



**HAL**  
open science

# Instruments d'analyse pour la méthode des scénarios. 1

## Analyse structurelle

Caldas, José Maria Castro, Margarida Perestrelo

► **To cite this version:**

Caldas, José Maria Castro, Margarida Perestrelo. Instruments d'analyse pour la méthode des scénarios. 1 Analyse structurelle. [Rapport de recherche] Centre national de l'entrepreneuriat(CNE). 1998, 50 p., dépliant, figures, tableaux, bibliographie. hal-02185183

**HAL Id: hal-02185183**

**<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02185183>**

Submitted on 16 Jul 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**D I N Â M I A**

CENTRO DE ESTUDOS  
SOBRE A MUDANÇA  
SOCIOECONÓMICA

## **Instruments d'Analyse pour la Méthode des Scénarios**

### **1 - ANALYSE STRUCTURELLE**

José Maria Castro Caldas & Margarida Perestrelo

Septembre 1998

Nº 98/09

### **Remerciements**

Les auteurs remercient l'équipe du projet "Avantages stratégiques du Baixo Alentejo Intérieur (Ourique et Almodôvar)", particulièrement Francisco Cordovil, Fátima Ferreiro, Rui Alves e Bruno Dias, pour les idées, suggestions et lecture critique d'une version préliminaire de ce texte. Nous aimerions également remercier João Ferrão, dont les contributions ont valorisé ce travail. Les lacunes et imperfections incombent aux seuls auteurs.



# **Instruments d'Analyse pour la Méthode des Scénarios**

## **1 - ANALYSE STRUCTURELLE**

José Maria Castro Caldas & Margarida Perestrelo  
Septembre 1998

---

## Table des Matières

0. INTRODUCTION .....	1
1. LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS.....	2
1.1. Délimitation du Système.....	2
1.2. Analyse Structurelle.....	2
1.3. Stratégie d'Acteurs .....	3
1.4. Construction de Scénarios.....	3
2. L'ANALYSE STRUCTURELLE .....	3
2.1. La méthode MICMAC.....	3
2.2. Problèmes avec la méthode MICMAC.....	9
2.3. Concepts d'Influence Indirecte et Procédés de Détermination Alternatifs .....	14
2.4. Relations Potentielles .....	19
2.5. Variables-Clés.....	20
3. DÉCOMPOSITION DU SYSTÈME EN SOUS-SYSTÈMES.....	20
3.1. Agrégation de la matrice d'effets globaux .....	20
3.2. Le procédé d'agrégation de la matrice.....	23
4. UN CAS D'APPLICATION: AVANTAGES STRATÉGIQUES D'OURIQUE ET ALMODÔVAR.....	24
4.1. Matrice d'Analyse Structurelle d'Ourique et Almodôvar .....	24
4.2. Comparaison des classifications en Motricité et Dépendance: MICMAC, "Flux Maximum" et "Propagation d'effets".....	29
4.3. Plan de Motricité et Dépendance Globales d'Ourique et Almodôvar avec l'application de la Méthode "Propagation d'Effets" .....	36
4.4. Sous-systèmes des Systèmes Actuel et Potentiel d'Ourique et Almodôvar .....	40
5. CONCLUSION .....	49
BIBLIOGRAPHIE .....	50

## 0. Introduction

Parmi les méthodes développées afin de soutenir la réflexion stratégique et prospective, la Méthode des Scénarios a récemment acquis, au moins en Europe, une certaine notoriété. Cette méthode a été mise en œuvre en France entre 1974 et 1979 par le département d'études prospectives de la SEMA et combine les fondements logiques des méthodologies développées au début des années soixante par la DATAR (Délégation à l'Aménagement du Territoire) avec des éléments d'analyse de systèmes importés des EUA. Michel Godet, actuellement enseignant au CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) est son principal créateur et divulgateur.

Cet ouvrage présente la réflexion résultant d'un certain nombre d'expériences d'application partielle de cette méthode (Perestrelo, 1990; CET, 1995/1997; DINÂMIA, 1997) et concerne surtout les instruments d'analyse. Son objectif n'est donc pas de fournir une perception globale ni de discuter les concepts de prospective et stratégie liés à la Méthode des Scénarios; le lecteur curieux à l'égard de ces aspects peut consulter les travaux de Godet (Godet, 1993a, 1997).

Notre conviction étant que la Méthode des Scénarios, dans sa conception générale, peut être un instrument d'analyse prospective et donc un outil de support à la prise de décision à prendre en compte, il nous semble utile de partager quelques interrogations concernant une partie des instruments analytiques proposés par Godet et de suggérer des alternatives qu'on considère avantageuses. Comme l'affirme Godet, en prospective, les instruments analytiques ne sont que des outils. Ils servent à réduire la complexité des systèmes réels, ne pouvant pas substituer l'intelligence, le sens critique et la perspicacité collective du groupe de travail. Cependant, malgré toutes les précautions et réserves que les résultats générés par des instruments construits sur des simplifications doivent susciter, la capacité des méthodes analytiques d'aide à la découverte de "relations cachées" est amplement reconnue. Ces instruments sont utiles et, dans ce sens, le temps investi dans leur mise en œuvre est loin d'être perdu.

Quoiqu'on ne cherche pas à donner une vision complète de la Méthode des Scénarios, il est inévitable de consacrer une première partie de ce texte à sa conception générale, afin de développer ensuite quelques questions relatives à deux de ces principales composantes: l'analyse structurelle et l'analyse de la stratégie d'acteurs. Pour raisons d'espace, le texte est présenté en deux documents de travail séparés, ce premier cahier étant intégralement consacré à l'analyse structurelle.

# 1. La Méthode des Scénarios

La Méthode des Scénarios (Godet, 1993a, 1997) a pour but d'organiser l'exercice prospectif en objectivant la définition de stratégies et en clarifiant les moyens d'exécution et les contraintes respectives. Elle se décompose en deux grandes étapes : la "construction de la base" et la "construction des scénarios".

La **Construction de la Base** se compose de trois phases:

- délimitation du système;
- détermination des variables-clés par l'Analyse Structurelle;
- étude de la Stratégie d'Acteurs;

La **Construction de Scénarios** est constituée par:

- construction d'hypothèses;
- consultation d'experts;
- hiérarchisation de Scénarios.

## 1.1. Délimitation du Système

La délimitation du Système n'est qu'un diagnostic orienté, qui permet de trouver un ensemble de variables quantitatives et qualitatives qui le caractérisent le plus exhaustivement possible.

## 1.2. Analyse Structurelle

Les **objectifs de l'Analyse Structurelle** sont les suivants:

- mettre en évidence les "effets cachés" et décomposer le système en groupes de variables; détecter les variables-clés du système;
- aider une équipe, normalement hétérogène dans ses intérêts et compétences, sinon même au niveau idéologique, à avoir une vision systémique et commune du problème en question;
- servir de contrôle aux analyses spontanées proposées par certains groupes qui tendent à privilégier des facteurs "emblématiques".

### 1.3. Stratégie d'Acteurs

Une fois détectées les variables-clés du système, il est possible d'analyser comment les principaux acteurs - les alliances, les conflits et les stratégies – se positionnent par rapport à celles-ci.

Les **objectifs** de la **Stratégie d'Acteurs** sont les suivants:

- identifier et caractériser les différents acteurs-clés;
- comprendre quels sont les conflits et les alliances possibles entre les différents acteurs;
- promouvoir une plus grande participation /implication et réflexion stratégique de la part des différents acteurs<sup>1</sup>;
- confronter les projets en présence et évaluer les relations de force existantes;
- élaborer une liste de recommandations stratégiques et spécifier les conditions de viabilité de leur mise en œuvre.

### 1.4. Construction de Scénarios

Pour la Construction des Scénarios, Godet propose une méthode (SMIC<sup>2</sup>) basée sur la consultation d'experts et une technique de calcul qui vise sa probabilisation. Cette phase de la Méthode des Scénarios a deux grands objectifs:

- la construction de scénarios et l'évaluation de leur probabilité de mise en œuvre;
- la réélaboration des recommandations stratégiques.

## 2. L'analyse structurelle

### 2.1. La méthode MICMAC

Le principal objectif de l'Analyse Structurelle est d'aider à percevoir "la structure des relations entre les variables qualitatives [...] qui caractérisent le système" (Godet, 1993a). La méthode proposée par Godet part de l'identification des variables pertinentes et des relations entre elles (délimitation du système). En pratique, on s'attend à ce que le groupe de travail sélectionne un ensemble de variables qui influencent le système (à partir d'un diagnostic plus ou moins sophistiqué) et qu'il remplisse une matrice carrée qui décrit les relations directes entre ces variables. Cette matrice, dénommée matrice d'analyse

---

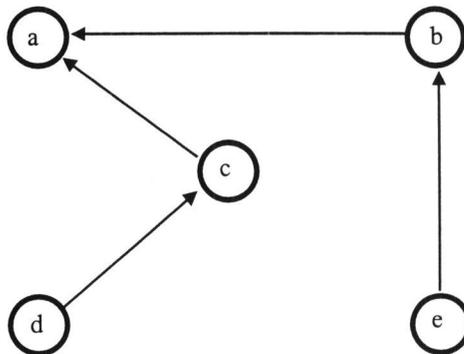
<sup>1</sup> La construction d'un Panel d'Acteurs pourra être un élément fondamental en ce qui concerne cet objectif.

<sup>2</sup> Systèmes et Matrices d'Impacts Croisés.

structurelle, a autant de lignes et de colonnes que les variables identifiées, l'élément générique  $a_{ij}$  étant occupé par un 1 dans le cas où la variable  $i$  influence directement la variable  $j$ , et par un 0, dans le cas contraire. En effet, cette matrice est la matrice d'adjacence à un graphe (graphe d'influences) où tous les nœuds correspondent à des variables et les arcs à la relation d'influence directe entre les variables.<sup>3</sup> Dans cette phase de l'analyse structurelle, les principales difficultés qui se présentent au groupe de travail résident habituellement :

- dans la définition du contenu des variables: l'insuffisante spécification de la variable peut mener à des hésitations dans le remplissage de la matrice;
- dans le double sens de quelques variables: par exemple, deux variables comme "politique monétaire" et "inflation" sont certainement en relation, mais le "signal" de cette relation dépend du "signal" de la politique monétaire. Dans ces cas, il peut être préférable de redéfinir la variable en la dépliant en deux ("politique monétaire expansionniste" et "politique monétaire restrictive");
- dans la distinction entre effets directs et indirects entre les variables;
- dans la morosité du procédé de remplissage de la matrice.

Exemple 2.1.: Supposons qu'il y a 5 variables qui entrent en relation comme décrit dans le graphe d'influences suivant:



Dans ce cas la matrice d'analyse structurelle aurait la configuration suivante:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c & d & e \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$



Pour l'analyse du système représenté dans la matrice d'analyse structurelle, Godet propose une méthode dénommée MICMAC (Matrice d'Impacts Croisés de Multiplication

---

<sup>3</sup> Comme on verra, cette matrice peut également être remplie dans une échelle 0-3 selon l'intensité de l'influence d'une variable sur l'autre.

Appliquée à une Classification) qui a comme objectifs la détermination des relations indirectes entre les variables et leur classification selon une typologie basée sur leur degré de motricité et dépendance.

### 2.1.1. Motricité et Dépendance Directes

La motricité directe d'une variable (dans le cas d'une matrice d'analyse structurelle 0-1) est une mesure de l'influence de cette variable sur l'ensemble du système qui est donnée par le nombre de variables que cette variable influence (somme en ligne de la matrice  $A$ ). La dépendance directe d'une variable est donnée par le nombre de variables qui l'influencent (somme en colonne de la matrice  $A$ ). Le degré de motricité (dépendance) de la variable est donné par la position qu'elle occupe, selon sa motricité (dépendance), dans la séquence ordonnée des variables.

Exemple 2.2: Etant donnée la matrice d'analyse structurelle:

$$A = \begin{array}{ccccc|c} & a & b & c & d & e & \\ \hline & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 3 \text{ a} \\ & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \text{ b} \\ & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 2 \text{ c} \\ & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \text{ d} \\ & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \text{ e} \\ \hline & 0 & 2 & 2 & 3 & 1 & \end{array}$$

La motricité directe des variables (par ordre décroissant) serait: 3 ( $a$ ), 2 ( $c$ ), 1 ( $b$ ), 1 ( $d$ ), 1 ( $e$ ). Le degré de motricité de la variable  $a$  serait 1, de la variable  $c$ , 2, et ainsi de suite.

La dépendance directe (également par ordre décroissant) serait: 3 ( $d$ ), 2 ( $b$ ), 2 ( $c$ ), 1 ( $e$ ), 0 ( $a$ ). Le degré de dépendance de la variable  $d$  serait 1, de la variable  $b$ , 2, etc.



### 2.1.2. Motricité et Dépendance Indirectes

Cependant l'objectif fondamental de la méthode MICMAC est la détermination des relations indirectes<sup>4</sup> entre les variables, indiquant ainsi les "effets cachés" qui ne sont pas immédiatement perceptibles dans la matrice d'analyse structurelle. En effet, une variable peu motrice (ou peu dépendante) du point de vue des relations directes peut être très motrice du point de vue des relations indirectes – son influence réelle dans le système (ou sa dépendance) peut être très supérieure à celle qui est révélée par l'analyse des relations directes.

---

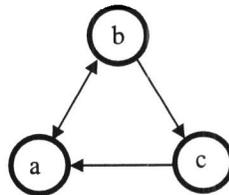
<sup>4</sup> On dit qu'il y a une relation indirecte entre une paire de variables ( $i, j$ ) quand il existe un chemin entre le nœud  $i$  et le nœud  $j$  dans le graphe d'influences.

Pour détecter les relations indirectes, le procédé de la méthode MICMAC se base sur l'idée suivante:

- multiplier la matrice  $A$  par elle-même permet d'identifier les chemins de longueur 2 entre les paires de nœuds;
- dans la matrice  $A^2=A \times A$  l'élément générique  $a^2_{ij}$  sera égal au nombre de chemins de longueur 2 existants entre les nœuds  $i$  et  $j$  du graphe d'influences;
- si on fait  $A^3=A \times A^2$ , on obtient les chemins de longueur 3, et ainsi de suite;
- présupposant que la motricité indirecte d'une variable est d'autant plus grande que le sera le nombre de chemins (relations indirectes) qui ont leur origine dans cette variable et que le sera la longueur de ces chemins, et que, inversement, la dépendance d'une variable est proportionnelle au nombre et à la longueur des chemins qui ont pour destinée cette variable, on pourrait prendre comme mesure de la motricité indirecte des variables la somme en ligne d'une matrice  $A^n$  et comme mesure de la dépendance sa somme en colonne;
- le degré de motricité (dépendance) d'une variable serait donc donné par la place qu'elle occuperait dans la séquence résultante du classement des variables par ordre décroissant des sommes en ligne (colonne) de la matrice  $A^n$ ;
- selon Godet, le nombre de fois que le produit matriciel doit être effectué (l'exposant  $n$  de la matrice  $A$ ), ne doit pas être très élevé étant donné que le classement pour  $n$  tend à être égale au classement obtenu pour  $n-1$  pour des valeurs de  $n$  bas ("en général à partir de la puissance 4 ou 5").

L'exemple fourni par Godet (1997: 138) est illustratif:

Exemple 2.3: Considérons les relations directes représentées par le graphe suivant:



auquel correspond la matrice suivante:

$$A = \begin{array}{ccc|l} a & b & c & \\ \hline 0 & 1 & 0 & 1 \text{ a} \\ 1 & 0 & 1 & 2 \text{ b} \\ 1 & 0 & 0 & 1 \text{ c} \\ \hline & 2 & 1 & 1 \end{array}$$

On aurait:

$$A^2 = \begin{array}{ccc|l} a & b & c & \\ \hline 1 & 0 & 1 & 2 \text{ a} \\ 1 & 1 & 0 & 2 \text{ b} \\ 0 & 1 & 0 & 1 \text{ c} \\ \hline & 2 & 2 & 1 \end{array}$$

Dans la matrice  $A^2$ , il est possible de lire les chemins de longueur 2 existants dans le graphe. En effet:  $a_{11}=1$  et il existe un chemin A-B-A dans le graphe;  $a_{13}=1$  et il existe un chemin A-B-C. Il est également facile de constater l'existence de chemins de longueur 2 correspondants aux autres éléments unitaires de la matrice:  $a_{13}$ ,  $a_{21}$ ,  $a_{22}$ , et  $a_{32}$ .

