



معهد تمويل التنمية
المغربي العربي

« I.F.I.D »

Mémoire sous le thème :

*La conception d'un modèle de
tarification du risque de crédit basé sur
la notation interne*

Élaborée par :

Yasmine LAZREG

Encadré par :

M. Mohamed MONCER

36^{ème} Promotion Banque

Introduction générale

Introduction générale

Il est évident et totalement normal pour une banque de prendre des risques lors de l'exercice de ses activités, le risque étant un élément inhérent à l'existence des banques. Néanmoins, l'appétence pour le risque diffère d'une banque à une autre. Il est généralement constaté que les banques sont les agents économiques les plus preneurs du risque, et ce vu la relation positive entre le couple rendement risque. Cependant, il faut toujours garder dans l'esprit qu'une prise de risque excessive s'apporterait éventuellement avec de fâcheuses conséquences que même une banque n'en pourra faire face.

Le développement des activités bancaires s'est accompagné avec la multiplication des risques, qu'ils soient inhérents à l'octroi de crédit, aux opérations de marché ou bien liés au dysfonctionnement opérationnel duquel peuvent souffrir les banques. Le risque le plus désastreux demeure toujours celui de la défaillance d'un emprunteur et son incapacité de rembourser les prêts qui lui avaient été octroyés par la banque, c'est le risque de crédit.

En effet, le risque de crédit est lié à la mission principale des banques traditionnelles qui consiste à collecter les dépôts auprès de la clientèle afin de les transformer en crédits. C'est le risque que doit prendre les banques afin de dégager des marges sur intérêt, correspondant à la différence entre les taux débiteurs et les taux créditeurs.

Actuellement, plusieurs facteurs tels que la politique commerciale des banques et la rude concurrence motivée par la recherche de nouveaux clients incitent les banques à prendre plus de risque, afin d'améliorer leur rentabilité et leur part de marché sans pour autant prendre en considération le risque supplémentaire encouru.

Les banques doivent ainsi être conscientes de l'ampleur du risque crédit qu'elles encourent et la nécessité de le gérer, en mettant en place des moyens permettant une meilleure gestion de ce risque, notamment par l'adoption des règles et des techniques imposées par les autorités monétaires nationales et internationales, afin d'éviter une exposition excessivement importante qui risque de mettre en péril la survie de la banque, sa pérennité et la stabilité globale du système financier du pays.

Parmi les différentes méthodes d'appréciation du risque de crédit qu'adoptent les banques afin de mener une bonne gestion de ce risque, nous distinguons : l'analyse financière classique, les modèles de score et la notation interne. Cette dernière constitue un outil statistique le plus utilisée et préconisée par la réglementation en matière de gestion du risque, suite à sa qualité d'estimation du risque de contrepartie.

La gestion du risque de crédit et en plus du fait de permettre de se prémunir contre la défaillance de l'emprunteur ainsi que de se mettre en conformité vis-à-vis des autorités monétaires quant aux règles prudentielles, permet pareillement aux établissements de crédit de faire répercuter le risque à son générateur initial (l'emprunteur) dans un cadre de tarification, soutenue par une précise quantification du risque de crédit.

En allant plus loin dans la gestion de ce risque, qui consiste à priori à analyser les emprunteurs et ne choisir que les bons. La banque devrait toujours se couvrir à posteriori, contre une défaillance probable des emprunteurs en leur facturant un coût du risque supplémentaire inclus dans le taux d'intérêt, destinée à compenser les pertes qui résultent de la réalisation du sinistre.

C'est dans ce sens que s'inscrit notre travail de mémoire qui consiste dans un premier temps, à mettre en place un système de notation interne destiné à nous servir de base à l'estimation d'une juste tarification adaptée au niveau de risque de chaque contrepartie. Il s'agit de l'approche de tarification comportementale qui admet la facturation d'un taux d'intérêt encore plus élevé pour un emprunteur fortement risqué qu'un emprunteur moins risqué.

Problématique :

Afin de pouvoir mettre en place une tarification permettant de rémunérer le risque du crédit encourus par la banque à travers l'adoption d'un système de notation interne en préalable, la banque est tenue de suivre une certaine méthodologie qui sera la réponse de notre problématique :

Dans le cadre de la gestion du risque de crédit et l'estimation d'une prime de risque relative à ce dernier, quelle est la méthodologie permettant de mettre en place un modèle de tarification relative à la probabilité de défaut par le passage d'un système de notation interne ?

Afin de répondre à cette problématique, nous allons opter pour une méthodologie descriptive, analytique et statistique. La structuration de notre travail se présente comme suit :

Dans le premier chapitre nous comptons présenter des définitions relatives aux concepts de base du risque de crédit ainsi que les réformes mises en place permettant sa gestion. Nous traiterons par la suite, les différentes méthodes d'évaluation de ce risque, en citant les avantages et les inconvénients de chaque méthode.

Quant au deuxième chapitre, nous présenterons la méthodologie à suivre concernant la conception d'un système de notation interne au niveau d'une banque et la contribution de cette méthode dans la tarification de risque de crédit.

Enfin, le dernier chapitre sera réservé à la conception d'un modèle de tarification du risque de crédit sur la base d'un système de notation interne.

Chapitre I

L'appréciation et la gestion du Risque de crédit

Introduction

La forte concurrence qui caractérise l'environnement bancaire, pousse les banques à améliorer leurs rentabilités en prenant d'importants risques, via le recours au financement des entreprises caractérisées par une santé financière fragile.

Afin de limiter les prises de risque démesurées, les autorités de régulation incitent les banques à se conformer à un ensemble de règles préventives destinées à atténuer le niveau des expositions des banques ainsi que les risques de voir une crise financière se dégénérer.

Il est inévitable pour les banquiers d'être conscients des différents risques inhérents aux différentes activités bancaires, ainsi que les méthodes et techniques permettant de mieux les évaluer, pour éventuellement être en mesure de mener une meilleure gestion de ces risques.

À cet effet, nous nous intéressons dans ce chapitre au risque crédit ainsi que la réglementation qui le régit, afin de mieux appréhender ce concept. De plus, nous allons exposer les différentes méthodes qui ont été développées comme outil d'aide à la prévision de la défaillance des emprunteurs et qui permettant aux banques de se renseigner sur le degré de risque de leurs clients d'entre eux.

De ce fait, nous avons opté la structure suivante :

- Dans une première section, nous allons aborder le concept de risque crédit, ses composantes, ainsi que son cadre réglementaire. Ensuite, survoler les causes de faillite des entreprises qui sont à l'origine de risque crédit et les conséquences de son survenance ;
- Enfin, dans une deuxième section, nous allons présenter les méthodes d'évaluation de risque crédit.

Section 1

Généralité et cadre réglementaire du risque de crédit

1. Concepts de base sur le risque crédit :

Avant d'aborder la notion de risque du crédit, nous devons d'abord définir le concept de risque :

« Le risque désigne l'incertitude qui pèse sur les résultats et les pertes susceptibles de survenir lorsque les évolutions de l'environnement sont adverses »¹.

De ce fait, le risque correspond à un événement imprévisible qui affecte l'activité de l'entreprise, il complique la tâche des entreprises et établissements financiers quant à l'atteinte de leurs objectifs et la réalisation des résultats escomptés.

A.SARDI et H. Jacob (2001) définissent le risque de crédit comme étant : « le risque de pertes consécutives au défaut d'un emprunteur face à ses obligations »².

Le risque crédit représente le principal risque auquel est exposée une institution financière, il est également la première cause des difficultés et des faillites des banques. Il s'agit d'une perte potentielle consécutive suite à l'incapacité des emprunteurs à honorer leurs engagements financiers. Il peut être présenté sous trois formes :

1.1.Le risque de défaut :

Ce risque désigne l'incapacité du débiteur à rembourser les fonds prêtés à échéance, il est aussi appelé risque de non remboursement, ce qui a été défini par le comité de Bâle comme suit³ : Un défaut de la part d'un débiteur intervient lorsque l'un des deux conditions ci-dessous se réalise, sinon les deux à la fois :

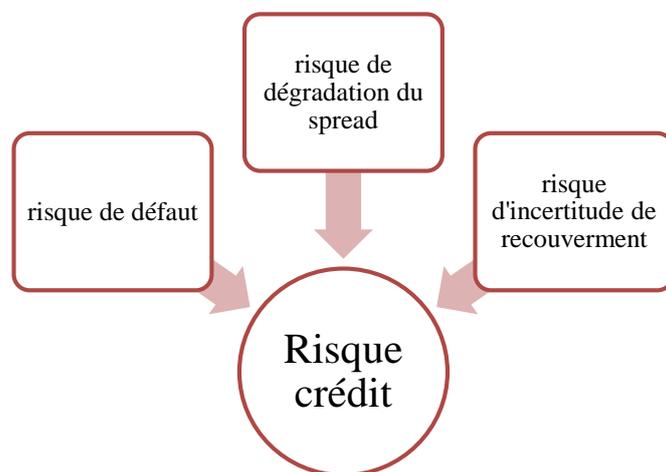


Figure n°01 : Les formes du risque crédit.

¹ J. BESSIS, « Gestion des risques et gestion actif-passif des banques », Ed Dalloz, Paris, 1995, Page 2.

²A.SARDI.

³ Vue d'ensemble du nouvel accord de Bâle sur les fonds propres, Avril 2003.

- **Condition 01** : La banque estime improbable que le débiteur rembourse en totalité son crédit au groupe bancaire sans qu'elle ait besoin de prendre des mesures appropriées telles que la réalisation d'une garantie en cas d'existence ;
- **Condition 02** : L'arrière du débiteur sur un crédit important dû au groupe bancaire dépasse une période de 90 jours.

1.2. Risque de dégradation du Spread⁴ :

Il s'agit du risque de voir la qualité d'une contrepartie se dégrader, ce qui engendra une augmentation des probabilités de la défaillance de cette dernière. Cela conduit à une hausse de sa prime de risque, d'où la baisse de la marge sur intérêt, notamment pour les crédits à taux fixe.

1.3. Risque d'incertitude de recouvrement :

Il s'agit du risque relatif au taux de recouvrement de la créance, ce dernier permet de déterminer le pourcentage de l'exposition aux risques, mais également de déterminer le montant de la créance (principal et intérêt après déduction des garanties recueillies) qui sera récupéré suite à la défaillance de l'emprunteur une fois l'ensemble des procédures judiciaires et de recouvrements sont entreprises.

2. La réglementation bâloise

2.1. Accords de Bâle I⁵:

Ce premier dispositif, élaboré par le comité de Bâle en 1988, visait essentiellement à rendre plus stable le système bancaire international en mettant en place les exigences en fonds propres que les banques sont tenues de respecter.

Ratio Cooke :

Le comité a procédé à la définition d'un ratio de solvabilité dit « ratio Cooke ». Ce ratio impose aux banques de détenir des fonds propres à hauteur d'au moins 8% de leurs actifs et engagements hors bilan pondérés par des coefficients de risque individuels. Le ratio Cooke, est formalisé selon l'équation suivant :

$$\text{Ratio Cooke} = \frac{\text{Fonds Propres Réglementaires}}{\text{Encours Risque de Crédit Pondérés}} \geq 8\%$$

⁴ Spread = taux d'intérêt exigé par le débiteur – taux sans risque.

⁵A. de sevegney « le risque de crédit face à la crise ».Ed Dunod, page 256.

Les pondérations sont présentées comme suit :

Classe d'actif	Pondération
Créances sur l'État et banque centrale	0%
Les créances sur les établissements de crédit	20%
Les prêts hypothécaires	50%
Les autres crédits à la clientèle	100%

Tableau n°01 : Pondération des engagements de bilan.

2.2. Vers Bâle II : Introduction des modèles internes.

D'après W.J. Mc Donough, plusieurs raisons justifient la modification de la mesure des actifs pondérés relatifs au risque de crédit à savoir :

- Rendre la mesure du risque de crédit plus fine en tenant compte le profil de risque du client ;
- Incitation des banques à développer des systèmes internes de mesure du risque avec possibilité pour la banque de calculer ses exigences en FP;
- Renforcement du rôle des autorités de supervision.

L'accord de « Bâle II » est composé de trois piliers⁶ :

✚ Pilier I : exigences minimales en fonds propres :

Le ratio McDonough remplace le ratio Cooke, il est toujours supérieur à 8% avec l'incorporation de 02 nouveaux risques (marché et opérationnel) comme le définit le schéma ci-après :

$$\text{Ratio McDonough} = \frac{\text{Fonds propres}}{(\text{Risque Crédit net pondéré} + \text{Risque Marché} + \text{Risque Opérationnel})} \geq 8\%$$

En matière du risque de crédit, deux approches sont proposées par le comité de Bâle afin de calculer les exigences en fonds propres :

⁶M.Dietsch & J.Petey, « Mesure et gestion du risque dans les institutions financières », Ed. Revue Banque Edition, Paris, 2008.

- **Approche standardisée :**

Cette approche est basée sur la pondération de chaque poste de bilan et de hors bilan par des pondérations reflétant la qualité de l'emprunteur. Les pondérations des exposants sont fournies par les agences de notation externe pour déterminer le capital réglementaire. Les deux nouveautés de cette approche sont⁷ :

- ✓ L'introduction de nouvelles catégories de risques ;
- ✓ Les exposants sont classés en fonction des notes externes en prenant en compte la classe de risque de ces derniers.

Sauf que cette approche présente l'inconvénient de ne pas pouvoir fournir des ratings pour des clients qui n'empruntent pas sur le marché des capitaux.

- **Approche de notation interne (IRB) :**

Ces approches appelées « Internal Rating Based » représentent l'une des grandes avancées apportée par le comité de Bâle II, puisque elle offre la possibilité aux banques d'estimer elles-mêmes les fonds propres nécessaires pour se couvrir contre le risque de crédit à travers la mise en place d'un système de notation interne. Dans le cadre de cette approche, les banques pourront s'appuyer sur ce système pour déterminer certains paramètres destinés à mesurer leurs risques.

Cette approche se décompose en deux options qualifiées approche de base et approche avancée.

L'approche IRB de base : la banque utilise des ratings internes et estime la PD de chaque emprunteur seulement, les autres éléments (EAD, LGD, E) sont fournis par le superviseur.

L'approche IRB avancée : c'est une approche plus complexe que la précédente car la banque estimera l'ensemble des paramètres du risque elle-même.

⁷ A. De Servigny & I. Zelenko, « risque de crédit face à la crise », ED DUNOD, 2010, P 262.

Paramètres du modèle	IRB de base	IRB avancée
Estimés par la banque	PD	PD, EAD, LGD, E
Fournis par l'autorité de contrôle	EAD, LGD, E	-

Tableau n°02 : L'estimation des paramètres des modèles internes⁸.

- **Pilier II : la procédure de surveillance prudentielle**

Le pilier II a pour objectif : D'une part, l'encouragement des banques à développer des techniques de gestion de leurs risques et leurs fonds propres. D'autre part, permettre aux autorités réglementaires de majorer les exigences en fonds propres supplémentaire en cas de nécessité.

- **Pilier III : la discipline de marché :**

L'objectif de ce troisième pilier est l'amélioration de la communication financière des établissements financiers. En outre, il définit un ensemble d'informations pertinentes de nature qualitative et quantitative, destinées à être diffusées aux différents acteurs du marché, leurs permettant ainsi de mieux comprendre le profil de risque des banques et l'adéquation de leurs fonds propres avec les risques encourus.

2.3. De Bâle II vers Bâle III :

Depuis 2007, la crise financière a durement impacté la place financière et l'économie réelle mondiale, cette situation a remis en question l'adéquation du cadre réglementaire bâlois aux situations extrêmes. De ce fait, les mesures de Bâle III visent à :

- **Améliorer et renforcer le niveau des fonds propres :** le ratio CoreTier 1 (noyau dur des FP des banques) se voit passer de 2% à 4.5% avec un coussin de sécurité supplémentaire de 2.5%, de plus le ratio de solvabilité passe de 8% à 10.5%.
- **Réduire la pro-cyclicité des règles Bâle II :** par la mise en place d'un coussin de capital contra-cyclique qui varie de 0% à 2.5% du capital utilisable en cas de crise.

⁸ Source : inspiré de vue d'ensemble du nouvel accord de Bâle sur les fonds propres, Avril 2003. Banque des règlements internationaux

- **Amélioration de la couverture et la gestion du risque de liquidité** : l'instauration de deux ratios de liquidité : le ratio de liquidité à court terme le LCR et le ratio de liquidité à long terme le NSFR.

3. La défaillance des entreprises à l'origine de risque crédit :

La défaillance survient lorsqu'un emprunteur est en phase de cessation de paiement vis-à-vis de ses créanciers.

3.1. Les principales causes de défaillances des entreprises :

Les facteurs étant nombreux, nous tenterons d'en énumérer quelques-uns :

3.1.1. Facteurs financiers :

Les facteurs liés à l'exploitation et le bon fonctionnement des entreprises représentent les principales causes de leur défaillance à savoir : La sous-capitalisation, Problème de délégation, La structure financière et l'endettement très élevé, La mauvaise commercialisation des produits... ect.

