



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

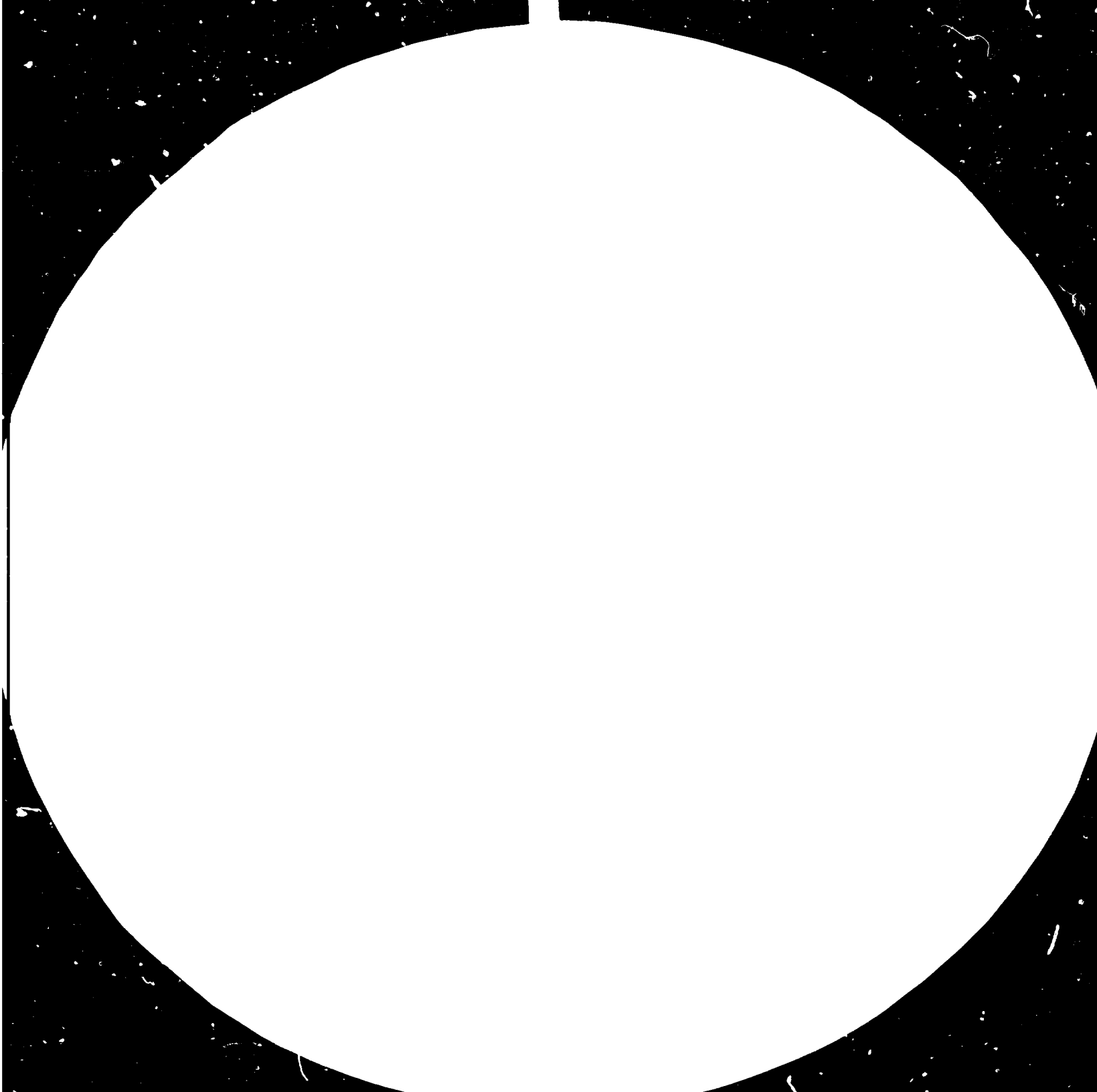
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





2.8

2.5

3.2

2.2

3.6

2.0

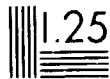


4.0

1.8

4.5

1.6



Mitsubishi Electric

CITY LIGHT PROJECTOR

CP-1000

CP-1000-1000



12867-F  
↑



Distr.  
LIMITEE  
ID/WG.369/10  
7 octobre 1983  
FRANCAIS

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

- Stage technique sur les critères de choix des machines à travailler le bois
- Milan, Italie, 10 - 26 mai 1982

LA RENTABILITE DES INVESTISSEMENTS COMME FONDEMENT DU  
CHOIX ECONOMIQUE DES MACHINES A BOIS\*

par

B. Zarnetti \*\*

1025

\* Les vues et opinions exprimées dans ce document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues du Secrétariat de l'ONUDI. Le présent document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

\*\* Ingénieur, Studio BIS, Milan, Italie.