Pré-multipliant  $A^2$  par  $A$  on obtient  $A^3$ , où, comme on peut le constater, les éléments unitaires signalent l'existence de chemins de longueur 3 entre deux nœuds.

$$A^3 = \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 0 \end{array} \right] 2 \text{ a} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array} \right] 3 \text{ b} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 1 \end{array} \right] 2 \text{ c} \\ \begin{array}{ccc} 3 & 2 & 2 \end{array} \end{array}$$

Comme le souligne Godet, dans ce cas, la hiérarchisation des variables par ordre décroissant de la somme en ligne et en colonne, qui exprime, d'après cette méthode, la motricité et dépendance indirectes des variables, stabilise à partir de la matrice d'ordre 4.

$$A^4 = \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array} \right] 3 \text{ a} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 2 & 1 & 1 \end{array} \right] 4 \text{ b} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 0 \end{array} \right] 2 \text{ c} \\ \begin{array}{ccc} 4 & 3 & 2 \end{array} \end{array}$$

$$A^5 = \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 2 & 1 & 1 \end{array} \right] 4 \text{ a} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 2 & 2 & 1 \end{array} \right] 5 \text{ b} \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array} \right] 3 \text{ c} \\ \begin{array}{ccc} 5 & 4 & 3 \end{array} \end{array}$$

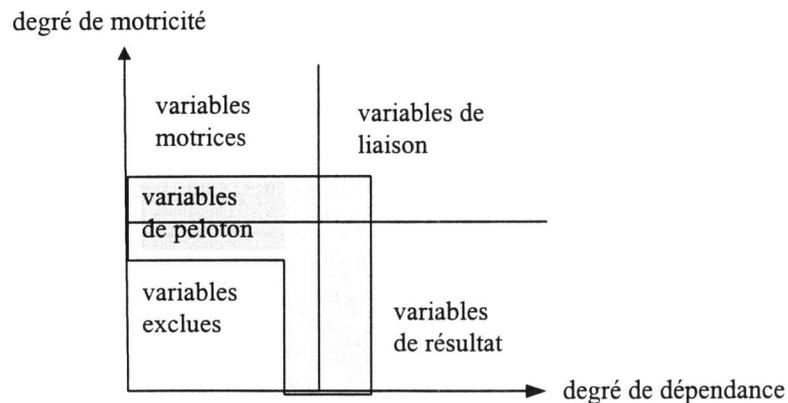


### 2.1.3. Typologie de Classification des Variables

La typologie proposée par Godet est la suivante:

- **variables motrices:** variables très motrices et peu dépendantes (elles influencent la dynamique du système, mais sont peu conditionnées par lui).
- **variables de liaison:** variables très motrices et très dépendantes (elles occupent une position de charnière: étant objet de fortes influences, elles propagent ces influences dans l'ensemble du système).
- **variables de résultat:** variables peu motrices et très dépendantes (elles sont conditionnées par la dynamique du système et exercent peu d'influence sur lui).
- **variables exclues:** variables peu motrices et très dépendantes (elles jouent un rôle peu important).
- **variables de peloton:** variables moyennement motrices et dépendantes (elles occupent une position intermédiaire, difficile à caractériser).

Utilisant un référentiel cartésien pour représenter cette division de l'espace motricité×dépendance, on obtiendrait:



Bien que, pour Godet, les coordonnées de ce graphique soient le degré de motricité et de dépendance (tels que définis ci-dessus), il peut être avantageux de standardiser la motricité et la dépendance en utilisant ces mesures comme coordonnées du graphique (voir exemple dans le point 4, ci-dessous).

Godet considère que les variables-clés du système (celles où les attentions doivent se centrer) sont les variables de liaison (1997: 143).

Etant donné qu'il existe une distinction entre motricité et dépendance directes et indirectes, il existe une classification des variables selon les effets directs et une autre selon les effets indirects. La comparaison entre le degré de motricité (dépendance) directe et le degré de motricité (dépendance) indirecte, et entre les deux types de classification peut révéler des changements dans le positionnement des variables découlent des effets secondaires, dont la perception peut être importante.

#### 2.1.4. Quantification de la Relation d'Influence

L'influence d'une variable sur une autre peut être plus ou moins forte, mais le remplissage de la matrice d'analyse structurelle avec des 0s et des 1s ne permet pas de capter cet aspect de la réalité. Cependant, en réponse à cette objection, Godet admet que la matrice d'analyse structurelle soit remplie dans une échelle 0-3 selon l'influence d'une variable sur l'autre (nulle, faible, moyenne ou forte). Il admet aussi que, dans ce cas, les procédés de détermination de la motricité directe et indirecte et la typologie de classification des variables se maintiennent, même s'il est évident que les interprétations de "motricité" et de "dépendance", valables pour le cas des matrices 0-1, ne le sont plus dans ce cas-ci.

## 2.2. Problèmes avec la méthode MICMAC

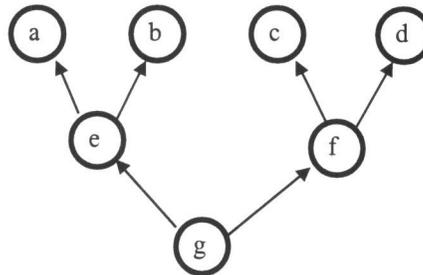
Cette méthode de détermination des relations indirectes suscite quelques objections que nous allons présenter à l'aide de quelques exemples.

### 2.2.1. Indétermination de la motricité et de la dépendance indirectes

Quand le graphe d'influences contient certains types de structures exemptes de circuits, le procédé MICMAC peut être non conclusif quant à la motricité et à la dépendance indirectes des variables représentées.

Exemple 2.4.:

Dans le cas du graphe:



le résultat du procédé MICMAC conduirait à une indétermination. Si  $A$  est la matrice d'analyse structurelle qui correspond à cette arborescence, on a:

$$\begin{array}{l}
 A = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{array} \begin{array}{l} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \end{array} \\
 \\
 A^2 = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 4 \end{array} \begin{array}{l} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \end{array} \\
 \\
 A^3 = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \begin{array}{l} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \end{array} \\
 \\
 A^4 = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \begin{array}{l} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \end{array}
 \end{array}$$

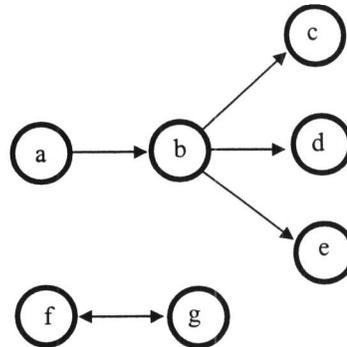
C'est-à-dire, arrivés à la matrice  $A^4$ , où le procédé termine, la motricité et la dépendance sont indéterminées.



**2.2.2. Survalorisation de la rétroaction (*feedback*)**

Si, outre ces structures sans circuits, il existe un petit circuit indépendant, le procédé MICMAC survalorise les variables qui intègrent le circuit, en les rendant artificiellement plus motrices et dépendantes.

Exemple 2.5:



Dans ce cas, on n'hésiterait pas à affirmer que la variable *a* est la plus motrice du point de vue des relations indirectes. Cependant, si on applique la méthode MICMAC on a:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 \hline
 \end{array} & \begin{array}{c} 1 \\ 3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \\
 A = & & \\
 \\
 \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 \hline
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 \hline
 \end{array} & \begin{array}{c} 3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \\
 A^2 = & & \\
 \\
 \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 \hline
 \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \\
 A^3 = & & \\
 \\
 \begin{array}{cccccccc} a & b & c & d & e & f & g \\ \hline
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 \hline
 \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{array} & \begin{array}{c} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{array} \\
 A^4 = & & \\
 \end{array}$$

donc, *f* et *g* seraient les variables indirectement les plus motrices et aussi les plus dépendantes.



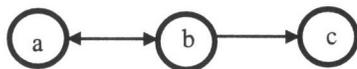
En général, à chaque fois qu'il y a des circuits dans le graphe, les nœuds (les variables) qui intègrent ces circuits auront tendance, avec la méthode MICMAC, à être promus dans la

hiérarchie de la motricité et de la dépendance. Ainsi, on pourrait dire que la méthode prend en considération les effets de rétroaction. Cependant, lorsque les effets de rétroaction sont confinés à des petits sous-systèmes isolés, comme dans le cas qui a été présenté en exemple, le procédé MICMAC mène à une survalorisation injustifiable de l'influence (dépendance) des variables de ces sous-systèmes par rapport au reste du système.

### 2.2.3. Absence de stabilité

Par ailleurs, même si en pratique il arrive souvent que "les classifications en ligne et en colonne deviennent stables à partir d'un certain ordre" (Godet, 1997: 139), ceci ne correspond pas toujours à la réalité. Il suffit qu'il y ait dans le graphe un sous-système avec une configuration:

Exemple 2.5:



pour que la stabilité ne se vérifie jamais. En effet, avec:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\
 A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{array}{l} 1 \ a \\ 2 \ b \\ 0 \ c \end{array} \\
 \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\
 A^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{array}{l} 2 \ a \\ 1 \ b \\ 0 \ c \end{array} \\
 \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\
 A^3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{array}{l} 1 \ a \\ 2 \ b \\ 0 \ c \end{array} \\
 \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\
 A^4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{array}{l} 2 \ a \\ 1 \ b \\ 0 \ c \end{array} \\
 \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc} a & b & c \end{array} \\
 A^5 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{array}{l} 1 \ a \\ 2 \ b \\ 0 \ c \end{array} \\
 \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}$$

il est facile de constater que la variable *a* occupera la première place dans le classement par la somme en ligne des matrices d'ordre pair et que la variable *b* occupera cette place dans les matrices d'ordre impair.



### 2.2.4. Effets multiplicatifs

Godet admet la possibilité de quantifier l'intensité des relations utilisant les nombres entiers 0, 1, 2 et 3 dans le remplissage de la matrice d'analyse structurelle.

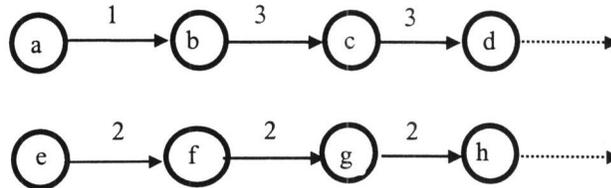
Avec cette quantification de l'intensité des relations, la somme des éléments de la ligne *i* de la matrice *A* (motricité directe de la variable *i*) peut être facilement interprétée comme étant une mesure d'influence directe totale que la variable *i* exerce sur les autres variables, et la somme des éléments de la colonne *i* (dépendance directe de la variable *i*) comme une mesure de l'influence reçue par la variable *i*. Cependant, dans le cas des influences indirectes, l'élément générique  $a_{ij}^n$  et les sommatoires respectives en ligne et en colonne cessent de pouvoir être interprétés en termes de nombre de chemins, et il n'existe aucune forme alternative d'interprétation qui soit claire.

Les effets multiplicatifs qui résultent de l'utilisation d'une échelle 0-3 tendent à amplifier

artificiellement l'intensité des relations indirectes et, en généralisant la rétroaction positive, ils aggravent le problème de survalorisation de la rétroaction en petits circuits, déjà présent lorsqu'on utilise une échelle 0-1.

Exemple 2.7:

Considérons un graphe de relations directes contenant les sous-graphes suivants:

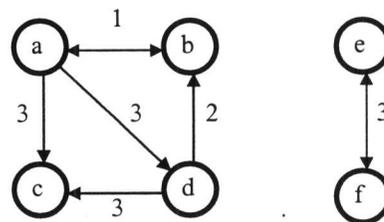


Si l'influence de  $a$  sur  $b$  est 1, il faudrait admettre que l'influence indirecte de  $a$  sur  $c$  et  $d$  serait, au maximum, également 1, et que l'influence indirecte de  $e$  sur  $h$  serait 2, et donc que la motricité de  $e$  serait supérieur à celle de  $a$ . Cependant, l'application du procédé MICMAC rendrait  $a$  plus motrice que  $e$ . Dans la matrice  $A^3$ , la motricité indirecte de  $a$  serait quantifiée avec 9, tandis que celle de  $e$  le serait avec 8. Il ne faudrait donc pas exclure la possibilité d'effets d'amplification des influences (l'effet faible de  $a$  sur  $b$  serait amplifié par l'effet fort de  $b$  sur  $c$  et de  $c$  sur  $d$ ). Cependant, s'il ne faut pas exclure cette possibilité, sa généralisation est plus difficile à accepter.



Exemple 2.8:

Etant donné un système comme:



où entre les variables  $a$ ,  $b$ ,  $c$  et  $d$  il existe de multiples relations d'interdépendance directes et indirectes, le procédé MICMAC ferait surgir les variables  $e$  et  $f$  comme fortement motrices et dépendantes au détriment de celles qui intègrent le sous-système de plus grande dimension, comme on peut l'observer dans la matrice qui correspond au moment où le procédé termine:

$$A^7 = \begin{array}{cccccc|c} a & b & c & d & e & f & \\ \hline 18 & 109 & 219 & 111 & 0 & 0 & 457 a \\ 37 & 18 & 45 & 36 & 0 & 0 & 136 b \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 c \\ 24 & 74 & 114 & 6 & 0 & 0 & 218 d \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2187 & 2187e \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2187 & 0 & 2187f \\ \hline 79 & 201 & 378 & 153 & 2187 & 2187 & \end{array}$$



### 2.2.5. Séparation entre effets directs et indirects

La méthode MICMAC sépare totalement les effets directs des indirects. Une variable peut avoir de forts effets directs et de faibles effets indirects et, d'une certaine façon, la méthode permet d'identifier ces situations. Ceci est intéressant étant donné que de l'information est ajoutée aux données initiales. Cependant, cette distinction conduit à deux types de classification des variables (classification selon les effets directs et classification selon les effets indirects) qui peuvent être contradictoires. Dans ce cas, il est difficile de juger l'importance et le rôle que les variables ont dans le système. Il serait plus intéressant d'obtenir des effets globaux (directs et indirects) que de séparer les effets directs des indirects. La comparaison des effets directs et des effets globaux continuerait à permettre de détecter les "effets cachés" des variables et la classification selon les effets globaux rendrait possible une définition claire du rôle et du positionnement relatif des variables dans le système.

### 2.2.6. Les Conséquences

Face aux problèmes identifiés au niveau du procédé MICMAC (indétermination, survalorisation de la rétroaction, absence de stabilité, effets multiplicatifs et séparation entre effets directs et indirects), on pourrait contre-argumenter en disant qu'ils se rapportent à des "situations perverses", cas extrêmes artificiellement construits sans pertinence pratique. Cependant, il est très improbable que dans la majorité des graphes d'influences qui correspondent à des systèmes "réels" ne soient pas présentes les conditions qui sont à leur l'origine - circuits, ou structures exemptes de circuits qui mènent à des situations d'indétermination.

Ainsi, si l'absence de stabilité et la séparation entre effets directs et indirects peuvent être considérées comme des limitations peu importantes, cependant les autres problèmes doivent être pris en compte. Ils existent quand la matrice d'analyse structurelle est du type 0-1 et s'aggravent quand l'échelle est 0-3. En ce qui concerne ce dernier cas, les effets multiplicatifs et la généralisation de la rétroaction positive ont comme conséquence une forte distorsion des résultats. La recherche d'un procédé alternatif au MICMAC pour la détermination des relations directes et indirectes est donc justifiée.

## 2.3. Concepts d'Influence Indirecte et Procédés de Détermination Alternatifs

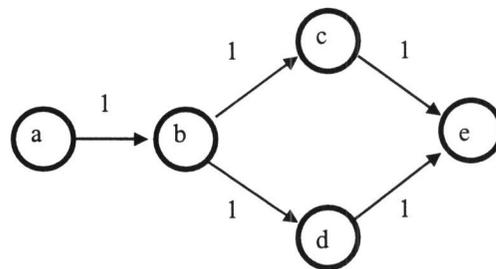
Comme on pourra le constater, trouver un concept d'influence indirecte et un procédé de détermination alternatif au MICMAC est une tâche plus difficile qu'il ne semble.