Le schéma ci-après montre la division des entreprises en 04 catégories selon les indicateurs de rentabilité et de liquidité qu'elles présentent⁹ :

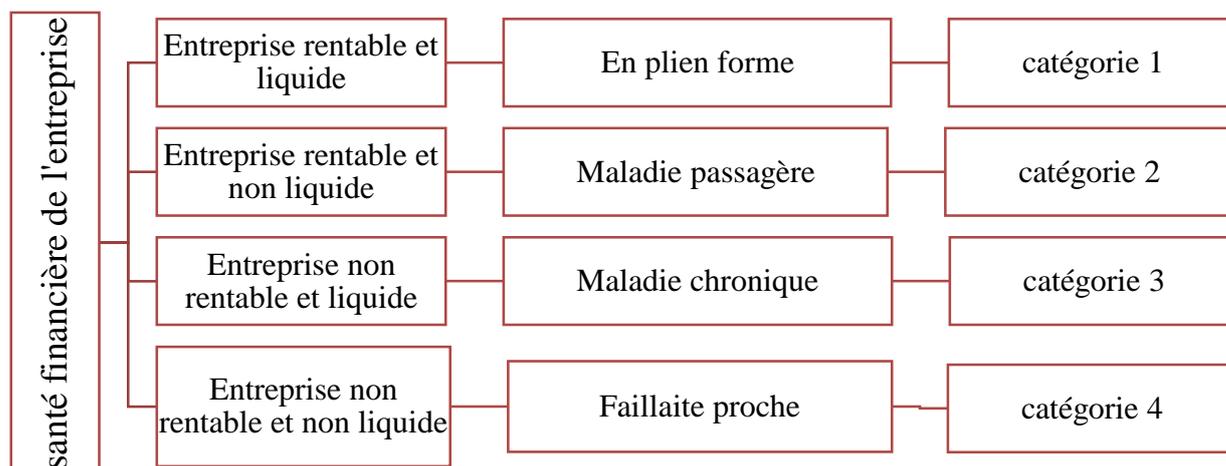


Figure n° 02: Classification des entreprises selon leur rentabilité et liquidité.

⁹ Source : schéma inspiré à partir de : Crucifix, Derni, Symptôme de défaillance et stratégie de redressement de l'entreprise, Paris, page 14

À Partir du schéma ci-dessus, nous pouvons remarquer que les sociétés en difficulté sont les catégories 2,3 et 4 en présentant un niveau insuffisant de liquidité, de rentabilité ou des deux ensemble.

Les entreprises appartenant à la deuxième catégorie présentent moins de vulnérabilité, leur rentabilité compense le manque de liquidité en faisant recours à des capitaux externes.

Pour les entreprises souffrant d'une maladie chronique, des avantages peuvent être tirés à partir de leur liquidité afin de réaliser une rentabilité satisfaisante.

Contrairement, aux entreprises de la quatrième catégorie sont gravement vulnérables, leur défaillance est plus que probable.

Une entreprise présente une rentabilité faible et un manque de liquidité, lorsqu'elle n'est plus en mesure de dégager une valeur ajoutée suffisante pour rémunérer ses facteurs de production.

3.1.2. Les facteurs liés à l'environnement managérial :

Les problèmes managériaux au niveau des entreprises sont souvent liés à trois principales raisons liées au profil de dirigeant :

- Erreurs de gestion : suite au manque de compétences du manager, absence d'expérience, mauvaise gestion, mauvaise appréciation du marché ;
- Les qualités personnelles de l'équipe dirigeante, ainsi que les dépassements : malversation, fraude ... ect ;
- L'insuffisance de la motivation des dirigeants.

3.1.3. Les facteurs liés à l'environnement concurrentiel ¹⁰:

Les causes potentielles de défaillance de l'entreprise sont basées sur le modèle de Porter (les 05 forces de Porter) :

- La dégradation de la qualité des relations entretenues avec les fournisseurs ;
- Concentration de l'activité sur un nombre réduit de clients, ou bien la faillite d'un client important ;

¹⁰ Inspiré de l'article : Nathalie Crutzen, Didier Van Cailli, l'enchaînement des facteurs de défaillance de l'entreprise : une réconciliation des approches organisationnelles et financières, May 2007, France.

- Menace des nouveaux concurrents avec une bonne qualité/ prix, ou des produits de substitutions ;
- Apparition des nouvelles technologies dans le secteur.

3.1.4. Les facteurs liés à la structure et la gestion d'entreprise :

- L'absence de planification stratégique ;
- Une politique d'investissement inefficace et capital de départ insuffisant ;
- Des problèmes de gouvernance d'entreprise, asymétrie d'information et conflits d'intérêt.

3.1.5. Les facteurs externes ¹¹:

L'incompétence des dirigeants, la mauvaise gestion ne sont pas uniquement les causes des faillites des firmes, selon ALTMAN (1983)¹², la faillite est en fonctions des facteurs macroéconomiques, telle que la conjoncture économique qui a une part d'influence sur la pérennité des entreprises. En effet, la faillite peut également être causée par des facteurs macroéconomiques, qui peuvent être cités ainsi :

- Les facteurs politiques : changement politique et légal, évolution du droit des entreprises...etc.
- Les facteurs économiques : une conjoncture économique défavorable caractérisée par une diminution du pouvoir d'achat, une pression fiscale, variation des prix des matières premières ;
- Les catastrophes naturelles ;
- Les facteurs sociaux : changement de tendance, mode...etc.

Il faut souligner que les facteurs externes, ont un impact moins important que les facteurs internes cités précédemment. En effet et selon Ooghe et Prijcher (2006), le fait de présumer que les facteurs externes constituent les principales raisons de la défaillance des entreprises, n'est qu'une façon de cacher l'incompétence des dirigeants.

¹¹ Idem.

¹² ALTMAN, Corporate Financial Distress, A Complete Guide to predicting, avoiding and dealing with Bankruptcy,1983.

4. Conséquences du risque de crédit sur l'activité bancaire :

Le risque de crédit constitue l'un des facteurs majeurs de la volatilité de la marge d'intermédiation des établissements bancaires. Il expose ces derniers à des conséquences directes et indirectes, qui peuvent mettre en péril leur activité.

4.1. Conséquences directes :

4.1.1. Diminution des résultats des banques :

La rentabilité d'une banque résulte du processus de transformation des dépôts en crédits, cette activité de transformation est à l'origine du risque de crédit que la banque doit gérer afin de réaliser un résultat positif. Donc le résultat dépendra de la gestion de couple rentabilité/risque.

Lorsque le risque pris par la banque croît, cela entraîne nécessairement une augmentation de l'encours des créances douteuses, ce qui obligera la banque à provisionner davantage et même à enregistrer des pertes liées au non remboursement dans le compte de résultat, la chose qui se répercute directement sur le résultat net qui sera en dégradation.

4.1.2. La détérioration de la solvabilité des banques :

Il ressort que les banques n'ont pas toutes, la capacité de générer des résultats positifs qui permettent d'absorber les pertes sur créances. Par conséquent, la banque se trouve dans l'obligation d'imputer ces pertes sur les fonds propres, ce qui peut engendrer l'insolvabilité de la banque à long terme.

4.1.3. La dégradation du rating :

Les agences de notation tendent à revoir à la baisse le rating des banques qui souffrent d'une dégradation chronique de leurs performances commerciales et leur capacité de dégager des résultats satisfaisants. Effectivement, les résultats occupent une place prépondérante dans le processus d'attribution des ratings. L'immigration d'une banque à une classe inférieure reflète l'augmentation de son risque, ainsi les déposants exigeront une prime de risque plus importante destinée à rémunérer un tel risque supplémentaire sans quoi, ils procéderont au retrait de leurs fonds, provoquant ainsi un risque de liquidité pour la banque.

4.2. Conséquences indirectes :**4.2.1. Risque systémique :**

Une crise systémique peut être provoquée par l'insolvabilité d'une banque ou même par la dégradation de sa situation financière, surtout lorsqu'il s'agit d'une banque de grande taille pesant dans le secteur financier. Une éventuelle crise systémique est générée par les tensions sur les taux d'intérêts sur le marché interbancaire provoquées par la faillite d'une importante banque de la place. Un tel événement entraîne par des réactions en chaînes, de considérables effets négatifs sur le système financier pouvant occasionner une crise de son fonctionnement.

Section 02

Les méthodes d'évaluation du risque de crédit.

1. L'analyse financière classique :

La majorité des banques utilisent le diagnostic financier comme un outil classique d'aide à la décision, afin de porter un jugement sur la situation financière des emprunteurs sollicitant des fonds. Cette analyse d'après Vermimmen (1998, page 162) vise à « *étudier le passé pour diagnostiquer le présente et prévoir l'avenir* ».

L'objectif de l'analyse financière est d'étudier la rentabilité, la solvabilité de l'entreprise, ainsi que la structure financière adoptée par cette dernière, et ce à partir des documents comptables qu'elle fournit.

Le diagnostic financier est basé sur l'analyse des états comptables synthétiques présentés par l'entreprise tel que : le bilan financier, le compte de résultat et les tableaux des flux de trésorerie. Le bilan financier permet d'analyser l'équilibre financier, et ainsi donner une idée globale sur la surface financière, quant au compte de résultat, permet une appréciation des performances économique à travers l'analyse des différents soldes intermédiaires de gestion (SIG) qui sont : la valeur ajoutée, l'excédent brut d'exploitation, le résultat d'exploitation, la capacité d'autofinancement...etc. Or, cette appréciation n'est pas suffisante pour prédire la santé de l'entreprise, c'est pourquoi, nous font souvent recours aux ratios financiers et aux tableaux des flux financiers.

Le banquier effectue une analyse sur trois (03) exercices comptables au minimum, dans le but de calculer et interpréter les principaux soldes et ratios à savoir : le ratio relatifs au équilibre financier, l'indépendance financière, la capacité de remboursement des emprunts, les ratios de liquidité, les ratios de rentabilité qui sont principalement la rentabilité économique (ROA), et la rentabilité financière (ROE)...etc. Sur la base de ces principaux ratios, l'analyste financier identifie les entreprises fragiles et qui présentant dans le futur une menace de faire défaut.

1.1.Inconvénients de l'analyse financière classique :

Dans la pratique, la banque n'est pas toujours en mesure de disposer d'une information fiable, les prêteurs manipulent souvent les informations comptables présentées à la banque, en essayant d'améliorer leur image. Par conséquent, l'analyse sera incomplète et biaisée.

Selon Elhamma (2009) : « *le diagnostic financier parait subjectif et nécessite pour une banque beaucoup de temps et de personnels qualifiés, ce qui entraine une augmentation des coûts* ».

Nous pouvons conclure que l'analyse financière telle qu'elle est pratiquée est qu'une méthode classique d'appréciation du risque de crédit. La lenteur, la longueur de sa réalisation et son caractère subjectif constituent ses principaux inconvénients qui affectent la fiabilité de l'analyse.

2. La méthode des scores :

Les fonctions scores sont multiples, ils ont vu le jour au États-Unis dans les années 1960, notamment par Altman en 1968 qui a met au point la première fonction score (fonction Z) en utilisant une analyse discriminante multi variée.

Cette analyse statistique multidimensionnelle tente à synthétiser les ratios financiers et comptables sous forme d'un seul indicateur « score », qui permet la distinction entre les entreprises solvables et les entreprises défaillantes.

Le crédit scoring est défini par L.J.Mester comme : « *une méthode d'évaluation du risque de crédit. Il consiste en l'utilisation de données historiques et de technique statistiques, dans le but d'isoler et de faire apparaitre la contribution de certaines variables dans le critère de défaut* »¹³.

Ainsi, le crédit scoring est une combinaison entre l'analyse financière et les techniques statistiques. Le but est de transformer des données qualitatives et quantitatives en indicateurs numériques appelés « score » qui permet de juger rapidement la situation d'une entreprise, afin de se prononcer sur la décision d'octroi ou de rejet d'un crédit. Un bon modèle de score est un modèle qui affiche un risque de défaut faible (un score élevé) aux bons emprunteurs et un risque de défaut élevé aux mauvais emprunteurs.

La construction d'un modèle scoring suit un cheminement logique et méthodique en se basant sur trois principales étapes. Commenant par le choix des deux populations à analyser composées par des entreprises saines et des entreprises ayant fait défaut. Ensuite, la deuxième étape concerne la sélection des variables explicatives tout en s'assurant qu'elles ne soient pas corrélées entre elles. Finalement, la troisième et dernière étape est relative à l'élaboration de la

¹³ L.J.MESTER, « What's the point of credit Scoring ? », Business review, Septembre-Octobre 1997.

règle de décision d'affectation en utilisant les échantillons choisis et variables retenues selon la technique statistique adoptée.

Les techniques de discrimination sont diverses, néanmoins celles les plus répondues dans le secteur bancaire sont : l'analyse discriminante linéaire, le modèle Logit et Probit. Ces techniques seront présentées avec plus de détails dans le chapitre suivant.

2.1. Avantages et inconvénients des modèles scoring :

Le crédit scoring permet la quantification de risque sous forme de probabilité, de cette façon il rend la décision d'octroi de crédit plus facile pour ceux qui ont un bon score et le processus de déblocage de montant plus rapide que la méthode classique, de plus, cette méthode est basée sur des outils mathématiques précis et peut être testée avant son utilisation finale.

Malgré ses avantages, les modèles de scores présentent quand même quelques inconvénients. Partant du fait que les modèles de scores ne prennent en considération que les paramètres relatifs aux emprunteurs et ignore de ce fait, les paramètres macroéconomiques et conjoncturelles d'une part. De plus, les hypothèses de travail ne peuvent être vérifiées sur le plan pratique.

3. Notation interne :

Les recommandations de Bâle II, ont été proposées aux établissements financiers pour leur offrir la possibilité d'utiliser leur système interne afin de calculer leurs exigences en FP pour le risque crédit. Dans ce cadre, les banques peuvent s'appuyer sur la NI afin d'estimer certains paramètres destinés à mesurer le risque de contrepartie tel que la probabilité de défaut.

Selon le comité de Bâle, un système de notation peut être défini comme suit : « *C'est l'ensemble de processus, méthodes, contrôles ainsi que les systèmes de collectes et informatiques qui permettent d'évaluer le risque crédit, d'attribuer des notations internes et de quantifier les estimations de défaut et de pertes* »¹⁴.

La notation interne vise à atteindre certains objectifs. En premier lieu, la notation interne constitue un outil statistique qui permet de quantifier d'une manière précise le risque crédit en vue de rendre facile, rapide et plus objective la décision quant à l'octroi de crédit. Ensuite, le SNI est avant tout une exigence de Bâle II en matière de détermination des exigences en fonds propres relatives au capital économique permettant de faire face au risque de contrepartie.

¹⁴ Comité de Bâle 2003.

Finalement, il constitue une base de tarification des crédits, par la mise en place d'un pricing basé sur la détermination d'une prime de risque qui vise à rémunérer la prise de risque supplémentaire par l'établissement de crédit. Nous nous intéressons à l'élaboration du modèle de notation interne avec plus de détails dans le chapitre suivant.

3.1. Avantages et inconvénients :

La notation interne se caractérise par plusieurs avantages, du fait qu'il représente un outil de pilotage des activités bancaires en permettant d'une part, une lecture meilleure du couple rendement/risque, et d'autre part une meilleure quantification des risques, leur appréciation ainsi que leurs impacts sur les résultats et les performances de la banque. De plus, le SNI est une opportunité en or quant à l'expansion et la conquête d'une importante part de marché relative à l'activité de distribution des crédits, vu le gain de temps que représente cet outil lors de l'étude et la décision d'octroi de crédit qui se fait dans un temps record par rapport aux autres techniques classiques d'étude de dossiers. Finalement, la notation interne représente un atout important pour la banque lorsqu'il s'agit de l'optimisation économique par rapport à la réduction des coûts d'études de dossiers d'une part, mais également par rapport à la réduction des fonds propres alloués à l'activité de crédit suite à une meilleure gestion et estimation du risque crédit. De ce fait la banque peut disposer d'une marge de manœuvre plus importante en matière de prise de risque et donc, d'octroyer plus de crédit et, réaliser plus de bénéfice.

4. Les systèmes experts :

MAHE de BOISLANDELLE (1998) définit le système expert comme suit : « *Un système expert est un logiciel informatique simulant le raisonnement d'un expert dans un domaine de connaissance spécifique. Selon les usages qui en sont faits, un système expert peut être considéré comme : un système de décision (on suit les choix que préconise le système), un système d'aide à la décision (on s'inspire des choix proposés par le système en gardant une latitude d'interprétation), un système d'aide à l'apprentissage (dans ce cas, l'expert joue le rôle d'outil pédagogique).* »¹⁵

¹⁵ GESTION BANCAIRE DU RISQUE DE NON-REMBOURSEMENT DES CREDITS AUX ENTREPRISES : UNE REVUE DE LA LITTERATURE. Identification et maîtrise des risques : enjeux pour l'audit, la comptabilité et le contrôle de gestion, May 2003, Belgique. pp.CDRom, 2003. <halshs-00582816>

4.1. Composantes d'un système expert :

Le système expert, comme représenté dans le schéma suivant, est généralement composé d'une base de connaissance, une base des faits et un moteur d'inférence.

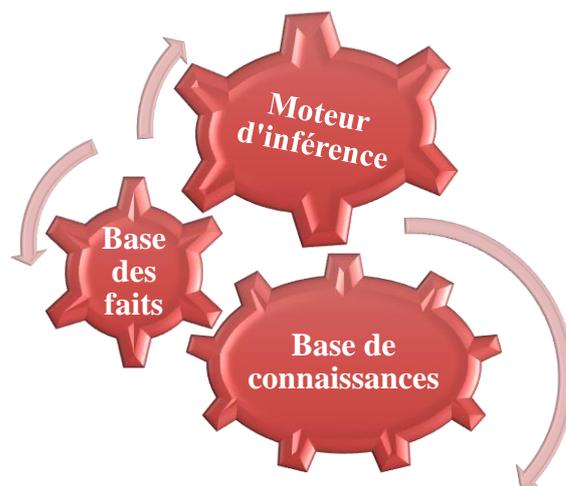


Figure n°03 : Les composants d'un système expert.

4.2. Avantages et inconvénients:

Les avantages d'un système expert englobent d'une part, leur importante dimension opérationnelle intégrant en plus des éléments qualitatifs, un ensemble d'éléments non qualitatifs et leur formalisation à travers l'inscription claire dans les procédures de gestion. D'autre part, le système expert est facilement intelligible du fait qu'il intègre des effets de l'environnement dont l'interaction avec les données est plutôt complexe.

