

Nouveaux instruments d'évaluation pour le risque financier d'entreprise

[New methodologies for the evaluation of default risk of firms]

Greta Falavigna

Dr. en Economics and Technology Management
Ceris-CNR (Conseil National de Recherche),
rue Real Collegio 30, 10024 Moncalieri, Turin, Italie
Telephone: 011/6824941; Fax: 011/6824966
E-mail: G.Falavigna@ceris.cnr.it; Web: www.ceris.cnr.it

ABSTRACT. On a wake of Basel II in 2004, banks and financial institutions had focused on the default analysis of firms.

In this contribution, artificial neural networks are used for extracting balance-sheet variables determining the default of enterprises on a base of prospective vision.

A manufacturing sample and a services one are introduced in the network and then analysed. In this way, the goal has been to show that artificial neural networks were good tools for classifying firms on a base of balance-sheet data. Moreover, these models are also able to underline indices determining the default risk of firm.

KEYWORDS: Artificial neural networks (ANN), Determinant variables, Default risk, Manufacturing industry, Service industry

JEL CODES: C63, G33, L60, L63

WORKING PAPER CERIS-CNR
Anno 10, N° 1 – 2008
Autorizzazione del Tribunale di Torino
N. 2681 del 28 marzo 1977

Direttore Responsabile
Secondo Rolfo

Direzione e Redazione
Ceris-Cnr
Istituto di Ricerca sull'Impresa e lo Sviluppo
Via Real Collegio, 30
10024 Moncalieri (Torino), Italy
Tel. +39 011 6824.911
Fax +39 011 6824.966
segreteria@ceris.cnr.it
<http://www.ceris.cnr.it>

Sede di Roma
Via dei Taurini, 19
00185 Roma, Italy
Tel. 06 49937810
Fax 06 49937884

Sede di Milano
Via Bassini, 15
20121 Milano, Italy
tel. 02 23699501
Fax 02 23699530

Segreteria di redazione
Maria Zittino e Silvana Zelli
m.zittino@ceris.cnr.it

Distribuzione
Spedizione gratuita

Fotocomposizione e impaginazione
In proprio

Stampa
In proprio

Finito di stampare nel mese di dicembre 2008

Copyright © 2008 by Ceris-Cnr

All rights reserved. Parts of this paper may be reproduced with the permission of the author(s) and quoting the source.
Tutti i diritti riservati. Parti di questo articolo possono essere riprodotte previa autorizzazione citando la fonte.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU TRAVAIL.....	7
2. LA LITTERATURE ANALYSEE.....	7
3. LA METHODOLOGIE REALISEE ET LES DONNEES UTILISEES	8
3.1 <i>Un petit regard sur les réseaux de neurones.....</i>	8
3.2 <i>La structure du réseau neural réalisé</i>	9
3.3 <i>Les données utilisées</i>	11
4. LES RESULTATS.....	13
4.1 <i>Le secteur des services</i>	13
4.2 <i>Le secteur textile</i>	14
4.3 <i>Quelques considérations sur les variables sélectionnées.....</i>	16
CONCLUSIONS	17
APPENDICE A: LES VARIABLES UTILISEES	19
BIBLIOGRAPHIE	22
WORKING PAPER SERIES (2008-1993)	I

1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU TRAVAIL

Les normes du Nouvel Accord de Bâle II constituent un dispositif prudentiel destiné à mieux appréhender les risques bancaires et principalement le risque de crédit ou de contrepartie et les exigences en fonds propres.

Le Comité de Bâle II a donc proposé en 2004 un nouvel ensemble de recommandations, avec une mesure plus pertinente du risque de crédit qui puisse prendre en compte la qualité de l'emprunteur et la possibilité pour l'intermédiaire d'introduire un système de notation interne propre à chaque établissement, appelé IRB – Internal Rating Based.

Cette innovation, appelée «sensibilité au risque», a été introduite par le Comité de Bâle II de façon à responsabiliser soit les banques, qui ont le devoir de défendre les droits des investisseurs, que les entreprises, qui doivent faire face aux jugements de plusieurs interlocuteurs financiers.

Il est très important pour les banques d'être capables de surveiller la solidité financière des entreprises surtout en perspective.

En effet, les instituts bancaires doivent prévenir la faillite des entreprises et donc réaliser des modèles qui permettent de comprendre les causes de faillite en mettant en évidence les variables plus significatives. Le choix de la méthode, plus ou moins complexe, permet à une banque d'identifier ses risques propres en fonction de sa gestion. Une banque qui voudrait être au plus près de sa réalité tendra vers le choix d'une méthode avancée.

La contribution qui va être présentée propose une méthodologie que les banques peuvent adopter pour analyser, d'une façon perspective, la situation financière des entreprises.

En plus, les sociétés peuvent savoir quelles sont les variables que les managers doivent contrôler afin que les banques évaluent positivement la situation de l'Actif de l'entreprise.

En particulier, j'ai analysé les variables du default sur deux bases de données appartenant aux deux secteurs différents: l'un manufacturier et l'autre de services.

J'ai obtenu les indicateurs et les comptes de

bilan les plus significatifs en expliquant le default des entreprises. Le modèle introduit dans cet article appartient aux systèmes experts d'intelligence artificielle et, dans la littérature, les modèles de réseaux de neurones ont été beaucoup étudiés car il est reconnu leur fort pouvoir prévisionnel.

Dans une première partie, je propose une revue de la littérature sur les modèles étudiés par les chercheurs regardant l'analyse du default des entreprises. Je décris ensuite la méthodologie réalisée et les données utilisées dans l'article. Dans la dernière partie, les résultats sont montrés et commentés. En terminant l'article, les conclusions se proposent de souligner les résultats obtenus.

2. LA LITTÉRATURE ANALYSÉE

Pendant les dernières décennies, les systèmes complexes d'intelligence artificielle ont été souvent utilisés pour classer les entreprises et pour prévoir leur état de santé financière.

Le premier travail qui a suggéré un nouveau modèle pour l'étude du default a été projeté par Altman (1968) qui a décrit la *Multivariate Discriminant Analysis* (MDA).

Avec cet article, un nouveau flux de travaux qui analyse les problèmes financiers d'une façon différente de celle classique, a commencé.

Les chercheurs ont étudié surtout les architectures et les algorithmes d'apprentissage du réseau et les méthodes pour éviter les problèmes de *over* et *under fitting* du réseau. Ces difficultés sont vraiment fréquentes et décrivent la situation où le réseau se super-spécialise ou se sous-spécialise.

Dans cette situation, le réseau est capable de reconnaître les entreprises de l'échantillon d'apprentissage mais pas celles du validation set.

Beaucoup de travaux comparent les performances obtenues par les réseaux de neurones avec celles des autres méthodologies.

Un rassemblement d'études sur les réseaux de neurones et le risque de default a été conduit par Turban et Trippi (1996). Par ce travail on peut comparer rapidement et facilement les variables de *inputs* introduites dans les différents modèles présentés.

Les indices qui vont être introduits dans les modèles doivent être les plus significatifs et prédictifs du risque de default. Le travail de Turban et Trippi, en outre, permet de comparer aussi les résultats et les architectures entre les réseaux.

Beaucoup d'études comparent les performances des réseaux de neurones avec la *Multivariate Discriminant Analysis* de Altman (1968). On peut énumérer les travaux de Odom et Sharda (1990), celui de Coats et Fant (1993) et celui de Kerling et Podding (1994). Tous les auteurs confirment que les réseaux de neurones donnent de meilleurs résultats que les autres modèles.

La seule étude qui met en discussion ces résultats a été conduite par Altman, Marco et Varetto (1994) qui montrent que la *Multivariate Discriminant Analysis* est plus performante que ces des réseaux de neurones quand on analyse les bilans des entreprises deux ans avant l'événement du default.

Une autre recherche conduite par Back *et al.* (1995) est intéressante pour le travail suivant parce que dans cette étude il y a une comparaison entre la capacité de prévision du réseau avec le système de rétropropagation, les *self-organizing maps* et la *Boltzman Machine*. Parmi les différentes structures, le réseau avec le mécanisme de la rétropropagation génère les meilleurs résultats.

Tam et Kiang (1990 et 1992), Fletcher et Goss (1993) et Salchemberg *et al.* (1992) étudient les réseaux de neurones avec d'autres modèles, comme la régression linéaire, la *logit analysis* ou la *cluster analysis*. Tous les auteurs confirment que les réseaux donnent les résultats les meilleurs.

Pendant les dernières années les chercheurs se sont focalisés sur les modèles hybrides, comme le travail de Foster *et al.* (1992) qui démontre la supériorité du modèle hybride.

Une autre étude très intéressante pour le travail présenté est celui de Back *et al.* (1996) qui utilise un algorithme génétique pour sélectionner les variables de *inputs* du réseau. Ce modèle est comparé avec la *Multivariate Discriminant Analysis* et donne de bons résultats.

Enfin, Yim et Mitchell (2002) montrent une comparaison entre réseaux de neurones hybrides

et d'autres modèles et ils obtiennent que les réseaux donnent les meilleures performances.

3. LA METHODOLOGIE REALISEE ET LES DONNEES UTILISEES

3.1 Un petit regard sur les réseaux de neurones

Dans cet article j'ai réalisé un modèle de réseau de neurones pour obtenir les variables les plus significatives dans l'analyse du default.

Un réseau de neurones (ou *Artificial Neural Network* en anglais) est un modèle de calcul dont la conception est très schématiquement inspirée du fonctionnement de vrais neurones¹ (humains ou non). Les réseaux de neurones sont généralement optimisés par des méthodes d'apprentissage de type statistique, si bien qu'ils sont placés d'une part dans la famille des applications statistiques, qu'ils enrichissent avec un ensemble de paradigmes permettant de générer de vastes espaces fonctionnels, souples et partiellement structurés, et d'autre part dans la famille des méthodes de l'intelligence artificielle² qu'ils enrichissent en permettant de prendre des décisions s'appuyant davantage sur la perception que sur le raisonnement logique formel.

Les neurologues Warren McCulloch et Walter Pitts (1943) menèrent les premiers travaux sur les réseaux de neurones à la suite de leur article fondateur: *What the frog's eye tells to the frog's brain*. Ils constituèrent un modèle simplifié de neurone biologique communément appelé neurone formel. Ils montrèrent également théoriquement que des réseaux de neurones formels simples peuvent réaliser des fonctions logiques, arithmétiques et symboliques complexes.

La fonction des réseaux de neurones formels à l'instar du modèle vivant est de résoudre des

¹ Le neurone est un type de cellule différenciée composant, avec les cellules gliales, le tissu nerveux.

² L'intelligence artificielle est définie par l'un de ses créateurs, Marvin Lee Minsky (1988), comme «la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que: l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique».

problèmes. À l'opposé des méthodes traditionnelles de résolution informatique, on ne doit pas construire un programme pas à pas en fonction de la compréhension de celui-ci. Les paramètres les plus importants de ce modèle sont les coefficients synaptiques³ (ou poids). Ce sont eux qui construisent le modèle de résolution en fonction des informations données au réseau. Il faut donc trouver un mécanisme qui permette de les calculer à partir des grandeurs que l'on peut acquérir du problème. C'est le principe fondamental de l'apprentissage. Dans un modèle de réseaux de neurones formels, apprendre, c'est d'abord calculer les valeurs des coefficients synaptiques en fonction des exemples disponibles.