### 2.3.1. Influence Indirecte comme "Flux Maximum" entre Paires de Nœuds d'un Graphe

Une première possibilité est de considérer que l'influence indirecte d'une variable  $i$  sur une variable  $j$  quelconque est donnée par le flux entre le nœud  $i$  et  $j$  dans le graphe d'influences (avec des capacités dans les arcs 0/1 ou dans une échelle 1-3 selon l'intensité de l'influence).

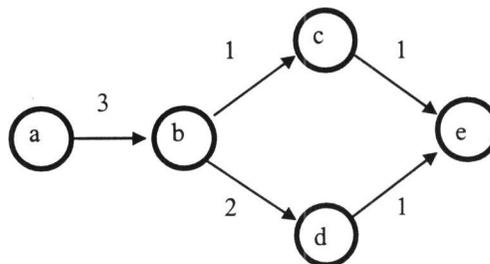
Exemple 2.9:

Etant donné un graphe:



l'influence indirecte de  $a$  sur  $c$ ,  $d$  et  $e$  serait quantifiée avec 1 (le flux maximum entre les nœuds  $a$  et  $c$ ,  $a$  et  $d$  et  $a$  et  $e$ ).

Quantifiant les influences selon l'intensité, on obtiendrait, par exemple, un graphe:



Dans ce cas, l'influence indirecte de  $a$  sur  $c$  serait 1 (flux maximum entre  $a$  et  $c$ ), celle de  $a$  sur  $d$  serait 2 et celle de  $a$  sur  $e$  serait également 2.



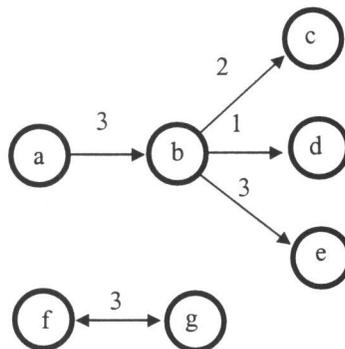
### 2.3.2. Détermination de l'influence Directe et Indirecte comme Problème de "Flux Maximum"

Si, dans le graphe, on détermine le flux maximum entre toutes les paires  $(i, j)$  de nœuds (avec  $i \neq j$ ), on obtient une matrice d'influences globales (directes et indirectes). Etant donné qu'il existe des algorithmes qui déterminent le flux maximum entre paires de nœuds en temps polynomial (voir, par exemple, Syslo, 1983), l'itération du procédé pour toutes les paires de nœuds peut être faite dans un temps de computation acceptable même pour les matrices d'analyse structurelle d'une dimension raisonnable.

Il faut noter que dans le cas d'une matrice d'analyse structurelle *booléenne* ce procédé permet de définir clairement la motricité et la dépendance globales d'une variable: la motricité globale est donnée par le nombre de variables que cette variable influence (directe ou indirectement), et la dépendance globale d'une variable par le nombre de variables qui l'influencent (directe ou indirectement). Dans le cas d'une matrice remplie avec des entiers dans l'échelle 0-3 les définitions ne sont pas aussi claires: la motricité globale est la somme des flux maximums entre une variable et toutes les autres et la dépendance globale la somme des flux maximums entre toutes les variables et elle-même.

Exemple 2.10:

Etant donné le graphe:



la matrice d'influences directes et indirectes correspondante serait:

$$A = \begin{array}{cccccccc|c}
 & a & b & c & d & e & f & g & \\
 \hline
 a & 0 & 3 & 2 & 1 & 3 & 0 & 0 & 9 & a \\
 b & 0 & 0 & 2 & 1 & 3 & 0 & 0 & 6 & b \\
 c & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c \\
 d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d \\
 e & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e \\
 f & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 3 & f \\
 g & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & g \\
 \hline
 & 0 & 3 & 4 & 2 & 6 & 3 & 3 & & 
 \end{array}$$

Si on considère le sommatoire en ligne comme mesure de la motricité des variables et le sommatoire en colonne comme mesure de la dépendance, on obtiendrait le classement suivant en ce qui concerne le degré de motricité:  $a, b, f, g, c, d, e$ ; et en ce qui concerne le degré de dépendance:  $e, c, b, f, g, d, a$ .



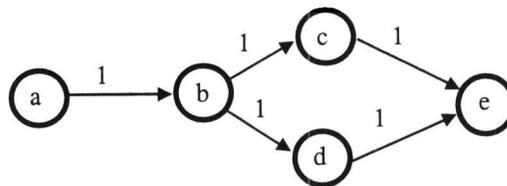
### 2.3.3. Problèmes avec le Concept d'Influence Indirecte comme Flux entre Paires de Nœuds

Malgré le fait que ce concept d'influence indirecte, en s'approchant d'un concept "naturel" de mesure d'influence globale des variables, permette de contourner les problèmes identifiés dans le procédé MICMAC, au moins deux objections peuvent être suscitées:

- il annule les effets éventuels de rétroaction;
- il ne prend pas en considération les effets de propagation d'influence.

La première objection est claire. Elle ne constitue pas un argument définitif contre ce concept de mesure d'influence indirecte mais représente une limitation dont il faut avoir conscience. La deuxième exige une explication plus détaillée.

Considérons, par exemple, le graphe d'influences suivant:  
Exemple 2.11:



D'après ce concept, la mesure d'influence indirecte de  $a$  sur  $e$  est 1. Cependant, en alternative, on pourrait considérer que lorsque  $b$  est activé par l'influence de  $a$ , il propage son influence vers deux directions activant  $c$  et  $d$  (propageant l'influence reçue). Ainsi, le résultat sera une influence finale sur  $e$  supérieure à celle exercée par  $a$ .



### 2.3.4. Influence Indirecte comme "Propagation d'Effets"

Un deuxième concept alternatif de mesure d'influence indirecte peut donner une réponse à la première de ces deux objections. Si dans le graphe d'influences les poids associés aux arcs sont des nombres réels dans l'intervalle  $[0,1]$ , la matrice  $A^2$  peut être interprétée comme la matrice d'influence indirecte entre nœuds séparés par des chemins de longueur 2, la matrice  $A^3$  comme la matrice d'influence indirecte entre nœuds séparés par des

chemins de longueur 3 et ainsi de suite.

D'autre part, la somme  $A+A^2+A^3+\dots+A^n$  exprime les influences globales (directes et indirectes) entre toutes les paires de variables jusqu'aux influences transmises au long des chemins de longueur  $n$ .

Si la norme de la matrice  $A$  est plus petite que l'unité<sup>5</sup>, à mesure que  $n$  tend vers l'infini les éléments de la matrice  $A^n$  tendent vers 0 (Tucker, 1993: 195 et 357). Il existe donc un ordre à partir duquel les influences indirectes sont négligeables.

Si la matrice  $A$  est obtenue à partir de la *standardisation* de la matrice d'analyse structurelle initiale faite à travers la division de tous les éléments de la matrice par le maximum de la somme en ligne additionné d'un petit  $\epsilon$ , il est garanti que la norme de  $A$  est plus petite que l'unité.

Ainsi, les effets globaux incorporent la rétroaction (et cela, même si on assume que la rétroaction est toujours négative), tout comme les effets de propagation (même si on assume leur dissipation progressive à mesure que la distance entre les variables augmente).

### 2.3.5. Détermination de l'Influence Directe et Indirecte comme Somme d'Effets Propagés

Du point de vue de la computation, la détermination de l'influence globale d'après ce concept est extrêmement simple. Il suffit de procéder à une série de multiplications matricielles et à l'addition séquentielle des matrices obtenues. Le critère d'arrêt du procédé peut, par exemple, être la somme de tous les éléments de chaque matrice  $A^n$  et la comparaison de cette addition,  $\Sigma$ , avec la valeur préalablement définie,  $\epsilon$ , le procédé s'arrêtant quand  $\Sigma < \epsilon$ .

Exemple 2.12:

La matrice d'analyse structurelle qui correspond au graphe présenté dans l'exemple 4 est la suivante:

$$\begin{array}{cccccc}
 a & b & c & d & e & f & g \\
 \left[ \begin{array}{cccccc}
 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 2 & 1 & 3 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0
 \end{array} \right] \begin{array}{l} 3a \\ 6b \\ 0c \\ 0d \\ 0e \\ 1f \\ 1g \end{array}
 \end{array}$$

---

<sup>5</sup> La norme étant la plus grande somme en ligne de la matrice.

Fixant  $\epsilon=0.001$  et *standardisant* la matrice, c'est-à-dire, divisant tous ses éléments par  $6+0.001$ , on obtient :

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c & d & e & f & g \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.4999 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3333 & 0.1666 & 0.4999 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1666 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1666 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \end{matrix}$$

La somme des éléments de la matrice  $A^5$  est plus petite que  $\epsilon$  et le procédé s'arrête là. Le résultat  $A + A^2 + A^3 + A^4 + A^5$  est donné par la matrice:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c & d & e & f & g \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.4999 & 0.1666 & 0.0833 & 0.2499 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3333 & 0.1666 & 0.4999 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0285 & 0.1714 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1714 & 0.0285 \end{bmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} 0.9998a \\ 0.9998b \\ 0c \\ 0d \\ 0e \\ 0.1999f \\ 0.1999g \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 0 & 0.4999 & 0.4999 & 0.2499 & 0.7498 & 0.1999 & 0.1999 \end{matrix}$$

le classement qui serait obtenu quant à la motricité serait donc:  $a, b, f, g, c, d, e$ ; et quant à la dépendance:  $e, b, c, d, f, g, a$ ; un résultat semblable mais non totalement égal à celui obtenu avec la méthode antérieure.



### 2.3.6. L'option pour la meilleure méthode

Les deux procédés alternatifs proposés résolvent les problèmes identifiés dans la méthode MICMAC: indétermination, survalorisation de rétroaction, absence de stabilité, effets multiplicatifs et séparation des effets directs et indirects.

Cependant, le "Flux Maximum" crée deux nouveaux problèmes:

- il ne tient pas compte de la rétroaction;
- il ne tient pas compte de la "propagation d'effets".

Par contre, le procédé "Propagation d'effets" résout les problèmes que le "Flux Maximum" pose, bien qu'il généralise la rétroaction positive et la dilution des effets propagés.

Il est clair que dans les systèmes réels la rétroaction positive et la propagation positive

d'effets peuvent être présentes. Cependant, ces systèmes sont si complexes qu'il est inutile de penser à leur appliquer des procédés analytiques du type de l'analyse structurelle.<sup>6</sup> L'analyse structurelle s'applique seulement à des systèmes où l'effet des variables se "dilue avec le temps" et, dans ce cas, le concept de "Propagation d'Effets" semble avoir plus de sens que le MICMAC et que le "Flux Maximum".

## 2.4. Relations Potentielles

Godet considère aussi la possibilité de tenir compte des relations potentielles dans le remplissage de la matrice d'analyse structurelle, c'est-à-dire, des relations "actuellement inexistantes mais passibles de devenir probables ou, au moins, possibles, en conséquence de l'évolution du système dans un futur plus ou moins lointain" (1993b: 3). Ces relations seraient signalées par le remplissage des positions correspondantes dans la matrice avec la valeur 4. Le procédé MICMAC se maintiendrait pour tout le reste et, outre les classifications directes et indirectes, il passerait à exister une classification potentielle. L'idée sous-jacente à la proposition de Godet est probablement la suivante: l'introduction d'une valeur élevée dans la matrice correspondante aux effets potentiels permettrait de mettre clairement en évidence les différences au niveau de la motricité et de la dépendance des variables, et donc au niveau de la classification qui résulterait de la prise en compte des effets potentiels.

Cependant, la prise en compte d'effets potentiels pose un problème plus complexe qui pourra difficilement être résolu de la façon proposée par Godet: il se peut qu'aucun effet n'existe entre une paire de variables A et B dans l'absence d'une troisième variable C ayant de l'influence sur A ou B, cet effet existant dès que cette troisième variable est considérée. Ainsi, la prise en compte des effets potentiels implique, en rigueur, un nouveau remplissage de la matrice d'analyse structurelle qui peut être réalisé sans aucune modification de l'échelle antérieurement utilisée. Cette voie a été suivie dans l'exemple d'application présenté ci-dessous.

Comme on peut l'observer dans la 4<sup>ème</sup> partie, on considère que les relations potentielles sont des relations qui émergent déjà actuellement, mais dont les effets sur le système ne peuvent pas encore être mesurés. De cette façon, deux systèmes surgissent: le système actuel et le système potentiel.

La matrice d'analyse structurelle du système actuel se compose de toutes les variables ("actuelles et potentielles"), cependant, il n'est pas encore possible de mesurer l'effet des variables potentielles dans le reste du système étant donné que ces variables ont, en ligne, la valeur 0. Il est toutefois possible de mesurer l'effet des autres variables sur les potentielles, et de cette façon, les variables potentielles sont remplies en colonne.

---

<sup>6</sup> Dans les systèmes de ce type, des "petites erreurs de mesure" de l'influence entre les variables peuvent conduire à des différences énormes au niveau des effets finaux. Étant donné que la méthode repose inévitablement sur des estimations très imprécises de l'influence entre paires de variables, chercher à réduire les "erreurs de mesure" serait une tâche irréalisable.

Dans le système potentiel on remplit à nouveau la matrice d'analyse structurelle, exactement dans la même échelle (0-3), en estimant l'effet que les variables potentielles auront sur le reste du système.

## 2.5. Variables-Clés

Comme il a déjà été mentionné, Godet considère que les variables de liaison sont les variables-clés du système (Godet, 1997: 143) (celles où les attentions doivent se centrer). En effet, ces variables, étant très dépendantes et très motrices, jouent un rôle fondamental dans le système: elles transmettent l'influence des variables plus motrices aux variables dépendantes. Cependant, si on veut détecter où réside la clé de la dynamique du système (les variables qui conditionnent leur dynamique) il est difficile de limiter l'analyse aux seules variables de liaison. En effet, les variables-clés, qu'elles soient ou non des variables de liaison, sont des variables très motrices.

## 3. Décomposition du Système en Sous-Systèmes

### 3.1. Agrégation de la matrice d'effets globaux

La tentative de décomposer les systèmes en sous-systèmes, de façon à réduire la complexité, caractérise toute recherche scientifique. Si dans beaucoup de cas cette tentative est menée au point qu'elle cache artificiellement la complexité caractéristique de la réalité analysée, dans le cas de la méthode MICMAC le problème est l'inverse: il ignore complètement la possibilité de décomposition qui existe souvent et la clarté qui peut en résulter.

Dans un système représenté par une matrice, il peut ou non exister un modèle qui indique la possibilité de décomposition. Le problème est que ce modèle n'est pas toujours immédiatement visible.

Par exemple, étant donnée une matrice du type:

Exemple 3.1:

$$\begin{array}{ccccc} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \left[ \begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right] & \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \end{array}$$

la structure sous-jacente ne se révèle clairement que quand l'ordre des lignes et des colonnes est modifiée:

$$\begin{array}{cccc}
 & 1 & 3 & 5 & 2 & 4 \\
 \left[ \begin{array}{ccccc}
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 1
 \end{array} \right]
 \begin{array}{l}
 1 \\
 3 \\
 5 \\
 2 \\
 4
 \end{array}
 \end{array}$$

l'existence de deux sous-matrices qui représentent deux sous-systèmes devient évidente.



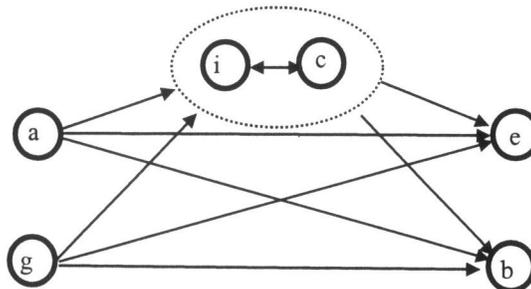
On peut donc penser à appliquer à la matrice à effets globaux un procédé qui conduise à ce résultat (procédé d'agrégation). Dans le cas où la présence de sous-systèmes se vérifie, le gain en compréhension du système est appréciable.<sup>7</sup>

Imaginons, par exemple, que le procédé d'agrégation conduisait à un résultat du type:

Exemple 3.2:

	e	i	c	b	d	f	a	h	j	g	
*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0	a
*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0	c
*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0	i
*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0	g
0	0	0	0	*	*	*	0	0	0	0	h
0	0	0	0	*	*	*	0	0	0	0	j
0	0	0	0	*	*	*	0	0	0	0	f
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	b
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	d
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	e

Il est possible de distinguer ici deux sous-systèmes. Le premier, correspondant à la sous-matrice du coin supérieur gauche, peut être représenté de la façon suivante:



<sup>7</sup> Un système est un sous-ensemble de variables inter-relationnées (une sous-matrice non nulle).

