



## **Diversité des mondes de production et des voies d'accèsion à la rentabilité des petites entreprises : une analyse par les cartes auto-organisatrices**

**Nadine LEVRATTO**  
Chargée de recherche CNRS

SPE UMR 6134-CNRS-Université de Corse

### **Résumé**

Ce texte cherche à mettre en évidence une typologie des petites entreprises qui, à côté de celles fondées sur la taille ou l'activité, permette de distinguer les firmes selon leur organisation interne et le type de marché sur lequel elles évoluent. Il s'agit donc de retrouver dans un sous-ensemble souvent supposé homogène, celui des petites entreprises, la notion de monde de production développée par Salais et Storper. Pour ce faire, c'est aux cartes auto-apprenantes, méthode non déterministe, que nous avons eu recours. Leur application a permis de mettre en évidence sur un échantillon de petites entreprises françaises une diversité économique qui contraste avec l'image d'homogénéité que véhicule le simple découpage par taille. Plus que cette dernière, nous montrons que c'est le couple (produit, marché) qui détermine la nature et la qualité de l'entreprise.

## 1. Introduction

Essentiellement fondées sur la taille ou l'activité, la plupart des typologies d'entreprises en vigueur au niveau macroéconomique considèrent ces dernières comme des variables approximatives suffisantes pour appréhender les différences qualitatives observables entre les firmes. Dans le prolongement des travaux qui insistent sur la diversité des compétences comme élément de différenciation (Dosi, Teece et Winter, 1990), en s'inspirant des recherches sur l'entrepreneuriat qui rendent compte de l'influence du créateur sur la stratégie de l'entreprise (Sylvestre, Gouget, Pastorello, 1996, Filion, 2000 ou Verstraete, 2001) et dans un souci de compléter les segmentations habituellement proposées (voir sur ce sujet Delbreil et alii, 1997 et 2000 ainsi que Bardos, 2001), c'est un point de vue ontologique que nous adoptons ici. Il conduit à considérer que toute firme possède un **savoir** singulier dont la composition est le fruit de son histoire (dépendance à l'égard du sentier), des routines accumulées et des apprentissages effectués, que ce savoir se combine avec un **vouloir** particulier dans la mesure où les objectifs qu'elle affiche lui sont propres, son **pouvoir** étant déterminé par une combinaison de facteurs et une collection d'actifs spécifiques en sa possession. Ces trois facteurs transcendent la taille quelle que soit la variable (chiffre d'affaires, total du bilan ou effectif salarié) qui permet de la capturer. Ainsi, sans rompre avec la tradition macroéconomique des typologies d'entreprises mais tout en cherchant à y incorporer les déterminants micro des stratégies individuelles des firmes, nous cherchons à mettre en place une méthode qui permette de procéder à une discrimination d'un grand nombre d'entreprises à l'aide de multiples critères qualitatifs et quantitatifs dans le but de proposer une typologie qui tienne compte à la fois des aspects structurels, mais aussi organisationnels de l'entreprise.

Ce travail vise à rendre compte de la portée empirique et opératoire de cette démarche. L'objectif ultime de cette typologie est en effet de permettre à la petite entreprise de mieux se connaître, de mieux analyser ses forces et faiblesses non pas au regard des structures, modes d'organisation... considérés comme bons selon une norme financière ou comptable mais au regard de son environnement considéré *lato sensu* dans lequel survie, croissance et rentabilité dépendent de la position de l'entreprise par rapport à ses concurrents, fournisseurs et clients. Pour ce faire, nous présenterons dans une première partie les éléments qui plaident en faveur d'une conception de la Petite Entreprise (ci-dessous désignée par PE) laissant la place à une vision plurielle de cette dernière. La seconde partie nous permettra de montrer que la taille ne suffit pas à embrasser les divers facteurs caractéristiques de l'entreprise, ce qui nous conduira à préférer à une pure vision statistique une approche davantage influencée par une vision économique. C'est ainsi que nous transposerons le concept de monde de production (Salais et Storper, 1993) qui intègre d'emblée l'idée de diversité des unités de production à l'univers de la petite entreprise. La pertinence et la validité empiriques de cette transposition seront mises en évidence dans la troisième partie qui, grâce à l'application des réseaux de neurones, nous permettra de segmenter la population des petites entreprises en groupes qui recourent largement ceux définis par Salais et Storper.

## 2. Diversité et trajectoires de la rentabilité

L'idéal en matière d'organisation de la production n'existe pas. Les entreprises ont à leur disposition de multiples méthodes pour mettre en place de manière adéquate la chaîne de

conception, de fabrication, de marketing et de commercialisation d'un produit ou service, chacune d'entre elles présentant une conception spécifique de techniques, de transferts d'information, d'incitations, de modèles de prise de décision... qui combinées de manières différentes vont donner naissance à une économie durablement marquée du sceau de la diversité. La "destruction créatrice" schumpétérienne explique le maintien de la diversité sur la durée, les chefs d'entreprise mettant en place un processus permanent d'innovation et de changement à l'intérieur et à la périphérie de la firme à l'origine de nouveaux marchés et formes d'organisation et qui favorise le renouvellement des structures. La mémoire du futur d'après laquelle la stratégie de l'entreprise est en partie dépendante de son profil d'évolution et dont la référence classique est Edith Penrose (1959), suggère que l'entreprise est un système culturel dynamique et complexe, un environnement d'équipe accumulant "par sédimentation" des habitudes, des savoir-faire, des automatismes et une culture. Ajoutons à cela la surdétermination spatiale ou contexte (proximité ou distance des sources de matières premières, des clients, des fournisseurs, des voies de communication, des sous-traitants, de la main d'œuvre, des pôles de compétence...), et l'on admettra que la concurrence ne peut pas imposer une formule unique d'organisation qui s'affirmerait vis-à-vis des autres. Pour capturer cette diversité "en masse", c'est-à-dire à partir de fichiers généraux d'entreprise qui laissent peu la place à l'entretien détaillé, nous proposons de remplacer l'approche par le bas qui fonde habituellement l'établissement de typologies d'entrepreneuriat par une approche par le haut *a priori* compatible avec la diversité des couples (produit, marché) caractéristiques de la diversité des entreprises. Cette démarche est empruntée à Salais et Storper et a montré sa capacité explicative puisqu'elle a déjà fait l'objet de vérifications empiriques à l'aide de méthodes statistiques déterministes (Paranque, Rivaud-Danset, Salais, 1997).