Les travaux de McCulloch et Pitts n'ont pas donné d'indication sur une méthode pour adapter les coefficients synaptiques. Cette question au cœur des réflexions sur l'apprentissage a connu un début de réponse grâce aux travaux du physiologiste américain Donald Hebb sur l'apprentissage en 1949 décrits dans son ouvrage *The Organization of Behaviour*. Hebb a proposé une règle simple qui permet de modifier la valeur des coefficients synaptiques en fonction de l'activité des unités qu'ils relient. Cette règle aujourd'hui connue sous le nom de «règle de Hebb» est presque partout présente dans les modèles actuels, même les plus sophistiqués.

À partir de cet article, l'idée se sema au fil du temps dans les esprits, et elle germa dans l'esprit de Franck Rosenblatt en 1958 avec le modèle du perceptron. C'est le premier système artificiel capable d'apprendre par expérience, y compris lorsque son instructeur commet quelques erreurs (ce en quoi il diffère nettement d'un système d'apprentissage logique formel).

À partir de ce moment-ci, les chercheurs ont étudié les réseaux de neurones en mettant en évidence les manques et les qualités. Cependant, après une période pendant laquelle les réseaux de neurones ont été abandonnés, en 1982, John Joseph Hopfield, physicien reconnu, donna un nouveau souffle au neuronal en publiant un article introduisant un nouveau modèle de réseau de neurones. Cet article eut du succès pour plusieurs raisons, dont la principale était celle de teinter la théorie des réseaux de neurones de la

rigueur propre aux physiciens. Le neuronal redevint un sujet d'étude acceptable, bien que le modèle de Hopfield souffrait des principales limitations des modèles des années 1960, notamment l'impossibilité de traiter les problèmes non-linéaires.

En 1984 le système de «rétro-propagation du gradient de l'erreur» devient le sujet le plus débattu par les spécialistes et en 1986 (Rumelhart et Mc Clelland) une révolution survient dans le domaine des réseaux de neurones artificiels: une nouvelle génération de réseaux de neurones, capables de traiter avec succès des phénomènes non-linéaires a été créée, le «perceptron multicouche».

3.2 La structure du réseau neural réalisé

Un réseau de neurones (Fig. 1) est en général composé d'une succession de couches dont chacune prend ses entrées sur les sorties de la précédente. Chaque couche (i) est composée de N_i neurones, prenant leurs entrées sur les N_{i-1} neurones de la couche précédente.

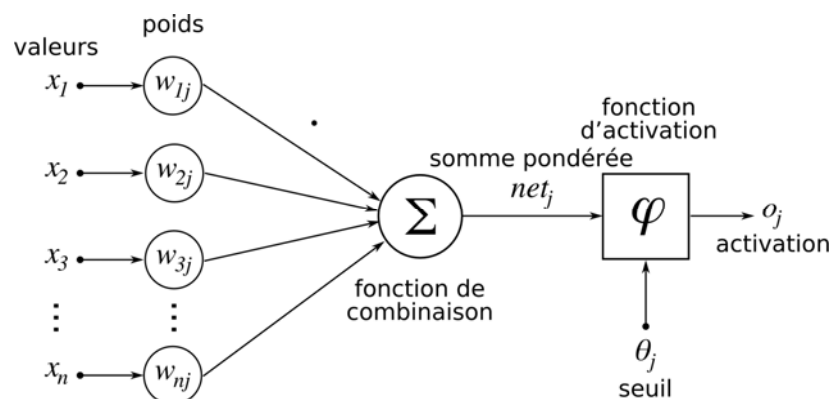
À chaque synapse est associé un poids synaptique, de sorte que les N_{i-1} sont multipliés par ce poids, puis additionnés par les neurones de niveau i. Ce mécanisme est équivalent à multiplier le vecteur d'entrée par une matrice de transformation. Mettre l'une derrière l'autre les différentes couches d'un réseau de neurones reviendrait à mettre en cascade plusieurs matrices de transformation et pourrait se ramener à une seule matrice, produite des autres, s'il n'y avait à chaque couche, la fonction de sortie qui introduit une non linéarité à chaque étape. Ceci montre l'importance du choix judicieux d'une bonne fonction de sortie: un réseau de neurones dont les sorties seraient linéaires n'aurait aucun intérêt⁴.

Le modèle présenté dans cet article est un réseau de neurones de type *feed-forward* avec le système de rétropropagation. La fonction de combinaison utilisée est celle typique des réseaux perceptron multicouches (ou *Multi-Layer Perceptron* en anglais) qui renvoie le produit scalaire entre le vecteur des entrées et le vecteur des poids synaptiques.

³ La synapse désigne une zone de contact fonctionnelle qui s'établit entre deux neurones.

⁴ On peut lire une dissertation sur ce sujet en Terna (1995).

FIGURE 1: STRUCTURE D'UN NEURONE ARTIFICIEL.
LE NEURONE CALCULE LA SOMME DE SES ENTRESSES PUIS CETTE VALEUR PASSE A TRAVERS LA FONCTION D'ACTIVATION POUR PRODUIRE SA SORTIE



Le mode de l'apprentissage de ce réseau est «supervisé» parce que le réseau est forcé à converger vers un état final précis, en même temps qu'on lui présente un motif.

Dans ce modèle j'ai réalisée une structure avec trois couches dont la première est composée par un nombre de neurones égal au nombre des indicateurs calculés pour les entreprises et introduits dans le modèle. La deuxième couche est formée par un nombre de neurones qui est déterminée empiriquement car il n'y a pas une règle déterminée pour décider le correct nombre de neurones; tandis que la troisième couche est composée par un seul neurone qui donne pour chaque entreprise une valeur qui représente la probabilité de default pour les entreprises de l'échantillon.

La simulation des états de santé des entreprises arrive après la phase d'«apprentissage». En effet, les réseaux des neurones apprennent sur une base de données d'entreprises dont on connaît l'état de santé. Dans cette phase, nommée d'«apprentissage», le réseau calcule des poids qui sont les meilleurs pour simuler le correcte état de santé des entreprises dont on ne connaît pas la situation financière. Après la phase d'apprentissage, dans le réseau est introduite le set de «validation», c'est-à dire la base de données des entreprises que on va analyser. A ces données sont appliqués les poids obtenus dans la phase d'apprentissage. De cette façon on peut obtenir les réponses du réseau sur l'état de santé des entreprises du set de validation.

Dans ce travail, le résultat du réseau n'est pas important, il sert surtout pour valider le réseau car je me suis occupée d'analyser les variables qui déterminent la faillite de l'entreprise.

J'ai évalué la capacité du réseau sur la base de son capacité de précéder le default. En particulier, j'ai confronté pour chaque entreprise la réponse du réseau (vecteur de *outputs*) avec la situation financière réelle (vecteur de *targets*). Par exemple, si une entreprise est en default c'est de type 1 et j'irai voir la valeur de l'élément dans le vecteur des activations⁵ en correspondance de cette entreprise. Je m'attendrai de voir un valeur presque 1. Si cette situation arrive, le réseau a été capable de reconnaître la situation de l'entreprise, diversement quelques paramètres du réseau doivent être changés.

Pour quantifier l'erreur du réseau, j'ai utilisé le *Root Mean Square Error* (RMSE) qui est un indicateur bâti dans la façon suivante:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N e_i^2}{N}}$$

Où N représente le nombre des entreprises de l'échantillon de validation, tandis que les e_i sont les différences entre les *targets* et les *outputs*.

⁵ On appelle les éléments du vecteur des activations *outputs*, tandis que le vecteur des variés états financiers des entreprises *targets*.

Les fonctions d'activation (figure 1) servent à introduire un non linéarité dans le fonctionnement du neurone et sont les fonctions qui génèrent le résultat pour chaque neurone qui va être présenté au neurone de la couche suivante.

De la première à la deuxième couche j'ai utilisé une fonction «tangente sigmoïdale», tandis que de la deuxième à la troisième couche la fonction usagée est du type «log sigmoïdale»⁶.

Encore, pour éviter que le réseau souffrît du problème de l'*overfitting*, qui est la «spécialisation» sur les données, j'ai utilisé une procédure de régularisation qui interrompt l'apprentissage quand il devient trop spécialisé. Cette technique évite que le réseau soit capable de reconnaître seulement les données introduites dans la phase d'apprentissage.

Après avoir défini la structure du réseau la meilleure avec la technique du *RMSE*, j'ai utilisé une technique suggérée par Beltratti *et al.* (1996) pour relever les variables déterminantes le default. En particulier, dans le réseau neural on définit une matrice de poids en chaque passage d'une couche à une autre. En effet, on peut analyser chaque élément du vecteur des *outputs* comparé avec chaque élément du vecteur des *inputs*, comme Terna (1995) suggère:

$$\frac{\delta O_n}{\delta I_m} = O_n \cdot (1 - O_n) \cdot \sum_{j=1}^k [w_{nj} \cdot H_j \cdot (1 - H_j) \cdot w_{jm}]$$

Où O_n est un *output*-élément et I_m est un *input*-élément, avec K qui représente le numéro de neurones cachés, qui sont $k+1$ si le neurone du *bias* est considéré ; w_{nj} est le poids qui unit le neurone caché j ; w_{jm} est le poids du *input*-neurone m au neurone caché j .

Toutefois, en multipliant les matrices des poids entre eux on obtient une matrice, qui est nommée *General Weight Matrix* (GWM), avec un nombre d'éléments égal au nombre des variables introduite dans le réseau et un nombre de colonnes égal au nombre des neurones de la couche des *outputs*.

En ce cas, le réseau génère deux matrices, parce que il y a une seule couche cachée, $W_{n,m}^1$

⁶ Une précision va être conduite. La fonction log-sigmoïdale génère valeurs continues, donc les *outputs* de la réseau sont nombres compris entre 0 et 1 et non les valeurs ponctuels 0 ou 1.

e $W_{m,o}^2$, où n représente le nombre des variables introduites dans le réseau, m est le nombre de neurones de la couche cachée et o est le nombre de neurones dans la dernière couche. Le produit est un vecteur-colonne, $W_{n,o}^G$, avec autant d'éléments que le nombre de indicateurs introduits dans le modèle. Ce vecteur est la *General Weight Matrix*⁷.

Plus déterminants sont les indicateurs plus grand est la valeur correspondante dans le vecteur obtenu ($W_{n,o}^G$). Dans cette situation, ce n'est pas le signe des valeurs à être important mais c'est leur entité à être significative. J'ai considéré les premiers vingt valeurs sur la base de l'entité et donc j'ai sélectionné les vingt variables le plus significatives dans l'analyse du default. En plus, on pourra voir que les indicateurs sélectionnés sont différents entre les deux secteurs analysés et je montre que le *RMSE* est plus petit si le réseau fonctionne seulement avec ces vingt variables. Ça signifie que les indicateurs sélectionnés sont vraiment les plus importants dans la prévision du default des entreprises.

3.3 Les données utilisées

Les données analysées dans ce travail ont été extraites de la base de données «AIDA» qui contient l'information économique et financière de 550 000 sociétés italiennes en activité.

Comment déjà avancé j'ai utilisé deux bases de données: la première du secteur manufacturier et la deuxième du secteur des services.

En particulier, j'ai extrapolé les bilans des entreprises manufacturières du secteur textile avec les codes ATECO⁸ 17 et 18 et les mêmes données pour les entreprises des télécommunications et de l'informatique avec les codes ATECO 642 et 72.

Des données de bilan, j'ai élaboré des indicateurs sur la base de l'expérience des chercheurs du Ceris-Cnr. Cependant, beaucoup

⁷ En ce cas, $W_{n,o}^G$ est un vecteur car la réponse du réseau est un vecteur. A chaque entreprise correspond une seule réponse, donc les *outputs* sont organisés dans un vecteur.

⁸ La classification des activités économiques ATECO est une typologie de classification adoptée par l'Institut National de Statistique italienne (ISTAT) pour les relevés statistiques nationaux regardant l'économie.

d'entreprises ont des données manquantes et les échantillons sont devenus numériquement plus petits.