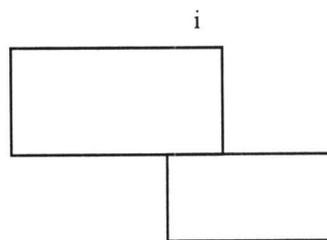
Ce sous-système a comme variables motrices  $a$  et  $g$ , comme variables dépendantes  $e$  et  $b$  et comme variables de liaison  $i$  et  $c$ . Le deuxième sous-système a comme variables motrices  $h$  et  $j$ , comme variable de liaison  $f$  et comme variables dépendantes  $d$  et  $a$ . Ces variables auraient certainement déjà été classées de cette façon mais la classification quant aux effets globaux ne permet pas par soi-même d'établir la relation entre la motricité et la dépendance des variables et les sous-systèmes concrets.



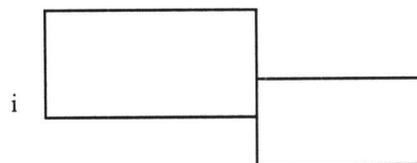
Dans la relation entre deux sous-systèmes, il existe trois situations possibles:

- sous-systèmes indépendants: ils n'ont aucune variable en commun;
- sous-systèmes articulés: ils ont en commun des variables motrices, des variables dépendantes ou des variables de liaison;

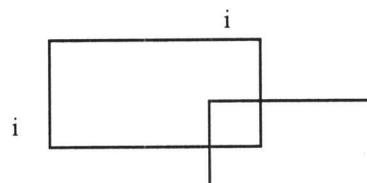
**sous-systèmes articulés: variable  $i$  dépendante dans les deux:**



**sous-systèmes articulés: variable  $i$  motrice dans les deux:**

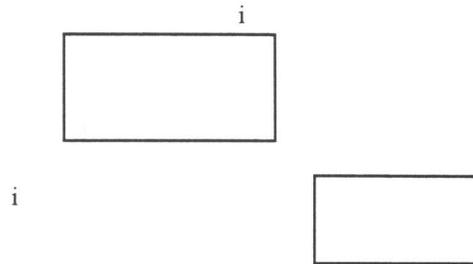


**sous-systèmes articulés: variable  $i$  "de liaison" dans les deux:**



- sous-systèmes enchaînés: au moins une variable dépendante du premier est

matrice du deuxième;



### 3.2. Le procédé d'agrégation de la matrice

La détection de sous-systèmes et de relations entre sous-systèmes peut être très utile dans de nombreuses situations pratiques. Par conséquent, ce problème a été étudié dans de différents contextes (voir Lenstra et Rinnooy Kan, 1975, McCormick et al., 1972 et Caldas, 1991).

McCormick et al., 1972 ont proposé un algorithme (*bond energy*) qui permet de réordonner les lignes et les colonnes de façon à maximiser un critère qu'ils ont appelé *mesure d'efficacité* (ME)<sup>8</sup>. Cette mesure d'efficacité est la somme de tous les produits des éléments horizontal ou verticalement adjacents à la matrice.

Si on définit l'ensemble des lignes par  $R=\{1,\dots,r\}$  et l'ensemble des colonnes par  $S=\{1,\dots,s\}$  et étant donné une permutation des lignes,  $\rho$ , et une permutation des colonnes  $\sigma$ , la ME correspondante aux permutations  $\rho$  et  $\sigma$  est donnée par,

$$ME(\rho, \sigma) = \sum_{j=li=1}^{s-1} \sum_{r} a_{i\sigma(j)} a_{i\sigma(j+1)} + \sum_{i=1}^{r-1} \sum_{j=1}^s a_{\rho(i)j} a_{\rho(i+1)j} = ME(\sigma) + ME(\rho).$$

La mesure d'efficacité globale est ainsi donnée par la somme de la mesure d'efficacité de la permutation des lignes et de la mesure d'efficacité de la permutation des colonnes.

La maximisation de ME ( $\sigma, \rho$ ) peut se décomposer dans la résolution de deux problèmes séparés mais identiques: la détermination de la permutation des lignes qui maximise la mesure d'efficacité des lignes, et la détermination de la permutation, qui maximise la mesure d'efficacité des colonnes.

Etant donné que le problème en question est un problème d'optimisation complexe, sa résolution dans le temps de computation acceptable, pour les matrices dont la dimension est celle des matrices d'analyse structurelle, n'est possible que par des heuristiques. On obtient alors des solutions de "bonne" qualité mais sans garantie d'optimalité. Les résultats

---

<sup>8</sup> Lenstra et Rinnooy Kan, 1975 montrent que les problèmes à résoudre pour les lignes et les colonnes sont TSP symétriques.

présentés dans la section 4 ont été obtenus en utilisant un algorithme génétique.

## 4. Un cas d'application: Avantages Stratégiques d'Ourique et Almodôvar

Les diverses méthodes de traitement de la matrice d'analyse structurelle et le procédé d'agrégation des matrices ont été testés dans un projet de recherche financé par la *Junta Nacional de Investigação Científica* (JNICT), "Avantages stratégiques du Baixo Alentejo Intérieur (Ourique et Almodôvar)" (1997).

Le projet "Avantages stratégiques du Baixo Alentejo Intérieur (Ourique e Almodôvar)" a comme principal objectif de déterminer l'ensemble des changements dans la base productive agro-forestière (et dans son entourage) qui favorisent le développement soutenu des communes d'Ourique et Almodôvar.

On a donc construit une base analytique correspondant à la situation actuelle et un scénario de référence qui correspondrait à une situation tendancielle en l'an 2005.

La délimitation du système en question a pris pour base la population agricole des deux communes, ses exploitations et l'ensemble des activités qui s'y développent. Ont été pris en compte: la caractérisation biophysique et démographique, les politiques agricoles et de développement, l'activité agricole et les stratégies des agriculteurs.

A partir d'une analyse des sources documentaires et statistiques et d'études de cas<sup>9</sup>, un recensement des variables fondamentales du système agricole des deux communes en question a été effectué.

### 4.1. Matrice d'Analyse Structurelle d'Ourique et Almodôvar

Pour sélectionner une liste de variables du système en question et pour remplir la matrice d'analyse structurelle, il a fallu que certaines conditions opérationnelles soient remplies, notamment la garantie de disponibilité et de participation effective de tous les éléments de l'équipe. En effet, l'application de ce genre de méthodologies, exigeant un grand nombre d'heures de travail, la capacité de mobilisation et de participation des membres de l'équipe ne peut pas être négligée.

En effet, la constitution d'une équipe interdisciplinaire est une condition indispensable au succès de ce type de méthodologie. L'interdisciplinarité doit être considérée dans ce cas comme un produit collectif et non comme la pure somme de quelques disciplines. L'interdisciplinarité doit être présente dès la délimitation du système et non à un moment déterminé. Comme l'affirme Gonot, "l'interdisciplinarité requiert un procès de communication entre les participants. Ce procès devrait idéalement intégrer la

---

<sup>9</sup> On a utilisé les techniques de recueil d'information suivantes: l'enquête par questionnaires, interviews semi-directives et observation directe.

reconnaissance du problème, du modèle conceptuel, du modèle scientifique et de la solution" (1996: 7). L'équipe est constituée par des spécialistes de plusieurs disciplines qui sont obligés d'exposer et de défendre leurs théories, sans que toutefois l'un d'entre eux soit hégémonique.

Dans le cas d'Ourique et Almodôvar, l'équipe composée d'économistes, de sociologues, d'ingénieurs forestiers et d'analystes, s'est réunie pendant 12 sessions<sup>10</sup>, au cours desquelles 43 variables (22 internes et 21 externes) ont été recensées et les relations entre elles ont été discutées.

Lors du listage des variables, leur sélection, bien que basée sur un diagnostic, s'est appuyée sur certaines hypothèses. Il est évident que ces hypothèses sont implicites dans le remplissage de la matrice d'analyse structurelle et dans le type de relations trouvées. Comme l'affirme Gonod, il y a des hypothèses implicites et des théories qui interviennent non seulement dans la phase d'anticipation, mais au long de tout le processus de représentation du système. (1996: 9).

Comme on peut l'observer dans la liste présentée ci-dessous, ces variables sont classées en grands groupes (socio-démographiques, socio-économiques, emploi, ressources naturelles, environnement et infrastructures) et divisées en internes et externes. Cependant, au niveau pratique, cette classification se traduit davantage par une organisation mentale de la part de l'équipe du système en question, que par d'autres implications au niveau méthodologique.

### **Variables Internes**

#### ***Socio-démographiques***

1. Population agricole vieillie
2. Rajeunissement de la population agricole avec un taux plus élevé de scolarité et de formation professionnelle (potentielle)
3. Rythme de perte de population résidente
4. Faible intensité populationnelle
5. Poids élevé de la population isolée ou résident dans des petites localités
6. Tendance vers un dépeuplement accentué (abandon de l'intervention/culture)
7. Facilité et fréquence des déplacements
8. Comportements des agriculteurs résultant des faibles perspectives de continuité de l'exploitation

#### ***Socio-économiques***

9. Instabilité du revenu réel des agriculteurs (tendance vers la diminution)
10. Maintien de l'importance du blé, des ovins, des bovins et du liège dans la formation du revenu agricole
11. Développement de nouvelles activités associées à l'exploitation (tourisme rural,

---

<sup>10</sup> Ces sessions correspondent à environ 45 heures de travail.

- ressources sylvestres, etc) (potentielle)
12. Pluriactivité et diversification des sources de revenu des agriculteurs (augmentation)
  13. Existence d'associations agricoles à caractère socioprofessionnel et économique
  14. Existence de marchés et initiatives de promotion des produits et services agro-ruraux régionaux

### ***Emploi***

15. Diminution du volume de l'emploi agricole
16. Augmentation de l'importance relative de l'emploi agricole saisonnier

### ***Ressources Naturelles et Environnement***

17. Conditions édapho-climatiques restrictives pour la majorité des cultures
18. Préservation des plantations de chêne-liège
19. Gestion de la végétation spontanée (minorer le risque d'incendie et rendre possible la production de ressources sylvestres)
20. Conservation du patrimoine floral et faunique
21. Conservation du patrimoine architectonique et paysager
22. Exploitation des lagunes publiques et privées pour des activités de loisir (potentielle)

### **Variables Externes**

#### ***Socio-démographiques et infrastructures***

23. Initiatives municipales d'aide aux personnes âgées (Ourique)
24. Retour de quelques autochtones de la zone (surtout des retraités)
25. Attraction et fixation de groupes provenant de l'extérieur (potentielle)
26. Inadéquation des filières de l'enseignement et de la formation professionnelle par rapport aux besoins de compétences de l'agriculture
27. Existence d'associations récréatives et culturelles de base locale (culturelles, de valorisation du patrimoine archéologique)
28. Construction de l'autoroute Lisbonne-Algarve (potentielle)
29. Amélioration de l'accès ferroviaire (potentielle)
30. Développement des télécommunications (potentielle)

#### ***Socio-économiques***

31. Maintien des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et de bovins
32. Réduction des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et de bovins (potentielle)
33. Reformulation des incitations et des aides aux agriculteurs selon des nouveaux objectifs (potentielle)
34. Diminution de la demande mondiale de liège

35. Evolution négative de la cotation du cuivre
36. Dynamisation des centres ruraux les plus proches
37. Dynamisation du tissu économique grâce à d'autres investissements publics ou d'autres incitations au développement et diversification de l'activité productive privée (potentielle)
38. POC's (*Planos de Ocupação* – mesures actives de politique d'emploi qui visent l'occupation de chômeurs ou d'autres personnes ayant de sérieuses difficultés pour l'obtention d'emploi)
39. Absence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)
40. Existence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)

#### ***Ressources naturelles***

41. Régime juridique et traitement institutionnel de la conservation des plantation de chêne-liège
42. Création d'un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées (potentielle)
43. Evolution du régime juridique de l'exploitation des ressources sylvestres dans le sens de son appropriation totale par le propriétaire (potentielle)

Comme on peut le constater, il a quelquefois fallu, d'une part, expliciter le contenu des variables (v6, v9, v11, etc...) et d'autre part, leur a donner un sens ("Evolution négative de la cotation du cuivre") et décomposer certaines variables en deux (v39 et v40), étant donné leur double sens.

Parmi les 43 variables sélectionnées, 12 sont potentielles, c'est-à-dire, il s'agit de variables déjà émergentes mais pour lesquelles il n'est pas encore possible de mesurer l'effet avec exactitude (voir 2.4).

On a ainsi deux types de représentations du système d'Ourique et Almodôvar: une représentation du système actuel et une autre du système potentiel, auxquelles correspondent deux remplissages et, évidemment, deux matrices d'analyse structurelle (dont l'intensité de la relation est mesurée dans une échelle de 0 à 3).

Ce qui différencie une matrice de l'autre est le fait que dans le système actuel les variables potentielles, en ligne, ne sont pas remplies. Ce qui veut dire qu'on a considéré qu'il n'est pas encore possible de mesurer l'effet qu'elles auront sur le système. Cependant, en colonne, ces cellules sont remplies, puisqu'on a évalué le poids des variables qui contribuent à leur occurrence.

En conséquence, la matrice du système potentiel n'est qu'un re-remplissage de la précédente, où l'effet des variables potentielles sur le reste du système est estimé.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Pour des raisons d'ordre pratique, on ne présentera qu'une matrice: les lignes mises en évidence correspondent aux variables potentielles. Dans la matrice du système actuel les cellules de ces lignes sont ainsi toutes à zéro, tandis que dans la matrice du système potentiel elles sont remplies dans une échelle de 0 à 3.

ressources sylvestres, etc) (potentielle)

12. Pluriactivité et diversification des sources de revenu des agriculteurs (augmentation)
13. Existence d'associations agricoles à caractère socioprofessionnel et économique
14. Existence de marchés et initiatives de promotion des produits et services agro-ruraux régionaux

### ***Emploi***

15. Diminution du volume de l'emploi agricole
16. Augmentation de l'importance relative de l'emploi agricole saisonnier

### ***Ressources Naturelles et Environnement***

17. Conditions édapho-climatiques restrictives pour la majorité des cultures
18. Préservation des plantations de chêne-liège
19. Gestion de la végétation spontanée (minorer le risque d'incendie et rendre possible la production de ressources sylvestres)
20. Conservation du patrimoine floral et faunique
21. Conservation du patrimoine architectonique et paysager
22. Exploitation des lagunes publiques et privées pour des activités de loisir (potentielle)

### **Variables Externes**

#### ***Socio-démographiques et infrastructures***

23. Initiatives municipales d'aide aux personnes âgées (Ourique)
24. Retour de quelques autochtones de la zone (surtout des retraités)
25. Attraction et fixation de groupes provenant de l'extérieur (potentielle)
26. Inadéquation des filières de l'enseignement et de la formation professionnelle par rapport aux besoins de compétences de l'agriculture
27. Existence d'associations récréatives et culturelles de base locale (culturelles, de valorisation du patrimoine archéologique)
28. Construction de l'autoroute Lisbonne-Algarve (potentielle)
29. Amélioration de l'accès ferroviaire (potentielle)
30. Développement des télécommunications (potentielle)

#### ***Socio-économiques***

31. Maintien des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et de bovins
32. Réduction des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et de bovins (potentielle)
33. Reformulation des incitations et des aides aux agriculteurs selon des nouveaux objectifs (potentielle)
34. Diminution de la demande mondiale de liège

35. Evolution négative de la cotation du cuivre
36. Dynamisation des centres ruraux les plus proches
37. Dynamisation du tissu économique grâce à d'autres investissements publics ou d'autres incitations au développement et diversification de l'activité productive privée (potentielle)
38. POC's (*Planos de Ocupação* – mesures actives de politique d'emploi qui visent l'occupation de chômeurs ou d'autres personnes ayant de sérieuses difficultés pour l'obtention d'emploi)
39. Absence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)
40. Existence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)

### ***Ressources naturelles***

41. Régime juridique et traitement institutionnel de la conservation des plantation de chêne-liège
42. Création d'un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées (potentielle)
43. Evolution du régime juridique de l'exploitation des ressources sylvestres dans le sens de son appropriation totale par le propriétaire (potentielle)

Comme on peut le constater, il a quelquefois fallu, d'une part, expliciter le contenu des variables (v6, v9, v11, etc...) et d'autre part, leur a donner un sens ("Evolution négative de la cotation du cuivre") et décomposer certaines variables en deux (v39 et v40), étant donné leur double sens.

