année de sorte qu'il peut fonctionner itérativement sur ses valeurs calculées. En d'autres termes, la population de 1969 sert de base à la projection pour 1974, cette dernière étant utilisée dans le calcul de 1979; la population de 1970 donne celle de 1975, etc.

### 3.1 La construction de l'algorithme

En l'absence de flux migratoires, le processus élémentaire de vieillissement d'un groupe de population donné sur une période de 5 ans peut se résumer dans

l'équation suivante:

$$(1) P_{m24,t} = S_{m,24} P_{m19,t-5}$$

$P_{m24,t}$  = population régionale masculine  
du groupe d'âge de 20 à 24 ans  
à l'année t

$P_{m19,t-5}$  = population régionale masculine  
du groupe d'âge de 15 à 19 ans  
à l'année t-5

$S_{m,24}$  = probabilité de survivre 5 ans  
pour un homme âgé de 15 à 19 ans  
dans la région concernée

La population masculine âgée de 20 à 24 ans dans une région donnée, au temps t, est simplement cette proportion de la population masculine de 15 à 19 ans, à l'année t-5, qui a survécu durant les 5 années, de t-5 à t. Cependant, nous ne pouvons ignorer l'incidence de la migration sur la population: l'équation (1) doit donc être modifiée.

L'introduction dans cette équation de la migration nette pertinente à ce groupe d'âge soulève un certain problème, puisqu'il faut effectivement entrer, dans le vieillissement quinquennal, cinq flux annuels.

D'autre part, il ne saurait être question, dans le cadre de CANDIDE-R, de spécifier séparément 140 flux migratoires nets comme autant de variables. Nous avons posé comme hypothèses que la répartition des migrants en groupes d'âge-sexe était constante dans le temps et qu'il n'y avait pas dans leur cas, de décès au cours de la période de migration. Cette dernière hypothèse reflète la difficulté d'assigner aux migrants des taux de survie appropriés pour la période qui précède, et celle qui suit le mouvement dans les deux régions concernées. Ces différentes hypothèses, ainsi que l'équation (1) donnent la formulation suivante:

$$(2) P_{m24,t} = S_{m24} P_{m19,t-5} + W_{m20} M_{t-4} + W_{m21} M_{t-3} \\ + W_{m22} M_{t-2} + W_{m23} M_{t-1} + W_{m24} M_t$$

$W_{m20}$  = proportion de la migration nette régionale masculine comprise entre 16 et 20 ans

$W_{m21}$  = proportion de la migration nette régionale masculine comprise entre 17 et 21 ans

$M_{t-i}$  = migration nette régionale totale, à l'année t-i

L'équation sous sa forme générale s'écrit:

$$(3) P_{xi,t} = S_{x,i} P_{xi-5,t-5} + W_{x i-4} M_{t-4} + W_{x i-3} M_{t-3} \\ + W_{x i-2} M_{t-2} + W_{x i-1} M_{t-1} + W_{xi} M_t$$

où  $x$  réfère au sexe,  $i$  représente le groupe d'âge et  $t$  représente l'année.

Pour chaque région, quatre groupes d'âge présentent des problèmes particuliers, soit les deux groupes de 65 ans et plus et les deux groupes de départ qui incluent les naissances masculines et féminines. En ce qui concerne les naissances, l'estimé est obtenu en appliquant un taux de fertilité exogène aux groupes de femmes en âge de procréer.

$$(4) R_t = \frac{B_t}{PFF_{t-1}}$$

$R_t$  = taux de fertilité régional à l'année  $t$

$B_t$  = nombre de naissances vivantes à l'année  $t$   
(par exemple, pour 1970, le nombre de naissances du premier juin 1969 au 31 mai 1970)

$PFF_{t-1}$  = population régionale féminine de 15 à 49 ans à l'année  $t-1$  (par exemple pour 1970, la population féminine de 15 à 49 ans en 1969 du premier juin 1968 au 31 mai 1969)

Les naissances sont donc comprises dans le groupe d'âge de 0 à 4 ans de la façon suivante:

$$(5) P_{m04,t} = S_{04} [0.514 (R_t (P_{F1519,t-1} + P_{F2024,t-1} + \dots + P_{F4549,t-1} + \sum_{i=1}^4 R_{t-i} (P_{F1519,t-1-i} + P_{F2024,t-1-i} + \dots + P_{F4549,t-1-i})) + \sum_{i=0}^4 (B_{t-i} * TNMr_{t-i}))]$$

$P_{m04,t}$  = population régionale masculine âgée de 0 à 4 ans à l'année t.