Après avoir analysé les données des entreprises et avoir éliminé les observations avec les données manquantes, l'échantillon manufacturier est constitué de 556 entreprises pour chacune desquelles on a calculé 68 indicateurs, tandis que les entreprises des télécommunications et de l'informatique sont 268 avec 48 variables⁹ pour chacune.

Les deux bases de données ont été divisées en deux échantillons: un d'«apprentissage» (ou de *training* en anglais) et un de «validation». En chaque échantillon les entreprises sont distribuées en saines et en default.

Dans le tableau 1 il y a la description des échantillons d'apprentissage et de validation. L'identification des entreprises in default et saines arrive respectivement par le code 1 et 0.

Les données sont organisées en matrices avec le nombre de colonnes égal au nombre des entreprises analysées et le nombre de lignes égal au nombre des indicateurs calculés.

Dans la phase d'apprentissage, on donne au réseau la matrice des données avec l'indication pour chaque entreprise de sa position financière à travers un vecteur de 0 et 1 (*targets*).

Dans cette phase, le réseau apprend les relations existantes parmi les entreprises, en mettant en évidence les indicateurs les plus déterminants dans l'analyse prospective du default.

En particulier, je parle de prospective parce que les données de bilan se réfèrent au temps t , tandis que l'indication de la position financière des entreprises est au temps $t+1$. En cette façon, avec le réseau de neurones je trouve les variables les plus significatives dans l'évaluation prospective de la position financière d'entreprise.

Pour constater que le réseau a été capable de bien évaluer les entreprises, il y a le test sur les données de la validation. Après la première phase, d'apprentissage, le réseau calcule des poids avec le système de rétropropagation de l'erreur.

La rétropropagation consiste à rétropropager l'erreur commise par un neurone à ses synapses et aux neurones qui y sont reliés. Pour les réseaux de neurones, on utilise habituellement la rétropropagation du gradient de l'erreur, qui consiste à corriger les erreurs selon l'importance des éléments qui ont justement participé à la réalisation de ces erreurs: les poids synaptiques qui contribuent à engendrer une erreur importante se seront modifiés de manière plus significative que les poids qui ont engendré une erreur marginale.

TABLEAU 1: COMPOSITION DES ECHANTILLONS D'APPRENTISSAGE ET DE VALIDATION

<i>Echantillon</i>	<i>Position des entreprises</i>	<i>Secteur textile</i>	<i>Secteur des télécommunications et informatique</i>
Apprentissage	Saines (0)	258	134
	En default (1)	258	114
Totale entreprises de l'apprentissage		536	248
Validation	Saines (0)	10	10
	En default (1)	10	10
Totale entreprises de la validation		20	20
Totale entreprises saines (0)		268	144
Totale entreprises en default (1)		268	124
Totale entreprises		556	268

⁹ Les variables utilisées sont énumérées dans l'Appendice A après les conclusions de l'article.

Ces poids sont utilisés dans la phase de validation où les seules données qui entrent dans le réseau sont ceux de l'échantillon de la validation. Dans cette phase, l'inconnue est le vecteur des positions des entreprises (vecteur des *outputs*). De ces sujets on connaît la position financière qui est confrontée avec celle donnée par le réseau.

De cette comparaison on évalue l'erreur, le *RMSE*, et le pouvoir de faire prévisions du réseau, comme expliqué précédemment.

4. LES RESULTATS

Dans ce paragraphe on montre les résultats du modèle bâti. En particulier, je montrerai le *RMSE* avant et après la sélection des variables faite par la *General Weight Matrix*. On pourra observer que le *RMSE* est plus petit si le réseau utilise les vingt indicateurs plutôt que tous. Ce résultat confirme que les variables sélectionnées sont vraiment les plus significatives dans la prévision du default.

On verra aussi les erreurs perceptuelles que le modèle commet en classifiant les entreprises.

4.1 Le secteur des services

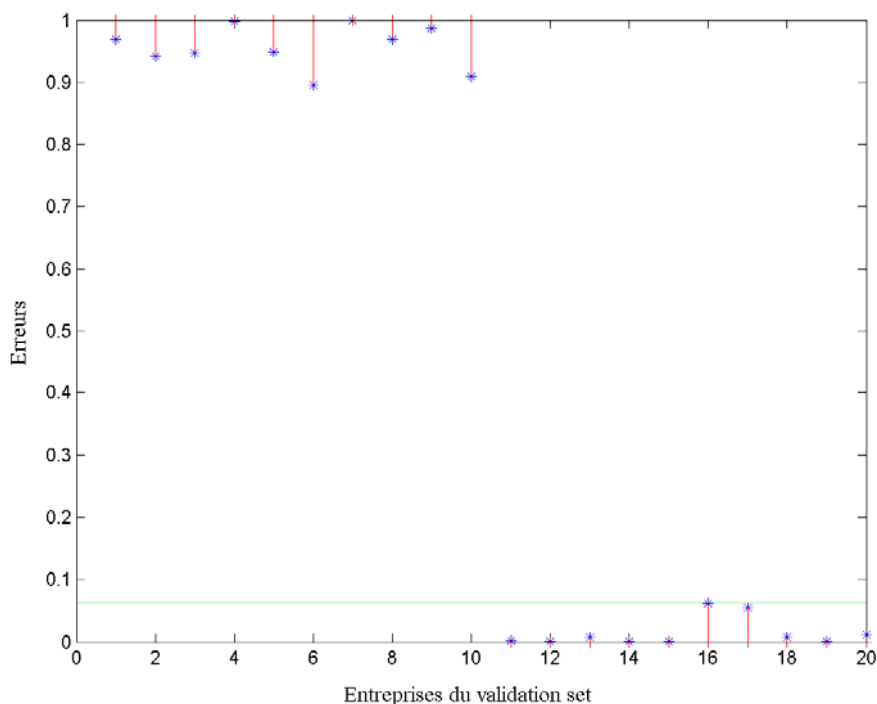
Pour le secteur des services le *RMSE* du réseau avec 48 variables est 0.0096. Ce résultat est vraiment performant. A la figure 2 on peut voir les *outputs* correspondants aux entreprises de l'échantillon de validation.

Dans cette figure les distances, lignes verticales, entre les éléments du vecteur des *outputs* (1 et 0) et ceux du vecteur-réponse du réseau (*) sont montrées. On peut observer que le réseau a été capable de classifier les entreprises très bien.

La ligne horizontale est le résultat d'un algorithme qui définit un seuil (0.063) qui minimise l'erreur perceptuelle qui, en ce cas, est 0%.

En particulier, les valeurs au-dessous de seuil sont transformées en 0 et tous les *outputs* au-dessus de la ligne horizontale sont transformés en 1. Dans cette façon, on peut calculer le nombre d'erreurs de «non correcte» classification.

FIGURE 2: COMPARAISON ENTRE LE VECTEUR DES *OUTPUTS* ET CE DES *TARGETS*
(TOUTES LES VARIABLES)
– SECTEUR DES SERVICES –



Après l'analyse de la *General Weight Matrix*, les variables que le réseau a sélectionnées comme plus déterminantes du default sont: *ROI* financier, *ROE* courant net, Productivité du capital, Actif disponible/Total de l'Actif, Immobilisations incorporelles et corporelles/Actif immobilisé, Intégration-IV, *ROI* industriel, Résultat opérationnel/Dettes, *ROE* courant, Résultat opérationnel/Chiffre d'affaires, *ROE* net, Productivité du travail, *ROT* net, *ROS* net, *ROI* industriel net, Dépendance financière, Intégration-SOV, Disponibilité/Chiffre d'affaires, Résultat opérationnel courant/Charges financiers, Flux de capital disponible net/Total de l'Actif. La liste est ordonnée sur la base de la significativité donnée par le modèle. A ce point j'ai réintroduit dans le réseau les entreprises avec les vingt variables plus significatives. Le *RMSE* se réduit à 0.0048, l'erreur perceptuelle est 0%, comme on peut voir à la figure 3.

4.2 Le secteur textile

Pour le secteur textile le *RMSE* généré par le réseau avec toutes les variables est 0.0299 et l'erreur perceptuelle est égale à 0%.

La comparaison entre les outputs et le vrai état des entreprises est montrée à la figure 4.

Les vingt indicateurs mis en évidence par la *General Weight Matrix* sont énumérés de suite en ordre de significativité: Charges des amortissement/Charges totaux, Intégration-SOV, Disponibilité/Total de l'Actif, Actif disponible/Total de l'Actif, Dette 2, Intégration-IV, Dette 1, Intégration-MOV, Disponibilité/Chiffre d'affaires, Immobilisations incorporelles et corporelles/Total de l'Actif, Flux de capital disponible net/Total de l'Actif, *ROI* financier, Flux de capital disponible financier net/Total de l'Actif, Ceris Index, *ROI* industriel net, Valeur de surplus/Chiffre d'affaires, Capitaux propres/Total de l'Actif, Chiffre d'affaires/ (Achats + provisions pour risques), Dépendance financière, Actifs courants/Chiffre d'affaires.

Avec ces variables le *RMSE* devient 0.0054, avec une erreur égale à 0%, comme montré à la figure 5.

Aussi dans ce cas, les deux lignes horizontales sont les seuils qui minimisent l'erreur perceptuelle (en particulier, 0.1980 pour le modèle avec toutes les variables and 0.0240 pour le réseau avec vingt indices).

FIGURE 3: COMPARAISON ENTRE LE VECTEUR DES *OUTPUTS* ET CE DES *TARGETS* (SEULEMENT LES VARIABLES SELECTIONNEES) – SECTEUR DES SERVICES –

