







*« Agir d'abord, rectifier ensuite s'il y a lieu, reprendre tout à zéro s'il le faut, mais ne jamais rester inactif à la recherche du parfait »*

**Jean Cotea**



**Je dédie ce modeste travail**

***A ma très chère mère***

*Qui a tant sacrifié pour m'élever et tellement souffert pour mon bonheur ; je t'aime énormément oummi lhanoune ;*

*Quoique je fasse et quoique je dise, je ne saurais te rendre ce que tu dois vraiment .  
Qu'elle trouve ici le témoignage de mon entière gratitude et que dieu te protège.*

***A mon cher père***

*je te remercie infiniment pour la place et l'intention que tu m'a accordé durant toute ma vie.*

*Ta présence et tes conseils m'étaient d'une grande utilité, plus que tu ne le crois  
Je t'aime papa.*

***A mon frère Mehdi***

*Compagnon de jeunesse, tu étais et tu resteras toujours notre lumière à tous .Je suis très fier de toi mon frère. Je t'aime.*

*Que dieu te protège et te guide mon chéri.*

***A mes petites sœurs Fatima-zahra et Widad.***

*Vous êtes mes sources de bonheur. Je vous souhaite une longue vie pleine de bonheur, de succès et d'amour.  
Je vous aime Zara et Douda.*

***A mon cher mari Abdousslam***

*Merci pour l'amour, le soutien et le bonheur que tu m'as donné. Je t'aime.*

***A ma très chère tante Ouafa, et mon cher oncle Azarab et leur familles***

*Merci pour votre soutien, vos conseils et vos encouragements*

*Vous avez toujours été là pour moi. Merci.*

***A ma grand-mère***

*Que dieu te garde mima. Je t'aime beaucoup*

***A l'âme de mon grand-père :***

*J'aurais aimé que tu sois là, t'aurais été fier de moi.*

***A ma belle famille***

*Merci pour votre compréhension et votre amour, que dieu vous garde*

***A Zineb, mon adorable cousine***

*Tu 'es ma sœur, mon amie, et encore plus... que du bonheur. Je t'aime*

***A binôme salaheddine***

***A tous mes amis et amies :*** Rajae, Hiba, Imane filissa, Imane Tiwtiw, Karima, Yousra, Karaouane, Ismail.....

*Merci pour votre présence et pour votre soutien*

*Je vous souhaite un très bel avenir*

***A tous ceux qui m'aiment***

***Roukaya elhammoumi***



*A mes très chers parents, à qui j'exprime ma profonde affection et mon immense gratitude pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et mes études. Qu'ils récoltent maintenant le fruit de leur patience et de leur amour.*

*A mes très chères sœurs Bahia et Karima takarmounte*

*A mes très chers frères Si Ahmed et rajab*

*A Zaineb El Hammoumi, ma dulcinée*

*A mon binôme Roukaya El Hammoumi*

*A mes chers amis Hiba , Driss, Soufiane, Imane mimane ,Badr, Wadie, Yousra, Rajae*

*Salaheddine Issouani*

## REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de nous acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes les personnes dont l'intervention au cours de ce stage, a favorisé son aboutissement.

Nous adressons nos remerciements en premier lieu à notre éminent encadrant académique, M. Abdessalam Fazouane, docteur et enseignant à l'INSEA, qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce stage. Ses conseils pertinents, sa sympathie et sa constante disponibilité ont constitué autant d'atouts dans notre formation qu'un facteur déterminant dans le bon déroulement non seulement de ce stage, mais de tout notre cursus dès la première année de notre cycle d'ingénieur à l'INSEA.

Nous tenons bien évidemment à remercier notre encadrant Mme. Farah LAHBIB qui a accepté de nous accueillir au sein de l'office Chérifien de phosphate en nous préparant les conditions favorables pour un bon déroulement du projet. Aussi le remercions-nous pour son encadrement et ses précieux conseils qu'elle n'a cessé de nous prodiguer durant la période de notre stage.

Ainsi, nous exprimons notre profonde gratitude auprès de tout le personnel du pôle finance et contrôle de gestion pour leur soutien et pour leur générosité considérable quant à l'offre de l'information.

Nous saisissons aussi l'occasion pour rendre hommage à tous les enseignants de l'INSEA, pour les efforts qu'ils ont déployés pour nous doter des outils qui ont facilité notre intégration dans le milieu professionnel.

## RÉSUMÉ

Un des problèmes principaux auxquels font face les institutions financières en prêtant de l'argent c'est leur incapacité à déterminer avec certitude si le client va honorer ses engagements et rembourser l'emprunt en totalité, ou s'il va simplement faire défaut et marquer retard qui peut peser lourd sur l'entreprise. La technique de scoring a été développée dans cette optique, avec des outils de plus en plus pointus, des méthodes de plus en plus poussées, afin de capturer et prédire le comportement des clients.

Le présent document est le fruit d'un travail accompli dans le cadre du Projet de Fin d'Etudes, effectué au sein du siège de l'Office Chérifien des phosphates (OCP), et vise justement à déployer les méthodes de scoring les plus fameuses et les plus rentables afin d'analyser le comportement de paiement de ses clients.

Le projet a un double objectif. Le premier vise la mise en place d'un outil de calcul de la marge nette d'intérêt prévisionnelle (MNI) portant sur le calcul de cette marge d'intermédiation sur un court terme et ce à travers l'amélioration et la centralisation des fonctionnalités du moteur de calcul existant actuellement. Un deuxième objectif est l'étude de la liquidité des dépôts à vue de la banque en question.

Lors de ce travail, nous avons procédé en trois phases :

- La phase du traitement et construction de la base de données à partir de l'historique des facturations et du règlement des clients et des rapports d'activités d'où l'extraction des ratios financiers
  
- La phase de l'analyse et traitement de données pour la création de deux modèles primaires de notation internes, suivi d'une analyse comparative des résultats pour la validation et le choix du meilleur scénario.
  
- Enfin, la phase de l'automatisation du modèle, en utilisant l'outil Visuel Basic.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

- **OCP** : Office Chérifien des Phosphates
- **FIF** : finance et opérations de marché
- **P2O5** : l'acide phosphorique
- **CES** : Créances En Soufrance
- **CRM** : Customer Relationship Management
- **ROC** : Receveier Operating Characteristic.
- **IFRS** : International Financial Reporting Standards
- **I.A.S** : International Accounting Standards
- **IASB** : International Accounting Standards Board
- **CRT** : Classification and RegressionTrees
- **ROE** : Ratio de la rentabilité financière
- **ROS** : Ratio de la rentabilité commerciale
- **ROA** : Ratio du rendement de l'actif
- **CP** : Capitaux Propres
- **CA** : Chiffre d'Affaire
- **BCP** : Banque Centrale Populaire
- **VB** : Visual Basic
- **RBF** : Radial Basis Function,
- **MLP** : Multilayer Perceptron
- **U.E** : Union Européenne
- **EBE** : Excédent brut d'Exploitation
- **P** : Probabilité
- **E** : Entreprise

# TABLE DE MATIÈRES

Dédicace.....	3
Remerciements.....	5
Résumé.....	6
Liste des abréviations.....	7
Table de matières.....	8
Liste des tableaux.....	11
Liste des figures.....	12
INTRODUCTION GENERALE.....	13
<b>CHAPITRE préliminaire</b> : cadre du projet.....	15
Problématique.....	16
Aperçu sur l'Office Chérifien des Phosphates.....	17
1. A propos du phosphate.....	17
2. Présentation de l'Office Chérifien des Phosphates.....	17
3. Rôle économique de l'OCP Groupe.....	18
<b>CHAPITRE I</b> : Concepts généraux.....	19
I. Evolution de la consommation des engrais .....	20
II. Types de risque encourus .....	21
II.1. Risque client.....	21
II.2. Crédit interentreprises .....	22
II.2.1. Définition .....	22
II.2.2. Les coûts du crédit interentreprises .....	23
II.3. Risque à l'exportation .....	24
II.3.1. Risque commercial .....	25
II.3.2. Risque pays.....	25
II.4. La notion de défaillance.....	27
II.5. L'horizon de défaut.....	27
III. Généralités sur le « credit scoring ».....	27
III.1. Définition, Fondements et développement.....	27
III.2. Les principales techniques de crédit scoring.....	28
III.3. Avantages et limites du Scoring .....	29
<b>CHAPITRE 2</b> : Méthodologie du « crédit scoring ».....	31
I. Régression logistique .....	32
I.1. Cadre théorique de la régression logistique .....	32
I.2. Estimation des paramètres du modèle .....	33
I.3. Tests de signification des coefficients du modèle. ....	34
I.3.1. Test de Wald .....	35
I.3.2. Rapport de vraisemblance.....	36
I.3.3. le pseudo R <sup>2</sup> de la régression logistique.....	36
I.3.4. Test de Hosmer-Lemshow .....	37
II. Les réseaux de neurones .....	37
I.1. Définition.....	37
I.2. Principe de la méthode.....	38
I.3. Les probabilités à posteriori et l'affectation.....	39
III. Les arbres de décision .....	39
I. Définition.....	39

II. Nombre maximal de substitutions .....	40
III. Modification minimale des impuretés .....	40
IV. Outils de validation d'un modèle.....	41
I. Proportion de bon classement.....	42
II. La courbe de ROC.....	42
III. Les boîtes à moustaches.....	44
<b>CHAPITRE 3 : Construction de la base de données.....</b>	<b>46</b>
I. Introduction .....	47
II. Présentation de la base de données historique.....	47
II.1. Présentation des bases de données disponibles .....	48
II.2. Traitement des données .....	48
II.2.1. Traitement des valeurs manquantes.....	48
II.2.2. Présentation des variables extraites .....	50
III. Présentation de la base de données financière.....	51
III.1. Description de la base de données .....	51
III. 2. Description des variables.....	52
III.3. Ratios financiers .....	54
III.4. Fond de roulement et Besoin en fonds de roulement .....	55
IV. Risque pays.....	55
<b>CHAPITRE 4 : Analyse tendancielle et codage des variables.....</b>	<b>58</b>
I. Variable expliquée .....	59
II. Statistiques descriptives.....	60
II.1. Tendances des groupes.....	60
II.2. Corrélation .....	62
II.3. Dépendance des variables retenues avec le variable expliquée.....	63
III. Codage des variables.....	65
III.1. Codification par arbre de décision.....	65
III.1.1.méthodologie .....	65
III.1.2. présentation des résultats .....	66
III.2. Codification des ratios financiers.....	67
III.2.1.méthodologie .....	67
III.2.2. présentation des résultats .....	68
<b>CHAPITRE 5 : Elaboration d'un modèle de notation interne.....</b>	<b>70</b>
I. Application de la régression logistique.....	71
I.1. Construction du modèle .....	71
I.2. Significativité du modèle .....	72
I.2.1. Significativité des coefficients.....	72
I.2.2. Le R <sup>2</sup> du modèle .....	73
I.3. Validation du modèle .....	73
I.3.1. Taux de bon classement.....	74
I.3.2. Courbe de ROC .....	74
I.4. Résultat : détermination des classes de risque .....	75
II. Application des réseaux neurones.....	75
II.1. Construction du modèle .....	75
II.2. Déploiement du modèle.....	76
II.3. Validation du modèle .....	78
II.3.1. Taux de bon classement.....	78
II.3.2. Courbe de ROC .....	78
II.4. Résultat : détermination des classes de risque .....	80

---

III. Analyse des résultats .....	81
<b>CHAPITRE 6 : Automatisation .....</b>	<b>82</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>87</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>90</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>91</b>
ANNEXE 1 .....	92
ANNEXE 2 .....	97
ANNEXE 3 .....	99
ANNEXE 4 .....	100
ANNEXE 5 .....	103
ANNEXE 6 .....	104

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Présentation de la table d'affectation .....	42
<b>Tableau 2</b> : Récapitulatif des rapports d'activité.....	53
<b>Tableau 3</b> : Présentation des ratios financiers .....	55
<b>Tableau 4</b> : Caractéristiques des clients à mauvais comportement .....	61
<b>Tableau 5</b> : Caractéristiques des clients à bon comportement.....	61
<b>Tableau 6</b> : Matrice de corrélation des variables.....	63
<b>Tableau 7</b> : Test de khi- deux .....	64
<b>Tableau 8</b> : Coefficient de contingence .....	64
<b>Tableau 9</b> : significativité de l'indépendance des variables .....	64
<b>Tableau 10</b> : les variables retenues par la méthode pas à pas.....	72
<b>Tableau 11</b> : résultat du test de rapport de vraisemblance .....	73
<b>Tableau 12</b> : le R <sup>2</sup> du modèle .....	74
<b>Tableau 13</b> : Tableau de bon classement.....	74
<b>Tableau 14</b> : Détails de la courbe ROC.....	76
<b>Tableau 15</b> : les classes de risque par la régression logistique.....	76
<b>Tableau 16</b> : Récapitulatif de traitement des observations.....	78
<b>Tableau 17</b> : Importance des variables indépendantes .....	78
<b>Tableau 18</b> : le tableau de bon classement .....	80
<b>Tableau 19</b> : Détails de la courbe ROC d'échantillon test .....	81
<b>Tableau 20</b> : les classes de risque par la méthode des réseaux neurones .....	82

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Consommation de produits phosphatés : 1961-2008.....	21
Figure 2 : Régimes nutritionnels plus caloriques/ carnés .....	22
Figure 3 : Architecture d'un réseau neurone simplifié .....	39
Figure 4 : Présentation de la courbe de ROC .....	44
Figure 5 : Description d'une boîte à moustache .....	46
Figure 6 : Comparaison de deux boîtes à moustaches .....	46
Figure 7 : Arbre de décision de la variable Age .....	66
Figure 8 : Courbe de ROC .....	75
Figure 9 : Importance standardisée des variables .....	79
Figure 10 : Courbe de ROC .....	80
Figure 11 : Présentation de la page d'accueil .....	85
Figure 12 : présentation de la page de choix .....	86
Figure 13 : Présentation de la page de consultation .....	87
Figure 14 : Page d'ajout d'un nouveau client et calcul du score .....	88
Figure 15 : Actionnariat de l'OCP .....	95
Figure 16: Organigramme de l'OCP .....	95
Figure 17 : Répartition des usages des phosphates (en volume P205).....	97
Figure 18 : Organigramme du pôle FI.....	98

## INTRODUCTION GENERALE

Le Maroc est un pays de très grande tradition minière, non seulement pour les phosphates qui constituent sa principale richesse, mais également par la diversité des autres substances minérales qui existent dans son sous-sol.

En effet, avec les phosphates, le Maroc occupe une place de choix : trois quarts des réserves mondiales (98% dans le centre du pays et 2% dans le sud), troisième producteur et premier exportateur mondial de phosphate concentré, d'acide phosphorique et de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sous toutes ses formes.

Et afin d'éviter que ces richesses de phosphates tombent aux mains d'organismes privés, le gouvernement promulgua le Dahir du 27 janvier 1920 qui réservait à l'état marocain les droits de recherche, d'exploitation et de commercialisation des phosphates. De ce fait, l'Office Chérifien des Phosphates fût créé par le Dahir du 7 août 1920.

Dès lors, l'Office n'a cessé d'orienter ses politiques décisionnelles pour garantir un développement de sa rentabilité. Dans une perspective de Marketing et de gestion des relations clients, l'OCP, à travers sa direction FIF (*financement et opérations de marché*), a entrepris une politique d'analyse de ses clients, de leur répartition en catégories pour mieux cerner leur comportement, et surtout prévoir d'éventuelles défaillances et anomalies dans leur relation avec l'Office. C'est dans ce cadre que notre projet de fin d'études a vu le jour, nous nous sommes engagés à mettre nos compétences et notre savoir faire en service de notre organisme d'accueil pour réaliser ces buts.

Dans ce mémoire, nous allons décrire les étapes de construction d'un modèle statistique de notation interne des clients de l'OCP, qui porte sur l'affectation de ces derniers en divers classe de risques à partir de leur probabilité de défaut. Et un essai d'automatisation du processus pour garantir un accès simple et facile à l'utilisateur.

**Mots clefs :** scoring, risque pays, risque client, retard, comportement de paiement, notation, régression logistique, réseaux neurones, probabilité de défaut, classe de risque, ratios financiers, codification, arbre de décision...

*« C'est dans notre capital humain que réside l'âme de notre entreprise, le moteur de ses succès et de son rayonnement ... »*

*M. Mostafa TERRAB*

*Président Directeur Général de l'OCP*



# CHAPITRE PRÉLIMINAIRE

---

## CADRE DU PROJET

## Problématique :

En tant qu'acteur majeur du développement économique au Maroc, qu'entreprise commerciale de renommée et d'étendue internationale, l'Office Chérifien des Phosphates se trouve dans l'obligation de s'adapter continuellement et développer sa réactivité face au mouvement et aux fluctuations accrues du marché mondial.

En effet, tout échange économique de quelque importance s'accompagne de crédit et le crédit s'accompagne de risque au point de former un couple indissociable. Et que signifient alors d'excellentes statistiques de chiffre d'affaires si le recouvrement des créances n'est pas à la hauteur, si les délais de paiement s'allongent, voire si les incidents se multiplient ?

Ceci dit que la relation de l'OCP avec ses clients doit être bien fondée et que les risques soient bien appréhendés. Le risque le plus perturbant pour le bon fonctionnement et la rentabilité des opérations commerciales est le risque crédit et plus précisément, le risque couvrant les crédits interentreprises. Une composante incontournable dans ce genre de relation à échelle macroéconomique, est le temps. Car la défaillance n'équivaut pas seulement au non paiement des clients, mais aussi au non paiement à terme de ses factures, ou autrement dit au retard de paiement des entreprises clientes, et à la fréquence de ce retard.

C'est dans ce sens que notre projet a vu le jour, notre mission était de pouvoir apporter des réponses aux questions suivantes : pourquoi le retard de paiement ? Comment se manifeste un mauvais comportement de paiement ? Qui sont les clients susceptibles à devenir « mauvais » payeur ? Et pourquoi ?

Pour ce faire, une analyse du comportement des clients est primordiale, nous avons alors fixé l'objectif d'élaborer un modèle de scoring ou de notation interne, qui discrimine notre portefeuille clients en classes de risques homogènes à leurs caractéristiques afin d'expliquer leur comportement, et prédire par la suite le cours futur de celui des nouveaux clients. Enfin automatiser le modèle final pour garantir un accès simple et facile pour tout utilisateur.

## Aperçu sur l'organisme d'accueil : l'Office Chérifien des Phosphates:

### 1. A propos du phosphate

Le phosphate est recherché pour le phosphore qu'il contient. Désigné en chimie par la lettre P, il constitue un élément essentiel des cellules vivantes de l'homme. Chez les animaux, il apparaît dans les os et les dents. Chez les végétaux, c'est lui qui véhicule l'énergie produite par photosynthèse. Matière naturelle, le phosphore est présent partout. On le rencontre chaque jour. Dans la pâte dentifrice que l'on utilise le matin et dans la plupart des aliments (laitages, œufs, viandes, poissons, légumes et fruits secs). Il est également à la base de certains produits pharmaceutiques et peut être utilisé dans l'alimentation animale, dans la fabrication de détergents, la conservation des aliments et bien d'autres applications. Mais on le sait, c'est principalement pour la fertilisation des terres que les phosphates minéraux présentent une importance primordiale. On les utilise comme engrais. La plus grande partie de la production mondiale (85%) sert d'ailleurs aux engrais destinés aux sols. En quantité appropriée, le phosphore contribue à développer les racines de la plante, à faciliter son alimentation et à la rendre plus résistante face aux maladies. Autant de vertus qui permettent d'augmenter les récoltes, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. C'est dire si le phosphate joue un rôle essentiel dans la productivité agricole, et du même coup dans l'alimentation de l'Homme.

### 2. Présentation de l'Office Chérifien des Phosphates

L'Office Chérifien des Phosphates est une firme Etatique créée depuis août 1920, honoré de la personnalité civile, et dispose d'une autonomie financière absolue, et ses filiales acquièrent la forme de sociétés anonymes, ainsi comme l'indique l'article premier du Dahir 1-60-178, le groupe OCP est mis sous tutelle administrative du ministère de l'économie nationale.

Dans le cadre de l'exploitation de la richesse nationale en phosphates, l'office est transformé à un groupe nommé le groupe OCP à partir de 1975. Le développement des activités qu'il a assuré s'est propagé dans le temps et l'espace, car en commençant par la seule activité initiale qui était l'extraction des phosphates en 1921, le groupe est passé à une autre

fonction telle que la commercialisation des produits dérivés du phosphate au niveau international, ainsi qu'il a entamé la fabrication et l'exportation de l'acide phosphorique en 1998. De même il est dénommé groupe, voire l'élargissement continu de son réseau sur le territoire national.

### 3. Rôle économique de l'OCP Groupe

D'abord, il est primordial de souligner que le groupe OCP détient le monopole au niveau national, et classé à la tête des leaders à l'échelle internationale.

Cela revient à l'importance de la production phosphatique marocaine, qui atteint 23 millions de tonnes de minerais est extraites du sous-sol marocain, soit 75 % des réserves du globe. Entant qu'exportateur, le groupe OCP oriente 95 % de sa production (Phosphate 38%, Acide Phosphorique 43%, Engrais 12%) vers le marché extérieur qui se compose de tous les continents, et réalise ainsi un chiffre d'affaire de 1,3 milliard de dollars annuellement .Le groupe OCP contribue au PIB avec une part de 2 à 3 %, alors que ses exportations représentent 18 à 20 % de la valeur des exportations marocaines. Les clients du groupe OCP sont nombreux, dont les principaux sont l'Inde, les Etats-Unis, l'Espagne et le Mexique.