La principale limite cependant, réside dans le fait que ce système aie une grande part de subjectivité, puisqu'il se base sur un processus de confrontation inter-expert, de plus qu'une éventuelle vérification de la cohérence par une approche scientifique est absente faute d'indicateurs de performance intrinsèques.

5. Les réseaux de neurones :

Au début des années 1990, la finance a connu la naissance des réseaux de neurones, en tant qu'une méthode quantitative de prévision. Les Neural Networks, sont des outils non paramétriques, ils sont inspirés du comportement intelligent des humains dans la résolution des problèmes. Les réseaux de neurones sont dotés d'une intelligence artificielle leur accordant la possibilité de mettre au point des algorithmes d'analyse et des modèles d'apprentissage.

Les principales raisons qui ont poussé les chercheurs à utiliser ces méthodes sont :

- Des modèles adaptés à la résolution des problèmes très complexes, vu que cette technique prend en compte l'effet de non-linéarité entre les variables.

- Les RNA ne nécessitent aucune hypothèse sur les variables, contrairement aux méthodes statistiques.
- La définition de leurs propres règles de décision et d'affectation, sans faire appel aux avis des experts.

5.1. Avantages et inconvénients:

Les réseaux de neurones sont particulièrement aptes à chercher les règles qui permettent une meilleure discrimination entre deux différents types de populations. Ils sont également caractérisés, d'une part par leur capacité de généralisation en partant d'un ensemble d'exemple pour apprendre à définir les comportements permettant la résolution des problèmes, et d'autre part de leur adaptabilité.

Cependant, les réseaux de neurones présentent une multitude d'inconvénients, dont le principal réside dans le fait qu'ils sont incapables d'expliquer les résultats obtenus et en argumenter les raisons d'octroi ou de refus de crédit.

Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons essayé de passer en relief sur le cadre conceptuel relatif à la notion du risque crédit, son cadre réglementaire ainsi que la relation entre le risque crédit et la défaillance des entreprises. Ce précédent chapitre a été clôturé en effectuant un passage par un résumé d'un ensemble de techniques de gestion du risque crédit les plus répandues.

La notation interne en constitue une, c'est d'ailleurs la technique statistique que nous allons utiliser afin d'aboutir à la finalité de ce travail. Le chapitre suivant va nous permettre de mettre plus d'appui sur cette technique, et d'éclairer davantage sa relation avec la tarification du risque crédit, objet de ce mémoire.

Chapitre II

La notation au cœur de la tarification du risque de crédit

Introduction

Dans ce présent chapitre nous allons aborder l'une des techniques d'évaluation et d'appréciation du risque de crédit qui fait partie intégrante des apports de Bâle II, il s'agit de la notation interne. Nous nous intéressons aux différentes étapes de la conception d'un modèle de notation interne, ses préalables et ses techniques de validation une fois mis en place. Finalement nous comptons achever ce chapitre par la présentation de la tarification des crédits, et plus précisément, sa composante principale qui en est le coût du risque crédit, et ce sur la base d'une estimation des caractéristiques du risque crédit, une fois la probabilité de défaut déterminé par le système de notation interne préalablement élaboré.

Ce chapitre sera scindé en deux sections :

- Section 01 : Méthodologie de conception d'un modèle de notation.
- Section 02 : La notation interne comme outil d'aide à la tarification.

Section 01

Méthodologie de conception d'un modèle de notation interne.

La construction d'un système de notation interne exige une certaine méthodologie, cette dernière regroupe plusieurs étapes. Commencant par la construction d'une bonne base de données qui se subdivise en deux sous-populations, la première est dédiée à la construction du modèle, alors que la seconde sert de base de validation du modèle. Ensuite, il est à définir le choix de la technique adéquate pour la sélection des variables explicatives de défaut, qui doivent ensuite, être différenciées pour que l'adoption finale de ces variables concerne uniquement celles qui sont les plus significatives. Enfin, il sera temps à procéder à l'élaboration du modèle et son validation.

1. Etape I : la conception de l'échantillon et choix des variables.

1.1. La construction de l'échantillon :

A ce stade, nous traiterons l'échantillon de construction du modèle. La population en question doit d'abord être assez représentative du portefeuille de la banque. De plus, la population de construction doit être scindée en deux sous-populations : les emprunteurs sains et les emprunteurs non sains.

Cet échantillon doit être représentatif en contenant un grand nombre d'emprunteurs composant le portefeuille de la banque. De plus il doit être construit dans la mesure de couvrir un cycle économique de 07 ans conformément à la réglementation baloise.

1.1.1. Les techniques d'échantillonnage utilisées :

Afin de scinder la population de construction en deux sous-populations, deux méthodes d'échantillonnage se distinguent :

- **L'échantillonnage apparié :**

Le principe de cette méthode réside dans le fait de créer des couples d'emprunteurs (sains et défaillants) ayant des caractéristiques identiques. La facilité de réalisation de cette méthode représente un avantage, alors que le fait que le choix de l'emprunteur ne soit pas aléatoire (les emprunteurs n'ont pas la même probabilité d'appartenir à l'échantillon), en est un inconvénient vu qu'il introduit un biais dans le modèle.

- **L'échantillonnage aléatoire :**

Le principe de cette méthode est simple, il s'agit de tirer des emprunteurs d'une population d'origine de façon aléatoire. L'ensemble des emprunteurs ont la même chance de faire partie de l'échantillon de construction, c'est l'avantage principal de cette méthode. De plus, cette dernière permet d'avoir une distribution convergeant vers celle de la population d'origine.

1.1.2. Conditions générales relatives à l'échantillon de construction :

L'échantillon de construction sélectionné doit répondre à un certain nombre de critères afin d'obtenir un modèle adéquat, non biaisé et applicable à tout autre emprunteur ne faisant pas partie de l'échantillon de construction. Il doit être : représentative, homogène et exhaustive.

1.1.3. Le choix du critère de défaut :

L'échantillon construit et faisant objet de construction du modèle de notation interne, est comme nous avons dit divisé en deux sous-population : les emprunteurs sains et les défaillants. Le critère qui permet cette distinction est le défaut. C'est pourquoi il est crucial de donner un petit aperçu sur la défaillance d'un emprunteur. D'après le comité de Bâle¹⁶ : « *le défaut intervient lorsqu'un des événements suivants survient :*

- *Le débiteur est dans l'incapacité de rembourser ;*
- *Le report de paiement est associé à un abondant de créance ;*
- *Retard de paiement supérieur à 90 jours ;*
- *L'emprunteur est juridiquement en faillite. »*

1.2.Choix des variables :

Une fois le critère de défaut est défini, nous procéderons à la sélection des variables permettant d'expliquer ce défaut. A ce stade, la sélection n'est pas facile. En effet, nous devons passer par deux étapes :

¹⁶ M.DIETSH et J.Petey , « mesure et gestion du risque de crédit dans les institutions financières », ED, revue de banque , Paris 2008, p53

1.2.1. La sélection préliminaire des variables explicatives :

Les variables sont choisies selon deux approches, et ne sont pas encore définitivement adoptés. Les deux approches sont :

- **Approche par le plus grand nombre possible :**

Cette approche consiste à sélectionner le maximum de variables disponibles. Cependant, des difficultés peuvent apparaître quant à la non disponibilité des données et le manque de temps.

- **Approche basée sur l'expérience :**

Cette approche quant à elle, consiste à ne sélectionner que les variables les plus intéressants selon des analyses financières fondées sur leurs expériences et leurs écrits. L'inconvénient de cette approche réside dans la subjectivité des choix et la probabilité d'ignorer des variables ayant une explication importante du défaut.

1.3. Filtrage des variables :

Une fois les variables sont choisies, nous procéderons à une sélection définitive des variables les plus significatives et explicatives du défaut. Cette sélection est faite sur la base d'un ensemble de méthodes statistiques et des tests d'inférence statistique qui vont déterminer le niveau de corrélation entre les variables.

1.3.1. Typologie des variables exogènes (explicatives) :

Nous distinguons deux principaux types que peuvent prendre les variables :

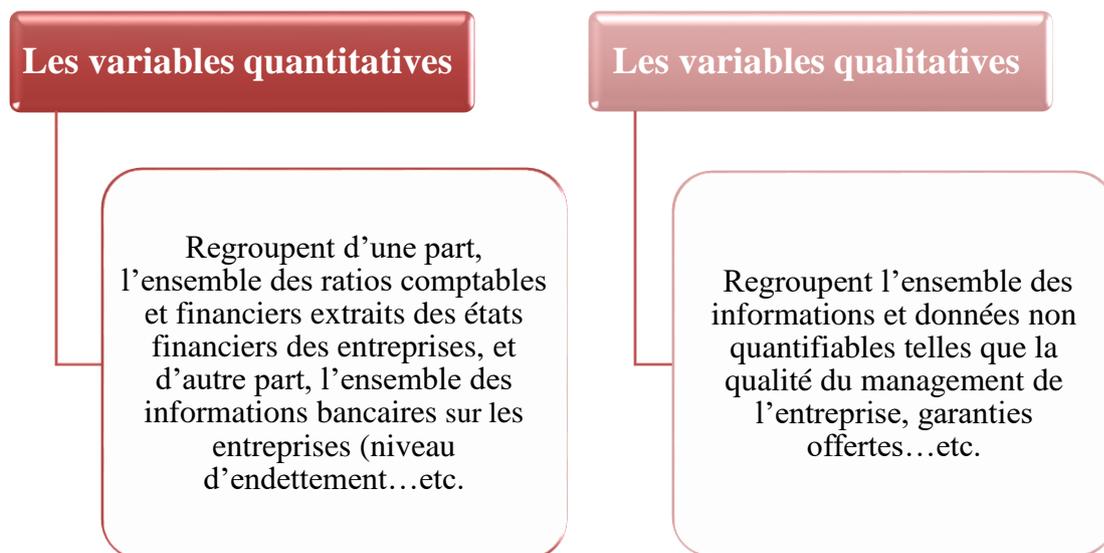


Figure n°04 : Typologies des variables exogènes.

2. Etape II: choix de la méthode à adapter.

A ce stade, deux approches se distinguent. La première étant l'approche paramétrique, la seconde est l'approche non paramétrique.

2.1. Approche paramétrique :

Ce sont l'ensemble des approches qui se basent sur le principe selon lequel, les variables explicatives suivent des lois statistiques. Ces hypothèses représentent le principal inconvénient qu'on reproche à ces techniques paramétriques de fait de la difficulté de vérifier les dites hypothèses en pratique. Toutefois, ces approches sont utilisées d'une façon répandue grâce à leur bonne capacité prédictive.

2.1.1. L'analyse discriminante linéaire (ADL) :

Cette méthode est parmi les plus anciennes des méthodes statistiques de classement. Elle remonte aux anciens travaux de Fisher en 1936, elle permet de classer les individus d'une population en groupes distincts prédéfinis.

L'analyse discriminante permet de séparer d'une façon optimale, les bons emprunteurs des mauvais, et ce en essayant de maximiser la variance intra-classes, et en minimisant au même temps, la variance entre les classes.

L'objectif est de déterminer la meilleure relation entre les variables pour aboutir à une parfaite discrimination entre les deux sous population, et ce à travers l'estimation de la fonction score.

La fonction score se présente comme suit :

$$Score = \beta + \sum \alpha_i * R_i$$

Où :

R_i : les variables explicatives retenues ($i=1,2,3,\dots,n$)

α_i : pondération de chaque variable explicative ;

β : constante de la fonction.

Quant à la sélection des variables, elle se fait pas à pas. Cette démarche laisse à choisir uniquement les variables expliquant au mieux le défaut. En effet, Le Lambda de Wilks « λ » représente la technique la plus utilisée, c'est le rapport entre la matrice des variances intra-classe et la matrice des variances totales. On procède à l'introduction des variables une à une, celle qui permet d'améliorer davantage le niveau de discrimination du modèle en obtenant un coefficient Lambda plus élevé sera adoptée. Si au contraire, la variable introduite réduit le rapport de Lambda, la variable est à écarter du modèle.

2.1.2. La régression logistique :

La régression logistique est parmi les modèles les plus utilisés dans la construction des fonctions score dans nos jours. Il permet d'intégrer des variables quantitatives et qualitatives dans l'explication de la probabilité de défaut. C'est le principal outil utilisé pour le scoring des particuliers et des emprunteurs ne possédant pas de données financières et quantitatives.

Le modèle logistique permet d'estimer la probabilité de défaut d'un emprunteur par le biais de la fonction de répartition suivante :

$$F(Z) = \frac{e^Z}{1+e^Z}$$

Avec : Z étant la fonction score qui dépend des variables introduites.

La fonction Z peut être présentée sous forme d'une combinaison des variables exogènes du modèle comme suit :

$$Z_i = \beta_i + \sum_{j=1}^p \beta_{ij} X_{ij} + e_i \quad / \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Avec:

Z_i : Variable latente.

β_i : Constante du modèle

X_{ij} : Variable explicative numéro j de l'emprunteur i

e_i : Terme d'erreur.

Ce modèle possède quelques avantages intéressants du fait qu'il ne soit basé sur aucune hypothèse de distribution des variables explicatives. De plus, il permet de faire sortir directement la probabilité de défaut, sans pour autant passer par une nouvelle estimation basée sur les historiques. Et finalement, il permet une parfaite adaptabilité quant aux variables qualitatives. Cependant, la régression logistique présente quand même quelques inconvénients relatifs à la nécessité de disposer d'un important échantillon représentative sous peine de biaiser la modélisation d'une part, et le fait que les observations doivent être indépendantes d'autre part.

2.2.Approche non paramétrique :

Cette approche regroupe l'ensemble des méthodes ayant comme avantage principale l'absence des hypothèses sur la distribution statistiques des variables. Nous citons à titre d'exemple, les réseaux de neurones et les arbres de décisions...etc.

3. Etape III : Élaboration de la grille de notation et sa validation.

Cette étape sert à l'établissement d'un modèle de notation interne basé sur une grille de notation.

3.1.Élaboration d'une grille de notation quantitative (financière) :

L'élaboration d'une grille de notation quantitative respecte une certaine méthodologie. En effet, et suite à la sélection des ratios financiers les plus discriminants, on procède initialement à la définition des normes sectorielles relatives aux ratios financiers adoptés. Ces normes permettent de rendre possible la comparaison entre l'entreprise et ses concurrents. Une fois les normes définies, on procède à la construction d'une grille financière en définissant des intervalles de sortes que les valeurs de chaque indicateur soient classées sur un nombre précis

d'intervalles en correspondance au nombre de classes de risque souhaité. Finalement, on procède à la détermination du nombre de points à attribuer pour les ratios appartenant aux différents intervalles.

Commençant par la définition des intervalles pour chaque ratio retenu, cela veut dire que lorsque le score d'un emprunteur est connu, nous pouvons estimer sa PD à un horizon donné et selon cette PD, nous l'affectons dans une classe de risque.

Afin d'établir ces classes de risque, il existe trois possibilités¹⁷ :

- « La règle d'affectation géométrique basée sur le critère de distance ;
- La règle d'affectation basée sur le théorème de Bayes ;
- Un critère de maximisation des taux de bons classements (LOGIT, ADL,...). »

3.2.Élaboration d'une grille qualitative :

Les critères quantitatifs (ratios financiers) sont plus faciles à mesurer par rapport aux critères qualitatifs, qui sont composés d'un certain nombre de questions ayant des réponses préétablies. Ensuite, la note à attribuer pour chaque réponse est donnée par le notateur. C'est parmi les principales raisons qui amplifient la subjectivité de la grille qualitative.

Les critères qualitatifs les plus utilisés sont les suivantes :

- L'analyse environnementale et stratégique ;
- Les caractéristiques de l'entreprise ;
- Le style de management utilisé ;
- La relation entreprise / banque ;
- Les sources de financement.

3.3.Découpage en classes de risque :

Une fois la grille de notation est établie, et les points des critères qualitatifs et quantitatifs sont consolidés, nous calculons une note globale et synthétique, qui caractérise chaque entreprise. Par la suite, nous déterminons les différentes classes de risque du modèle de notation, en définissant les bornes des intervalles de chaque classe. Cette dernière regroupe les

¹⁷ Michel DIETSCH et Joël PETEY, mesure et gestion du risque de crédit dans les institutions financières, Revue Banque édition, Paris 2008, P67

entreprises ayant un profil de risque de défaut approximativement identique, c.-à-d. une même probabilité de défaut.

3.4. Matrice de transition :

La matrice de transition, est un tableau récapitulatif qui regroupe l'ensemble des informations relatives à l'évolution de la notation des emprunteurs pour une année, qui sont publiées par des agences de notation. Cette matrice donne la probabilité de migrer d'une classe de risque à une autre. Cela apporte des informations qui permettent aux prêteurs d'envisager des mesures avant la réalisation de défaut. La matrice suivante illustre ce concept :

En prenant le cas d'un emprunteur noté initialement A. Dans une année, l'emprunteur a une probabilité de 62.23% de rester à la classe A, de 6.59% de migrer à la classe AAA et de 0.49% de faire défaut.

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	Défaut
AAA	95	4,65	0,24	0,09	0,02	0	0
AA	20,56	45,75	15,12	8,82	6,3	2,26	1,19
A	6,59	15,24	62,23	12,11	2,14	1,2	0,49
BBB	0,98	2,05	6,24	82,83	5,30	1,75	0,75
BB	0,038	0,06	2,43	7,66	73,23	6,46	1,08
B	0	0,22	0,70	1,33	4,17	85,62	7,96

Tableau n°03: Matrice de transition.