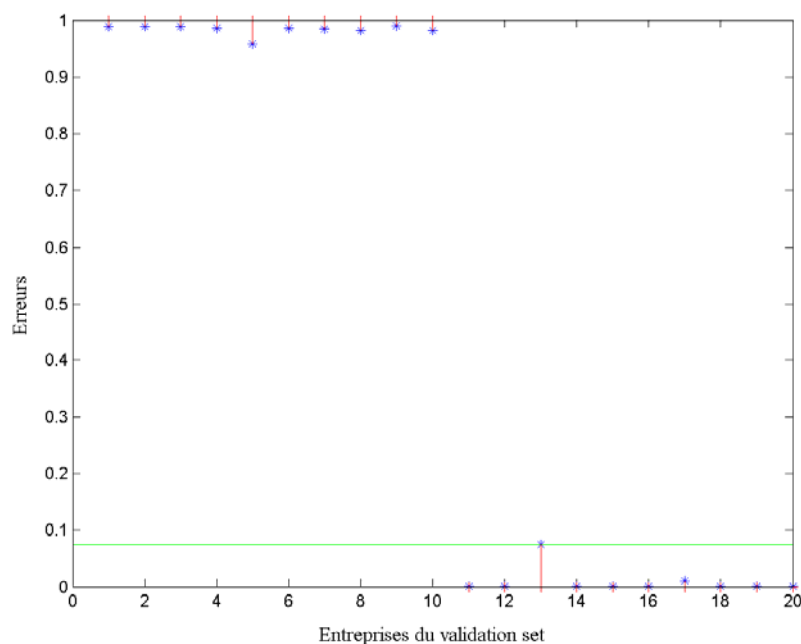


FIGURE 4: COMPARAISON ENTRE LE VECTEUR DES *OUTPUTS* ET CE DES *TARGETS*
 (TOUTES LES VARIABLES)
 – SECTEUR TEXTILE –

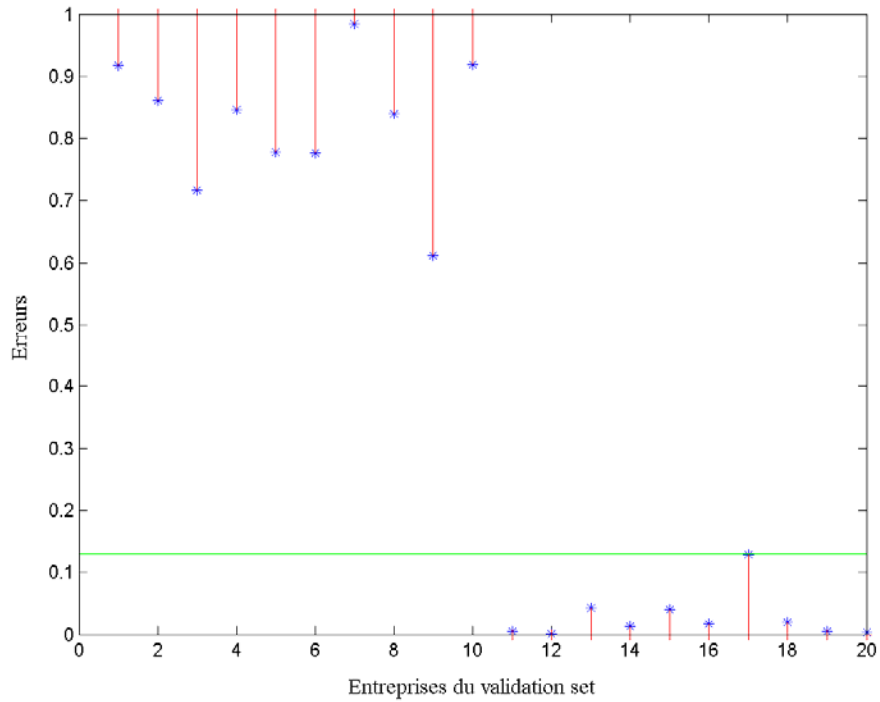
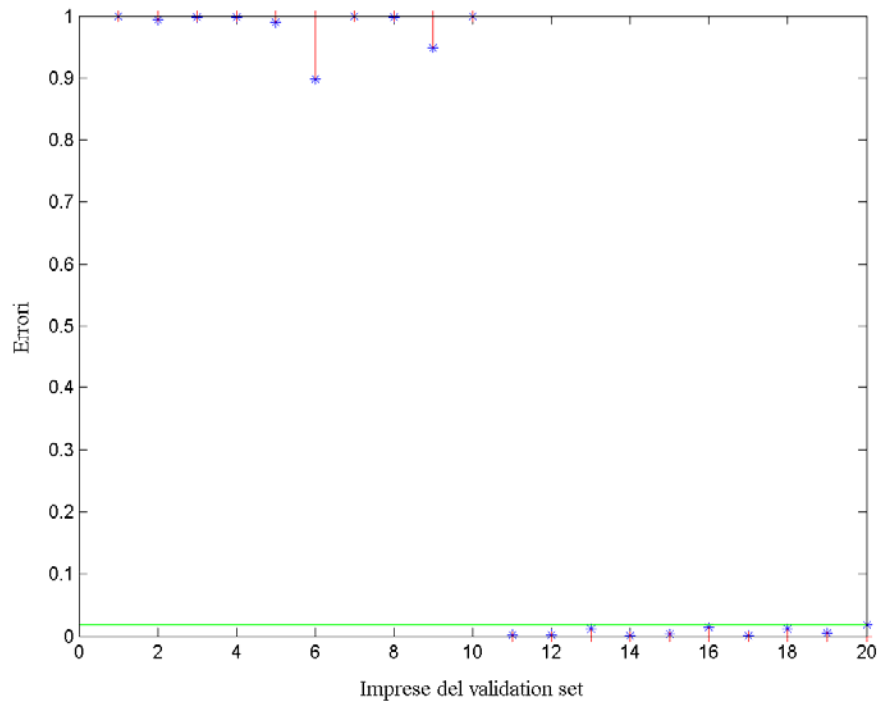


FIGURE 5: COMPARAISON ENTRE LE VECTEUR DES *OUTPUTS* ET CE DES *TARGETS*
 (SEULEMENT LES VARIABLES SELECTIONNEES)
 – SECTEUR TEXTILE –



4.3 Quelques considérations sur les variables sélectionnées

Avant de commenter les résultats obtenus, il est nécessaire de souligner que les deux bases de données ont été vidées des relevés trop différents des autres avec le but d'obtenir deux échantillons homogènes.

Cependant, pour le secteur des services il n'y avait que quelques données et pour bâtir un échantillon numériquement satisfaisant, j'ai dû tenir aussi des observations qui peuvent être considérées des *outliers*.

Dans le tableau 2, il est possible voire une comparaison entre les entreprises saines et en default sur la base des moyennes des variables sélectionnées par le réseau.

En jetant un regard au secteur des services on voit que les variables les plus importantes dans l'analyse du default sont les facteurs qui définissent la rentabilité.

En particulier, la différence entre les moyennes du *ROI* financier, du *ROE* courant net, du *ROI* industriel, du *ROE* courant et du *ROS* net est significative, soulignant l'élevée rentabilité des entreprises saines par rapport à celle des entreprises en default.

Du côté de la productivité, l'indice de la productivité du capital signale que les immobilisations corporelles et incorporelles des entreprises en default sont peu significatives par rapport au valeur de surplus. En effet, les entreprises en default n'ont pas les ressources financières nécessaires à investir dans les immobilisations corporelles ou dans la recherche et le développement. Cet index avec le rapport entre le résultat opérationnel courant et les charges financiers sont une mesure d'efficience d'entreprise. Les charges financières des entreprises saines ne pèsent pas trop sur les charges de gestion, tandis que le résultat opérationnel courant des entreprises en default représente un poids lourd par rapport aux charges financiers. L'analyse du rapport entre le résultat opérationnel et la chiffre d'affaires aboutit à la même conclusion.

Les autres considérations intéressantes qui se distinguent de l'analyse sont les indices sur la structure du capital, comme le rapport entre l'Actif disponible et le total de l'Actif, le rapport entre les immobilisations corporelles et incorporelles et l'Actif immobilisé et la dépendance

financière. En particulier, le dernier index signale que les entreprises en default sont en difficulté à couvrir les engagements courants financiers. Au même temps, aussi les immobilisations corporelles et incorporelles des entreprises en default ne sont pas considérables.

Les indices de liquidité sont aussi importants dans l'analyse et ils soulignent que les Actifs courants sont inconsistants par rapport au total de l'Actif. Ce résultat confirme les conclusions conduites sur la dépendance financière.

En fin, les indices d'intégration montrent que les entreprises saines sont plus intégrées que celles en default.

Pour l'échantillon textile, l'aspect plus significative apparaît être la structure des charges, décrite, en particulier, par les indices d'intégration. Pour ce secteur la structure des charges est vraiment significative pour la prévision du default. Ne considérant pas l'indice d'Intégration-SOV, les autres indicateurs signalent que les entreprises saines sont plus intégrées que celles en default, comme résultant aussi de l'analyse de l'autre secteur. Ce résultat suggère que les politiques de *make or buy* (M&B) pour les secteurs manufacturiers sont déterminantes.

L'analyse de la structure du capital signale que les entreprises saines ont une disponibilité considérable par rapport à celle des entreprises en default.

Les indices de couverture montrent une situation où pour les entreprises en default les Passifs non courants sont très élevés par rapport aux Passifs courants, soulignant le danger de problèmes financiers dans la longue période. Les mêmes considérations peuvent être conduites de l'analyse des indices de liquidité qui comparent différents comptes de l'Actif courant en les rapportant au total de l'Actif.

Les indicateurs de rentabilité paraissent seulement à la moyenne de la liste et ils sont négatifs pour les entreprises en default. Ce résultat confirme que les entreprises en crise financière ne donnent pas une bonne image d'elles-mêmes, n'invitant pas l'investisseur à participer financièrement à l'activité d'entreprise. En effet, ces sujets ne sont pas capables de proposer des investissements rentables.

De plus, aussi les indices de liquidité pour les

entreprises en default ont valeurs inférieures à 1, montrant une situation dangereuse.

Enfin, on peut observer que le modèle présenté a sélectionné variables différentes pour les deux secteurs, en mettant en évidence les leviers les plus importantes sur lesquelles intervenir dans la gestion du risque du default. En effet, on peut voir que, alors que pour le secteur des services ce sont surtout la rentabilité et la structure du capital les aspects les plus déterminants, pour le secteur textile ce sont la structure des charges avec les politiques de *make or buy*, la structure du capital et les indices de liquidité qui influencent le plus le default de l'entreprise.

CONCLUSIONS

Dans le travail présenté, on a réalisé un modèle de réseaux de neurones pour déterminer les variables qui prévoient le default.

Cette méthodologie complexe est innovante et présente des avantages significatifs par rapport à d'autres modèles.

Les réseaux de neurones, en tant que système capable d'apprendre, mettent en œuvre le principe de l'induction, c'est-à-dire l'apprentissage par l'expérience. Par confrontation avec des situations ponctuelles, ils infèrent un système de décision intégré dont le caractère générique est fonction du nombre de cas d'apprentissages rencontrés et de leur complexité par rapport à la complexité du problème à résoudre. Par opposition, les systèmes symboliques capables d'apprentissage, s'ils implémentent également l'induction, le font sur la base de la logique algorithmique, par complexification d'un ensemble de règles déductives.

Les réseaux de neurones sont réellement utilisés, par exemple, pour la classification, la reconnaissance de motif, l'approximation d'une fonction inconnue ou encore pour la modélisation accélérée d'une fonction connue mais très complexe à calculer avec exactitude. Toutefois, la différence la plus importante avec les autres méthodologies est que le réseau de neurones n'a pas la nécessité de faire des hypothèses sur les données.

Malgré ces avantages, les réseaux de neurones artificiels ont besoin de cas réels servant

d'exemples pour leur apprentissage. Ces cas doivent être d'autant plus nombreux que le problème est complexe et que sa topologie est peu structurée. Sur un plan pratique, cela n'est pas toujours facile car les exemples peuvent être soit en quantité absolument limitée ou trop onéreux à collecter en nombre suffisant.

Cependant, il y a beaucoup de contributions dans la littérature sur l'application de réseaux de neurones à l'économie, comme souligné d'avance.

En particulier, dans cet article les réseaux de neurones ont mis en évidence que le secteur des télécommunications et de l'informatique doit faire attention à la rentabilité, la productivité et la structure du capital. Ces entreprises doivent être capables d'améliorer leurs image de façon que les investisseurs sont attirés à investir capitaux financiers dans l'entreprise. En effet, améliorant cet aspect, aussi les valeurs des indices de structure et de couverture seront meilleures.

Du côté du secteur textile, les entrepreneurs doivent regarder la structure des charges, prévoyant la possibilité d'intégrer la production et évaluant les politiques de *make or buy*. En particulier, considérant les services externes, les entreprises en default dépensent plus que les sujets sains qui, par contre, achètent plus produits fabriqués. L'indice d'intégration de Adelman, donné par le rapport entre le valeur de surplus et le chiffre d'affaires, est un indicateur d'efficacité et signale que les entreprises saines sont plus intégrées que les autres.

Les entreprises manufacturières doivent faire attention à la structure du capital et à la liquidité qui montrent que les entreprises saines ont plus disponibilité que celles en default, tandis que l'Actif disponible est plus grand pour les entreprises en crise financière que pour les sujets sains.