## 2.1 Petites entreprises et mondes de production

La reconnaissance de la diversité est un défi pour l'analyse économique standard dont les fondements mécanicistes s'accommodent bien mieux de l'idée d'unicité (Belletante, Levratto, Paranque, 2001). L'impossibilité d'atteindre un optimum dans un contexte d'incertitude radicale ayant été à maintes reprises démontrées, l'analyse du processus de coordination des acteurs dans un système de marché nécessite la mobilisation d'un cadre théorique renouvelé tel que le propose la théorie des conventions. Son origine peut être trouvée dans la volonté de dépasser les limites de la théorie économique standard (O. Favereau, 1989) par l'élaboration d'un cadre théorique qui ne limite pas son analyse aux seuls modes de coordination de l'action collective que sont le marché et la firme ou, plutôt, qui cherche à réinscrire ces modes de coordination dans un espace social plus vaste composé de savoirs collectifs, de normes, de conventions.

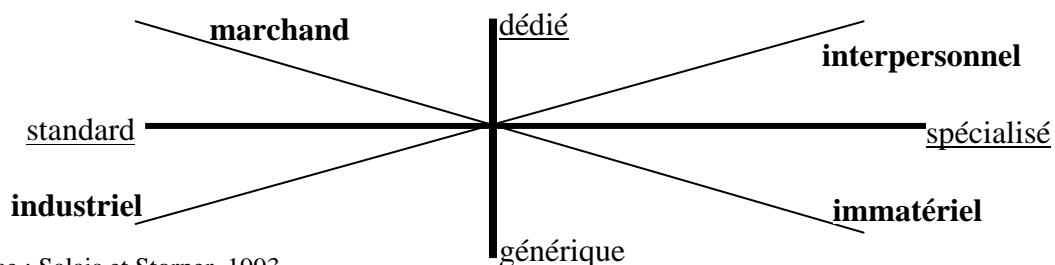
La théorie des conventions permet d'établir le lien entre les calculs des agents et les règles qui autorisent ces calculs. En effet, alors que les théories économiques standard et standard étendue (O. Favereau, 1989) considèrent ces règles comme exogènes aux comportements économiques des individus, la théorie des conventions fait de ces règles envisagées des outils, des dispositifs cognitifs collectifs, son principal objet d'étude. Différents courants reconnaissent la pluralité des modes de coordination de l'action collective, mais l'origine de cette pluralité diffère selon les auteurs. Alors qu'elle repose sur l'existence de "cités" pour L. Boltanski et L. Thévenot (1987, 1991), elles-mêmes issues de la philosophie politique, la pluralité des modes de coordination est liée à l'incertitude sur les biens échangés pour F.

Eymard-Duvernay (1986, 1989, 1994), comme pour R. Salais (1993, 1994). C'est à la conception de ce dernier auteur que nous nous rattacherons dans la mesure où il propose la plus large notion d'incertitude, celle-ci ne portant pas uniquement sur les biens, mais également sur le futur et l'action des agents économiques.

Salais et Storper (1993) différencient les produits selon deux grandes dimensions : la première concerne la nature des produits, la seconde dimension fait référence au processus de production. Les produits génériques sont des produits anonymes quant à leur destination et définis indépendamment des personnes, alors que les produits dédiés correspondent à un segment particulier de la demande et/ou à des demandes individualisées. La production est dite standard si elle n'exige aucune compétence spécifique de la part des employés ; elle est au contraire considérée comme spécialisée lorsque chaque personne apporte son propre savoir-faire et ses compétences. Parallèlement à ces deux dimensions, les auteurs prennent en compte une troisième opposition qui concerne l'état du marché : ce dernier peut-être prévisible ou incertain. Dans le premier cas les firmes, utilisent les statistiques issues de l'observation ; dans le second, les entreprises ne peuvent pas prévoir à partir des statistiques toutes les caractéristiques de la demande et le processus de décision s'appuie sur un exercice de jugement ou d'expertise.

La combinaison des deux premiers axes, processus de production standardisé/spécialisé pour l'un et produits génériques/dédiés pour l'autre, est à l'origine de quatre monde possibles de production : le monde industriel, le monde marchand, le monde interpersonnel et le monde immatériel. Ces mondes de production peuvent être perçus comme des espaces de cohérence entre la nature des produits, celle du marché et le mode de fonctionnement de l'entreprise, en d'autres termes de sa manière de traiter l'incertitude et de se positionner dans son environnement.

Le graphique suivant offre une représentation de ces mondes de production<sup>1</sup>.



Source : Salais et Storper, 1993

**Graphique 1** : Les mondes de production des entreprises

**Le monde interpersonnel** est le monde des produits dédiés selon un processus spécialisé. Les produits sont fabriqués selon des compétences et savoirs spécialisés propres à des personnes ou à des firmes données et accordés aux besoins de demandeurs spécifiés. Utilisent fortement

<sup>1</sup> On doit noter la similitude entre cette notion et les travaux sur la structure organisationnelle (Kalika, 1995), le système d'information externe (Joyal et al., 1993) qui sont agrégées par K. Messeghem (2001) dans une étude empirique menée sur 72 entreprises agroalimentaires de la région Languedoc-Roussillon qui propose une segmentation des entreprises selon leur orientation entrepreneuriale.

les registres d'action de ce monde les activités fondées sur le métier et, plus généralement, les entreprises fabriquant des produits à forte composante de services personnels ou des équipements spécialisés correspondant aux besoins d'un autre producteur. Dans ce monde, les entreprises sont soumises à une forte contrainte de flexibilité compte tenu de la spécificité des produits et de la demande dédiée. L'investissement immatériel est également non négligeable.

**Le monde marchand** désigne des produits fabriqués selon la convention de standardisation et qui répondent à un moment donné à une demande particulière. Le désir du demandeur coordonne dans l'instant les activités. Il s'adresse aux producteurs selon un langage de la standardisation, qui objective son désir aux yeux des autres. La concurrence entre les producteurs qui, souvent en petit nombre, peuvent répondre à cette demande porte sur le prix et le délai de satisfaction. Dans ce monde, une forte flexibilité est nécessaire pour répondre aux variations de la demande des clients.

**Le monde industriel** nous est familier comme étant celui de la production de masse destinée à des marchés étendus et composés de demandeurs considérés comme anonymes. Ses produits standards et génériques sont congruents avec un développement économique guidé par la maximisation d'un taux de croissance macro-économique, avec un salariat reposant sur une description objective du travail et avec une consommation de masse. La standardisation industrielle et la prévisibilité du marché permettent de planifier, d'objectiver dans des équipements matériels le risque économique.