4. Etape IV : validation du modèle.

Conformément aux recommandations de comité de Bâle, Chaque banque est tenue de valider son modèle de notation interne¹⁸. La validation consiste à mesurer la performance du modèle élaboré, elle est fondée sur des méthodes statistiques et sur des procédures de tests de robustesse, sur un échantillon de validation qui est différent de l'échantillon de construction.

4.1. La validation qualitative :

Cette validation porte sur la nature des bases de données utilisées, la qualité de l'information requise, la taille de l'échantillon disponible et les conditions de stockage de l'information. De ce fait, le système d'information doit agréger les expositions sur chaque

¹⁸ D'après le document consultatif de Bâle II, Avril 2003, P 460.

contrepartie et mis à jour les informations selon l'évolution de la situation financière de chaque emprunteurs. Il faut aussi s'assurer que l'ensemble des outils de mesures du risque de défaut et des pertes associées sont intégrés dans les procédures d'évaluation de risque crédit.

4.2. La validation quantitative :

Cette validation consiste à faire plusieurs tests de validation, telle que l'examen du taux de bon classement sur l'échantillon, la validation croisée et l'analyse des courbes de performances.

4.2.1. Le taux de bon classement :

Le principe de cette technique consiste à segmenter l'échantillon en deux groupes d'entreprise, entreprises saines et entreprises défaillantes selon leurs scores et calculer par la suite le taux de bon classement pour chaque groupe. Quand, le taux est calculé à partir de l'échantillon de construction, il est appelé « taux de resubstitution ». Le tableau suivant présente l'affectation des entreprises :

Classes réelles			
		0	1
Classes selon le score	0	Les entreprises défaillantes classées défaillantes	Les entreprises défaillantes classées saines
	1	les entreprises saines classées défaillantes	les entreprises saines classées saines

Tableau n°04 : Affectation des entreprises selon la méthode de resubstitution.

Selon ce tableau nous pouvons constater qu'il existe 02 types d'erreurs de classement :

- **Le sous classement** : lorsqu'une entreprise appartient à une classe de risque donnée alors qu'elle devrait être affectée à une classe supérieure, cela engendre un manque à gagner pour la banque ;
- **Le sur classement** : c'est lorsqu'une entreprise appartient à une classe donnée, alors qu'elle devrait être affectée à une classe inférieure, cela causera une perte future à la banque.

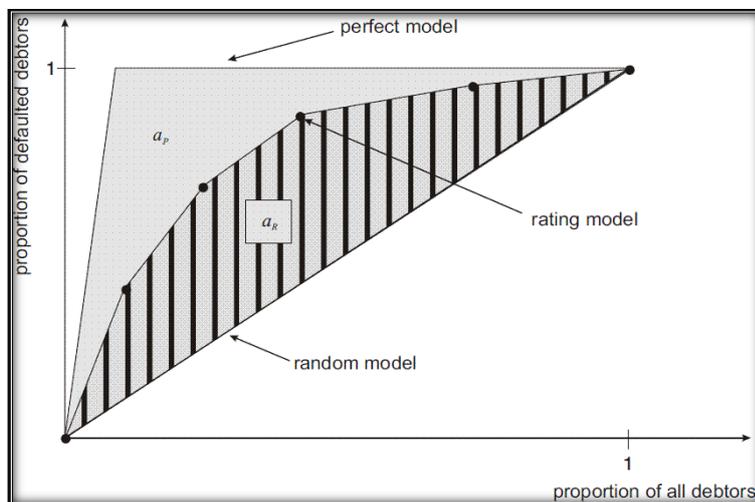
Nous pouvons parler aussi de validation croisée, lorsque cette méthode est utilisée avec un échantillon distinct de l'échantillon de construction, afin de vérifier que le modèle n'est pas performant qu'avec l'échantillon initial.

4.2.2. La courbe CAP (Cumulative Accuracy Profile) :

Cette courbe sert à mesurer le pouvoir discriminatoire du modèle à séparer entre les entreprises saines et les entreprises défaillantes.

La courbe va se situer entre 02 modèles, le modèle naïf et le modelé parfait, ce dernier affecte les scores les plus faibles aux entreprises défaillantes, cela fait accroître la courbe de façon rapide jusqu' elle se transforme en ligne horizontale. Pour le modèle naïf, il consiste à affecter les scores d'une façon aléatoire, puisque il n'a aucun pouvoir discriminant.

Source : Google Image.



Interprétation :

La performance du modèle de notation est meilleure lorsque la courbe CAP se rapproche de la courbe du modèle parfait.

Graphique n° 01: La courbe CAP.

Cette performance peut être mesurée en calculant « the accuracy ratio » donnée par la formule suivante :

$$AR = \frac{\text{La surface comprise entre le modèle à valider et le modèle naïf}}{\text{La surface entre le modèle naïf et le modèle parfait}}$$

Section 02

La notation interne comme outil d'aide à la tarification.

1. Le domaine d'utilisation d'un système de notation interne :

Le système de notation interne est avant tout un outil d'aide à la décision, en outre, il peut être utilisé pour d'autres finalités telles que : la détermination des provisions, l'allocation optimale des fonds propres et enfin la tarification des crédits.

1.1. La notation entant qu'une exigence de Bâle :

La mise en place d'un SNI constitue l'une des recommandations du comité de Bâle II, qui vise à couvrir d'une façon plus efficace, le risque de contrepartie encouru en allouant dans une mesure optimale les fonds propres destinés à en faire face. La définition des fonds propres à allouer et la détermination de leur niveau sont à estimer et à mettre en place en interne par la banque, qui voit dans une telle disposition, un enjeu considérable.

1.2. Une décision fondée sur la notation :

L'analyse financière est considérée comme l'outil classique d'aide à la décision, elle nous donne une appréciation sur le risque potentiel d'un emprunteur, mais elle reste toujours incapable de le quantifier. Le SNI vient combler cette lacune, il permet une estimation quantitative de risque pour chaque entreprise, et ce à partir des informations qualitatives et quantitatives collectées. En conséquence, le SNI est devenue un outil important lors de décision.

1.3. Une allocation optimale des fonds propres :

La notation interne est essentielle pour la mise en place d'une démarche RISK Adjusted Return On Capital « RAROC », cette dernière constitue une méthode qui permet de mesurer la performance d'une banque en terme de rentabilité ajustée aux risques. Cette méthode permet aussi une allocation optimale des fonds propres économiques entre les lignes de crédits de la banque, l'allocation ce fait selon la formule suivante :

$$RAROC = \frac{\text{Résultat-perte moyenne}}{\text{capital économique}}$$

Ce ratio est souvent comparé à un taux de référence, lorsque le RAROC est supérieur à ce taux de référence, les managers de la banque peuvent recevoir une partie de la plus-value réalisée.

2. La notation au cœur de la tarification des crédits¹⁹ :

Le risque crédit est un risque inhérent à l'activité de distribution du crédit. L'octroi d'un crédit implique nécessairement une prise de risque. Le bon fonctionnement d'une telle activité suppose non seulement que ce risque de crédit soit correctement maîtrisé, ou atténué par le jeu de garanties, part de financement...etc, mais également qu'il puisse être couvert et rémunéré par des marges adéquates et appropriées. Des mesures doivent impérativement être entreprises afin de permettre une meilleure prise en compte du risque de contrepartie dans la tarification des crédits.

Il s'agit d'une tarification différenciée des emprunteurs. Grâce à l'utilisation des informations fournis par le SNI, la banque attribue des notes individuelles à chaque client selon son degré de risque. Par la suite l'emprunteur se voit attribuer un pricing calculé en fonction de son risque de crédit spécifique, et il assume individuellement son coût du risque qui est ajouté au taux d'intérêt de crédit accordé. Cela permet une tarification équitable, juste et transparente dans le domaine des crédits. En conséquence, les emprunteurs auront intérêt à améliorer davantage leur situation financière et leur rentabilité afin d'améliorer leur classe de risque, et se procurer un profil moins risqué afin de subir un taux d'intérêt moins élevé.

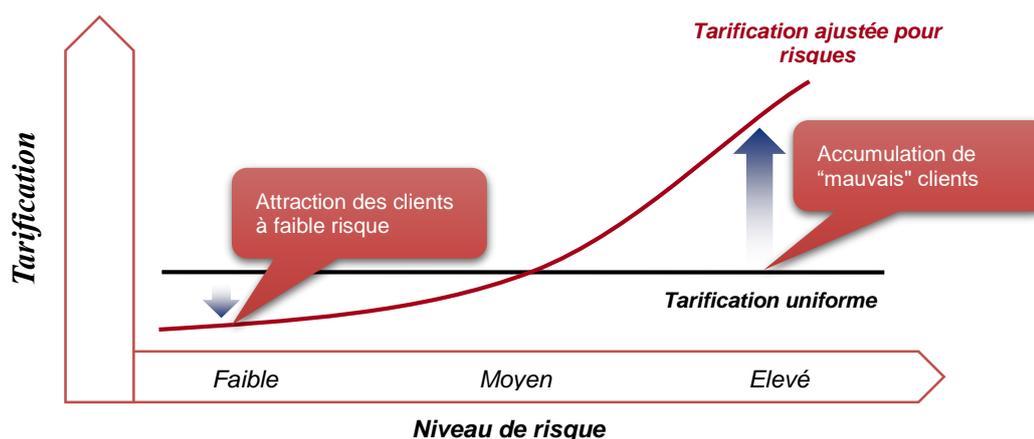


Figure n°05 : La relation entre la tarification et le niveau de risque.

Source : Experian, Decision Analytics.

¹⁹ <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Ressources/file/326850>

2.1. Tarification des crédits :

La tarification des crédits représente le prix final appliqué par la banque sur l'octroi d'un crédit. Il représente son propre revenu quant à l'activité de distribution de crédit. C'est également, et en parallèle, le coût final supporté par un emprunteur souhaitant disposer de fonds pour financer un investissement quelconque. La tarification des crédits se résume en dernier lieu dans le taux d'intérêt effectif global.

2.2. Fixation du taux d'intérêt pour un crédit :

Le taux d'intérêt facturé aux clients est une combinaison de plusieurs coûts, il doit permettre de couvrir le coût des ressources, les charges administratives de l'opération et le coût du risque engagé. De plus nous rajoutons une marge bénéficiaire afin de rémunérer les actionnaires. C'est ainsi que le taux d'intérêt du crédit se décompose :

$$\begin{aligned} & \text{Composition du taux d'intérêt} = \\ & \text{Coûts de ressources} + \text{coûts de gestion} + \text{marge de correction} + \text{coûts de risque} + \\ & \text{rémunération des fonds propres} \end{aligned}$$

2.2.1. Coûts des ressources :

Aussi appelé coût de refinancement, c'est le prix que la banque paie sur le marché monétaire et des capitaux afin d'acquérir des dépôts pour les mobiliser et les transformer en crédits. Egalement, et compte tenue de la diversité des modes de refinancement (ressources traditionnelles, financements obligataires mais aussi les opérations hors bilan), les crédits sont en général facturés sur la base d'un taux notionnel, déterminé en fonction des choix de refinancement propres à chaque établissement.

2.2.2. Coûts opératoires (de gestion) :

Cette seconde composante de la tarification des crédits, regroupe les divers coûts de gestion et de fonctionnement, et est par ailleurs, très difficile à cerner du fait de la faiblesse des outils de comptabilité analytique existants qui ne permettent toujours pas une prise affectation le coût opératoire relatif à chaque produit. C'est pour cette raison que chaque banque est appelée à développer des méthodes d'affectation des coûts de gestion adaptées à ses propres caractéristiques.

2.2.3. Marge de correction :

La marge de correction est une sorte de marge qui permet d'individualiser la tarification selon le type de crédit, son objectif, le secteur d'activité de l'emprunteur et de son marché. En effet, chaque secteur d'activité et chaque marché sont caractérisés par leurs propres risques et difficultés pouvant rendre difficile, la réalisation des objectifs de l'emprunteur en matière de rentabilité et de pérennité, à l'instar de l'intensité concurrentielle, les barrières à l'entrée...etc. La banque doit prendre en compte l'ensemble de ses éléments pour une meilleure discrimination en matière de tarification des crédits.

2.2.4. Le coût des fonds propres :

Le coût de cette ressource représente la charge des fonds propres collectés par la banque au-delà du seuil de solvabilité en vigueur. C'est également la rémunération minimale des fonds propres alloués aux portefeuilles crédit, et qui a un rôle primordial quant à l'absorption des pertes inattendues. En effet, ces pertes dépassant les pertes moyennes doivent être couvertes par des fonds propres qu'il y a lieu de rémunérer en se référant au taux de rendement souhaité par les actionnaires comme retour sur leurs investissements. Certaines banques procèdent à adopter des systèmes de mesure du rendement des fonds propres pondérés par le risque crédit (RAROC), afin de mettre une place une juste tarification en fonction du coût des fonds propres utilisés.

2.2.5. Prime de risque :

Le risque de contrepartie représente le risque le plus important que la banque encourt lors de son activité. La couverture de ce risque crédit doit être rémunérée par une certaine prime permettant de compenser l'éventuelle perte relative au défaut de l'emprunteur, c'est la perte attendue qui est ajoutée à la perte inattendue. La prime de risque varie selon le profil de risque, des sûretés et garanties prises vis-à-vis d'un emprunteur donné. En effet, un emprunteur qui présente un profil de risque assez faible devra supporter une tarification moins importante par rapport à celle appliquée à un emprunteur plus risqué pour le même crédit.

En conclusion, la tarification de crédit ajustée au risque de contrepartie se résume dans le schéma ci-après²⁰ :

²⁰<https://www.belfius.be/common/FR/multimedia/MMDownloadableFile/Business/Financing/MMI%20krediet%20en%20risico.pdf>

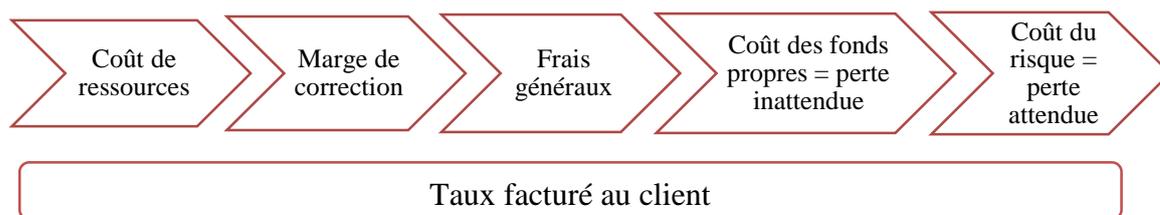


Figure n°06 : Composants de taux d'intérêt d'un crédit bancaire.

Afin de constituer une base pour l'estimation de ce risque de contrepartie, et éventuellement sa juste tarification qui sera incluse dans le pricing des crédits, il est primordial de procéder à la détermination de la perte attendue et inattendue du portefeuille crédit en faisant sortir l'ensemble de leurs composantes.

3. Les paramètres de modèle du risque crédit :

3.1. La probabilité de défaut (PD) :

Mesure la probabilité de défaut d'un emprunteur sur un horizon de temps donné.

3.2. Exposition en cas de défaut (EAD) :

C'est le risque que court une banque suite à la défaillance du débiteur.

3.3. La perte en cas de défaut (LGD) :

C'est le taux de perte en pourcentage subie par la banque en cas de défaillance de débiteur, c'est la fraction de l'exposition en cas de défaut, qui ne sera pas récupérée dans la période suivant le défaut. L'estimation de LGD inclut l'ensemble des coûts directs et indirects relatifs aux processus de recouvrement et de contentieux. Plusieurs formules peuvent mesurer le LGD, dont la plus commune est de la mesurer par rapport au taux de recouvrement comme suit :

$$\text{LGD} = 1 - \text{taux de recouvrement (RR)}$$

4. Le coût du risque (perte attendue) :

C'est également la perte moyenne espérée sur un crédit ou un portefeuille de crédit donné. Cette perte doit faire objet d'un provisionnement selon le comité de Bâle. La perte attendue est fonction croissante de l'ensemble des paramètres du risque crédit, notamment la probabilité de défaut qui en est la composante principale et qui dépend directement du risque engendré par le crédit. Cette perte est la conséquence de l'éventuelle défaillance de l'emprunteur, la banque doit évaluer le montant de cette perte pour finalement l'inclure dans

la tarification des crédits. Le montant de la perte attendue individuelle est donné par la formule suivante :

$$\text{Expected Loss} = \text{PD} \times \text{EAD} \times \text{LGD}$$

5. Le coût exceptionnel (perte inattendue) :

La perte inattendue est la partie exceptionnelle de la perte. La probabilité de sa provenance est faible mais les conséquences sont colossales. C'est également le capital économique proposé par le comité de Bâle, qui en est l'exigence en fonds propres destinés à couvrir ces pertes.

Le montant relatif à la perte inattendue n'est rien d'autre que la différence entre la perte totale donnée par la VAR²¹, et la perte attendue préalablement estimée.

$$UL = VaR - EL$$

Le coût de cette perte inattendue doit faire objet d'une tarification, du fait que les fonds propres débloqués pour faire face à ces pertes donnent droit à une rémunération. La rémunération de ce coût de perte inattendue ajoutée à la rémunération du coût de la perte attendue représente la prime de risque crédit, qui doit être évaluée d'une façon précise par la banque afin de l'inclure éventuellement dans la tarification des crédits, autrement dit dans le taux d'intérêt final facturé au client.

6. La tarification du crédit comme un problème de portefeuille :

Dans cette approche nous supposons qu'un prêteur maximise son rendement attendu sous la contrainte que son niveau des FP économiques soit égale à un niveau requis K. Cela revient à dire que le taux d'intérêt ajusté au risque d'un prêt donné permette à l'institution financière d'obtenir sur les FP totaux affectés à ce prêt une rémunération au moins égale à l'objectif de rendement des fonds propres de cette dernière.