A propos de la liquidité, le Ceris Index définit l'équilibre financier des entreprises, jugeant le quick ratio et la couverture de l'Actif. Les entreprises en default sont « déséquilibrées », parce-que elles ont tous les deux indices inférieurs à 1, tandis que les entreprises saines ont, en moyenne, le Ceris Index égal à 3 et elles sont, donc, « surabondantes ». En effet, ces sujets n'auront pas des problèmes financiers dans la brève période.

La dépendance financière et le rapport entre les capitaux propres et le total de l'Actif montrent que les entreprises en default se financent complètement avec les dettes, soulignant les insuffisants investissements dans les capitaux de risque, c'est-à-dire les capitaux propres, de l'entreprise.

Dans ce travail, j'ai démontré que le modèle réalisé est capable de prévoir le default et par suite il comprend les relations entre les variables. En effet, il signale celles qui, le plus, influencent l'état de santé financière de

l'entreprise. En particulier, ce modèle peut être utilisé pour analyser les leviers pour les différents secteurs sur lesquelles les entreprises doivent focaliser leur attention. La contribution que j'ai voulu donner dans cet article a été celle de montrer que il y a des modèles capables de saisir les relations entre les variables et que les résultats peuvent être utilisés pour analyser des phénomènes économiques, comme, par exemple la croissance d'entreprise dans secteurs différents.

TABLEAU 2: MEDIANES ET MOYENNES DES INDICATEURS SELECTIONNES POUR LES DEUX SECTEURS ET POUR SUJETS SAINES ET EN DEFAULT

<i>Secteur de services</i>			<i>Secteur textile</i>		
<i>Variables sélectionnées</i>	<i>Moyenne (en default)</i>	<i>Moyenne (saines)</i>	<i>Variables sélectionnées</i>	<i>Moyenne (en default)</i>	<i>Moyenne (saines)</i>
ROI financier	9.4%	15.9%	Charges des amortissements / Charges totaux	2.1%	12%
ROE courant net	-1.4%	47.2%	Intégration-SOV	44.2%	33.7%
Productivité du capital	-0.963	14.9	Disponibilité/Total de l'Actif	8.4%	14.2%
Actif disponible/Total de l'Actif	6.8%	21.4%	Actif disponible/Total de l'Actif	70.9%	56.9%
Immobilisations incorporelles et corporelles/Actif immobilisé	11.5%	14%	Dettes 2	96.4%	81.2%
Intégration-IV	27.6%	45.2%	Intégration-IV	30.4%	30.5%
ROI industriel	-5.7%	20.5%	Dettes 1	10.3%	37.1%
Résultat opérationnel courant/Dettes	0%	58.9%	Intégration-MOV	25.4%	35.8%
ROE courant	64%	102.1%	Disponibilité/Chiffre d'affaires	4.3%	20.7%
Résultat opérationnel/Chiffre d'affaires	-0.3%	3.7%	Immobilisations incorporelles et corporelles/Total de l'Actif	20.6%	28%
ROE net	28.2%	48.3%	Flux de capital disponible net/Total de l'Actif	-11.1%	44%
Productivité du travail	0.963	0.963	ROI financier	13.8%	3.8%
ROT net	1.378	1.477	Flux de capital disponible financier net/Total de l'Actif	-22.1%	26.3%
ROS net	-5.7%	3.2%	Ceris Index	1.1	3
ROI industriel net	-10%	14.8%	ROI industriel net	-13.9%	41%
Dépendance financière	80.3%	61.2%	Valeur de surplus/Chiffre d'affaires	24.6%	31.5%
Intégration-SOV	0.6%	42.2%	Capitaux propres/Total de l'Actif	-3.2%	56.2%
Disponibilité/Chiffre d'affaires	-0.6%	3%	Chiffre d'affaires/ (Achats+provision pour risques)	1.462	1.844
Résultat opérationnel courant /Charges financiers	1.295	75.846	Dépendance financière	103%	41.9%
Flux de capital disponible net/Total de l'Actif	3.7%	10.4%	Actifs courants/Chiffre d'affaires	0.475	0.608

APPENDICE A: LES VARIABLES UTILISEES

Dans le tableau suivant il y a la liste des variables introduite dans le réseau, respectivement pour le secteur textile et de services.

<i>Secteur textile</i>	<i>Secteur des services</i>
(Actif disponible+Actifs financiers courants+Trésorerie et équivalents de trésorerie)/Chiffre d'affaires	(Achats+provisions pour risques) / Charges totaux
Achats	(Actif disponible+Actifs financiers courants+Trésorerie et équivalents de trésorerie)/Chiffre d'affaires
Achats +provisions pour risques	Achats
Actif disponible	Achats+provisions pour risques
Actif disponible/Total de l'Actif	Actif disponible
Actif disponible+Actifs financiers courants+Trésorerie et équivalents de trésorerie	Actif disponible/ Total de l'Actif
Capital employé net	Actif disponible+Actifs financiers courants+Trésorerie et équivalents de trésorerie
Capitaux propres	Capitaux propres à l'ouverture
Capitaux propres à l'ouverture	Capitaux propres à l'ouverture/Capitaux propres
Capitaux propres à l'ouverture/Capitaux propres	Capitaux propres/Chiffre d'affaires
Capitaux propres/Chiffre d'affaires	Charges de personnel/Charges totaux
Ceris Index	Charges du personnel
Charges de personnel/Charges totaux	Charges totaux
Charges des amortissements	Chiffre d'affaires
Charges des amortissements/Charges totaux	Couverture de l'Actif
Charges du personnel	Dépendance financière
Charges externes pour services	Disponibilité
Charges financiers	Disponibilité/Total de l'Actif
Charges internes	Flux de capital disponible financier net
Charges totaux	Flux de capital disponible financier net/ Chiffre d'affaires
Chiffre d'affaires	Flux de capital disponible net
Chiffre d'affaires	Flux de capital disponible net/Capital employé
Chiffre d'affaires/(Achats+provisions pour risques)	Flux de capital disponible net/Chiffre d'affaires
Couverture de l'Actif	Immobilisations corporelles et incorporelles/Total de l'Actif
Couverture du Passif	Intégration-IV
Dépendance financière	Intégration-SOV
Dette 1	<i>Leverage</i>
Dette 2	Passifs courants/total de l'Actif
Disponibilité	Passifs non courants/(Passifs non courants+comptes de régularisations +réescomptes Passifs)
Disponibilité/Total de l'Actif	Passifs non courants+comptes de régularisations +réescomptes passifs
Flux de capital disponible financier net	Productivité du capital
Flux de capital disponible financier net/Chiffre d'affaires	Productivité du travail

Flux de capital disponible financier net/Total de l'Actif	Résultat courant
Flux de capital disponible net	Résultat courant net
Flux de capital disponible net/Chiffre d'affaires	Résultat des activités ordinaires avant impôt
Flux de capital disponible net/Total de l'Actif	Résultat opérationnel
Immobilisations corporelles et incorporelles	Résultat opérationnel courant
Immobilisations corporelles et incorporelles/Total de l'Actif	Résultat opérationnel courant/Charges financiers
Intégration-IV	Résultat opérationnel courant/Dettes
Intégration-MOV	Résultat opérationnelle/Chiffre d'affaires
Intégration-SOV	ROE courant
Leverage	ROE courant net
Marge opérationnelle	ROE net
Passif courants/Total de l'Actif	ROI financier
Passifs courants	ROI industriel
Passifs courants+Passifs non courants	ROI industriel net
Passifs non courants	ROS net
Passifs non courants+comptes de régularisations +réescomptes Passifs	Total de l'Actif
Productivité du capital	
Quick ratio	
Quote-part des amortissements	
Résultat courant	
Résultat courant net	
Résultat des activités ordinaires avant impôt	
Résultat net de la période	
Résultat opérationnel	
Résultat opérationnel courant	
Résultat opérationnel courant/Dettes	
Résultat opérationnel/Chiffre d'affaires	
ROI financier	
ROI financier net	
ROI industriel	
ROS net	
ROT net	
Stocks et en-cours	
Total de l'Actif	
Total du Passif/Dette 2	
Valeur de surplus/Chiffre d'affaires	

Quelques explications sur les indicateurs avant présentés:

- Actif disponible: Stocks et en-cours plus créance d'exploitation.
- Capital employé net: Total de l'Actif minus les investissements financiers corrigés par les titres propres.
- Ceris Index: Cet indicateur mesure l'équilibre financier de l'entreprise. Il prend en considération la couverture de l'Actif et le quick ratio et il peut avoir des valeurs qui varient de 1 à 4. Si l'entreprise obtient 1 la situation est de «déséquilibre». Soit la couverture de l'Actif que le quick ratio sont inférieurs à 1. Pour ces entreprises le déséquilibre financier arrive soit pendant la brève période que dans la longue. Si le Ceris Index est égal à 2, la couverture est supérieure à 1 et le quick ratio inférieur à l'unité. Pour ces entreprises, qui sont appelées «instables», les ressources liquides ne sont pas assez consistantes à couvrir les

dettes courantes. Les entreprises «surabondantes», avec un indicateur égal à 3, présentent des valeurs plus grandes que 1 soit pour la couverture que pour le quick ratio. Dans cette situation, ils n'y a pas de problèmes sur la brève période mais il est possible qu'ils naissent sur la moyenne-longue période. Il y a un excès de ressources courantes et d'investissements dans la moyenne-longue période par rapport à ceux non courantes. Avec un Ceris Index égal à 4, sont signalées les entreprises «équilibrées» qui présentent un indice de couverture compris entre 1 et 3 et le quick ratio compris entre 0.6 et 1.4.

- Couverture de l'Actif: $(\text{Immobilisations totales plus Créances totales non courantes minus Créances financières courantes}) / \text{Total de l'Actif}$.
- Couverture du Passif: $(\text{Capitaux propres plus Passifs non courants}) / \text{Total du Passif}$
- Dette 1: $\text{Passifs non courants} / \text{Dette totale repartie}$.
- Dette 2: $\text{Dette non courantes} / \text{Dette totale repartie}$
- Dette totale repartie: $\text{Passifs non courants plus Passifs courants plus réescomptes passifs et comptes de régularisation passifs}$.
- Dettes totales nettes: $\text{Dettes totales minus Engagements envers le personnel courants}$.
- Flux de capital disponible net: $\text{Actif disponible plus Actifs courantes plus total Actif financier non immobilisé minus dettes courantes}$.
- Flux de capital disponible financier net: $\text{Flux de capital disponible net minus stocks minus réescomptes actifs et comptes de régularisation actifs plus réescomptes passifs et comptes de régularisation passifs}$.
- Intégration-IV: $\text{Charges internes} / \text{Charges totaux}$.
- Intégration-MOV: $\text{Charges externes} / \text{Charges totaux}$.
- Intégration-SOV: $\text{Charges externes pour les services} / \text{Charges totaux}$.
- *Leverage*: $\text{Dettes financières} / \text{Capitaux propres}$.
- Productivité des consommations: $\text{Valeur de la production} / \text{Charges externes}$.
- Productivité du capital: $\text{Valeur de surplus} / \text{Immobilisations corporelles et incorporelles}$.
- Productivité du travail: $\text{Valeur de surplus} / \text{Charges du personnel}$.
- Quick ratio: $\text{Actifs financiers courants} / \text{Passifs courants}$.
- *ROE (Return on Equity en anglais) courant net*: $\text{Résultat courant net} / \text{Capitaux propres à l'ouverture}$.
- *ROE (Return on Equity en anglais) courant*: $\text{Résultat courant} / \text{Capitaux propres à l'ouverture}$.
- *ROE (Return on Equity en anglais) net*: $\text{Résultat net de la période} / \text{Capitaux propres à l'ouverture}$.
- *ROI (Return on Investment en anglais) financier*: $\text{Résultat opérationnel} / \text{Total de l'Actif}$.
- *ROI (Return on Investment en anglais) industriel net*: $\text{Résultat opérationnel courant} / \text{Capital employé net}$.
- *ROI (Return on Investment en anglais) industriel*: $\text{Marge opérationnelle} / \text{Capital employé net}$.
- *ROS (Return on Sales en anglais) net*: $\text{Résultat opérationnel courant} / \text{Valeur de la production}$.
- *ROT (Return on Taxes en anglais) net*: $\text{Valeur de la production} / \text{Capital employé net}$.