**Le monde immatériel** est celui de la création de nouvelles technologies et de nouvelles familles de produits, de leur conception ainsi que de la définition des besoins qu'ils satisfont. Il correspond à la fabrication de produits spécialisés et génériques. Ce monde trouve de nouvelles propriétés et usages aux objets existants ; ce faisant, il développe des connaissances générales et non des connaissances spécialisées qui seraient bornées à un domaine appliqué particulier. La tension entre la nouveauté et son acceptation en tant que nouveauté est centrale, c'est pourquoi la coordination repose sur des règles de méthodologie de nature scientifique.

## 2.2 La cohérence produit-marché, outil de différenciation des entreprises

L'approche du comportement des entreprises en termes de "mondes de production" présente plusieurs intérêts, parmi lesquels nous pouvons mentionner : l'importance accordée à la notion de produits moins abstraite que celle de secteur et la prise en compte de l'incertitude. De nombreux travaux empiriques (Paranque, Rivaud-Danset et Salais, 1996 et Paranque et al. 1999) ont montré que la nature du produit avait des implications différentes au niveau d'un certain nombre de critères qui s'inscrivent dans le comportement de la firme : évaluation de la qualité, concurrence, gestion de l'incertitude... Ces relations permettent de mettre en lumière une dimension particulière de la qualité de l'entreprise qui est celle de la cohérence relative de l'activité de la firme (à travers le mode de concurrence, la gestion de l'incertitude...) avec la nature de ses produits (Belletante, Levratto, Paranque, 2001). Cette cohérence de l'activité de la firme avec la nature de ses produits se décline ainsi sous plusieurs facettes.

Premièrement, l'existence d'un lien entre la nature du produit et le type d'incertitude met en évidence une première forme de cohérence qui est celle de **la gestion de l'incertitude en**

**fonction de la nature des produits.** Par exemple, dans le cadre du monde marchand, l'entreprise peut-elle accéder rapidement aux produits intermédiaires? Dans le cadre du monde interpersonnel, comment l'entreprise parvient-elle à la définition du produit? De manière générale, la gestion de l'incertitude est-elle bien adaptée à la nature du produit? En effet, un enjeu primordial pour l'entreprise est de rendre l'incertitude compatible avec sa propre activité.

Une deuxième facette concerne **la cohérence entre la nature du produit et le mode de concurrence** : Le mode de concurrence adopté par l'entreprise correspond-il à la spécificité de ses produits? A son monde de production? La concurrence est-elle davantage axée sur la politique de prix? Sur le coût de revient des produits? Sur l'originalité des produits? Sur la qualité des produits?

**Une troisième facette concerne la cohérence des points forts de l'entreprise avec la nature des produits.** Les critères valorisés par l'entreprise (ou encore points forts) doivent être également compris à partir de la nature des produits et du processus de production associé : Portent-ils sur le ratio prix/coûts? la qualité? les performances techniques et les innovations? L'image de marque et la réputation? Les délais? La souplesse? les services associés? La proximité géographique?

**Enfin, la dernière facette que nous pouvons mentionner est celle de la cohérence de la qualité au prix.** L'entreprise du monde interpersonnel s'appuie sur un savoir faire spécifique afin que le produit puisse répondre aux attentes particulières des clients. Sa réussite est conditionnée par sa capacité à traduire la qualité dans le prix.

C'est cette notion de monde de production enrichie de l'idée de cohérence produit-marché que nous nous proposons de retrouver dans la population des petites entreprises.

### 3. Validation empirique<sup>2</sup>

L'approche du comportement des entreprises en termes de "mondes de production" présente plusieurs intérêts, parmi lesquels nous pouvons mentionner : l'importance accordée à la notion de produits moins abstraite que celle de secteur et la prise en compte de l'incertitude. Cependant, les petites entreprises s'inscrivent-elles dans ces mondes de production? C'est à cette question que vise à répondre cette troisième partie dans laquelle nous appuierons notre argumentation sur des tests empiriques réalisés grâce au recours aux réseaux de neurones<sup>3</sup>.

#### 3.1 La méthode

---

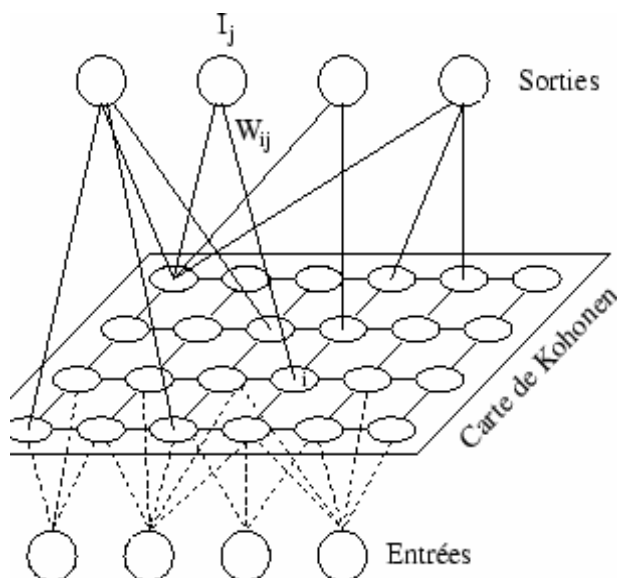
<sup>2</sup> Ce paragraphe est tiré de l'étude "**L'évaluation des entreprises afin de faciliter l'accès au crédit : quelle intermédiation informationnelle**" réalisé par TAC Consultant sous la responsabilité scientifique de Nadine Levratto (CNRS) pour le Compte du Ministère de l'Économie et des Finances-Secrétariat d'État aux PME-Direction des Entreprises du Commerce, de l'Artisanat et des Services, mai 2001 pilotage pour la DECAS, Bernard Paraque.

<sup>3</sup> Des illustrations récentes de l'utilisation des réseaux des neurones en économie et en finance sont par exemple donnés par Malaroiu, Kiviluoto, et Oja (1999), Fan et Palaniswami (2000), Trafalis et Ince (2000), Bardos et Zhu (1997).



La présence d'un grand nombre de données à exploiter et l'attente d'un résultat exploitable nous ont conduit à utiliser principalement les *Self Organizing Maps* (SOM) ou cartes auto-organisatrices. Appartenant au groupe des méthodes de *Data mining* les SOM autorisent la recherche de connaissance à partir d'une base de donnée. A partir d'un " stock " de donnée, on doit parvenir à un regroupement. Ce choix est notamment dicté par les limites que rencontrent les méthodes de classification hiérarchique traditionnelles qui, même si elles peuvent donner de bons résultats, ont un taux d'échec important dès que l'on s'écarte des conditions optimales que constituent des groupes compacts et isolés. Mangiameli, Chen et West (1996) ont, par exemple, montré la supériorité des Self Organizing Maps sur données empiriques dans les cas où les données contenaient des "imperfections structurelles" qui parasitaient l'identification des groupes.