$R_t$  = taux de fertilité à l'année t

$P_{F1519,t-1}$  = population régionale féminine âgée de 15 à 19 ans à l'année t-1

$TNM_r$  = migration nette totale dans la région r

$B_{t-1}$  = pondération exprimant le nombre de migrants âgés de 0 à 4 ans par rapport à la migration nette totale

$S_{04}$  = taux de survie quinquennal de la population masculine âgée de 0 à 4 ans

La constante 0.514 représente le taux de naissances masculines sur les naissances totales. Le groupe féminin âgé de 0 à 4 ans est calculé de la même façon.

La population des hommes âgés de 65 ans et plus est expliquée comme suit:

$$(6) P_{m65,t} = S_{m,65} P_{m65,t-5} + S_{m65}^* P_{m65,t-5} + W_{m61} M_{t-4} \\ + W_{m62} M_{t-3} + \dots + W_{m65} M_t$$

$P_{m65,t}$  = population régionale masculine âgée de 65 ans et plus à l'année t

$S_{m65}$  = taux de survie quinquennal de la population masculine âgée de 60 à 64 ans

$S_{m65}^*$  = taux de survie quinquennal de la population masculine âgée de 65 ans et plus

Le groupe féminin âgé de 65 ans et plus est calculé de la même façon.

### 3.2 L'algorithme sous sa forme généralisée

On peut concevoir le système démographique de CANDIDE-R comme une série de cinq modèles régionaux distincts. Chacun de ces modèles est constitué d'une série de 28 équations simultanées couvrant 14 groupes d'âge par sexe. Dans chaque modèle régional, on retrouve

deux équations de la forme de l'équation (5), pour les groupes masculin et féminin âgés de 0 à 4 ans, et deux équations prenant la forme de l'équation (6) pour les groupes masculin et féminin âgés de 65 ans et plus. Les autres équations sont semblables à l'équation (2).

L'algorithme de chaque région peut être exprimé sous forme matricielle de la façon suivante:

$$(7) P_t = SP^* + WM$$

Dans cette équation, nous avons les 3 vecteurs  $P_t$ ,  $P^*$  et  $M$  suivants:

$$P_t (28 \times 1) = \begin{bmatrix} P_{m04,t} \\ P_{m09,t} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{m65,t} \\ P_{F04,t} \\ P_{F09,t} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{F65,t} \end{bmatrix} P^* = \begin{bmatrix} 0.514 R_t (P_{FF} + W_{FF}M)_{t-5} \\ P_{m04,t-5} \\ P_{m09,t-5} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{m65,t-5} \\ 0.486 R_t (P_{FF} + W_{FF}M)_{t-5} \\ P_{F04,t-5} \\ P_{F09,t-5} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{F65,t-5} \end{bmatrix} M = \begin{bmatrix} M_{t-4} \\ M_{t-3} \\ M_{t-2} \\ M_{t-1} \\ M_t \end{bmatrix} (5 \times 1)$$

