



HAL
open science

Prévision et propective : la méthode des scénarios (notes de lecture)

Claude Broussolle

► **To cite this version:**

Claude Broussolle. Prévision et propective : la méthode des scénarios (notes de lecture). Réunion Scénarios pour l'agriculture bretonne, Sep 1980, Rennes, France. 29 p. hal-02859724

HAL Id: hal-02859724

<https://hal.inrae.fr/hal-02859724>

Submitted on 8 Jun 2020

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

V.R.A. - E.N.S.A.

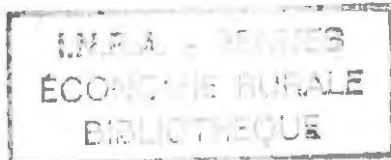
Centre de Recherches de Rennes

Centre de Recherches de
Economie et de
Sociologie Rurales

CB n°41

Scénarios pour l'agriculture bretonne

Réunion du 24 septembre 1980



Prévision et prospective : la méthode
des scénarios

(notes de lecture)

C. BROUSSOLLE

L'histoire économique récente est marquée par de fréquentes erreurs de prévisions ; la répétition de ces erreurs et, notamment, l'absence de prévision des crises économiques expliquent la crise de la prévision et l'essor de la prospective.

Avec ses motivations diverses, ses méthodes très différentes, la prospective telle qu'elle est pratiquée ne cherche pas à être un moyen de prévoir l'avenir. Elle est d'ailleurs à l'image de son sujet, un peu floue. Malgré tout, on retrouve dans la plupart des travaux une articulation commune : analyse du présent, examen des tendances possibles, détermination des plus probables et choix parmi les plus souhaitables d'entre elles.

La prospective correspond à une attitude créative face à l'avenir, radicalement différente des attitudes adoptées classiquement en prévision.

C'est donc à partir d'une critique de la prévision classique que je présenterai, successivement, la prospective des systèmes et les principales méthodes utilisées pour l'élaboration des scénarios.

I. Critique de la prévision classique

1. Les causes d'erreurs générales

1.1. L'accélération du changement

Elle se traduit par "l'irruption du structurel dans le conjoncturel". Or les modèles de prévisions à court et moyen termes n'intègrent que les variables conjoncturelles et tendanciennes.

1.2. L'effet d'annonce

La publication d'une évolution à laquelle on s'attend peut, par sa diffusion, provoquer des réactions qui viennent influencer cette évolution.

1.3. L'inexactitude des données

On peut la définir en trois mots : erreur, incertitude et imprécision. Les données dont on dispose sont à la fois incomplètes et surabondantes, les systèmes d'équations sont le plus souvent en même temps indéterminés et surdéterminés, c'est-à-dire qu'il y a plus d'équations que d'inconnues et plus d'inconnues que d'équations indépendantes.

1.4. Les simplifications arbitraires

C'est ainsi par exemple que dans les systèmes qui sont en même temps indéterminés et surdéterminés, les matrices correspondantes ne sont pas régulières. Or une matrice qui n'est pas régulière n'a pas d'inverse ; le système d'équations correspondant n'a pas une solution unique mais une infinité de solutions parmi lesquelles une solution particulière fournie par la "pseudo-inverse" que l'on utilise généralement. Le modèle s'est substitué à la réalité en la déformant. L'erreur de prévision est certaine.

1.5. L'erreur d'interprétation

Il n'y a pas de réalité indépendante de la perception et la perception des faits dépend de la théorie avec laquelle nous les considérons. Les données du passé et du présent n'ont un sens qu'à la lumière de la théorie avec laquelle on les considère. Un même couple thèse-antithèse peut conduire à plusieurs synthèses différentes toutes aussi valables les unes que les autres, ce qui ne signifie pas toutes aussi probables.

1.6. Les obstacles épistémologiques

Les obstacles à la culture scientifique se présentent toujours par paires. Dès qu'une difficulté se révèle trop importante on peut être sûr que, en la tournant, on buttera sur un obstacle opposé. Ainsi par exemple, dans sa démarche scientifique, l'homme a dû franchir l'obstacle du subjectivisme, mais en la tournant il est tombé sur celui de l'objectivisme ; la connaissance rationnelle étouffe la connaissance sensible.

2. Les causes d'erreurs spécifiques à la prévision classique

Toute démarche de prévision est caractérisée par une grille de lecture à plusieurs composantes :

- la vision adoptée,
- les variables étudiées,
- les relations envisagées,
- l'explication retenue,
- l'avenir recherchée,
- la méthode utilisée.

2.1. Vision parcellaire

Le plus souvent la prévision classique adopte une vision parcellaire. Celle-ci ne retient que quelques variables explicatives et raisonne pour le reste comme si toutes choses étaient égales par ailleurs. L'économie s'érige en secteur autonome coupée de la prévision sociale et politique. Elle est elle-même morcelée en prévision technologique, démographique... et l'on assiste à une juxtaposition de prévisions isolées incompatibles entre elles.

2.2. Variables quantitatives

En ne retenant que les variables quantitatives, les modèles se révèlent incapables de prévoir les changements provoqués par l'évolution des variables qualitatives.

2.3. Relations statiques

Les méthodes de prévision classiques (extrapolation de tendance, modèles mathématiques et économétriques) supposent l'existence de relations stables entre les variables qu'elles intègrent et font comme si les structures étaient constantes. De nombreuses erreurs de prévision résultent de la confusion entre colinéarité et causalité : le temps n'explique rien. Une variable ne s'explique que par l'évolution des relations qu'elle entretient avec d'autres variables elles-mêmes en mouvement. Les relations sont dynamiques.

2.4. Le passé explique l'avenir

En prévision classique, on recherche l'explication du futur dans le passé, il est à son image. Cette hypothèse n'est pas fondée. A cause de l'accélération du changement, l'avenir ressemble de moins en moins

au passé. C'est "l'avenir, clé d'explication du passé" de la même façon que "le présent explique l'histoire et non l'inverse".

2.5. Avenir unique et certain

L'erreur de prévision commise fréquemment consiste à se laisser emporter par l'analogie et à conclure que, puisqu'un seul avenir se produira effectivement, cet avenir est inéluctable, et qu'il n'y en a pas d'autres possibles. Cette notion de ligne d'avenir unique et certain (l'incertitude ne pesant que sur l'erreur d'estimation) est à l'origine d'un grand nombre d'erreurs de prévision car l'avenir est multiple et cette pluralité le rend incertain.

2.6. Modèles déterministes et quantitatifs

Les modèles utilisés sont quantitatifs et déterministes et le choix du modèle n'est pas neutre, il conditionne les résultats. Ce modèle est une "boîte noire", il renferme une théorie, une lecture des faits. Or si le fait est un, sa lecture est multiple. Les modèles de prévision sont déterministes, c'est-à-dire qu'ils décrivent les états successifs du système considéré, une fois précisées les conditions initiales et les lois du changement". Parler de lois économiques, c'est oublier que le temps est chargé du sens de l'histoire, de telles manières que les mêmes causes ne produisent jamais les mêmes effets et qu'un effet n'a jamais les mêmes causes.

II. La prospective des systèmes

1. Les caractéristiques de la prospective

La prospective adopte une vision globale, étudie des variables qualitatives, quantifiables ou non, envisage des relations dynamiques, retient l'avenir multiple comme clé d'explication du présent, utilise l'analyse intentionnelle (analyse structurelle, impacts croisés, scénarios) comme méthode de prévision.

1.1. Vision globale

Les phénomènes que l'on est appelé à étudier apparaissent comme des ensembles de plus en plus complexes où tout est de plus en plus interdépendant et dont le tout est distinct de la somme des parties.

1.2. Variables

- qualitatives, quantifiables ou non. On part de l'idée selon laquelle les éléments non mesurables risquent d'être déterminants.

- subjectives. Les variables retenues sont, souvent, des jugements sur l'apparition ou non d'événements et sur leurs influences réciproques.

- connues ou cachées. Lorsqu'il s'agit de variables cachées on sort l'imagination du champ limité de notre expérience en essayant de résoudre un problème avec des éléments pris en dehors du sujet. Cette méthode permet d'obtenir des résultats contre-intuitifs.

