

Projet de Fin d'Étude
Rapport de gestion des coûts

« *Recherche de méthode d'estimation de volume de
production à risque* »

Équipe 5^{ème} Année : Team-War

Jaafar AMRANI-MESBAHI

Fabien GARCIA

ABDELALI NAIT BELKACEM

Rahma NAKARA

Philippe NGUYEN



Team
W@R

Génie Industriel et Informatique

Tuteur :

Claudia Frydmann

Lundi 24 Janvier

Team-war@prunetwork.fr



Table des matières

| | |
|---|----|
| Chapitre 1. Introduction | 4 |
| Chapitre 2. Informations financières | 6 |
| 2.1. Hypothèse | 6 |
| 2.2. Données recueillis | 6 |
| 2.3. Taux de l'intérêt légal | 7 |
| 2.4. Bilan des flux financiers | 7 |
| Chapitre 3. Calculs des indicateurs | 9 |
| 3.1. La valeur Actualisée Nette (VAN) | 9 |
| 3.2. L'indice de Profitabilité (IP) | 9 |
| 3.3. Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) | 10 |
| 3.4. Délai de récupération du capital investi | 10 |
| Chapitre 4. Conclusion | 12 |

CHAPITRE 1

Introduction

Dans le cadre de notre formation, nous effectuons une étude de faisabilité pour l'entreprise *STMicronics*. Elle est spécialisée dans la fabrication des semi-conducteurs (microélectronique). Son domaine d'activité est très pointu et très concurrentiel, en effet, il nécessite un niveau de qualité très élevé pour rester compétitif.

Comme toutes les industries le but recherché est le « zéro défaut », malheureusement la complexité des processus de fabrication des plaques de silicium ne permet pas d'atteindre cet objectif. En plus des recherches menées au sein de l'entreprise, STMicronics fait aussi appel à nous, futurs jeunes ingénieurs, afin de trouver une solution pour :

- réduire le temps de contrôle des produits et le temps de maintenance sur les machines
- maîtriser le volume de production à risque (maîtriser la défectivité)
- réduire les coûts de la non-qualité

La sensibilité de cette étude est liée à la complexité des processus de fabrication des plaques de silicium (non linéaire) et la gestion de deux types de contrôle :

- contrôle de qualité sur des plaques de silicium¹ travaillées à l'aide des appareils de métrologie. Ce type de contrôle est très onéreux et nécessite plusieurs heures pour seulement 3 plaques.
- contrôle de fiabilité des machines de production, c'est une tâche de maintenance périodique consistant à vérifier son bon fonctionnement à l'aide d'une plaque de silicium vierge. Ce type de contrôle n'est ni onéreux ni long mais engendre l'indisponibilité de la machine.

Afin de répondre à ces objectifs, nous avons proposé une solution « l'algorithme du marcheur » qui permet de détecter rapidement la non qualité et d'exploiter au mieux les deux types de contrôle.

Nous avons aussi développé une maquette de cet algorithme afin de pouvoir quantifier la réduction de la non qualité et de ce fait calculer le bénéfice dont l'entreprise pourra en bénéficier plus tard. Cependant, faute de temps notre maquette ne permet pas encore de quantifier l'amélioration apportée par notre solution. Il est à noter que notre mission principale consiste surtout à l'étude de la faisabilité des solutions et non à leurs développements.

En vue de la particularité de notre étude, l'analyse des coûts sera basée sur le gain envisagé avec notre solution de l'algorithme du marcheur. Nous avons donc émis deux hypothèses sur le gain apporté par notre solution en termes de réduction en défectivité :

1. Contrôle du produit par échantillonnage

- cas pessimiste : notre solution permettrait une réduction de 5% des produits défectueux.
- cas optimiste : notre solution permettrait une réduction de 30% des produits défectueux.

Pour l'analyse des coûts, nous nous intéresserons d'abord à l'aspect financier du projet. Puis nous évaluerons son investissement à l'aide de divers indicateurs. La solution n'étant pas encore implémentée, nous mènerons en parallèle l'étude des deux cas supposés (pessimiste et optimiste). Pour terminer, nous conclurons sur la viabilité économique de notre solution.