A côté de son rôle dans l'économie nationale, le groupe OCP assume une seconde responsabilité à caractère social, matérialisée par l'ensemble des actions citoyennes, qui visent à participer à la promotion de l'environnement social, à titre d'exemple il s'agit d'accorder des facilités aux porteurs de projets (comme la location des terrains pour réaliser leur projet...), garantir la scolarité aux enfants dans certaines zones négligées ...

#### *Remarque :*

L'OCP est la plus grande entreprise étatique du royaume, nul ne peut nier son importance et sa valeur, mais pour la présenter correctement et lui rendre sa juste valeur, il fallait réserver une part plus importance dans ce rapport, on a jugé adéquat de compléter la présentation de l'Office dans l'annexe 1.

# CHAPITRE 1

---

## CONCEPTS GÉNÉRAUX

## Introduction

*« The use of credit scoring technologies has expanded well beyond their original purpose of assessing credit risk. Today they are used for assessing the risk-adjusted profitability of account relationship, for establishing the initial and ongoing credit limits available to borrowers, and for assisting in a range of activities in loan servicing, including fraud detection, delinquency intervention, and loss mitigation [...] »*

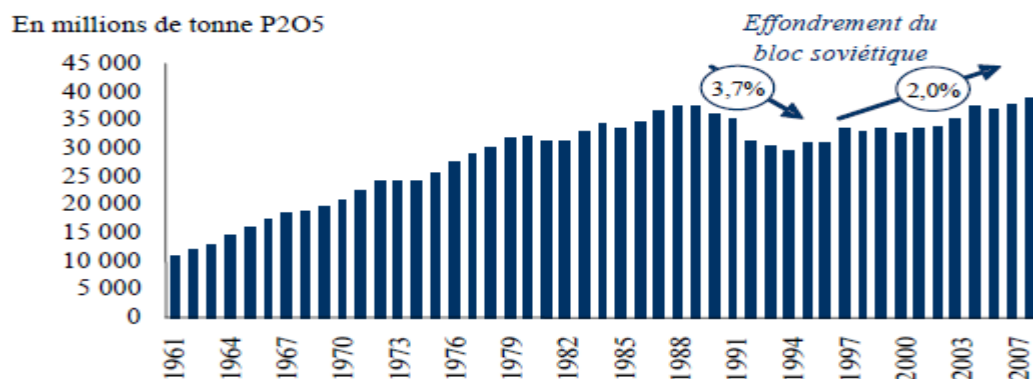
*Alain GREENSPAN, U.S. Federal Reserve Chairman,  
in October 2002*

*-Speech to the American Bankers Association-*

Après avoir présenté le cadre général du projet, nous entamons ce premier chapitre qui évoquera quelques généralités fondamentales sur la technique du scoring ou dataming, mais avant nous définirons la notion de risque que peut courir une entreprise commerciale telle l'OCP, et la défaillance considérée.

### I. Evolution de la consommation des engrais :

L'essentiel du marché OCP est occupé par le marché des engrais dont la demande croît de plus de 2% par an entre 1997 et 2008. Cette croissance devrait bénéficier en premier lieu au commerce mondial qui devrait absorber l'essentiel de cette croissance et augmenter ainsi encore plus vite que la demande mondiale. La consommation mondiale de produits phosphatés, et en particulier celle des engrais, obéit à des fondamentaux, apportant une croissance soutenue dans les prochaines décennies.



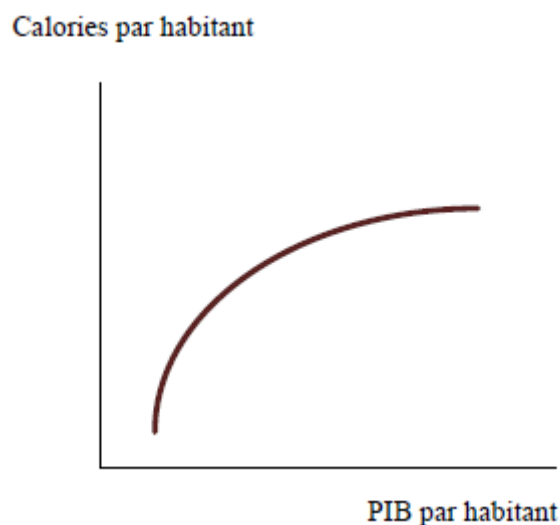
**Figure 1 : Consommation de produits phosphatés : 1961-2008**

La demande en engrais phosphatés est très largement liée à l'augmentation des besoins alimentaires de la planète. Ceux-ci augmentent sous l'effet de trois paramètres fondamentaux :

-Le premier est l'augmentation de la population mondiale. La croissance de la population mondiale est estimée à 2,6 milliards entre 2005 et 2050 pour atteindre 9,2 milliards, soit une augmentation de près de 42%. La sécurité alimentaire est donc une préoccupation et une priorité de tous les Etats.

-L'augmentation du niveau de vie de la population est également un facteur clé de l'augmentation de la production agricole. En effet, cette population se nourrira mieux et davantage. Les apports nutritifs proviendront en particulier de régimes plus carnés qui nécessitent une production de céréales accrue pour nourrir les animaux destinés à la consommation.

La courbe ci-dessous illustre l'évolution des apports nutritifs :



**Figure 2 : Régimes nutritionnels plus caloriques/ carnés**

-Par ailleurs, la forte augmentation des prix de l'énergie a fait émerger la biomasse comme ressource énergétique alternative. Soja et maïs sont de plus en plus utilisés pour être transformés en éthanol et répondre à ces nouveaux besoins énergétiques mondiaux, notamment les biocarburants.

Cette demande a été portée par un certain nombre de mesures telles que les incorporations obligatoires de biocarburant ou les subventions et crédits d'impôts favorisant leur consommation, appliquées dans de nombreux pays. Dans ce même sens l'office chérifien des phosphates pour mieux gérer ses relations clientèles que ce soit au niveau national comme au niveau international, procède au crédit management.

## **II. Types de risque encourus :**

### **II.1. Risque client**

Dans les relations commerciales usuelles, les parties au contrat doivent s'accorder sur les conditions financières de la vente, c'est à dire sur le délai et le mode de règlement.

L'octroi d'un crédit est la plupart du temps une condition *sin qua non* pour réaliser une vente. Il permet au vendeur de développer son chiffre d'affaires et de fidéliser sa clientèle.

Quant à l'acheteur, obtenir un crédit lui permettra d'allouer ses fonds autrement et de développer son activité avec un investissement minimum.

Cependant, l'octroi d'un crédit expose également le vendeur au risque que son acheteur ne puisse le régler à l'échéance. Ce risque est fonction du montant du crédit accordé, du délai de paiement octroyé et du moyen de paiement choisi.

Au risque de défaillance du client s'ajoute un risque de retard dans le règlement pour cause de litige sur le produit ou de difficulté financière de l'acheteur, et dans le cas de ventes à l'étranger, un risque politique, catastrophique ou de non-transfert lié au pays.

### **II.2. Crédit interentreprises**

#### *II.2.1. Définition*

Le crédit interentreprises constitue une source de financement à court terme non gagée, accordée par une entreprise non financière et liée à l'achat de biens et de services :

c'est donc un crédit lié à un acte commercial. Il comprend l'ensemble des créances et des dettes résultant des délais de paiement que s'accordent entre elles les entreprises ou que ces dernières consentent aux consommateurs finals de leurs produits. Il englobe donc à la fois les crédits clients et les dettes à l'égard des fournisseurs.

### *II.2.2. Les coûts du crédit interbancaire*

En consentant des délais de paiement, le vendeur s'expose à quatre types de coûts qui ont tendance à croître avec la durée de détention des créances. Il s'agit de :

#### **Le coût financier**

Le coût financier du crédit interentreprises peut être évalué comme étant le coût de refinancement des créances clients ou comme le coût d'opportunité des fonds investis dans de telles créances.

Il tend à croître à mesure que la taille du portefeuille de créances clients augmente par rapport aux autres emplois de la firme. Cela est lié au fait que la croissance des crédits clients augmente les risques d'insolvabilité et d'illiquidité du fournisseur qui consent le crédit.

En effet, une augmentation du poste clients implique, in ceteris paribus, une augmentation du BFR. Or, selon la relation fondamentale de trésorerie, la trésorerie est égale à la différence entre le fonds de roulement et le besoin en fonds de roulement. Un BFR élevé est susceptible d'entraîner une baisse dangereuse de la trésorerie voire d'entraîner une trésorerie négative.

#### **a) Le risque de crédit**

En accordant des délais de paiement, le fournisseur assume un risque de crédit, comme tout intermédiaire financier. Un tel risque peut être maintenu dans des limites raisonnables si le distributeur du crédit acquiert de l'information sur les caractéristiques de l'emprunteur et sa capacité de remboursement.

Le risque de crédit peut être également réduit par la diminution de la durée du crédit, le plafonnement des engagements,... Cependant, les autres moyens classiques de réduction du

risque, notamment la diversification, sont moins accessibles aux fournisseurs qu'aux institutions financières. La demande de garanties demeurant faible dans le système institutionnel français, les fournisseurs peuvent recourir à des établissements de recouvrement de créances.

### **b) Les coûts de détention**

Les coûts de détention des créances clients proviennent essentiellement des frais administratifs liés à la gestion des créances clients. Ces coûts apparaissent lors du traitement des relevés de factures et au moment de l'émission des moyens de paiement (billet à ordre, lettre de change...).

Ils comprennent aussi des coûts de recouvrement du crédit, qui peuvent être transférés sur une banque par l'escompte des effets ou sur un factor par le recours à l'affacturage, et des coûts de police du crédit tels que les frais de relance ou le coût des procédures contentieuses. En période de forte inflation, plus une créance sera longue et plus les pertes liées à l'érosion monétaire seront importantes.

### **c) Le coût d'un impayé**

Un retard de paiement peut parfois augurer de difficultés sérieuses du débiteur et entraîner des impayés. Le coût d'un impayé peut être important et très lourd pour l'entreprise

## **II.3. Les risques à l'exportation**

Le risque de contrepartie est susceptible de se manifester pour toute activité commerciale et financière dans un cadre domestique, mais ce risque est plus important et plus difficile à appréhender et à gérer dans un contexte international. Or, la mondialisation et l'interpénétration des économies est aujourd'hui une réalité ; par conséquent, le risque client à l'exportation est devenu un quotidien à gérer pour de nombreuses entreprises, quelle que soit leur taille.

En plus du risque commercial, des relations commerciales avec l'étranger confrontent l'entreprise à un nouveau risque pour elle : le risque pays.

### *II.3.1. Le risque commercial*

Le risque commercial est similaire à celui rencontré sur le marché intérieur. Il se caractérise par une insolvabilité réelle (procédure collective ou l'équivalent dans le pays concerné) ou présumée (constatation du non-paiement).

Une commande destinée à l'export est plus complexe : les délais de livraison sont plus longs, le transport plus problématique... Tout cela rend les polices couvrant les risques avant livraison, ou pertes sur fabrication plus fréquentes que sur le marché domestique.

Il existe en plus de çà un risque commercial propre à l'exportation, le risque de perte à la revente. Le risque de fabrication est ainsi aggravé pour les grands projets. La vente à l'exportation porte plus souvent sur des commandes plus importantes. En outre, la fabrication a pu être adaptée aux exigences du pays étranger. Si la marchandise est périssable ou fabriquée spécialement pour l'acheteur ou qu'elle est susceptible de détérioration pendant sa période en entrepôt, on comprend que le risque commercial à l'exportation soit beaucoup plus important que le risque sur un marché domestique.

### *II.3.2. Le risque pays :*

Le risque-pays peut être défini comme le risque de matérialisation d'un sinistre, résultant du contexte économique et politique d'un Etat étranger, dans lequel une entreprise effectue une partie de ses activités. Le « sinistre » peut être causé soit par l'immobilisation d'actifs (par exemple, la confiscation de biens détenus à l'étranger), pour une entreprise multinationale, soit sous la forme d'une répudiation de dettes par un Etat souverain, soit par l'impuissance de la Banque Centrale locale à transformer en moyens de paiement internationaux les ressources en devise locale, soit par la perte d'un marché commercial pour une entreprise exportatrice.

De ce fait, le risque-pays peut englober deux composantes :

- Une composante « risque politique », résultant soit d'actes ou de mesures prises par les autorités publiques locales ou du pays d'origine, soit d'événements internes (émeutes) ou externes (guerre) ;
- Une composante « risque économique et financier », qui recouvre aussi bien une dépréciation monétaire qu'une absence de devises se traduisant, par exemple, par un défaut de paiement.

De plus en plus, ces deux sources de risque sont interdépendantes. Ce qu'il est intéressant de remarquer, c'est que le risque pays a évolué ces dernières années, au point de concerner l'ensemble des pays du monde et non plus les seuls Etats en voie de développement. Comment cela s'est-il réalisé ? Cela découle en fait de la « révolution libérale » qui a secoué les pays débiteurs puis les pays de l'Est. Ces Etats ont dû ouvrir leurs frontières et favoriser la mondialisation des échanges. Ils ont dans le même temps fortement réduit la taille et la présence de l'Etat dans l'économie. Enfin, le développement des marchés financiers a atteint également ces pays « émergents », rendant les flux libéralisés plus instables que par le passé.

Ces différents paramètres ont conduit à la « privatisation » du risque pays et par conséquent à la modification de sa perception et de son contenu. L'émergence d'un grand nombre d'acteurs du privé rend plus difficile l'appréciation du risque : la contrepartie est maintenant plus souvent une société indépendante de taille moyenne sans historique connu qu'une filiale de l'Etat dont les crédits sont mieux garantis. Le surendettement à court terme du secteur privé peut ainsi provoquer une crise de la balance des paiements à la suite d'un retrait brutal des capitaux étrangers, et déboucher sur une forte dévaluation.

En conclusion, tous les pays se retrouvent sur un pied d'égalité face au risque pays, parce qu'aucun ne peut vraiment se considérer à l'abri de la volatilité des marchés financiers.

Tous les opérateurs de commerce international risquent ainsi d'être touchés par des risques de dévaluation sous contrainte, de retournement de conjoncture, d'impayés et de non-transfert.

## II.4. La notion de défaillance

On dit Défaut lorsque :

« L'établissement estime improbable que le débiteur rembourse en totalité son crédit sans qu'il y ait besoin de prendre des mesures appropriées telles que la réalisation d'une garantie »

OU / ET

« L'arriéré du débiteur sur l'un de ses engagements significatifs dépasse 90 jours... »

D'autres signes de défaut :

« L'établissement attribue à une exposition le statut de CES ou créance irrégulière... »

« L'établissement comptabilise une annulation ou constitue une provision après avoir constaté une détérioration significative de la qualité de crédit par rapport à l'exposition »

« L'établissement cède la créance en enregistrant une perte économique significative »

« L'établissement autorise la restructuration en urgence de la créance impliquant vraisemblablement une réduction de l'engagement financier... »

## II.5. L'horizon de défaut :

C'est la maturité du crédit ou la maturité moyenne du portefeuille, dans notre étude on va se contenter de l'horizon d'un an.

## III. Généralités sur le « credit scoring ».

### III.1. Définition, Fondements et développement

Les risques auxquels font face les banques et les institutions d'octroi de crédit sont de nombreux ordres. G. Fong & A. O. Vasicek (1997) ont listé 11 risques qui se sont multipliés par la suite de l'évolution du marché et des réglementations internationales. Les plus connus risques sont ceux de marché, d'option, de liquidité, de paiement anticipé, de gestion et d'exploitation, les spécifiques, ceux liés à l'étranger ou risque pays et le risque de crédit ou de contrepartie. Seuls les deux derniers risques retiendront notre attention.

Dans la gestion du risque lié au crédit bancaire, le crédit scoring, ou scoring crédit, est compris selon R. Anderson (2007) comme étant : « *le recours aux modèles statistiques en vue de transformer des données (qualitatives, quantitatives) en indicateurs numériques mesurables à des fins d'aide à la décision d'octroi ou de rejet de crédit* ». L'objectif du crédit scoring est dans ce sens de pouvoir établir une différenciation entre des individus d'un même ensemble, pour l'identification des probabilités de défaillances associable à chacun d'eux en fonction de certains facteurs. La plus simple différenciation à l'origine est une catégorisation binaire entre « bons payeurs » d'un côté, et « mauvais payeurs » de l'autre. L'on définit d'ailleurs cette catégorisation comme le score de risque, ou la probabilité pour un client [nouveau ou ancien] de rencontrer un incident de paiement ou de remboursement.

Le scoring peut cependant revêtir plusieurs définitions en fonction du but pour lequel il lui est fait recours. Notamment, le scoring est très utilisé en marketing, dans le Customer Relationship Management (CRM). On note aussi les scores d'appétence, de recouvrement, etc.

Il faut cependant noter que le crédit scoring était à la base conçu sur des démarches empiriques (subjective), c'est-à-dire évaluer plus ou moins intuitivement les liens entre le passé et le futur sur la base d'une simple lecture pratique de l'expérience, avant de décider de passer aux méthodes statistiques qui garantissent plus d'efficacité et de pertinence dans les prévisions. Cependant, dans les pays développés, ces dernières ne constituent pas la seule voie de gestion du risque de crédit. Depuis quelques années, l'émergence de produits financiers dérivés permettant une protection contre le risque de défaut, ou encore, une protection contre une augmentation des probabilités de défaut pouvant être mesurées par l'écart de crédit. Il s'agit notamment des options (options sur écart de crédit, option sur le défaut), des contrats à terme sur l'écart de crédit et des credit default swaps.

### **III .2. Les principales techniques de crédit scoring**

Les techniques ou méthodologies utilisées dans la littérature pour mettre en place des modèles de scoring sont assez nombreuses, à cause des systèmes de crédit scoring qui sont eux-mêmes inspirés par de multiples besoins.

Selon A. Saunders & L. Allen (2002), les systèmes de crédit scoring peuvent être retrouvés dans plusieurs types d'analyse de crédit, depuis le crédit de consommation jusqu'aux prêts commerciaux. L'idée centrale en effet ne varie point, puisqu'il s'agit d'identifier dans un premier temps les facteurs qui déterminent la probabilité de défaut, et dans un second temps

de pondérer leurs « poids » dans un score quantitatif. Ces systèmes sont mis en place, selon la même source, à partir de quatre principales formes de modélisation multivariée :

- Le scoring par le modèle linéaire
- Le scoring par le modèle de la régression logistique
- Le scoring par le modèle d'analyse discriminante

On utilise aussi des techniques de classement et de prédiction par « arbre de décision ». Ces techniques permettent de détecter des critères à même de répartir les individus d'une population en  $n$  classes (souvent  $n=2$ ) prédéfinies. On ajoute d'autres techniques très répandus qui sont les techniques de classement et de prédiction dans leur ensemble comme potentiel outil de scoring :

- le scoring par réseaux de neurones
- le scoring par « support vector machine » (SVM)
- le scoring par algorithmes génétiques
- le scoring par système d'experts

Une analyse approfondie de ces approches est disponible dans Caouette, Altman & Narayanan (1998), Sanders (1997), ainsi que dans S. Tuffery (2007). Toutefois, nous accorderons une attention particulière à trois modèles cités supra : le modèle logit, l'analyse discriminante ou discale et les réseaux de neurones. Les deux premiers nous intéresseront plus bas car faisant l'objet du présent mémoire.

### **III.3. Avantages et limites du Scoring**

Le Scoring comporte plusieurs avantages :

- Il permet de traiter les dossiers de crédit de manière homogène avec une objectivité et une régularité. L'analyse peut se passer en moins d'une heure contre plusieurs jours auparavant, en plus il est adapté pour des traitements de masse.
- En optant pour l'utilisation du scoring, le coût du traitement de chaque dossier est minime, et les coûts de mise en œuvre sont relativement faibles.
- Les éléments positifs du scoring sont nombreux, mais ils ne doivent toutefois pas occulter les limites de ce concept
- Lors de la conception du modèle en se basant sur la technique de scoring, la qualité de l'échantillon de construction est fondamentale.

L'efficacité du score est limitée pour des populations sous représentées. En effet, elle est sensible à toute modification structurelle des caractéristiques de la population considérée, notamment en cas de développement sur des nouveaux marchés ou d'une modification comportementale des individus.

Enfin, il est nécessaire de mettre à jour le score régulièrement pour obtenir des bons résultats et de bonnes estimations.

## CHAPITRE 2

---

# MÉTHODOLOGIE DU « CRÉDIT SCORING »

## Introduction :

Après avoir parlé de la notion de scoring, on va présenter les méthodes statistiques les plus utilisées et surtout les plus robustes pour sa mise en œuvre. Ces méthodes sont la régression logistique et les réseaux de neurones, on précisera les principaux développements théoriques et on brossera quelques avantages à l'utilisation du score de risque, objet de notre projet. Par la suite, on présentera les fondements des techniques de modélisation statistique (Régression logistique) et d'intelligence artificielle (Régression neuronale) que nous avons choisi d'éprouver seront exposés, afin d'en retenir les caractéristiques et propriétés principales

### I. Régression logistique :

#### I.1. Cadre théorique de la régression logistique

La régression logistique est une technique statistique qui fait partie de la famille des méthodes linéaires, elle sert à construire un modèle de prédiction du comportement d'une variable catégorielle dite expliquée, le plus souvent binaire, à partir d'une série de variables explicatives qualitatives ou quantitatives.