1.3. Relations dynamiques

Les relations entre les variables ne sont pas figées, elles changent.

1.4. Avenir multiple et incertain

L'histoire n'est qu'un pari sur une interprétation parmi d'autres possibles car le fait est un et sa lecture est multiple. De la même manière qu'il y a plusieurs avènements, il y a aussi plusieurs passés. L'avenir est à faire, plusieurs éventualités sont possibles, l'avenir est multiple et l'incertitude (probabilisable ou non) qui pèse sur lui est double : d'une part, l'avenir qui se réalisera effectivement reste inconnu, d'autre part une erreur, c'est-à-dire un écart à une vérité, peut être commise dans l'appréciation des éventualités et l'estimation de cette erreur fait l'objet d'incertitude comme pour l'interprétation du passé.

La pluralité de l'avenir est expliquée par les degrés de liberté de l'action humaine. La liberté humaine s'exprime alors au travers des actions visant à faire éclore telle ou telle potentialité, telle ou telle fin.

Finalement, c'est la pluralité de l'avenir qui le rend incertain et l'objet de la prévision est double ; il consiste, d'une part, à repérer les futurs possibles et, d'autre part, à estimer (lorsque c'est possible) leurs probabilités de réalisation compte tenu, le cas échéant, des actions qui peuvent être engagées dans tel ou tel sens.

L'avenir raison d'être du présent.

Il faut rejeter l'explication causale selon laquelle l'explication d'un état présent ne saurait se trouver que dans le passé alors qu'il s'agit plutôt d'explorer le passé et de l'expliquer à partir du présent. Il faut donc envisager ce présent comme "un état dynamique et concret de tensions entre les forces orientées vers l'avenir et leur blocage par des forces agissant en sens contraire qui tendent à empêcher son développement".

Compte tenu du caractère essentiellement subjectif de la réflexion sur le futur, c'est surtout l'idée que l'on se fait de l'avenir qui explique le présent.

1.5. Analyse intentionnelle

On entend par là, toutes les méthodes qui traitent des variables d'opinions (jugements, paris, probabilités subjectives...) comme l'analyse structurelle, les méthodes d'impacts croisés, la méthode des scénarios, etc. Il faut faire appel à des méthodes n'enfermant pas l'esprit dans des schémas rigides mais permettant au mieux de guider la réflexion sans supprimer de degrés de liberté à l'imagination.

2. L'objet de la prospective

Il est double, il comprend une phase exploratoire de prévision et une phase normative.

- La phase de prévision est une démarche à trois niveaux :
- l'exploration des futurs possibles,
 - la délimitation des futurs réalisables (plausibles), c'est-à-dire tout ce qu'est possible, compte tenu des contraintes matérielles, humaines, temporelles,
 - la phase normative permet de repérer quels sont le ou les cheminements qui mènent à tel ou tel futur possible.

3. Finalités et limites de la prospective

La prospective a pour but de préparer l'avenir retenu comme objectif, c'est-à-dire un souhaitable réalisable. Elle doit conduire à bien peser des décisions qui, par leurs effets irréversibles, pourraient compromettre l'avenir ou tout au moins l'amputer d'un certain nombre de degrés de liberté. Ainsi le critère d'une décision prospective est moins la recherche du maximum d'avantages immédiats que le souci de minimiser le nombre de choses auxquelles on renonce nécessairement en opérant un choix.

Toute démarche prospective est imprégnée par un système de valeurs implicite ou explicite et ne vaut que dans la mesure où ce système est lui-même acceptable.

4. Les systèmes

4.1. Définition

Un système est :

- un ensemble d'éléments (de parties, de variables) qui peuvent être, selon les cas, des êtres matériels ou abstraits, des événements.
- un ensemble de relations appliquées à ces éléments. L'existence de relations se traduit par deux types d'effet : modification de certaines caractéristiques quantitatives, apparition ou disparition de caractéristiques qualitatives.

4.2. Caractères d'un système

Un système est quelque chose en évolution, un système est dynamique. Un système est global, il constitue un tout non réduit à la somme de ses parties. Un système est complexe, c'est un système à boucles multiples non linéaires et dotées d'effets de rétroaction.

4.3. L'évolution des systèmes

Deux thèses, selon le principe de causalité univoque, les changements s'autogénèrent, l'évolution du système à un moment donné ne s'explique que par son évolution antérieure ; le temps intervient comme une variable pseudo-explicative.

Le point de vue téléologique s'appuie sur le principe de finalité, il considère que le système poursuit des buts, a une finalité, en conséquence, les changements qui interviennent sont considérés comme une réponse à cette finalité.

Il n'y a pas contradiction entre ces deux principes. C'est parce que la causalité est multiple, c'est-à-dire qu'elle peut avoir plusieurs effets (états réalisables), que précisément, plusieurs finalités (états souhaitables) sont réalisables. L'homme, dans la mesure où il n'a pas surengagé et hypothéqué son avenir (éventail de futurs possibles presque fermé) conserve de nombreux degrés de liberté qu'il peut faire jouer pour atteindre le scénario objectif (souhaitable - réalisable) qu'il s'est fixé.

4.4. Lecture prospective des systèmes

Il y a trois niveaux de lecture :

- a) l'appréhension. Elle consiste à délimiter les frontières du système dans lequel le sous-système étudié est impliqué.
- b) la compréhension consiste à repérer la structure, c'est-à-dire :
 - . les variables caractérisant le système,
 - . les relations entre ces variables.
- c) l'explication consiste à identifier les éléments moteurs et dominés du système afin de saisir sa dynamique d'évolution.

III. Méthode des scénarios

1. L'analyse structurelle

L'analyse structurelle a pour objet de mettre en lumière la "structure" entre les variables qualitatives, quantifiables ou non, qui caractérisent le système. Cet exercice enrichit la réflexion tout en permettant à l'analyse de parcourir les trois niveaux de lecture définis plus haut.

1.1. Appréhension du système

Elle consiste à établir la liste des variables qui caractérisent le sous-système étudié et son environnement. Pour découvrir ces variables, il est utile d'adopter différents points de vue politique, économique, technologique, sociologique, etc.

1.2. Compréhension

La compréhension consiste, d'une part à recenser définitivement les variables caractérisant le système et, d'autre part à repérer leurs relations dans une matrice d'analyse structurelle.

1.3. Recensement des variables

On procède à certaines agrégations et suppressions, de manière à obtenir une liste relativement homogène. Il est utile de procéder à un regroupement a priori, en distinguant des variables internes et externes, ces dernières caractérisant l'environnement. Enfin on procède à l'explication détaillée des variables car elle est nécessaire au repérage des relations.

1.4. Le repérage des relations et la matrice d'analyse structurelle

Les N variables écrites en lignes et en colonnes d'un tableau à double entrée, forment une matrice d'analyse structurelle qui n'est rien d'autre que la matrice des relations directes entre les variables.

Le remplissage peut se faire de deux manières :

- soit en lignes, en notant l'influence de chaque variable sur tous les autres,
- soit en colonnes, en notant par quelles variables, chaque variable est influencée.

Il est possible de distinguer les influences positives et négatives. Cette information conduit à mettre en évidence des feed-backs positifs (amplificateurs) et négatifs (régulateurs).

L'appréhension intuitive d'une influence de la variable a sur b nécessite de poser trois questions :

- 1) la variable a influence-t-elle b ?
- 2) la variable a influence-t-elle b par l'intermédiaire d'une troisième variable c ?
- 3) les variables a et b sont-elles influencées par une même variable c ?

On obtient finalement un tableau carré à double entrée. La présence ou l'absence de relation directe entre les variables étant renseignée par les chiffres 1 ou 0.

1.5. Explication

C'est l'exploitation de la matrice d'analyse structurelle qui permet de mettre en évidence la structure du système.