Parmi les 43 variables sélectionnées, 12 sont potentielles, c'est-à-dire, il s'agit de variables déjà émergentes mais pour lesquelles il n'est pas encore possible de mesurer l'effet avec exactitude (voir 2.4).

On a ainsi deux types de représentations du système d'Ourique et Almodôvar: une représentation du système actuel et une autre du système potentiel, auxquelles correspondent deux remplissages et, évidemment, deux matrices d'analyse structurelle (dont l'intensité de la relation est mesurée dans une échelle de 0 à 3).

Ce qui différencie une matrice de l'autre est le fait que dans le système actuel les variables potentielles, en ligne, ne sont pas remplies. Ce qui veut dire qu'on a considéré qu'il n'est pas encore possible de mesurer l'effet qu'elles auront sur le système. Cependant, en colonne, ces cellules sont remplies, puisqu'on a évalué le poids des variables qui contribuent à leur occurrence.

En conséquence, la matrice du système potentiel n'est qu'un re-remplissage de la précédente, où l'effet des variables potentielles sur le reste du système est estimé.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Pour des raisons d'ordre pratique, on ne présentera qu'une matrice: les lignes mises en évidence correspondent aux variables potentielles. Dans la matrice du système actuel les cellules de ces lignes sont ainsi toutes à zéro, tandis que dans la matrice du système potentiel elles sont remplies dans une échelle de 0 à 3.

## 4.2. Comparaison des classifications en Motricité et Dépendance: MICMAC, "Flux Maximum" et "Propagation d'effets"

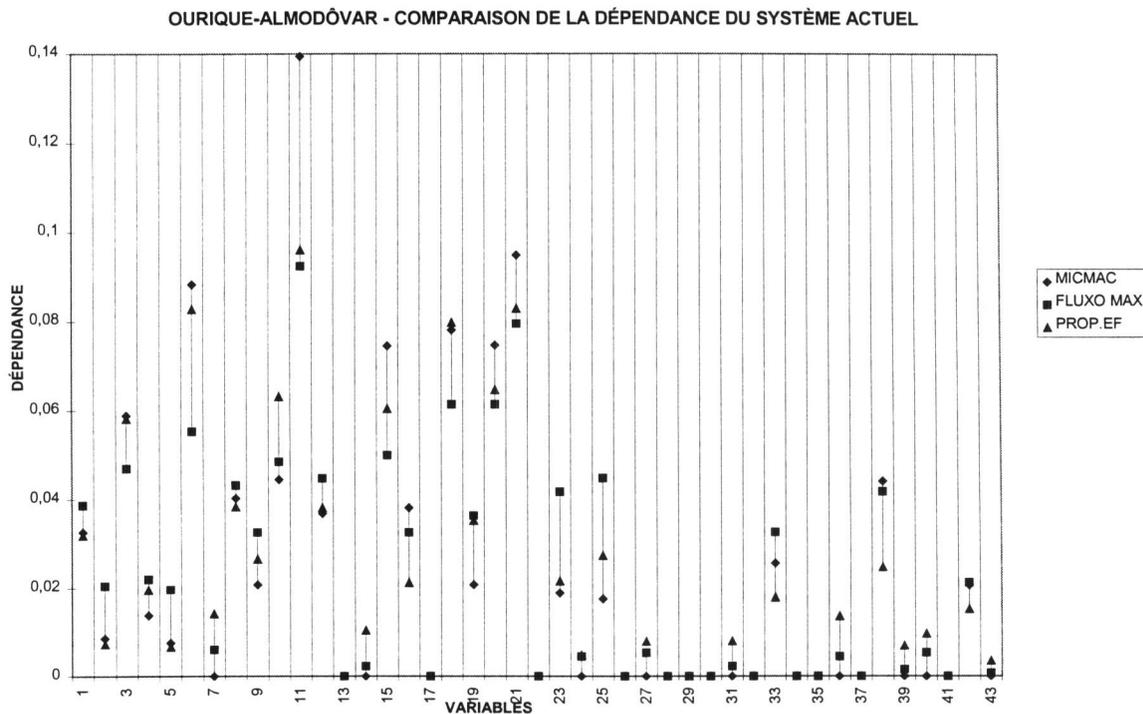
A partir de la Matrice d'Analyse Structurelle d'Ourique et Almodôvar et du système actuel et potentiel, l'application de la méthode MICMAC a permis de déterminer la motricité et la dépendance indirectes. La motricité et la dépendance globales ont été déterminées grâce à l'application des procédés "Flux Maximum" et "Propagation d'Effets".

Les graphiques 1, 2, 3 et 4, construits à partir de la *standardisation* de la dépendance et de la motricité, permettent de comparer les classements obtenus par les différentes méthodes.

Les grandes différences observées confirment que le choix d'un procédé de détermination des relations indirectes ou globales n'est pas une question purement théorique. Des méthodes différentes mènent à des classifications des variables différentes.

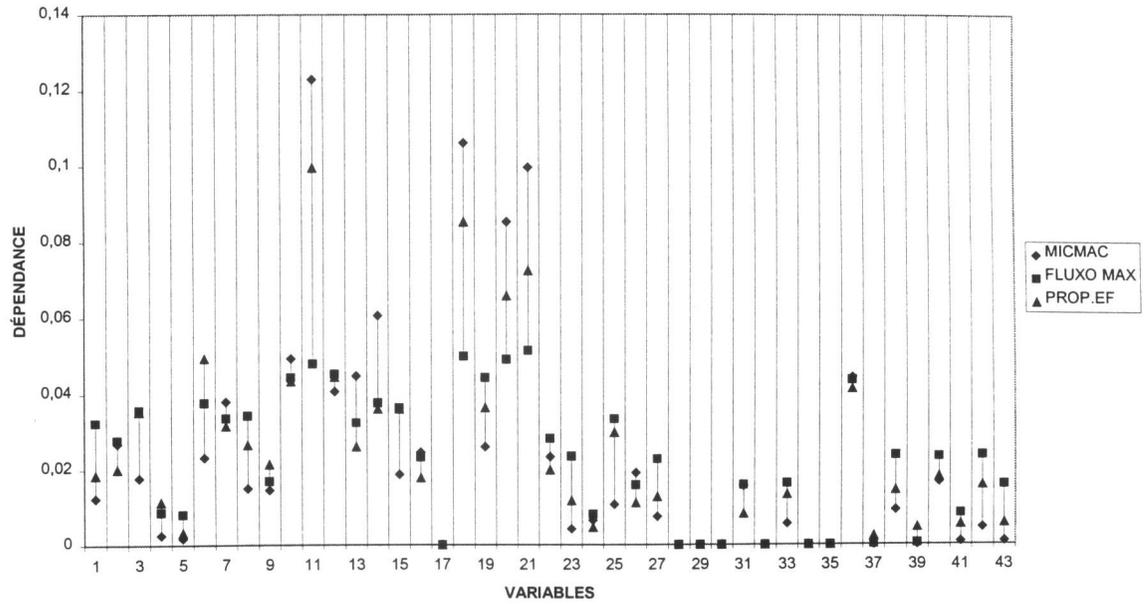
Les grandes différences constatées dans les résultats obtenus avec les trois méthodes concernent les variables les plus dépendantes et les plus motrices. On observe qu'en général la méthode MICMAC amplifie la dépendance et la motricité de ces variables, tandis que le procédé "Flux Maximum" les réduit. Les résultats obtenus avec le procédé "Propagation d'Effets" se situent dans une position intermédiaire.

GRAPHIQUE 1



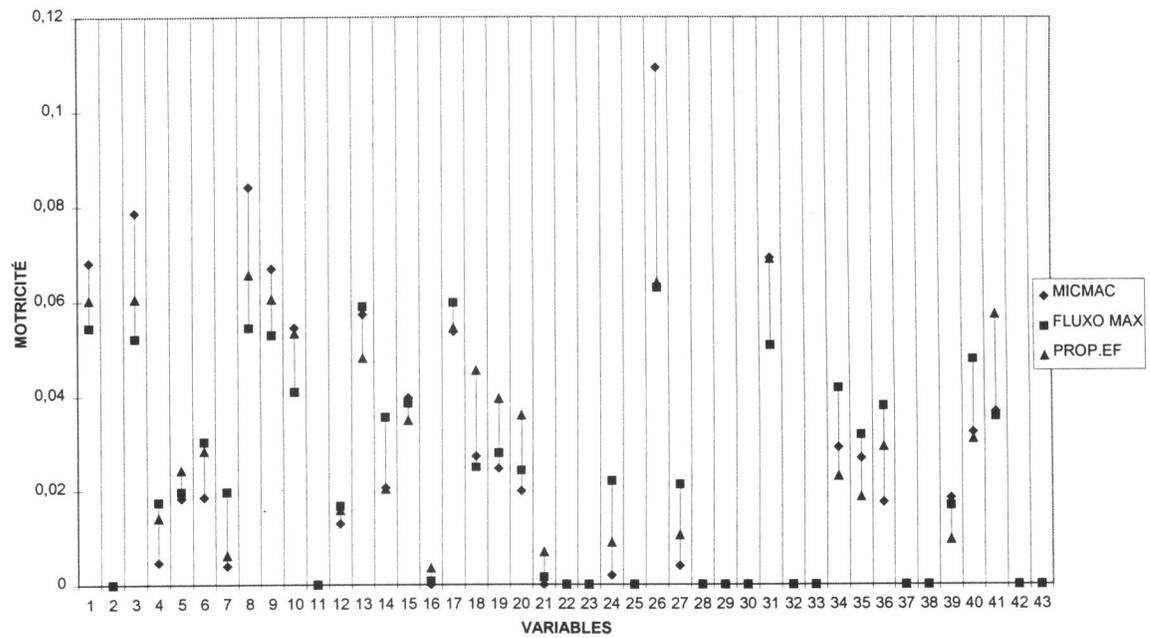
GRAPHIQUE 2

OURIQUE - ALMODÔVAR - COMPARAISON DE LA DÉPENDANCE DU SYSTÈME POTENTIEL



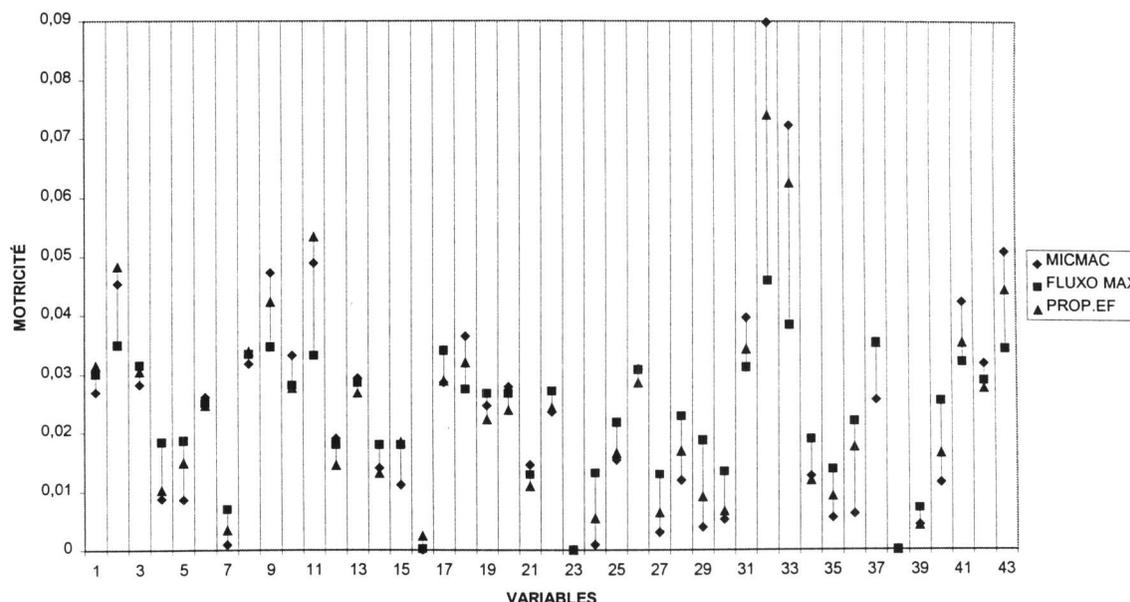
GRAPHIQUE 3

OURIQUE-ALMODÔVAR - COMPARAISON DE LA MOTRICITÉ DU SYSTÈME ACTUEL



GRAPHIQUE 4

OURIQUE - ALMODÓVAR - COMPARAISON DE LA MOTRICITÉ DU SYSTÈME POTENTIEL



En général, la différence est plus grande entre les résultats du "Flux Maximum" et ceux du MICMAC, ce qui s'explique par le fait que le premier ne tient pas compte des effets de rétroaction et de propagation. Le "Propagation d'Effets" se trouve dans une position intermédiaire étant donné qu'il incorpore non seulement les effets de propagation mais aussi ceux de rétroaction (voir point 2.3.4.).

La comparaison entre les trois méthodes relativement à la position que les variables occupent compte tenu du degré de motricité et dépendance indique quelques différences intéressantes. La lecture des tableaux présentés ci-dessous, où les déplacements les plus significatifs ont été signalés, est illustrative. Ce qui signifie que, concrètement, la classification finale des variables peut être affectée par ces différences (voir Tableau 1, 2, 3 et 4).

INSTRUMENTS D' ANALYSE POUR LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS  
1 - Analyse Structurelle

TABLEAU 1

OURIQUE – ALMODÓVAR – COMPARAISON DE LA CLASSIFICATION DE LA DÉPENDANCE DU SYSTÈME ACTUEL

DEGRÉ DE DÉPENDANCE (ORDRE DÉCROISSANT)				
POSITION	MICMAC	FLUX MAXIMUM	PROPAGATION D'EFFETS	MICMAC
1	11 ( <b>0,139</b> )	11 ( <b>0,092</b> )	11 ( <b>0,096</b> )	11 ( <b>0,139</b> )
2	21	21	21	21
3	6	18; 20	6	6
4	18	6	18	18
5	20	15	20	20
6	15	10	10	15
7	3	3	15	3
8	10	12; 25 ( <b>0,0447</b> )	3	10
9	38	8	8	38
10	8	23; 38 ( <b>0,0417</b> )	12	8
11	16	1	19	16
12	12	19	1	12
13	1	9; 16; 33	25	1
14	33	4	9	33
15	9; 19	42	38	9; 19
16	42	2	23	42
17	23 ( <b>0,0189</b> )	5	16	23
18	25 ( <b>0,0176</b> )	7	4	25
19	4	27; 40	33	4
20	2	24; 36	42	2
21	5	14; 31	7	5
22	7;13;14;17;22;24; 26-32;34-37;39-41;43	39	36	7;13;14;17;22;24; 26-32;34-37;39-41;43
23		43	14	
24		13;17;22;26;28-30; 32;34;35;37;41	40	
25			31	
26			27	
27			2	
28			39	
29			5	
30			24	
31			43	
32			13;17;22;26;28-30; 32;34;35;37;41	

(1) Le degré de dépendance *standardisé* est présenté en **bold**

**INSTRUMENTS D' ANALYSE POUR LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS**  
**1 - Analyse Structurelle**

**TABLEAU 2**

OURIQUE – ALMODÔVAR – COMPARAISON DE LA CLASSIFICATION DE LA DÉPENDANCE DU SYSTÈME POTENTIEL

DEGRÉ DE DÉPENDANCE (ORDRE DÉCROISSANT)				
POSITION	MICMAC	FLUX MAXIMUM	PROPAGATION D'EFFETS	MICMAC
1	11 (0,123)	21 (0,051)	11 (0,0995)	11 (0,123)
2	18	18	18	18
3	21	20	21	21
4	20	11	20	20
5	14	12	6 (0,0658)	14
6	10	10; 19	12	10
7	13	36	10	13 (0,0448)
8	36	6; 14	36	36
9	12	15	19	12
10	7	3	14	7
11	2	8	15	2
12	19	7	3	19
13	16	25 (0,033)	7	16
14	22	1; 13	25 (0,0298)	22
15	6	22	8	6 (0,023)
16	26	2	13 (0,0259)	26 (0,019)
17	15	38; 42	9	15
18	3	23	2	3
19	40	16; 40	22	40
20	31	27	1	31 (0,016)
21	8	9	40	8
22	9	33	16	9
23	1	26; 31; 43	42	1
24	25 (0,0107)	4	38	25 (0,0107)
25	38	41	33	38
26	27	5; 24	27	27
27	24		23	24
28	33	39	4	33
29	42	37	26 (0,011)	42
30	23	17;28-30;32;34;35	31 (0,008)	23
31	4		43	4
32	5		41	5
33	43		24; 39	43
34	41		5	41
35	17;28-30;32;34;35;37;39		37	17;28-30;32;34;35;37;39
36			17; 28-30; 32; 34 ;35	