Le but de la régression logistique est de modéliser le comportement d'un individu vis-à-vis un risque donné. Par exemple l'appartenance à l'une des catégories « client défaillant » ou « client non défaillant » lors de la demande d'octroi d'un crédit, en fonction d'un certain nombre de variables explicatives. Le modèle peut s'écrire sous la forme :

$$Z = X' \cdot \beta + \varepsilon$$

Où :

$\varepsilon$  : terme d'erreur d'espérance nulle et de variance  $\sigma^2$ .

$\beta$  : vecteur des paramètres associés aux variables explicatives.

$X$  : vecteur des variables explicatives, peuvent être continue ou discrets.

$Z$  : variable inobservable qui explique l'appartenance d'un individu à une classe déterminée.

D'une manière plus simple c'est le score dont on n'observe que des valeurs discrétisées : l'état de défaillance ( $Y=1$ ) ou de non défaillance ( $Y=0$ ).

on suppose que :

$$\begin{cases} Y=1 \text{ si } Z < 0 \\ Y=0 \text{ sinon} \end{cases}$$

Le modèle complet s'écrit alors :

$$P(y=1) = P(Z < 0) = P(\mathbf{X}' \cdot \boldsymbol{\beta} + \varepsilon) = F(-\mathbf{X}' \cdot \boldsymbol{\beta})$$

Avec : **F** est la fonction de répartition de  $\varepsilon$ . Au niveau de fonction de répartition, il est préférable d'utiliser la fonction d'utiliser logit grâce à sa simplicité et les spécificités qu'elle présente.

$$F(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)} ; x \in \mathbb{R} \quad \text{et} \quad f(x) = F(x) (1 - F(x))$$

Le modèle peut prendre aussi la forme suivante :

$$\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} = S$$

Où :  $\beta = (\beta_0, \dots, \beta_k)$  sont les paramètres inconnus du modèle et où S représente le score.

Le modèle peut s'écrire de la façon suivante :

$$P_i = P(Y_i = 1 / X_i = x) = \frac{\exp(\mathbf{X}' \cdot \boldsymbol{\beta})}{1 + \exp(\mathbf{X}' \cdot \boldsymbol{\beta})}$$

Pour une population qui contient 50% des défaillants et 50% des sains, la règle de décision est donnée comme suit :

Si  $P_i > 0,5$  : le client est défaillant, sinon le client est sain.

## I.2. Estimation des paramètres du modèle :

L'interprétation des valeurs des paramètres ne peut être conduite comme en régression. En effet dans un modèle linéaire, le paramètre a une interprétation simple ; c'est la variation de Y qui suit une variation d'une unité de X. en plus, l'effet marginal est constant pour tous les individus. Par contre, l'interprétation des coefficients en régression logistique est plus délicate.

L'effet marginal sur la probabilité d'appartenance à une classe suite à la variation d'une variable explicative n'est pas constant pour tous les individus.

En plus, on peut distinguer entre deux types d'effets marginaux :

- ✓ **Effet marginal absolu** : de combien la probabilité varie lorsque la variable explicative change.

$$(\partial p_i / \partial X_{ij}) = \beta_j \cdot f(X'_i \cdot \beta)$$

- ✓ **L'effet marginal en pourcentage** : de combien la probabilité varie en pourcentage lorsque la variable explicative évolue.

$$(\partial p_i / \partial X_{ij}) = \beta_j \cdot f(X'_i \cdot \beta) / F(X'_i \cdot \beta)$$

L'information la plus utilisée est le signe des paramètres, il indique si la variable associée influence la probabilité à la hausse ou à la baisse.

### 1.3. Tests de signification des coefficients du modèle :

#### 1.3.1. Le test de Wald

Le test de significativité des coefficients se fait par le biais du test de Wald. Ce test est le plus aisé, le test de Wald est un test statistique qui s'interprète comme le Chi-square, avec un seuil de signification de 0,05. Il repose sur la statistique, appelée statistique de Wald :

Soit le test suivant :  $H_0 : \beta_k = 0$  contre  $H_1 : \beta_k \neq 0$

Ainsi la statistique de Wald s'écrit :  $W = \frac{\hat{\beta}_k}{s(\hat{\beta}_k)}$

avec  $s(\hat{\beta}_k)$  : l'écart type estimé de  $\hat{\beta}_k$

Sous  $H_0$  : W suit approximativement la loi normale N (0,1).

- ✓ **Règle de décision** :

Au niveau de signification  $\alpha$  : On rejette  $H_0 \Leftrightarrow W > \phi(1-\alpha)$ , avec  $\phi$  est la fonction réciproque de la loi normale.

✓ **Remarque :**

Dans le cas où l'on veut tester la significativité d'un seul coefficient ces statistiques

$$s'écrivent : W = \frac{\hat{\beta}_k}{s(\hat{\beta}_k)}$$

Tandis que si l'on veut tester la significativité de plusieurs coefficients, par ex.  $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_M = 0$  alors elles s'écrivent :

$$\left\{ \begin{array}{l} W = \hat{\beta}'(\hat{V}(\hat{\beta}))^{-1} \hat{\beta} \rightarrow \chi^2(M) \\ LR = -2 \log \left( \frac{L_c}{L_e} \right) \rightarrow \chi^2(M) \end{array} \right.$$

Où :  $L_C$  est la vraisemblance évaluée sous la contrainte  $H_0$  l'autre représente la vraisemblance sans contrainte.

**NB :** La statistique de Wald fait intervenir les expressions matricielles suivantes :

$$\hat{V}(\hat{\beta}) = (X' \hat{V} X)^{-1}, \hat{V} = \begin{bmatrix} \hat{P}_1(1-\hat{P}_1) & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \hat{P}_n(1-\hat{P}_n) \end{bmatrix} \text{ et } X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$$

Manuellement il est possible de s'appuyer sur le test du maximum de vraisemblance (likelihood ratio test) afin de tester si une ou plusieurs variables peuvent être exclues du modèle. Le test de Wald permet également de tester, si un coefficient est significativement différent de 0. Il est aussi possible de privilégier le pouvoir discriminant du modèle.

### 1.3.2. Le test du rapport de vraisemblance

Pour tester l'adéquation d'un modèle, on utilise une approche qui consiste à comparer un modèle sans paramètre autre que la constante, et le modèle avec tous les paramètres que l'on veut tester. On calcule pour chacun des deux modèles la  $-2 \text{ Log}$  vraisemblance. Le test consiste simplement à calculer la différence entre les deux valeurs, celle-ci se distribuant comme le khi deux à  $J$  degré de liberté correspondant au nombre de paramètres que comprend le modèle. L'hypothèse correspondante au test étant que la différence est nulle. Autrement dit que l'incorporation des variables n'apporte rien à la vraisemblance.

$$H_0 : G = -2 \text{Log} \left[ \frac{\text{Vraisemblance sans les variables}}{\text{Vraisemblance avec les variables}} \right] = 0$$

✓ **Règle de décision :**

Au niveau de signification  $\alpha$  : on rejette  $H_0$  si  $G > \chi_{J, 1-\alpha}$

### 1.3.3. Le pseudo R2 de la régression logistique

Dans une régression logistique, il n'y a pas de valeur réelle de  $R^2$  comme dans une régression linéaire, et l'analogue de  $R^2$  est le pseudo-  $R^2$  appelé aussi  $R^2$  de McFadden, qui est calculé ainsi :

$$R^2 = 1 - \frac{\ln L(\hat{\beta})}{\ln L(\hat{\beta}_0)}$$

Avec :

- ✓  $\ln L(\hat{\beta})$  : Log-vraisemblance du modèle libre
- ✓  $\ln L(\hat{\beta}_0)$  : Log-vraisemblance du modèle nul, uniquement avec la constante (modèle contraint).

### 1.3.4. Test de Hosmer-Lemshow

Parmi les tests pour s'assurer de la qualité d'ajustement du modèle le test de Hosmer-Lemshow fournit par le logiciel SPSS :

La population est divisée en  $g$  classes d'effectifs marginaux égaux en se basant sur les percentiles de la probabilité estimée. Les observations sont triées selon la probabilité de réalisation de l'événement dans un ordre croissant.

On définit la statistique de Pearson :

$$X_{HL} = \sum_{i=1}^g \frac{(O_i - N_i \bar{q}_i)^2}{N_i \bar{q}_i (1 - N_i \bar{q}_i)}$$

Avec :

$O_i$  : Nombre d'événement dans le groupe  $i$ .

$N_i$  : Nombre d'individus dans le groupe  $i$ .

$\bar{q}_i$  : La probabilité moyenne estimée d'un événement dans le groupe  $i$ .

Cette statistique suit une loi khi-deux de  $g-2$  degrés de liberté. Elle mesure l'ajustement global du modèle.

Pour une  $p$ -value supérieure à 0.05, on ne rejette pas l'hypothèse  $H_0$  : le modèle est adéquat.

## II. Les réseaux de neurones

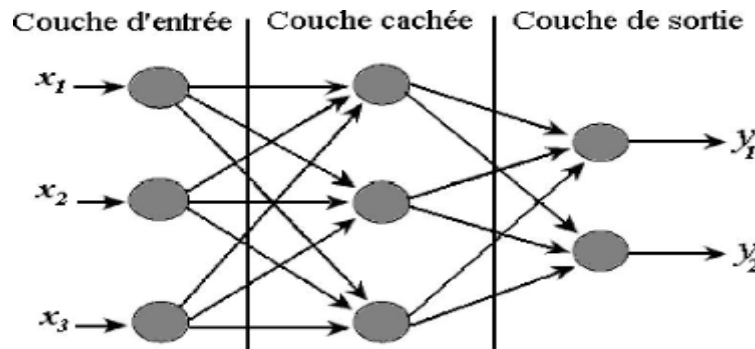
### II.1. Définition :

La technique des réseaux de neurones a pris une ampleur considérable au cours des années 90, tant par le développement de la recherche et la multiplication des modèles auxquels ils ont donné lieu, que par l'extension des applications à des domaines nouveaux et très variés. Néanmoins, sa naissance date des années 40, avec notamment les travaux de McCulloch et Pitts

L'application des réseaux de neurones à l'analyse discriminante constitue un des champs d'application en pleine expansion.

L'architecture du perceptron multicouche

Figure 3 : Architecture d'un réseau neurone simplifié



*Source : mémoire on-line : N°d'ordre : 2011 / 06 / 10 / 21 / 360*

- 1 . Entrée  $x_i$  est une variable centrée réduite.  $I$ , est le nombre de neurones ou le nombre de variables.
- 2 : Couche cachée : de cardinal  $J$  est le nombre de neurones fixé par le statisticien.
- 3 : Sortie calculée :  $=f(k)$ .  $K$  est le nombre de neurones ou le nombre de groupes.  $d_k$  est la sortie désirée.

On utilise une architecture de réseaux multicouche : une couche d'entrée qui reçoit des variables explicatives, une couche de sortie qui a autant de neurones que de classes à discriminer, et une couche cachée où le nombre de neurones doit être fixé par l'utilisateur.

## II.2. Principe de la méthode

Les neurones de niveau  $n$  produisent une réponse sur chaque neurone de la couche de niveau  $n+1$  par le calcul d'une somme pondérée des neurones de niveau  $n$  auxquels il est connecté. Cette somme est ensuite transformée par une fonction d'activation  $g$  :

$$\text{La fonction sigmoïde : } g(x) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha x)}$$

Le processus d'apprentissage du réseau consiste à présenter successivement les observations de l'échantillon d'apprentissage de façon à estimer le poids et les seuils  $s$  par minimisation d'une certaine fonction dérivable du risque empirique.

L'approche la plus courante minimise une mesure de l'écart entre les sorties calculées et les sorties désirées :

$$Q = \sum_{k=1}^k (o_k - d_k)^2$$

### II.3. Les probabilités à posteriori et l'affectation

Afin de normaliser les sorties du réseau, on considère les nouveaux outputs :

$$p_1(x) = \frac{e^{f(1,x)}}{e^{f(1,x)} + e^{f(2,x)}} \quad \text{Et} \quad p_2(x) = 1 - p_1(x)$$

Sous la condition de convergence du réseau vers l'optimum global,  $p_1(x)$  peut être considérée comme la probabilité a posteriori d'appartenir au groupe 1, dans le cas où la probabilité à priori est égale à la proportion des entreprises défailtantes dans l'échantillon. La règle d'affectation est alors :

$$x \text{ est affecté à } o_1 \text{ si et seulement si } p_1(x) \geq 0.5.$$

## III. Les arbres de décision :

### III.1. Définition :

Pour discriminer deux groupes à l'aide de  $p$  descripteurs des  $n$  individus, les descripteurs sont examinés successivement et celui qui, grâce à une coupure, discrimine le mieux les deux groupes est retenu.

La coupure consiste à séparer en deux la population initiale grâce à une question où il est répondu par oui ou par non (binaire).

Le résultat est représenté par un arbre. Les sous-ensembles qu'on ne subdivise plus sont appelés nœuds terminaux, ou feuilles.

Le but est de recueillir dans chaque nœud terminal, la population la plus homogène possible quant à son appartenance à un des groupes. C'est-à-dire que :

- Au mieux le nœud terminal contient des éléments d'un seul des groupes
- à défaut, il contient un mélange des deux groupes, dans lequel un groupe domine nettement.

Le nœud terminal est alors affecté à ce groupe (unique ou dominant). C'est l'ensemble de ces affectations qui constitue la règle de décision.

A l'intérieur de l'arbre, chaque sous-ensemble défini par une coupure s'appelle un nœud.

Pour mesurer la qualité d'une coupure, puis le pouvoir discriminant de l'arbre, on va définir l'impureté qui caractérisera le degré de mélange du nœud, ou des nœuds terminaux de l'arbre.

### III.2. Nombre maximal de substitutions :

Les substitutions permettent de résoudre les problèmes de valeurs manquantes. Pour chaque découpage dans l'arbre, le nœud Arbre CRT identifie les champs d'entrée les plus proches du champ de découpage sélectionné. Ces champs deviennent les substitutions pour ce découpage. Lorsqu'un enregistrement doit être classé, mais qu'une valeur est manquante dans un champ de découpage, le nœud utilisera la valeur correspondante dans un champ substitut afin d'effectuer le découpage. Si l'augmentation de ce paramètre permet une gestion plus polyvalente des valeurs manquantes, elle accroît également la mémoire utilisée et allonge la durée de l'apprentissage.

### III.3. Modification minimale des impuretés :

Indique une valeur pour générer un nouveau découpage dans l'arbre. Si le meilleur découpage calculé pour une branche signifie une réduction de l'impureté de l'arbre inférieure à la valeur spécifiée, alors le découpage ne sera pas effectué.

- *Mesure d'impureté pour cibles catégorielles :*

Ces options nous permettent de contrôler la méthode de mesure de l'impureté de l'arbre. Gini est une mesure d'impureté générale dont le calcul est basé sur les probabilités d'appartenance à une catégorie de la branche. La mesure Associer par paire est une autre mesure d'impureté qui met l'accent sur le découpage binaire : elle permet d'obtenir des branches de tailles plus similaires. Cette option ne s'applique qu'aux champs cible symboliques.

- *Arrêt :*

Ces options nous permettent de contrôler les critères déterminant l'arrêt du découpage des nœuds dans l'arbre.

- *Arbre d'élagage :*

L'élagage consiste à supprimer les découpages de niveau inférieur qui ne contribuent pas de manière significative à la précision de l'arbre.

L'élagage peut permettre de simplifier l'arbre, ce qui peut faciliter l'interprétation et, dans certains cas, améliorer la généralisation.

#### IV. Outils de validation d'un modèle.

##### IV.1. Proportion de bon classement

La première mesure de performance systématiquement examinée réside dans les taux de bons classements liés à la règle de décision (encore appelée règle d'affectation). Les taux d'erreurs de classement leur sont bien sûr complémentaires. Tous ces taux doivent être sur l'échantillon global et sur chacun des groupes.

Le tableau ci-dessous montre la table d'affectation dans le cas de deux groupes à priori notés 1 et 2. Pour chaque individu sa situation réelle (appartenance au groupe 1 ou au groupe 2) est confrontée à son affectation (aux groupes 1 ou 2) par la règle de décision liée à l'outil discriminant. L'adéquation de cette affectation avec la réalité est ainsi examinée.

Tableau 1: Présentation de la table d'affectation

		Affectation		
		1	2	
Réalité	1	a	b	N1
	2	c	d	N2

*Source : cours*

Chaque individu se trouve dans une et une seule case du tableau. Le dénombrement des observations dans chaque case permet de calculer les taux de bons classements et les taux d'erreurs :

- Pourcentage de bien classés:

- Du groupe 1 :  $\frac{a}{N_1}$

- Du groupe 2 :  $\frac{d}{N_2}$
- Du total :  $\frac{a+d}{N_1+N_2}$
  
- Taux d'erreur de classement :
  - Du groupe1 :  $\frac{b}{N_1}$
  - Du groupe2 :  $\frac{c}{N_2}$
  - Du total :  $\frac{b+c}{N_1+N_2}$

#### IV.2. La courbe de ROC

L'étude de la rentabilité d'un client est souvent équivalent à la recherche d'un seuil ou score de mesure au-dessus (ou en dessous) du quel le client sera considéré comme NON RENTABLE. Il s'agit alors de mettre en évidence, dans l'étude, ce seuil (CRITERIUM VALUE) qui permet de séparer les deux échantillons : « RENTABLE » et « NON RENTABLE».

Pour ce faire, on fait varier la valeur du seuil de la mesure. Pour chacune de ces variations on calcule la sensibilité et la spécificité de l'examen au seuil fixé. Chaque valeur du seuil est associée à un couple (Sensibilité, Spécificité) que l'on reporte dans un graphique nommé courbe de ROC « Receiver Operating Characteristic ».

On définit les notions de sensibilité et de spécificité comme suit :

- *La sensibilité :*

La sensibilité est définie comme la probabilité de classer l'individu dans la catégorie  $y = 2$  (on dit que le test est positif) étant donné qu'il est effectivement observé dans celle-ci :

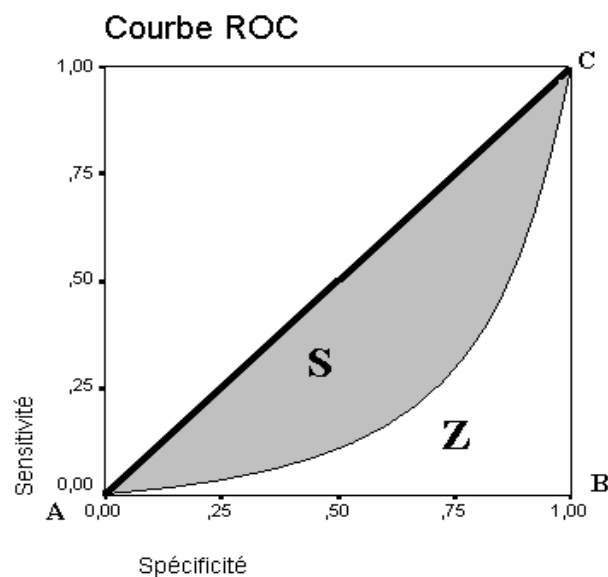
$$\text{Sensibilité} = P(\text{test} + | y = 1) = \frac{\text{nombre des rentables bien classés}}{\text{total des rentables}}$$

- *La spécificité :*

La spécificité est définie comme la probabilité de classer l'individu dans la catégorie  $y = 1$  (on dit que le test est négatif) étant donné qu'il est effectivement observé dans celle-ci :

$$\text{Spécificité} = P(\text{test} - | y = 2) = \frac{\text{nombre des non rentables bien classés}}{\text{total des non rentables}}$$

Figure 4 : Présentation de la courbe de ROC



Source : ThebaseII Risk parameters, Estimation, Validation and Stress testing

On peut visualiser le pouvoir discriminant d'un modèle de score à l'aide de la courbe de ROC.

Si cette courbe coïncide avec la diagonale, c'est que le modèle n'est pas plus performant qu'un modèle aléatoire ; alors que, plus cette courbe est proche du coin du carré

meilleur est le modèle, car il permet de capturer le plus possible de vrais événements avec le moins possible de faux événements.

Ainsi, la courbe de Roc permet au décideur de comparer entre les modèles et de déterminer le seuil portant le meilleur compromis entre sensibilité et spécificité. Il s'agira du seuil où la courbe ROC montre un point d'inflexion.

La surface sous cette courbe nous permet d'évaluer la précision du modèle pour discriminer les outcomes positifs  $y = 2$  des outcomes négatifs  $y = 1$ .