Les SOM constituent un type de réseaux de neurones, dit réseaux de Kohonen, ayant principalement la particularité de prendre en compte des propriétés de continuité spatiale ou temporelle. Ce type de réseau s'appuie sur une dynamique de propagation multidirectionnelle avec de fortes interactions entre neurones d'un même voisinage. Ces réseaux sont issus des travaux de Fausett (1994) et Kohonen (1995) et sont fréquemment utilisés pour l'analyse de données car ils permettent de cartographier en deux dimensions et de distinguer des groupes dans des ensembles de données. De manière générale, l'utilisation des algorithmes génétiques répondent à un besoin d'exploration stochastique, mais orientée, d'un espace de stratégie par les agents (Vallée et Yildizoglu, 2001) qui nous a conduit à les utiliser pour analyser le comportement adaptatif de firmes cherchant à faire correspondre leur organisation interne aux produits qu'elles offrent et aux marchés qu'elles fréquentent. Les SOM présentent trois avantages principaux : ils sont visuels, aisément compréhensibles et permettent une classification non supervisée basée sur la fonction de densité de l'échantillon.



**Graphique 2** : Schéma de fonctionnement d'un réseau de Kohonen

Les cartes auto-organisatrices s'apparentent donc à un type particulier de réseaux de neurones fonctionnant à l'aide de cellules connectées entre elles. Une carte auto-organisatrice est une grille composée d'unités appelées neurones. A chaque unité est associée une représentation modélisée d'observations multidimensionnelles. La représentation tente de figurer l'ensemble des données observées, de façon ordonnée et de manière à ce que des modèles similaires soient proches.

Comme le montre le schéma de fonctionnement d'un réseau de Kohonen, la classification permet une répartition des entreprises en groupes homogènes, ayant des "traits de caractère" communs. Chaque neurone est en fait représenté par un vecteur de poids de dimension

n (égal à la dimension du vecteur d'entrée),  $w = [w_1, \dots, w_n]$  initialisé avec de petites valeurs aléatoires. Le signal d'entrée est quant à lui représenté par le vecteur  $x = [x_1, \dots, x_n]$ .

Le réseau est entraîné de façon itérative (chaque pas de l'itération est noté successivement par  $t = 1, 2, \dots$ ). A chaque itération, on choisit un vecteur d'entrée  $x(t)$  (au hasard ou de façon cyclique). On recherche alors le nœud  $c$  qui minimise la distance entre le vecteur d'entrée et le vecteur de poids :

$$\|x(t) - w_c(t)\| = \min \{ \|x(t) - w_i(t)\| \} \quad (1)$$

$c$ , également appelé BMU (Best Matching Unit) et ainsi obtenu par :

$$c = \operatorname{argmin}_i \{ \|x(t) - w_i(t)\| \} \quad (2)$$

L'opérateur  $\|\cdot\|$  donne la distance Euclidienne entre deux points dans un espace de dimension  $N$  selon la formule :

$$d_N(x, y) = \|x - y\| = \left[ \sum_{k=1}^N (x_k - y_k)^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

On met alors à jour tous les nœuds au voisinage de  $c$  selon la formule :

$$w_i(t+1) = \begin{cases} w_i(t) + \alpha(t) [x(t) - w_i(t)] & : i \in N(t) \\ w_i(t) & : i \notin N(t) \end{cases} \quad (4)$$

$\alpha(t)$  représente une constante d'adaptation (facteur d'apprentissage) comprise entre 0 et 1. La valeur de  $\alpha(t)$  est en général assez élevée pour les premières itérations et décroît graduellement vers 0.  $N(t)$  est une fonction de voisinage qui permet de délimiter la zone de mise à jour des neurones une fois que le BMU est trouvé. Le voisinage est en général égal à la moitié ou au tiers de la carte pour les premières itération et décroît au fur et à mesure des itérations pour ne plus concerner que les voisins directs (premier cercle) ou pas de voisin du tout à la fin de l'apprentissage.

Dans cet article, pour la classification des entreprises, nous avons utilisé une forme standard de fonction de voisinage Gaussienne dans laquelle  $\alpha(t)$  et  $N(t)$  sont définies simultanément :

$$h_{c,i} = \alpha(t) \exp \left( - \frac{\|r_i - r_c\|^2}{2 \sigma^2(t)} \right) \quad (5)$$

où  $0 < \alpha(t) < 1$  et

$$w_i(t+1) = w_i(t) + h_{c,i}(t) [x(t) - w_i(t)] \quad (6)$$

où  $r_i$  et  $r_c$  sont les localisations vectorielles sur la grille de visualisation et  $\alpha(t)$  est la largeur de la fonction de voisinage.



L'ensemble de ces spécifications formelles a été pris en compte et intégré dans un logiciel *ad hoc* dont sont tirés les cartes présentées ci-dessous.

En complément des cartes auto-organisatrices, nous avons décidé d'utiliser deux autres méthodes de classification non supervisée : une classification hiérarchique standard et un partitionnement de type "K-Means" qui nous permettront de valider les résultats obtenus par les SOM.

- Pour la classification hiérarchique, nous avons utilisé la méthode de Ward (1963) qui est en général reconnue pour son efficacité, même si elle tend à créer des groupes de petite taille. Elle permet d'obtenir des groupes d'entreprises sphériques et compacts en utilisant la variance pour évaluer la distance entre les "clusters" (quand nous parlons de distance, nous parlons de distance euclidienne)<sup>4</sup>.
- Pour la classification des entreprises de la base de données en groupes de type "K-Means", nous avons utilisé l'algorithme de Hartigan et Wong (1979). La méthode K-Means est une méthode de classification non hiérarchique introduite par MacQueen (1967) qui minimise la variance intra groupe. Le principe sur lequel repose cette méthode est de choisir k points de l'espace des individus qui serviront de repère aux futures classes. La classification des plus proches voisins est aussi connue pour être liée à la recherche d'un MST (arbre de couverture minimum ou, "Minimum Spanning Tree").

Ces deux méthodes de classification alternatives, si elles ne permettent pas de valider totalement les résultats obtenus par les SOM, pourront cependant venir en analyse complémentaire afin de vérifier que les résultats obtenus ne sont pas aberrants.

### 3.2 Les tests

Afin d'illustrer la méthodologie employée pour établir un système de notation des TPE, nous avons procédé à une phase de tests en utilisant des données existantes mises à notre disposition et non pas un échantillon réalisé spécialement pour cette étude.