BIBLIOGRAPHIE

- Altman E.I. (1968), «Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy», *Journal of Finance*, vol. 13, pp. 589–609.
- Altman E.I., Marco G., Varetto F. (1994), «Corporate distress diagnosis: Comparisons using linear discriminant analysis and neural networks», *Journal of Banking and Finance*, vol. 18, pp. 505–529.
- Back B., Laitinen T., Sere K. (1996), «Neural networks and genetic algorithms for bankruptcy predictions», *Expert Systems with Applications*, pp. 407–413.
- Back B., Sere K., Wezel M.C. (1995), «A comparative study of neural networks in bankruptcy prediction», *Turku Centre for Computer Science*, Technical Report.
- Beltratti A., Margarita S., Terna P. (1996), *Neural networks for economic and financial modelling*, ITCF, London.
- Coats P.K., Fant L.F. (1993), «Recognizing financial distress patterns using a neural network tool», *Financial Management*, vol. 22, n. 3, pp. 142-155.
- Fletcher D., Goss E. (1993), «Forecasting with neural networks: an application using bankruptcy data», *Information & Management*, n. 24, pp. 159-167.
- Foster B., Collopy F., Ungar L. (1991), *Neural network forecasting of short, noisy time series*, presented at the ORSA TIMS National Meeting, May.
- Hebb D.O. (1949), *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, Wiley, New York.
- Kerling M., Podding T. (1994), «Klassifikation von Unternehmen mittels KNN», in H. Rehkugler and H.G. Zimmermann, (Eds.) *Neuronale Netze in der Ökonomie*, München, Germany.
- Lee Minsky M. (1988), *La société de l'esprit*, InterEditions, Paris.
- McCulloch W.S., Pitts W. (1943), «A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity», *Bulletin of Mathematical Biophysics*, n. 5, pp. 115-133.
- Odom M., Sharda R. (1990), *A neural network model for bankruptcy prediction*, in Proc. Int. Joint Conf. Neural Networks, San Diego, CA.
- Rosenblatt F. (1958), «The Perceptron: probabilistic model for information storage and organization in the brain», *Psychological Review*, n. 65, pp. 386-408.
- Rumelhart D.E., Mc Clelland J.L. (1986), *Parallel Distributed Processing: Exploration in the MicroStructure of Cognition*, MIT Press, Cambridge.
- Salchenberger L., Cinar E., Lash N. (1992), «Neural networks: A new tool for predicting thrift failures», *Decision Sciences*, vol. 23, pp. 899–916.
- Tam K.Y., Kiang M. (1990), «Predicting bank failures: a neural network approach», *Applied Artificial Intelligence*, n. 4, pp. 265-282.
- Tam K.Y., Kiang M. (1992), «Managerial applications of the neural networks: The case of bank failure predictions», *Management Science*, vol. 38, pp. 416–430.
- Terna P. (1995), «Reti Neurali Artificiali e modelli con Agenti Adattivi», *Rivista Italiana di Economia*, pp. 71-106.
- Turban E., Trippi R. (1996), *Neural Networks in Finance and Investing. Using artificial neural intelligence to improve real-world performance*, Probus Publishing Company, Chicago Illinois, Cambridge, England.
- Yim J., Mitchell H. (2002), «A comparison of corporate failure models in Australia: hybrid neural networks, logit models and discriminant analysis», *Developments in Applied Artificial Intelligence*, vol. 2718/2003 Springer Berlin, Heidelberg, Berlin.

WORKING PAPER SERIES (2008-1993)

2008

- 1/08 *Nouveaux instruments d'évaluation pour le risque financier d'entreprise*, by Greta Falavigna
- 2/08 *Drivers of regional efficiency differentials in Italy: technical inefficiency or allocative distortions?*, by Fabrizio Erbetta and Carmelo Petraglia
- 3/08 *Modelling and measuring the effects of public subsidies on business R&D: theoretical and econometric issues*, by Giovanni Cerulli
- 4/08 *Investimento pubblico e privato in R&S: effetto di complementarità o di sostituzione?*, by Mario Coccia
- 5/08 *How should be the levels of public and private R&D investments to trigger modern productivity growth? Empirical evidence and lessons learned for Italian economy*, by Mario Coccia
- 6/08 *Democratization is the determinant of technological change*, by Mario Coccia
- 7/08 *Produttività, progresso tecnico ed efficienza nei paesi OCSE*, by Alessandro Manello
- 8/08 *Best performance-best practice nelle imprese manifatturiere italiane*, by Giuseppe Calabrese
- 9/08 *Evaluating the effect of public subsidies on firm R&D activity: an application to Italy using the community innovation survey*, Giovanni Cerulli and Bianca Potì
- 10/08 *La responsabilité sociale, est-elle une variable influençant les performances d'entreprise?*, by Greta Falavigna

2007

- 1/07 *Macchine, lavoro e accrescimento della ricchezza: Riflessioni sul progresso tecnico, occupazione e sviluppo economico nel pensiero economico del Settecento e Ottocento*, by Mario Coccia
- 2/07 *Quali sono i fattori determinanti della moderna crescita economica? Analisi comparativa delle performance dei paesi*, by Mario Coccia
- 3/07 *Hospital Industry Restructuring and Input Substitutability: Evidence from a Sample of Italian Hospitals*, by Massimiliano Piacenza, Gilberto Turati and Davide Vannoni
- 4/07 *Il finanziamento pubblico alla ricerca spiazza l'investimento privato in ricerca? Analisi ed implicazioni per la crescita economica dei paesi*, by Mario Coccia
- 5/07 *Quanto e come investire in ricerca per massimizzare la crescita economica? Analisi e implicazioni di politica economica per l'Italia e l'Europa*, by Mario Coccia
- 6/07 *Heterogeneity of innovation strategies and firms' performance*, by Giovanni Cerulli and Bianca Potì
- 7/07 *The role of R/D expenditure: a critical comparison of the two (R&S and CIS) sources of data*, by Bianca Potì, Emanuela Reale and Monica Di Fiore
- 8/07 *Sviluppo locale e leadership. Una proposta metodologica*, by Erica Rizziato
- 9/07 *Government R&D funding: new approaches in the allocation policies for public and private beneficiaries*, by Bianca Potì and Emanuela Reale
- 10/07 *Coopération et gouvernance dans deux districts en transition*, by Ariel Mendez and Elena Ragazzi
- 11/07 *Measuring Intersectoral Knowledge Spillovers: an Application of Sensitivity Analysis to Italy*, by Giovanni Cerulli and Bianca Potì

2006

- 1/06 *Analisi della crescita economica regionale e convergenza: un nuovo approccio teorico ed evidenza empirica sull'Italia*, by Mario Coccia
- 2/06 *Classifications of innovations: Survey and future directions*, by Mario Coccia
- 3/06 *Analisi economica dell'impatto tecnologico*, by Mario Coccia
- 4/06 *La burocrazia nella ricerca pubblica. PARTE I Una rassegna dei principali studi*, by Mario Coccia and Alessandro Gobbino
- 5/06 *La burocrazia nella ricerca pubblica. PARTE II Analisi della burocrazia negli Enti Pubblici di Ricerca*, by Mario Coccia and Alessandro Gobbino
- 6/06 *La burocrazia nella ricerca pubblica. PARTE III Organizzazione e Project Management negli Enti Pubblici di Ricerca: l'analisi del CNR*, by Mario Coccia, Secondo Rolfo and Alessandro Gobbino
- 7/06 *Economic and social studies of scientific research: nature and origins*, by Mario Coccia
- 8/06 *Shareholder Protection and the Cost of Capital: Empirical Evidence from German and Italian Firms*, by Julie Ann Elston and Laura Rondi
- 9/06 *Réflexions en thème de district, clusters, réseaux: le problème de la gouvernance*, by Secondo Rolfo

- 10/06 *Models for Default Risk Analysis: Focus on Artificial Neural Networks, Model Comparisons, Hybrid Frameworks*, by Greta Falavigna
- 11/06 *Le politiche del governo federale statunitense nell'edilizia residenziale. Suggestimenti per il modello italiano*, by Davide Michelis
- 12/06 *Il finanziamento delle imprese Spin-off: un confronto fra Italia e Regno Unito*, by Elisa Salvador
- 13/06 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES: *Regulatory and Environmental Effects on Public Transit Efficiency: a Mixed DEA-SFA Approach*, by Beniamina Buzzo Margari, Fabrizio Erbetta, Carmelo Petraglia, Massimiliano Piacenza
- 14/06 *La mission manageriale: risorsa delle aziende*, by Gian Franco Corio
- 15/06 *Peer review for the evaluation of the academic research: the Italian experience*, by Emanuela Reale, Anna Barbara, Antonio Costantini

2005

- 1/05 *Gli approcci biologici nell'economia dell'innovazione*, by Mario Coccia
- 2/05 *Sistema informativo sulle strutture operanti nel settore delle biotecnologie in Italia*, by Edoardo Lorenzetti, Francesco Lutman, Mauro Mallone
- 3/05 *Analysis of the Resource Concentration on Size and Research Performance. The Case of Italian National Research Council over the Period 2000-2004*, by Mario Coccia and Secondo Rolfo
- 4/05 *Le risorse pubbliche per la ricerca scientifica e lo sviluppo sperimentale nel 2002*, by Anna Maria Scarda
- 5/05 *La customer satisfaction dell'URP del Cnr. I casi Lazio, Piemonte e Sicilia*, by Gian Franco Corio
- 6/05 *La comunicazione integrata tra uffici per le relazioni con il pubblico della Pubblica Amministrazione*, by Gian Franco Corio
- 7/05 *Un'analisi teorica sul marketing territoriale. Presentazione di un caso studio. Il "consorzio per la tutela dell'Asti"*, by Maria Marenga
- 8/05 *Una proposta di marketing territoriale: una possibile griglia di analisi delle risorse*, by Gian Franco Corio
- 9/05 *Analisi e valutazione delle performance economico-tecnologiche di diversi paesi e situazione italiana*, by Mario Coccia and Mario Taretto
- 10/05 *The patenting regime in the Italian public research system: what motivates public inventors to patent*, by Bianca Potì and Emanuela Reale
- 11/05 *Changing patterns in the steering of the University in Italy: funding rules and doctoral programmes*, by Bianca Potì and Emanuela Reale
- 12/05 *Una "discussione in rete" con Stanley Wilder*, by Carla Basili
- 13/05 *New Tools for the Governance of the Academic Research in Italy: the Role of Research Evaluation*, by Bianca Potì and Emanuela Reale
- 14/05 *Product Differentiation, Industry Concentration and Market Share Turbulence*, by Catherine Matraives, Laura Rondi
- 15/05 *Riforme del Servizio Sanitario Nazionale e dinamica dell'efficienza ospedaliera in Piemonte*, by Chiara Canta, Massimiliano Piacenza, Gilberto Turati
- 16/05 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES: *Struttura di costo e rendimenti di scala nelle imprese di trasporto pubblico locale di medie-grandi dimensioni*, by Carlo Cambini, Ivana Paniccia, Massimiliano Piacenza, Davide Vannoni
- 17/05 *Ricerc@.it - Sistema informativo su istituzioni, enti e strutture di ricerca in Italia*, by Edoardo Lorenzetti, Alberto Paparello