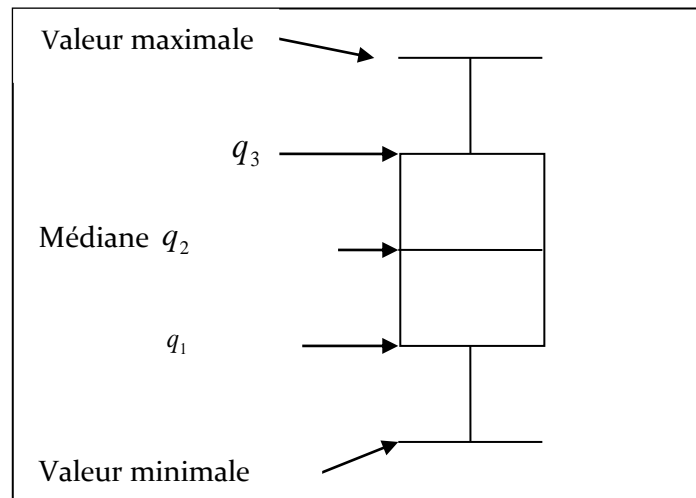
On retiendra comme règle du pouce :

- Si aire ROC = 0.5 il n'y a pas de discrimination.
- Si aire  $0.5 < \text{ROC} < 0.7$  la discrimination est faible.
- Si aire  $0.7 < \text{ROC} < 0.8$  la discrimination est acceptable.
- Si aire  $0.8 < \text{ROC} < 0.9$  la discrimination est excellente.
- Si aire ROC  $> 0.9$  la discrimination est exceptionnelle

### IV.3. Les boîtes à moustaches

La boîte à moustaches (ou « box plot »), inventée par J-W Tukey, est une représentation très populaire, car simple et synthétique, de la dispersion d'une série de données. Elle consiste à placer les valeurs de certains quantiles sur une échelle verticale ou horizontale. Elle permet de visualiser instantanément certaines caractéristiques de tendance centrale, de dispersion et de forme des variables. Elle permet aussi de comparer deux populations.

Figure 5 : Description d'une boîte à moustache

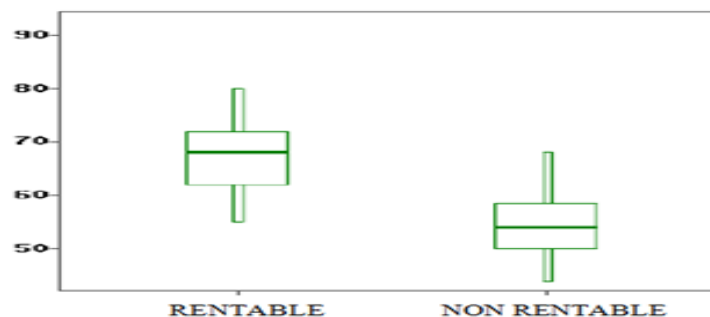


Source : ThebaseII Risk parameters, Estimation, Validation and Stress testing

Les limites supérieure et inférieure des boîtes correspondent aux quartiles supérieur et inférieur. La hauteur de la boîte correspond à l'intervalle interquartile, de sorte que la boîte renferme les 50% du milieu des valeurs d'un groupe. Plus la boîte est grande, plus l'étendue des observations est importante. Les lignes émanant de chaque boîte «les moustaches» vont jusqu'à la plus petite et à la plus grande observation du groupe, à moins d'un intervalle interquartile du bord de la boîte.

Après avoir construit l'outil discriminant, il faut analyser ses performances et notamment sa capacité à discriminer entre les deux groupes. Pour cela on juxtapose sur le même graphique les deux boîtes à moustaches définies respectivement pour les deux groupes et le cas idéal serait que ces deux boîtes à moustaches soient totalement écartées l'une de l'autre dans ce cas on aurait une parfaite discrimination, comme on le voit dans cet exemple :

Figure 6 : Comparaison de deux boites à moustaches



Source: The Basel II Risk parameters, Estimation, Validation and Stress testin

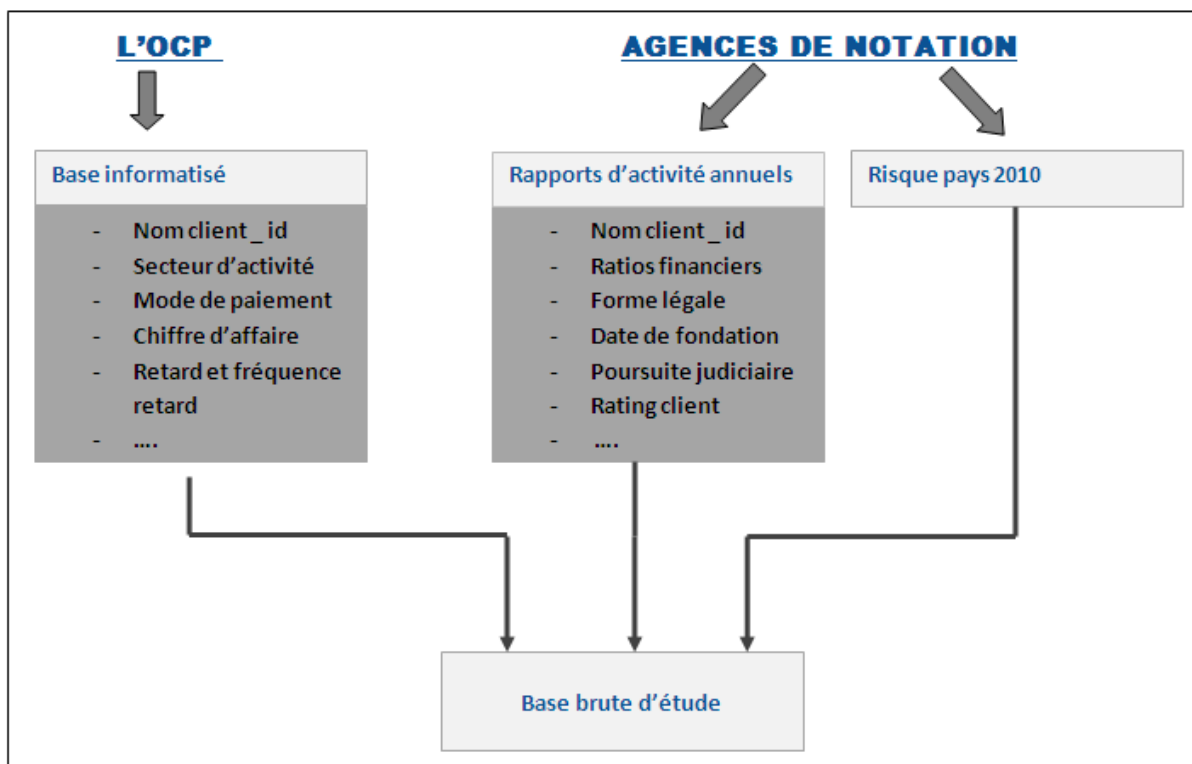
# CHAPITRE 3

---

## CONSTRUCTION DE LA BASE DE DONNÉES

### I. Introduction

On va essayer de présenter dans cette partie les différentes étapes de construction de la base de données brute et ses caractéristiques, un travail qui a été réalisé sur deux volets : le traitement des données informatisées et l'extraction de variables susceptibles à nous intéresser, et le deuxième volet qui est l'extraction des ratios financiers relatifs à chaque client à travers l'analyse financière de ses états de synthèse, majoritairement en anglais. Voici un schéma représentant la méthodologie de construction de notre base de données :



## II. Présentation de la base de données historique

## II.1. Présentation des bases de données disponibles

Pour arriver à notre fin, nous avons dû traiter différentes tables de données relationnelles et en tirer toutes l'information disponible et nécessaire, nous avons disposé de base de règlement des clients, de bases de facturation, présentant une population de plus de 99733 individus, et plus de 60 variables, ainsi que des extractions de la cartographie et du contrôle de mouvement des clients, contenant des informations clefs sur leur relation avec l'OCP, on citera comme exemple des variables telles le chiffre d'affaire en volume enregistré durant les deux années passées, le pays de facturation et de livraison.

Nous avons fixé en premier lieu une année de base, référence de notre étude. Nous avons jugé que l'année 2010 sera notre référence car elle comprend un maximum d'information de bonne qualité. Nous avons par la suite agrégé les données par clients, par mois. Le code client a été l'identifiant qui nous permettait de circuler entre les extractions de données, pour aboutir enfin à une base d'étude digne d'intérêt

## II.2. Traitement des données :

### II.2.1. *Traitement des valeurs manquantes*

#### a) **Insuffisances**

Les insuffisances de cette base sont d'abord celles communes à tous les Systèmes d'Information de Routine dont ceux de la clientèle de l'OCP ne font pas exception. Ces bases n'échappent pas aux erreurs d'observations et à l'incomplétude de l'information, le long des phases de leur réalisation.

Parmi les premiers problèmes rencontrés lors de l'exploitation de cette base on s'est affronté à l'incohérence et l'incomplétude (valeurs manquantes) des données.

#### b) **Epuration du fichier**

Il est à noter que lors de la saisie de la base de données aucun contrôle des données n'a apparemment été effectué.

Le premier problème qu'on a rencontré c'était que les extractions contenaient un nombre considérable de dates, dont il fallait comprendre le sens exact, souvent ambigu, et changer les formats de cellule, pour toutes les bases, et chercher à unifier les informations de chaque client. Et enfin tester la pertinence des données et leur conformité. Ce qui n'était pas simple, et demandait plusieurs manipulations et surtout un temps important.

Un autres genre de problème, A titre illustratif, en prenant la variable « chiffre d'affaire » et celle se référant à une facture du client donnée, on s'est rendu compte que pour un nombre non négligeable de clients soit on ne dispose pas d'information sur ses variables soit elles sont mal renseignées, en effet on retrouve des clients dont le champ du « code facture » se compose d'une seule lettre ou bien des zéros de même pour plusieurs variables présentant un taux élevé de valeurs manquantes, ... etc.

Pour remédier à de telles situations, on a procédé par un recodage conditionné de variables à l'aide du logiciel SPSS, au moins pour les incohérences évidentes, et pour des variables qu'on peut remplacer avec la moyenne tout en gardant le sens et la logique.

Signalons que nous avons affecté aux erreurs de saisie des valeurs manquantes traitées dans le point suivant. Ces erreurs de saisie s'identifient par des chiffres sortant du champ des modalités d'une variable donnée.

### c) Traitement de valeurs manquantes

On distingue entre deux types de valeurs manquantes :

- Valeur manquante **totale**, ce qui signifie que l'information manque complètement (cas qui ne relève pas de notre traitement).
- Valeur manquante **partielle**, ce qui signifie que l'information est renseigné partiellement le long de ses variables (type qui représente l'essentiel de notre traitement).

Il est à signaler que les valeurs manquantes ne sont pas dues à des non réponses puisqu'il s'agit évidemment d'une base d'information de routine et non pas d'une enquête. Le logiciel SPSS intègre une procédure pour le remplacement des valeurs manquantes, mais ceci ne concerne que les variables quantitatives qui sont, dans notre cas, les seuls sources d'anomalie.

On note que les insuffisances de l'information sur les clients de l'OCP, ou d'une entreprise de crédit quelconque, demeurent une entrave sérieuse pour toute étude se rapportant à l'amélioration de la relation client.

En effet, toute décision qui émane de simples constats et non d'études approfondies risque de ne pas être pertinente.

En ce sens, il est recommandé que les hautes instances de décision agissent dans le sens de réhabilitation de ce système d'information et l'incitation à ce que ses responsables y prêtent une attention particulière le long du processus de sa réalisation.

### II.2.2. Présentation des variables extraites

A partir de notre base de données agrégée, nous avons sélectionné des variables d'identification, ou d'identité, qui permettent de situer chaque client, et traduisent le type et les caractéristique de la relation qu'il entretient avec l'OCP, en effet, ces variables, le mode de paiement, le chiffre d'affaire et le montant lettré, entre autre, sont soupçonnées être explicative du modèle.

On présente ci-dessous l'ensemble des variables extraites :

- **Code client** : l'identifiant qui remplacera le nom client durant ce rapport sous réserve de confidentialité
- **Nom client** : nom de l'entreprise qui ne sera pas affiché dans ce document,
- **Pays client** : on compte plus de 50 pays dans le monde entier
- **Secteur de vente** : les pays de livraison des clients sont répartis en secteurs selon la zone géographique, on parlera ici de 8 zones, une variable supposé significative à cette étape vu qu'elle traduit la distance moyenne du Maroc et la situation économique et politique spécifique à chaque zone
- **Type de produit** : 3 modalités correspondant à 3 types de produits à savoir : la roche, les engrais et l'acide phosphorique.
- **Mode de paiement** : qui peut être divisé en trois familles principales : à vue, près-payé, ou crédit documentaire, qui se décomposent à leur tours à plusieurs modalités selon à titre d'exemple, l'obligation d'apport de garanties ou pas... c'est une variable considérée comme très importante et qui sera déterminante pour créer notre variable explicative par la suite.
- **Chiffre d'affaire du client** : le chiffre d'affaire sur lequel le client a traité avec l'office, pendant l'année de référence, l'année 2010.
- **Montant non lettré** : la différence entre le montant global de la traite et le montant lettré, il indique la somme sur laquelle porte le retard de paiement.
- **Délai de paiement** : qui a été calculé à partir de la différence entre la date d'échéance et la date de facturation qui ont été extraites à partir de requêtes sur les tables initiales. Cette variable exprime la marge de temps où le client peut être en retard sans enregistrer de défaillance ou poursuite.

- **Retard de paiement** : la différence entre la date du dernier règlement effective et la date d'échéance. Pour une lecture correcte et significative de ce nombre de jours, il faudrait prendre en vue le mode de paiement du client. Car, à titre d'exemple, si le dernier règlement s'effectue à 10 jours de la date d'échéance, un client qui près-paie la marchandise a un comportement de paiement plus alarmant qu'un autre bénéficiaire d'un crédit avec contrat bancaire. Mais d'autres variables entrent en jeu certainement, ce qui nous a poussés à entamer cette étude.
- **Fréquence du retard** : variable qui mesure le nombre de fois qu'un retard a été marqué, parmi le total des transactions du client dans une durée de 365 jours.

### III. Présentation de la base de données financière

#### III.1. Description de la base de données:

La base de données construite à partir des extractions disponibles, nous permet de tirer des informations qu'on peut décrire comme étant interne à l'OCP, on parle par exemple du chiffre d'affaire du client qui représente le montant de ses transactions avec l'OCP durant une année, et non pas le montant des affaires réalisées par ce client avec ses tiers dans un exercice donné. Cependant, ce dernier représente un indicateur d'ampleur des activités d'une entreprise, qui ne doit pas être mis à l'écart.

Encore, faut-il tester la santé financière de chaque entreprise, à travers des ratios testant sa rentabilité, sa liquidité et sa solvabilité. Pour ce faire, l'OCP a fait appel à deux grandes agences de notation internationales, qui assurent l'accès aux rapports d'activités de ses clients répartis dans le monde entier, et apportent une note, « rating client » qui est une appréciation externe sur la solvabilité de l'entreprise. Tous les rapports d'activités sont conformes aux normes internationales IFRS. (Voir annexe 2)

Malheureusement, pour des raisons qu'on ignore, nous n'avons pas pu obtenir les rapports d'activités de tous les clients, et même pour certains d'entre eux les rapports ne contiennent pas les comptes ou les informations dont on a besoin, le tableau ci-dessous représente un récapitulatif descriptif des rapports d'activités

Tableau 2 : Récapitulatif des rapports d'activité

	Qualité du rapport d'activité			pas de rapport	somme
	bonne	moyenne	mauvaise		
AGENCE 1	55	51	59	9	174
AGENCE 2	79	9	43	43	174
AG 1 $\cap$ AG 2	38	8			

*Source : fait par nous*

Nous désignons par :

- **Bonne qualité** : le rapport contient un bilan et un CPC détaillé, un nombre de ratios financiers et un rating client
- **Qualité moyenne** : le rapport contient très peu de comptes au niveau du bilan et CPC, ou pas de rating client.
- **Mauvaise qualité** : le rapport d'activité existe, prouvant la cotation de l'entreprise chez l'agence de notation en question, mais il ne contient aucune donnée financière.

Ceci implique évidemment l'exclusion de tous les clients dont le rapport d'activité n'existe pas ou de mauvaise qualité, et on élimine un nombre de clients dont les rapports sont de qualité moyenne ne permettant pas de calculer les ratios financiers visés. Notons que la qualité des informations fournies est beaucoup plus pertinente pour l'année 2010, ce qui nous a contraints à ne garder pour l'étude que l'année 2010.

Nous obtenons à la fin une base de données contenant **114** clients entre le marché local et le marché de l'export. Et vu le nombre réduit des individus, nous avons optés à traiter toute la population sans recourir à l'échantillonnage.

### III.2. Description des variables:

A partir du traitement des rapports d'activité des clients, nous avons saisis pour chacun des comptes qui entrent dans le calcul des ratios financiers choisis, la saisie de données a été vérifiée plus de trois fois pour s'assurer de l'absence d'erreurs de ce genre. Les comptes financiers choisis sont les suivants :

- Capital social
- Capitaux propres
- Total de l'actif = total du passif
- Actif immobilisés
- Actif circulant

- Dettes à court terme
- Dettes à long terme
- Résultat net
- Résultat d'exploitation
- Chiffre d'affaire
- Achats
- Créances clients
- Dettes fournisseurs

Comme on l'a expliqué, ces comptes permettent de calculer des ratios qu'on présentera par la suite, mais avant d'y arriver, on signale que d'autres variables indispensables à notre étude ont été tirés des rapports d'activités, on cite :

- La date de fondation de l'entreprise
- Le nombre d'employés : traduit la taille de l'entreprise
- La forme légale : contenant deux variables : publique ou privée
- Actionnariat : contenant deux modalités : groupe ou filiale
- Poursuite judiciaire : variable décrivant le passé juridique de l'entreprise.
- La devise : l'unité des états de synthèse
- Le nom de la banque du client

La dernière variable « la banque du client » a été sélectionnée dans le but de chercher une variable plus significative, qui est la notation de la banque, qui représente sa situation et sa position dans le monde, reflète la puissance de sa trésorerie et la capacité de faire face à des états de chocs ou de stress, telle une crise économique mondiale. Ceci, répond en effet à une question très importante : est-ce que la défaillance ou l'handicap provient d'un déficit au niveau de l'entreprise, ou au niveau de sa banque ?

Mais faute de temps et du manque de l'information, cette variable a été mise à l'écart, donc on suppose que les banques de nos clients sont saines financièrement et ne sont pas source de la problématique.

### III. 3. Ratios financiers:

Nous arrivons aux variables les plus cruciales de notre analyse, qui sont les ratios financiers. Les ratios servent à mesurer la rentabilité, la structure des coûts, la productivité, la solvabilité, la liquidité, et plus généralement l'équilibre financier de l'entreprise.

Il existe plus de cent ratios connus dans l'analyse financière et comptables, nous avons choisis 18 ratios, les plus utilisés dans les systèmes de scoring et qui mettent en évidence les grandes masses du bilan de l'entreprise, et exprime la rentabilité, l'état de la trésorerie, de la liquidité et la solvabilité de l'entreprise. Le tableau suivant représente les ratios calculés :

Tableau 3 : Présentation des ratios financiers

	Nom de la variable	Formule de calcul
R1	Ratio de solvabilité	CP / ACTIF TOTAL
R2	Ratio de liquidité	Actif circulant / Passif circulant
R3	ROE- Ratio de la rentabilité financière	Résultat net/ CP
R4	ROS- Ratio de la rentabilité commerciale	Résultat net / CA (client)
R5	ROA - Ratio du rendement de l'actif	Résultat d'exploitation/Total Actif
R6	Ratio d'endettement	total actifs / total dettes
R7	Le Délai moyen de recouvrement des créances clients	(Créances Clients/CA)*360
R8	Le Délai moyen de règlement des comptes fournisseurs	(Dettes Fournisseurs/Achats)*360
R9	Rotation des K engagés	CA / total actif
R10	Rentabilité économique	Résultat d'exploitation/ CP
R11	Marge d'exploitation	Résultat d'exploitation /CA
R12	vitesse du rotation du K	CA / (CP+ DETTE LONG TERME)
R13	Ratio de couverture de l'actif immobilisé	L'actif immobilisé/ CP
R14	structure financière ( Gearing Ratio)	dettes financières / capitaux propres.
R15	Ratio taille	Nbr Employé/CA
R16	RatioBFR	BFR/CA
R17	contribution au CA	CA client /CA OCP
R18	ratio de levier	Montant non lettré / CA OCP

*Source ; par nous*

### III. 4. Fond de roulement et besoin en fond de roulement:

Le fond de roulement et le besoin en fond de roulement ont été calculés pour chaque client par les formules suivantes :

$$\mathbf{FR} = \text{Capitaux propres} + \text{cumul} + \text{Dettes à long terme} - \text{Immobilisations.}$$

Le fond de roulement correspond aux éléments indispensables pour démarrer et maintenir le cycle d'exploitation de l'entreprise.

$$\mathbf{BFR} = \text{l'actif circulant (stocks et créances clients)} - \text{le passif circulant (dettes non financières : fournisseurs, état, organismes sociaux)}$$

Le besoin en fond de roulement est la quantité de trésorerie immédiatement disponible que doit posséder une entreprise afin de faire face à ses échéances.

Le FR et le BFR s'affirment essentiels dans l'analyse financière d'une entreprise, cependant ce sont des montants exprimés en unité monétaire. Ce qui engendre une nouvelle contrainte à l'analyse du comportement de nos clients, il faudra donc étudier et contrôler le risque de change, ce qui s'annonce complexe en un temps réduit. En guise de solution, ces deux variables ont été remplacées par le ratio de liquidité et le ratio BFR.