²¹ Value At Risk

Les FP totaux affectés au prêt sont composés, des FP économiques, qui sont mesurés par la contribution marginale du prêt à la VaR, plus les FP destinés à couvrir les pertes attendues.

A partir d'un modèle interne de notation, nous pouvons déterminer pour chaque emprunteur de crédit les fonds propres nécessaires pour le couvrir et les fonds propres totaux (FP_T). L'équation de maximisation de rendement est formulée ainsi :

$$\text{Max } E(R_p) = \sum (R_i) * E_i$$

Sous contrainte :

$$FP_T = K$$

Où :

$E(R_p)$: est le rendement attendu de portefeuille sur le prêt.

$E(R_i)$: le rendement attendu sur le prêt i .

E_i : est la valeur de l'exposition i .

Conclusion

Généralement, les banques construisent des relations globales avec leurs clientèles, cela engendre une mauvaise gestion de risque crédit, et la non prise en compte de risque individuel de chaque emprunteur dans la détermination de taux d'intérêt facturé. De ce fait, nous avons essayé dans ce chapitre de présenter l'importance de l'élaboration d'un modèle de notation interne au sien d'une banque et son utilité quant à la détermination d'une juste tarification de risque crédit pour éventuellement mettre en place un pricing plus précis et plus transparent des crédits.

Chapitre III

*L'implantation d'un modèle
de tarification basé sur la
notation interne*

Introduction

La prévision du risque crédit n'est d'autres que le pouvoir d'anticiper si une contrepartie aura tendance à honorer ses engagements financiers vis-à-vis de la banque ou pas. Ceci étant l'essence même de la solvabilité des banques. Afin de bien mener cette prédiction, les banques adoptent un ensemble de méthodes statistiques basées sur des informations à la fois quantitatives et qualitatives concernant les entreprises candidates.

Dans ce chapitre nous allons essayer en premier lieu, de proposer l'une des méthodes statistiques de gestion du risque crédit qui est la notation interne. Ce système ne sera pas complètement statistique, mais désormais hybride (Statistique et heuristique).

Notre système de notation interne ne sera pas uniquement un outil d'aide à la décision, mais également un outil d'aide à la tarification dépendant du risque de l'emprunteur, puisque procéder à une opération d'octroi de crédit est synonyme d'accepter un risque en contrepartie d'une future rentabilité, d'où l'importance de tarifier le risque des différents emprunteurs.

L'objectif principal de notre cas pratique est la tarification différenciée des contreparties selon le profil de risque de chacun d'entre elles. Pour ce faire nous allons scinder ce troisième chapitre relatif au cas pratique en deux sections, la première section sera dédiée à l'élaboration d'un modèle de notation interne propre au crédit populaire d'Algérie, quant à la deuxième section, elle traitera la tarification ajustée au risque individuel des différentes contreparties selon leur classe de risque correspondante.

Section 01

Elaboration d'un modèle de notation interne.

La mise en place d'un système de notation interne de type hybride (statistique et heuristique) nécessite le passage par deux phases primordiales qui sont les suivantes :

Etape I : Construction du modèle statistique

Dans cette première étape, nous allons procéder à l'élaboration du modèle statistique de scoring en débutant par la collecte d'information relative à la construction des échantillons sur lesquels nous effectuerons par la suite, différents tests statistiques, pour finalement valider le système construit.

1. Construction de la base de données :

1.1. Collecte des informations :

Cette étude est fondée sur la BDD recueillie auprès du Crédit Populaire d'Algérie.

Nous avons ciblé dans notre échantillon uniquement les entreprises privées de type petite et moyenne entreprise –PME- opérant dans le secteur industriel et commercial.

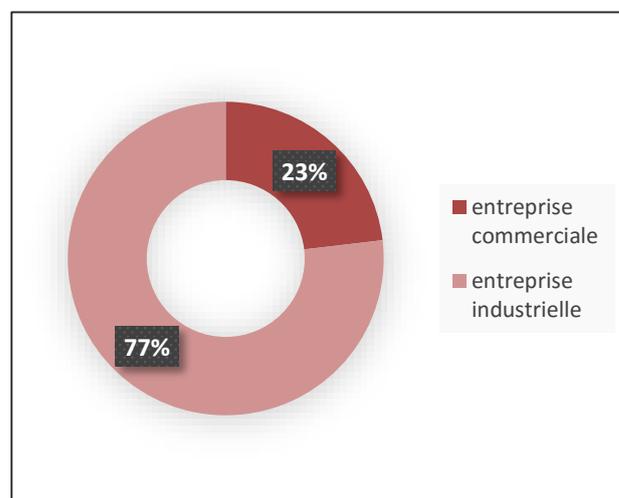


Figure n°07 : Répartition de l'échantillon.

L'ensemble des entreprises faisant partie de l'échantillon de construction ont fait objet au moins d'un seul prêt durant les 03 années suivantes : 2013,2014 et 2015. Quant aux entreprises de l'échantillon de validation, la date de leur application étant 2016.

Nous avons constitué notre population sur la base d'un échantillon de 141 entreprises choisies selon un tirage aléatoire. Cette population est constituée par 99 entreprises saines et 42 défailtantes.

Caractéristiques	Entreprises saines	Entreprises défaillantes
Secteurs d'activité		
▪ Industriel	69	36
▪ Commercial	30	6
Forme juridique		
▪ SNC	7	1
▪ EURL	28	11
▪ SARL	59	28
▪ SPA	4	2
Total	99	42

Tableau n° 05: Caractéristiques des entreprises de l'échantillon.

• **Interprétation :**

Nous constatons à partir de cette figure que les entreprises dont la forme juridique est SARL occupent une place prépondérante de notre échantillon du travail collecté auprès du CPA à hauteur de 61,7% dont 47,4% d'entre elles sont défaillantes. Suivies par les entreprises EURL à hauteur de 28,37% dont 39,3% sont défaillantes, puis les entreprises de forme SNC et SPA avec des parts minimes.

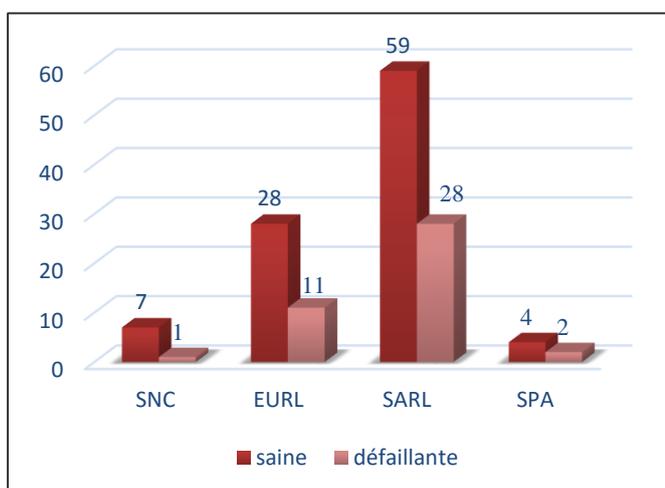


Figure n°08: Répartition selon la forme juridique.

En se basant sur l'échantillonnage aléatoire sur EXCEL, nous avons scindé notre échantillon de base en deux sous échantillons, le premier sera dédié à la construction de modèle, quant au deuxième, il est destiné à sa validation et à la mesure sa performance.

Les résultats obtenus sont les suivants :

L'échantillon de construction inclut 120 entreprises dont 90 non défaillantes et 30 défaillantes. De même, l'échantillon de validation comprend 21 entreprises dont 12 sont défaillantes.

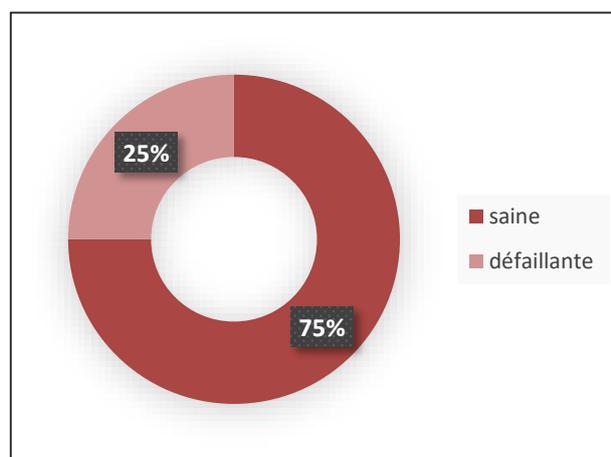


Figure n° 09: Répartition de l'échantillon de construction.

1.2. Le critère de défaillance :

Le critère de défaut sélectionné dans notre travail correspond à un retard de remboursement de 03 mois, et ce conformément aux exigences de Bâle et au règlement 2014-03²² relatif au classement et au provisionnement des créances.

2. Choix des ratios financiers :

Afin de choisir les indicateurs les plus significatifs, nous nous sommes basées sur l'avis des experts et analystes financiers au sein de la direction des crédits aux industries et services au niveau du CPA. Par la suite, nous avons procédé au calcul d'un ensemble de ratios financiers à partir des états financiers mis à notre disposition afin de constituer nos variables quantitatives. A ces variables quantitatives, s'ajouteront d'autres informations de nature qualitative cette fois-ci que nous avons jugées suffisamment pertinentes et que nous avons collectées à partir des dossiers physiques des clients.

Les variables sélectionnées sont présentées comme suit :

Indicateurs	Formules	
Ratio de structure financier	R1	Capitaux permanents / actif immobilisé
	R2	Fond de roulement / BFR
	R3	FP/Passif non courant
	R4	Total dettes /Fonds propres
	R5	Dette financière / CAF
	R6	DLMT/ CAF
Ratio de liquidité	R7	(ACT – stocks) / DCT
	R8	Disponibilité /actif
	R9	Disponibilité /DCT
	R10	(Créances clients + disponibilité) /DCT
	R11	DCT/ Total dette
	R12	Rotation des stocks
Ratio de rentabilité	R13	Résultat net/ Total actif
	R14	Résultat net / Fonds propres
	R15	CAF / CA
	R16	Valeur Ajoutée/ CA
	R17	EBE/ CA

²² <http://www.bank-of-algeria.dz/html/legist011.htm>

	R18	Résultat opérationnel / CA
	R19	Charges de personnel/ valeur ajoutée
	R20	Résultat net avant impôt / CA
	R21	Résultat net après impôt / CA
Ratio de trésorerie	R22	Délai de règlement des créances
	R23	Fond de roulement en jour de CA (FR x 360)/CA
	R24	Besoin en fond de roulement en jour de CA (BFR x 360)/CA
Ratio d'activité	R25	Charges financières / EBE

Tableau n°06 : Liste des variables quantitatives.

Une fois la sélection terminée, nous allons effectuer un ensemble de tests statistiques sur ces variables dans le but de détenir que celles qui sont les plus discriminantes.

2.1. Test de corrélation entre les variables explicatives (test multi varié) :

Suite à notre choix d'adoption de la régression logistique, nous sommes tenus à effectuer un test de corrélation de Pearson pour éliminer les variables multi colinéaires, puisque il s'est avéré que la régression logistique est très sensible à ce problème.

La matrice de corrélations obtenue est présentée en Annexe

Ratios	Formule
R1	Capitaux permanant / actif immobilisé
R4	Dettes totales / capitaux propres
R5	Dettes financières / CAF
R9	Disponibilité /DCT
R10	Charges financières / EBE
R13	Résultat net / total actif
R14	Résultat net / fonds propres
R15	CAF / CA
R16	Valeurs ajoutée / chiffre d'affaire
R19	Charges de personnel / valeur ajoutée
R22	Délai de règlement des créances
R24	Besoin en fonds de roulements en nb de jours / CA
R25	Charges financière / EBE

Tableau n° 07: Liste des variables quantitatives non corrélées.

2.2. Test de la dépendance entre le défaut et les variables quantitatives retenues (test uni varié) :

Une fois le problème de corrélation entre les variables quantitatives est dépassé, un autre problème se pose, celui de l'indépendance entre la défaillance et ces mêmes variables quantitatives explicatives. En effet, les variables à retenir pour l'effectuation de la régression logistique doivent permettre d'expliquer le défaut. A cet effet, l'existence d'une relation de dépendance entre la variable à expliquer qui est le défaut et les variables explicatives est primordiale.

Le test qui nous permet de vérifier l'existence d'une telle relation de dépendance n'est d'autre que le test de Student des espérances qui compare les moyennes des deux groupes pour chaque variable et de tester si la moyenne en question diffère de 0.

La formule de ce test est la suivante :

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sqrt{(n_1 \delta_1^2 + n_0 \delta_0^2) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_0} \right)}} \longrightarrow t_{(n_1 + n_0 - 2)}$$

Avec :

μ_1 : Moyenne de la variable étudiée pour les entreprises saines.

μ_0 : Moyenne des variables étudiées pour les entreprises défaillantes.

δ^2 : variance de l'échantillon.

Sous l'hypothèse :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \text{égalité des moyennes} \\ H_1 : \text{non égalité des moyennes} \end{array} \right.$$

Les résultats obtenus après la réalisation de ce test sont les suivants voir annexe:

	Moyenne	Ecart type	T	DDL	Sig
R22	0.20789	1.3853	0.822	29	0.418 > 0.05
R24	0.10416	1.2726	1.092	29	0.453 > 0.05

Tableau n°08 : Résultat du test t-student relatif aux variables indépendantes de la défaillance.

Les résultats du test de student sur l'indépendance ci-dessus nous ont permis d'adopter une deuxième sélection, en excluant cette fois-ci, les variables quantitatives n'ayant pas de relation de dépendance avec la défaillance. A ce stade, le nombre total des ratios retenus est réduit à 10.

3. Méthode de traitement des variables retenues :

Nous allons à présent procéder à la construction de modèle statistique de notre système de notation interne. Dans ce qui suit nous comptons utiliser la régression logistique, qui est une méthode semi paramétrique, afin d'estimer la fonction score.

Quant à la démarche adoptée, il s'agit de celle qui maximise le rapport de vraisemblance « descendante pas à pas », qui permet de retenir les variables les plus pertinentes. A chaque « pas » une variable est éliminée lorsqu'elle diminue le logarithme de vraisemblance, dans le cas où la vraisemblance est non significative, une variable introduite sera aussi éliminée pour la corriger. L'opération est répétée plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'un modèle qui ne contient que les variables significatives expliquant le défaut.

Dans notre cas on suppose :

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{si l'entreprise est en défaut} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

3.1. Estimation des coefficients β :

Nous avons effectué l'estimation des paramètres β sous SPSS 25, les résultats de la régression sont en Annexe Le modèle des scores estimé se présente ainsi :

Ratios	B	Wald	Sig
R1	2,617	6,761	0,009
R4	-1,136	5,815	0,016
R5	-1,503	7,023	0,008
R9	2,510	3,942	0,033
R13	1,321	4,918	0,027
R15	0,214	4,104	0,043
R19	-5,296	2,077	0,149
R25	-2,436	7,511	0,006
Constante	1,874	3,874	0,035

Tableau n° 09: Les variables sélectionnées par la régression logistique sur SPSS.

D'après le tableau ci-dessus, nous pouvons affirmer que l'ensemble des variables explicatives sont significatives, à l'écart du ratio R19 «Charges de personnel / VA » qui semble ne pas être significatif en ayant une valeur critique nettement supérieur à 5%.

Présentation de la fonction score : La fonction score qui découle des résultats de la régression logistique que nous avons menée se présente comme suit :

$$\text{Score financier} = 1,874 + 2,617 R1 - 1,136 R4 - 1,503 R5 + 2,510 R9 + 1,321 R13 + 0,214 R15 - 2,436 R25$$

Avec :

R1 : Capitaux permanents / actif immobilisé

R4 : Dettes totales / capitaux propres

R5 : Dettes financières / CAF

R9 : Disponibilités / DCT

R13 : Résultat net / total actif

R15 : CAF / VA

R25 : Charges financières / EBE

Interprétation :

Nous allons à présent commenter les ratios énumérés ci-dessus quant à la signification des signes de leurs coefficients estimés par la régression logistique, par rapport à la logique économique et financière :

- Le signe de coefficient du premier ratio «Capitaux permanents / actif immobilisé » est logiquement positif. En effet, plus ce ratio est élevé, plus sera élevée la proportion des actifs immobilisés couvertes par des ressources stables, ceci permet d'améliorer l'équilibre financier de l'entreprise, et par conséquent sa santé financière.
- Quant au « Dettes totales / capitaux propres » qui peut être interprété en tant que l'inverse de l'autonomie financière, est négativement lié au score. Ceci permet de confirmer la relation négative qui existe entre l'augmentation de l'endettement et la capacité de remboursement. Une entreprise fortement endettée est souvent aperçue en tant qu'une future entreprise défailante.

- Le signe négatif du coefficient du R5 confirme le point précédent concernant la relation entre l'endettement et la capacité de remboursement d'une entreprise. En effet, plus le poids du principal à rembourser d'une entreprise est important par rapport à sa capacité d'autofinancement, et moins sera susceptible le règlement de l'échéance.
- Le ratio le plus marquant quant à son poids dans la notation de l'entreprise est désormais R9 « Disponibilités / DCT » dont la valeur de son coefficient est la plus élevée (2.510). Nous pouvons nous prononcer grâce à ce constant, que la trésorerie et son poids par rapport aux concours bancaires est la variable la plus déterminante du comportement de l'entreprise et sa capacité d'honorer ses engagements. Cette déduction repose sur la réalité financière qui remet en question la capacité de remboursement d'une entreprise lorsque sa trésorerie tend à se dégrader d'une façon continue.
- Le ratio R13 n'est rien d'autre que la rentabilité économique de l'entreprise. Plus une entreprise est rentable et plus solvable devient-elle. Le signe positif du coefficient de ce ratio est donc logique.
- Le ratio R15 représente le rapport entre la capacité d'autofinancement et la valeur ajoutée. La situation financière de l'entreprise dépend positivement de ce ratio. En effet, détenir une CAF importante par rapport à la valeur ajoutée reflète la bonne gestion de l'entreprise quant à la maîtrise des charges et la performance de la politique de rémunération et de placement, la chose qui se répercute positivement sur la santé financière de l'entreprise, et donc sur sa notation.
- Les charges financières par rapport à l'EBE est le deuxième ratio le plus déterminant de la note finale d'une entreprise. Cette grande pondération réside dans le poids des charges financières et l'importance de la part de l'EBE dédiée à ce compte de charge. Plus le poids des intérêts est important par rapport à l'excédent brut d'exploitation, plus élevées seront les chances de ne plus supporter les charges d'intérêts à payer pour la banque.