Les taux de survie quinquennaux qui entrent dans la formation de la matrice  $S$  ont été tirés d'une étude de projection de la population jusqu'en 2001, réalisée pour le compte du ministère de l'Expansion économique régionale par "l'Institute for Quantitative Analysis" de Toronto. La matrice  $S$  prend la forme suivante dans l'algorithme de CANDIDE-R:

$$S_{(28 \times 30)} = \begin{bmatrix} S_{m04} & 0 & & 0 & & 0 \\ & S_{m09} & & & & \\ 0 & & \cdot & & & \\ & & & \cdot & & \\ & & & & \cdot & \\ & & S_{m65}, S^*_{m65} & & & \\ & & & S_{F04} & & \\ & & & & S_{F09} & \\ & & & & & \cdot \\ & & & & & \cdot \\ & & & & & \cdot \\ 0 & & 0 & & & S_{F65}, S^*_{F65} \end{bmatrix}$$

Enfin, la matrice  $W$ , qui constitue le mécanisme de filtration des flux migratoires, revêt pour chaque région la forme suivante:

$$W_{(28 \times 5)} = \begin{bmatrix} W_{m00,t-4} & W_{m01,t-3} & W_{m02,t-2} & W_{m03,t-1} & W_{m04,t} \\ W_{m05,t-4} & W_{m06,t-3} & \dots & \dots & W_{m09,t} \\ \cdot & & & & \\ W_{m61,t-4} & \dots & \dots & \dots & W_{m65,t} \\ W_{F00,t-4} & W_{F01,t-3} & W_{F02,t-2} & W_{F03,t-1} & W_{F04,t} \\ \cdot & & & & \\ W_{F61,t-4} & \dots & \dots & \dots & W_{F65,t} \end{bmatrix}$$

### 3.3 Le mécanisme de distribution des flux migratoires nets

Avant d'expliquer les éléments de la matrice  $W$ , il est utile de revoir l'équation (2):

$$(2) P_{m24,t} = S_{m24} P_{m19,t-5} + W_{m20} M_{t-4} + W_{m21} M_{t-3} \\ + W_{m22} M_{t-2} + W_{m23} M_{t-1} + W_{m24} M_t$$

Chaque fois qu'une cohorte de population vieillit de cinq ans pour passer du groupe d'âge de 15 à 19 ans à celui de 20 à 24 ans, il faut additionner ou soustraire une fraction du flux migratoire régional. Le groupe de migrants masculins âgés de 16 à 20 ans en  $t-4$ ,  $W_{m20} M_{t-4}$ , devient pertinent pour la population masculine âgée de 20 à 24 ans en  $t$ , car ce groupe sera effectivement âgé de 20 à 24 ans au temps  $t$ . De la même façon, le groupe de migrants âgés de 17 à 21 ans en  $t-3$  sera âgé de 20 à 24 ans en  $t$ , et ainsi de suite. Les pondérations  $W_i$  dans l'équation (2) représentent une rangée de la matrice  $W$ .

Notons qu'en relation avec l'équation (2), les migrants qui en l'année  $t-5$  étaient âgés de 14 à 19 ans n'entrent pas dans le calcul de cette équation. En effet, ce groupe a déjà été inclus dans la détermination de  $P_{m19,t-5}$ , de sorte qu'à l'année  $t$  il est intégré dans la population indigène:

$$(8) P_{m19,t-5} = S_{m19} P_{m14,t-10} + W_{m15} M_{t-9} + W_{m16} M_{t-8} \\ + W_{m17} M_{t-7} + W_{m18} M_{t-6} + W_{m19} M_{t-5}$$

Le dernier terme de l'équation (8),  $W_{m19} M_{t-5}$ , est inclus dans  $P_{m19,t-5}$  de l'équation (2).

Nous disposons de valeurs observées sur la distribution en pourcentage des migrants nets régionaux par groupes d'âge de 5 ans, c'est-à-dire les valeurs de la dernière colonne de la matrice  $W$ . En utilisant ces valeurs, il est possible d'interpoler les pondérations intermédiaires. Par exemple, la rangée  $W_{m20}$  à  $W_{m24}$  est déterminée en interpolant entre  $W_{m19}$  et  $W_{m24}$  qui sont observées:

$$(9) W_{m19+i,t} = i/5 (W_{m24,t} - W_{m19,t}) + W_{m19,t} \\ i=1,2 \dots 4$$

Dans le cas des projections pour  $P_{m04,t}$ , les pondérations  $W_{00}, \dots, W_{04}$  sont calculées par interpolation entre  $W_{m04}$  et zéro. Nous obtenons ainsi des pondérations s'appliquant aux migrants d'âge 0-1, 0-2, 0-3, 0-4, 1-5, 2-6, 3-7, 4-8, 5-9, et ainsi de suite par cohorte de cinq ans. Ces pondérations sont constantes dans le temps.