CHAPITRE 2

Informations financières

2.1. Hypothèse

Le marché de la microélectronique est très concurrentiel et évolue rapidement, le prix de vente des produits varie aussi en conséquent. Toute fuite d'information sur le coût peut être critique pour l'entreprise. En effet la concurrence pourrait se servir de ces informations afin d'asphyxier l'entreprise en vendant des produits concurrents à un coût moindre. STMicroelectronics ne peut donc se permettre de donner les chiffres réels de la production et de la non qualité.

Pour respecter la confidentialité, toutes les données financières utilisées dans cette analyse des coûts sont des estimations issues de notre étude et des recherches sur le web.

2.2. Données recueillis

- En production, le coût d'une plaque de silicium est estimée à \$1000, on suppose que le coût d'une plaque défectueuse coûte aussi \$1000 à l'entreprise. Car les produits défectueux sont directement broyés pour éviter le « marché noir » de ces produits qui nuit à l'image de l'entreprise.
- La production hebdomadaire est estimée à 10000 plaques de silicium, soit 520000 plaques par an.
- Le pourcentage de la non-qualité d'une bonne entreprise est estimé à 1%.
- Notre solution ne nécessite à priori pas d'investissement initial car elle exploite les ressources déjà existantes :
 - Equipements de métrologie.
 - Personnel pour la maintenance.
- Pour améliorer notre maquette, STMicroelectronics pourra éventuellement faire appel à un thésard. Ainsi qu'un investissement dans de nouveau matériel informatique plus performant pour l'implantation et l'exécution de l'algorithme :
 - Salaire d'un thésard, en CIFRE, est estimé à environ \$35000 par an. Cette donnée ne représente pas la charge réelle pour l'entreprise car elle ne tient pas compte de la subvention de l'état mais ce que perçoit un thésard. Pour notre étude, nous allons considérer que le salaire d'un thésard sera équivalent de la charge de l'entreprise. La charge d'un thésard sur ses trois années de recherche est donc égale à \$105000.
 - Nous estimons l'investissement à \$15000 pour du matériels informatiques plus performants y compris sa maintenance sur trois ans.
- Nous supposons aussi que l'entreprise finance un PFE pouvant apporter une vraie solution à la hauteur de \$5000. Ceci suppose que notre maquette est opérationnelle.

2.3. Taux de l'intérêt légal

Pour la première fois depuis la réforme de 1989, le **taux d'intérêt légal pour 2010** atteint son niveau le plus bas. Il vient d'être fixé par le décret (n°2010-127) du **10 février 2010**, à seulement **0,65%** (contre 3,79% en 2009, 3,99% en 2008 et 2,95% en 2007).

FIGURE 2.3.1. Récapitulatif des taux de l'intérêt légaux[?]



Ce faible taux nous a semblé très bizarre au début par rapport à l'année 2009 et aussi par rapport au taux d'actualisation utilisé en cours mais ce taux est justifié par l'économie de ces dernières années (crise économique).

Pour s'assurer de ne pas utiliser un taux trop bas, nous avons effectué une recherche sur le taux légal 2011. Nous sommes tombés sur la prévision suivante : « Le taux légal d'une année étant égal à la moyenne arithmétique des TMB de l'année précédente, il s'établira en 2011 à 0,38% ».

Ce que nous recherchons ce n'est pas un taux exact mais sa tendance pour les années suivantes afin d'estimer notre taux d'actualisation. Nous avons donc validé le taux d'actualisation à 0,65% pour nos calculs.

2.4. Bilan des flux financiers

- Coût de production annuelle : $520000 \times 1000 = 520$ millions dollars
- Avec 1% de rejet, le coût annuel de la non-qualité est de **5,2 millions dollars**
 - Cas pessimiste (−5%) : $0,05 \times 5,2 \times 10^6 = \260000
 - Cas optimiste (−30%) : $0,3 \times 5,2 \times 10^6 = \1560000

=> Notre solution permet de **réduire le coût de la non-qualité entre 0,26 et 1,56 millions dollars par an.**

Pour pouvoir calculer les différents indicateurs en analyse des coûts, nous avons supposé que le durée d'exploitation du projet est sur trois années, dans l'hypothèse que dans trois ans il va falloir changer les appareils de métrologie existants et la technologie des produits.