L'ensemble des points cités ci-dessus, relatifs à l'interprétation des signes des coefficients estimés des variables explicatives du défaut des entreprises, permettent de confirmer la concordance qui existe entre le modèle estimé et la logique financière. Cette confirmation permet également d'approuver la validation statistique préalablement effectuée lors de la régression en testant la significativité des coefficients des ratios entrant dans l'estimation de la fonction score.

4. Validation du modèle :

La procédure de validation que nous comptons adopter consiste à faire recours à des procédés permettant la vérification de la bonne qualité prévisionnelle du modèle des scores, par rapport à l'échantillon de construction en premier lieu, et en second lieu, par rapport à un autre échantillon réservé à la vérification et la confirmation des résultats obtenus par les outils appliqués sur l'échantillon de construction quant à la validité du modèle.

4.1. Validité du modèle par rapport à l'échantillon de construction :

Nous allons dans ce qui suit, mener des tests qui nous permettront d'évaluer la qualité productive globale du modèle.

4.1.1. La table de bon classement :

Le tableau de confusion ci-dessous permet de mesurer la capacité du modèle à prévoir le défaut et à quel degré, il peut discriminer les entreprises défaillantes de leurs homologues saines. D'après notre table, nous pouvons sortir avec les déductions suivantes (annexe n°):

		<i>Modèle prédictif</i>				
<i>Modèle réel</i>		0	1	Pourcentage		
		0	87	3		96,7%
		1	5	25		83,3%
		% globale de bon classement			93,3%	

Erreur de type 1 : 3,33 %

Erreur de type 2 : 16,7%

Tableau n°10 : Résultat de classement des entreprises de l'échantillon de construction.

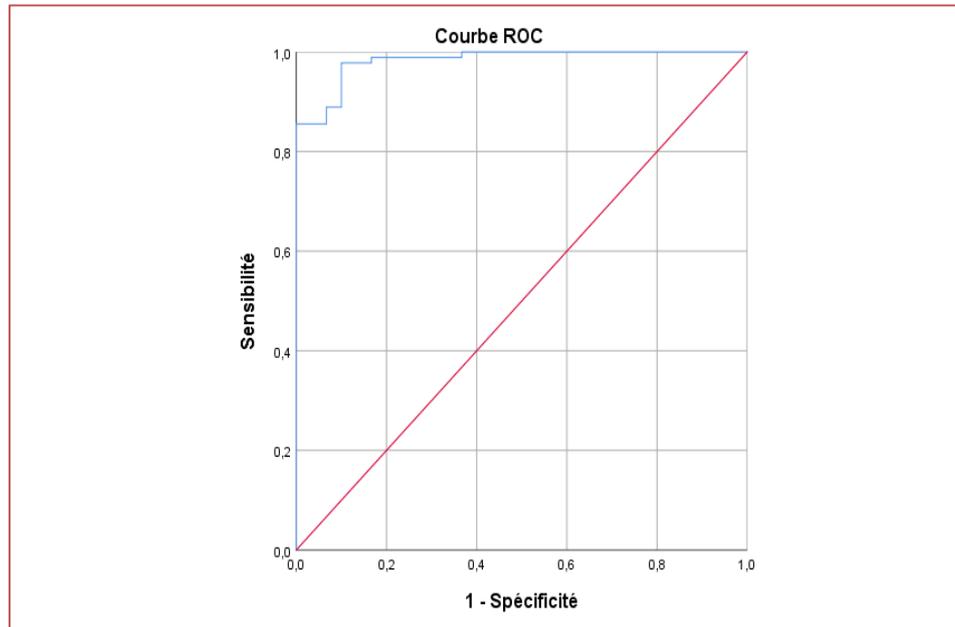
- ✓ Le taux de bon classement des contreparties saines est de 96.7 % ,
- ✓ Le taux de bon classement des contreparties défaillantes est de 83,3 % ;

A partir de ces deux taux de bon classement, nous pouvons déduire le taux global qui est de 93,3 %, ce taux est largement satisfaisant et permet de déduire que la qualité de la discrimination du modèle est bonne.

Quant au taux de mauvais classement global, il se situe par conséquent à des niveaux très bas à hauteur de 6,67%.

4.1.2. La courbe ROC :

La courbe ROC appliquée sur les scores des entreprises composant l'échantillon de construction se présente comme suit :



Graphique n°02 : La courbe ROC relative à l'échantillon de construction.

Nous pouvons constater d'après ce graphique, que la courbe ROC est largement située au-dessus de la courbe représentant le modèle aléatoire (la diagonale). Elle avoisine clairement le modèle parfait. La superficie de la zone en-dessous de la courbe est très importante, la valeur de cette zone est égale à 0,983, cette valeur est très proche de 1, ce qui indique que la qualité du modèle est proche de la perfection, ceci confirme notre constat déduit de la table de bon classement.

4.2. Validité du modèle par rapport à l'échantillon de validation :

Les résultats des tests que nous avons effectués sur l'échantillon de construction sont désormais très satisfaisants. Il reste de confirmer et de valider ces résultats en faisant recours à un autre échantillon indépendant de l'échantillon de construction afin de s'assurer que la bonne qualité prédictive du modèle ne se limite pas uniquement à la population à partir du laquelle, le modèle a été construit. Les mêmes méthodes de validation seront désormais appliquées sur notre échantillon de validation.

4.2.1. La table de bon classement :

Les différents taux de bon classement des entreprises faisant partie de l'échantillon de validation se présentent dans le tableau ci-dessous ainsi que les commentaires qui le suivent (annexe n°.....):

		Modèle prédictif			
		0	1	Total	Pourcentage
Modèle réel	0	8	1	9	88,89%
	1	1	11	12	91,67%
	% globale				90,47%
	Erreur type 1 : 11,11% Erreur type 2 : 8,33%				

Tableau n°11 : Résultat de classement des entreprises de l'échantillon de validation.

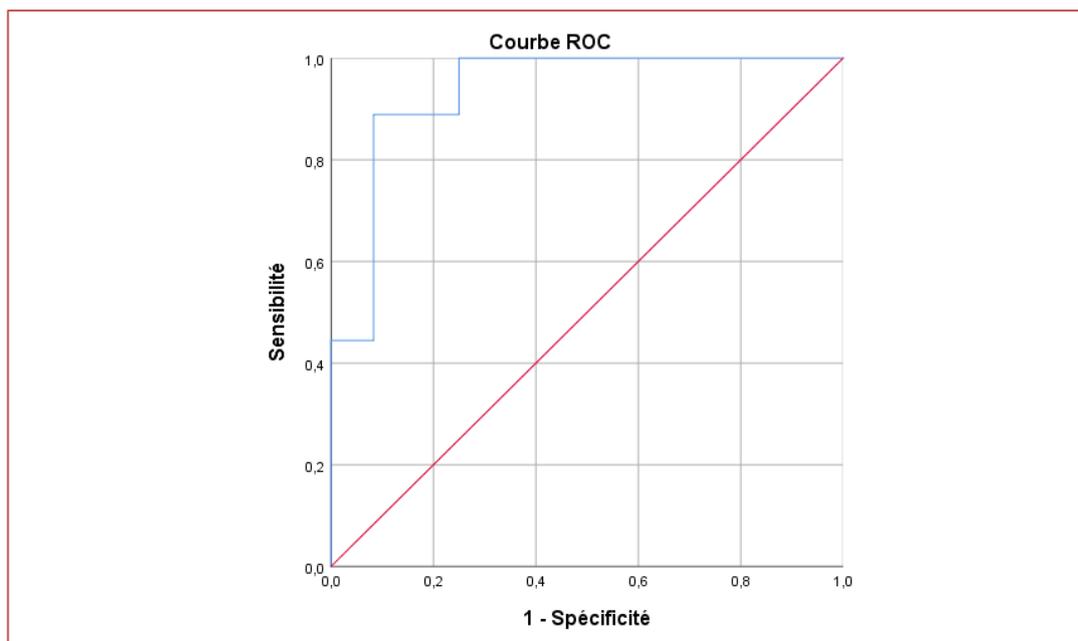
De ce tableau, nous pouvons déduire que :

Le taux de bon classement des contreparties saines est de 88,89%; et celui des contreparties défaillantes est de 91,67%, avec un taux de bon classement global de 90,47%, quant au taux de mauvais classement, il demeure à un niveau faible soit : 9,52%.

De ces outputs, nous pouvons conclure que malgré la légère baisse du taux de bon classement de -0,030 et la petite aggravation du taux de mauvais classement de +0,42 , par rapport à ces mêmes taux obtenus à partir de la matrice de classement de la population de construction, les résultats demeurent largement satisfaisants et confirment la capacité d'adaptation du modèle à un ensemble d'entreprises nouvelles quant à sa qualité prédictive et discriminative.

4.2.2. La courbe ROC :

La présentation de la courbe ROC relative à notre échantillon de validation est présentée dans le graphique ci-dessous.



Graphique n°03 : La courbe ROC relative à l'échantillon de validation.

La courbe ROC de cet échantillon de validation est également proche de la perfection malgré une légère diminution de la valeur de la zone en-dessous de la courbe qui se situe à 0,935 par rapport à 0,983 concernant la zone en-dessous de la courbe ROC relative à l'échantillon de construction.

Malgré cette insignifiante baisse de la qualité de prédiction, les résultats que procure cette courbe ROC permettent de valider les constats précédents et affirme encore en fois que le modèle des scores construit est globalement significative et se caractérise par une très bonne qualité de prévision de la défaillance. Finalement nous pouvons adopter d'une façon définitive ce modèle.

Etape 2 : Construction du modèle heuristique

Il est nécessaire de compléter l'analyse financière par un traitement des informations qualitatives afin de mieux cerner la situation de notre relation. L'ensemble de ces informations sont collectées à travers des entretiens, des études de marchés et des visites auprès des entreprises concernées

Notre modèle de notation interne est hybride (heuristique et statistique), de ce fait, les variables qualitatives seront traitées d'une manière autre que statistique, ce qui nous à mener à utiliser le système qualitatif qui est basé sur une grille classique de notation.

1. La grille qualitative :

La grille de notation que nous allons élaborer est subdivisée en 06 catégories (caractéristiques de l'entreprise, analyse stratégique et environnementale, ressources déployées, documents financiers, source de financement, relation entreprise-banque), et chacune d'elles comporte un nombre de critères pour lesquels une réponse doit être notée selon un barème préétablis.

Nous proposons le barème de notation suivant :

Selon la réponse	Note
Meilleure réponse (point maximal)	20
Une réponse moyenne (point moyen)	12
Plus mauvaise réponse (point minimal)	4

Tableau n°12 : Barème de notation interne.

Les notes peuvent varier dans l'intervalle [20 - 4] selon le jugement de l'analyste financier, et le degré d'implication de notre entreprise.

Caractéristiques de l'entreprise		
Sous critères		Note
Age de l'entreprise	Plus de 15 ans (jugée ancienne)	20
	Entre 15 et 5 ans	12
	Moins que 5 ans	4
L'analyse environnementale et stratégique		
Sous critères		Note
Analyse environnementale	Environnement macroéconomique non perturbé	20
	Environnement macroéconomique peu perturbé	12
	Environnement macroéconomique perturbé	4
Attractivité de Marché	Un marché porteur et croissant	20
	Marché en phase de maturité	12
	Marché en déclin	4
Part de marché	Leader de marché	20
	Une part importante	12
	Une part non significative	4

Analyse de la stratégie de gestion	Une stratégie claire et bien définie avec des objectifs réalisés	20
	Une bonne gestion avec des difficultés de réaliser les objectifs	12
	Une gestion incompatible avec les objectifs	4
Analyse de la stratégie de distribution	Produits destinés au niveau national et international	20
	Produits nationaux	12
	Produits régionaux	4
Dépendance aux fournisseurs	Oui	20
	Non	4
L'activité est concentrée sur un petit nombre de clientèle	Oui	20
	Non	4
Concurrence	Une forte concurrence	20
	Une concurrence moyenne	12
	Une faible concurrence	4
Les ressources déployées		
Sous Critères		Note
Qualité des dirigeants	Expérimenté, spécialisé et ancien	20
	Expérience limitée et non spécialisé	12
	Sans expérience et sans diplôme	4
Qualité des employés	Personnel qualifié et bien géré	20
	Personnel peu qualifié	12
	Personnel non qualifié	4
Technologies déployées	Une technologie up to Day	20
	Dépassée et récemment mise à jour	12
	Une technologie obsolète	4
Capacité de contrôle et audit	Forte	20
	Moyenne	12
	Faible	4
Relation entreprise- banque		
Sous Critères		Note

Une relation exclusive à la banque	Oui	20
	Non	4
Incidente de retard de paiement	Aucun	20
	Justifié	12
	Souvent	4
Incidente de paiement auprès des confères (Centrale des risques)	Néant	20
	Existant	4
Sources de financement		
Sous critères		Note
Implication des actionnaires	Actionnaires capables d'injecter de l'argent en cas de besoin	20
	Un soutien moyen des actionnaires	12
	Actionnaire incapable de soutenir l'entreprise	4
Les garanties	présenter des garanties réelles forte plutôt que personnelles	20
	Présentation des garanties d'une faible valeur	12
		4
La capacité de faire recours au financement externe	Possibilité de faire recours aux marchés des capitaux et les banques	20
	Possibilité de faire recours aux banques avec des conditions difficiles	12
	Impossible d'accéder au financement externe	4
Documents financiers		
Sous critères		Note
Transmission de l'ensemble des documents	Oui	20
	Non	4
	Des états financiers certifiés sans réserve par un commissaire aux comptes	20

Pertinences des documents présentés	Des états financiers certifiés sous réserves	12
	Des états financiers non certifiés ou avec des réserves majeurs.	4

Tableau n° 13 : Grille de notation interne.

Selon le tableau ci-dessus, une note est attribuée pour chaque critère à partir de la sommation des notes des sous critères qui le composent. Une fois la note globale de chaque critère est établie, il convient d'appliquer à chacune de ces notes un facteur de pondération afin de déterminer la note qualitative finale pour chaque entreprise.

Critères	Nombre de critères	Points max	Points min	Pondération
Les caractéristiques de l'entreprise	1	20	4	5 %
L'analyse environnementale et stratégique	8	160	32	35 %
Les ressources déployées	4	80	16	18 %
La relation entreprise/ banque	3	60	12	17 %
Les sources de financement	3	60	12	15 %
Documents financiers	2	40	8	10 %
Total	22	440	88	100 %

Tableau n° 14 : Tableau récapitulatif de la composition de la grille de notation.

Ce tableau récapitulatif permet de mettre évidence les différents critères et le nombre des sous critères de chacun d'eux, ainsi que les points pouvant leur être attribués. Le nombre de points total duquel peut s'acquitter une entreprise est limité à 84 points sans pour autant dépasser 420 points pour les entreprises ayant collecté le maximum de points possibles pour chaque critère.

L'ensemble de ces critères n'ont pas tous le même poids dans la notation finale des entreprises. Cette différence réside dans l'importance du critère par rapport à la traduction du comportement de l'entreprise et la situation dans laquelle elle se trouve. C'est à ce niveau qu'intervient les facteurs de pondérations que nous avons mis en place en se basant sur l'expérience des analystes financiers de notre banque. Dans ce sens, le critère prépondérant est désormais l'analyse environnementale et stratégique avec un facteur de pondération de 35%.

Le tableau suivant est un extrait composé de dix entreprises dans lequel figure en premier lieu, les valeurs des ratios permettant le calcul de leur score financier, et en deuxième lieu le score qualitatif qui correspond au total des notes collectées par les entreprises après le passage par l'analyse qualitative.

N°	Défaut	R1	R4	R5	R9	R13	R15	R25	c ^{te}	score financier	score qualitatif
1	0	1,001	0,390	1,529	0,013	3,136	0,022	0,033	1	5,850	408,000
2	0	4,092	11,232	0,156	0,641	2,745	15,133	0,079	1	7,870	389,000
3	0	1,761	0,547	0,500	0,875	0,681	20,095	0,094	1	12,279	419,000
4	0	1,748	2,135	0,369	4,302	9,730	21,095	0,042	1	31,531	404,000
5	0	2,208	1,062	0,959	1,416	0,481	22,067	0,321	1	13,135	106,000
6	0	1,284	0,066	1,116	0,912	0,683	13,116	0,190	1	9,018	366,000
7	1	0,660	1,386	3,671	0,048	2,100	13,152	1,190	1	-0,682	188,000
8	1	1,697	2,160	4,277	0,062	6,259	4,111	2,951	1	-0,456	112,000
9	1	0,852	0,662	5,228	0,583	1,412	10,061	1,037	1	-1,553	96,000
10	1	1,435	1,650	3,642	0,627	6,099	10,097	1,989	1	5,230	318,000

Source : Travail effectué par nous-mêmes sur Excel

Tableau n° 15 : Extrait du calcul des scores pour les dix premières entreprises.