La somme des valeurs observées de la dernière colonne de  $W$  est égale à 1 par construction. Cette condition doit également être respectée pour les quatre autres colonnes de cette matrice afin que tous les flux migratoires soient effectivement distribués chaque année.<sup>2</sup>

- 
2. Sans donner une démonstration formelle, on peut illustrer le point pour le cas de la première colonne seulement.

$$W_{00} = 1/5 W_{04} + 0$$

$$W_{05} = 1/5 W_{09} + 4/5 W_{04}$$

$$\begin{array}{ccc} \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \end{array}$$

$$W_{60} = 1/5 W_{64} + 4/5 W_{59}$$

$$W_{65} = 1/5 W_{65t} + 4/5 W_{64} + 4/5 W_{65t}$$

Etant donné que  $W_{04} + W_{09} + W_{14} + \dots + W_{65} = 1$ , la somme de tous les éléments à droite des équations précédentes est égale à 1.

### 3.4 Le fonctionnement des blocs de population

En raison du nombre de ses équations, le modèle de population de CANDIDE-R a été spécifié en deux blocs différents, soit les blocs 47 et 48. Le bloc 47 comporte uniquement les 84 équations de projection démographique par groupes d'âge-sexe des régions de l'Atlantique, du Québec et de l'Ontario. Le bloc 48 complète l'algorithme avec 56 équations de projection pour les régions des Prairies et de la Colombie-Britannique. La population civile de 14 ans et plus, qui entre dans la détermination des taux de participation, est calculée dans ce bloc pour 21 groupes d'âge-sexe.

La différence entre ce concept de population civile et l'agrégat des groupes d'âge-sexe appropriés provient de la définition utilisée pour l'enquête sur la population active dans l'estimation des caractéristiques du marché du travail. La population selon l'enquête

sur la population active exclut les personnes dans les forces armées, les communautés religieuses etc, comme personnes non civiles. Par ailleurs, elle inclut les personnes de 14 ans alors que les projections de population portent sur des groupes d'âge de 10 à 14 ans inclusivement, 15 à 19 ans etc. En pratique, les différences observées entre les deux concepts de population ont été utilisées comme variables exogènes dans une série d'équations d'ajustement du type suivant:

$$(9) \quad LFP_{m24} = P_{m19} + P_{m24} - RES$$

$LFP_{m24}$  = population civile régionale masculine de 14 à 24 ans, selon l'enquête sur la population active

$P_{m19}$  = population régionale masculine de 15 à 19 ans

$P_{m24}$  = population régionale masculine de 20 à 24 ans

RES = différence observée entre la population régionale masculine de 15 à 24 ans et l'enquête sur la population active,  $LFP_{m24}$ .

Finalement, le bloc 48 comporte 10 identités permettant d'obtenir pour chaque région, la population totale ainsi que la population civile secondaire de 14 ans et plus. Cette dernière se définit comme étant la population civile de 14 ans et plus, à l'exclusion du groupe des hommes de 25 à 54 ans.

La population totale canadienne, qui est également ventilée en 28 groupes d'âge-sexe, est calculée au bloc 22 à partir des résultats des blocs démographiques régionaux. La population du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest (POPYNW) est exogène. Elle est directement distribuée dans les groupes de population à l'aide de coefficients fixes dont la somme est égale à un.

Etant donné que le modèle de population n'utilise comme intrant que des variables exogènes ou des variables endogènes retardées, il est possible de solutionner les deux blocs démographiques dès le départ.