TABLE DES MATIERES

|   | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| Introduction  | 1           |
| Quels sont les investissements  | 4           |
| L'évolution du cash-flow  | 8           |
| Les formules de calcul de la rentabilité des investissements                              | 12          |
| Premier exemple: machine améliorant la technologie existante: machine à border les porces | 18          |
| Second exemple: Nouvelle unité de production: usine de contre-plaqués                     | 27          |
| Conclusions   | 36          |

Introduction

Indépendamment du secteur auquel elle appartient, une industrie lance sur le marché libre les biens qu'elle produit en tirant parti d'une façon coordonnée et efficace des ses ressources: matériaux, main-d'oeuvre, machines, installations, capitaux (voir schéma no. 1 ci-dessous).

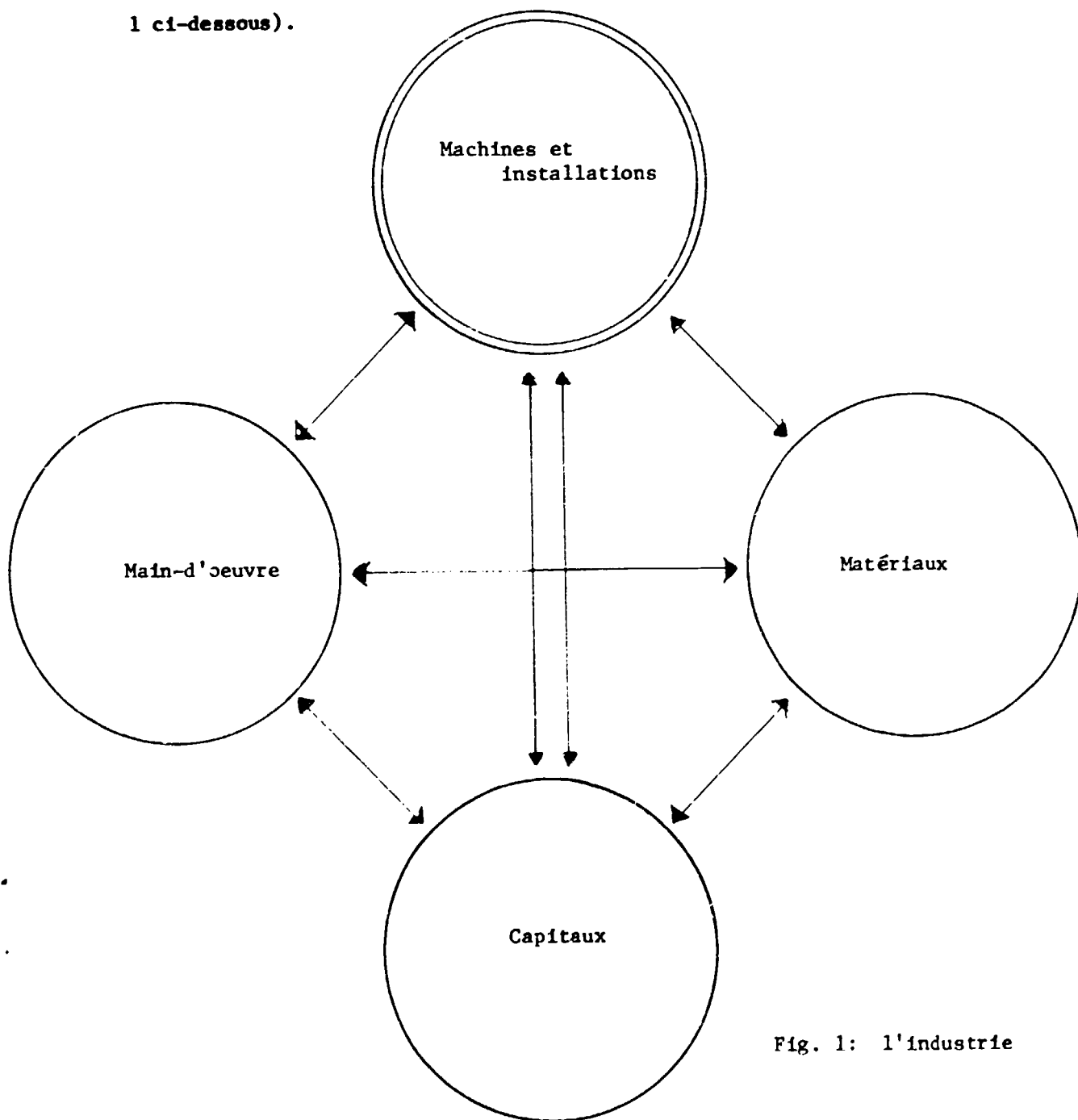


Fig. 1: l'industrie

L'industrie est saine et produit un revenu si elle réussit à utiliser chacun des facteurs mentionnés ci-dessus de façon optimale. La matière première doit être achetée aux meilleures conditions de marché, doit avoir une qualité qui corresponde aux expectatives, ne doit pas entraîner de déchets, ne doit pas être utilisée en surabondance par rapport à la fonction du produit fini, et ne doit pas aboutir à des stocks trop larges, qui deviennent trop onéreux. La main-d'oeuvre constitue le second facteur de production industrielle. Elle aide à la réalisation de tout le cycle de l'entreprise, à savoir les ouvriers, les agents de maîtrise, les préposés à la vente, les cadres et les propriétaires; toute main-d'oeuvre a un coût, un niveau d'efficacité, une influence directe sur la rentabilité de l'entreprise. Viennent ensuite les machines et les installations, indispensables et déterminantes dans toute activité industrielle: leurs choix avisés, un bon niveau d'utilisation, leur entretien pour assurer leurs bon fonctionnement sont les facteurs essentiels de toute industrie. Enfin, il y a les capitaux qui doivent financer le processus industriel: comment les choisir, à quel taux sont-ils payés, comment se répartissent-ils entre capital propre et apport de tiers; ce sont tous des éléments essentiels pour la vie de l'entreprise.

Nous avons ainsi cerné la place que les machines et les installations occupent dans l'organisation de l'industrie. Bien entendu, il ne faut pas oublier que notre schématisation s'accompagne d'un réseau de corrélations entre tous les facteurs indiqués ci-dessus. Les rapports mutuels ont en outre des conséquences très différentes selon le type d'entreprise et le pays où celle-ci a son siège.