2004

- 1/04 *Le origini dell'economia dell'innovazione: il contributo di Rae*, by Mario Coccia
- 2/04 *Liberalizzazione e integrazione verticale delle utility elettriche: evidenza empirica da un campione italiano di imprese pubbliche locali*, by Massimiliano Piacenza and Elena Beccio
- 3/04 *Uno studio sull'innovazione nell'industria chimica*, by Anna Ceci, Mario De Marchi, Maurizio Rocchi
- 4/04 *Labour market rigidity and firms' R&D strategies*, by Mario De Marchi and Maurizio Rocchi
- 5/04 *Analisi della tecnologia e approcci alla sua misurazione*, by Mario Coccia
- 6/04 *Analisi delle strutture pubbliche di ricerca scientifica: tassonomia e comportamento strategico*, by Mario Coccia
- 7/04 *Ricerca teorica vs. ricerca applicata. Un'analisi relativa al Cnr*, by Mario Coccia and Secondo Rolfo
- 8/04 *Considerazioni teoriche sulla diffusione delle innovazioni nei distretti industriali: il caso delle ICT*, by Arianna Miglietta
- 9/04 *Le politiche industriali regionali nel Regno Unito*, by Elisa Salvador
- 10/04 *Going public to grow? Evidence from a panel of Italian firms*, by Robert E. Carpenter and L. Rondi
- 11/04 *What Drives Market Prices in the Wine Industry? Estimation of a Hedonic Model for Italian Premium Wine*, by Luigi Benfratello, Massimiliano Piacenza and Stefano Sacchetto

- 12/04 *Brief notes on the policies for science-based firms*, by Mario De Marchi, Maurizio Rocchi
 13/04 *Countrymetrics e valutazione della performance economica dei paesi: un approccio sistemico*, by Mario Coccia
 14/04 *Analisi del rischio paese e sistemazione tassonomica*, by Mario Coccia
 15/04 *Organizing the Offices for Technology Transfer*, by Chiara Franzoni
 16/04 *Le relazioni tra ricerca pubblica e industria in Italia*, by Secondo Rolfo
 17/04 *Modelli di analisi e previsione del rischio di insolvenza: una prospettiva delle metodologie applicate*, by Nadia D'Annunzio e Greta Falavigna
 18/04 *SERIE SPECIALE: Lo stato di salute del sistema industriale piemontese: analisi economico-finanziaria delle imprese piemontesi*, Terzo Rapporto 1999-2002, by Giuseppe Calabrese, Fabrizio Erbetta, Federico Bruno Rolle
 19/04 *SERIE SPECIALE: Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese della filiera del tessile e dell'abbigliamento in Piemonte*, Primo rapporto 1999-2002, by Giuseppe Calabrese, Fabrizio Erbetta, Federico Bruno Rolle
 20/04 *SERIE SPECIALE: Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese della filiera dell'auto in Piemonte*, Secondo Rapporto 1999-2002, by Giuseppe Calabrese, Fabrizio Erbetta, Federico Bruno Rolle

2003

- 1/03 *Models for Measuring the Research Performance and Management of the Public Labs*, by Mario Coccia, March
 2/03 *An Approach to the Measurement of Technological Change Based on the Intensity of Innovation*, by Mario Coccia, April
 3/03 *Verso una patente europea dell'informazione: il progetto EnIL*, by Carla Basili, June
 4/03 *Scala della magnitudo innovativa per misurare l'attrazione spaziale del trasferimento tecnologico*, by Mario Coccia, June
 5/03 *Mappe cognitive per analizzare i processi di creazione e diffusione della conoscenza negli Istituti di ricerca*, by Emanuele Cadario, July
 6/03 *Il servizio postale: caratteristiche di mercato e possibilità di liberalizzazione*, by Daniela Boetti, July
 7/03 *Donne-scienza-tecnologia: analisi di un caso di studio*, by Anita Calcatelli, Mario Coccia, Katia Ferraris and Ivana Tagliafico, July
 8/03 *SERIE SPECIALE. OSSERVATORIO SULLE PICCOLE IMPRESE INNOVATIVE TRIESTE. Imprese innovative in Friuli Venezia Giulia: un esperimento di analisi congiunta*, by Lucia Rotaris, July
 9/03 *Regional Industrial Policies in Germany*, by Helmut Karl, Antje Möller and Rüdiger Wink, July
 10/03 *SERIE SPECIALE. OSSERVATORIO SULLE PICCOLE IMPRESE INNOVATIVE TRIESTE. L'innovazione nelle new technology-based firms in Friuli-Venezia Giulia*, by Paola Guerra, October
 11/03 *SERIE SPECIALE. Lo stato di salute del sistema industriale piemontese: analisi economico-finanziaria delle imprese piemontesi*, Secondo Rapporto 1998-2001, December
 12/03 *SERIE SPECIALE. Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese della meccanica specializzata in Piemonte*, Primo Rapporto 1998-2001, December
 13/03 *SERIE SPECIALE. Osservatorio sulla dinamica economico-finanziaria delle imprese delle bevande in Piemonte*, Primo Rapporto 1998-2001, December

2002

- 1/02 *La valutazione dell'intensità del cambiamento tecnologico: la scala Mercalli per le innovazioni*, by Mario Coccia, January
 2/02 *SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES. Regulatory constraints and cost efficiency of the Italian public transit systems: an exploratory stochastic frontier model*, by Massimiliano Piacenza, March
 3/02 *Aspetti gestionali e analisi dell'efficienza nel settore della distribuzione del gas*, by Giovanni Fraquelli and Fabrizio Erbetta, March
 4/02 *Dinamica e comportamento spaziale del trasferimento tecnologico*, by Mario Coccia, April
 5/02 *Dimensione organizzativa e performance della ricerca: l'analisi del Consiglio Nazionale delle Ricerche*, by Mario Coccia and Secondo Rolfo, April
 6/02 *Analisi di un sistema innovativo regionale e implicazioni di policy nel processo di trasferimento tecnologico*, by Monica Cariola and Mario Coccia, April
 7/02 *Analisi psico-economica di un'organizzazione scientifica e implicazioni di management: l'Istituto Elettrotecnico Nazionale "G. Ferraris"*, by Mario Coccia and Alessandra Monticone, April
 8/02 *Firm Diversification in the European Union. New Insights on Return to Core Business and Relatedness*, by Laura Rondi and Davide Vannoni, May
 9/02 *Le nuove tecnologie di informazione e comunicazione nelle PMI: un'analisi sulla diffusione dei siti internet nel distretto di Biella*, by Simona Salinari, June
 10/02 *La valutazione della soddisfazione di operatori di aziende sanitarie*, by Gian Franco Corio, November
 11/02 *Analisi del processo innovativo nelle PMI italiane*, by Giuseppe Calabrese, Mario Coccia and Secondo Rolfo, November

12/02 *Metrics della Performance dei laboratori pubblici di ricerca e comportamento strategico*, by Mario Coccia, September

13/02 *Technometrics basata sull'impatto economico del cambiamento tecnologico*, by Mario Coccia, November

2001

1/01 *Competitività e divari di efficienza nell'industria italiana*, by Giovanni Fraquelli, Piercarlo Frigero and Fulvio Sugliano, January

2/01 *Waste water purification in Italy: costs and structure of the technology*, by Giovanni Fraquelli and Roberto Giandrone, January

3/01 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES. *Il trasporto pubblico locale in Italia: variabili esplicative dei divari di costo tra le imprese*, by Giovanni Fraquelli, Massimiliano Piacenza and Graziano Abrate, February

4/01 *Relatedness, Coherence, and Coherence Dynamics: Empirical Evidence from Italian Manufacturing*, by Stefano Valvano and Davide Vannoni, February

5/01 *Il nuovo panel Ceris su dati di impresa 1977-1997*, by Luigi Benfratello, Diego Margon, Laura Rondi, Alessandro Sembenelli, Davide Vannoni, Silvana Zelli, Maria Zittino, October

6/01 *SMEs and innovation: the role of the industrial policy in Italy*, by Giuseppe Calabrese and Secondo Rolfo, May

7/01 *Le martingale: aspetti teorici ed applicativi*, by Fabrizio Erbetta and Luca Agnello, September

8/01 *Prime valutazioni qualitative sulle politiche per la R&S in alcune regioni italiane*, by Elisa Salvador, October

9/01 *Accords technology transfer-based: théorie et méthodologie d'analyse du processus*, by Mario Coccia, October

10/01 *Trasferimento tecnologico: indicatori spaziali*, by Mario Coccia, November

11/01 *Does the run-up of privatisation work as an effective incentive mechanism? Preliminary findings from a sample of Italian firms*, by Fabrizio Erbetta, October

12/01 SERIE SPECIALE IN COLLABORAZIONE CON HERMES. *Costs and Technology of Public Transit Systems in Italy: Some Insights to Face Inefficiency*, by Giovanni Fraquelli, Massimiliano Piacenza and Graziano Abrate, October

13/01 *Le NTBFs a Sophia Antipolis, analisi di un campione di imprese*, by Alessandra Ressico, December

2000

1/00 *Trasferimento tecnologico: analisi spaziale*, by Mario Coccia, March

2/00 *Poli produttivi e sviluppo locale: una indagine sulle tecnologie alimentari nel mezzogiorno*, by Francesco G. Leone, March

3/00 *La mission del top management di aziende sanitarie*, by Gian Franco Corio, March

4/00 *La percezione dei fattori di qualità in Istituti di ricerca: una prima elaborazione del caso Piemonte*, by Gian Franco Corio, March

5/00 *Una metodologia per misurare la performance endogena nelle strutture di R&S*, by Mario Coccia, April

6/00 *Soddisfazione, coinvolgimento lavorativo e performance della ricerca*, by Mario Coccia, May

7/00 *Foreign Direct Investment and Trade in the EU: Are They Complementary or Substitute in Business Cycles Fluctuations?*, by Giovanna Segre, April

8/00 *L'attesa della privatizzazione: una minaccia credibile per il manager?*, by Giovanni Fraquelli, May

9/00 *Gli effetti occupazionali dell'innovazione. Verifica su un campione di imprese manifatturiere italiane*, by Marina Di Giacomo, May

10/00 *Investment, Cash Flow and Managerial Discretion in State-owned Firms. Evidence Across Soft and Hard Budget Constraints*, by Elisabetta Bertero and Laura Rondi, June

11/00 *Effetti delle fusioni e acquisizioni: una rassegna critica dell'evidenza empirica*, by Luigi Benfratello, June

12/00 *Identità e immagine organizzativa negli Istituti CNR del Piemonte*, by Paolo Enria, August

13/00 *Multinational Firms in Italy: Trends in the Manufacturing Sector*, by Giovanna Segre, September

14/00 *Italian Corporate Governance, Investment, and Finance*, by Robert E. Carpenter and Laura Rondi, October

15/00 *Multinational Strategies and Outward-Processing Trade between Italy and the CEECs: The Case of Textile-Clothing*, by Giovanni Balcet and Giampaolo Vitali, December

16/00 *The Public Transit Systems in Italy: A Critical Analysis of the Regulatory Framework*, by Massimiliano Piacenza, December

1999

1/99 *La valutazione delle politiche locali per l'innovazione: il caso dei Centri Servizi in Italia*, by Monica Cariola and Secondo Rolfo, January

2/99 *Trasferimento tecnologico ed autofinanziamento: il caso degli Istituti Cnr in Piemonte*, by Mario Coccia, March

3/99 *Empirical studies of vertical integration: the transaction cost orthodoxy*, by Davide Vannoni, March

4/99 *Developing innovation in small-medium suppliers: evidence from the Italian car industry*, by Giuseppe Calabrese, April