La résolution d'un ensemble récursif représente un avantage en termes de coûts d'opération et de stabilité du modèle.

#### 4.- Quelques exercices de projection de population

Le modèle démographique de CANDIDE-R a été utilisé comme un modèle autonome de projection de la population, à partir d'hypothèses distinctes sur la fertilité et la migration nette. Etant donné la structure de l'algorithme, il n'y a pas de limites à la période de projection. Les exercices suivants ont été étudiés sur la période 1971-1985. Afin de mettre en évidence le comportement dynamique du modèle, nous avons sélectionné quatre exercices de projection relativement différents. Cela permet d'établir un parallèle entre les caractéristiques désirées pour le modèle démographique, telles qu'énoncées à la section 2.1, et le comportement du modèle en simulation.

Les quatre séries de projection retiennent comme hypothèse que les taux de fertilité régionaux devront converger vers une valeur commune à un moment donné dans le futur pour ensuite conserver cette valeur jusqu'à la fin de la période de prévision. Les taux de fertilité entre la dernière année observée et l'année terminale de la projection dans chaque région ont été calculés à partir d'interpolations linéaires. Les quatre projections peuvent être sommairement décrites de la façon suivante:

- 1) hypothèse 1: cet exercice de projection est caractérisé par des taux de fertilité très faibles et la poursuite des tendances observées entre 1961 et 1971 pour la distribution des flux migratoires nets régionaux. L'immigration nette internationale a été fixée à 75 000 pour l'ensemble de la période et répartie comme suit: 2.5 pour cent dans la région de l'Atlantique, 19.8 pour cent au Québec, 53.4 pour cent en Ontario, 11.5 pour cent dans les Prairies et 12.6 pour cent en Colombie-Britannique. Les flux nets inter-régionaux ont été fixés à - 11 600 par année dans la région de l'Atlantique, - 6 200 au Québec, + 13 500 en Ontario, - 17 500 dans les Prairies et + 22 000 en Colombie-Britannique. Les taux de fertilité ont été fixés à 1.8 enfants par femme durant sa période de fécondité (de 15 à 49 ans) en 1978.

- 2) hypothèse 2: cet exercice est caractérisé par un taux de fertilité un peu plus élevé qui atteint 2.0 en 1985 dans chaque région. L'immigration nette internationale a été maintenue à un taux constant de 0.3520 par mille personnes jusqu'en 1985, alors que la répartition régionale des immigrants et les flux migratoires interrégionaux sont demeurés les mêmes que pour l'hypothèse précédente.
- 3) hypothèse 3: les taux de fertilité de l'hypothèse précédente ont été retenus, mais l'ensemble des flux migratoires nets a été fixé à zéro pour toute la période.
- 4) hypothèse 4: dans cet exercice, nous avons tenté d'atteindre le chiffre de population totale pour le Canada en 1985 obtenu dans l'hypothèse 2 en variant les taux de fertilité uniquement, les flux migratoires nets étant maintenus constants à zéro comme dans 3. Le but de cette projection était de comparer la structure d'âge, en 1985, d'une même population totale obtenue à partir d'une plus forte natalité, en comptant moins sur l'apport des immigrants.

Ces différentes hypothèses de fertilité et de flux migratoires sont résumées aux tableaux 6 et 7. Même si certaines hypothèses ne sont pas réalistes, elles nous démontrent les répercussions entraînées par différentes hypothèses sur les projections démographiques.

Tableau 6: Hypothèses régionales des taux de fertilité

	<u>Dernière observation 1971</u>	<u>1978</u>	<u>1985</u>
Atlantique			
Hypothèse 1	0.08960	0.05140	0.05140
Hypothèses 2&3	0.08960	0.07335	0.05714
Hypothèse 4	0.08960	0.08730	0.08500
Québec			
Hypothèse 1	0.06002	0.05140	0.05140
Hypothèses 2&3	0.06002	0.05856	0.05714
Hypothèse 4	0.06002	0.07251	0.08500
Ontario			
Hypothèse 1	0.07407	0.05140	0.05140
Hypothèses 2&3	0.07407	0.06559	0.05714
Hypothèse 4	0.07407	0.07954	0.08500
Prairies			
Hypothèse 1	0.08237	0.05140	0.05140
Hypothèse 2&3	0.08237	0.06974	0.05714
Hypothèse 4	0.08237	0.08369	0.08500
Colombie-Britannique			
Hypothèse 1	0.07284	0.05140	0.05140
Hypothèses 2&3	0.07284	0.06497	0.05714
Hypothèse 4	0.07284	0.07892	0.08500