Son investissement initial est de \$20000 qui correspond au financement du PFE et l'achat de nouveau matériel informatique puisque les appareils de métrologie et le personnel de maintenance sont supposés inchanger.

Le flux monétaire entrant (recette) est l'argent économisé en réduisant le coût de la non-qualité.

Le flux monétaire sortant (dépense) est le salaire pour un thésard.

TABLE 1. Cash-Flow pour le cas pessimiste (-5%)

| Cas Pessimiste | 1 ^{ère} année | 2 ^{ème} année | 3 ^{ème} année |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Recette | \$260000 | \$260000 | \$260000 |
| Dépense | \$35000 | \$35000 | \$35000 |

TABLE 2. Cash-Flow pour le cas optimiste (-30%)

| Cas Pessimiste | 1 ^{ère} année | 2 ^{ème} année | 3 ^{ème} année |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Recette | \$1560000 | \$1560000 | \$1560000 |
| Dépense | \$35000 | \$35000 | \$35000 |



CHAPITRE 3

Calculs des indicateurs

3.1. La valeur Actualisée Nette (VAN)

3.1.1. Définition. La VAN d'un investissement est la différence entre les flux actualisés à la date t_0 générés par un investissement et le montant de cet investissement :

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+t)^i} - I$$

- I = Investissement de départ
 - i = années
 - t = taux d'actualisation
 - C_k = flux générés par l'investissement à la date k
- la VAN mesure la création de valeur engendrée par l'investissement.

3.1.2. Calcul.

- Cas pessimiste (−5%) :

$$VAN_5 = \frac{260000 - 35000}{(1 + 0,0065)^1} + \frac{225000}{(1,0065)^2} + \frac{225000}{(1,0065)^3} - 20000 = \$646319$$

- Cas optimiste (−30%) :

$$VAN_{30} = \frac{1560000 - 35000}{(1 + 0,0065)^1} + \frac{1525000}{(1,0065)^2} + \frac{1525000}{(1,0065)^3} - 20000 = \$4516163$$

3.1.3. Remarque. Dans les deux cas envisagés, nous avons une VAN positive, ce qui signifie d'un point de vue financier que le projet rapporte plus que son investissement.

3.2. L'indice de Profitabilité (IP)

3.2.1. Définition. L'Indice de Profitabilité est le quotient de la somme des flux positifs actualisés par le montant du capital investi :

$$IP = \frac{1}{I} \sum_i C_i (1+t)^{-i}$$

Qui s'écrit également sous la forme :

$$IP = \frac{VAN}{I}$$

3.2.2. Calcul.

– Cas pessimiste (−5%) :

$$IP_5 = \frac{VAN_5}{I} = \frac{646319}{20000} = 32,3$$

– Cas optimiste (−30%) :

$$IP_{30} = \frac{VAN_{30}}{I} = \frac{4516163}{20000} = 225,8$$

3.2.3. Remarque. Dans les deux cas envisagés, nous avons un IP positif, ce qui signifie que le projet est rentable. Pour \$1 investi, le projet engendre \$31,3 de profit pour le cas pessimiste et \$224,8 pour le cas optimiste.

3.3. Le Taux de Rentabilité Interne (TRI)

3.3.1. Définition. Le Taux de Rentabilité Interne est le taux pour lequel la VAN est nulle ($VAN = 0$). C'est-à-dire qu'il y a équivalence entre le capital investi et l'ensemble des *cash-flow* (flux \oplus) actualisés.

Il faut donc chercher la valeur de t dans l'équation :

$$VAN(t) = -I + C_1(1+t)^{-1} + C_2(1+t)^{-2} + \dots = 0$$

3.3.2. Calcul.

– Cas pessimiste (−5%) :

$$VAN_5(t) = -20000 + 225000 \times (1+t)^{-1} + 225000 \times (1+t)^{-2} + 225000 \times (1+t)^{-3} = 0$$

$$\Rightarrow t_5 = 11,244 \text{ soit } t_5 = 1124,4\%$$

– Cas optimiste (−30%) :

$$VAN_{30}(t) = -20000 + 1525000 \times (1+t)^{-1} + 1525000 \times (1+t)^{-2} + 1525000 \times (1+t)^{-3} = 0$$

$$\Rightarrow t_{30} = 76,25 \text{ soit } t_{30} = 7625\%$$

3.3.3. Remarque. Avec des IP aussi élevés, il est donc normal d'avoir des TRI aussi élevés pour les deux cas envisagés. Dans la réalité il n'est pas concevable d'avoir un taux d'intérêt aussi élevé, le projet est donc très rentable.