- 5/99 *Privatization in Italy: an analysis of factors productivity and technical efficiency*, by Giovanni Fraquelli and Fabrizio Erbetta, March
- 6/99 *New Technology Based-Firms in Italia: analisi di un campione di imprese triestine*, by Anna Maria Gimigliano, April
- 7/99 *Trasferimento tacito della conoscenza: gli Istituti CNR dell'Area di Ricerca di Torino*, by Mario Coccia, May
- 8/99 *Struttura ed evoluzione di un distretto industriale piemontese: la produzione di casalinghi nel Cusio*, by Alessandra Ressico, June
- 9/99 *Analisi sistemica della performance nelle strutture di ricerca*, by Mario Coccia, September
- 10/99 *The entry mode choice of EU leading companies (1987-1997)*, by Giampaolo Vitali, November
- 11/99 *Esperimenti di trasferimento tecnologico alle piccole e medie imprese nella Regione Piemonte*, by Mario Coccia, November
- 12/99 *A mathematical model for performance evaluation in the R&D laboratories: theory and application in Italy*, by Mario Coccia, November
- 13/99 *Trasferimento tecnologico: analisi dei fruitori*, by Mario Coccia, December
- 14/99 *Beyond profitability: effects of acquisitions on technical efficiency and productivity in the Italian pasta industry*, by Luigi Benfratello, December
- 15/99 *Determinanti ed effetti delle fusioni e acquisizioni: un'analisi sulla base delle notifiche alle autorità antitrust*, by Luigi Benfratello, December

1998

- 1/98 *Alcune riflessioni preliminari sul mercato degli strumenti multimediali*, by Paolo Vaglio, January
- 2/98 *Before and after privatization: a comparison between competitive firms*, by Giovanni Fraquelli and Paola Fabbri, January
- 3/98 **Not available**
- 4/98 *Le importazioni come incentivo alla concorrenza: l'evidenza empirica internazionale e il caso del mercato unico europeo*, by Anna Bottasso, May
- 5/98 *SEM and the changing structure of EU Manufacturing, 1987-1993*, by Stephen Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, November
- 6/98 *The diversified firm: non formal theories versus formal models*, by Davide Vannoni, December
- 7/98 *Managerial discretion and investment decisions of state-owned firms: evidence from a panel of Italian companies*, by Elisabetta Bertero and Laura Rondi, December
- 8/98 *La valutazione della R&S in Italia: rassegna delle esperienze del C.N.R. e proposta di un approccio alternativo*, by Domiziano Boschi, December
- 9/98 *Multidimensional Performance in Telecommunications, Regulation and Competition: Analysing the European Major Players*, by Giovanni Fraquelli and Davide Vannoni, December

1997

- 1/97 *Multinationality, diversification and firm size. An empirical analysis of Europe's leading firms*, by Stephen Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, January
- 2/97 *Qualità totale e organizzazione del lavoro nelle aziende sanitarie*, by Gian Franco Corio, January
- 3/97 *Reorganising the product and process development in Fiat Auto*, by Giuseppe Calabrese, February
- 4/97 *Buyer-supplier best practices in product development: evidence from car industry*, by Giuseppe Calabrese, April
- 5/97 *L'innovazione nei distretti industriali. Una rassegna ragionata della letteratura*, by Elena Ragazzi, April
- 6/97 *The impact of financing constraints on markups: theory and evidence from Italian firm level data*, by Anna Bottasso, Marzio Galeotti and Alessandro Sembenelli, April
- 7/97 *Capacità competitiva e evoluzione strutturale dei settori di specializzazione: il caso delle macchine per confezionamento e imballaggio*, by Secondo Rolfo, Paolo Vaglio, April
- 8/97 *Tecnologia e produttività delle aziende elettriche municipalizzate*, by Giovanni Fraquelli and Piercarlo Frigero, April
- 9/97 *La normativa nazionale e regionale per l'innovazione e la qualità nelle piccole e medie imprese: leggi, risorse, risultati e nuovi strumenti*, by Giuseppe Calabrese, June
- 10/97 *European integration and leading firms' entry and exit strategies*, by Steve Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, April
- 11/97 *Does debt discipline state-owned firms? Evidence from a panel of Italian firms*, by Elisabetta Bertero and Laura Rondi, July
- 12/97 *Distretti industriali e innovazione: i limiti dei sistemi tecnologici locali*, by Secondo Rolfo and Giampaolo Vitali, July
- 13/97 *Costs, technology and ownership form of natural gas distribution in Italy*, by Giovanni Fraquelli and Roberto Giandrone, July
- 14/97 *Costs and structure of technology in the Italian water industry*, by Paola Fabbri and Giovanni Fraquelli, July

- 15/97 *Aspetti e misure della customer satisfaction/dissatisfaction*, by Maria Teresa Morana, July
 16/97 *La qualità nei servizi pubblici: limiti della normativa UNI EN 29000 nel settore sanitario*, by Efsio Ibba, July
 17/97 *Investimenti, fattori finanziari e ciclo economico*, by Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, rivisto sett. 1998
 18/97 *Strategie di crescita esterna delle imprese leader in Europa: risultati preliminari dell'utilizzo del data-base Ceris "100 top EU firms' acquisition/divestment database 1987-1993"*, by Giampaolo Vitali and Marco Orecchia, December
 19/97 *Struttura e attività dei Centri Servizi all'innovazione: vantaggi e limiti dell'esperienza italiana*, by Monica Cariola, December
 20/97 *Il comportamento ciclico dei margini di profitto in presenza di mercati del capitale meno che perfetti: un'analisi empirica su dati di impresa in Italia*, by Anna Bottasso, December

1996

- 1/96 *Aspetti e misure della produttività. Un'analisi statistica su tre aziende elettriche europee*, by Donatella Cangialosi, February
 2/96 *L'analisi e la valutazione della soddisfazione degli utenti interni: un'applicazione nell'ambito dei servizi sanitari*, by Maria Teresa Morana, February
 3/96 *La funzione di costo nel servizio idrico. Un contributo al dibattito sul metodo normalizzato per la determinazione della tariffa del servizio idrico integrato*, by Giovanni Fraquelli and Paola Fabbri, February
 4/96 *Coerenza d'impresa e diversificazione settoriale: un'applicazione alle società leaders nell'industria manifatturiera europea*, by Marco Orecchia, February
 5/96 *Privatizzazioni: meccanismi di collocamento e assetti proprietari. Il caso STET*, by Paola Fabbri, February
 6/96 *I nuovi scenari competitivi nell'industria delle telecomunicazioni: le principali esperienze internazionali*, by Paola Fabbri, February
 7/96 *Accordi, joint-venture e investimenti diretti dell'industria italiana nella CSI: Un'analisi qualitativa*, by Chiara Monti and Giampaolo Vitali, February
 8/96 *Verso la riconversione di settori utilizzatori di amianto. Risultati di un'indagine sul campo*, by Marisa Gerbi Sethi, Salvatore Marino and Maria Zittino, February
 9/96 *Innovazione tecnologica e competitività internazionale: quale futuro per i distretti e le economie locali*, by Secondo Rolfo, March
 10/96 *Dati disaggregati e analisi della struttura industriale: la matrice europea delle quote di mercato*, by Laura Rondi, March
 11/96 *Le decisioni di entrata e di uscita: evidenze empiriche sui maggiori gruppi italiani*, by Alessandro Sembenelli and Davide Vannoni, April
 12/96 *Le direttrici della diversificazione nella grande industria italiana*, by Davide Vannoni, April
 13/96 *R&S cooperativa e non-cooperativa in un duopolio misto con spillovers*, by Marco Orecchia, May
 14/96 *Unità di studio sulle strategie di crescita esterna delle imprese italiane*, by Giampaolo Vitali and Maria Zittino, July. **Not available**
 15/96 *Uno strumento di politica per l'innovazione: la prospezione tecnologica*, by Secondo Rolfo, September
 16/96 *L'introduzione della Qualità Totale in aziende ospedaliere: aspettative ed opinioni del middle management*, by Gian Franco Corio, September
 17/96 *Shareholders' voting power and block transaction premia: an empirical analysis of Italian listed companies*, by Giovanna Nicodano and Alessandro Sembenelli, November
 18/96 *La valutazione dell'impatto delle politiche tecnologiche: un'analisi classificatoria e una rassegna di alcune esperienze europee*, by Domiziano Boschi, November
 19/96 *L'industria orafa italiana: lo sviluppo del settore punta sulle esportazioni*, by Anna Maria Gaibisso and Elena Ragazzi, November
 20/96 *La centralità dell'innovazione nell'intervento pubblico nazionale e regionale in Germania*, by Secondo Rolfo, December
 21/96 *Ricerca, innovazione e mercato: la nuova politica del Regno Unito*, by Secondo Rolfo, December
 22/96 *Politiche per l'innovazione in Francia*, by Elena Ragazzi, December
 23/96 *La relazione tra struttura finanziaria e decisioni reali delle imprese: una rassegna critica dell'evidenza empirica*, by Anna Bottasso, December

1995

- 1/95 *Form of ownership and financial constraints: panel data evidence on leverage and investment choices by Italian firms*, by Fabio Schiantarelli and Alessandro Sembenelli, March
 2/95 *Regulation of the electric supply industry in Italy*, by Giovanni Fraquelli and Elena Ragazzi, March
 3/95 *Restructuring product development and production networks: Fiat Auto*, by Giuseppe Calabrese, September
 4/95 *Explaining corporate structure: the MD matrix, product differentiation and size of market*, by Stephen Davies, Laura Rondi and Alessandro Sembenelli, November

- 5/95 *Regulation and total productivity performance in electricity: a comparison between Italy, Germany and France*, by Giovanni Fraquelli and Davide Vannoni, December
- 6/95 *Strategie di crescita esterna nel sistema bancario italiano: un'analisi empirica 1987-1994*, by Stefano Olivero and Giampaolo Vitali, December
- 7/95 *Panel Ceris su dati di impresa: aspetti metodologici e istruzioni per l'uso*, by Diego Margon, Alessandro Sembenelli and Davide Vannoni, December

1994

- 1/94 *Una politica industriale per gli investimenti esteri in Italia: alcune riflessioni*, by Giampaolo Vitali, May
- 2/94 *Scelte cooperative in attività di ricerca e sviluppo*, by Marco Orecchia, May
- 3/94 *Perché le matrici intersettoriali per misurare l'integrazione verticale?*, by Davide Vannoni, July
- 4/94 *Fiat Auto: A simultaneous engineering experience*, by Giuseppe Calabrese, August

1993

- 1/93 *Spanish machine tool industry*, by Giuseppe Calabrese, November
- 2/93 *The machine tool industry in Japan*, by Giampaolo Vitali, November
- 3/93 *The UK machine tool industry*, by Alessandro Sembenelli and Paul Simpson, November
- 4/93 *The Italian machine tool industry*, by Secondo Rolfo, November
- 5/93 *Firms' financial and real responses to business cycle shocks and monetary tightening: evidence for large and small Italian companies*, by Laura Rondi, Brian Sack, Fabio Schiantarelli and Alessandro Sembenelli, December

Free copies are distributed on request to Universities, Research Institutes, researchers, students, etc.

Please, write to:

MARIA ZITTINO, Working Papers Coordinator
CERIS-CNR, Via Real Collegio, 30; 10024 Moncalieri (Torino), Italy
Tel. +39 011 6824.914; Fax +39 011 6824.966; m.zittino@ceris.cnr.it; <http://www.ceris.cnr.it>

Copyright © 2008 by CNR-Ceris

All rights reserved. Parts of this paper may be reproduced with the permission of the author(s) and quoting the authors and CNR-Ceris