1.5.1. Etude des effets directs

En comptant le nombre d'influences de chaque variable sur tous les autres et le nombre de variables par lesquelles chaque variable est influencée, il est possible de distinguer des variables plutôt motrices et des variables plutôt dépendantes. Un fort total en ligne est le signe d'une variable dominant les autres ; un fort total en colonne révèle une variable dépendante, très sensible à l'action des autres. La matrice n'étant pas symétrique, les deux hiérarchies ne sont pas réciproques.

1.5.2. Etude des effets indirects

C'est l'objet de la méthode MICMAC (matrices d'impacts croisés - multiplication appliquée à un croisement).

1.5.2.1. Elévation en puissance de la matrice d'analyse structurelle

On part d'une matrice booléenne avec des 0 et des 1. On multiplie cette matrice A (n, n) par elle-même.

Ordre 1.

$$A = \{ a_{ij}^1 \}$$

avec $a_{ij}^1 = 1$ s'il y a influence positive ou négative de i sur j . On dira alors qu'il existe un chemin d'influence de longueur 1 allant de i à j .

$a_{ij}^1 = 0$ il n'y a pas de chemin d'influence.

Ordre 2.

$$A^2 = A \times A = \{ a_{ij}^2 \}$$

$$\text{avec } a_{ij}^2 = \sum_{k=1}^n a_{ik}^1 \cdot a_{kj}^1$$

en particulier :

$$a_{ij}^2 = 1$$

il existe k , tq

$$a_{ij}^2 = a_{ik}^1 \cdot a_{kj}^1$$

c'est-à-dire qu'il existe une variable intermédiaire k , tel qu'il y ait une influence de la variable i sur la variable k et de la variable k sur la variable j .

$$i \rightarrow k \rightarrow j$$

On dira qu'il y a un chemin de longueur 2 allant de i vers j

$$a_{ij}^2 = 2$$

il existe k_1, k_2 tq

$$a_{ij}^2 = a_{ik_1}^1 \cdot a_{k_1j}^1 + a_{ik_2}^1 \cdot a_{k_2j}^1$$

c'est-à-dire qu'il existe deux variables intermédiaires. On dira qu'il y a deux chemins d'influence de longueur 2 qui vont de i à j .

$$a_{ij}^2 = L$$

il existe k_1, k_2, \dots, k_L .

il y a L chemins d'influence de longueur 2 qui vont de i à j .

Ordre n :

$$a_{ij}^n = L$$

il existe L chemins d'influence de longueur n qui vont de i à j .

Cas particuliers : $i = j$

$$a_{ii}^1 = 0$$

La variable n'agit pas sur elle-même, en conséquence la première diagonale est nulle.

$$a_{ii}^2 = L$$

Il existe L chemins de longueur 2 allant de i à i ; un tel chemin s'appelle un circuit, nous parlerons de L boucles d'influence passant par i .

$$a_{ii}^n = L$$

L boucles d'influence passent par la variable i , la variable i est considérée comme un noeud entre L boucles de longueur n .

L'élévation en puissance de la matrice d'analyse structurelle est le principe de base de la méthode MICMAC.

Il existe deux variantes de cette méthode :

a) Méthode MICMAC Standard

Les relations les plus intéressantes sont celles qui, en engendrant des feed-backs, assurent la dynamique du système. Il est donc normal de retenir, comme premier critère de classement, le nombre de boucles dans lesquels chaque variable est impliquée. A chaque élévation de puissance, le nombre sur la diagonale principale nous dit de combien de boucles

la variable correspondante est le noeud. En pratique, au cours des élévations de puissance successives, des boucles plus petites se joignent pour en former de plus longues. Certains éléments sont donc comptés plusieurs fois dans la même boucle. On privilégie ainsi les variables entrant dans les boucles d'influences courtes, ce qui n'est pas choquant puisque les boucles longues sont moins significatives en termes de retombées sur le système.

D'une puissance à l'autre, c'est-à-dire d'une longueur de boucle à l'autre, on compare les classements obtenus. En pratique, ce classement devient rapidement stable. Cette stabilité est obtenue d'autant plus rapidement que la densité des relations dans la matrice est importante.

L'ordre obtenu pour les boucles de longueur p étant stable, nous le choisissons comme classement final.

La hiérarchisation obtenue. On obtient un classement des variables que l'on peut comparer à celui obtenu en fonction du nombre de liaisons directes entre elles. Certaines variables qui, au niveau des impacts directs, peuvent sembler secondaires, se révèlent très importantes lorsque les effets indirects sont pris en compte par l'intermédiaire du nombre de boucles dans lesquelles chaque variable est impliquée.

Les résultats de la méthode ne doivent pas être pris au pied de la lettre ; ils doivent uniquement servir à guider la réflexion. La méthode pose des questions qui ne seraient pas venues à l'esprit autrement. Remarquons également que cette méthode est utile lorsqu'on cherche à réduire la complexité du système en limitant le champ de l'étude aux variables considérées comme essentielles du point de vue de la dynamique du système.

b) Méthode MICMAC par blocs

Cette méthode est utilisable lorsque le système considéré permet de distinguer des variables internes spécifiques au phénomène étudié et des variables externes qui constituent son environnement. La matrice d'analyse structurelle se présente par blocs de la manière suivante :

		influence sur :	
		variables internes	variables externes
influence de	variables internes	1	2
	variables externes	3	4

L'élévation en puissance reste le principe de base. On s'intéresse plus particulièrement à ce qui se passe dans chaque sous-bloc. La méthode donne deux types de résultats : d'une part, un classement des variables externes en fonction de leur impact sur le sous-système interne et d'autre part un classement des variables internes en fonction de leur sensibilité à l'environnement.

On associe à chaque variable externe le nombre de relations indirectes ou chemins de longueur donnée partant de la variable considérée et arrivant à toutes les variables internes (somme de la ligne correspondante de sous-bloc externe-interne de la matrice totale élevée en puissance).

A chaque puissance de la matrice, on classe les variables externes par ordre décroissant du nombre de chemins. Généralement avant la puissance 10, le classement devient stable et le reste. On obtient ainsi un classement des variables externes en fonction de leur impact sur les variables internes (en termes d'effets indirects).

Cette interprétation des résultats par groupe de variables doit être complétée par une étude de la hiérarchie entre variables à l'intérieur de chaque groupe.

Classement des variables internes en fonction de leur sensibilité aux variables externes

On s'intéresse aux sommes marginales en colonnes du sous-bloc externe-interne de la matrice globale ; c'est-à-dire que l'on associe à chaque variable interne le nombre de relations directes, puis indirectes, partant de toutes les variables externes et arrivant sur la variable interne considérée.

Analyse des relations indirectes entre les deux classes de variables

Considérons par exemple le sous-bloc 3. Le calcul donne le nombre de chemins indirects qui vont de toutes les variables externes à toutes les variables internes. Ce nombre est égal à la somme de toutes les cases du sous-bloc $\sum_{ij} a_{ij}$ ainsi qu'à la somme des totaux marginaux en lignes et en $\sum_{ij} a_{ij}$ colonnes.

En divisant toutes les cases du sous-bloc par $\sum_{ij} a_{ij}$ on obtient un tableau de fréquence avec :

$$f_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{ij} a_{ij}}$$

La comparaison des fréquences entre elles donne une hiérarchisation des relations indirectes entre les deux classes de variables, ce qui revient en fait à classer les couples de variables.

De cette manière, on constate que telle variable externe a un impact important sur le sous-système interne à cause des relations indirectes spécifiques qu'elle entretient avec telle variable interne, qui est justement très sensible à cette variable externe.

De plus, la lecture des fréquences marginales en lignes et en colonnes éclaire la hiérarchie entre groupes de variables externes motrices et internes sensibles, en précisant la part relative de chaque groupe dans le nombre total de relations indirects du sous-bloc externe-interne.

Remarque : On peut être amené à supprimer telle variable très bien classée mais dont le développement est considéré a priori comme improbable à l'horizon de l'étude par exemple la variable "changement climatique".

La matrice d'analyse structurelle peut se prêter à d'autres traitements mathématiques :

- 1) la recherche de composantes fortement connexes, c'est-à-dire la recherche de sous-systèmes indépendants et lorsque le signe des relations directes est connu l'analyse des feed-backs positifs et négatifs.
- 2) L'analyse en composantes principales et l'analyse factorielle des correspondances qui sont parfois précieuses pour la recherche de certains facteurs explicatifs cachés (axes principaux) et finalement pour dégager la structure du système.