#### 3.2.1 Données et plan d'expérimentation

Pour ce travail, nous avons disposé de données anonymes issues d'une base de données sélectionnée par l'EM Lyon. L'échantillon concerne 459 PME de moins de 50 employés et

---

<sup>4</sup> Précisons que l'analyse typologique est apparue particulièrement adaptée à notre dispositif de recherche dont la finalité est de constituer des groupes distincts. Le dispositif permet précisément de séparer un ensemble de variables en sous-groupes homogènes caractérisées par une très forte corrélation intra groupe et une très faible corrélation inter-groupe. Dans ce contexte, la méthode retenue pour combiner les points en groupes est l'algorithme de Ward (1963) qui calcule la moyenne de chaque groupe pour toutes les variables. Celui-ci procède par minimisation séquentielle du critère d'homogénéité des classes. En fusionnant à chaque étape les deux classes les plus proches, on opère un regroupement qui minimise l'augmentation de l'inertie. La diminution progressive du nombre de classes réduit inéluctablement l'homogénéité intra-classe. La supériorité de l'algorithme de Ward apparaît à travers l'objectif de minimisation de l'hétérogénéité intra-classe qui permet d'obtenir une hétérogénéité maximale entre les classes. Par ailleurs, la méthode d'agglomération utilisée est la distance euclidienne (Skinner 1978) qui est la plus fréquemment utilisée.

ayant un chiffre d'affaires inférieur à 7 millions d'Euros. Sur chacune des entreprises, nous avons retenu certaines informations qui, bien que simples du point de vue des monographies qui traitent de manière approfondie dans le cadre de questionnaires administrés de haute précision les performances et comportement des entreprises, permettent en fait de capturer l'essentiel de l'information nécessaire à une approche en termes de mondes de production (Voir Levratto et alii, 2001). Notre préoccupation était ici approximativement identique à celle qu'éprouve l'entreprise lors de la mise en place d'un tableau de bord, le système de mesure mis en place se devant d'être multidimensionnel (Bergeron, 2000) afin de retrouver les résultats des études sur les caractéristiques et le fonctionnement des PME dans des domaines comme la stratégie, l'entrepreneuriat, les technologies... (Chaston et Mangles, 1997, Kotey et Meredith, 1997, ou encore, McMahon et Holmes, 1991). Sans prétendre à l'exhaustivité, nous avons donc retenu les variables suivantes :

**Tableau 1** : Codage et signification des variables retenues dans la base

Variable	Valeur	Variable	Valeur
VF1	Endettement financier / fonds propres nets.	VQ1	Nombre de concurrent sur l'activité principale
VF2	Excédent brut d'exploitation / chiffre d'affaires hors-taxes	VQ2	Part de produits nouveaux depuis deux ans sur le marché
VF3	Endettement financier / capacité d'autofinancement	VQ3	Innovations techniques au cours de deux années précédentes
VF4	Acquisitions corporelles / (Acquisitions corporelles et incorporelles)	VQ4	Part du sur-mesure par rapport au standard dans la fabrication
VF5	BFRE / (fonds propres nets + endettement financier)	VQ5	% du CA réalisé avec les principaux clients
VF6	Capacité d'autofinancement / fonds propres nets	VQ6	code NAF <sup>5</sup>

Les variables dites financières donnent une idée de l'intensité capitalistique de la firme, de ses performances, de sa capacité à lever de fonds... Les variables dites qualitatives servent à affiner l'approche de la PME. Leur importance est double : d'une part elles permettent de dégager de la vision de la petite entreprise vue comme une grande réduite à l'échelle ce qui est relativement novateur et, d'autre part, elles contribueront à mettre l'accent sur les insuffisances de la seule analyse financière comme outil d'appréciation de la nature et de la qualité d'une entreprise. La connaissance de la valeur que doit approcher chaque variable en fonction du monde de production considéré (Paranque et al. 1999) permettra de vérifier la pertinence des mondes de production identifiés.

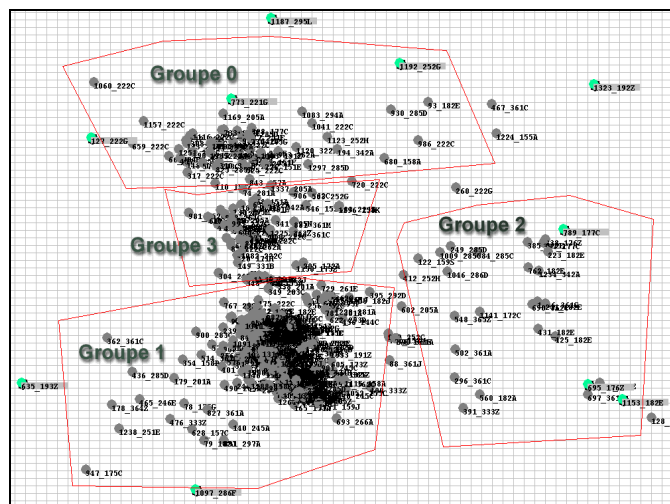
### 3.2.2 Classification des entreprises à l'aide de Self Organizing Maps<sup>6</sup>

Nous avons mené plusieurs expériences de classification, en sélectionnant les variables permettant de mettre en évidence des groupes plus ou moins distincts, mais seuls les résultats

<sup>5</sup> La NAF est la Nomenclature d'Activité Française. Elle permet la codification de l'Activité Principale Exercée (APE) pour les entreprises et les établissements. La NAF est dérivée de la nomenclature européenne (NACE).

<sup>6</sup> Les tests présentés ont été réalisés grâce à un progiciel et une interface développés par Sylvain Barthelemy (TAC Consultant) et Jean-Baptiste Filippi (Université de Corse).

présentant le degré de correspondance le plus élevé avec les travaux antérieurs seront ici présentés. En fait, chaque expérience a pour résultat une carte, dans laquelle sont organisées les neurones-entreprises (point gris ou vert), et la liste de chaque amas d'entreprise ainsi que l'entreprise type de cet amas. Ces cartes ne sont pas à analyser comme des graphes situés dans un espace particulier mais doivent être interprétées comme un espace en tant que tel où seule compte la distance entre les points qui y figurent. Sur ces cartes, la distance montre la différence, mais la proximité ne montre pas la ressemblance, elle reflète l'appartenance à des règles de fonctionnement similaires. L'agrégation des entreprises au sein d'un même groupe ne résulte pas d'une simple impression visuelle mais est obtenue grâce au recours à des algorithmes particuliers qui permettent de séparer un sous ensemble homogène de la masse des unités. Figuré en deux dimensions, la carte de Kohonen permet de mettre en évidence les amas d'entreprises suivants :



**Graphique 3 :** Carte organisée sur toutes les données sans le code NAF

Trois groupes se distinguent nettement (0,3,1) le groupe 2 est composé d'entreprises plutôt isolées, mais dont la position sur la carte fait croire à un comportement semblable. La robustesse des résultats a d'ailleurs été mise à l'épreuve et confirmée par les résultats des méthodes de classification hiérarchique que nous avons utilisées.

