

Structuration du système universitaire

Gilles Guérin *

1. INTRODUCTION

Dans un but de planification partielle du système universitaire il est proposé de structurer ce système universitaire en vue d'élaborer un modèle de prévision des effectifs étudiants.

L'estimation des déplacements futurs des étudiants dans le système universitaire pourrait se faire en fonction de nombreuses variables : âge, diplômes passés, situation financière, caractéristiques sociales, etc... De telles variables ne sont pas considérées dans le cadre de cet article qui se limite à trois variables pour estimer les déplacements des étudiants dans le système. Ce sont :

- le domaine d'étude,
- le statut (actif ou inactif),
- le degré d'avancement des études.

Les originalités du modèle proposé viennent des points suivants :

- L'ensemble des programmes d'étude d'une institution universitaire est regroupé en un maximum de cinquante et un groupes dont l'étude peut être entreprise séparément.
- Les sorties de chaque groupe sont catégorisées en fonction du degré d'achèvement des études dans le but d'un contrôle des gradués universitaires en fonction du marché du travail. Elles correspondent au diplôme le plus élevé obtenu dans l'un des cinquante et un domaines d'étude.
- Le modèle proposé peut aussi bien s'adapter à un système de promotion par matière qu'à celui par année. Le degré d'avancement des études est mesuré par le nombre de crédits accumulés dans le premier cas et le nombre d'années dans le deuxième.
- Une estimation des effectifs inactifs temporairement peut être incluse dans le modèle.
- Le modèle a été validé et testé avec des données relatives aux programmes de génie de l'Université McGill pour la période de 1964 à 1970. Ces données n'étaient pas fournies telles quelles mais sont le résultat de comparaisons des données existantes.
- Une étude de la stabilité des coefficients des matrices de transition a été esquissée.

* Gilles Guérin, *École des Relations Industrielles, Université de Montréal.*

2. CADRE ET STRUCTURE

Il s'agit maintenant de décrire le système en fonction du but assigné.

2.1. SYSTÈME ET SOUS-SYSTÈME PRIMAIRES

Dans l'optique d'un modèle de prévision des effectifs étudiants le système universitaire est donc analysé à travers l'évolution des étudiants qui sera le seul processus interne considéré dans le système. On dit qu'un étudiant occupe un sous-système primaire s'il possède les caractéristiques de ce sous-système. Les sous-systèmes primaires sont mutuellement exclusifs et leur union représente le système universitaire. Une fois la structure définie, il est possible à un instant donné de définir pour chaque couple de SSP une proportion de transition représentant la proportion des étudiants effectuant la transition du premier SSP au second. Soit $P_{ij}(t)$ cette proportion des étudiants effectuant au temps t la transition du SSP_{*i*} au SSP_{*j*}. La matrice des proportions de transition au temps est notée $P(t) = \{P_{ij}(t)\}$.

2.2. SYSTÈME ET SOUS-SYSTÈME SECONDAIRES

La plupart du temps on constate que les transitions des étudiants s'effectuent à l'intérieur d'ensembles disjoints de SSP. Dans la grande majorité des cas, seul un ensemble bien précis de SSP est compatible avec l'évolution d'un individu dans la structure ; les autres ensembles de SSP lui sont inaccessibles. La matrice $P(t)$ peut alors être partitionnée en différents blocs de SSP :

$$P(t) = \begin{bmatrix} P_1(t) & 0 & 0 & \dots\dots\dots 0 \\ 0 & P_2(t) & 0 & \dots\dots\dots 0 \\ 0 & 0 & P_3(t) & \dots\dots\dots 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots\dots\dots 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots\dots\dots P_h(t) \end{bmatrix}$$

Clough [5] appelle sous-système secondaire (SSS) un tel bloc qu'on dénomme à contrainte globale s'il existe au moins une contrainte qui le relie à d'autres SSS. Dans le cas contraire le SSS sera dit indépendant. La mise en évidence des SSS est importante car leur étude peut se faire plus ou moins indépendamment du système.

Il est proposé que le système universitaire soit partitionné en secteurs d'étude. Un secteur d'étude (SE) est un ensemble de SSP présentant deux caractéristiques communes : premièrement il est possible, pour une proportion non négligeable d'étudiants d'effectuer un cheminement entre deux SSP quelconques de l'ensemble ; deuxièmement, les étudiants ayant évolué dans un SE présentent à leur sortie du système une certaine homogénéité dans leur formation qui peut être utilisée dans un but d'ajustement au

marché du travail. Cette classification du système universitaire en secteurs d'étude a été élaborée par l'Université du Québec et notamment agréée par le comité directeur du Registre Central des admissions dans le système universitaire au Québec. Ces secteurs sont actuellement au nombre de 51 et peuvent être regroupés en sept groupes : Sciences de la Santé, Sciences pures, Sciences humaines, Sciences administratives, Arts, Lettres et Éducation permanente.