L'explication du système par la mise en évidence de sa structure, c'est-à-dire, essentiellement du tissu relationnel entre variables dominantes (motrices) et dominées (dépendantes, sensibles) introduit deux types de questions :

- . d'une part, quelles sont les chances de développement des variables essentielles (dominantes ou dominées) ?
- . d'autre part, comment vont jouer les relations entre ces variables ? Dans quel sens ? Avec quelle intensité et quelles conséquences ?

La réponse à ces questions est multiple puisqu'il subsiste des degrés de liberté dans l'avenir et que la réalisation effective de tel ou tel futur possible à un horizon donné dépendra des actions engagées d'ici là par les acteurs en présence dans le système. C'est pour décrire cet avenir multiple et répondre à ces questions qu'a été développé la méthode des scénarios.

2. Définition des concepts

Invariant : phénomène supposé permanent jusqu'à l'horizon étudié.

Tendance lourde : mouvement affectant un phénomène de telle manière que l'on puisse prévoir son évolution dans le temps.

Germes : facteurs de changement à peine perceptibles qui constitueront les tendances lourdes de demain.

Acteur : ceux qui jouent un rôle important dans le système par l'intermédiaire des variables qui caractérisent leurs projets.

Stratégie : ensemble de tactiques, c'est-à-dire de décisions conditionnelles déterminant pour chaque acteur les actes à accomplir dans chaque éventualité possible.

Conflits : le contraire d'une alliance objective, confrontation de stratégies antagonistes, éclatement d'une tension entre deux tendances.

Evènement : c'est une variable ne pouvant prendre que deux valeurs, en général 1 si l'évènement se produit, 0 s'il ne se produit pas.

Aléatoire, probabilités subjectives. Une probabilité subjective est un pari et le succès global d'un certain nombre de paris est le seul critère de la valeur du jugement.

Scénario⁽¹⁾ Ensemble formé par la description d'une situation future et du cheminement des évènements qui permettent de passer de la situation origine à la situation future. Il faut ajouter que cet ensemble d'évènements doit présenter une certaine cohérence.

Il y a des scénarios de situation, c'est-à-dire la description des images futures et des scénarios d'évolution, c'est-à-dire les différents cheminements qui y mènent.

Le scénario tendanciel est celui qui correspond au cheminement le plus probable, à tous les instants où le choix s'impose, compte tenu des tendances inscrites dans une situation origine. Ainsi le scénario tendanciel ne correspond pas nécessairement à une extrapolation pure et simple des tendances. C'est le scénario le plus probable. Pour l'avenir le plus probable peut correspondre à une rupture profonde des tendances actuelles.

Le scénario contrasté est l'exploration d'un thème volontairement extrême.

Alors que le scénario tendanciel correspond à une démarche exploratoire d'un scénario d'évolution vers un scénario de situation, le scénario contrasté correspond à une démarche normative. En fait, le scénario contrasté est généralement défini comme un cheminement très peu probable, et c'est précisément sa nature, très contrastée, qui le rend très peu probable.

Rappelons la distinction entre scénarios possibles, c'est-à-dire tout ce que l'on peut imaginer et scénarios réalisables, c'est-à-dire tout ce qui est possible compte tenu des contraintes.

(1) Aucune procédure ne permet de choisir a priori des scénarios dont on peut justifier qu'ils sont meilleurs que tous les autres.

2.1. L'approche "littéraire"

Une étude conduite selon la méthode des scénarios comporte deux étapes principales : la construction de la base et l'élaboration des scénarios.

2.1.1. la construction de la base

C'est la construction d'une "image" de l'état actuel du système à partir de laquelle l'étude prospective pourra se développer.

Cette image doit être :

- détaillée et approfondie sur les plans quantitatif et qualitatif,
- globale (économique, technologique, politique, sociologique...),
- dynamique, mettant en évidence les tendances passées et les faits porteurs d'avenir,
- explicative (mécanismes d'évolutions, acteurs moteurs).

La construction de la base se déroule en trois phases.

a) La délimitation du système étudié

b) L'étude de la situation actuelle

Cette analyse permet de repérer les différents acteurs en présence ainsi que les flux, les contraintes et les mécanismes et conditionnent leurs stratégies.

Le dernier point de l'étude de la situation actuelle consiste à rassembler, dans un tableau à double entrée, les stratégies des différents acteurs présents dans le système. Ce type de présentation révèle les conflits potentiels qui peuvent éclater, ainsi que les alliances possibles.

La démarche prospective doit placer au centre de ses préoccupations l'analyse de la position stratégique des acteurs et la recherche de leurs projets, et prêter une attention particulière aux possibilités d'innovation que peuvent offrir des modifications du système : on peut en effet dire que la principale difficulté de la prospective est d'anticiper la créativité des acteurs.

Dans un scénario, le comportement supposé des acteurs doit être à tout moment conforme à leurs intérêts. La recherche de cet intérêt peut être un guide très utile pour la construction des scénarios. Le premier problème est évidemment de repérer les acteurs et de définir leur position stratégique. Dans une vision systématique, un acteur se définit par ses relations avec son environnement. Repérer un acteur, c'est donc définir les motivations de ses interventions dans le système : ses finalités et ses objectifs, ainsi que les conditions de son action : moyens d'action dont il dispose, contraintes qu'il subit. On doit veiller à définir les acteurs et leur position stratégique en des termes qui resteront pertinents jusqu'à l'horizon de temps auquel doit porter la prospective, c'est le problème de la définition des invariants.

La difficulté provient généralement du fait que certains acteurs ont plusieurs motifs d'intervention dans le système. Ainsi deux acteurs peuvent être en conflit sur un sujet et avoir une

convergence d'intérêts dans un autre domaine. La compréhension de la dynamique du système est alors rendue difficile par la superposition de plusieurs thèmes de relations entre les acteurs et par une mauvaise appréciation des rapports de force.

Il faut insister sur le rôle central que joue ce repérage des principaux thèmes de relations entre les acteurs. Oublier un thème important, c'est négliger un pan de la stratégie des acteurs ; mélanger deux enjeux différents, c'est risquer de mal interpréter des comportements stratégiques, et donc de ne pas voir certains des facteurs de changement essentiels. Or les erreurs de prévision tiennent moins souvent à une mauvaise évaluation de la probabilité de certains événements qu'à l'oubli des facteurs de changement les plus importants. L'examen des différents enjeux aide en effet à révéler les facteurs de changement essentiels d'un système.

Ainsi, l'analyse de chaque thème de relation, puis l'analyse de la superposition des différents thèmes, sont nécessaires pour repérer :

- dans une optique prévisionnelle, les tendances lourdes, les facteurs de changement et les risques de rupture du système ;
- dans une optique volontariste, les leviers d'action dont un acteur dispose pour agir sur son environnement.

Il faut surmonter la confusion souvent faite entre le fonctionnement d'un système socio-économique (c'est-à-dire la réponse à la question : comment évolue-t-il ? et sa dynamique (pourquoi évolue-t-il ?) qui renvoie à l'étude des motivations des acteurs.

c) L'examen de l'évolution passée

d) Résultats de la construction de la base

- le système étudié est limité aux éléments pertinents,
- le système est structuré et éventuellement découpé en sous-systèmes,
- son évolution passée et son état actuel sont expliqués (interprétés),
- les facteurs d'évolution ou de stabilité du système sont mis en évidence,
- les projets des acteurs sont repérés dans un tableau stratégique.

2.1.2. l'élaboration de scénarios

La partie prospective se subdivise en deux phases : l'élaboration d'un scénario tendanciel et l'élaboration de scénarios contrastés et elle repose sur le découpage de la période d'étude en sous-périodes successives et, à l'intérieur de chaque sous-période, sur une étude diachronique et sur une étude synchronique.

a) Le découpage de la période d'étude

On découpe la période d'étude en sous-périodes plus courtes, de quelques années, au cours desquelles on suppose une constante relative de la structure du système.