2. Calcul du score final :

Le score final qui nous permettra de se prononcer sur la qualité du risque des entreprises, correspond à la combinaison des deux scores : financier et qualitatif. Ces deux derniers scores ne sont pas équitables quant à la détermination du score final. En effet, nous avons décidé d'attribuer une pondération de 60% pour le score financier contre 40% pour le score qualitatif. Cette décision n'est pas prise d'une façon arbitraire, mais dépend de la qualité de la méthode adoptée pour le calcul des deux scores. Le premier nécessite le passage par l'estimation d'une fonction statistique validée par des tests confirmant son objectivité. Quant au score qualitatif, il se caractérise par une forte subjectivité de fait qu'il s'agit d'une appréciation d'un spécialiste qui risque facilement de se tromper par rapport à l'authenticité des constats et interprétations qu'il avance.

La pondération que nous venons d'adopter ne peut pas s'appliquer directement sur les deux scores sous leur format brut. Le fait que les deux scores n'aient pas la même échelle, nous

ne pouvons en aucun cas les combiner. Nous devons à priori rendre les deux scores sur la même échelle. Pour ce faire, nous avons proposé l'assimilation des deux scores à des notes allant de 0 à 20. Le meilleur score financier se fera attribué la note 20, alors que le pire score la note 0. La même démarche sera adoptée pour le score qualitatif. L'aboutissement à un tel résultat nécessite le passage par un système de deux équations qui se présente comme suit :

$$\begin{cases} 20 = a \times \text{score maximal} + b \\ 0 = a \times \text{score minimal} + b \end{cases}$$

La résolution de ce système fait sortir une valeur de α égale à 0,285 pour le score financier et à 0,0579 pour le score qualitatif. De même, la valeur de b pour le score financier égale à 8,289, et est égale à -5,159 pour le score qualitatif.

Au final l'équation qui permet le passage à la nouvelle échelle pour le score financier est la suivante :

$$\frac{\text{Score}}{20} = 0,285 * \text{score} + 8,289$$

Quant à l'équation relative au score qualitatif, elle se présente comme suit :

$$\frac{\text{Score}}{20} = 0,0579 * \text{score} - 5,159$$

La figure suivante permet de récapituler le processus de détermination du score final à partir du modèle hybride que nous avons construit :

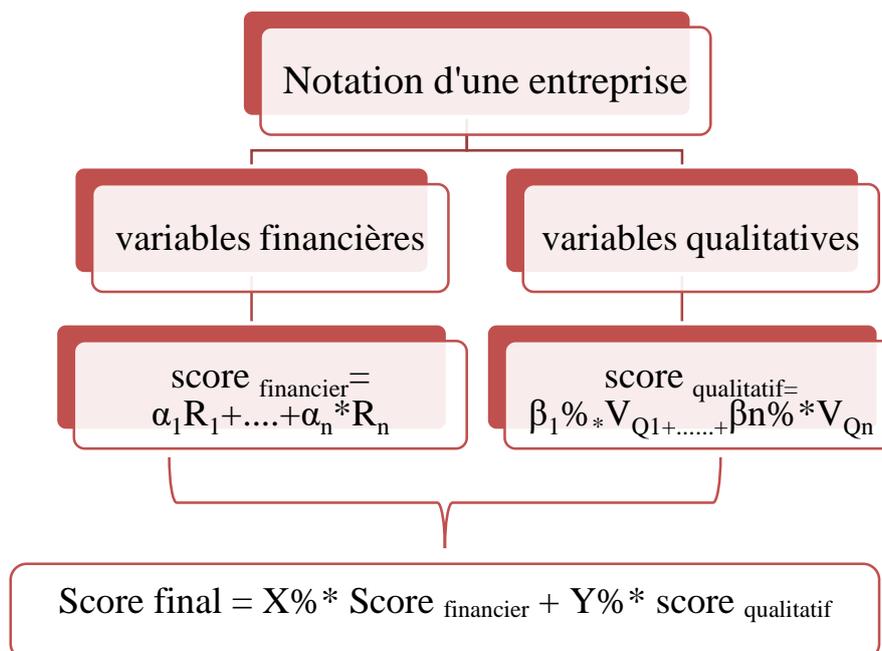


Figure n°10: Le calcul du score final.

Le tableau suivant est un extrait de dix entreprises dans lequel figure leur score final étant une note sur 20 suite à la transformation des échelles des deux scores financier et qualitatif.

N° entreprise	Défaut	score financier	score qualitatif	score 01 /20	score2/20	score Final
1	0	5,850	408,000	9,960	18,493	13,373
2	0	7,870	389,000	10,537	17,391	13,279
3	0	12,279	419,000	11,797	19,420	14,846
4	0	31,531	404,000	17,296	18,261	17,682
5	0	13,135	106,000	12,041	0,986	7,619
6	0	9,018	366,000	10,865	16,058	12,942
7	1	-0,682	188,000	8,095	5,739	7,152
8	1	-0,456	112,000	8,159	1,333	5,429
9	1	-1,553	96,000	7,846	0,406	4,870
10	1	5,230	318,000	9,783	13,275	11,180

Tableau n°16 : Extrait du calcul des scores finaux des dix premières entreprises

Section 02

Conception d'un modèle de tarification du risque de crédit.

Étape I : Construction d'une échelle de notation :

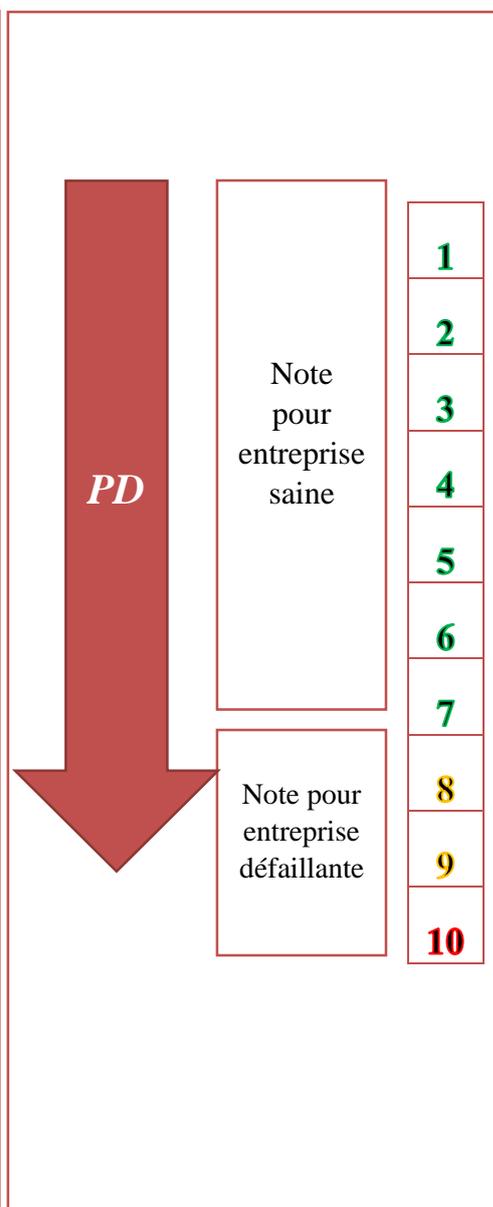
L'objectif dans cette étape est d'établir des classes de risque en utilisant, les scores issus de la régression logistique ainsi que les notes déduites de la grille qualitative de notation. La constitution de ces classes correspondra à une échelle de notation qui va permettre de regrouper les emprunteurs de notre échantillon en classes homogènes en fonction de leur niveau de risque. Afin d'en arriver à ce stade, plusieurs étapes devraient être entamées :

1. Définir le nombre de classe de l'échelle :

La toute première étape concerne la fixation du nombre de classes constituant l'échelle de notation interne. En effet, il s'agit de découper notre échelle en plusieurs classes de risques. Ce découpage ne suit pas une règle précise, mais dépend des préférences de la banque, le degré de concentration, le nombre des entreprises composant son portefeuille ainsi que la répartition des probabilités de défaillance de ces mêmes entreprises.

Le découpage que nous comptons adopter est inspiré du système de notation appliqué par Standard & Poor's. L'échelle donc sera composée de 10 classes de risque. Les sept premières classes représentent les entreprises saines, les deux suivantes concernent les entreprises ayant un grand potentiel de faire défaut, alors que la dernière est relative à la défaillance certaine.

L'échelle ainsi constituée doit respecter un principe basé sur l'évolution continue de la probabilité de défaut de chaque classe. En effet, la première classe doit éventuellement refléter une probabilité de défaillance plus faible par rapport à celle de la classe qui la suit, et ainsi de suite.



Nombre de classe de risque	Rating
1	AAA
2	AA
3	A
4	BBB
5	BB
6	B
7	CCC
8	CC
9	C
10	D

Tableau n° 17: Découpage de l'échelle de notation

Source: S&P global fixed income research.

2. Détermination des probabilités de défaut associées :

Cette phase intervient pour compléter celle qui la précède. En effet, une fois le découpage de l'échelle effectué en fixant un nombre précis de classes de risques, nous procédons à l'association à ces classes de risque, les probabilités de défaut de référence.

2.1. Choix des taux de défaut de référence :

Cette étape est primordiale du fait qu'elle nous permet de disposer d'une référence, sur laquelle nous allons nous baser afin de procéder à l'affectation des entreprises à leurs classes correspondantes.

La détermination de ces probabilités de référence associées aux classes de risque constituant notre échelle de notation est inspirée quant à elle, des travaux des rapports de l'agence de notation S&P²³. Ces taux de défauts ne sont pas exactement les mêmes mais tendent à en converger. Nous nous sommes retrouvés contraint d'effectuer quelques modifications afin d'adapter ces probabilités à notre échantillon dont la taille est restreinte, la représentation du défaut est faible, et ce afin d'assurer une répartition significative de nos observations sur l'échelle constituée, permettant ainsi une homogénéité de ses classes et une meilleure adéquation par rapport aux spécificités de la banque et de son portefeuille PME.

²³<https://www.spratings.com/documents/20184/774196/2016+Annual+Global+Corporate+Default+Study+And+Rating+Transitions.pdf/2ddcf9dd-3b82-4151-9dab-8e3fc70a7035>

Le tableau suivant reflète les probabilités de défaut de référence associées à chaque classe de risque :

Référence de la classe de risque	Rating	Default rates
1	AAA	4%
2	AA	8%
3	A	12%
4	BBB	20%
5	BB	25%
6	B	35%
7	CCC	50%
8	CC	70%
9	C	90%
10	D	100%

Tableau n°18 : Les probabilités de défaut de référence relatives à chaque classe de risque.

2.2.Détermination des probabilités finales de défaut de chacune des classes de risque :

Les probabilités de défaut dites de références que nous avons déterminées précédemment, ne représentent pas le taux de défaut final des classes de risques. Il s'agit uniquement des probabilités d'appartenance. En d'autres termes, chaque classe est caractérisée par un intervalle de probabilité d'appartenance qui, permet d'affecter chaque contrepartie à cette même classe, si la probabilité de cette contrepartie de faire défaut correspond à l'intervalle de probabilité en question.

Quant à la probabilité finale de défaut des classes, elle représente le taux final de défaillance d'une classe donnée. Ces probabilités doivent être d'ordre croissant, une classe notée AA est logiquement moins risquée qu'une classe notée BBB, par conséquent la probabilité de défaut de cette dernière devrait être systématiquement supérieure par rapport à la première.

Cette probabilité que nous souhaitons connaître est extraite à partir de l'affectation des entreprises de l'échantillon à leurs classes respectives. Cette affectation nécessite l'authenticité entre les probabilités de défaut de référence des classes d'une part, et les probabilités de défaut des entreprises d'autre part.

Nous avons vu précédemment qu'afin de quantifier le risque crédit des entreprises, un modèle hybride a été proposé de notre part. Ce modèle se compose d'une part, d'un outil statistique qui permet d'expliquer le défaut d'une entreprise en fonction d'un ensemble de variables financières quantitatives, et d'autre part d'un questionnaire destiné aux chargés d'études des dossiers de crédit relatifs aux entreprises de l'échantillon, afin de prendre en compte d'autres variables d'ordre qualitatif dans l'explication du défaut et la notation des entreprises.

2.2.1. Estimation de probabilité de défaut individuelle :

Il est important à ce stade, d'entamer le calcul des probabilités de défaut individuelles de notre échantillon.

Cette probabilité constitue l'output de notre modèle hybride que nous avons construit. La détermination de cette probabilité de défaillance dépend directement du score final de chaque entreprise, ce dernier est calculé en sommant les scores pondérés estimés par chacun des modèles statistique et heuristique. Une fois le score final calculé, il reste à déterminer la probabilité de défaut en résolvant le système suivant :

$$\begin{cases} 0 = a \times \text{score final maximal} + b \\ 1 = a \times \text{score final minimal} + b \end{cases}$$

La résolution de ce système permet d'estimer les coefficients a et b, pour ensuite estimer la probabilité de défaut de chaque entreprise en remplaçant son score dans la formule suivantes :

$$PD_i = \alpha \times \text{score final}_i + b$$

Après résolution du système, on obtient la formule suivante :

$$PD_i = - 0.0509407 \times \text{score final}_i + 1$$

L'équation ci-dessus se caractérise par une pente négative, ceci indique que la relation entre le score final et la probabilité de défaut est inverse conformément à la logique financière.

Le tableau suivant est un extrait de dix entreprises après l'application de la formule précédente qui permet le calcul de la probabilité de défaut à partir des scores finaux des entreprises.

N° entreprise	Défaut	score 01 /20	score2/20	score F	PD
1	0,000	9,960	18,493	13,373	0,319
2	0,000	10,537	17,391	13,279	0,324
3	0,000	11,797	19,420	14,846	0,244
4	0,000	17,296	18,261	17,682	0,099
5	0,000	12,041	0,986	7,619	0,612
6	0,000	10,865	16,058	12,942	0,341
7	1,000	8,095	5,739	7,152	0,636
8	1,000	8,159	1,333	5,429	0,723
9	1,000	7,846	0,406	4,870	0,752
10	1,000	9,783	13,275	11,180	0,430

Tableau n° 19: Extrait du calcul des probabilités de défaut des dix premières entreprises.

2.3.Délimitation des classes de risque :

Une fois les probabilités de défaut des entreprises estimées, nous procédons à l'affectation de ces mêmes entreprises dans les classes de risque qui leurs correspondent conformément au intervalle d'appartenance de chaque classe. Notons qu'à ce stade, l'affectation concernera uniquement les entreprises faisant partie de l'échantillon de construction. En effet, comme son nom l'indique, l'échantillon de validation servira ensuite à valider l'échelle de notation ainsi construite, mais également à confirmer les résultats obtenus par rapport au classement et à l'affectation des entreprises de l'échantillon de construction.

Finalement, nous tenons à préciser que la formule de calcul des taux finaux qui représentent les probabilités de défaut des classes de risque de l'échelle de notation se présente comme suit :

$$\text{Taux de défaut d'une classe } i = \frac{\text{nb des entreprises défaillantes de la classe } i}{\text{total des entreprises de la classe } i}$$

Les résultats obtenus sur l'affectation des entreprises composant l'échantillon de construction se présentent dans le tableau suivant :

N° de classe de risque	Probabilité de défaut de référence	Entreprises défaillantes	Entreprises saines	Total entreprises	PD
1	4%	0	5	5	0%
2	8%	0	7	7	0%
3	12%	1	25	26	0,0385
4	20%	1	15	16	0,0625
5	25%	1	10	11	0,0909
6	35%	2	15	17	0,1176
7	50%	3	10	13	0,2308
8	70%	2	1	3	0,6667
9	90%	5	2	7	0,7143
10	100%	15	0	15	1

Tableau n°20 : Calcul des taux de défaut finaux par classe de risque.

Interprétation :

Les résultats du tableau ci-dessus nous permettent de tirer les déductions suivantes :

Le premier constat que nous pouvons lever est relatif à la croissante évolution des taux de défaut des classes. Ce point est le plus important des déductions du fait qu'il permet dans un premier temps, de conclure que les classes de risque sont logiquement conformes. L'application de la même démarche par la suite en faisant recours à l'échantillon de validation, nous mettra en mesure de trancher sur l'adoption finale de ces classes de risque.

Il s'avère que les sept premières classes sont concrètement saines, vu qu'elles possèdent en commun une probabilité de défaillance inférieure à 50%.

Les 3 dernières classes sont par conséquent, des classes de défaillance avec une probabilité supérieure à 50%.

Ces résultats semblent satisfaisants par rapport à la bonne affectation des entreprises à leurs classes correspondantes. Dans ce contexte, nous remarquons que le nombre d'entreprises défaillantes classées en tant que saines (entreprises défaillantes qui intègrent les sept premières classes) sont en accord avec le taux d'erreur de type I calculé précédemment lors de la validation de la régression logistique ;

De même pour les entreprises saines ayant été affectées à des classes de défaut (CC et C). Ce sont des entreprises qui se comportent parfaitement par rapport au respect de leurs engagements bancaires, mais qui ont été estimées à tort par l'outil statistique comme étant des entités défaillantes. Ce phénomène n'est d'autre que l'erreur type II.

3. Validation de l'échelle de notation :

Les résultats obtenus par l'affectation des entreprises de l'échantillon de construction semblent satisfaisants et conformes. Cependant, il est judicieux de tester la stabilité et l'homogénéité de cette échelle en confirmant la conformité de ces résultats. Nous allons donc à présent effectuer la même démarche d'affectation d'un autre groupe d'entreprises, il s'agit cette fois-ci de l'échantillon de validation.

Les résultats obtenus se résument dans le tableau suivant :

N° de la classe de risque	PD de référence	Entreprises défaillantes	Entreprises saines	Total entreprises	PD de la classe
1	4%	0	0	0	0
2	8%	0	1	1	0
3	12%	0	0	0	0
4	20%	0	1	1	0
5	25%	0	2	2	0
6	35%	0	0	0	0
7	50%	1	4	5	0,2
8	70%	1	1	2	0,5
9	90%	3	0	3	1
10	100%	7	0	7	1

Tableau n° 21 : Affectation des entreprises de validation aux classes de risque de l'échelle.