Par ailleurs la catégorisation des sorties par secteur d'étude est très utile pour la planification. Il est certain que si des objectifs peuvent être élaborés quant au nombre et à la répartition des gradués universitaires, ils se situeront au niveau du secteur d'étude qui représente le niveau agrégé le plus homogène vis-à-vis de l'offre d'emploi sur le marché du travail. Par exemple il peut être insuffisant de planifier une sortie de cent gradués dans les Sciences pures car les besoins du marché du travail sont plus précis et exigeants quant à la répartition de ces gradués dans les différentes disciplines. Il peut être aussi stérile de planifier les sorties de gradués dans chaque programme d'étude car la mobilité ultérieure des individus est trop importante pour que l'on puisse conserver sur le marché du travail la même répartition des gradués qu'à leur sortie du système universitaire. De plus l'analyse et la classification des emplois ne peuvent souvent préciser d'une manière unique le programme d'enseignement compatible avec l'occupation de l'emploi.

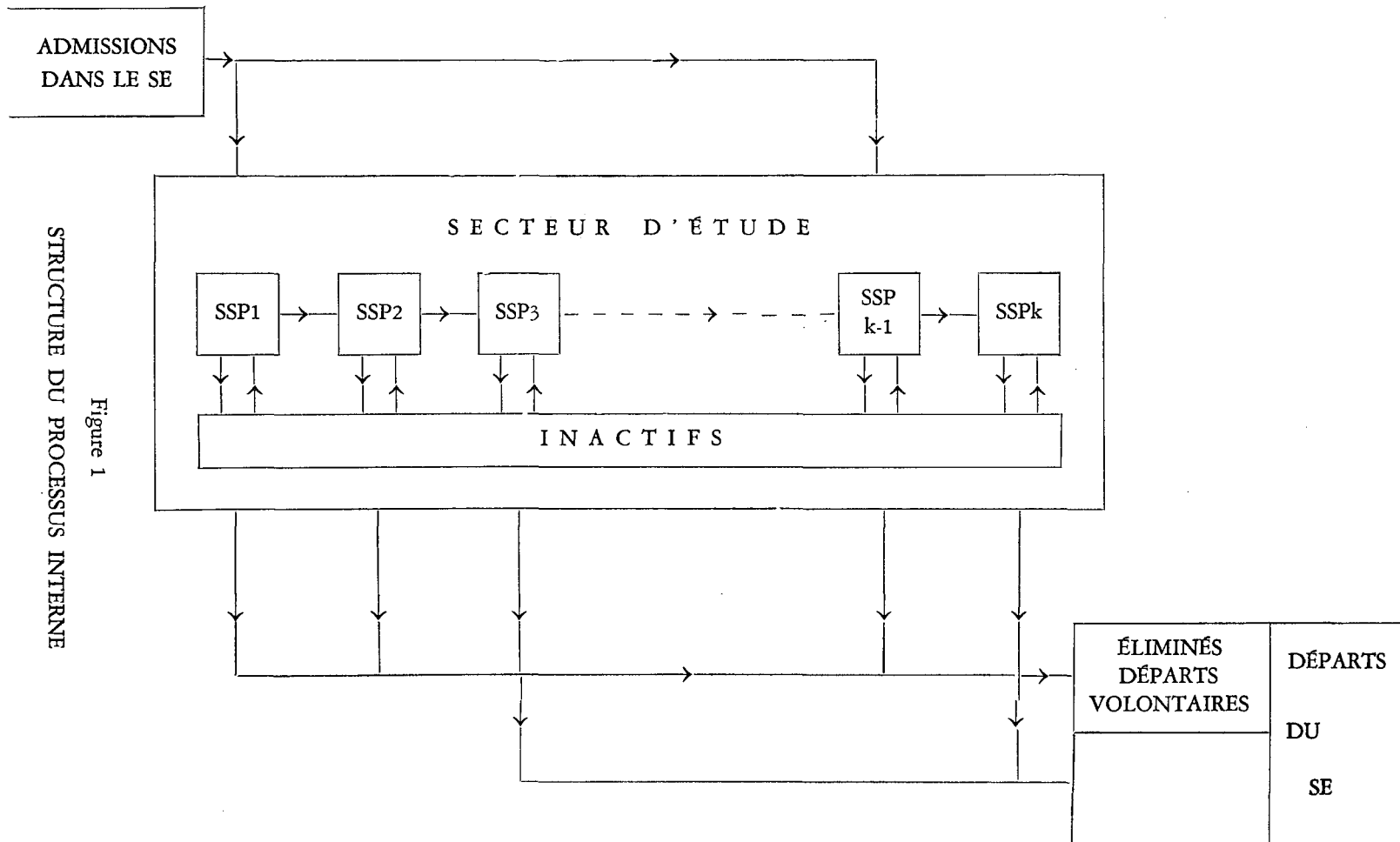
Il semble donc que la répartition du système universitaire en secteurs d'étude soit réaliste. Relativement aux transitions à l'intérieur ou à l'extérieur du système universitaire, l'hypothèse d'indépendance des secteurs d'étude est raisonnable. Chaque secteur d'étude est donc un SSS qui peut être analysé indépendamment du système ; aussi le cadre d'étude se limite à un secteur d'étude quelconque dont la matrice des proportions de transition sera dorénavant représentée par P.