L'étude diachronique. A partir des éléments de base : invariants, tendances lourdes, agents jouant un rôle, facteurs d'évolution du système, on trace l'évolution du système et des sous-systèmes au cours de la sous-période.

L'étude synchronique. En fin de sous-période, il est utile de reconstituer la base en rassemblant les divers éléments de l'évolution décrite dans l'étude diachronique, de manière à s'assurer la cohérence des diverses évolutions et à mettre en évidence les mutations qui ont affecté le système.

Quand l'étude synchronique est achevée, une nouvelle base est reconstituée et une nouvelle étude diachronique peut se dérouler par itérations successives ; en alternant études diachroniques et études synchroniques, on parvient à dresser une image du système étudié, à l'horizon choisi.

b) L'élaboration d'un scénario tendanciel

C'est le cheminement le plus probable qui est retenu, chaque fois que des éventualités d'évolutions divergentes apparaissent.

c) L'élaboration des scénarios contrastés

fixant les limites à l'intérieur desquelles l'image du système peut varier. Très souvent, on encadre le scénario tendanciel en faisant une hypothèse optimiste et une hypothèse pessimiste sur un paramètre important.

2.1.3. Synthèse des scénarios et stratégies de développement

A l'issue de la construction du scénario tendancielle et des scénarios contrastés, il est utile de faire la synthèse de tous les scénarios de façon à distinguer ce qui est possible et réalisable et à présenter aux responsables de la décision des conclusions qui permettent d'éclairer le choix d'une stratégie d'action et d'adaptation du plan de développement.

2.2. L'approche formalisée

On peut repérer les futurs possibles par une liste d'évènements qui, s'ils se produisent, sont considérés comme importants à un horizon donné. Cet ensemble d'évènement constitue un référentiel dans lequel il y a autant d'états possibles que de combinaisons d'évènements. C'est précisément pour déterminer les évènements, et par conséquent les scénarios les plus probables qu'ont été développées des approches formalisées appelées matrices d'impacts croisés.

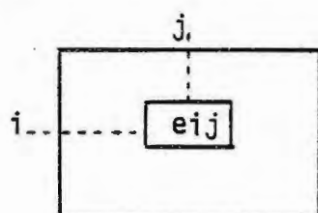
2.2.1. L'objet des méthodes d'impacts croisés (MIC)

Certaines méthodes comme DELPHI permettent assez bien de collecter les opinions et d'aboutir à un résultat convergent. Mais cette méthode présente le défaut de ne pas tenir compte des interactions entre évènements. A l'inverse, la méthode MIC présente l'avantage de prendre en compte à la fois les opinions exprimées et les interdépendances entre questions et offre, par conséquent une grille de lecture plus cohérente.

La MIC est le terme générique d'une famille de techniques qui tente d'évaluer les changements dans les probabilités d'apparition d'un ensemble d'évènements à la suite de l'apparition de l'un d'eux. Elle se présente d'abord sous la forme d'une liste d'évènements avec les probabilités de développement qui leur sont associées ; l'hypothèse de base de la méthode est que les probabilités élémentaires tiennent compte des interactions mais incomplètement. La prise en compte de ces interdépendances entre évènements permet de passer d'un système de probabilités brutes à un système de probabilités nettes, c'est-à-dire corrigées.

- l'analyse de sensibilité permet de dégager des évènements moteurs ou dominants et des évènements dominés. Le plus souvent, il s'agit d'estimer la variation ΔP_j de la probabilité P_j de l'évènement j à la suite d'une variation ΔP_i de la probabilité P_i de l'évènement i .

On a la matrice d'élasticité suivante :



$$e(ij) = \frac{P_i \Delta P_j}{P_j \Delta P_i}$$

- l'élaboration du scénario se fait le plus souvent par tirage au hasard, ce qui permet de générer la chaîne d'évènements la plus probable.

Pratiquement, si l'on considère un système de N évènements (e_1, e_2, \dots, e_N) il y a 2^N états ou scénarios de situation possible pour ce système.

Dire par exemple qu'à telle date se produisent ($e_1, e_2, e_4 \dots e_N$) non e_3 est l'un de ces 2^N scénarios. Deux méthodes donnent les probabilités de tous les scénarios de situation. Il y a $N! 2^N$ scénarios d'évolution.

2.2.2. Plusieurs méthodes d'impact croisés ont été proposées

En pratique, la plupart d'entre elles, quel que soit leur degré de complexité aboutissent à des probabilités nettes incohérentes. On a parfois confondu convergence et cohérence : ce n'est pas parce qu'un processus est convergent que les résultats obtenus sont cohérents.

a) Le modèle markovien

Cette méthode s'appuie sur une matrice de Markov, c'est-à-dire une matrice de probabilité de transition d'un état à un autre.

L'originalité de cette méthode est de fournir les probabilités de tous les scénarios d'évolution ainsi, non seulement elle donne les probabilités des scénarios de situation à un horizon donné, mais elle précise aussi l'ordre dans lequel les évènements se sont produits.

Elle présente trois inconvénients :

1) elle ne se prête pas directement à une analyse de sensibilité,

- 2) compte tenu du nombre de questions à poser aux experts, on ne peut guère prendre en compte plus de cinq événements,
- 3) il n'y a pas de vérification de la cohérence statistique des probabilités de départ qui n'ont aucune raison d'être meilleure que dans les autres cas.

b) Méthode SMIC (Systèmes et Matrices d'Impacts Croisés)

Le principe de la méthode est simple et est soumis à l'hypothèse selon laquelle les experts peuvent fournir une information sur :

- la liste des N hypothèses (événements) considérées comme fondamentales pour l'objet de l'étude :

$$H = (H_1, H_2, \dots, H_N)$$

- les probabilités simples de réalisation à un horizon donné :

$$P(i) \text{ probabilité de l'hypothèse } H_i$$

- les probabilités conditionnelles des hypothèses prises 2 à 2.

$$P(i/j) \text{ probabilité de } i \text{ si } j \text{ est réalisée}$$

$$P(i/\bar{j}) \text{ probabilité de } i \text{ si } j \text{ n'est pas réalisée.}$$

En pratique les opinions portant sur des hypothèses non indépendantes sont incohérentes relativement aux contraintes classiques sur les probabilités. Ces opinions brutes doivent être corrigées de telle manière que les résultats nets respectent les conditions ci-dessous :

$$a) 0 \leq P(\) \leq 1$$

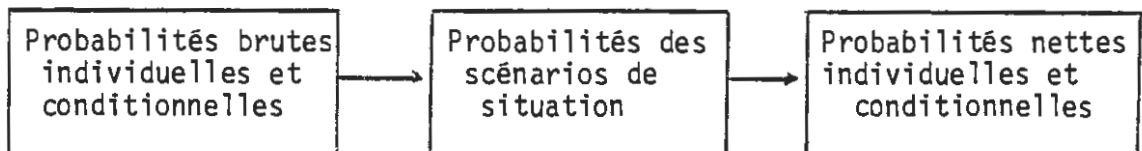
$$b) P(i/j) \cdot P(j) = P(j/i) \cdot P(i) = P(i, j)$$

$$c) P(i/j) \cdot P(j) + P(i/\bar{j}) \cdot P(\bar{j}) = P(i)$$

1) L'objet et le principe de la méthode SMIC

L'objet de la méthode consiste à corriger les opinions brutes exprimées par les experts de manière à obtenir des résultats nets cohérents, c'est-à-dire satisfaisant aux contraintes classiques sur les probabilités, les plus proches possibles des estimations initiales.

Si l'on a caractérisé les possibilités d'évolution du phénomène étudié par la réalisation ou non de n hypothèses fondamentales, on obtient 2^n images finales (1) ou scénarios de situations possibles.



(1) Si $n = 2$, on a 2 hypothèses H_1 et H_2 et 4 images finales possibles :

- H_1 et H_2 réalisés,
- H_1 réalisée et H_2 non réalisée et vice versa,
- H_1 et H_2 non réalisées.