Tableau 7: Hypothèses de migration nette régionale  
(000 de personnes)

	Dernière observation 1971	Valeurs projetées		
		1972	1976	1985
Atlantique				
Hypothèse 1	-3.3	-9.7	-9.7	-9.7
Hypothèse 2	-3.3	-9.7	-9.6	-9.4
Hypothèses 3&4	-3.3	0.0	0.0	0.0
Québec				
Hypothèse 1	-36.2	8.6	8.6	8.6
Hypothèse 2	-36.2	8.7	9.5	11.3
Hypothèses 3&4	-36.2	0.0	0.0	0.0
Ontario				
Hypothèse 1	72.2	53.5	53.5	53.5
Hypothèse 2	72.2	54.0	56.0	60.8
Hypothèses 3&4	72.2	0.0	0.0	0.0
Prairies				
Hypothèse 1	-18.5	-8.9	-8.9	-8.9
Hypothèse 2	-18.5	-8.9	-8.3	-7.3
Hypothèses 3&4	-18.5	0.0	0.0	0.0
Colombie-Britannique				
Hypothèse 1	37.5	31.4	31.4	31.4
Hypothèse 2	37.5	31.4	32.0	33.1
Hypothèses 3&4	37.5	0.0	0.0	0.0
Canada				
Hypothèse 1	53.0	75.0	75.0	75.0
Hypothèse 2	53.9	75.5	79.6	88.5
Hypothèses 3&4	53.9	0.0	0.0	0.0

Les résultats les plus intéressants des quatre différentes hypothèses se trouvent résumés aux tableaux 8, 9 et 10. Comme il fallait s'y attendre, la croissance de la population est beaucoup plus faible dans l'hypothèse 3 que dans les hypothèses 2 et 4. La répartition régionale de la population canadienne varie considérablement en réponse aux flux migratoires, tant internationaux qu'interrégionaux. Pour remplacer une immigration internationale croissante, telle que stipulée à l'hypothèse 2 (53 900 en 1971, 88 500 en 1985), il a fallu augmenter le taux de fertilité de 2.0 à 3.0 enfants par femme durant sa période de fécondité. Les trois premières hypothèses font ressortir un vieillissement considérable de la population en 1985, (voir le tableau 9) par rapport à la situation actuelle, ce qui confirme la probabilité d'effets de composition ayant une incidence sur le potentiel à moyen terme de l'économie canadienne. Seule la quatrième hypothèse amène un ralentissement appréciable du processus de vieillissement. Enfin, les hypothèses 3 et 4 sont davantage compatibles avec une croissance

équilibrée de la main-d'oeuvre entre les régions. Cela tend à démontrer que le maintien des flux migratoires observés dans les années 60 serait de nature à augmenter, en particulier dans la région de l'Atlantique et dans les Prairies, la proportion de la population qui dépend de la population active.