2.3. SECTEUR D'ÉTUDE ET STRUCTURE

Il faut associer à chaque étudiant une caractéristique représentant son degré d'avancement dans ses études. Pour ce faire l'élaboration d'une structure progressive de SSP ou de blocs de SSP est nécessaire. Ces SSP seront les années d'étude ou le nombre de crédits accumulés. Dans le premier cas la promotion sera par période de temps alors que dans le second elle sera par matière. De telles structures progressives ont déjà été élaborées et utilisées avec succès dans le cas de la prévision des effectifs d'une entreprise. [2, 7]. On distingue généralement quatre éléments qui influent sur la distribution des effectifs.

2.3.1. *Promotions*

Tout d'abord la rétrogradation est impossible au niveau universitaire. De plus, si l'administrateur d'une entreprise peut dans une certaine mesure accélérer ou retarder certaines promotions, l'administrateur universitaire pour sa part n'a aucun pouvoir sur les transitions des étudiants entre les différents SSP. Ces transitions sont théoriquement



STRUCTURE DU PROCESSUS INTERNE

Figure 1

du ressort des professeurs qui allouent ou refusent les crédits nécessaires. En fait, pour chaque SSP, il existe quasi indépendamment du corps professoral, une certaine proportion d'étudiants qui passe d'un SSP au SSP supérieur. Même si ces proportions de transition peuvent évoluer légèrement avec le temps, elles ne peuvent être considérées comme des variables sur lesquelles l'administrateur universitaire peut s'appuyer pour atteindre ses objectifs.

2.3.2. *Départs définitifs*

Les départs hors du secteur d'étude, qu'ils correspondent à des départs volontaires, à des éliminations ou à des graduations sont autant de paramètres imposés à l'administrateur puisque les transitions internes d'un SSP à un état de sortie sont indépendantes de la prise de décision. Les éliminations et les départs volontaires peuvent s'effectuer à partir de n'importe lequel des SSP alors que les graduations ne sont possibles que dans certains SSP bien précis. Il est proposé de structurer les sorties étudiantes du système en un certain nombre d'états de sortie. Tout étudiant qui sort du secteur d'étude au temps t ou dans la période qui précède cet instant, effectue une transition instantanée d'un SSP à un état de sortie du système universitaire. Si $w_{ij}(t)$ représente la proportion d'étudiants passant au temps t du sous-système primaire i à l'état de sortie j , la matrice $W = \{w_{ij}(t)\}$, généralement rectangulaire, sera la matrice des proportions de départ du secteur d'étude.

2.3.3. *Départs temporaires*

Il peut arriver qu'un étudiant interrompe temporairement ses études pendant une ou plusieurs périodes. Lorsqu'il décide de reprendre ses études, cet étudiant retourne directement dans le SSP qu'il a quitté antérieurement sans subir la procédure habituelle d'admission. On peut donc considérer que l'étudiant a effectué une transition dans un SSP particulier constitué de l'ensemble des inactifs du SSS et qu'un certain nombre de périodes plus tard il réeffectuera une transition qui le ramènera à son SSP d'origine. Ce SSP d'inactifs sera la seule exception au caractère progressif ou hiérarchique de la structure des autres SSP.

2.3.4. *Admissions*

Les admissions dans le système universitaire ne s'effectuent que dans un nombre restreint de SSP. Généralement ces SSP correspondent aux premiers états de chaque cycle d'étude. La structure des admissions est donc identique à la structure du SSS mais le niveau des admissions dans un certain nombre de SSP est nul. Les admissions sont en fait les seules variables à la disposition des administrateurs pour contrôler les distributions d'étudiants dans les états de sortie du SSS.

3. PRÉSENTATION DU MODÈLE MATHÉMATIQUE

3.1. DÉFINITIONS

Découlant de l'analyse élaborée en 2. les définitions suivantes sont proposées :

- | | |
|-----|--|
| (1) | k nombre de SSP dans le SE considéré
$e-k$ nombre d'états de sortie du SE considéré
t numéro de la période
T horizon considéré
i numéro du SSP dans lequel se trouve l'individu
j numéro du SSP ou de l'état de sortie dans lequel entre l'individu
$[j = 1, 2 \dots e]$
J_1 ensemble des SSP où l'admission est possible |
| (2) | $p_{ij}(t)$ proportion d'étudiants effectuant à la fin de la période t une transition du SSP i au SSP j [$j = 1, 2 \dots k$]
$n_i(t)$ nombre d'étudiants se trouvant dans le SSP i pendant la période t
$N(t)$ nombre total d'étudiants dans le SE pendant la période t . |
| (3) | $r_j(t)$ nombre d'étudiants admis dans le SSP j au début de la période t
$R(t)$ nombre total d'étudiants admis dans le SE au début de la période t |
| (4) | $w_{ij}(t)$ proportion d'étudiants effectuant à la fin de la période t une transition du SSP i à l'état de sortie j [$j = k + 1, \dots e$]
$m_j(t)$ nombre d'étudiants se trouvant dans l'état de sortie j [$j = k + 1, \dots e$] à la fin de la période t
$M(t)$ nombre d'étudiants quittant le SE à la fin de la période t |

En notation matricielle, les matrices suivantes sont définies :