#### IV. Risque pays

Le risque-pays peut être défini comme le risque de matérialisation d'un sinistre, résultant du contexte économique et politique d'un Etat étranger, dans lequel une entreprise effectue une partie de ses activités. Le « sinistre » peut être causé soit par l'immobilisation d'actifs (par exemple, la confiscation de biens détenus à l'étranger), pour une entreprise multinationale, soit sous la forme d'une répudiation de dettes par un Etat souverain, soit par l'impuissance de la Banque Centrale locale à transformer en moyens de paiement internationaux les ressources en devise locale, soit par la perte d'un marché commercial pour une entreprise exportatrice. De ce fait, le risque-pays peut englober deux composantes :

- Une composante « risque politique », résultant soit d'actes ou de mesures prises par les autorités publiques locales ou du pays d'origine, soit d'événements internes (émeutes) ou externes (guerre) ;
- Une composante « risque économique et financier », qui recouvre aussi bien une dépréciation monétaire qu'une absence de devises se traduisant, par exemple, par un défaut de paiement.

De plus en plus, ces deux sources de risque sont interdépendantes. Ce qu'il est intéressant de remarquer, c'est que le risque pays a évolué ces dernières années, au point de concerner l'ensemble des pays du monde et non plus les seuls Etats en voie de développement. Comment cela s'est-il réalisé ? Cela découle en fait de la « révolution libérale » qui a secoué les pays débiteurs puis les pays de l'Est. Ces Etats ont dû ouvrir leurs frontières et favoriser la mondialisation des échanges. Ils ont dans le même temps fortement réduit la taille et la présence de l'Etat dans l'économie. Enfin, le développement des marchés financiers a atteint également ces pays « émergents », rendant les flux libéralisés plus instables que par le passé.

Ces différents paramètres ont conduit à la « privatisation » du risque pays et par conséquent à la modification de sa perception et de son contenu. L'émergence d'un grand nombre d'acteurs du privé rend plus difficile l'appréciation du risque : la contrepartie est maintenant plus souvent une société indépendante de taille moyenne sans historique connu qu'une filiale de l'Etat dont les crédits sont mieux garantis. Le surendettement à court terme du secteur privé peut ainsi provoquer une crise de la balance des paiements à la suite d'un retrait brutal des capitaux étrangers, et déboucher sur une forte dévaluation. En outre, des chiffres sont intéressants à noter. Depuis 1980, les échanges de marchandises ont été multipliés par 7, les flux d'investissement direct à l'étranger par 15 tandis que les flux drainés par les marchés financiers l'ont été par 1700 ! Dorénavant, il circule quotidiennement dans le monde entre 50 et 90 fois plus d'argent qu'il est nécessaire au règlement de l'import export mondial. Mais encore, les réserves en devises des Banques Centrales du monde, mises ensemble, ne tiendraient pas plus de dix heures face à une panique généralisée.

En conclusion, tous les pays se retrouvent sur un pied d'égalité face au risque pays, parce qu'aucun ne peut vraiment se considérer à l'abri de la volatilité des marchés financiers. Tous les opérateurs de commerce international risquent ainsi d'être touchés par des risques de dévaluation sous contrainte, de retournement de conjoncture, d'impayés et de non-transfert.

*Description de la variable « risque pays » :*

Notre portefeuille englobe 114 clients répartis sur 35 pays, grâce à une des deux agences de notation (qui nous ont fournis les rapports d'activité), nous avons obtenu une liste actualisée de la dernière notation pays 2011 et 2010, l'année de référence. Voir le tableau représentant le rating des pays ciblés dans l'annexe 3.

## CHAPITRE 4

---

# ANALYSE TENDANCIELLE ET CODAGE DES VARIABLES

### I. Variable expliquée :

Pour arriver à modéliser le retard de paiement et capter ses variantes, une régression linéaire s'avère inadéquate dans notre cas vu l'hétérogénéité des variables, on a recours donc à des méthodes plus profonde pour déceler le mouvement de la variable retard. Mais avant de

passer à l'application des méthodes décrites dans la 1<sup>ère</sup> partie, nous devons définir notre variable expliquée ou variable dépendante Y.

On signale que dans la majorité des études de scoring, la variable dépendante, sujet d'analyse, se présente comme une donnée historisée et prédéfinie d'avance. Dans notre cas, la variable défaut a été calculée selon plusieurs approches, testée à plusieurs reprises avant de nous arrêter sur la définition suivante :

$$Y = \begin{cases} 0 \longrightarrow & \text{comportement de paiement sain} \\ 1 \longrightarrow & \text{comportement de paiement défaillant} \end{cases}$$

La variable défaut est binaire, partageant le comportement des clients en deux groupes : défaillant et non défaillant, qu'on obtient suivant la logique suivante : chaque client, dispose d'un délai de paiement qui est la période permise pour régler ses obligations à terme. Si le client dépasse ce délai il tombe en défaut, c'est-à-dire que c'est un mauvais payeur, mais est-ce que le retard, à lui seul, est suffisant pour décrire un mauvais comportement de paiement ?

Non, ce n'est pas suffisant. En effet, un client qui a enregistré un retard d'un jour sur une petite somme non lettré, ne doit pas être à pieds d'égalité avec un client qui enregistre par exemple 90 jours de retard sur la moitié du montant du contrat. Aussi, la fréquence du retard durant une année est à prendre en considération.

Ainsi, nous avons construit la règle de décision suivante :

**Y = 1** si [(retard – délai de paiement) \* montant non lettré] > 0 et fréquence du retard > 50%

**Y = 0** sinon

## II. Statistiques descriptives :

Après la construction de la base de données et la variable expliquée, nous avons jugé nécessaire de disposer des statistiques univariées pour chaque groupe étudié par rapport aux

variables quantitatives considérées, et ceci pour avoir une idée globale et préalable sur le comportement de ces deux groupes vis à vis des descripteurs en question.

### II.1. Tendances des groupes :

Calculons d'abord la moyenne et l'écart type des groupes des clients, pour savoir est-ce que la répartition selon cette variable sépare significativement notre échantillon ou pas.

Tableau 4 : Caractéristiques des clients à mauvais comportement

Descriptive Statistics				
	N	Mean	ecart type	Variance
SOLVABILITE	23	,23	,29	,08
LIQUIDITE	23	2,63	2,95	8,68
ROE	23	-,12	1,66	2,74
ROS	23	,06	,09	,01
ROA	23	,02	,09	,01
RATIO D'ENDETTEMENT	23	,39	,30	,09
CREANCES CLIENT	23	51,26	65,39	4275,42
FOURNISSEURS	23	117,43	2078,07	4318381,36
Ratio BFR	23	,21	,35	,12
Rotation des K engagés	23	1,70	2,28	5,21
Rentabilité économique	23	-,16	1,65	2,74
vitesse de rotation des K	23	8,23	21,72	471,71
couverture de l'actif immobilisé	23	-2,26	15,40	237,27
GEARING	23	13,79	22,65	513,11
CA	23	289364035,88	352494161,64	124252133992723000,00
NBR EMPLOYE	23	1565,74	2312,04	5345543,38
AGE	23	39,65	20,91	437,06
ANCIENNETE	23	7,48	3,42	11,66
CONTRIBUTION	23	1,2	,03	,00
DETTE INTERNE	23	,50	,01	,00

Source : SPSS

Tableau 5 : Caractéristiques des clients à bon comportement

Descriptive Statistics				
	N	Mean	ecart type	Variance
SOLVABILITE	91	,41	,25	,06
LIQUIDITE	91	1,74	1,20	1,45
ROE	91	,02	,92	,84

<b>ROS</b>	91	,04	,06	,00
<b>ROA</b>	91	,20	,47	,22
<b>RATIO D'ENDETTEMENT</b>	91	,33	,27	,07
<b>CREANCES CLIENT</b>	91	58,53	50,86	2587,15
<b>FOURNISSEURS</b>	91	118,22	5561,35	30928616,39
<b>Ratio BFR</b>	91	,13	,24	,06
<b>Rotation des K engagés</b>	91	1,64	1,41	1,98
<b>Rentabilité économique</b>	91	,26	1,63	2,66
<b>vitesse de rotation des K</b>	91	3,30	3,41	11,64
<b>couverture de l'actif immobilisé</b>	91	1,92	18,83	354,41
<b>GEARING</b>	91	14,83	133,83	17910,02
<b>CA</b>	91	247849204,89	422980661,02	17891263959550000,00
<b>NBR EMPLOYE</b>	91	3587,62	20546,26	422149003,34
<b>AGE</b>	91	34,55	27,06	732,32
<b>ANCIENNETE</b>	91	6,21	3,31	10,97
<b>CONTRIBUTION</b>	91	,02	,03	,00
<b>DETTE INTERNE</b>	91	,01	,11	,01

*Source ; SPSS*

D'après ces deux tableaux présentés ci-dessous, on remarque que la moyenne de l'ensemble des variables explicatives pour les deux catégories de clients est bien assez différente ce qui montre qu'elles discriminent les deux groupes. Le délai fournisseur et la contribution au CA reste les deux variables qui ont des moyennes proches pour les groupes de clients.

## II.2. Corrélation :

Avant de commencer l'élaboration de notre modèle de scoring, il est nécessaire d'étudier la corrélation entre les variables, et à l'aide du logiciel SPSS nous avons obtenu la matrice de corrélation suivante :

Tableau 6 : Matrice de corrélation des variables

Correlations

	SOLVABILITE	LIQUIDITE	ROE	RDS	ROA	RATIO D'ENDETTEMENT	CREANCES CLIENT	FOURNISSEURS	Ratio BFR	Rotation des K engagés	Rentabilité économique	vitesse de rotation des K	couverture de l'actif immobilisé	GEARING	CA	AGE	ANCIENNETE	CONTRIBUTION	DETTE INTERNE	NBR EMPLOYE
SOLVABILITE	1	,362"	,195'	,288"	,162	-,392"	-,250"	,075	,326"	,130	,229"	-,255"	-,086	-,086	-,032	-,002	-,160	-,032	,041	,092
LIQUIDITE	,362"	1	,091	,266"	,192'	-,098	-,126	-,005	,706"	-,098	,173	-,118	-,016	-,054	-,051	,116	,049	-,051	-,030	,005
ROE	,195'	,091	1	,245"	,093	-,259"	,108	,007	,120	-,022	,727"	-,563"	-,052	,007	-,118	,055	-,098	-,118	,016	,041
RDS	,288"	,266"	,245"	1	,081	,075	-,013	,033	,351"	-,204'	,159	-,165	-,163	-,061	-,104	,156	-,063	-,104	-,022	,102
ROA	,162	,192'	,093	,081	1	,036	-,147	-,005	,094	,085	,536"	-,089	,003	-,033	-,034	-,025	-,019	-,034	-,023	-,048
RATIO	-,392"	-,098	-,259"	,075	,036	1	,228'	,016	-,001	-,039	-,219'	,023	,110	,035	,020	,062	,117	,020	-,051	-,009
CREANCES CLIENT	-,250"	-,126	,108	-,013	-,147	,228'	1	-,029	,136	-,251"	-,007	-,086	-,033	-,031	-,190'	,099	,140	-,190'	,033	-,075
FOURNISSEURS	,075	-,005	,007	,033	-,005	,016	-,029	1	-,010	,022	-,005	-,033	-,005	,049	-,036	-,157	-,153	-,036	,014	,064
Ratio BFR	,326"	,706"	,120	,351"	,094	-,001	,136	-,010	1	-,114	,115	-,140	-,027	-,071	-,071	,163	-,011	-,071	-,030	-,011
Rotation des K	,130	-,098	-,022	-,204'	,085	-,039	-,251"	,022	-,114	1	-,008	,359"	,019	,012	-,002	-,165	-,091	-,002	-,031	,048
Rentabilité	,229"	,173	,727"	,159	,536"	-,219'	-,007	-,005	,115	-,008	1	-,416"	,097	,009	-,055	,037	-,050	-,055	,007	-,003
vitesse de rotation	-,255"	-,118	-,563"	-,165	-,089	,023	-,086	-,033	-,140	,359"	-,416"	1	-,003	,008	,177	-,029	,146	,177	-,012	-,029
couverture de l'actif immobilisé	-,086	-,016	-,052	-,163	,003	,110	-,033	-,005	-,027	,019	,097	-,003	1	,146	-,010	-,039	,073	-,010	,002	,018
GEARING	-,086	-,054	,007	-,061	-,033	,035	-,031	,049	-,071	,012	,009	,008	,146	1	-,059	,095	,009	-,059	-,011	,047
CA	-,032	-,051	-,118	-,104	-,034	,020	-,190'	-,036	-,071	-,002	-,055	,177	-,010	-,059	1	,128	,226'	1,000"	-,456	-,031
AGE	-,002	,116	,055	,156	-,025	,062	,099	-,157	,163	-,165	,037	-,029	-,039	,095	,128	1	,301"	,128	,104	,036
ANCIENNETE	-,160	,049	-,098	-,063	-,019	,117	,140	-,153	-,011	-,091	-,050	,146	,073	,009	,226'	,301"	1	,226'	-,040	,085
CONTRIBUTION	-,032	-,051	-,118	-,104	-,034	,020	-,190'	-,036	-,071	-,002	-,055	,177	-,010	-,059	1,000"	,128	,226'	1	-,088	-,031
DETTE INTERNE	,041	-,030	,016	-,022	-,023	-,051	,033	,014	-,030	-,031	,007	-,012	,002	-,011	-,088	,104	-,040	-,088	1	-,020
NBR EMPLOYE	,092	,005	,041	,102	-,048	-,009	-,075	,064	-,011	,009	-,003	-,029	,018	,047	-,031	,036	,085	-,031	-,020	1

Source : SPSS

En fixant un seuil de corrélation égale à 0,4, et après l'établissement de la matrice de corrélation, on constate l'existence de 5 corrélations. Ainsi cette analyse nous mène à enlever 4 variables de l'analyse et qui sont : le ratio BFR, la rentabilité économique, la contribution au CA et le nombre d'employés/CA.

### II.3. Dépendance des variables retenues avec la variable expliquée :

On va utiliser le test de khi deux  $\chi$  afin de tester l'hypothèse de l'indépendance de la variable expliquée (variable dichotomique) avec les différentes variables explicatives.

$H_0$  : il y a indépendance entre la variable expliqué Y et le descripteur X

Ce travail ce fait pour chaque variable, et le résultat de l SPSS pour la variable solvabilité est comme suit :

**Tableau 7 : Test de khi- deux**

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	110,895	109	,01
Likelihood Ratio	111,871	109	,406
Linear-by-Linear Association	,245	1	,621
N of Valid Cases	114		

*Source: SPSS*

La valeur de khi-deux pour cette variable indique que l’hypothèse d’indépendance est rejetée au seuil de signification 5%.

On a calculé, aussi le coefficient de contingence entre les variables retenues et la variable expliqué afin de mesurer l’intensité de la liaison entre ces variables.

Le tableau suivant montre que le ratio de solvabilité est lié à 70,2% avec le comportement de paiement des clients.

**Tableau 8 : Coefficient de contingence**

	Value	Approx. Sig.
Nominal by Contingency Nominal Coefficient	,702	,002
N of Valid Cases	114	

*Source: SPSS*

Le tableau qui suit regroupe les résultats pour les différentes variables retenues dans notre analyse

**Tableau 9 : significativité de l’indépendance des variables**

Variables	Khi-deux	Ddl	signification	coef de contingence
SOLVABILITE	110,895	109	0,01	0,70

LIQUIDITE	3,91	112	0,03	0,59
ROE	742,9	112	0,012	0,57
ROA	23,93	112	0,023	0,62
RATIO D'ENDETTEMENT	54,76	112	0,043	0,70
CREANCES CLIENT	43,23	111	0,23	0,61
FOURNISSEURS	0	103	0,56	0,65
Rotation des K engagés	0,8	112	0,14	0,58
vitesse de rotation des K	4,38	112	0,038	0,74
couverture de l'actif immobilisé	9,723	112	0,045	0,51
GEARING	2,87	112	0,65	0,63
CA	30,811	112	0,034	0,86
NBR EMPLOYE	23,889	112	0,23	0,73
AGE	25,522	112	0,045	0,69
ANCIENNETE	31,473	112	0,049	0,67
DETTE INTERNE	29,158	112	0,034	0,23

*Source: Fait par nous*

La signification pour les différentes variables représentées dans le tableau ci-dessus, indique que, pour toutes les variables, l'hypothèse d'indépendance est rejetée au seuil de signification 5%, sauf pour les variables : créances clients, délai fournisseurs et le GEARING qui ont une signification inférieure au seuil fixé. Donc on peut déduire qu'il y a une dépendance en général entre la variable expliquée et les variables explicatives choisies.

### III. Codage des variables

#### III.1. Codification par arbre de décision

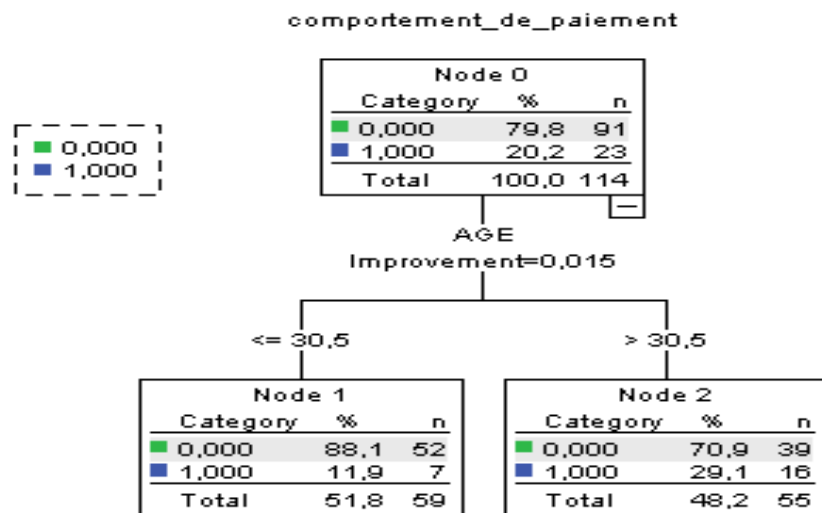
##### III.1.1. Méthodologie

L'application des méthodes statistiques retenues dans nos analyses nécessitent que les variables soient recodifiées, pour les rendre catégorielles en cas de variables continues ou encore pour construire des classes plus consistantes pour les autres variables. Cette

codification est appliquée à l'aide de l'arbre de segmentation pour tenir en compte de l'effet de la variable expliquée sur chaque variable.

A titre d'exemple, la codification de la variable âge a été faite comme l'explique la figure suivante, ainsi l'arbre de décision a décomposé l'âge en deux classes :

Figure 7 : Arbre de décision de la variable Age



Source : SPSS

Ce travail a été fait pour l'ensemble des variables retenues après l'analyse de corrélation, en utilisant la méthode **CRT** : Classification and Regression Trees (arbres de segmentation et de régression). CRT divise les données en segments aussi homogènes que possible par rapport à la variable dépendante. Un nœud terminal dans lequel toutes les observations ont la même valeur de variable dépendante est un nœud homogène et « pur ».

### III.1.2. Présentation des résultats

Ainsi, l'arbre de décision a pu recoder toutes les variables qualitatives dont nous disposons en classes homogènes. Les résultats de cette classification sont les suivants :

**Pour la variable âge :**

Age		
Modalité	0	1

Effectif	59	55
Classe	< 30,5	>= 30,5

Pour la variable ancienneté :

Ancienneté		
Modalité	0	1
Effectif	15	99
Classe	< 8,95	>= 8,95

Pour la variable CA :

Chiffre d'affaire		
Modalité	0	1
Effectif	95	19
Classe	< 347 726 400	> = 347 726 400

Pour la variable secteur

Secteur		
Modalité	0	1
Effectif	53	61
Classe	CMV-E/CMV-N/CMV-O	CMV-A/CMV-B/CMV-I/CMV-R

Pour la variable mode de paiement

Mode de paiement		
Modalité	0	1
Effectif	74	40
Classe	tbd/Contrat Bancaire/L/C irrévocable et confirmée/PP	TT/TT + garantie

Pour la variable risque pays :

Risque pays		
<b>Modalité</b>	0	1
<b>Effectif</b>	68	46
<b>Classe</b>	A1/A2/A3	A4/C/D

Remarque :

Les ratios financiers ont été codifiés par l'arbre de décision comme toutes les autres variables, mais le résultat n'était pas aussi pertinent. Nous avons alors eu recours à une autre méthode de codification plus classique, à partir des normes internationales, et des seuils de signification des ratios.

### III.2. Codification des ratios financiers

#### III.2.1. Méthodologie

Pour pouvoir discriminer les ratios en classes homogènes et distinctes, nous devons en premier lieu comprendre l'utilité de chacun, et signification des seuils affectés. Nous signalons que le ratio BFR, la contribution au chiffre d'affaire et le ratio du nombre d'employés sur le chiffre d'affaire ont été omis par l'étude de corrélation, donc ils ne feront pas objet de codification.