Tableau 8: Projection et distribution de la population régionale

	Hypothèse 1 Pop.	%	Hypothèse 2 Pop.	%	Hypothèse 3 Pop.	%	Hypothèse 4 Pop.	%
Atlantique								
1971	2063.7	9.6	2063.7	9.6	2063.7	9.6	2063.7	9.6
1976	2118.9	9.3	2142.6	9.3	2193.0	9.7	2208.1	9.7
1981	2130.7	8.9	2205.2	9.0	2309.3	9.8	2369.3	9.8
1985	2143.2	8.7	2239.9	8.8	2388.1	9.9	2509.0	9.8
Québec								
1971	6034.4	28.0	6034.8	28.0	6034.8	28.0	6034.8	28.0
1976	6317.8	27.7	6345.5	27.6	6297.6	27.8	6345.9	27.9
1981	6574.5	27.5	6668.6	27.3	6565.4	27.8	6751.9	27.9
1985	6772.6	27.4	6921.1	27.1	6768.8	27.9	7135.2	28.0
Ontario								
1971	7702.9	35.8	7702.9	35.8	7702.9	35.8	7702.9	35.8
1976	8298.4	36.4	8366.4	36.4	8080.0	35.8	8137.9	35.8
1981	8801.5	36.9	9025.1	36.9	8417.4	35.7	8640.5	35.7
1985	9211.8	37.3	9534.2	37.4	8645.5	35.7	9084.5	35.6
Prairies								
1971	3542.0	16.4	3542.0	16.5	3542.0	16.5	3542.0	16.5
1976	3656.1	16.0	3691.4	16.1	3736.0	16.5	3761.7	16.5
1981	3707.3	15.5	3819.0	15.6	3908.6	16.6	4009.1	16.6
1985	3746.4	15.2	3896.6	15.3	4021.7	16.6	4221.6	16.6
Colombie-Britannique								
1971	2190.0	10.2	2190.0	10.2	2190.0	10.2	2190.0	10.2
1976	2433.4	10.7	2450.9	10.7	2286.3	10.1	2302.3	10.1
1981	2656.3	11.1	2715.3	11.1	2373.0	10.1	2434.3	10.1
1985	2841.2	11.5	2926.8	11.5	2434.2	10.0	2554.6	10.0
Canada								
1971	21533.0	100.0	21533.0	100.0	21533.0	100.0	21533.0	100.0
1976	22824.6	100.0	22996.8	100.0	22592.9	100.0	22755.9	100.0
1981	23870.3	100.0	24433.2	100.0	23573.7	100.0	24205.1	100.0
1985	24715.2	100.0	25518.6	100.0	24258.3	100.0	25504.9	100.0

Tableau 9: Distribution de la population régionale par groupes d'âge en 1985 selon les différentes hypothèses (%)

	<u>Observée 1971</u>	<u>Hypothèse 1</u>	<u>Hypothèse 2</u>	<u>Hypothèse 3</u>	<u>Hypothèse 4</u>
Atlantique					
0 - 14	32.7	21.2	24.6	24.8	28.4
15 - 24	20.6	19.3	18.6	18.4	17.5
25 - 39	16.2	27.7	26.5	26.7	25.5
40 - 64	22.4	21.7	20.7	20.8	19.8
65 +	8.0	10.1	9.7	9.2	8.8
Québec					
0 - 14	29.5	20.5	21.9	21.8	25.8
15 - 24	19.6	17.1	16.8	16.8	15.9
25 - 39	20.0	27.2	26.7	26.6	25.3
40 - 64	24.3	26.6	26.1	26.2	24.8
65 +	6.6	8.6	8.4	8.6	8.1
Ontario					
0 - 14	29.3	21.2	23.4	22.9	26.7
15 - 24	17.6	17.6	17.1	17.0	16.2
25 - 39	19.2	25.5	24.8	24.2	23.0
40 - 64	25.7	26.4	25.6	26.2	25.0
65 +	8.1	9.3	9.0	9.6	9.1
Prairies					
0 - 14	30.8	20.5	23.4	23.5	27.1
15 - 24	18.5	18.3	17.7	17.7	16.8
25 - 39	17.3	25.7	24.8	24.9	23.7
40 - 64	24.8	24.5	23.7	23.6	22.5
65 +	8.6	10.9	10.5	10.3	9.8
Colombie-Britannique					
0 - 14	28.5	21.0	23.0	22.1	25.8
15 - 24	17.4	17.2	16.8	16.7	15.9
25 - 39	19.4	25.4	24.8	24.0	22.9
40 - 64	25.8	26.6	25.9	26.5	25.3
65 +	8.9	9.7	9.5	10.7	10.2
Canada					
0 - 14	29.8	20.9	23.1	22.8	26.6
15 - 24	18.6	17.7	17.2	17.2	16.3
25 - 39	18.9	26.2	25.5	25.2	24.0
40 - 64	24.9	25.8	25.1	25.3	24.0
65 +	7.8	9.5	9.2	9.5	9.0