- | | |
|-----|---|
| (5) | $P(t) = \{p_{ij}(t)\}$, matrice de dimension $k \times k$
$n(t) = \{n_i(t)\}$, vecteur de dimension $1 \times k$
$r(t) = \{r_j(t)\}$, vecteur de dimension $1 \times k$
$W(t) = \{w_{ij}(t)\}$, matrice de dimension $k \times (e-k)$
$m(t) = \{m_j(t)\}$, vecteur de dimension $1 \times (e-k)$ |
|-----|---|

3.2. CONTRAINTES PRINCIPALES

Le nombre d'étudiants dans un SSP quelconque se compose de ceux qui étaient déjà dans le SE au cours de la période précédente et des nouveaux amis. Ainsi, l'effectif d'étudiants dans le SSP j pendant la période t sera :

$$(6) \quad n_j(t) = \sum_{i=1}^k n_i(t-1) \cdot P_{ij}(t-1) + r_j(t)$$

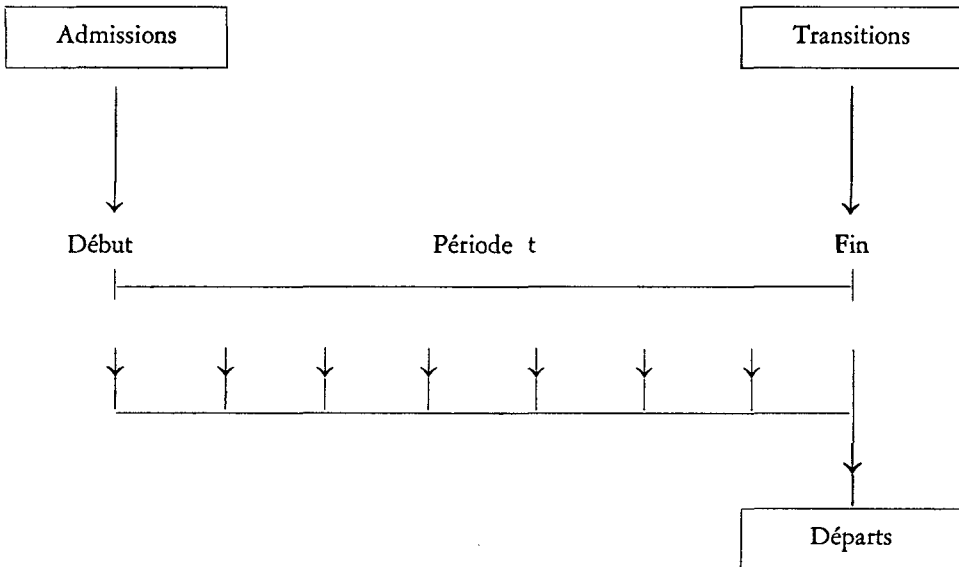
Si les admissions dans le SSP j sont impossibles, $r_j(t) = 0$.

Sous forme matricielle, si les composantes de $n(t)$ sont nulles lorsque $j \in J_1$ on aboutit à une équation matricielle équivalente à celle déjà proposée par Bartholomew [1] :

$$(7) \quad n(t) = n(t-1) \cdot P(t-1) + r(t)$$

Figure 2

COMPOSITION DE LA PÉRIODE « t »



Cette équation régit les transitions à l'intérieur du système. Les effectifs au cours de la période t étant connus, il est possible d'élaborer une seconde équation relativement aux sorties du système. Pour tous les états de sortie j , le nombre d'étudiants dans ces états à la fin de la période t est relié aux effectifs dans le système pendant cette période par

$$(8) \quad m(t) = n(t) \cdot W(t)$$

Les équations matricielles (7) et (8) composent le système de contraintes principales du secteur d'étude.

La prévision des effectifs au cours de la période T et des sorties à la fin de cette période T exige :

- la connaissance de $n(0)$,
- l'estimation des matrices $P(t)$; $t = 0, 1 \dots T-1$,
- l'estimation de la matrice $W(T)$,
- la prévision des admissions $r(t)$; $t = 1, 2 \dots T$.

3.3. PRÉVISION DES EFFECTIFS POUR UN HORIZON T AVEC P ET W HOMOGÈNES

Si l'horizon et les observations accumulés sont tels que l'on peut supposer une homogénéité dans le temps des proportions de transition, on aura :

$$(9) \quad \begin{cases} P(t) = P ; t = 0, 1, 2 \dots T-1 ; \\ W(t) = W ; t = 1, 2 \dots T ; \end{cases}$$

Le système (7, 8) s'écrit alors dans le cas homogène :

$$\begin{cases} n(t) = n(t-1) \cdot P + r(t) ; & t = 1, 2 \dots T ; \\ m(t) = n(t) \cdot W ; & t = 1, 2 \dots T ; \end{cases}$$

Dans le cas homogène la précision des effectifs dépend uniquement de :

- la connaissance de $n(0)$,
- l'estimation des matrices P et W,
- la prévision des admissions $r(t)$; $t = 1, 2 \dots T$.

Un développement plus extensif des différents aspects du modèle mathématique est proposé dans Bartholomew [1,2], Forbes [7], Guérin [8, 9] et Branchflower [3].