(1) Le degré de dépendance *standardisé* est présenté en **bold**

INSTRUMENTS D' ANALYSE POUR LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS  
1 - Analyse Structurelle

**TABEUAU 3**

OURIQUE – ALMODÔVAR – COMPARAISON DE LA CLASSIFICATION DE LA MOTRICITÉ DU SYSTÈME ACTUEL

DEGRÉ D' INFLUENCE (ORDRE DÉCROISSANT)				
POSITION	MICMAC	FLUX MAXIMUM	PROPAGATION D'EFFETS	MICMAC
1	26 ( <b>0,109</b> )	26 ( <b>0,063</b> )	31 ( <b>0,069</b> )	26 ( <b>0,109</b> )
2	8	17	8	8
3	3	13	26	3
4	31	1; 8	3; 9	31
5	1	9	1	1
6	9	3	41	9
7	13	31	17	13
8	10	40	10	10
9	17	34 ( <b>0,04</b> )	13	17
10	15	10	18 ( <b>0,0455</b> )	15
11	41	15	19	41
12	40	36 ( <b>0,0379</b> )	20	40
13	34	14; 41	15	34
14	18	35	40	18
15	35	6	36	35
16	19	19	6	19
17	14	18 ( <b>0,025</b> )	5	14
18	20	20	34 ( <b>0,023</b> )	20
19	6	24	14	6
20	5; 39	27	35	5; 39
21	36 ( <b>0,017</b> )	5; 7	12	36
22	12	4	4	12
23	4	12; 39	27	4
24	7; 27	21	39	7; 27
25	24	16	24	24
26	2;11;16;21-23;25; 28-30;32;33;37;38;42;43	2;11;22;23;25;28-30; 32;33;37;38;42;43	21	2;11;16;21-23;25; 28-30;32;33;37;38;42;43
27			7	
28			16	
29			2;11;22;23;25;28-30; 32;33;37;38;42;43	

(1) Le degré d' influence *standardisé* est présenté en **bold**

**INSTRUMENTS D' ANALYSE POUR LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS**  
**1 - Analyse Structurelle**

**TABLEAU 4**

OURIQUE – ALMODÔVAR – COMPARAISON DE LA CLASSIFICATION DE LA MOTRICITÉ DU SYSTÈME POTENTIEL

DEGRÉ D' INFLUENCE (ORDRE DÉCROISSANT)				
POSITION	MICMAC	FLUX MAXIMUM	PROPAGATION D'EFFETS	MICMAC
1	32 (0,0899)	32 (0,0458)	32 (0,074)	32 (0,0899)
2	33	33	33	33
3	43	<b>37 (0,0353)</b>	<b>11 (0,053)</b>	43
4	<b>11 (0,049)</b>	2	2	11
5	9	9	43	9
6	2	43	9	2
7	41	17	41	41
8	31	8	<b>37 (0,0353)</b>	31
9	18	<b>11 (0,033)</b>	31	18
10	10	41	8	10
11	42	3	18	42
12	8	31	1	8
13	26	26	3	26
14	13	1	17	13
15	17	42	26	17
16	3	13	42; 10	3
17	20	10	13	20
18	1	18	6	1
19	6	22	22	6
20	<b>37 (0,0256)</b>	19; 20	20	<b>37 (0,0256)</b>
21	19	40	19	19
22	22	6	15	22
23	12	28	36	12
24	25	36	28	25
25	21	25	25	21
26	14	34	40	14
27	34	5; 29	5	34
28	28	4	12	28
29	40	12; 14; 15	14	40
30	15	35	34	15
31	4	30	21	4
32	5	24	4	5
33	36	21; 27	35	36
34	35	39	29	35
35	30	7	30	30
36	39	16	27	39
37	29	23; 38	24	29
38	27		39	27
38	24; 7		7	24; 7
40	16; 23; 38		16	16; 23; 38
41			23; 38	

(1) Le degré d' influence *standardisé* est présenté en **bold**

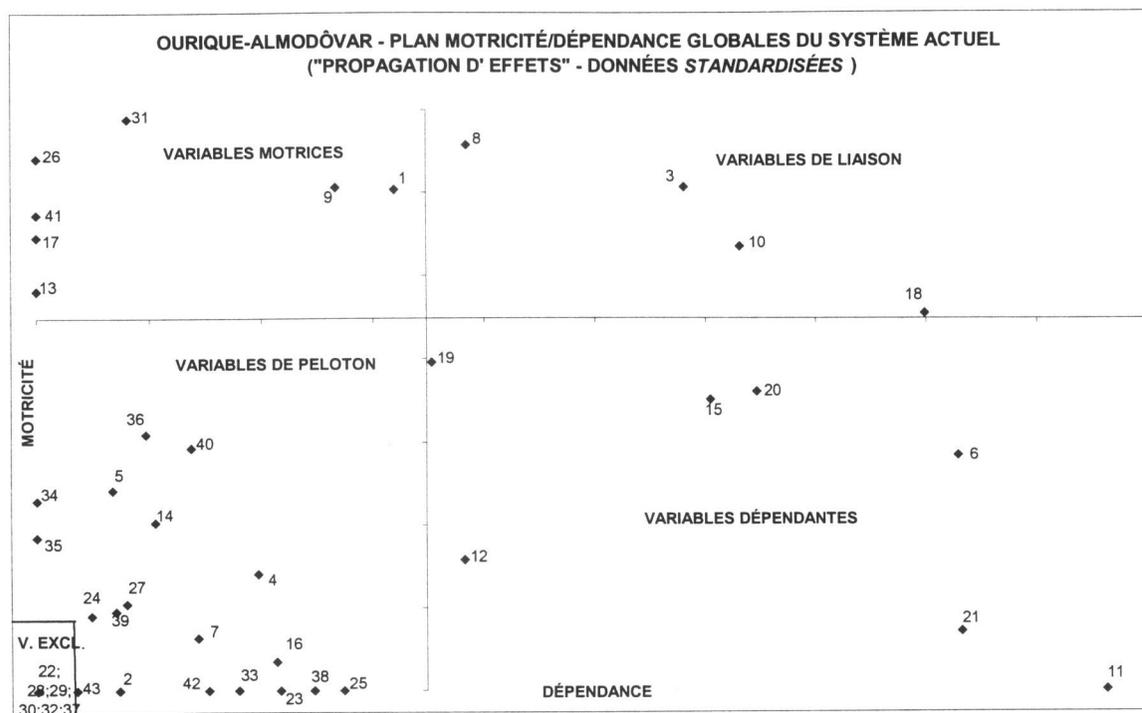
### 4.3. Plan de Motricité et Dépendance Globales d'Ourique et Almodôvar avec l'application de la Méthode "Propagation d'Effets"

En raison de tout ce qui a été exposé, l'analyse des cas d'Ourique et Almodôvar se basera exclusivement sur l'interprétation des résultats de l'application de la méthode "Propagation d'effets".

Comme on l'a dit dans la section 2.1.3., Godet propose une typologie de classification des variables en cinq catégories (motrices, liaison, de résultat ou dépendantes, exclues ou de peloton) selon le degré de motricité et dépendance globales (directes et indirectes). Afin d'obtenir les groupes de variables, on a standardisé la motricité et la dépendance et un référentiel cartésien a été utilisé pour représenter cette division.

Comme l'indiquent les graphiques présentés ci-dessous, deux classifications ont été obtenues: une pour le système actuel et une autre pour le potentiel (Graphiques 5 et 6). Voyons comment les variables du système actuel d'Ourique et Almodôvar sont réparties:

GRAPHIQUE 5



**INSTRUMENTS D' ANALYSE POUR LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS**  
**1 - Analyse Structurale**

**TABLEAU 5**

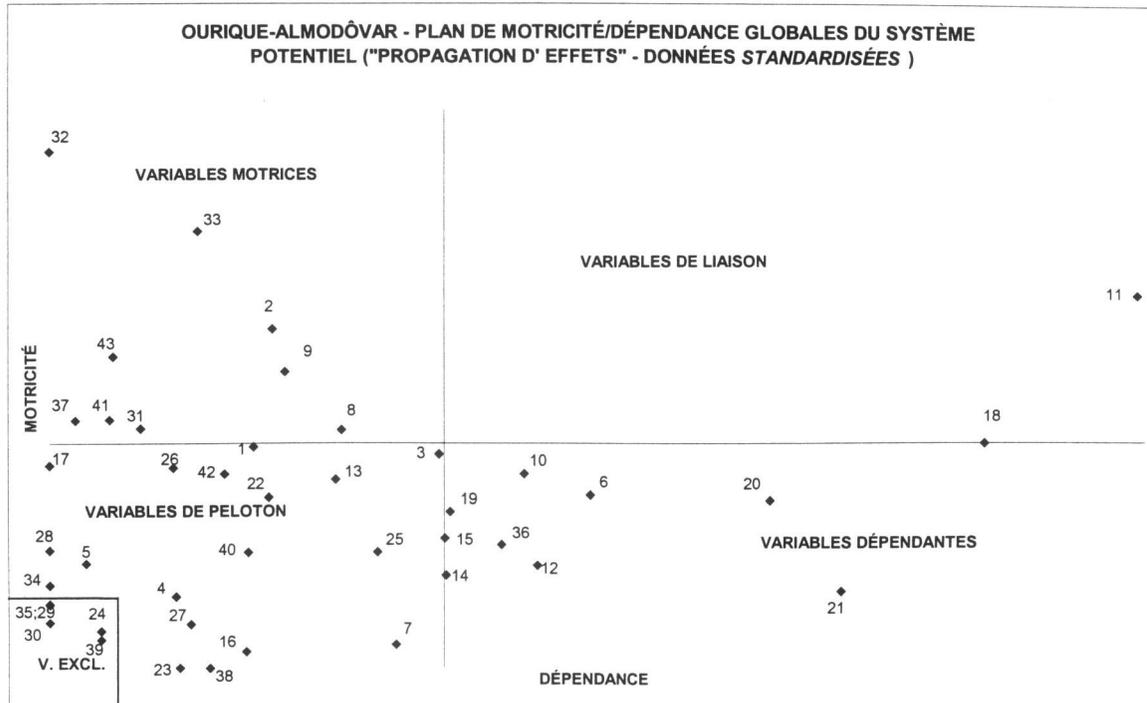
**OURIQUE – ALMODÔVAR – SYSTÈME ACTUEL – CLASSIFICATION "PROPAGATION D'EFFETS"**  
**(DONNÉES STANDARDISÉES)**

<p><b>V. MOTRICES</b></p> <p><i>31. Maintien aides (dir. ou indir.) céréalic., à l'élevage d'ovins et bovins</i>  <i>26. Inadéquation des filières de l'enseignement et de la formation professionnelles par rapport aux besoins de compétences de l'agriculture</i>  <i>9. Instabilité du revenu réel des agriculteurs (tendance vers la diminution)</i>  <b>1. Population agricole vieillie</b>  <b>41. Régime juridique et traitement institutionnel de la conservation des plantations de chêne-liège</b>  17. Conditions édapho-climatiques restrictives pour la majorité des cultures  13. Existence d'associations agricoles à caractère socioprofessionnel et économique</p>	<p><b>V. LIAISON</b></p> <p><i>3. Rythme de perte de population résidente</i>  <b>10. Maintien de l'importance du blé, des ovins, des bovins et du liège dans la formation du revenu agricole</b>  <b>8. Comportements des agriculteurs résultant des faibles perspectives de continuité de l'exploitation</b>  <b>18. Préservation des plantations de chêne-liège</b></p>
<p><b>V. EXCLUES</b></p> <p>22. Exploitation des lagunes publiques et privées pour des activités de loisir (p)  28. Construction de l'autoroute Lisbonne-Algarve (p)  29. Amélioration de l'accès ferroviaire (p)  30. Développement des télécommunications (p)  32. Réduction des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et de bovins (p)  37. Dynamisation du tissu économique grâce à d'autres investissements publics ou d'autres incitations au développement et diversification de l'activité productive privée (p)</p>	<p><b>V. DÉPENDANTES</b></p> <p><b>11. Développement de nouvelles activités associées à l'exploitation (tourisme rural, ressources sylvestres, etc) (p)</b>  <b>6. Tendance vers un dépeuplement accentué (abandon de l'interv./culture)</b>  <b>21. Conservation du patrimoine architectonique et paysager</b>  <b>20. Conservation du patrimoine floral et faunique</b>  <b>15. Diminution du volume de l'emploi agricole</b>  12. Pluriactivité et diversification des sources de revenu des agriculteurs (augm.)  <b>19. Gestion de la végétation spontanée (minorer le risque d'incendie et rendre possible la production de ressources sylvestres)</b></p>
<p align="center"><b>V. PELOTON</b></p> <p>25. Attraction et fixation de groupes provenant de l'extérieur (p)  40. Existence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)  36. Dynamisation des centres ruraux les plus proches  38. POC's  23. Initiatives municipales d'aide aux personnes âgées (Ourique)  16. Augmentation de l'importance relative de l'emploi agricole saisonnier  4. Faible intensité populationnelle  5. Poids élevé de la population isolée ou résident dans des petites localités  34. Diminution de la demande mondiale de liège  33. Reformulation des incitations et des aides aux agriculteurs selon des nouveaux objectifs (p)  14. Existence de marchés et initiatives de promotion des produits et services agro-ruraux régionaux  35. Evolution négative de la cotation du cuivre  42. Création d'un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées (p)  7. Facilité et fréquence des déplacements  27. Existence d'associations récréatives et culturelles de base locale (culturelles, de valoris. du patrim. archéologique)  2. Rajeunissement de la population agricole avec un taux plus élevé de scolarité et de formation professionnelle (p)  39. Absence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)  24. Retour de quelques autochtones de la zone (surtout des retraités)  43. Evol. du régime juridique de l'exploit.ressources sylvestres dans le sens de approp. totale par le propriétaire (p)</p>	

(1) Les variables qui font partie des sous-systèmes du système actuel sont mises en évidence en noir et italique (voir point 4.4.3)

En ce qui concerne le système potentiel, la classification suivante a été obtenue:

GRAPHIQUE 6



**INSTRUMENTS D'ANALYSE POUR LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS**  
**1 - Analyse Structurelle**

**TABLEAU 6**

**OURIQUE –ALMODÔVAR – SYSTÈME POTENTIEL – CLASSIFICATION "PROPAGATION D'EFFETS" (DONNÉES STANDARDISÉES)**

<p><b>V. MOTRICES</b></p> <p><b>32. Réduction des aides (dir. ou indir.) à la céréalic. et à l'élevage d'ovins et bovins (p)</b>  <b>33. Reform. des incitations et aides aux agriculteurs selon des nouveaux objectifs (p)</b>                  2. Rajeunissement de la pop. agricole avec un taux plus élevé scolarité et form. profes. (p)  <b>43. Evol. rég. jurid. de l'exploit. res. sylvestres dans le sens de son approp. tot. prop.(p)</b>                  9. Instabilité du revenu réel des agriculteurs (tendance vers la diminution)  <b>41. Régime juridique et trait. instit. de la conservation des plantations de chêne-liège</b>                  37. Dynamisation du tissu économique grâce à d'autres investissements publics ou d'autres incitations au développement et diversification de l'activité productive privée (p)  <b>31. Maintien aides (dir. ou indir.) céréalic., à l'élevage d'ovins et bovins</b>  <b>8. Comport. des agriculteurs résultant des faibles persp. de continuité de l'exploitation</b></p>	<p><b>V. LIAISON</b></p> <p><b>11. Développement de nouvelles activités associées à l'exploitation (tourisme rural, ressources sylvestres, etc) (p)</b>  <b>18. Préservation des plantations de chêne-liège</b></p>
<p><b>V. EXCLUES</b></p> <p>30. Développement des télécommunications (p)                  35. Evolution négative de la cotation du cuivre                  29. Amélioration de l'accès ferroviaire (p)                  39. Absence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)                  24. Retour de quelques autochtones de la zone (surtout des retraités)</p>	<p><b>V. DÉPENDANTES</b></p> <p><b>21. Conservation du patrimoine architectonique et paysager</b>  <b>20. Conservation du patrimoine floral et faunique</b>  <b>6. Tendance vers un dépeuplement accentué (abandon l'interv./cult.)</b>                  12. Pluriactiv. e diversific. das fontes de rendim. dos agricultores (aumento)                  10. Maintien de l'imp. blé, ovins, bovins et liège dans la form. revenu agrnc.                  36. Dynamisation des centres ruraux les plus proches  <b>19. Gestion de la végétation spontanée</b>                  14. Existence de marchés et initiatives de promotion des produits et services agro-ruraux régionaux                  15. Diminution du volume de l'emploi agricole</p>
<p align="center"><b>V. PELOTON</b></p> <p><b>3. Rythme de perte de population résidente</b>                  1. Population agricole vieillie  <b>26. Inadéq. des filières de l'enseignement et de la form. profes. par rapport aux besoins de compétences de l'agric.</b>                  7. Facilité et fréquence des déplacements                  25. Attraction et fixation de groupes provenant de l'extérieur (p)                  17. Conditions édapho-climatiques restrictives pour la majorité des cultures                  13. Existence d'associations agricoles à caractère socioprofessionnel et économique  <b>42. Création d'un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées (p)</b>                  22. Exploitation des lagunes publiques et privées pour des activités de loisir (p)                  40. Existence d'alternatives à l'emploi agricole (marché du travail de l'Algarve et autres)                  16. Augmentation de l'importance relative de l'emploi agricole saisonnier                  27. Existence d'associations récréatives et culturelles de base locale (culturelles, de valorisation du patrim. archéologique)                  38. POC's                  23. Initiatives municipales d'aide aux personnes âgées (Ourique)                  28. Construction de l'autoroute Lisbonne-Algarve (p)                  5. Poids élevé de la population isolée ou résident dans des petites localités                  4. Faible intensité populationnelle                  34. Diminution de la demande mondiale de liège</p>	

(1) Les variables qui font partie des sous-systèmes du système potentiel sont mises en évidence en noir et italique (voir point 4.4.3)

On retire de la lecture des graphiques, légendés par les tableaux respectifs une simplification et une systématisation de notre système et les variables qui doivent être objet d'une attention particulière sont mises en évidence. Comme affirme Godet, ce sont les variables de liaison (et pas seulement celles-ci, comme nous l'avons argumenté à la section 2.5) qui sont les variables-clés du système, celles qui doivent retenir notre attention. Et cela, parce que toute action exercée sur elles aura des répercussions dans tout le système.

Il est également possible d'analyser les changements de position des matrices entre le système actuel et le potentiel. Voyons quelles sont les variables qui ont un plus grand impact dans le système potentiel: le "Développement de nouvelles activités liées à l'exploitation (tourisme rural, ressources sylvestres, etc.)" (v.11) devient variable de liaison dans le système potentiel.

Des variables comme: "Rythme de perte de population résidente"(v. 3), "Maintien de l'importance du blé, des ovins, des bovins et du liège dans la formation du revenu agricole" (v. 10) et "Comportements des agriculteurs résultant des faibles perspectives de continuité

de l'exploitation" (v. 8) perdent leur importance dans un système potentiel et deviennent, respectivement, variables de peloton, dépendante et motrice.

Cependant, le plan de motricité/dépendance globales nous a seulement permis de constater que certaines variables sont de liaison, d'autres sont motrices, etc..., sans permettre de **déterminer dans quel(s) sous-système(s) du système Ourique et Almodôvar** elles sont de liaison, motrices, etc... Comme on le verra à la section suivante, la décomposition du système en sous-systèmes, permet d'obtenir une meilleure lecture et interprétation du système en question.

#### 4.4. Sous-systèmes des Systèmes Actuel et Potentiel d'Ourique et Almodôvar

Essayer de décomposer les systèmes en sous-systèmes de façon à réduire la complexité comporte des avantages (v. sections 3.1 et 3.2). Un algorithme génétique a été appliqué aux matrices de relations globales des systèmes actuel et potentiel, ce procédé ayant débouché sur les matrices agrégées, lesquelles permettent d'identifier plusieurs sous-systèmes (v. Matrices Agrégées du Système Actuel et du Système Potentiel).

##### 4.4.1. Sous-système du Système Actuel d'Ourique et Almodôvar

La Matrice Agrégée de Relations Globales du Système Actuel et les graphes présentés ci-dessous montrent qu'il existe deux sous-systèmes dans le Système Actuel: le sous-système "écologique" et le sous-système "démographique".

Le "cycle écologique" composé des variables: Préservation des plantations de chêne-liège (18) et Conservation du patrimoine floral et faunique (20)<sup>12</sup>, est alimenté par la gestion de la végétation spontanée (minorer le risque d'incendie et rendre possible la production de ressources sylvestres) (19), par le régime juridique et traitement institutionnel de la conservation des plantations de chêne-liège (41), par le maintien des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et bovins (31) et par le maintien de l'importance du blé, des ovins, des bovins et du liège dans la formation du revenu agricole (10).<sup>13</sup>

Les variables suivantes apparaissent comme étant des variables de résultat (dépendantes) de toutes ces variables et du cycle écologique (variables 18 et 20):

- Conservation du patrimoine architectonique et paysager (21);
- Développement de nouvelles activités liées à l'exploitation (tourisme rural, ressources sylvestres, etc.) (11) (variable potentielle). (voir graphe du sous-système "Ecologique")

---

<sup>12</sup> Dans ce sous-système, ce sont des variables de liaison.

<sup>13</sup> Dans ce sous-système, ce sont des variables motrices.

Dans le deuxième sous-système, le cercle vicieux "démographique" composé des variables: Population agricole vieillie (1), Rythme de perte de population résidente (3) et Comportements des agriculteurs résultant des faibles perspectives de continuité de l'exploitation (8)<sup>14</sup>, est alimenté par l'instabilité du revenu réel des agriculteurs (tendance vers la diminution) (9) et par l'inadéquation des voies de l'enseignement et de la formation professionnelle face aux besoins de compétences de l'agriculture (26)<sup>15</sup>.

Toutes ces variables et le cycle "démographique" (variables 1, 3 et 8) alimentent:

- la Diminution du volume d'emploi agricole (15);
- la Tendance vers un dépeuplement accentué (abandon de l'intervention/culture) (6).  
(v. graphe du sous-système "démographique")

Le système est ainsi caractérisé par un ensemble de traits dominants générateurs d'une dynamique de perte au niveau démographique et, simultanément, d'une inertie conservatrice au niveau agricole. La population agricole vieillie, un rythme de perte de population résidente accentué et des comportements influencés par les faibles perspectives de continuité des exploitations déterminent donc un cercle vicieux démographique qui est au centre du sous-système "démographique" (Alves, Rui: 1997).

La contraction démographique et agricole a donc un effet conservateur, inhibiteur du changement, contribuant au maintien du système actuel basé sur la céréaliculture liée à l'élevage du bétail et complétement avec la production de liège, ce qui est décisif pour la préservation des plantations de chêne-liège, du paysage, du patrimoine architectonique, des ressources florales et fauniques. Paradoxalement, cette conservation permet le développement d'activités liées à l'exploitation agricole (Alves, Rui: 1997).

En effet, l'analyse des deux sous-systèmes du système actuel, nous mène à conclure que rien, ou presque rien, ne change dans le système agricole existant à Ourique et Almodôvar. Parallèlement à une préservation "passive" du patrimoine, avec un développement éventuel de nouvelles activités, et le maintien des aides aux cultures existantes et une protection des plantations de chêne-liège (sous-système "écologique"), on observe une désertification, une tendance vers un dépeuplement accentué, et une diminution de l'emploi agricole; ceci étant données l'instabilité du revenu des agriculteurs et l'inadéquation de la formation professionnelle du secteur (sous-système "démographique").

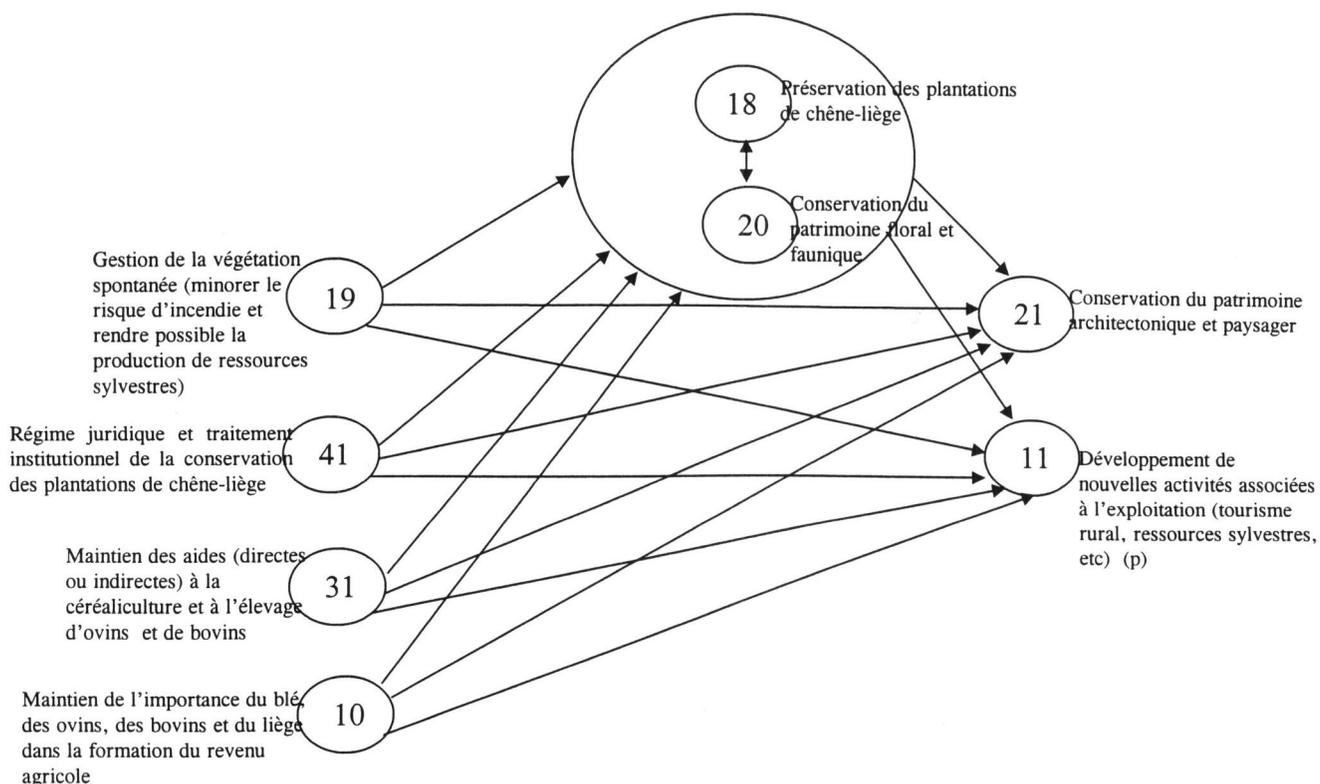
---

<sup>14</sup> Les variables 1, 3 et 8 sont, dans ce sous-système, des variables de liaison.

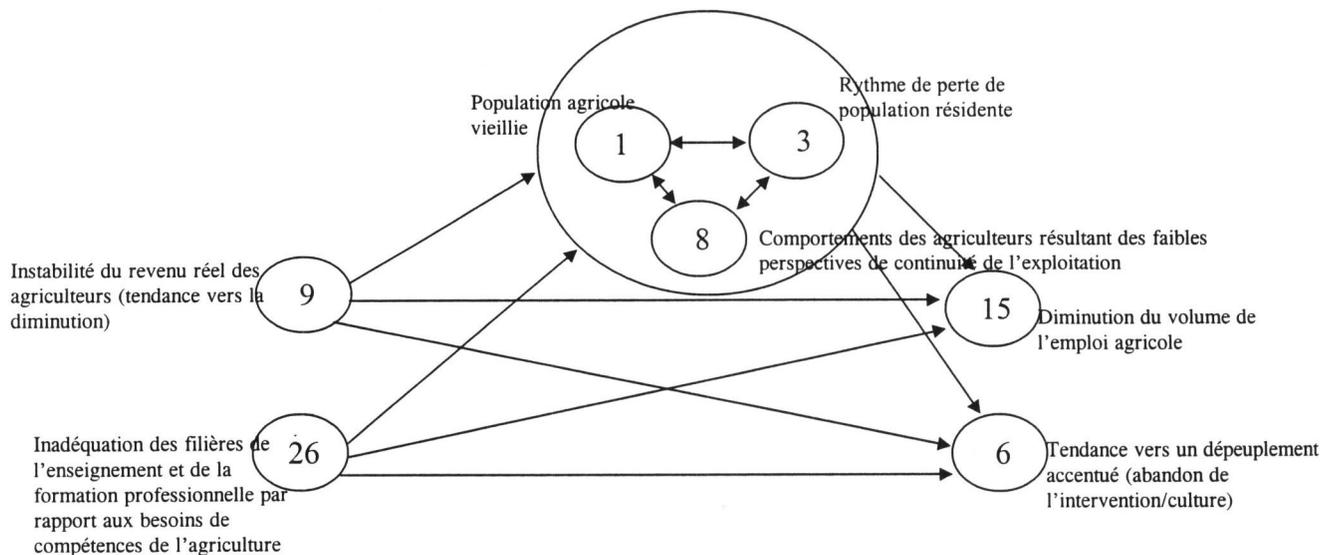
<sup>15</sup> Ce sont les variables motrices du sous-système "démographique"



**SOUS-SYSTÈME "ÉCOLOGIQUE" DU SYSTÈME ACTUEL D'OURIQUE ET ALMODÔVAR**



**SOUS-SYSTÈME "DÉMOGRAPHIQUE" DU SYSTÈME ACTUEL D'OURIQUE ET ALMODÔVAR**



#### 4.4.2. Sous-systèmes du Système Potentiel d'Ourique et Almodôvar

Dans le Système Potentiel, le cycle "démographique" du système actuel se rompt et le sous-système "écologique" se divise en deux sous-systèmes: "Préservation du patrimoine avec Développement de Nouvelles Activités" et "Préservation 'Passive' du Patrimoine", ce qui correspond à une définition et clarification du sous-système précédent.

Le sous-système "démographique" du système potentiel est centré sur la variable de liaison Rythme de perte de population résidente (3). Il est alimenté par l'inadéquation des filières de l'enseignement et de la formation professionnelle face aux besoins de compétence de l'agriculture (26) et par une variable potentielle: réduction des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et de bovins (p) (32)<sup>16</sup>.

Toutes ces variables alimentent, comme c'était le cas dans ce sous-système à l'intérieur du système actuel, la tendance vers un dépeuplement accentué (abandon de l'intervention/culture) (6), ainsi que les comportements des agriculteurs résultant des faibles perspectives de continuité de l'exploitation (8), variable de liaison qui devient dépendante (ou de résultat). (v. graphe du sous-système "démographique")

Parallèlement à ce sous-système "démographique", résultant de la "faillite" du système agricole, deux sous-systèmes écologiques surgissent: celui de la "Préservation du Patrimoine avec Développement de Nouvelles Activités" et celui de la "Préservation 'Passive' du Patrimoine".

Tandis que dans le sous-système "écologique" du système actuel il y a une certaine ambiguïté étant donné qu'il existe une stagnation et une préservation passive du patrimoine mais aussi une possibilité de développement de nouvelles activités liées à l'exploitation, dans les deux sous-systèmes du système potentiel cette ambiguïté est clarifiée.

En conséquence, dans le sous-système "Préservation du Patrimoine avec Développement de Nouvelles Activités", le cycle 'préservationniste', composé des variables: Préservation des plantations de chêne-liège (18) et Conservation du patrimoine floral et faunique (20)<sup>17</sup>, passe à être alimenté, non par des variables de "stagnation", comme dans le système actuel, mais par des variables de changement, potentielles, telles que: évolution du régime juridique de l'exploitation des ressources sylvestres pour leur appropriation totale par le propriétaire (p) (43), reformulation des incitations et des aides aux agriculteurs selon de nouveaux objectifs (p) (33) et création d'un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées (p) (42).