2) Fonction objectif

Les contraintes a, b, c sont vérifiées par les probabilités théoriques, mais non par les probabilités estimées, par conséquent, la fonction d'objectif choisie peut être de minimiser la différence entre les produits :

$$P(i/j) \cdot P(j)$$

résultant des estimations fournies par les experts sur les N hypothèses et les produits théoriques

$$P^*(i/j) \cdot P^*(j)$$

qui s'expriment en fonction des probabilités

$$\pi_k \quad (k = 1, 2, \dots, r)$$

des $r = 2^N$ scénarios possibles. Ce qui revient à chercher des probabilités $(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_k, \dots, \pi_r)$ des scénarios possibles qui rendent minimum une fonction objectif sous les contraintes :

$$\sum_{k=0}^1 \pi_k = 1$$

$$\pi_k > 0 \quad \forall k$$

C'est un programme classique de minimisation d'une forme quadratique sous contraintes linéaires. Il n'est pas nécessaire de tenir compte des contraintes a, b, c. Les probabilités théoriques déduites des π_r les vérifient par définition.

Comme dans la régression linéaire, nous avons un nuage de points (les réponses brutes) et nous cherchons l'information la plus proche possible qui respecte certaines contraintes (la droite pour la régression, les axiomes de probabilité dans notre cas). Toutefois, l'optimum de cette fonction objectif n'est pas unique, il y a même une infinité de solutions pour les probabilités de scénarios π_k . Aussi doit-on introduire un critère de choix pour obtenir la solution optimale parmi l'infinité des scénarios. On peut retenir celle qui donne la valeur la plus élevée possible au scénario le plus probable. La solution répondant à ce critère, c'est-à-dire :

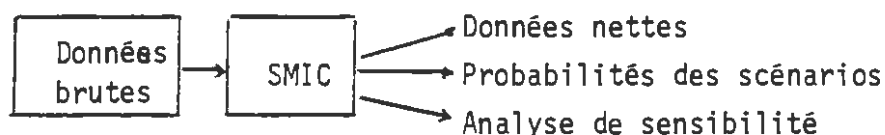
$$\text{Max}_k [\text{Max } \pi_k]$$

peut facilement être obtenue par l'algorithme du simplex.

3) Résultats : une hiérarchie des scénarios et l'analyse de sensibilité

La solution fournie par le programme SMIC donne les probabilités $(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_r)$ des r scénarios.

Nous obtenons ainsi un classement cardinal des scénarios possibles ce qui permet de délimiter le domaine des réalisables en ne retenant que ceux ayant une probabilité non nulle.



Des probabilités des scénarios, on peut déduire des probabilités simples et conditionnelles cohérentes des hypothèses, c'est-à-dire satisfaisant à a, b, c.

La suite de la méthode consiste en une matrice de sensibilité et permet de déduire des variables matrices ou dominantes et des variables dominées.

L'ensemble de la démarche est représenté sur le schéma suivant.

3. L'opération "variantes"

La démarche qui a été présentée suppose qu'il est possible de dresser une liste des événements possibles et d'apprécier leur probabilité, appréciation qui résulte en général d'un jugement d'experts. L'élaboration des scénarios s'effectue ensuite par tirage aléatoire, ce qui permet d'engendrer, par procédure de simulation, le scénario le plus probable.

La méthode se poursuit par une analyse (toujours par jugement d'experts) de l'influence des variations de la probabilité de chaque événement sur la probabilité des autres événements. Dans une formalisation complète, on s'appuie sur une matrice de probabilités conditionnelles calculée à partir des appréciations initiales, ou bien sur une matrice de transition dans le cadre d'un modèle markovien. Dans ce dernier cas, il est possible d'engendrer facilement des scénarios par le jeu des matrices de transition.

Ces méthodes ont été appliquées à l'étude prospective de différents domaines de l'activité économique (transport aérien, énergie nucléaire, etc.). Leur transposition au domaine macroéconomique ne paraît pas très commode en raison de la multiplicité des événements possibles et de la difficulté d'apprécier la probabilité de certains aléas. La démarche empirique suivie lors des opérations "variantes" (1) traduit cette difficulté et combine deux approches :

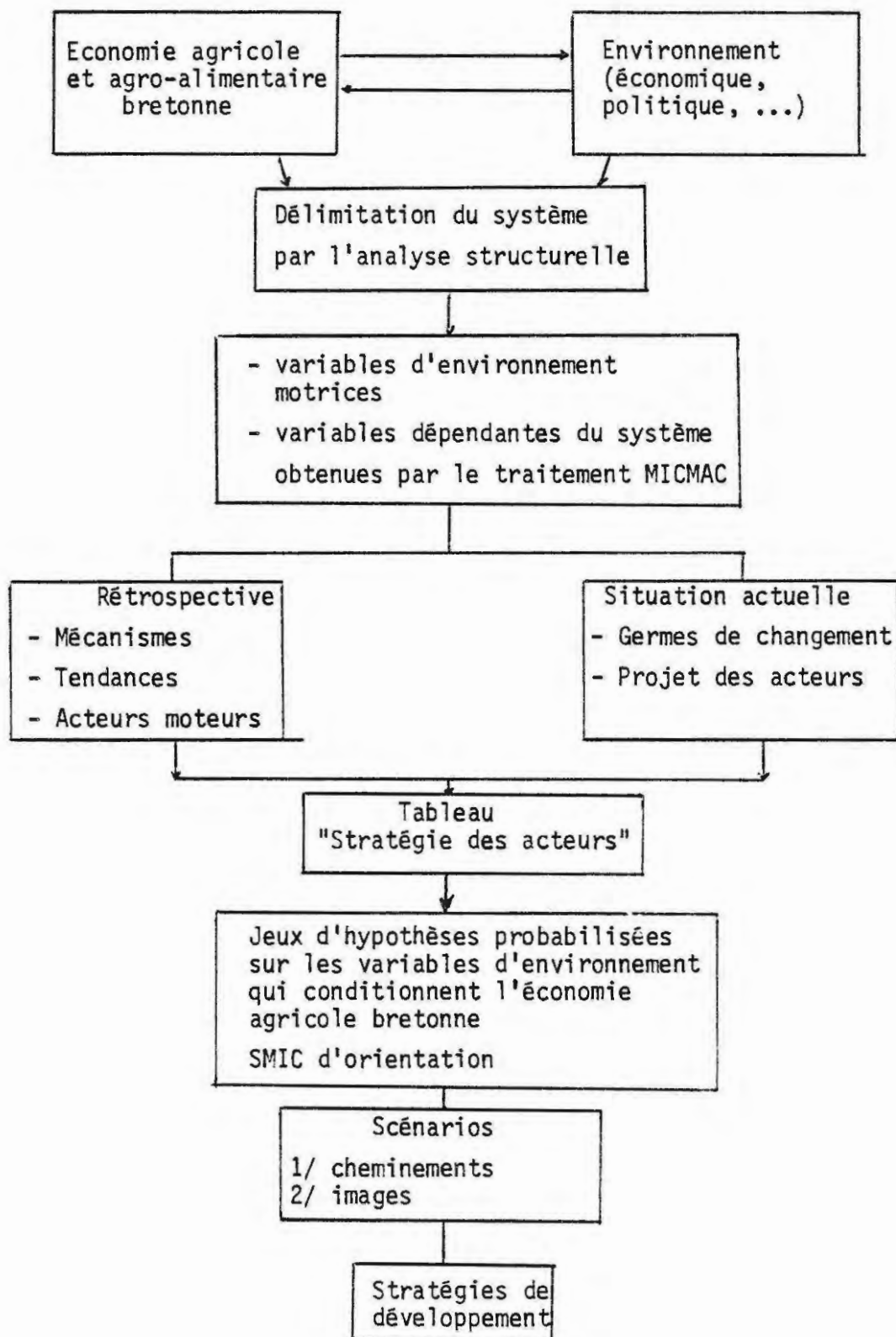
1) La construction de scénarios par combinaison de plusieurs aléas.