4. ÉTUDE APPLIQUÉE D'UN SECTEUR D'ÉTUDE

4.1. CHOIX DU SECTEUR D'ÉTUDE ET DE LA POPULATION

Dès le début de cette étude, il s'est avéré que les données, sous la forme désirée, étaient difficiles à obtenir au Québec. La plupart des institutions universitaires n'offrent que des données agrégées. Les fichiers individuels sont rares et les supports informatiques de ces données souvent inexistant. L'institution qui semblait offrir l'information la plus satisfaisante sous la forme la plus compatible avec un traitement par ordinateur fut l'université McGill. Le bureau du Registraire de cette institution a, en effet, entrepris depuis l'année académique 1964-1965 la constitution d'une banque de données relatives aux étudiants admis dans le système depuis cette date. Un des plus vastes secteurs d'étude de l'institution, le Génie, a été retenu pour une implantation pilote du modèle proposé en 3. Les données accumulées couvrent la période de septembre 1964 à mai 1971 et com-

prennent 3681 étudiants. Sur ce nombre 3223 étudiants sont entrés dans le SE pendant la période de septembre 1964 à juin 1970 au niveau du Baccalauréat, 357 au niveau de la Maîtrise et 101 au niveau du Doctorat.

Afin de rendre les SSP de chaque cycle disjoints, les SSP du SE furent codés de la façon suivante :

SSP Baccalauréat	=	année d'étude
SSP Maîtrise	=	année d'étude + 10
SSP Ph.D.	=	année d'étude + 20

4.2. REMARQUES INFLUENÇANT LES DONNÉES

Un certain nombre de remarques doivent être gardées en mémoire lorsqu'on analyse les données de cette étude.

Tout d'abord, il y a eu un certain nombre de changements administratifs pendant la période 1964-1971 qui peuvent expliquer certaines données. En premier lieu, la première année du Génie a été supprimée en septembre 1970. La durée normale des études pour l'obtention du titre « Bachelor of Engineering » était auparavant de 5 ans. Le département d'Architecture faisait exception car son programme traditionnel conduisant au titre de « Bachelor of Architecture » était de six ans. La promotion traditionnelle par année d'étude a été abandonnée au profit de la promotion par matière à partir de septembre 1971. Il était donc difficile d'agréger certaines des données disponibles pour l'année 1971-1972 à celles de la période 1964-1971.

La taille des groupes analysés, 667 blocs de type 2 au niveau de la maîtrise et 244 blocs du même type au niveau du doctorat, est assez faible. De plus, le comportement des étudiants gradués est beaucoup moins prévisible que ceux des étudiants sous-gradués. Les influences de personnes, de programmes et de conjonctures affectent beaucoup le comportement de tels petits groupes.

Enfin, il est certain que le SE choisi est un des plus hétérogènes parmi les 51 SE définis par l'Université du Québec. Une plus grande homogénéité des caractéristiques de cheminement dans la structure serait certainement observée dans les autres SE.

4.3. CHEMINEMENT RELATIF À CHAQUE SSP

À l'aide des données accumulées en 4.1, il est maintenant possible de quantifier l'ensemble des flots qui composent le cheminement des étudiants dans le SE. Chaque SSP reçoit quatre flots :

- 1 – les admissions,
- 2 – les inactifs qui reviennent,
- 3 – les redoublants,
- 4 – les promus.

De même, cinq flots sortent de chaque SSP :

- 5 – les inactifs qui partent,
- 6 – les redoublants,
- 7 – les promus,
- 8 – les éliminés,
- 9 – les gradués.

Sur chaque SSP et pour chaque année, l'équation d'équilibre des flots est alors vérifiée. La plupart de ces flots sont internes au SE. Seuls les flots 1, 8 et 9 proviennent ou vont à l'extérieur du SE et composent les entrées et sorties du SE telles que décrites dans la figure 1.

4.4. ÉLABORATION ET HOMOGÉNÉITÉ DES PROPORTIONS DE TRANSITION

La connaissance des 8 derniers flots explicités en 4.2 permet de calculer pour chaque SSP les proportions de transition dans les autres SSP. Dans le cas sous-gradué, par exemple, le tableau 1 est alors élaboré et fournit les proportions de transition entre les différents SSP du SE relativement à chaque année académique de la période analysée.

Il est nécessaire d'étudier la stabilité des proportions de transition telles que celles rassemblées dans le tableau 1. Des études semblables sur la stabilité des coefficients des modèles de Léontieff d'entrée-sortie ont été réalisées par Breneman [4] et Sevaldson [11].

Les conclusions suivantes se dégagent de l'analyse des variations des proportions de transition :

- Si l'on excepte les variations importantes des proportions expliquées par des changements de politique (suppression de la première année, restriction des redoublements), des groupes trop restreints ou des données douteuses, il semble au niveau du Baccalauréat que les proportions de transition soient relativement stables. Les fluctuations maximales pour les proportions de promotion et de graduation sont de l'ordre de 9 à 10%. Ces fluctuations maximales atteignent 40 à 60% pour les éliminations et 90% pour les redoublements qui représentent heureusement des groupes plus restreints.
- Au niveau gradué la comparaison des variations des proportions de transition relatives à chaque SSP avec celles de niveaux plus agrégés suggère que les proportions relatives aux groupes agrégés ne sont pas nécessairement plus stables.
- Les variations tantôt négatives, tantôt positives des proportions de transition suggèrent l'adoption du modèle constant. Les observations accumulées incluent la valeur de cette constante et un bruit plus ou moins important suivant la taille du groupe. Lors de certains changements de structure ou de politique cette valeur de la constante peut changer et se fixer à un autre niveau.