Les normes et seuils de jugement seront présentés dans l'annexe pour tous les ratios, qui sont désormais affectés en deux classes, à titre d'exemple, nous avons choisis d'exposer la procédure pour l'un deux, le plus fameux le ratio de liquidité :

Par définition, le ratio de liquidité est un indicateur de la liquidité d'une entreprise ou d'un particulier et de sa capacité à rembourser ses dettes à court terme ;

RATIOS	Critère de décision	classe de codage
R – Liquidité	> 1 : l'Etse peut faire face plus rapidement à ses dettes à court terme.	0
	< 1 : alors l'Etse trouve des difficultés à couvrir ses dettes	1

#### III.2.2. Présentation des résultats

Pour le ratio de liquidité

Ratio de liquidité		
Modalité	0	1
Effectif	93	21
Classe	> 1	<= 1

Pour le ratio de solvabilité :

Ratio de solvabilité		
Modalité	0	1
Effectif	75	39
Classe	<= 0,5	> 0,5

Pour le ratio ROE:

ROE		
Modalité	0	1
Effectif	94	20
Classe	> 0	< 0

Pour le ratio ROA:

ROA		
Modalité	0	1
Effectif	98	16
Classe	> 0	< 0

Pour le ratio ROS :

ROS		
Modalité	0	1
Effectif	90	24
Classe	> 0	< 0

Pour le ratio Gearing :

GEARING		
Modalité	0	1
Effectif	79	35
Classe	< 1	> 1

Pour le ratio créances client :

Ratio créances client		
Modalité	0	1
Effectif	94	20
Classe	[30,90]	< 30 ou > 90

Pour le ratio dettes fournisseurs:

Ratio dettes fournisseur		
Modalité	0	1
Effectif	59	55
Classe	< 60	> 60

Pour La rotation des capitaux engagés:

Rotation des capitaux engagés		
Modalité	0	1
Effectif	76	38
Classe	> 1	< 1

Pour La couverture de l'actif immobilisé :

Couverture de l'actif immobilisé		
Modalité	0	1
Effectif	35	79
Classe	> 1	< 1

## CHAPITRE 5

# ÉLABORATION D'UN MODÈLE DE NOTATION INTERNE

### I. Application de la régression logistique :

#### I.1. Construction du modèle :

Dans ce chapitre nous allons essayer de construire un modèle de notation qui tient en compte seulement des modalités qui étaient retenues par la méthode de sélection de variables (méthode descendante : rapport de vraisemblance), pour estimer la probabilité a posteriori qu'un client ne règle pas ces engagements avec la banque. Ensuite, on va déterminer les classes de risques, les probabilités de défauts moyennes et le seuil d'affectation des clients.

Dans notre travail, nous avons procédé par une régression logistique pas à pas descendante par le maximum de vraisemblance qui consiste à introduire toutes les variables. A chaque étape, nous éliminons la variable qui contribue le moins, jusqu'à l'obtention d'un modèle où toutes les variables sont significatives. Cette méthode nous permet de retenir le modèle issue à l'étape 10.

La sortie SPSS suivante nous permet de confirmer cette hypothèse puisque on a un seuil de signification  $< 0,05$  pour toutes les variables.

**Tableau 10 : les variables retenues par la méthode pas à pas**

		B	E.S.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Etape 10	SOLVABILITE	0,066	0,024	7,612	1	0,006	1,068
	LIQUIDITE	-0,076	0,024	9,757	1	0,002	0,927
	ROA	-0,413	0,083	24,462	1	0,02	0,662
	couverture de l'actif immobilisé	-0,711	0,017	1762,093	1	0,045	0,168
	CA	2,843	0,155	334,593	1	0,049	0,479
	Risque_pays	-1,251	0,413	9,152	1	0,034	0,268
	ANCIENNETE	-0,735	0,308	5,712	1	0,01	0,019
	Constant	60,524	15335,187	5,786	1	0,03	183401,854

*Source : SPSS*

## I.2. Significativité du modèle

### I.2.1. Significativité des coefficients :

Pour tester le significativité des coefficients, nous allons utiliser deux tests :

#### a) Test de Wald :

$$H_0 : \beta_i = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : \beta_i \neq 0 \quad i=1\dots5 \quad \text{et} \quad \alpha = 5\%$$

*Règle de Décision :*

On rejette  $H_0$  si  $W > \phi(1 - \alpha) = \phi(0.95) = 1.65$

On remarque d'après le tableau précédent que toutes les variables sont significatives au seuil de 5% puisque toutes les valeurs de la statistique de Wald (W) sont supérieures à 1,65.

#### b) Test du rapport de vraisemblance :

**Tableau 11: résultat du test de rapport de vraisemblance**

		Modèle log-vraisemblance	Modification dans -2log-vraisemblance	Ddl	Signification de la modification
Etape 10	SOLVABILITE	-5952,735	18,024	1	0
	LIQUIDITE	-5947,172	6,898	1	0,009
	ROA	-6924,938	1962,431	1	0
	couverture de l'actif immobilisé	-6210,513	533,579	1	0
	CA	-5956,61	25,773	1	0
	Risque_pays	-5946,327	5,207	1	0,022
	ANCIENNETE	-5957,856	28,265	1	0

*Source : SPSS*

D'après ce tableau, nous trouvons que toutes les variables expliquent bien le modèle, ce qui vient confirmer les résultats ainsi obtenues par le test de Wald. Il faut noter que le test du rapport de vraisemblance est plus précis que le test de Wald.

*1.2.2. Le R<sup>2</sup> du modèle :*

Afin de valider notre modèle, nous utilisons le R<sup>2</sup> de Nagelkerke. Il définit la proportion de la variation totale expliquée par la régression logistique (voir tableau).

**Tableau 12 : le R<sup>2</sup> du modèle**

Etape	-2log-vraisemblance	R-deux de Cox & Snell	R-deux de Nagelkerke
10	11887,446	,435	,720

*Source : SPSS*

Dans notre cas, le R<sup>2</sup> est égal à 72%, c'est à dire que le modèle explique la variable dépendante à 58%. Autrement dit, nos variables expliquent assez bien la variable dépendante.

**1.3. Validation du modèle :**

*1.3.1. Le taux de bons classements :*

Après la mise en place d'un outil de discrimination (modèle logistique), Les taux de bon classement sont systématiquement examinés, leur calcul consiste à comparer les affectations effectuées par le modèle avec celles d'origine après le calcul des probabilités de défaut a posteriori pour toutes les entreprises.

La table de classement suivante nous informe sur les résultats pratiques de l'utilisation de la régression logistique

**Tableau 13: Tableau de bon classement**

	Observed	Predicted	
		comportement_de_paiement	Percentage Correct

			0	1	
Step 10	comportement_de_paiement	0	87	4	95,60
		1	3	20	86,95
	OverallPercentage				

Source : SPSS

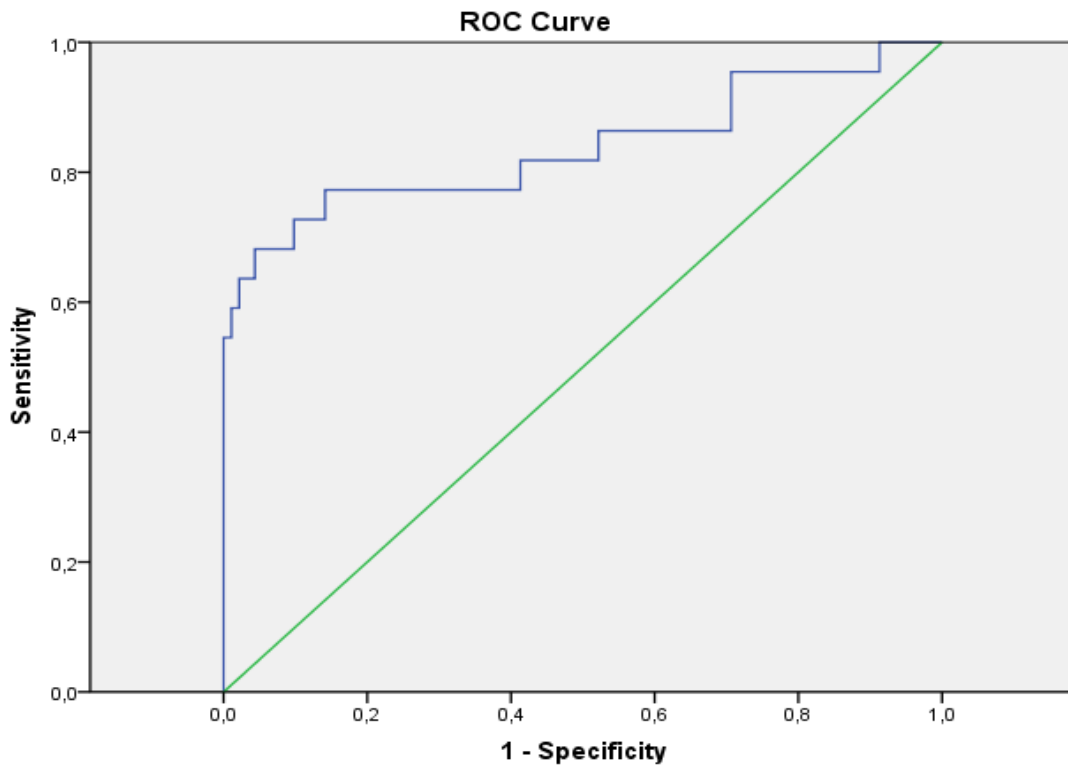
Puisque le pourcentage de bon classement global dépasse le seuil théorique de 50%, nous pouvons conclure que les résultats obtenus sont assez satisfaisants. Le bon classement est **93,85%**. Pour mieux expliquer ce tableau, nous avons introduit les termes suivants : le « taux d'erreur », « la sensibilité » et « la spécificité ».

- le taux d'erreur :  $\frac{3+4}{114} = 6,14\%$ .
- la sensibilité :  $P(\text{classé\_Bon} / Y=0) = 95,60\%$ , les bons clients seront prédits avec un succès de 95,60%.
- la spécificité :  $P(\text{classé\_Mauvais} / Y=1) = 86,95\%$ , les mauvais clients seront prédits avec un succès de 86,95%.

### 1.3.2. La courbe de ROC :

Une autre méthode pour valider notre modèle consiste à utiliser la courbe de ROC.

Figure 8: courbe de ROC



*Source : SPSS*

**Tableau 14: Détails de la courbe ROC**

Variable(s):SCORE	
Area	
	,837

*Source : SPSS*

#### **I.4. Résultat : détermination des classes de risque :**

Après avoir mis en place un modèle de scoring en utilisant la régression logistique, il serait pertinent de définir des classes de risque homogènes, qui sont classées dans un ordre décroissant en termes de probabilité de défaillance à l'aide de la classification hiérarchique.

**Tableau 15 : les classes de risque par la régression logistique**

<b>Classe</b>	<b>Probabilité de défaillance</b>
<b>Risque élevé</b>	<b><math>0,53489 \leq P \leq 0,99987</math></b>
<b>Risque modéré</b>	<b><math>0,10758 \leq P \leq 0,49979</math></b>
<b>Risque faible</b>	<b><math>0,00005 \leq P \leq 0,09024</math></b>

*Source : Fait par nous.*

## II. Application des réseaux neurones

### II.1. Construction du modèle :

En raison de leur puissance, souplesse et convivialité, la méthode des réseaux neuronaux est utilisée dans de nombreuses applications prédictives d'exploration de données.

Précisons que dans le cas de cette méthode, les échantillons apprentissage et test sont élaborés par le logiciel lui-même.

L'utilisation des réseaux neuronaux implique l'utilisation de deux différents types de réseaux. Nous avons d'un côté, perceptron multi-strate (Multilayer Perceptron, MLP) et la fonction à base radiale (Radial Basis Function, RBF) de l'autre. Ainsi, l'option réseaux neuronaux vous permet donc d'ajuster les réseaux MLP et RBF et d'enregistrer les modèles obtenus à des fins d'évaluation.

Et bien que les réseaux neuronaux imposent des contraintes minimales à la structure du modèle et aux hypothèses, il est utile de comprendre leur architecture générale. Le réseau MLP ou RBF est une fonction de variables indépendantes (les entrées) qui minimisent l'erreur de prévision des variables cible (les sorties). Dans ce qui suit, nous nous limiterons au type RBF.

### II.2. Déploiement du modèle :

La méthode RBF, nous amène au récapitulatif de traitement des observations (tableau 16). Celui-ci montre que notre échantillon d'apprentissage est représenté par 66,5% de la base globale, alors que les 34,5% restants représente l'échantillon test.

**Tableau 16 : Récapitulatif de traitement des observations**

	N	Percent
Sample Training	74	65,5%
Testing	39	34,5%
Valid	113	100,0%
Excluded	1	
Total	114	

*Source : SPSS*

Maintenant, et après avoir élaboré le récapitulatif de traitement, nous allons essayer de cerner l'importance de la contribution de chaque variable indépendante dans le calcul de la fonction de sortie (Comportement\_de\_paiement). Le module de SPSS fournit une option alternative pour remédier à ce problème en mesurant l'évolution de la valeur de sortie pour différentes valeurs de chaque variable indépendante.

**Tableau 17 : Importance des variables indépendantes**

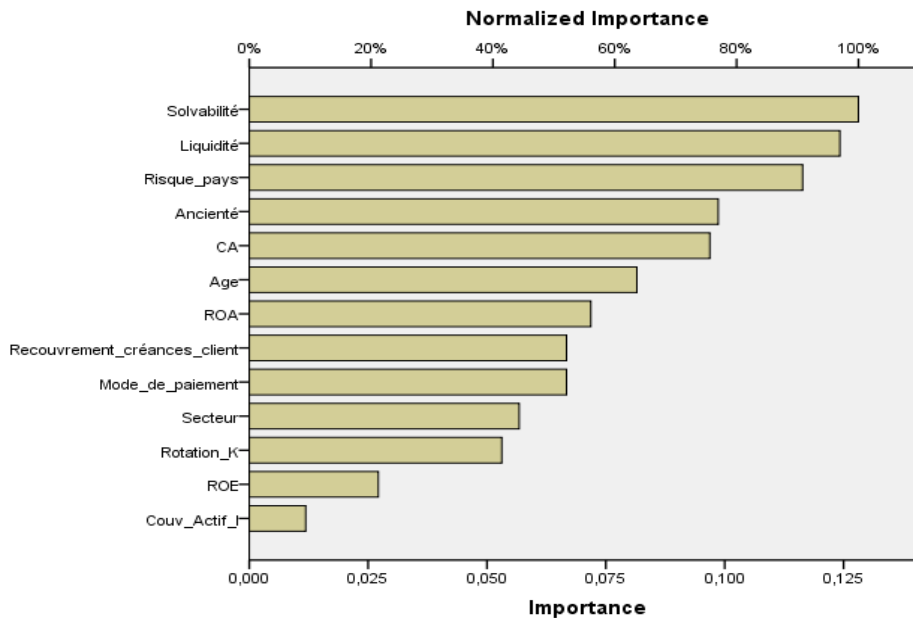
**Independent Variable Importance**

	Importance	Normalized Importance
Risque_pays	,116	90,8%
Age	,082	63,6%
Ancienté	,099	77,0%
Secteur	,057	44,3%

ROA	,072	56,1%
Mode_de_paiement	,067	52,1%
CA	,097	75,6%
Solvabilité	,128	100,0%
Couv_Actif_I	,012	9,3%
ROE	,027	21,2%
Recouvrement_créances_client	,067	52,1%
Rotation_K	,053	41,5%
Liquidité	,124	97,0%

Source : SPSS

Figure 9: importance standardisée des variables



Source : SPSS

Comme nous le remarquons sur le tableau ainsi que sur le graphique, les variables qui contribuent le plus (avec plus que 50%) à la construction de la valeur du score, et par conséquent de la détermination du comportement de paiement des clients sont :

- La solvabilité
- La liquidité
- Le risque pays
- L'ancienneté

- Le chiffre d'affaire
- Le ROA
- L'âge
- Le mode de paiement

### II.3. Validation du modèle :

#### II.3.1. Table de classement

Tableau 18 : le tableau de bon classement

		Classification		
Sample	Observed	Predicted		Percent Correct
		0	1	
Training	0	59	3	95,2%
	1	4	8	66,7%
	Overall Percent	85,1%	14,9%	90,5%
Testing	0	31	0	100,0%
	1	5	3	37,5%
	Overall Percent	92,3%	7,7%	87,2%

Dependent Variable: Comportement\_de\_paiement

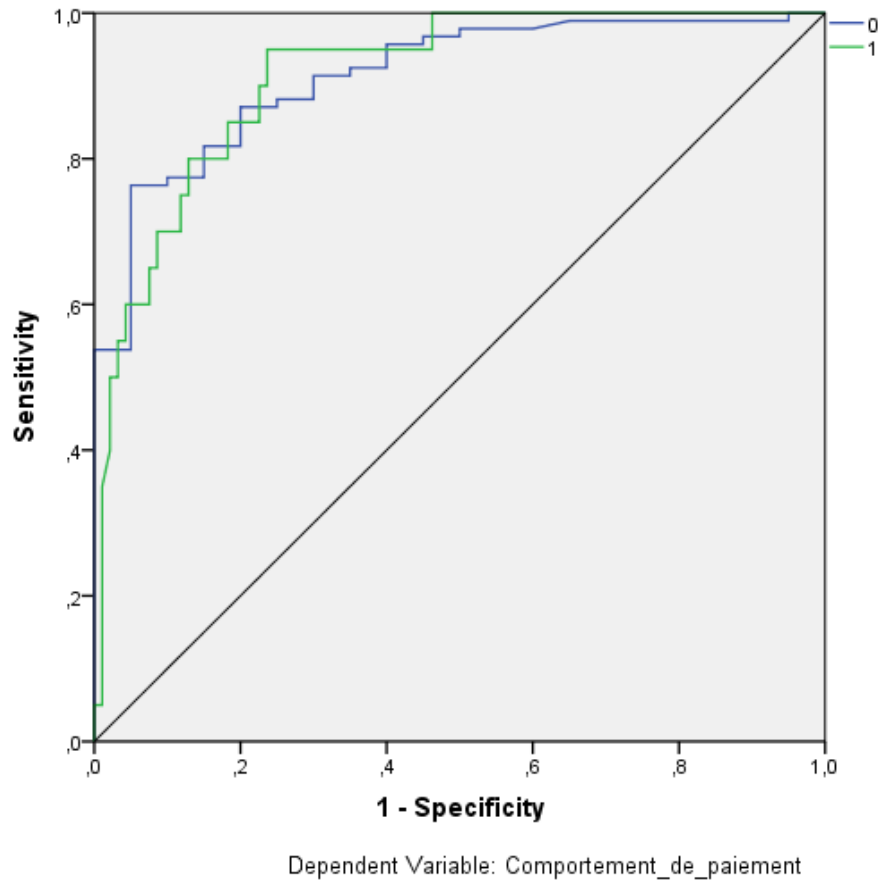
Source : SPSS

Les pourcentages de bon classement pour les échantillons d'apprentissage et de test, représentent respectivement 90,5% et 87,2%. Ils dépassent largement le seuil théorique de 50%, d'où la pertinence du modèle.

#### II.3.2. Courbe de ROC

La courbe de ROC, sur la figure qui suit, vient renforcer ce constat.

Figure 10 : Courbe de ROC



*Source : SPSS*

Nous passons maintenant à l'établissement des classes de risque homogènes selon les probabilités de défaillance, propres au modèle obtenu par la méthode des réseaux neurones.

**Tableau 19: Détails de la courbe ROC d'échantillon test**

Area Under the Curve		Area
Comportement_de_paiement	0	,914
	1	,914

*Source : SPSS*

#### II.4. Résultat : détermination des classes de risque

D'après la courbe de la figure 10 et le tableau 19, la surface sous la courbe est presque égale à 0,914 pour les deux états de défaillance. Nous en concluons alors que le modèle de discrimination est excellent.

**Tableau 20 : les classes de risque par la méthode des réseaux neurones**

<b>Classes</b>	<b>Probabilité de défaillance</b>
<b>Risque élevé</b>	<b><math>0,53489 \leq P \leq 0,9198804</math></b>
<b>Risque modéré</b>	<b><math>0,09194 \leq P \leq 0,47063</math></b>
<b>Risque faible</b>	<b><math>0,00014 \leq P \leq 0,09024</math></b>

*Source : fait par nous*

### III. Analyse des résultats :

Après avoir élaboré deux modèles différents, nous avons trouvé que le modèle ainsi obtenu à partir des réseaux de neurones est celui le plus discriminant, puisque les outils de validation donnent des résultats plus pertinentes, aussi bien que la compatibilité des résultats avec le comportement réel des clients.

Lors de l'analyse des résultats, il s'est avéré que la performance des modèles est conditionnée par le taux de défaillance dans la base de données ; plus le taux de défaillance s'approche de 50% mieux sera la performance des modèles. En plus, à partir des résultats du meilleur modèle retenu qui est celui des réseaux de neurones, 83% des clients à risque élevé pour l'année d'étude 2010, a enregistré effectivement des retards à grande fréquence l'année d'après, un résultat très satisfaisant qui traduit un grand pouvoir réel de discrimination de ce dernier.

Maintenant d'autre part, 17 % des clients qui ont été annoncé à risque élevé de défaillance, ont eu un comportement de paiement plutôt acceptable. Ceci est peut-être dû à la

non pertinence de leurs informations enregistrées dans notre base de données traitée, à une erreur de saisie ou à une erreur de calcul ou de codage des ratios financiers, même ceci reste peu probable vu qu'on a vérifié et revérifié toutes les opérations du processus.

En outre, on ne peut négliger le fait que ces informations proviennent des rapports annuels des clients, obtenus grâce aux agences de notation, comme expliqué au part-avant, et que le problème peut résider à ce niveau là.

Le risque que les états de synthèses contiennent des informations biaisés n'est pas nul non plus, en effet, il arrive qu'une entreprise déclare une situation financière alarmante pour échapper aux impôts et aux lois de prélèvement parfois très lourde.