Interprétation :

Nos constats sur ces résultats sont les suivantes :

Finalement, nous pouvons clairement remarquer que même concernant l'échantillon de validation, l'affectation des entreprises permet d'obtenir des probabilités de défaut de classe évoluant dans le même sens par rapport à l'évolution du niveau de risque des classes, qui augmente à fur et à mesure que la notation de ces dernières se dégrade. Ceci confirme

définitivement la stabilité des classes constituant notre échelle de notation et nous permet de l'adopter d'une façon définitive.

Etape II : Passage à la tarification des crédits ajustée au risque :

La tarification des crédits s'inscrit au sens large, dans le cadre de la gestion de la rentabilité de la banque, plus précisément la rentabilité de l'activité de distribution des crédits. En effet, l'intermédiation constitue l'activité la plus traditionnelle et la plus rentable pour les banques. Afin de rentabiliser cette activité, la rémunération des crédits octroyés doit permettre de couvrir les différents coûts qui leur sont liés et dégager ainsi une marge positive. C'est à ce stade qu'intervient la tarification des crédits en permettant de déterminer avec exactitude, le taux d'intérêt final qui devrait être facturé aux différents emprunteurs. Une telle estimation doit prendre en compte l'ensemble des éléments composant le taux d'intérêt pour éventuellement rentabiliser les crédits octroyés.

Dans cette partie du cas pratique, nous nous intéressons à une seule de ces composantes. Il s'agit de la rémunération du risque encouru par la banque suite à l'octroi d'un crédit, en d'autre terme la prime du risque crédit.

Nous avons vu précédemment dans la partie théorique que la perte attendue permet de nous donner dans l'ordinaire (sans qu'un scénario exceptionnel ne se réalise), un aperçu sur l'ensemble des pertes financières que pourra engendrer une éventuelle défaillance d'un emprunteur.

Dans ce contexte, nous pouvons présumer qu'afin de rémunérer ce risque de défaillance qu'encourt la banque dès l'octroi d'un crédit, l'emprunteur devra au cours de cette période supporter des charges financières supplémentaires à payer à la banque correspondant aux pertes auxquelles fera face la banque une fois qu'il n'est pas en mesure d'honorer ces engagements relatifs au service de sa dette. Suivant cette logique, la prime du risque crédit correspond aux pertes attendues.

1. Calcul de la perte attendue :

Dans le cadre de la détermination des pertes attendues, deux principales approches ont été proposées par le comité Bâle II. Il s'agit de l'approche IRB Fondation et IRB Avancée. Rappelons que la formule permettant le calcul de la perte attendue est la même pour les deux approches et se présente comme suit :

$$EL = PD * LGD * EAD$$

Où:

EL: Expected Loss;

PD: Probability of Default;

LGD: Loss Given Default;

EAD: Exposure At Default

2. Estimation des paramètres du risque :

Les paramètres du risque que nous souhaitons estimer constituent les variables entrant dans le calcul de la perte attendue que nous venions de citer ci-dessus. Il s'agit la PD, LGD et l'EAD.

2.1.La probabilité de défaut :

La PD d'une entreprise nous indique sur les chances de cette dernière de ne plus être en mesure d'honorer ces engagements financiers vis-à-vis de sa banque. Pour l'estimation de ce paramètre nous avons fait recours à une modélisation hybride s'appuyant sur des tests et techniques statistiques dans le cadre du credit scoring afin de déterminer le poids des ratios financiers dans l'explication du défaut, mais également sur un modèle heuristique permettant l'évaluation des variables d'ordre qualitatif ayant trait aux qualités managériales, parts de marché, concurrence...etc et leurs relation avec la défaillance des entreprises. Les résultats de notre modélisation reflètent donc la probabilité de défaut de chaque entreprise. Or nous nous intéressons à ce niveau à la probabilité de défaut des classes de risque auxquelles sont affectées les contreparties. En effet, les probabilités finales de défaut que nous avons associées à chaque classe de risque dans la partie précédente correspondent désormais aux probabilités de défaut entrant dans le calcul des pertes attendues relatives aux différentes classes de l'échelle de notation.

2.2.L'exposition en cas de défaut :

L'EAD correspond au montant exposé au risque, c'est l'encours du crédit duquel sont déduites les garanties recueillies. Sa détermination n'est cependant pas une tâche facile. En effet, ce paramètre se compose de deux éléments qui sont les engagements de bilan et les engagements hors bilan. Le premier élément ne pose pas de problèmes vu qu'il s'agit

simplement des intérêts ajoutés à l'encours du crédit au moment du défaut. Les engagements hors bilans de leur part compliquent la tâche du fait qu'il s'agit de lignes de crédit mises à la disponibilité des débiteurs, et que leur utilisation n'est pas totale et dépend du comportement des entreprises et leurs besoins financiers. Dans ce sens nous ne pouvons pas les considérer d'une façon intégrale comme étant des engagements définitivement pris par la banque. L'estimation du montant des engagements hors bilan faisant partie de l'EAD se fait par la banque en interne dans le cadre de l'approche IRB Avancée en exploitant l'historique des utilisations par ces mêmes entreprises des lignes de crédit qui sont mises à leur disponibilité. Des facteurs de conversion sont même proposés par le comité de Bâle afin de déterminer la proportion utilisée de ces engagements hors bilan.

De fait que nous ne sommes pas en mesure de disposer des informations relatives à l'utilisation de l'ensemble des engagements de hors bilan, nous avons décidé de nous référer à l'approche IRB fondation qui consiste à établir la proportion de l'EAD par rapport au montant nominal des crédits forfaitairement à 75%.

Le tableau suivant présente la somme des montants nominaux des engagements ainsi que les montants des expositions en cas de défaut pour chaque classe de risque :

N° de classe	Encours des engagements	EAD en montant
1	1 342 871	1007153
2	1 134 004	850503
3	4 347 896	3260922
4	2 632 860	1974645
5	2549742	1912307
6	1819743	1364807
7	2990716	2243037
8	69397	52047,8
9	559379	419534
10	1484152	1113114

Unité : En millier de dinars

Tableau n°22 : Détermination des EAD de chaque classe de risque.

2.3.La perte en cas de défaut :

La LGD quant à elle correspond à la proportion de l'EAD que les procédures de recouvrement et la réalisation des garanties ne pourront pas éventuellement récupérer. L'estimation de ce paramètre est également d'une complexité importante. Les banques

souhaitant déterminer la LGD en interne doivent calculer le taux de récupération moyen de leur portefeuille.

Ce taux de récupération est en fonction de l'EAD également tout en étant la différence entre les recettes liées à la réalisation des garanties par les procédures de recouvrement d'une part, ainsi que les charges directes et indirectes induites par ces mêmes procédures (Charges de personnel des organes de recouvrements, frais judiciaires...etc). Il est cependant difficile de capter ces charges liées au recouvrement et la possibilité de les déterminer avec précision l'inaccessibilité informationnelle, ainsi que l'indisponibilité des données relatives à l'historique des réalisations des garanties et des procédures de recouvrements entamées vis-à-vis des clients défaillants nous a poussé à nous référer une nouvelle fois à l'approche baloise IRB Fondation qui stipule un taux LGD de 45%.

3. Passage au calcul de la perte attendue :

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des éléments abordés précédemment ainsi que leurs interrelations pour finalement calculer le montant de la perte attendue relative à chaque classe de risque.

N° de classe de risque	EAD en montant	LGD	PD	EL
1	1007153	0,45	0%	0
2	850503	0,45	0%	0
3	3260922	0,45	0,0385	56495,47
4	1974645	0,45	0,0625	55536,89
5	1912307	0,45	0,0909	78222,92
6	1364807	0,45	0,1176	72225,59
7	2243037	0,45	0,2308	232961,8
8	52047,8	0,45	0,6667	15615,12
9	419534	0,45	0,7143	134852,9
10	1113114	0,45	1	500901,3

Unité : En millier de dinars

Tableau n° 23: Calcul de la perte attendue relative à chaque classe de risque

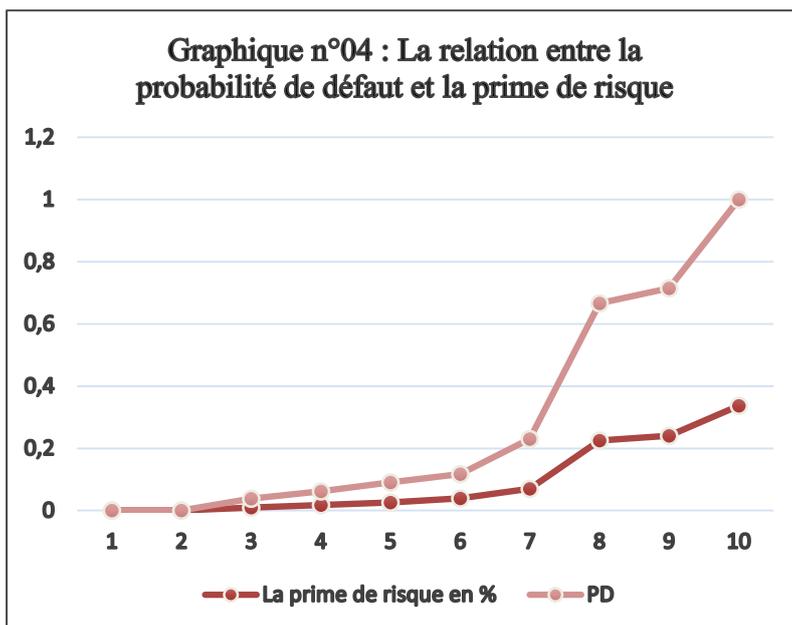
Nous pouvons remarquer à ce stade, que la perte attendue une fois estimée n'est d'autres qu'un montant monétaire. Afin de pouvoir assimiler la perte attendue à une prime du risque à intégrer dans le taux débiteur que devrait support l'emprunteur, la conversion du montant des pertes en pourcentage est une nécessité.

Nous allons donc dans le tableau suivant effectuer la transformation de la perte attendue en pourcentage en faisant le rapport entre cette dernière et l'encours des engagements de chaque classe.

N° de classe de risque	La prime de risque en %
1	0
2	0
3	0,00983
4	0,0183
5	0,025649028
6	0,039689993
7	0,070793658
8	0,225011466
9	0,241076106
10	0,3375

Tableau n°24 : Calcul de la prime de risque.

Le coût du risque estimé pour chaque classe de risque vient en addition des autres coûts liés à l'activité du crédit tel que : les coûts des ressources, les coûts des fonds propres et les coûts opératoires pour former le taux d'intérêt débiteur. La prime du risque de crédit prise séparément, sert à couvrir les charges ultérieures générées par une éventuelle insolvabilité de la contrepartie. Cette couverture n'est



pas totale, de fait que la banque ne dispose pas des informations parfaite sur l'évolution future de l'entreprise et de son environnement, donc la banque n'est pas en mesure de quantifier le risque effectif que présente cette contrepartie, bien qu'il tend à converger suite au recours au modèle de notation interne.

Conclusion

Nous avons tenté, dans notre cas pratique de proposer un modèle de notation interne propre au Crédit Populaire d'Algérie, en essayant de présenter d'une manière détaillée l'ensemble des étapes relatives à l'élaboration d'un tel modèle statistique, concernant la modélisation des ratios financiers ainsi que la constitution de la grille d'appréciation des variables qualitatives.

Notre objectif ne s'arrêtait pas uniquement à la conception de cet outil d'aide à la décision. Nous avons par ailleurs essayé de moduler les taux d'intérêt tarifés à nos emprunteurs selon les caractéristiques de chacun d'entre eux, plus précisément selon le degré de leur risque, estimé à partir des probabilités de défaut qui permettant d'autre part, l'affectation de chaque client à une classe de risque spécifique. Cette tarification différenciée permet d'un côté, de réduire le taux d'intérêt proposé aux clients les plus solvables et d'un autre côté, de se couvrir contre les emprunteurs les plus risqués.

Nous avons pu au final, proposer un simple modèle de tarification, qui nous a permis de faire apparaître l'importance de l'ajustement de la tarification des emprunteurs à leur risque dans le but de mieux se prémunir contre ce risque de crédit.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'environnement bancaire est devenu considérablement vulnérable face aux différents changements qu'il rencontre, par conséquent, les établissements de crédit sont de plus en plus menacés par une diversité de risques nuisant à leurs positions sur le marché bancaire. Ceci dit, l'évaluation des risques est désormais primordiale dans toute prise de décision. Nous nous sommes suite à cela, intéressés dans notre présent mémoire plus particulièrement à l'un des risques les plus désastreux en cas de survenance, en l'occurrence le risque crédit.

Le département de surveillance et de gestion des risque du crédit est devenu incontestablement l'un des plus importants départements pour tout établissement de crédit, dans l'objectif de maintenir la confiance et d'en assurer la pérennité de la banque.

La réglementation bâloise, tient compte de l'importance des préjudices qui peuvent être provoqués par le risque du crédit, en proposant un accord connu sous le nom du Bâle II. Cet accord repose sur une meilleure évaluation de risque crédit en incitant les banques à se doter d'un performant système de notation interne.

En effet l'adoption d'un tel système de notation interne permet à la banque de se conformer à la réglementation bâloise d'un côté, et d'autre côté d'apprécie le risque de crédit d'une façon plus optimal à travers une connaissance et une évaluation plus approfondies sur les entreprises sollicitant un crédit, en prenant en considération un ensemble d'informations de nature qualitative et quantitative.

L'utilité des systèmes internes ne réside pas uniquement dans la prise de décision relative à l'octroi ou au rejet du crédit sollicité mais, ira encore plus loin. Parmi ses avantages, le système de notation interne permet aux établissements de crédit d'estimer par eux-mêmes, les probabilités de défauts des emprunteurs pour les classer par la suite dans une classe qui correspond à leur degré de risque. De plus, il peut être utilisé pour estimer le capital économique nécessaire à la couverture des pertes inattendues caractérisées par une faible fréquence qui provoque des pertes colossales en cas de survenance du sinistre. Enfin, le système de notation interne peut également être adopté en tant qu'un instrument d'aide à la tarification des crédits et d'ajustement des taux d'intérêts au risque individuel de chaque entreprise.

Dans notre travail, nous avons mis l'accent sur l'importance de l'intégration d'une prime de risque dans la tarification des crédits bancaires, étant donné qu'un établissement de crédit qui tend à sous tarifier ses crédits par rapport au risque encouru, se retrouvera dans une situation extrêmement délicate.

L'étude que nous avons menée dans la partie pratique sur un échantillon de 141 entreprises, se divise en 02 sections. Dans la première section, nous avons procédé à la conception d'un modèle statistique basé sur la régression logistique afin d'établir une relation entre le défaut et un ensemble de variables financières quantitatives qui semblent pouvoir discriminer les entreprises saines des défailtantes. Puis nous sommes passés à la conception d'une grille de notation qualitative afin d'inclure les variables extracomptables dans la notation des entreprises. Et finalement, nous avons procédé au calcul des scores finaux de chaque entreprise présente dans l'échantillon.

Dans la deuxième section, nous avons utilisé les scores obtenus dans la première section, afin de construire une échelle de classes de risque. Puis, nous sommes parvenus à déterminer les différents paramètres du risque selon l'approche fondation proposée par le comité de Bâle. En se basant sur les valeurs d'EAD et LGD fournies par le comité, ainsi que la probabilité de défaut que nous avons déjà estimée, nous avons pu mettre en place une prime de risque pour chaque classe de l'échelle destinée à être incorporée par la suite dans la formation du taux d'intérêt facturé le jour du contrat à l'emprunteur.

Nous pouvons désormais dire qu'en suivant notre méthodologie de travail, ayant été à la fois descriptive dans la partie théorique, statistique et analytique dans la partie pratique à apporter des éléments de réponses à notre problématique qui s'intitulait :

Dans le cadre de la gestion du risque de crédit et l'estimation d'une prime de risque relative à ce dernier, quelle est la méthodologie permettant de mettre en place un modèle de tarification relative à la probabilité de défaut par le passage d'un système de notation interne?

Certes, les résultats de notre modèle de notation et de tarification semblent être satisfaisants, mais risquent également d'être très optimistes et probablement biaisés, par l'influence de plusieurs facteurs et éléments de base limitant ainsi la qualité de la modélisation à savoir :

- Un échantillon caractérisé par une très petite taille qui remet en question la fiabilité et la crédibilité de notre modélisation.
- La base de données que nous avons constituée est uniquement composée des dossiers acceptés, ceux ayant été refusés sont donc automatiquement exclus.
- La présence de certaines données aberrantes dans les états financiers présentés par certains emprunteurs, ce qui nous a menés à éliminer un nombre important d'entreprises caractérisées par des états financiers contenant ce genre de données, limitant davantage la taille de notre échantillon.

Finalement et en guise de conclusion, notre passage aux différentes structures de notre banque nous a révélé qu'une éventuelle adoption d'un système tel que le nôtre n'est pas facilement envisageable dans un proche futur. En effet, plusieurs facteurs et limites sont facilement observables à savoir :

- L'ancienne version du système d'information qui rend la banque incapable d'adopter des modèles nécessitant une version plus avancée ;
- La fourchette des taux d'intérêt en Algérie ne permettant pas certains dépassements relatifs aux risques excessifs encourus sur la clientèle.
- La difficulté d'adopter les primes de risques proposées par peur de perdre les clients de la banque face aux concurrents publics ;
- L'inexistence d'une suffisante indépendance de la banque par rapport aux différentes parties prenantes, qui lui permettra de rejeter objectivement toutes les demandes émanant d'entreprises fortement risqués.