- La mise à jour périodique des proportions de transition des matrices P et W se révèle donc un moyen très simple de tenir compte des variations possibles de la valeur de cette constante. L'estimation des proportions devra donc donner plus de poids aux dernières observations plutôt qu'aux anciennes. Les techniques de moyenne mouvante ou de régression exponentielle seront donc adéquates.
- Une fois la mise à jour des proportions de transition réalisée à partir des plus récentes données observées, il est inutile de faire varier les proportions de transition pour les prévisions futures. En effet les proportions estimées à l'aide de moyennes mouvantes ou de lissages exponentielles se stabilisent très vite. De plus, ces variations d'estimés eux-mêmes calculés de plus en plus à partir d'estimés, présentent de moins en moins d'intérêt. Le modèle proposé sera donc constant et homogène dans le temps avec des mises à jour périodiques des proportions de transition chaque fois que de nouvelles données seront accessibles.

4.5. ESTIMATION DES PROPORTIONS DE TRANSITION ET PRÉVISION DES EFFECTIFS ÉTUDIANTS

À l'aide des conclusions de 4.4, les matrices de transition P et W peuvent être estimées à partir des données disponibles en 1968-69, 1969-70 et 1970-71. Dans le premier cas, les prévisions seront donc relatives à l'année 1969-70 et aux années subséquentes. Dans les trois cas la moyenne mouvante a été choisie comme technique d'estimation des proportions de transition. Ces estimés apparaissent respectivement dans les tableaux 2 et 3. Dans le dernier tableau, les traits continus indiquent que l'estimation réfère à l'ensemble des états de sortie couvert par le trait.

Pour la prévision des effectifs étudiants, le modèle proposé en 3.3 est utilisé puisque l'homogénéité dans le temps des proportions de transition est acquise. Les admissions ayant été considérées en 3.3 comme les seules variables efficaces à la disposition des administrateurs pour faire évoluer la structure du système, il n'est pas concevable d'estimer ces admissions futures à l'aide des tendances passées. La prévision des effectifs ne comprend donc que les étudiants déjà dans le sous-système secondaire. Le SSS est alors fermé et le système d'équation (10) se réduit à

$$(11) \quad \begin{cases} n(t) = n(t-1) \cdot P \cdot W ; & t = 1, 2, \dots T ; \\ m(t) = n(t-1) \cdot P ; & t = 1, 2, \dots T ; \end{cases}$$

À partir des tableaux 2 et 3, la prévision des effectifs dans les différents SSP du SSS a été réalisée à partir des données disponibles en 1968-69. Les prévisions réunies dans le tableau 4 s'étalent sur une période de cinq ans. Dans un but de comparaison avec les effectifs réellement observés, ceux-ci, lorsqu'ils sont disponibles, seront joints aux prévisions et l'écart relatif sera calculé,

Tableau 1
Proportions de transition au niveau sous-gradué

		1	2	3	4	5	6	Inactifs	Éliminés	Gradués
1	64-65	19.85	69.85					0.00	10.30	
	65-66	4.35	57.68					1.47	36.50	
	66-67	8.07	55.50					1.04	35.39	
	67-68	8.44	60.69					1.42	29.45	
	68-69	8.72	57.77					0.35	33.16	
	69-70	0	73.67					0.71	25.62	
2	64-65		24.15	69.81				0.00	6.03	
	65-66		4.72	70.44				1.22	23.62	
	66-67		9.09	66.56				2.66	21.69	
	67-68		8.38	68.16				0.89	22.57	
	68-69		14.20	63.48				1.83	20.49	
	69-70		9.38	69.32				1.65	19.66	
3	64-65			14.45	83.24			0.58	1.73	
	65-66			9.96	73.71			2.79	13.54	
	66-67			9.93	77.94			2.86	9.27	
	67-68			8.98	76.33			1.76	12.93	
	68-69			13.04	73.24			3.38	10.34	
	69-70			6.60	83.68			2.70	7.01	
4	64-65				9.64	90.36		0.00	0.00	
	65-66				7.84	82.35		2.45	7.36	
	66-67				6.20	83.47		5.08	5.25	
	67-68				10.63	81.10		2.13	6.14	
	68-69				6.02	85.54		4.06	4.38	
	69-70				4.25	85.33		3.43	6.99	
5	64-65					.60	13.10	1.20	1.17	75.60
	65-66					1.18	16.47	3.62	0.00	74.12
	66-67					2.40	12.02	3.65	0.00	73.08
	67-68					2.30	13.36	3.50	0.00	70.97
	68-69					1.81	10.86	3.59	0.91	74.25
	69-70									
6	64-65						0.00	6.25	0.00	93.75
	65-66						0.00	0.00	12.50	87.50
	66-67						0.00	0.00	3.57	96.43
	67-68						0.00	0.00	0.00	96.00
	68-69						3.12	1.56	1.56	93.75
	69-70									
Inactifs	64-65									
	65-66	0.00	0.00	33.33	0.00	0.00	33.33			
	66-67	0.00	18.52	7.41	18.52	14.81	0.00	29.63		
	67-68	4.08	8.16	20.41	20.41	10.20	0.00	22.45		
	68-69	4.40	13.19	10.99	8.79	4.40	6.59	27.47		
	69-70	0.00	5.80	17.41	11.61	13.54	5.61	24.56		