Cette méthode est voisine de celle qui a été définie précédemment, sans pour autant probabiliser les scénarios. Les principaux aléas sont attendus de l'évolution des économies étrangères. Les incertitudes qui affectent les comportements des agents peuvent être résumées et paramétrées, en termes d'écart, par rapport à un comportement de référence. Enfin, le croisement des différentes hypothèses concernant les comportements et aléas définit les variantes à explorer. Les équilibres comptables sont alors construits et analysés.

Cette confrontation des variantes et des objectifs conduit à imaginer de nouvelles politiques et à étudier de nouvelles variantes. Ainsi la recherche d'une stratégie se dégage-t-elle progressivement d'une démarche itérative entre les objectifs et les contraintes.

(1) Méthode proposée par la Direction de la Prévision.

Méthode des Scénarios



2) La recherche d'un petit nombre de scénarios illustratifs

Il s'agit moins de décrire suffisamment de cheminements pour que l'un d'entre eux se trouve effectivement réalisé, que de typer des enchaînements contrastés illustrant par des projections économiques quelques hypothèses d'analyse possible a priori.

Si l'on veut caractériser les paramètres principaux dont la combinaison constitue un scénario et affecter une probabilité aux valeurs de ces paramètres, il est possible théoriquement d'évaluer la probabilité de chaque scénario. En fait, le chiffrage de ces paramètres est très incertain. Aussi, plutôt que d'examiner les conséquences macroéconomiques d'une séquence d'événements qui reste nécessairement arbitraire, on cherche un ensemble de conditions permettant à l'économie de s'engager dans une voie caractérisée par avance. Dans cette conception, on explore et on teste quelques hypothèses de travail, se réservant d'en apprécier a posteriori la vraisemblance, ou d'étudier parmi les éventualités possibles celles qui posent des problèmes particuliers du point de vue de la politique économique.

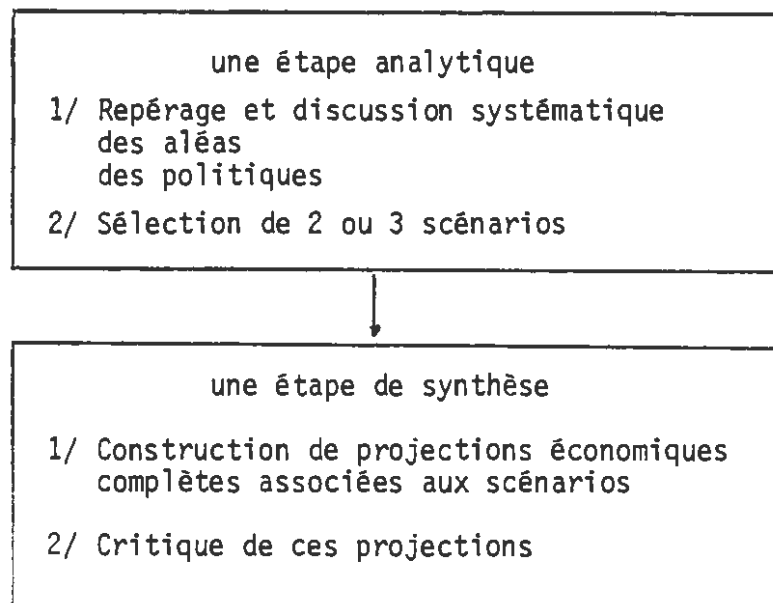
3) Une synthèse de ces approches

Ces deux méthodes trouvent à l'usage certaines limites. On ne peut multiplier les variantes, car il faut pouvoir interpréter les résultats. C'est, en effet, au niveau de leur interprétation que réside le problème majeur. Au croisement d'aléas dans l'espace économique se superpose un croisement possible d'aléas dans le temps et il devient vite difficile de maîtriser les mécanismes propres à chaque cheminement et la position relative des scénarios entre eux.

La solution idéale serait de dissocier deux étapes dans la procédure de travail :

Une première étape s'efforcerait de repérer et de discuter assez systématiquement les ensembles de combinaisons d'hypothèses plausibles.

Dans une deuxième étape, la construction des cheminements ne serait réalisée complètement que pour quelques scénarios sélectionnés à l'issue de la discussion préliminaire.



IV. Les tentatives d'optimisation

Dans l'opération "variantes", il s'agit moins de rechercher directement une politique optimale que de proposer à la discussion quelques cheminements associés à des scénarios réalistes et de dégager de leurs comparaisons, d'une part les tendances les plus probables, d'autre part les marges d'action. Cette démarche s'inscrit cependant dans le schéma général de l'optimisation des décisions économiques.

L'ambition de la théorie de la décision est "de guider n'importe quel décideur, lorsque ce dernier se trouve confronté à des choix ayant des effets mal connus dans un avenir sur lequel il n'a que des impressions diffuses et peu formalisées" et lorsque la décision doit être prise une seule fois.

Le schéma proposé par la théorie de la décision comporte deux étapes : une analyse des situations possibles, et une prise en compte de l'opinion et des préférences du décideur.

L'analyse des situations possibles comprend : le recensement de l'ensemble des actions possibles, le recensement de l'ensemble des "états de la nature" c'est-à-dire des différentes façons dont les facteurs aléatoires de l'environnement peuvent agir sur les résultats de l'action choisie et le recensement et la description des conséquences associées à chaque combinaison d'une action et d'un état de la nature, c'est-à-dire de l'ensemble des scénarios économiques.

Lorsque le problème a ainsi été analysé, le décideur fait le choix le plus cohérent avec son propre système de préférence et ses propres croyances sur les facteurs d'environnement en choisissant la décision qui rend maximum l'espérance mathématique de l'utilité. Cependant on observe qu'une application brutale du critère de l'espérance ne prend pas en considération l'aversion pour le risque. Pour y remédier la théorie de la décision propose d'attribuer une note qui en tienne compte. L'analyse de la décision ne vise donc pas à proposer et encore moins à supposer la meilleure décision dans l'absolu, mais à sélectionner la décision la plus conforme à l'opinion de chacun.

La seule application de la méthode précédente à l'économie française concerne l'opération "optimix". Cependant, dans la plupart des pays des recherches sont en cours afin de transposer les méthodes du contrôle optimal à la macroéconomie. Ces méthodes visent, en particulier, à répondre à la question suivante : quelles valeurs faut-il attribuer aux variables de la politique économique (appelées variables de contrôle du système économique) pour atteindre un objectif donné ? On ne se préoccupe donc pas de l'aléa, et on se demande jusqu'à quel point et sous quelles hypothèses l'économie, telle qu'elle est décrite par le modèle est commandable, c'est-à-dire permet d'atteindre un objectif fixé à l'avance.

V - Les nouvelles voies de la prévision mathématique

L'absence de prévision des crises dans les modèles de prévision classique est attribuée, par certains, non pas à la modélisation abusive de la réalité, mais à l'utilisation des mathématiques du continu, pour représenter une réalité discontinue. Ainsi se développe une nouvelle voie de prévision mathématique des ruptures que R. THOM appelle la théorie des "catastrophes" et PRIGOGINE, la théorie des "fluctuations".

La réalité est représentée par un système d'équations différentielles. On sait qu'il n'y a qu'une solution d'un tel système d'équations qui passe par un point donné de l'espace temporel (par exemple l'état présent), du moins lorsque les conditions limites sont fixées. Cependant dans les travaux de THOM et PRIGOGINE, les conditions limites ne sont pas fixées, certains paramètres d'environnement subsistent, et conditionnent divers régimes dynamiques possibles, ainsi que la transition (fluctuation ou catastrophe) entre ces régimes, qui sont autant de futurs possibles qualitativement différents.

Pour certaines valeurs des paramètres d'environnement, il y a des ruptures d'évolution, des "catastrophes". Ainsi, les changements de structure se produisent lorsque la perturbation extérieure dépasse la capacité d'absorption du système. Mais cette catastrophe ne se produit que si certaines conditions extérieures se trouvent réunies, pour certaines valeurs des paramètres d'environnement.