Pour trancher sur le sujet, une étude plus profonde s'avère essentielle. Mais faute de temps, nous avons dû s'arrêter à ce stade, et se contenter d'un résultat très satisfaisant et qui peut être amélioré par la suite.

## CHAPITRE 6

---

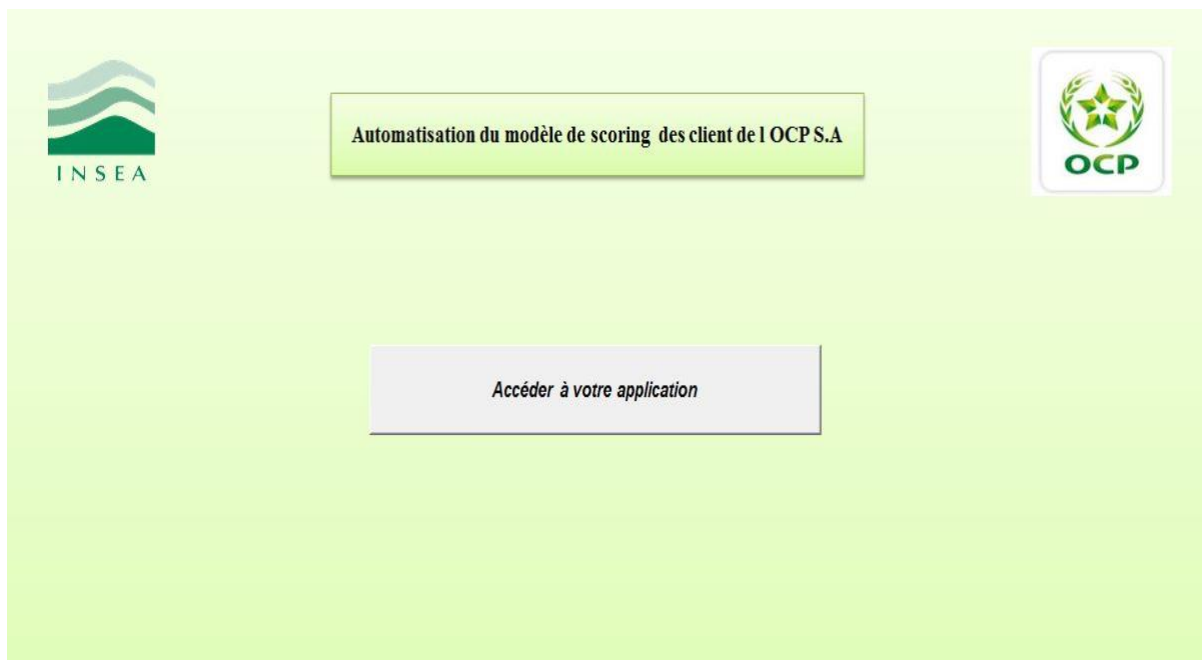
### AUTOMATISATION

Afin de faciliter la compréhension et l'application du modèle de notation des clients retenu par la méthode de la régression logistique, on va procéder par une automatisation de

l'enchaînement des scénarios d'élaboration de score pour les clients du l'OCP, en utilisant le langage de programmation Visuel basic (VB-Excel).

L'interface suivante représente la page d'accueil de notre application

Figure 11 : Présentation de la page d'accueil



*Source VBA - EXCEL*

En accédant à cette application, l'utilisateur peut effectuer plusieurs opérations concernant la base de données des clients et qui sont :

**La consultation** : qui permet d'établir un reporting sur chaque client.

**La modification** : qui permet de mettre à jours la base de données en cas de changement d'une ou de plusieurs variables des clients.

**L'ajout d'un nouveau client** : qui permet de calculer le score d'un nouveau client en entrant les caractéristiques définies par le modèle.

**La suppression** : qui permet de supprimer un client de la base de données

La figure qui suit montre l'interface de l'ensemble de ces commandes :

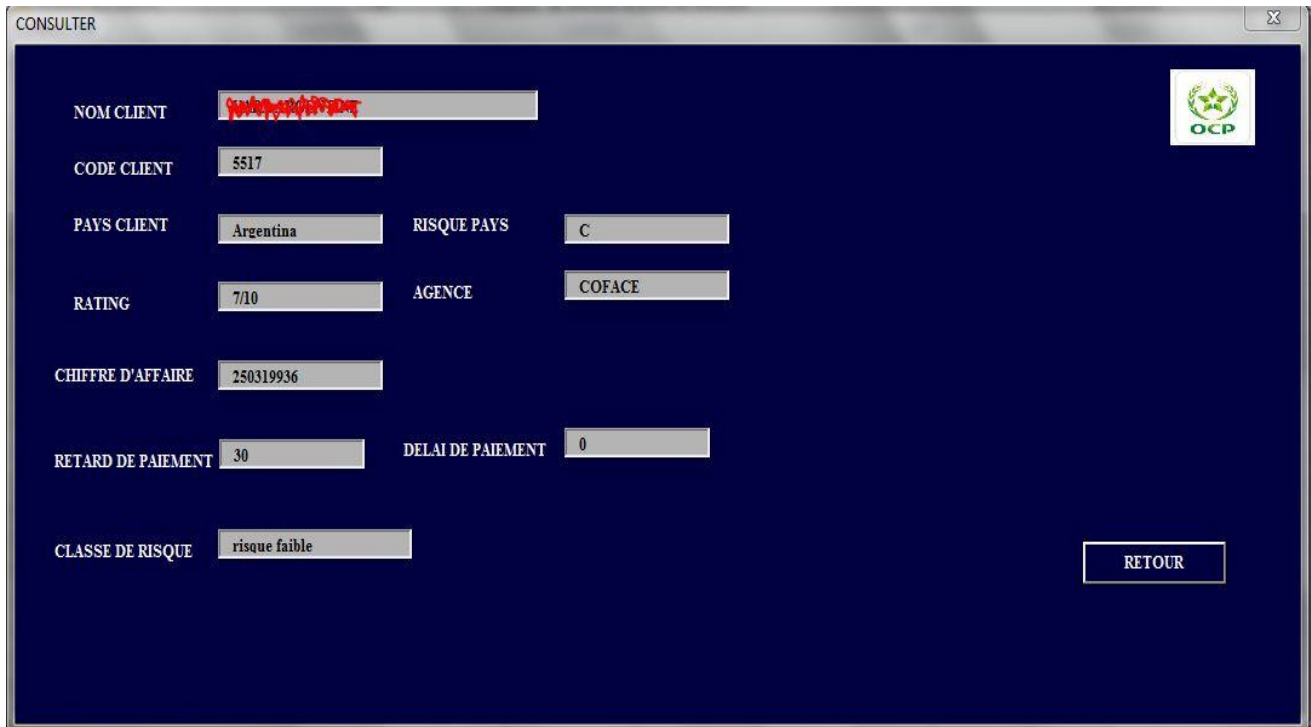
Figure 12 : présentation de la page de choix



*Source : VBA – Excel*

Le reporting des clients contient un ensemble d'informations internes et externes, comme le montre la figure suivante et en entrant le nom client dans le champ correspondant, l'utilisateur peut visualiser le résultat de notre modèle, qui est la classe de risque, ainsi que d'autres informations :

Figure 13 : Présentation de la page de consultation



The screenshot shows a window titled 'CONSULTER' with a dark blue background. It contains several input fields for client data:

- NOM CLIENT: [Redacted]
- CODE CLIENT: 5517
- PAYS CLIENT: Argentina
- RISQUE PAYS: C
- RATING: 7/10
- AGENCE: COFACE
- CHIFFRE D'AFFAIRE: 250319936
- RETARD DE PAIEMENT: 30
- DELAI DE PAIEMENT: 0
- CLASSE DE RISQUE: risque faible

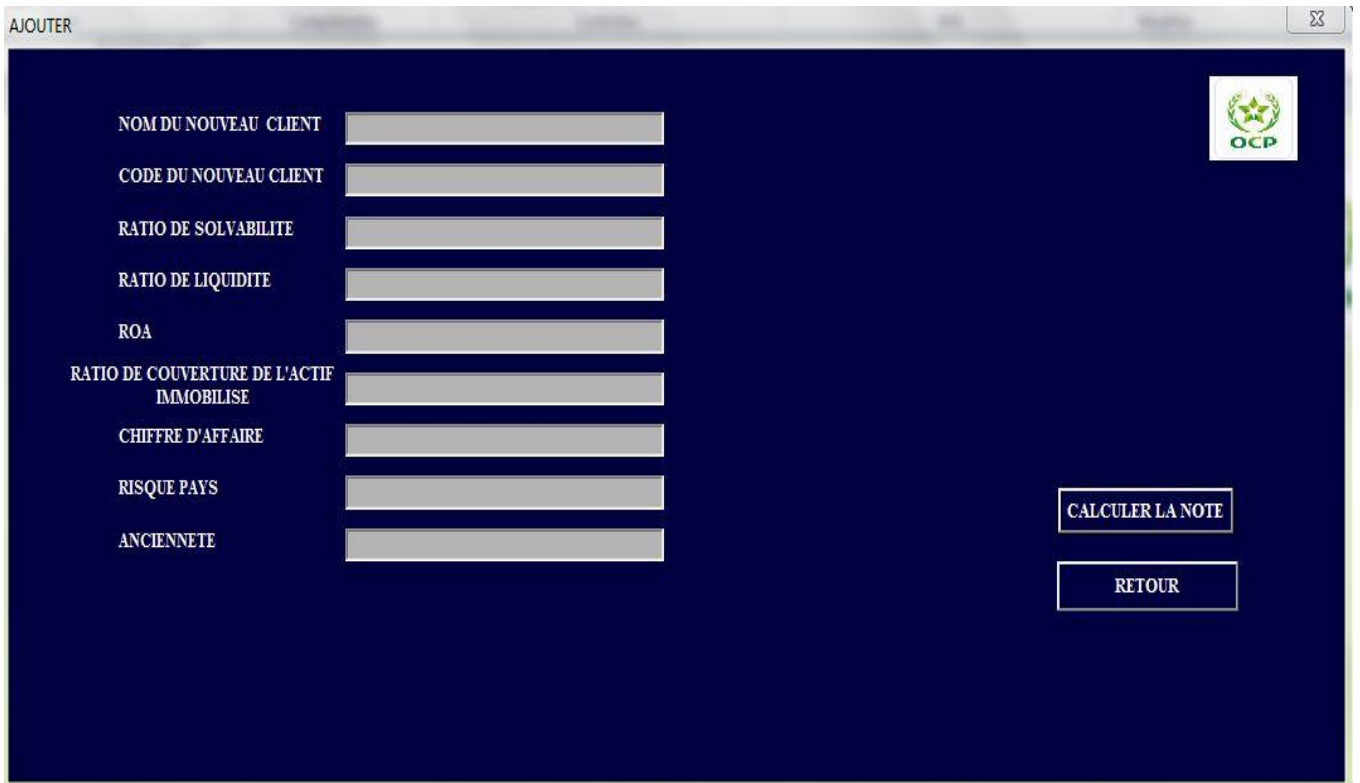
A 'RETOUR' button is located in the bottom right corner. An OCP logo is visible in the top right corner of the window.

*Source : VBA – Excel*

Pour la fonction d'ajout d'un nouveau client, en plus des informations concernant le calcul du score, l'utilisateur doit aussi saisir les informations qui figurent sur le reporting et cela pour bien compléter la base de données

L'interface de calcul de score est la suivante :

Figure 14 : Page d'ajout d'un nouveau client et calcul du score



AJOUTER

NOM DU NOUVEAU CLIENT

CODE DU NOUVEAU CLIENT

RATIO DE SOLVABILITE

RATIO DE LIQUIDITE

ROA

RATIO DE COUVERTURE DE L'ACTIF  
IMMOBILISE

CHIFFRE D'AFFAIRE

RISQUE PAYS

ANCIENNETE



*Source : VBA – Excel*

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce projet de fin d'étude avait pour objectif la conception et la validation de deux méthodes d'élaboration d'un système de notation interne dans le cadre de l'optimisation de la politique du département « credit management » à l'OCP. Il s'agit non seulement d'estimer la probabilité de défaut de chaque client pour la couverture du risque crédit, mais également d'en construire une segmentation pour la détermination des classes de risque associées.

Au terme de ce travail, nous avons abouti à deux modèles de notation des clients, qui s'appuie notamment sur l'identification des classes de risques et le calcul des probabilités de défaut associées. En considérant les variables retenues, nous avons pu retenir les modèles construits à partir de la régression logistique, et des réseaux de neurones, qui permettent d'estimer les probabilités *à posteriori* de défaut.

Dans une seconde phase, nous avons dressé une comparaison entre les modèles en se basant sur plusieurs critères : taux de bons classements, la courbe de ROC.... Les résultats obtenus démontrent la performance du réseau de neurones à perceptron multicouche que ce soit en termes de pouvoir discriminant du modèle ou en termes de pouvoir prédictif.

Une automatisation de ce dernier s'est avérée essentiel pour compléter notre travail. Nous avons procédé à cet objectif en faisant appel à nos connaissances en VBA Excel, nous permettant une manipulation facile que ça soit pour nous au niveau de la conception et du déploiement, ou au niveau de l'utilisateur qui pourra aisément s'adapter avec l'outil.

Ce projet nous a permis de mettre en œuvre une bonne partie de nos connaissances théoriques acquises durant notre formation à l'Institut, de découvrir de près le secteur financier, d'aborder l'approche statistique appliquée à la théorie financière et de développer l'esprit d'analyse et de synthèse en se confrontant aux problématiques réelles qui se posent au niveau du contrôle et de la gestion interne de l'organisme concerné. Nonobstant cela, nous avons rencontré un grand nombre de problèmes, notamment l'indisponibilité de certaines données et la qualité de l'information existante. Ceci n'est guerre sans effet sur la performance et le bon déroulement du projet.

Cependant, nous nous estimons heureux d'avoir fait partie, pour une période de quatre mois, de l'équipe du contrôle de gestion de l'OCP, d'avoir bénéficié d'un sujet fertile qui nous a permis de nous développer, techniquement aussi bien qu'humainement.

Notre ambition et notre amour de pousser nos limites toujours plus loin, a donné son fruit. Nous avons été appelé à prolonger notre période de stage, pour deux mois encore, afin de réaliser une application en Business Intelligence, qui vise à relier l'ensemble des bases de données : règlement et facturation en plus du modèle de scoring, pour rassembler toute l'information relative à un client donné, sur une période donnée : mensuelle, trimestrielle, et annuelle.

La mission n'est pas aussi simple que cela ne laisse comprendre, mais nous nous engageons à mener notre projet à sa fin et honorer nos engagements.

## GLOSSAIRE

– **Actifs** : c'est l'ensemble des biens ou droits constituant le patrimoine de l'entreprise, i.e. tout ce qu'elle possède.

- **Autonomie financière d'une entreprise** : c'est la capacité de s'autogérer elle-même.
- **Chiffre d'affaire** : Le chiffre d'affaire désigne le total des ventes de biens et de services facturés par une entreprise sur un exercice comptable.
- **CAHT** : Chiffre d'affaire hors taxe.
- **Fonds propres ou capitaux propres** : ils correspondent aux ressources stables de l'entreprise i.e. dans une optique fonctionnelle, les capitaux propres participent, concurremment avec les éléments du passif externe, au financement de l'entreprise.
- **Passifs** : ce sont les éléments du patrimoine ayant une valeur économique négative pour l'entreprise, i.e. les obligations de l'entreprise à l'égard d'un tiers dont il est probable ou certain qu'elle provoquera une sortie de ressources au bénéfice de ce tiers, sans contrepartie au moins équivalente attendue de celui-ci. Les passifs comprennent les provisions et les dettes.
- **Rentabilité d'une entreprise** : c'est l'aptitude à donner des résultats (positif ou négatif). La rentabilité permet d'évaluer l'efficacité, ou plutôt l'utilisation rationnelle de ressources limitées.
- **Résultat net** : Le résultat net d'une entreprise sur une période donnée (par exemple : une année) est égal à : la somme des produits réalisés par celle-ci sur la période, (chiffre d'affaires) de laquelle on a déduit l'ensemble des charges (directes et indirectes) engagées sur la même période, ainsi que l'impôt sur les sociétés. Le résultat net peut donc prendre la forme d'une perte (résultat net négatif) ou d'un bénéfice (résultat net positif).
- **Solvabilité d'une entreprise** : c'est sa capacité à payer ses dettes ou ses créanciers.
- **Créances Clients** : sommes dues par les clients à la société. Elles se comptabilisent à l'actif du bilan.
- **Datamining** : Ensemble de méthodes et de techniques qui permet d'extraire des informations à partir d'une grande masse de données. Son utilisation permet par exemple d'établir des corrélations entre ces données et de définir des comportements-type de clients.
- **Statistiques inférentielle** : l'ensemble des techniques visant à modéliser un ensemble de données en vue d'une extrapolation éventuelle à un ensemble plus vaste.
- **Scoring** : c'est une note de risque, ou une probabilité de défaut.

## Bibliographie :

- Cours d'analyse de données 2012: M. Nsiri – INSEA
- Cours d'économétrie avancée 2012 : M. Touhami - INSEA

- « *Comptabilité : analyse financière* » par Bernard CHRISTOPHE ; Maître de Conférences de Gestion à l'Université de Paris 2
- « *Contrôle de gestion et gestion prévisionnelle* » - Chapitre 1 : Marie Gies
- « *Glossaire bilingue des termes de la micro finance* »
- « *Guide COFACE : risque pays 2012* »
- « *La validation des systèmes de notation interne dans le cadre de Bale II* » : Eric TORDJMAN et Naji FREIHA
- « *Le transfert du risque client* » : Séverine LE PROVOST Emeline VIVIEN  
*Université de RENNES 1 DESS FINANCE D'ENTREPRISE Année 2001*
- « *Les scores de la Banque de France : leur développement, leurs applications, leur maintenance* » : Mireille BARDOS - *Direction des Entreprises / Observatoire des entreprises*
- « *Note d'information 2011* » : OCP SA
- « *Objectif cash- Gestion financière opérationnelle* » : Michel SION, David BRAULT ; éditeur : DUNOD
- « *Outil de préparation et modélisation des données pour la fouille des grandes bases de données* » : Marc Boullé \_ édition : Khiops
- « *Présentation du système de notation des entreprises française* » : Coface services septembre 2010
- « *Pratique de l'analyse financière* » Luc Bernet-ROLLANDE ; DUNOD 2009.
- « *The Basel II Risk parameters, Estimation, Validation and Stress testin.* »

## Webographie :

- <http://www.ocpgroup.ma>
- [http://www.memoireonline.com/08/11/4751/m\\_Scoring-credit-une-application-comparative-de-la-regression-logistique-et-des-reseaux-de-neurone.html](http://www.memoireonline.com/08/11/4751/m_Scoring-credit-une-application-comparative-de-la-regression-logistique-et-des-reseaux-de-neurone.html)
- [http://www.comptanoo.com/Publication/Dossier/D905/ratios\\_financiers.asp](http://www.comptanoo.com/Publication/Dossier/D905/ratios_financiers.asp)
- [www.coface.fr](http://www.coface.fr)

# ANNEXES

## Annexe 1 :

**Présentation de l'organisme d'accueil : l'OCP GROUPE.**

### *1. Fiche technique de l'OCP*

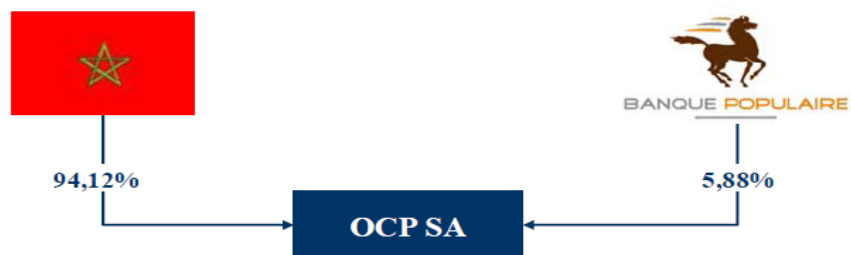
**Nomination sociale**

**Groupe office chérifien des phosphates**

Date de création du groupe	1975
Président du conseil d'administration	le premier ministre
Directeur Général	<b>M. Mostafa TERRAB</b>
Réserves de Phosphate	$\frac{3}{4}$ des réserves mondiales
Sites de Production	<u>Phosphate</u> : Khouribga, Benguérir, Youssoufia, Boucraâ-Laâyoune (exploitation minière) <u>Dérivés</u> : Safi, Jorf Lasfar ( industrie chimique)
Effectifs :	Plus de 19874 dont 856 ingénieurs et équivalents
Siège social	Angle route d'El Jadida et boulevard de la Grande Ceinture Casablanca
Registre de commerce	40327
Identification fiscale	5196
Téléphone	05-22-23-00-25
Site web	<a href="http://www.ocpgroup.ma">www.ocpgroup.ma</a>

## 2. Actionnariat de l'OCP :

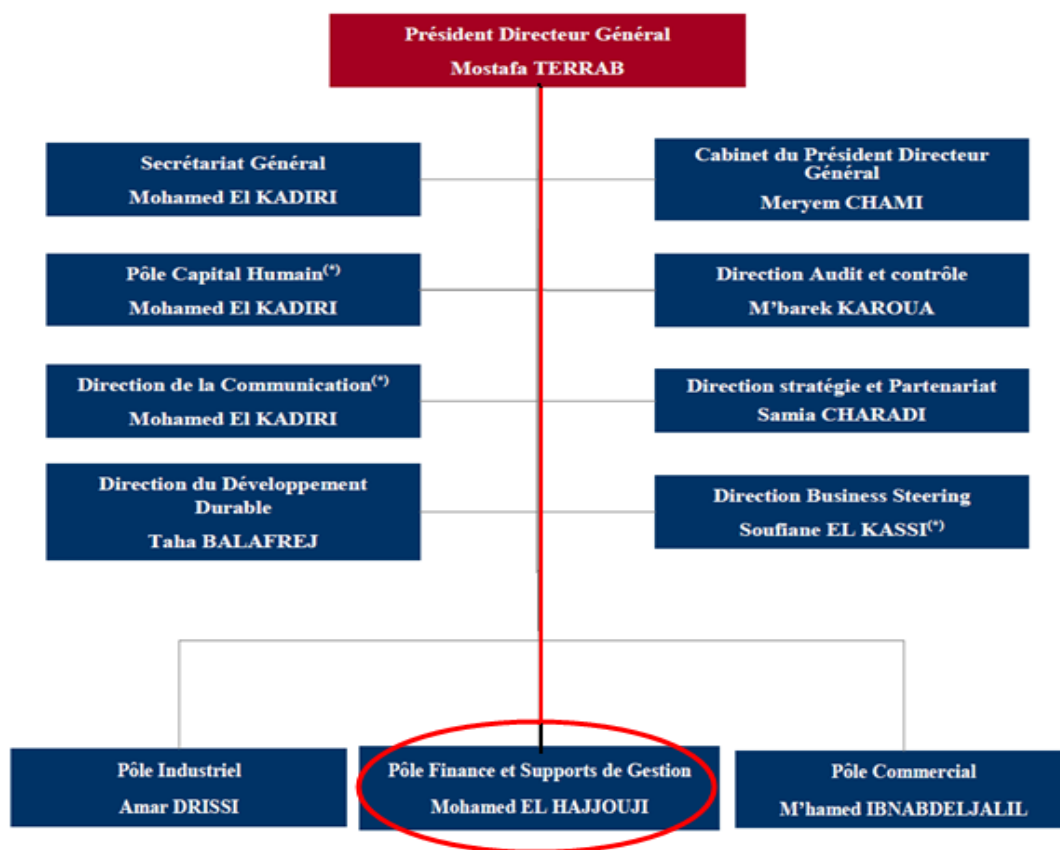
Depuis 2009, la Banque Centrale Populaire détient 5,88 % du capital du groupe OCP



**Figure 15 : Actionnariat de l'OCP**

*Source : rapport annuel de l'OCP*

3. *Organigramme de l'OCP groupe :*



**Figure 16: organigramme de l'OCP**

*Source : rapport annuel de l'OCP*

4. *Activité du groupe OCP*

a) *Composition de l'OCP SA*

Dans le cadre de sa stratégie de développement à l'international et de sécurisation de ses débouchés dans un environnement de plus en plus concurrentiel, le Groupe OCP a noué des partenariats industriels et stratégiques avec certains opérateurs internationaux.