Nous avons en effet testé deux autres méthodes de classification afin de comparer les résultats obtenus par les cartes auto-organisatrices à des méthodes plus traditionnelles et vérifier ainsi que les groupes ne soient totalement aberrants. L'avantage des SOM demeure : ils permettent d'obtenir des résultats sensiblement différents des méthodes de classification plus traditionnelles et ils sont moins sensibles aux imperfections dans les données. Nous n'avons donc pas cherché à obtenir des groupes exactement identiques à ceux obtenus à l'aide de cartes auto-organisées, mais simplement analysé les correspondances et vérifié que les groupes constitués n'étaient pas complètement différents ou uniformément répartis entre les groupes des autres méthodes. Nous avons ainsi mené deux séries de tests. Les premiers à l'aide de classifications hiérarchiques simples (en utilisant les distances euclidiennes et une méthode de Ward), les seconds à l'aide d'un algorithme de type "K-Means". Nous avons ainsi mis à l'épreuve les résultats croisés en utilisant la même information que précédemment, c'est-à-dire

la base de données sans le code NAF. Les deux tableaux suivants montrent nettement que des correspondances partielles de groupes peuvent être établies.

SOM	Classification Hiérarchique de Ward				
	1	2	3	4	Total
1	3	51	0	2	56
2	36	14	106	133	289
3	23	1	0	3	27
4	1	46	4	0	51
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>66</b>	<b>106</b>	<b>138</b>	<b>372</b>

SOM	Classification K-Means				
	1	2	3	4	Total
1	14	5	3	34	56
2	147	3	39	100	289
3	2	23	2	0	27
4	17	1	1	32	51
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>134</b>	<b>372</b>

L'analyse hiérarchique confirme le groupe et la méthode "K-Means" le groupe 2. Pour le reste, les résultats sont plus diffus. La carte auto-organisatrice semble regrouper la plupart des individus (entreprises) dans le groupe 2 alors que les deux algorithmes les distinguent en deux groupes.

Cl. Ward	Cl. K-Means				Total
	3	2	1	4	
1	33	2	15	23	73
2	4	3	62	50	119
3	2	2	88	20	112
4	4	45	4	102	155
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>52</b>	<b>169</b>	<b>195</b>	<b>459</b>

Le tableau précédent confirme que les deux algorithmes traditionnels s'accordent sur deux groupes et sont plus "vagues" sur les groupes Ward 2 et 3. On constate en définitive que la classification réussit à mettre en évidence des groupes d'entreprises homogènes entre elles. Cette étude confirme ainsi la souplesse d'utilisation des réseaux de neurones et la performance dans un cadre d'utilisation qui relève de la recherche de « motifs ».

### 3.2.3 Analyse des résultats

Les entreprises types de chaque groupe sont les suivantes :

**Tableau 2 : Valeurs réelles associées aux variables des entreprises types**

NOM	EndFi/fpn	EBE/CAHT	EndFi/CAF	Inv Corp/ Inv Tot	BFRE/ fpn+EndFi	CAF/fpn	Nombre de conc. sur activité principale	Part de nouveaux produits/n-2	Innovations de procédé sur activ principale	Sur mesure par rapport au standardisé	% de CA réalisé avec principaux clients
<b>GR 0</b>	1,1	0,09	1,8	0,88	0,58	0,62	5 à 10	< 20%	≥ 2	Plutôt sur mesure	15%
<b>GR 1</b>	1,5	0,09	2,9	0,92	0,78	0,51	5 à 10	< 20%	0	Equivalent	25%
<b>GR 2</b>	0,9	0,08	2,4	1	0,69	0,37	5 à 10	> 80%	0	Equivalent	20%
<b>GR 3</b>	1,2	0,07	7,5	0,95	0,5	0,16	5 à 10	< 20%	1	Plutôt sur mesure	15%

Même si nous avons un nombre relativement important de PME dans l'échantillon qui nous a permis de réaliser ces tests de classification (459 PME), le nombre de variables dont nous disposons, seulement 12, a largement restreint les possibilités de sélection des variables pour la classification. Toutefois l'analyse économique des résultats semble montrer la pertinence de la classification SOM au regard des résultats obtenus avec une méthodologie statistique beaucoup plus lourde et reposant sur des a priori théoriques (Cf. Paraque et alii, 1999). La comparaison entre les mondes de production préalablement identifiée en recourant à, des données issus de la base de données d'entreprises française Diane et les résultats que nous avons dégagés en recourant aux cartes auto-apprenantes nous permet de considérer que, le groupe 0 correspondrait plutôt au monde immatériel, le groupe 1 au monde industriel, le groupe 3 au monde interpersonnel et le groupe 4 au monde marchand. Ces quatre mondes de production sont révélés par le typage par SOM.

**Le groupe 0** pourrait être considéré comme celui de l'immatériel dans la mesure où l'on y trouve plusieurs innovations importantes en matière de procédés de production sur l'activité principale, une fabrication majoritairement sur mesure, une clientèle plutôt répartie, une part relativement importante d'investissements intangibles (22%) et une CAF élevée qui correspond bien à l'idée d'un financement privilégié de l'immatériel sur ressources propres. La relative faiblesse de l'innovation de produit (moins de 20%) s'explique vraisemblablement par la petite taille des entreprises considérées qui ne disposent que rarement des moyens techniques (laboratoires...), humains (chercheurs, ingénieurs...) et financier (coût extrêmement élevé de l'investissement et temps de retour rarement inférieur à huit ans) de développer de nouveaux produits.

**Le groupe 1** serait assimilable au monde industriel car il est caractérisé par un niveau d'investissement corporel élevé qui en général s'explique par la généralisation de la sous-traitance fondée sur les cahiers des charges fonctionnels, un endettement élevé qui correspond bien à l'effort d'investissement requis de la part de ces entreprises et une performance économique relativement importante pouvant trouver sa justification par un certain effet d'échelle. De manière non surprenante, c'est également dans ce groupe que l'innovation de produit et de procédé est la plus faible.

**Le groupe 2** s'apparenterait au monde de production interpersonnel qui destine ses produits à un grand nombre de clients tout en jouant sur les gammes et se caractérise par une forte intensité d'innovations de produits (on les suppose incrémentales), une clientèle assez diffuse (moins de 20% du chiffre d'affaires réalisé avec les principaux clients) et des investissements corporels très dominants. On y observe une rentabilité financière médiocre et une rentabilité économique moyenne, ce qui peut s'expliquer par la concurrence exercée par des unités d'ampleur plus importante (grandes surfaces par rapport au petit commerce par exemple) qui bénéficient de la conjonction des économies d'échelle et d'envergure.