Au niveau du Baccalauréat, les prévisions sont assez proches des observations. Si l'on excepte les redoublements de la première année, l'écart relatif absolu oscille entre 2.9 et 7.8% pour les différents SSP. Pour l'ensemble des effectifs au niveau du Baccalauréat l'écart relatif serait de l'ordre de 1%. Pour les deuxième et troisième cycles, la petite taille des groupes et la multiplicité des transitions possibles rendent les prévisions plus hasardeuses. Néanmoins, l'écart relatif semble se maintenir à moins de 10% au niveau de la maîtrise et à moins de 20% au niveau du doctorat. Pour des SSP particuliers de chaque cycle, cet écart relatif peut être supérieur à ces moyennes.

À l'aide du tableau 3, les estimations relatives aux départs du SE ont été élaborées encore à partir des données accessibles en 68-69. Ces estimations sont réunies dans le tableau 5. Il semble que l'écart relatif entre les estimations et les observations soit plus important pour les éliminés que pour les gradués. Pour ces derniers, au niveau du Baccalauréat, une précision inférieure à 3% est normale. Pour les éliminés, par contre, les estimations sont moins précises et pour certains SSP où le nombre d'éliminés est faible, des variations de 50 à 60% sont constatées.

4.6. DÉVELOPPEMENT ULTÉRIEUR DE L'ÉTUDE

Comme cela a été spécifié en 4.5, il n'est pas dans l'esprit de cette étude de vouloir estimer les admissions dans les SE puisque celles-ci sont les seules variables de contrôle pour faire évoluer le SSS. Ayant estimé dans les paragraphes précédents le cheminement des étudiants depuis leur admission jusqu'à leur sortie du SE, il reste logiquement à déterminer les admissions nécessaires à l'obtention des objectifs que le planificateur se fixera. On peut certainement penser que ces objectifs porteront sur la gestion interne du système (distributions souhaitées d'effectifs) ou sur l'ajustement des sorties au marché du travail (distributions souhaitées de gradués).

Tableau 2
Estimation des proportions de transition dans le SSS

	1	1	2	3	4	5	6	10-11	12+	20-21	22	23+	Inactifs
1	68-69 69-70 70-71	6.95 0.00 —	57.96 65.53 —										1.31 .71 —
2			7.40 9.10 9.15	68.39 67.16 68.59									1.59 1.65 1.65
3				9.62 10.48 9.70	75.99 75.31 76.98								2.47 2.70 2.70
4					8.22 7.67 6.99	82.31 83.12 83.56							3.22 3.43 3.43
5						1.39 1.62 1.66	13.86 13.74 13.16	6.91 7.49 7.71					2.82 2.99 3.11
6							0.00 0.00 0.62						2.08 1.56 1.56
10-11								3.30 2.77 2.21	44.01 44.64 46.21		6.86 7.47 7.23		3.91 3.66 3.72
12+									10.75 10.41 10.83		7.39 12.49 11.78		1.83 1.38 1.36
20-21									6.66 5.00 6.85	6.66 5.00 4.00	37.83 43.38 37.56	12.73 9.55 7.64	3.33 2.50 2.29
22									4.90 3.68 2.94		5.46 4.09 3.27	39.98 34.80 38.95	7.04 5.28 5.06
23+												35.78 32.19 29.09	7.04 2.32 2.02
Inactifs		2.04 — 0.00	13.34 9.80 13.70	13.91 15.34 12.86	19.47 13.22 14.60	12.51 11.30 8.73	0 3.41 4.58	4.91 3.68 6.79	2.87 6.02 3.98		3.06 4.99 3.47	1.85 4.36 5.15	26.04 27.67 26.36

Tableau 3
Estimation des proportions de transition à l'extérieur des SSS

1		Éliminés	Gradués Bac.	Gradués Maîtrise	Gradués Doctorat
1	69-70	33.78			
	70-71	33.76			
	71-72	—			
2	69-70	22.63			
	70-71	22.10			
	71-72	21.61			
3	69-70	11.91			
	70-71	11.51			
	71-72	10.62			
4	69-70	6.25			
	70-71	5.78			
	71-72	6.02			
5	69-70	0.39	74.27		
	70-71	0.29	73.44		
	71-72	0.42	73.60		
6	69-70	5.36	92.56		
	70-71	4.02	93.42		
	71-72	3.52	93.48		
10-11	69-70	_____		41.79	
	70-71	_____		41.37	
	71-72	_____		40.55	
12+	69-70	_____		79.97	
	70-71	_____		75.72	
	71-72	_____		76.08	
20-21	69-70	_____			32.77
	70-71	_____			34.58
	71-72	_____			41.66
22	69-70	_____			42.62
	70-71	_____			52.16
	71-72	_____			49.78
23+	69-70	_____			64.21
	70-71	_____			65.48
	71-72	_____			68.89