Tableau 10: Projection de la population civile régionale de  
14 ans et plus (000 de personnes)

	Hypothèse 1		Hypothèse 2		Hypothèse 3		Hypothèse 4	
	Pri- maire*	Secon- daire	Pri- maire	Secon- daire	Pri- maire	Secon- daire	Pri- maire	Secon- daire
Atlantique								
1971	283	1127	283	1127	283	1127	283	1127
1976	318	1233	318	1233	318	1256	318	1256
1981	364	1302	365	1303	391	1350	391	1350
1985	408	1300	409	1301	447	1370	447	1370
Québec								
1971	1084	3292	1084	3292	1084	3292	1084	3292
1976	1211	3670	1211	3672	1199	3651	1199	3651
1981	1346	3932	1349	3937	1322	3891	1322	3891
1985	1474	3983	1480	3992	1439	3922	1439	3922
Ontario								
1971	1410	4111	1410	4111	1410	4111	1410	4111
1976	1569	4635	1571	4638	1506	4506	1506	4506
1981	1741	5102	1748	5115	1606	4829	1606	4829
1985	1912	5339	1926	5366	1715	4937	1715	4937
Prairies								
1971	567	1882	567	1882	567	1882	567	1882
1976	609	2076	609	2077	620	2097	620	2097
1981	671	2206	673	2209	694	2250	694	2250
1985	729	2234	733	2240	763	2300	763	2300
Colombie-Britannique								
1971	419	1166	419	1166	419	1166	419	1166
1976	485	1351	485	1352	444	1279	444	1279
1981	557	1512	558	1515	470	1361	470	1361
1985	623	1614	626	1619	497	1390	497	1390
Canada								
1971	3764	11577	3764	11577	3764	11577	3764	11577
1976	4192	12965	4195	12971	4100	12788	4100	12788
1981	4680	14054	4693	14079	4483	13681	4483	13681
1985	5147	14470	5173	14519	4861	13919	4861	13919

\*) On entend par population civile primaire la population masculine âgée de 25 à 54 ans, tandis que la population civile secondaire réfère au reste de la population civile de 14 ans et plus.

## 5. Conclusion

Le sous-modèle démographique de CANDIDE-R comporte quelque 300 équations réparties entre 3 blocs, à savoir les blocs 47, 48 et 22 du modèle. L'algorithme est conçu de façon à calculer la population pour 28 groupes d'âge-sexe par tranches de 5 ans pour chaque région à partir des composantes de la croissance démographique, soit les naissances, les décès et la migration nette régionale. Les groupes d'âge et la population totale au niveau canadien sont obtenus par sommation des projections régionales. Les seules variables exogènes directement reliées à l'algorithme de population sont les cinq taux de fertilité régionaux et la population du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest. Les migrations nettes proviennent du bloc 49 et sont également endogènes au modèle.

Etant donné que la distribution en groupes d'âge de la population migrante est substantiellement différente

de la population indigène, il a semblé essentiel de spécifier le modèle de population de façon à filtrer les flux migratoires dans les groupes d'âge appropriés. Cela permet de tenir compte des effets de composition qui sont attribuables aux flux migratoires. La ventilation en groupes d'âge sert aussi à mesurer l'évolution temporelle des effets de composition associés au vieillissement des naissances de l'après-guerre et à la chute rapide de la natalité dans les années 60. Les résultats obtenus en simulation jusqu'ici démontrent la grande précision du modèle au cours de la période d'observation et la sensibilité des projections aux différents effets de composition sur la période de prévision.