**Le groupe 3** serait enfin plutôt celui du monde marchand où des produits dédiés sont échangés sur un marché standardisé. L'innovation y joue un rôle plutôt faible, le sur-mesure qui correspond à l'adaptation des produits aux exigences des demandeurs est majoritaire et les principaux clients pèsent assez peu dans la réalisation du chiffre d'affaires. L'importance de l'investissement corporel observé dans ce monde trouve vraisemblablement son origine dans l'important besoin de matériels servant à adapter les produits. On doit mentionner le poids

élevé de l'endettement dans ce secteur qui, a priori, n'aurait pas lieu d'être à moins que l'exploitation génère un important BFR.

Ainsi, quoique établi sur la base de données très partielles et manifestement insuffisantes, ces résultats se révèlent a priori cohérents avec l'approche théorique développée dans les premières sections de cette étude. Au regard des nombreuses typologies d'entreprises antérieurement proposées, la démarche ici adoptée se distingue par l'absence complète d'*a priori* formel qui découle des caractéristiques et propriétés de la méthode utilisée. Sur un plan mathématique, les réseaux de neurones sont des "approximateurs universels" dont l'utilisation permet de passer directement des données au prédicteur sans intermédiaire, sans recodage, sans discrétisation et sans simplification ou interprétation sujette à caution. Les réseaux de neurones possèdent également une grande résistance au bruit ou au manque de fiabilité des données. De plus, l'idée d'apprentissage étant intuitive, elle est plus aisée à comprendre que les complexités des statistiques multivariées. Ces propriétés des réseaux de neurones sont intéressantes car complémentaires des techniques statistiques classiques qui imposent des fortes restrictions et, surtout, un choix théorique et formel sous jacent qui tend à surdéterminer le modèle testé et les résultats obtenus. Tel n'est pas le cas avec les cartes non supervisées que nous avons utilisées, le non déterminisme paraissant essentiel dans l'établissement d'une typologie *ex post*.

Il va de soi que la nature des données utilisées pourrait amener à douter de la fiabilité des résultats, l'échantillon étudié n'ayant pas été constitué pour l'étude même mais provenant d'une base de données plus générale. Quoique fondée, cette réserve n'est néanmoins pas propre à ce travail et, de manière plus générale, soulève l'importante question de la capacité des variables financière à refléter les caractéristiques réelles d'une entreprise (cette possibilité est évoquée et discutée de manière plus détaillée dans Levratto, 2002). Nous l'avons cependant implicitement intégrée puisque la seconde phase de ce travail prévoit une application de la méthode sur de nouvelles données tirées d'une enquête en cours auprès de cinq cents entreprises. Les variables de caractérisation retenues pourraient elles aussi être sujettes à caution, les ratios tirés l'étant à partir des comptes de l'entreprise et pas du propriétaire-dirigeant alors que les variables qualitatives sont souvent soupçonnées de ne pas révéler les « vraies » caractéristiques, faute d'une connaissance suffisante de l'entrepreneur de sa propre situation. Ici encore, c'est la méthode de collecte même qui semble être mise en cause, la capacité des organismes de statistiques nationaux à capturer les caractéristiques du tissu économique n'ayant aucune raison d'être mises en doute dans le cadre de cette étude.



## Conclusion

Ce travail avait pour objectif de renforcer l'idée de diversité dans le monde des petites entreprises en montrant que sous une apparente homogénéité se cache une pluralité d'organisations et de modes d'accession à la rentabilité. Pour cela nous avons procédé en plusieurs temps. Il s'est en effet d'abord agi de rappeler l'importance des variables organisationnelles telles qu'elles sont capturées par les travaux empiriques « par le bas » réalisés dans le cadre de recherches sur les formes d'entrepreneuriat. A la différence de ces approches qui reposent sur une analyse fine du terrain, nous souhaitions disposer d'une méthode de traitement de données en masse afin de pouvoir observer la diversité à partir d'une vision macroéconomique. Combinée à des ratios financiers standards, l'incorporation de variables qualitatives rudimentaires nous a néanmoins autorisé à mettre en lumière l'importance des facteurs organisationnels et concurrentiels et, enfin, de valider la pertinence d'un découpage en termes de mondes de production sur une population de petites entreprises.

Les tests réalisés nous ont permis de procéder à un découpage de la population des petites entreprises qui procède d'une vision systémique dans laquelle le profil de l'entreprise n'est pas fonction d'indicateurs "physiques" mais s'apprécie au contraire d'après ses modalités d'adaptation à son environnement. Ce qui caractérise l'entreprise est donc le couple (produit, marché) sur lequel elle travaille. Les caractéristiques du couple, éléments déterminant de l'appartenance à un monde de production donné, conditionnent alors les atouts utilisés et l'organisation interne mise en œuvre, notamment grâce à la réalisation d'investissements immatériels plus ou moins importants, pour gérer la qualité, l'incertitude, le type de concurrence auxquelles est soumise l'entreprise. On retrouve donc bien ici l'acception schumpétérienne de l'entreprise comme lieu d'exécution et de réalisation dans des exploitations de nouvelles combinaisons sous la responsabilité de l'entrepreneur. Disposant d'une information imparfaite et d'une rationalité limitée, l'entrepreneur devra développer une vision, une intention stratégique, en d'autres termes, un esprit d'entreprise qui le conduira à occuper une position particulière sur un marché. Telle est donc la réalité micro recouverte par la notion macroéconomique de « monde de production ».

Mais cependant, au delà des résultats, le caractère novateur de cette étude et ses possibilités de développement ultérieur découlent de la méthode de traitement des données utilisée. La possibilité qu'offrent les cartes auto-apprenantes de travailler sur d'importantes populations caractérisées par un nombre élevé de variables rend en effet un tel outil utile pour les organismes qui, parce qu'ils sont sollicités par une petite entreprise, doivent à un certain moment produire un jugement sur la structure et sa capacité à être pérenne. La disponibilité d'une base de données de taille suffisamment importante (environ 600 entreprises au départ) permettrait ensuite de classer n'importe quelle nouvelle firme. C'est d'ailleurs l'objectif visé dans la suite de ce travail.