Les variables résultat (dépendantes) de toutes ces variables et du cycle "préservationniste" (variables 18 et 20) sont les mêmes que celles du sous-système "écologique" du système actuel: développement de nouvelles activités liées à l'exploitation (tourisme rural,

---

<sup>16</sup> Ce sont des variables motrices du sous-système "démographique".

<sup>17</sup> Ce sont des variables de liaison autant dans ce sous-système que dans le sous-système "écologique" du système actuel.

ressources sylvestres, etc.) (11) (variable potentielle) et la conservation du patrimoine architectonique et paysager (21), ce qui pourrait être dénommé "système écologique rénové".

En conséquence, compte tenu du sous-système "Préservation du Patrimoine avec Développement de Nouvelles Activités", le système potentiel indique une importance décisive de la conservation du patrimoine naturel, paysager et architectonique, qui ne sera possible que s'il existe un développement réel des activités liées aux exploitations agricoles qui la soutiennent.

Les variables motrices nécessaires à la création de conditions pour ce développement concernent le régime juridique d'exploitation des ressources sylvestres (chasse, pêche, plantes aromatiques et médicinales, champignons, etc) qui puisse prévoir leur totale appropriation par le propriétaire de la terre, la reformulation des incitations et des aides à l'investissement adéquates aux nouvelles activités et objectifs des exploitations agricoles, et parallèlement, la réduction des aides à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et bovins qui permettent de soutenir l'actuel système agricole dominant (Alves, Rui: 1997). (v. graphe du sous-système de "Préservation du Patrimoine avec Développement de Nouvelles Activités")

En ce qui concerne le sous-système "Préservation 'Passive' du Patrimoine", sa caractéristique fondamentale est la passivité ou la stagnation. Cependant, même parmi les variables motrices, le maintien des aides aux productions traditionnelles pourra ne pas être suffisant pour la conservation des valeurs naturelles et culturelles. En effet, un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées et le régime juridique et traitement institutionnel de conservation des plantations de chêne-liège impliquent des mesures "actives" qui soient capables d'empêcher une probable désagrégation des systèmes agro-forestiers traditionnels, malgré le maintien des aides. Dans ce cas, il n'y a pas de variables de liaison, mais des variables motrices ou dépendantes.

Les variables qui alimentent le sous-système sont ainsi: la création d'un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées (p) (42) (qui appartient également au sous-système précédent), le régime juridique et traitement institutionnel de la conservation des plantations de chêne-liège (41) et le maintien des aides (directes ou indirectes) à la céréaliculture et à l'élevage d'ovins et bovins (31)<sup>18</sup> (qui appartiennent également au sous-système "écologique" du système actuel).

Toutes ces variables contribuent à la conservation du patrimoine floral et faunique (20), à la conservation du patrimoine architectonique et paysager (21), à la conservation des plantations de chêne-liège (18) et à la gestion de la végétation spontanée (minorer le risque d'incendie et rendre possible la production de ressources sylvestres ) (19)<sup>19</sup>. (v. graphe du sous-système "Préservation 'Passive' du Patrimoine").

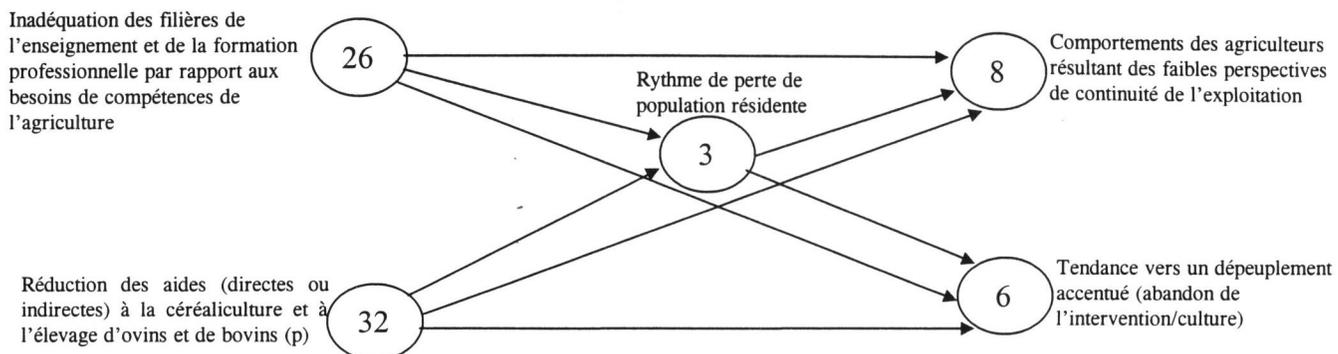
---

<sup>18</sup> Dans ce sous-système ce sont des variables motrices.

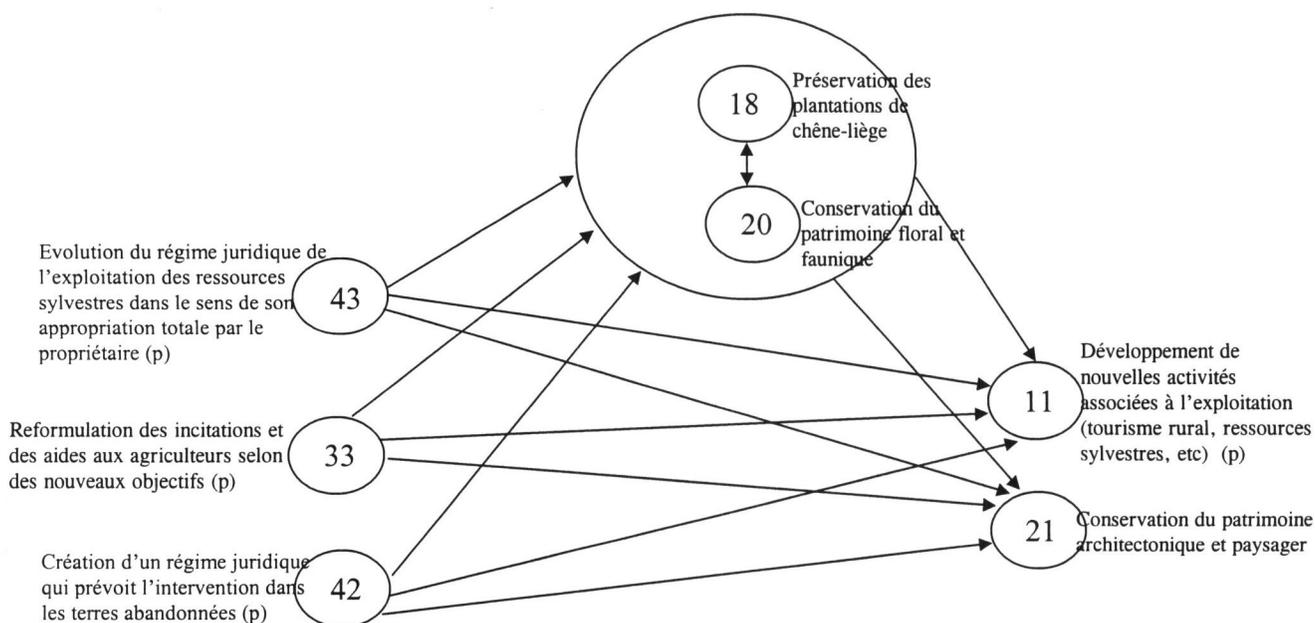
<sup>19</sup> Dans ce sous-système ce sont des variables dépendantes.



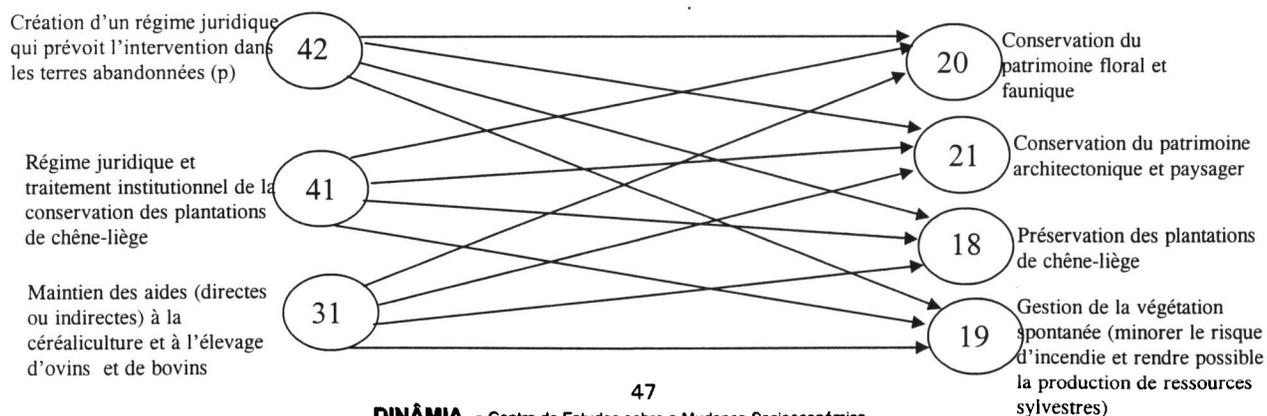
**SOUS-SYSTÈME "DÉMOGRAPHIQUE" DU SYSTÈME POTENTIEL D'OURIQUE ET ALMODÔVAR**



**SOUS-SYSTÈME "PRÉSERVATION DU PATRIMOINE ET DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES ACTIVITÉS " DU SYSTÈME POTENTIEL D'OURIQUE ET ALMODÔVAR**



**SOUS-SYSTÈME "PRÉSERVATION 'PASSIVE' DU PATRIMOINE" DU SYSTÈME POTENTIEL D'OURIQUE ET ALMODÔVAR**



#### 4.4.3. Les Sous-systèmes des Systèmes Actuel et Potentiel versus le Plan de Motricité/Dépendance Globales

Compte tenu des résultats présentés dans le point 4.3, on constate que la position des différentes variables dans le plan des sous-systèmes des systèmes actuel et potentiel coïncide avec celle qu'elles occupent dans l'ensemble du système. L'exception est la variable "Gestion de la végétation spontanée (minorer le risque d'incendie et rendre possible la production de ressources sylvestres)" (19), qui était une variable résultat<sup>20</sup> dans l'ensemble du système et qui apparaît comme motrice dans le sous-système "écologique" du système actuel, et la variable "Comportements des agriculteurs résultant des faibles perspectives de continuité de l'exploitation" (8), qui était une variable motrice dans l'ensemble du système et qui apparaît comme résultat dans le sous-système "démographique" du système potentiel<sup>21</sup>.

Il y a cependant des variables qui, dans l'ensemble du système, étaient de liaison, et dans les sous-systèmes ne sont pas toujours de liaison mais deviennent motrices ou dépendantes.

Il y a aussi des variables peloton peu définies dans le système Potentiel d'Ourique et Almodôvar, et qui deviennent à motrices dans les divers sous-systèmes de ce système: c'est le cas de "Inadéquation des filières de l'enseignement et de la formation professionnelle face aux besoins de compétences de l'agriculture " (26) du sous-système "démographique"; de "Création d'un régime juridique qui prévoit l'intervention dans les terres abandonnées " (p) (42) , des sous-systèmes "préservation du patrimoine avec développement de nouvelles activités" et "préservation passive du patrimoine" (v. Graphique 6).

Dans la section 4.3 les Plans de Motricité/Dépendance Globales ont été présentés, autant pour le système actuel que pour le potentiel, avec la division des variables en cinq groupes, et les variables qui font partie des sous-systèmes ont été mises en évidence. La lecture des tableaux 5 et 6 montre quelles sont les variables qui font partie des systèmes actuel et potentiel d'Ourique et Almodôvar et quelles sont celles qui sont exclues des sous-systèmes. Il faut noter que dans le système actuel, toutes les variables de liaison et pratiquement toutes les motrices (excepté les variables 17 et 13) et les dépendantes (excepté la v.12) font partie des sous-systèmes. Par contre, dans le système potentiel, toutes les variables de liaison et presque toutes les motrices apparaissent dans les sous-systèmes mais il n'y a que 4 dépendantes.

En effet, la décomposition du système en sous-systèmes contribue à une meilleure interprétation et lecture du système en question. D'après le plan motricité/dépendance il est possible de vérifier qu'il y a plusieurs variables qui sont motrices, d'autres dépendantes, etc..., cependant, il n'a pas été possible d'identifier les variables auxquelles elles contribuent spécifiquement, c'est-à-dire, de quels sous-systèmes elles sont de fait motrices, etc...

---

<sup>20</sup> En réalité, cette variable tend à être de peloton (v. graphique 5).

<sup>21</sup> Cette variable est très proche du quadrant des variables de peloton (v. Graphique 6).

## 5. Conclusion

Quoique la conception générale de l'analyse structurelle élaborée par Godet soit d'une grande utilité, surtout en ce qui concerne la représentation des relations entre variables dans la matrice d'analyse structurelle et les concepts de motricité et de dépendance et la typologie de classification correspondante, quelques problèmes se posent avec le procédé MICMAC de détermination des relations indirectes. Aucun des procédés alternatifs représentés constitue une solution définitive pour ce problème, mais le **procédé "Propagation d'Effets"** semble préférable à la proposition originale. Par ailleurs, à notre avis, la **décomposition du système**, lorsque possible, apporte des éléments importants pour l'analyse et l'enrichit.

Les propositions méthodologiques présentées dans cet article ne constituent qu'une contribution pour le perfectionnement de l'analyse structurelle. Si elles ont du sens et quelque utilité c'est parce qu'elles intègrent une boîte à outils qui avait déjà été fabriquée. En fait, la qualité de l'œuvre continue à dépendre davantage de l'artiste que des outils.

## Bibliographie

ALVES, Rui (1997): **A Integração das Políticas de Desenvolvimento Rural e Agrícola nos Concelhos de Almodôvar e Ourique**, Relatório Final da Bolsa de Investigação da JNICT

CALDAS, J. M. C. (1991): **Cinco Métodos de Classificação na Óptica da Optimização Combinatória**, Documento de Trabalho 2-91, CEMAPRE, ISEG, UTL

CET (1995/1997): **Análise Prospectiva da Baixa Pombalina**, (equipa: Dulce Moura, Isabel Guerra (coord.), Fernando Caria, José Maria Castro Caldas, Margarida Perestrelo e Teresa Costa Pinto), CML

DINÂMIA (1997): **Vantagens Estratégicas do Baixo Alentejo Interior (Ourique e Almodôvar)**, (equipa: Bruno Dimas, Fátima Ferreiro, Francisco Cordovil (coord.), José Maria Castro Caldas, Margarida Perestrelo, Rui Alves (projecto subsidiado pela JNICT)

GODET, Michel (1993a): **Manual de prospectiva estratégica: da antecipação à acção**, Lisboa, Publicações D. Quixote

GODET, Michel (1993b): **MICMAC Prospective (version windows) - Méthode D'Analyse Structurelle pour Identifier les Variables-Clés - Manuel d'utilisation**, Heurisco

GODET, Michel (1997): **Manuel de Prospective Stratégique. 2. L'Art et la méthode**, Paris, Dunod

GONOD, Pierre (1996): **Dynamique des Systèmes et Méthodes Prospectives**, Collection Travaux et Recherches de Prospective, N°2, Paris, Futuribles International - Lips - Datar

HATEM, Fabrice; CAZES, Bernard; ROUBELAT, Fabrice (1993): **La Prospective. Pratiques et méthodes**, Paris, Ed. Economica

LENSTRA, J. K., RINNOOY KAN, A. H. G. (1975): **Some Simple Applications of the Travelling Salesman Problem**, Operational Research Quarterly, Vol. 26, N° 4, I

MCCORMICK, W. T., SCHEWEITZER, P. J. e WHITE T. W. (1972): **Problem Decomposition and Data Reorganization by a Clustering Technique**, Operations Research, No 20

PERESTRELO, Margarida (1990): **Prospectiva e planeamento estratégico no domínio da educação-formação**, Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, policopiado

SYSLO, Maciej; Narsingh Deo e Janusz Kowalik (1983); **Discrete Optimization Algorithms**, Prentice-Hall

TUCKER, Alan (1993): **Linear Algebra - an introduction to the theory and use of vectors and matrices**, MacMillan.