Tableau 4
Prévision des effectifs à partir des données accessibles en 1968-69

	1	2	3	4	5	6	B	10-11	12+	M	20-21	22	23+	D	I	Total
68-69 observé	367	345	299	249	217	25	1502	86	54	140	5	26	14	45	45.5	1732.5
69-70 estimé	26.4	244.3	271.0	256.5	213.7	30.1	1042.2	20.1	46.5	66.6	.3	14.6	16.9	31.5	50.5	1190.8
69-70 observé	34	265	263	238	220	32	1052	24	49	73	0	29	11	40	51.7	1216.7
69-70 % écart relatif	-22.4	-7.8	+3.0	+7.8	-2.9	-5.9	-0.9	-16.2	-5.1	-8.7	—	-49.6	+53.6	-21.2	-2.3	-2.13
70-71 estimé	2.8	40.1	203.2	236.8	220.4	29.6	732.9	26.8	16.0	42.8	0	7.3	12.9	20.2	41.7	837.5
70-71 observé	0	41	206	238	212	26	723	25	15	40	0	7	17	24	42.8	829.8
70-71 % écart relatif	—	-2.2	-1.4	-0.4	+4.0	+13.8	+1.4	+7.2	+6.7	+7.0	—	+4.3	-24.1	-15.8	-2.6	+0.9
71-72 estimé	1	8.5	52.8	175.8	203.2	30.5	471.8	18.2	15.1	33.3	—	4.7	8.3	13.0	33	551.1
72-73 estimé	—	5	15.5	61.0	151.7	28.2	261.4	16.3	10.8	27.1	—	3.5	5.5	9.0	23.4	311.9
73-74 estimé	—	3.5	8.2	21.4	55.3	21.0	109.4	12.2	9.2	21.4	—	2.8	3.8	6.6	14.5	

Tableau 5

Prévision des départs au niveau du Baccalauréat à partir des données accessibles en 1968-69

	Éliminés							Gradués		
	1	2	3	4	5	6	B	5	6	B
68-69 estimé	124.0	78.1	35.6	15.6	.8	1.3	255.4	159.4	23.4	182.8
68-69 observé	121.7	70.7	30.9	10.9	0	0	234.2	155.4	24	179.4
68-69 % écart relatif	+1.9	+10.5	+15.21	+43.2	/	/	+9.0	+2.6	-2.5	+1.8
69-70 estimé	8.9	55.3	32.3	16.0	.8	1.6	114.9	158.7	27.9	186.6
69-70 observé	12	55	19	17	2	.5	105.5	164	30	194.0
69-70 % écart relatif	-25.8	+0.5	+70.0	5.9	/	/	+8.9	-3.2	-7.0	-3.8
70-71 estimé	0.9	9.1	24.2	14.8	0.9	1.6	51.5	163.7	27.4	191.1
71-72 estimé	.3	1.9	6.3	11.0	0.8	1.6	21.9	150.9	28.2	179.1
72-73 estimé	/	1.1	1.8	3.8	0.6	1.5	8.8	112.7	26.1	138.8

BIBLIOGRAPHIE

1. Bartholomew, D., *Stochastic Models for Social Processes*, John Wiley, 1967.
2. Bartholomew, D., *A Mathematical Analysis of Structural Control in a Graded Manpower System*, Paper P-3, Ford Foundation Program for Research in University Administration, University of California, December 1969.
3. Branchflower, N., *Analysis of Rank Distribution in a University Faculty*, Naval Postgraduate School, Monterey, California, April 1970.
4. Breneman, D., *The Stability of Faculty Inputs Coefficients in Linear Workload Models of the University of California*, Ford Foundation Program for Research in University Administration, University of California, April 1969.
5. Clough, D., *A Model for Education-Employment System Analysis*, University of Toronto, 1967.
6. Florian, M. et Guérin, G., *Modèle de prévision de population étudiante*, GRESIGU, Rapport technique no 6, Université de Montréal, Mai 1971.
7. Forbes, A., *Promotion and Recruitment Policies for the Control of Quasi-stationery Hierarchical Systems*, University of Kent, Canterbury, England, September 1969.
8. Guérin, G., *Prévision des effectifs étudiants dans un secteur d'étude d'une institution universitaire*, GRESIGU, Rapport technique no 19, Université de Montréal, Mai 1972.
9. Guérin, G., *Élaboration d'un modèle de prévision des effectifs au niveau universitaire, thèse de PhD option informatique*, Université de Montréal.
10. Oliver, R., *Models for Predicting Gross Enrolments at the University of California*, Research Report no. 68-3, Ford Foundation Program for Research in University Administration, University of California, August 1968.
11. Sevaldson, P., *Changes in Input-Output Coefficients*, in Barna, T. (ed.), *Structural Interdependence and Economic Development*, Mac Millan, 1963.