## Bibliographie

- APCE (1998), *Éléments de réflexion pour une politique de l'emploi par la création d'entreprises*, Rapport Annuel.
- Bardos, M (2001), *Analyse discriminante (Application au risque et scoring financier)*, Paris, Dunod.
- Bardos, M et G. Zhu (1997), Comparaison de l'analyse discriminante linéaire et de réseaux de neurones. Application à la détection de défaillances d'entreprises, *Revue de Statistique Appliquée*, XLV (4), p. 65-92.
- Belletante, B., N. Levratto et B. Paraque (2001), *Diversité économique et mode de financement des PME*, Paris, L'Harmattan.
- Bergeron, H. (2000), Les indicateurs de performance en contexte PME, quel modèle appliquer ?, *Communication au 21<sup>ème</sup> colloque de l'Association Française de Comptabilité*, Angers, mai.
- Chaston, I et T. Mangles (1997), "Core capabilities as predictors of growth potential in Small Manufacturing Firms", *Journal of Small Business Management*, 35, janvier, pp. 47-57.
- Delbreil, M. et alii (2000), *Corporate finance in Europe from 1985 to 1996*, Comité Européen des Centrales de Bilans.
- Delbreil, M. et alii (1997), *Equity of european industrial corporation*, Comité Européen des Centrales de bilans.
- Denzin, N.K. (1996), *The Research act. 2<sup>ème</sup> édition*, New-York : McGraw Hill.
- Dosi G., D.J. Teece, et S.G. Winter (1990), Les frontières des entreprises: vers une théorie de la cohérence de la grande entreprise, *Revue d'Économie Industrielle*, 1er trimestre, n°51, p. 238-257.
- Fan, M. et D. Palaniswami (2000), Selecting Bankruptcy Predictors Using a Support Vector Machine Approach, *IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks*, Como, Italie, 24-27 Juillet.
- Fausett, L. (1994), *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*, Englewood Cliffs (NJ), Prentice Hall.
- Filion, L-J (2000) : Typologie d'entrepreneur – Est-ce vraiment utile ?, in T. Verstraete (Ed.) : *Histoire d'entreprendre, les réalités de l'entrepreneuriat*, Éditions EMS, , pp.251-262
- Gardes F., P. Gaubert et P. Rousset (1996), *Cellulage de données d'enquêtes de consommation par une méthode neuronal*, prépublication samos n°69.
- Hartigan, J. A. et M. A. Wong, (1979), A k-means clustering algorithm, *Applied Statistics*, 28, p. 100-108.
- Haykin S. (1994), *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, New-York, Macmillan.
- Joyal, A. et C. Ramangalahi (1993) : Typologie des comportements stratégiques des PME exportatrices : une étude de cas, *Communication au Colloque International Francophone de la PME*, Carthage, octobre.
- Kalika, M. (1995) : *Structures d'entreprises*, Economica, Paris.
- Kohonen, T. (1995), *Self-organizing maps*, Berlin, Springer Verlag.

- Kotey, B. et G.G. Meredith (1997), Relationships among owner/manager personal values, business strategies, and enterprise performance, *Journal of Small Business Management*, avril, p. 37-64.
- Kremp, E. et P. Sevestre (2000), L'appartenance à un groupe facilite le financement des entreprises ; *Economie et Statistiques*, n° 336, 6, p. 137-154.
- Levratto, N. et al. (2001) : *L'évaluation des entreprises afin de faciliter l'accès au crédit : quelle intermédiation informationnelle*, rapport pour le Compte du Ministère de l'Économie et des Finances-Secrétariat d'État aux PME-Direction des Entreprises du Commerce, de l'Artisanat et des Services, mai.
- Levratto, N. (2002) : L'intermédiation informationnelle : outil d'aide au financement des petites entreprises, *18ème Table Ronde « Financement des PME »*, OCDE, Genève, juin.
- MacQueen, J. (1967), Some methods for classification and analysis of multivariate observation". in L. M. Le Cam et J. Neyman (Eds.), *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, Vol. 1. University of California Press, Berkeley, p. 281-297.
- Malaroiu, S., K. Kiviluoto, et E. Oja, (1999), Time series prediction with Independent Component Analysis, in *Proceedings of the Advanced Investment Technologies'99 Conference*, Gold Coast, Australie, 20-21 Decembre.
- Mangiameli, P., S. K. Chen. et D. West (1996), A Comparison of SOM Neural Network and Hierarchical Clustering methods, *European Journal of Operation Research*, 93, p.402-417.
- McMahon, G.P et S. Holmes (1991), Small business financial management practices in North America : a literature review, *Journal of Small Business Management*, avril, pp. 19-29.
- Messeghem, K. (2001) : Peut-on concilier logiques managériale et entrepreneuriale en PME ?, *Cahier de Recherche du CUREGE*, n°2.
- Paranque B. (1995), *Equity and rate of return Skills for Success in SMEs*, ICSB 40th World Conference, Sydney, Juin 18-21.
- Paranque, B, E. Dubocage, D. Rivaud-Danset. et R. Salais (1999), *Une étude comparée des entreprises non financières : formation de la rentabilité et structures financières*, Colloque CREI-CEDI, Convergence des systèmes financiers et dynamique finance-industrie.
- Paranque B., D. Rivaud-Danset et R. Salais (1996), Marchés, organisation de la production et rentabilité : une exploitation de la base de données stratégiques de la Banque de France, Banque de France, *Les études de l'observatoire de l'entreprise*, T96/03.
- Paranque B., D. Rivaud-Danset et R. Salais (1996), Évaluation de la performance et maîtrise du risque des entreprises industrielles françaises, *Revue Internationale PME*, Volume 10, 1997.
- Penrose, E. T. (1959), *The Theory of the Growth of the Firm*, New York, Wiley.
- Salais, R. et M. Storper (1993), *Les Mondes de Production*, Paris, Ed de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales.
- Silvestre, H., R. Gouget et M-H. Pastorello (1996), Management stratégique des PMI : proposition d'une typologie multicritères, Communication au 3<sup>ème</sup> Congrès International Francophone de la PME, Trois-Rivières.

- Skinner H. (1978), Differentiating the Contribution of elevation, scatter, and shape in Profile Similarity, *Educational and Psychological Measurement*, Vol.38, p. 297-308.
- Trafalis M. et J. Ince (2000), Support Vector Machine for Regression and Application to Financial Forecasting, *IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks*, Como, Italie, 24-27 Juillet.
- Vallée T. et M. Yildizoglu (2001), *Présentation des algorithmes génétiques et de leurs applications en économie*, Document de travail n° 2001-3, IFREDE-E3i, Université Montesquieu Bordeaux IV, septembre.
- Verstraete T. (2001,): Entrepreneuriat et stratégie entrepreneuriale : quels modèles pour la recherche et l'action, *Les Cahiers de Recherche du CLAREE*, n° 8.
- Ward J.H. (1963), Hierarchical grouping to optimize an objective function, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 58 ,p. 236-244.