3.4. Délai de récupération du capital investi

3.4.1. Définition. Le délai de récupération d'un capital investi est le temps au bout duquel le montant cumulé des flux financiers positifs (\oplus) actualisé est égal au capital investi.

C'est donc le temps nécessaire pour que les flux nets de trésorerie générés par l'investissement remboursent la mise de fond initiale en tenant compte du temps.

3.4.2. Calcul.

– Cas pessimiste (−5%) :

TABLE 1. Cash-Flow actualisés et cumulés pour le cas pessimiste (−5%)

| Cas Pessimiste | 1 ^{ère} année | 2 ^{ème} année | 3 ^{ème} année |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Cash-Flow | \$225000 | \$225000 | \$225000 |
| Cash-Flow actualisés | \$223547 | \$222103 | \$220669 |
| Cash-Flow actualisés et cumulés | \$223547 | \$445650 | \$666319 |

– Cas optimiste (−30%) :

TABLE 2. Cash-Flow actualisés et cumulés pour le cas optimiste (−30%)

| Cas Pessimiste | 1 ^{ère} année | 2 ^{ème} année | 3 ^{ème} année |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Cash-Flow | \$1525000 | \$1525000 | \$1525000 |
| Cash-Flow actualisés | \$1515152 | \$1505366 | \$1495645 |
| Cash-Flow actualisés et cumulés | \$1515152 | \$3020518 | \$4516163 |

3.4.3. Remarque. Avec de tels indicateurs (VAN, IP et TRI) aussi élevés, il n'est pas surprenant de constater qu'au bout de la première année le projet a déjà récupéré son capital investi (\$20000) même pour le cas pessimiste.



CHAPITRE 4

Conclusion

L'analyse des coûts, basée sur de telles hypothèses et estimations, a montré que le projet est très rentable. En effet, les indicateurs tels que la VAN, l'IP et le TRI sont très positifs et très élevés par rapport à la plupart des investissements.

Face à de tels résultats, aussi positifs, nous nous sommes demandés si nous n'avons pas trop surestimé le gain annuel de notre projet ? Ou trop sous-estimé l'investissement initial ? Ou pire un raisonnement erroné ?

Il est normal d'être sceptique face à une estimation annuelle de 5,2 millions dollars pour la non-qualité mais si nous regardons son chiffre d'affaire pour 2009 (période de crise) qui est 8,424 milliards dollars, cette estimation est devenue relativement correcte pour une multinationale comme STMicroelectronics. Notre estimation pour le gain annuel du projet n'est donc pas exagérée.

Pour l'investissement initial, ce projet n'est pas une création mais une amélioration de l'existant d'où l'hypothèse que notre solution puisse exploiter les ressources déjà existantes. Comme ce n'est pas un projet qui va créer de la valeur ajoutée mais une réduction des dépenses (ou ce qui n'apporte pas de la valeur ajoutée) que nous l'avons considéré comme un gain financier dans la gestion des coûts. La VAN est tellement élevée qu'elle permet de couvrir une grande marge d'erreur dans l'estimation pour l'investissement initial, sans remettre pour autant en question la rentabilité du projet.

La rencontre entre un taux d'intérêt légal faible et une durée d'exploitation d'investissement de trois ans engendre une augmentation du profit dans le calcul des indicateurs (VAN et IP). En effet, un taux d'intérêt faible engendre des cash-flows actualisés plus élevés. Et une durée d'exploitation de l'investissement plus longue accentue l'écart entre les flux générés et l'investissement initial.

En prenant un peu de recul, nous remarquons que les projets informatiques (programmes, logiciels) sont très rentables et rapides par rapport à l'investissement initial à condition qu'ils soient fonctionnels et opérationnels.

Il suffit donc que notre solution « l'algorithme du marcheur » puisse répondre aux besoins du client et réduire seulement quelques pourcent (cas pessimiste avec -5%) pour qu'elle soit rentable pour l'entreprise.