Cette approche de coopération industrielle, à travers la réalisation en joint-venture d'unités de production industrielles basées au Maroc ou la prise de participation en capital à l'étranger, s'inscrit dans une vision globale partagée, du développement durable des phosphates et dérivés et vise l'accroissement des capacités de production et une diversification des produits selon les besoins spécifiques de chaque client.

Ainsi, son activité d'extraction et de traitement du phosphate est réalisée au niveau des sites miniers de **Khouribga, Benguérir, Youssoufia et Boucraâ-Laâyoune**. Les grands projets de partenariats réalisés par le Groupe OCP (en joint venture ou en participation en capital), au Maroc et à l'étranger, avec ses principaux clients, ses filiales et ses participations peuvent être regroupés en quatre familles :

- **Filiales d'exploitation** : Maroc Phosphore et Phosboucraa ;
- **Filiales Support** : Sotreg, Smesi, Cerphos, Imsa, Lejonc et Star ;
- **Joint-Ventures** : Pakistan Maroc Phosphore, Emaphos, Bunge Maroc Phosphore, Prayon group, JESA et Zuari Maroc Phosphates Limited (dont l'OCP SA détient 50% de son contrôle) et Imacid (33% contrôlé)
- **Participations** : Banque centrale Populaire « BCP » (l'OCP détient 6,59 % du capital)

### ***b) Produits de l'OCP***

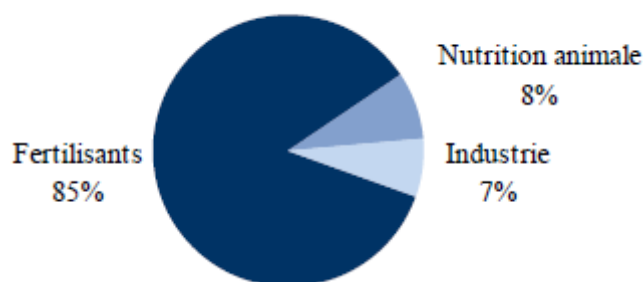
Bien entendu, le Groupe OCP opère dans le domaine de l'industrie du phosphate et ses produits dérivés. L'activité Chimie qui consiste en la transformation du phosphate en acide

phosphorique et engrais phosphatés, est assurée par sa filiale Maroc Phosphore ainsi que par les Joint-Ventures nommés au part-avant, ainsi les produits de l'OCP se répartissent en trois grandes familles :

- *La roche phosphate*
- *L'acide phosphorique*
- *Les engrais*

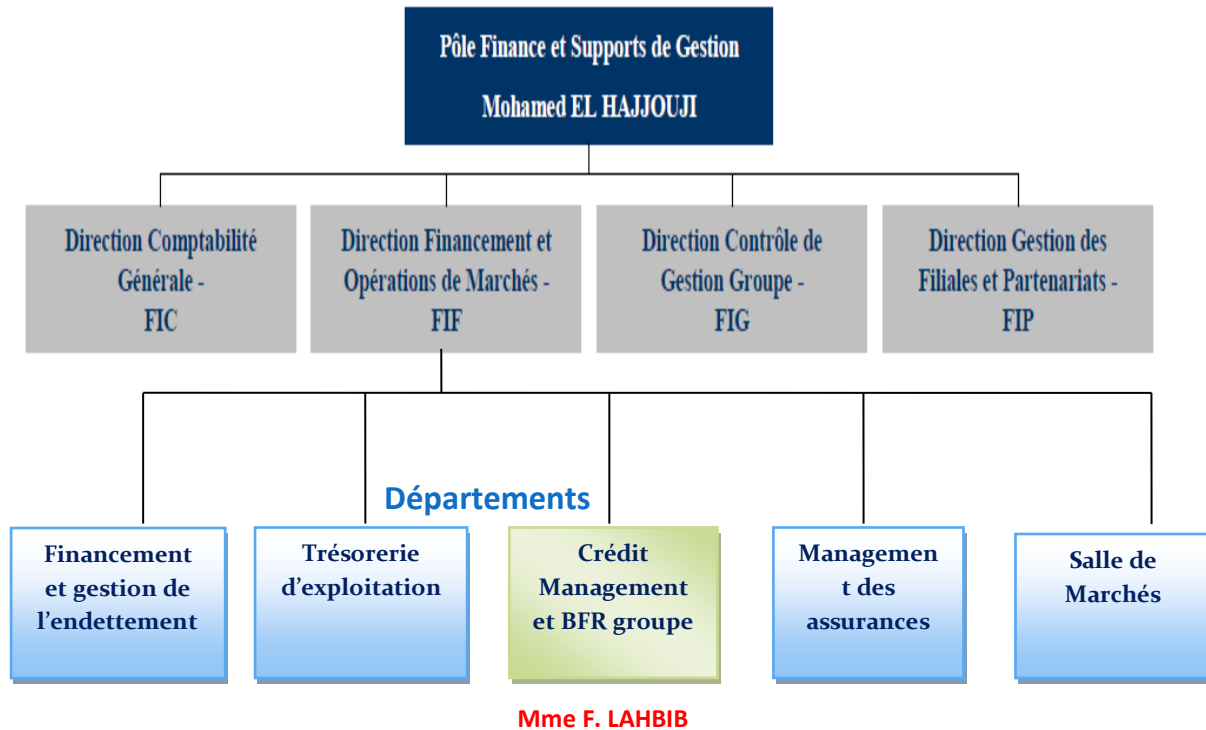
Le Groupe OCP livre ses produits aux cinq continents de la planète. En plus d'une politique de partenariat industriel au Maroc et à l'étranger, le leader international vise à diversifier son panier par de nouvelles gammes de produits semi- finis et finis, et optimiser encore plus son processus de production et de commercialisation. Le futur reste prometteur à l'OCP et au Maroc.

Le phosphate (toute catégorie confondue : roche, acide phosphorique, engrais, etc.) est utilisé à 85% pour produire des engrais et des produits fertilisants. Il a cependant plusieurs autres usages tels que la production de compléments alimentaires pour les animaux ainsi que des utilisations industrielles variées, notamment les lessives et les produits alimentaires tels que les sodas.



**Figure 17 :** Répartition des usages des phosphates (en volume P2O5)

5. Organigramme du pôle Finance et Support de Gestion



Mme F. LAHBIB

Figure 18 : organigramme du pôle FI

Source : l'Office Chérifien des Phosphates

## Annexe 2

:

### Normes IFRS

#### *Qu'est ce que l'IFRS ?*

Les normes internationales d'information financière, plus connues au sein de la profession comptable et financière sous leur nom anglais de International Financial Reporting Standards ou IFRS sont des normes comptables, élaborées par le Bureau des standards comptables internationaux (International Accounting Standards Board ou IASB) destinées aux entreprises cotées ou faisant appel à des investisseurs afin d'harmoniser la présentation et la clarté de leurs états financiers

Les normes IFRS s'appliquent à tous les États qui le souhaitent. Néanmoins en 2007, le principal utilisateur de ces normes demeure l'Union européenne puisque le règlement CE 1606/2002 de l'U.E. impose à toutes les sociétés cotées publiant des comptes consolidés d'établir des états financiers dès le 1er janvier 2005 en I.A.S. / I.F.R.S. L'application du référentiel comptable devient alors obligatoire dès le 1er janvier 2005 et le 1er janvier 2007 pour les sociétés ayant seulement des titres cotés autres que des actions. Cette adoption a également pu avoir des effets d'entraînements car de nombreux pays à l'image de l'Arménie, de l'Égypte, ou de l'Ukraine... utilisent déjà (comme l'U.E.) en totalité ou en partie le référentiel international.

Les états financiers et l'information comptable ne sont pas définis de la même façon dans le référentiel international. Ces derniers comprennent désormais (IAS 1 article 10):

- l'état de situation financière (bilan),
- l'état du résultat global (compte de résultat),
- l'état des variations de capitaux propres,
- le tableau de flux de trésorerie,
- les notes ou l'annexe, contenant un résumé des principales méthodes comptables et d'autres informations explicatives... et « tout autre document utile à la compréhension des comptes » comme le bénéfice par action pour les sociétés cotées.

Quant à l'information comptable, elle doit être

- « intelligible » : son lecteur doit pouvoir se forger une opinion sur l'activité de l'entreprise à la simple lecture des informations comptables,

- « pertinente » : les informations doivent permettre au lecteur de prendre des décisions économiques appropriées sur le futur de l'entreprise,
- « d'une importance relative » : une information comptable ne doit être divulguée que si et seulement si elle apporte des éléments utiles à la prise de décision. Ce seuil de signification (langage usuel des auditeurs financiers) dépend du jugement du professionnel. Par exemple, une baisse de l'activité économique de l'entreprise peut-être importante en volume mais non significative par rapport au chiffre d'affaires généré par le groupe.
- L'information doit enfin être « fiable », utilisée sans risque d'erreur. La fiabilité repose sur quatre principes fondamentaux :
  - la neutralité,
  - l'apparence juridique,
  - la prééminence de la réalité économique sur l'apparence juridique et
  - le respect de l'image fidèle.

## Annexe 3 :

### Tableau du risque pays

	PAYS	RATING
1	Allemagne	A2
2	Argentine	C
3	Australie	A1
4	Australie	A2
5	Belgique	A2
6	Brasil	A3
7	Colombie	A4
8	Côte d'ivoire	D
9	Croatie	A4
10	Espagne	A1
11	Etats unis	A1
12	France	A2
13	Grèce	C
14	India	A3
15	Irlande	A4
16	Italie	A3
17	Lituanie	A4
18	Mali	C
19	Maroc	A4
20	New Zealand	A1
21	Norvège	A1
22	Pakistan	D
23	Peru	A4
24	Pologne	A3
25	Portugal	A4
26	République Tchèque	A2
27	Roumanie	B
28	Royaume Uni	A3
29	Sénégal	B
30	Slovaque	A3
31	Suède	A1
32	Thaïlande	A3
33	Togo	C
34	Turquie	A4
35	Uruguay	A2

## Annexe 4 :

### GLOSSAIRE DES RATIOS FINANCIERS

- Ratio de liquidité :

Le ratio de liquidité générale est un indicateur de la liquidité d'une entreprise ou d'un particulier et de sa capacité à rembourser ses dettes à court terme. Les ratios acceptables dépendent du secteur, mais un ratio d'environ 2 est considéré comme raisonnable. Si ses dettes à court terme dépassent les actifs à court terme (c'est-à-dire si le ratio est inférieur à 1), l'entreprise peut ne pas être en mesure de tenir ses engagements, tandis que si le ratio est trop élevé, il est possible que l'entreprise n'utilise pas efficacement ses actifs.

Avoir un ratio de liquidité générale supérieur à 1 équivaut à avoir un fonds de roulement positif.

- Rentabilité économique

Le taux de rentabilité économique est un bon indicateur pour mesurer l'efficacité d'une entreprise. En effet, le but d'une entreprise étant de créer de la valeur, si la rentabilité est positive, c'est que l'entreprise crée.

- Le Délai moyen de recouvrement des comptes clients =  $(Créances\ Clients/CA)*360$

En comparant la durée obtenue par calcul avec la norme du secteur concerné, il est possible de savoir si l'entreprise est trop ou pas assez sévère quant aux délais accordés aux clients pour rembourser leur crédit. Si le ratio obtenu est inférieur à la norme, cela signifie que l'entreprise a une politique de crédit trop restrictive, avec pour conséquence le risque de perdre des clients, ou de la forcer, pour conserver ses clients, à accorder des rabais sur ses prix de vente ou encore des escomptes de caisse importantes. Si le nombre obtenu est supérieur à la norme, cela démontre une faiblesse dans le recouvrement des factures.

- Le Délai moyen de règlement des comptes fournisseurs

Il permet de mesurer le nombre de jours qu'il faut en moyenne à l'entreprise pour payer ses fournisseurs entre le moment où un achat est conclu et le moment où la facture est réglé. Le solde moyen des comptes fournisseurs correspond à la moyenne du solde d'ouverture et du solde de clôture des comptes fournisseurs pour l'ensemble de la période à mesurer.

Une politique de paiement des fournisseurs équilibrée permettra à l'entreprise de profiter au maximum du crédit mis à sa disposition (sans frais d'intérêt) ainsi que les escomptes de caisses offertes et de conserver sa réputation de crédit auprès des fournisseurs. Si la période de paiement de l'entreprise est inférieure à la norme ou période moyenne du secteur, c'est le signe probable que l'entreprise paie plus rapidement ses comptes fournisseurs que ceux-ci ne demandent de l'être. Par conséquent, elle se prive d'une partie de ses sources de financement gratuit que sont les comptes fournisseurs. Si la période de paiement est supérieure à la moyenne, ceci pourrait être le signe que l'entreprise éprouve des difficultés à honorer ses dettes et qu'elle se trouve, probablement, dans une situation risquée.

- La Rentabilité des fonds propres

L'objectif d'une entreprise est d'accorder le délai de paiement le plus court possible à ses clients et d'obtenir le délai de paiement le plus long de la part de ses fournisseurs.

Egalement appelé «Return on Equity» (ROE), ce ratio permet de mesurer les profits dégagés par la société avec l'argent investi par les actionnaires.

Il permet de comparer la rentabilité d'une société par rapport aux autres entreprises intervenant dans le même secteur d'activité.

$ROE = \text{résultat net} / \text{capitaux propres}$

- Marge d'exploitation

Les analystes financiers s'intéressent particulièrement au rapport résultat d'exploitation / chiffre d'affaires (calculé en pourcentage), que l'on nomme marge opérationnelle ou marge d'exploitation.

Les marges d'exploitation par secteurs des principaux groupes européens cotés en 2008 ont été les suivantes : Pétrole et gaz 11 % ; Alimentation 8 % ; Medias 12 % ; Télécommunications 17 % ; Automobile 7 %, etc.

On pourra comparer ces chiffres aux données de marges d'EBE pour mesurer dans différents secteurs de l'économie l'impact exact des dotations aux amortissements qui constituent la différence entre EBE et résultats d'exploitation.

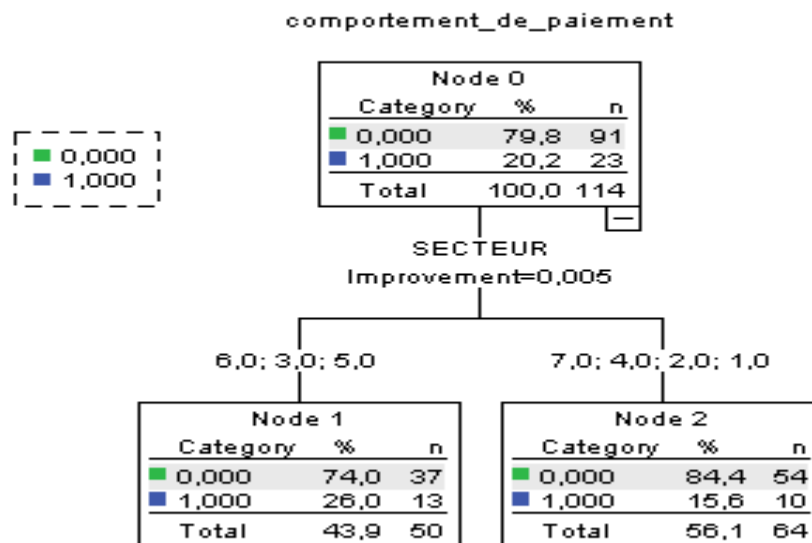
## Annexe 5:

### Critère de codage des ratios financiers

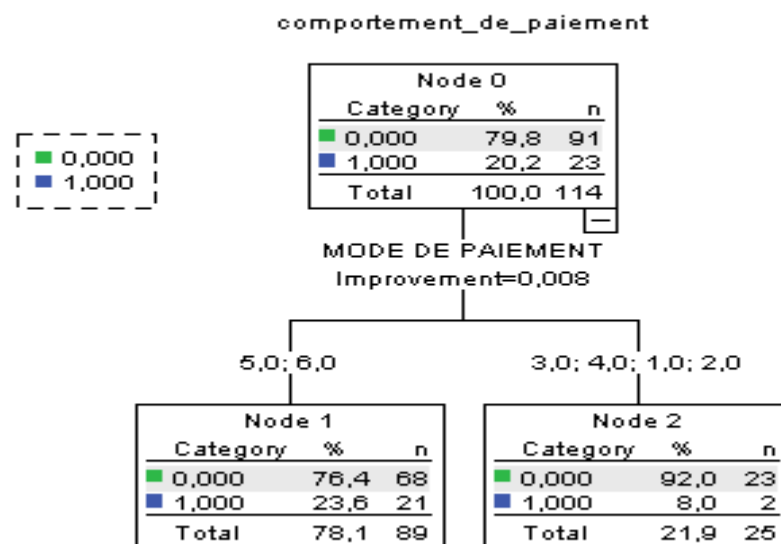
RATIOS	Critère de décision	classe de codage
Liquidité	ratio > 1 : l'E peut faire face plus rapidement à ses dettes à court terme.	0
	ratio < 1 alors l'E trouve des difficultés à couvrir ses dettes	1
Solvabilité	ratio < 0,5 : l'E peut faire face à l'ensemble de ses engagements	0
	ratio > 0,5 : l'E peut ne pas honorer ses engagements	1
ROE	ratio > 0 : l'E peut rentabiliser les capitaux ainsi engagés par les actionnaires, et indirectement à les rémunérer.	0
	ratio < 0	1
ROS	ratio > 0 : la rentabilité de l'entreprise en fonction de son volume d'activité	0
	ratio < 0	1
ROA	ratio > 0	0
	ratio < 0	1
ratio créances clients	ratio > 90 ou < 30 risque de perdre des clients car la politique de l'E est trop rigide	1
	30 < ratio < 90	0
ratio dette fournisseurs	ratio > 60 : Situation risquée car l'E éprouve des difficultés à honorer ses dettes	1
	ratio < 60	0
ratio BFR	Ratio > 0	0
	Ratio < 0	1
rentabilité économique	Ratio > 0 : L'E EST EFFICACE	0
	Ratio < 0	1
rotation des capitaux engagés	Ratio < 1	1
	ratio > 1	0
couverture de l'actif immobilisé	ratio > 1, l'E finance l'intégralité de ses investissements à l'aide de ressources stables	0
	Ratio < 1	1
ratio gearing	ratio > 1, alors l'entreprise n'a plus de marge de manœuvre en termes de recours à un financement externe.	1
	ratio > 1	0



**Pour le secteur :**



**Pour le mode de paiement :**



**Pour le Chiffre d'affaire :**