La théorie des catastrophes montre surtout ex-post que le changement de structure correspond effectivement à une solution du système d'équations différentielles. Cependant, ex ante, le problème reste posé de savoir quelle sera la valeur de ces paramètres d'environnement et leur éventuelle évolution afin de déterminer si, parmi les futurs possible, celui qui se produira effectivement est une rupture, une "catastrophe" ou non.

C'est précisément l'objet de la prospective, de déterminer compte tenu des forces en présence, des projets des acteurs qu'elles pourraient être les valeurs des paramètres d'environnement, c'est-à-dire quels sont, indépendamment de toute formalisation, les scénarios tendanciels et contrastés.

B I B L I O G R A P H I E

- ABT Clark C., FOSTER Richard N., REA Robert H.
 A scenario generating methodology, in James R. BRIGHT, Milton E. F. SCHOEMAN.
 A guide to practical technological forecasting, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1973.
- BELLOY. J.M., DUVAL A., FONTELA E., GABUS A., LASHERAS J. and LEGER J.N.
 Evènement et planification. Compte-rendu d'une expérience. Battelle, avril 1974.
- BERGER G. Phénoménologie du temps et prospective. Paris, PUF, 1964.
- BERGER G. Etapes de la prospective, PUF, 1967.
- CHAPMAN Peter F. The energy scenario for United Kingdom.
 Long Range Planning, April 1976, vol. 9, n° 2.
- CHAPMAN Peter F. Fuels Paradise, three scenarios for Britain.
 Penguin Books, London, 1975.
- CHAPMAN Peter F. Scenarios a method for exploring the future.
 Long Range Planning, feb. 1976, pp. 2-11.
- COLE Sam (1)
 CHICHILNISKY G. Modelling with scenarios.
 Futures, vol. 10, n° 4, aug. 1978, pp. 303-321.
 (1) Science Policy Research, Unit of Sussex University, BRIGHTON SUSSEX
- COLE Sam, MILES Ian, GERSHUNI Jay
 Scenarios of world development.
 Futures, vol. 10, n° 1, feb. 1978, pp. 3-20.
- DALKEY N.C. An elementary cross-impact model.
 Technological Forecasting and Social Change, 1972, 3, pp. 341-351.
- DELEAU M., MALGRANGE P.
 Les modèles macroéconomiques empiriques. Analyse et optimisation.
 Rapport CEPREMAP, 1975.
- DIDIER M. L'opération "variantes", exercice de projection économique exploratoire.
 Statistiques et Etudes Financières, série orange, n° 36, 1979.
- DIDIER M. L'opération "variantes", exercice de projection économique exploratoire.
 Statistiques et Etudes Financières, Direction de la Prévision, Ministère de l'Economie, 1979, N° 36.

- DUCOS G. F. Delphi et Mini-Delphi. Deux méthodes de prévision et d'évaluation
Faculté des Sciences Economiques. Université de Toulouse I.
Cahier n° 52, fev. 1978.
- DUCOS G. F. Les analyses d'interactions probabilistes. Méthodologie et
applications, Thèse d'Etat ès Sciences Economiques,
Université de Toulouse I, mai 1979.
- DUPERRIN J. C. and M. GODET
SMIC 74 : a method for constructing and ranking scenarios.
Futures, August 1975, 7 (4), pp. 303-312.
- DUVAL A., FONTELA A. and GABUS A.
Dematel innovative methods. Cross-impact. A handbook on concepts
and applications.
Report 1, Battelle-Geneve, 1974.
- ENZER S. A case study using forecasting as a decision making-aid.
Futures. Vol. 2 n 4, dec. 1970.
- ENZER S., BOUCHER W. and LAZAR F.
Futures research as an aid to government, planning in Canada :
four workshop demonstrations.
Report R-22, Institute for the Future, August 1971.
- ENZER S. Federal/State Science Policy and Connecticut : a futures
research workshop, Report R-24, Institute for the Future,
october 1971.
- ENZER S. and ALTER S.
Cross-impact analysis and classical probability.
Futures, June 1978, 10 (3), pp. 227-239.
- EDWARDS W. and TVERSKY A.
Decision making, Penguin Modern Psychology, 1967.
- FONTELA E. Scenario generation by cross-impact analysis,
Letters to the editor, Futures, February 1977, 9 (1), pp. 87-89.
- GERARDIN L. Un cas concret d'étude prospective par emploi d'analyse morpho-
logique. Thomson CSF, dec. 1970, p. 5.
- GODET M. Crise de la prévision. Essor de la prospective. Exemples
et méthodes. PUF, L'économiste, 1977.
- GODET M. SMIC 74 : a reply from the authors.
Futures, august 1976, 8 (4), pp. 336-340.
- GORDON T.J. at HAYWARD H.
Initial experiments with the cross-impact matrix method of
Forecasting. Futures, dec. 1968, 1 (2), pp. 100-116.

- GORDON T. J., ROCHBERG R. and ENZER S.
 Research on cross-impact techniques with applications to selected problems in economics, political science, and technology assessment.
 Report R-12, Institute for the Future, august 1970, pp. 86-137.
- GORDON T.J., BECKER H.S.
 Utilization of cross-impact in Technology Assessment. in Technology Assessment in a dynamic environment. Gordon and Breach, 1973, pp. 663-672.
- HELMER O.
 Analysis of the future. The Delphi method. The Rand Corporation, p. 3558, mars 1967.
- HOURCADE Jean-Charles
 Scénario énergétique pour les Etats-Unis (1975-2050). Futuribles 2000, 1979, n° 22, pp.13-14.
- HOURCADE Jean-Charles
 Choix énergétiques et choix de société. Futuribles 2000, 1979, n° 22, pp. 15-30.
- HUNTER David J., LODGE J.
 Scenario analysis : how US firms do it ? Futures, june 1979, vol. 11, n° 3.
- JOUVENEL B. de
 L'art de la conjecture. Futuribles, Paris, Sédésis, 1972.
- JULIEN P. A., LATOUCHE P., LAMONDE D.
 La méthode des scénarios. Datar n° 59. Documentation Française, mai 1975.
- KAHNEMAN O. and TVERSKY A.
 Subjective probability : a judgement of representativeness. Oregon Research Institute, Research Bulletin, 1971, II, n° 2.
- KOUSNETZOFF N.
 Scénario de croissance énergétique zéro. Futuribles 2000, 1979, n° 22, pp. 7-12.
- LINNEMAN Robert E., KLEIN Harold E.
 The use of multiple scenarios by U.S. industrial companies. Long Range Planning, feb. 1979, 12 (1), pp. 83-90.
- LINSTONE H. A., TUROFF M.
 The Delphi Method. Techniques and applications. Addison. Wesley Publishing Company, 1975.
- MITCHELL R.B. and TYDEMAN J.
 A note on SMIC 74. Futures, february 1976, 8 (1), pp. 64-67.

- NAIR K., SARIN R. K. Generating future scenario - their use in strategic planning.
Long Range Planning, vol. 12, n° 3, june 1979.
- NORSE D. Scenario analysis in interfutures.
FUTURES, oct. 1979, pp. 412-422.
- PALMER Michael, SCHMID Gregory
Planning with scenarios the banking world of 1985.
Futures, dec. 1976.
- RAKESH K., SARIN A sequential approach to cross-impact analysis.
Futures, february 1978, 10 (1), pp. 53-62.
- ROBERTS P.C., OUTRAM V.E.
A method for projecting energy demand in the U.K.
SARU, dept. environment, Marsham street London.
- ROCHBERG R. Convergence and variability because of random numbers in
cross-impact analysis.
Futures, september 1970, 3 (2), pp. 276-278.
- SALLIN KORNBERG and FONTELA E.
The explor-multitrade 85 model,
III^e Conférence internationale d'économétrie appliquée, Brussels
february 1976.
- STEINHART John, HANSON Mark E.
A low energy scenario for the United States, 1975-2050.
University of Wisconsin, Institute for environmental studies,
july 1977, MADISON.
- TUROFF M. An alternative approach to cross-impact analysis.
Technological Forecasting and Social Change, 1972, 3, pp. 309-335.
- ZENTNER René D. Scenarios, a new rool for corporate planners.
Chemical and engineering news, industrial edition, october 1975.