Le présent exposé n'analysera pas le choix des machines en fonction des matériaux ni en fonction de la main-d'oeuvre. Les sujets tels que les meilleures installations de débitage, les lignes de production des panneaux, les scieries, les machines pour l'industrie du meuble et des menuiseries sont le sujet d'autres

exposés. Les critères de choix en fonction de la disponibilité et de la qualité des matières premières ou de la validité et du coût de la main-d'oeuvre seront en outre mentionnés dans ces autres exposés.

Notre intention, ici, est surtout de souligner les rapports qui existent entre machines et installations, d'une part, et capitaux, de l'autre: c'est dans ce sens que l'on parle de rentabilité des investissements.

Il serait également opportun d'approfondir les critères de base pour le repérage des capitaux, vu les fortes répercussions que ces choix ont sur l'évaluation de la rentabilité des investissements. Le manque de temps ne permet toutefois que d'analyser certaines méthodes pour trouver les capitaux: souscription des associés, emprunts par obligations, emprunts à taux bonifiés normalement prévus par les gouvernements, emprunts à moyen terme repérables sur le marché des établissements financiers, crédits à court terme pouvant être obtenus auprès de banques.

Après un examen de type général, nous essayerons de donner des exemples spécifiques dans le secteur des machines à bois. Mais nous tenons à préciser que tous les principes qui seront exprimés par la suite sont absolument généraux et, en tant que tels, dépassent le secteur des machines à bois.

Nous voudrions préciser que, vu son caractère général, le thème doit intéresser toutes les industries et d'autant plus les entreprises qui fabriquent les machines à bois. Elles aussi ont des capitaux immobilisés et doivent effectuer leurs investissements en machines et équipements d'après des règles économiques.

En passant, nous citerons une étude économique récente très approfondie sur le secteur des machines à bois. Cette étude fait ressortir que le secteur est caractérisé par une intensité de



capital fixe inférieur au groupe plus large des industries mécaniques et même par rapport au secteur collatéral des fabricants de machines-outils. Les fabricants de machines à bois ont donc une certaine latitude pour investir et les critères de choix des investissements, objet du présent exposé, sont donc particulièrement importants pour eux. D'autre part, même si les fabricants de machines à bois ont une structure patrimoniale leur assurant des niveaux satisfaisants de développement des entreprises sans qu'ils aient trop à se soucier de trouver des fonds, il n'en reste pas moins que, pour eux, le critère d'un choix avisé des immobilisations en termes de rentabilité prévaut.

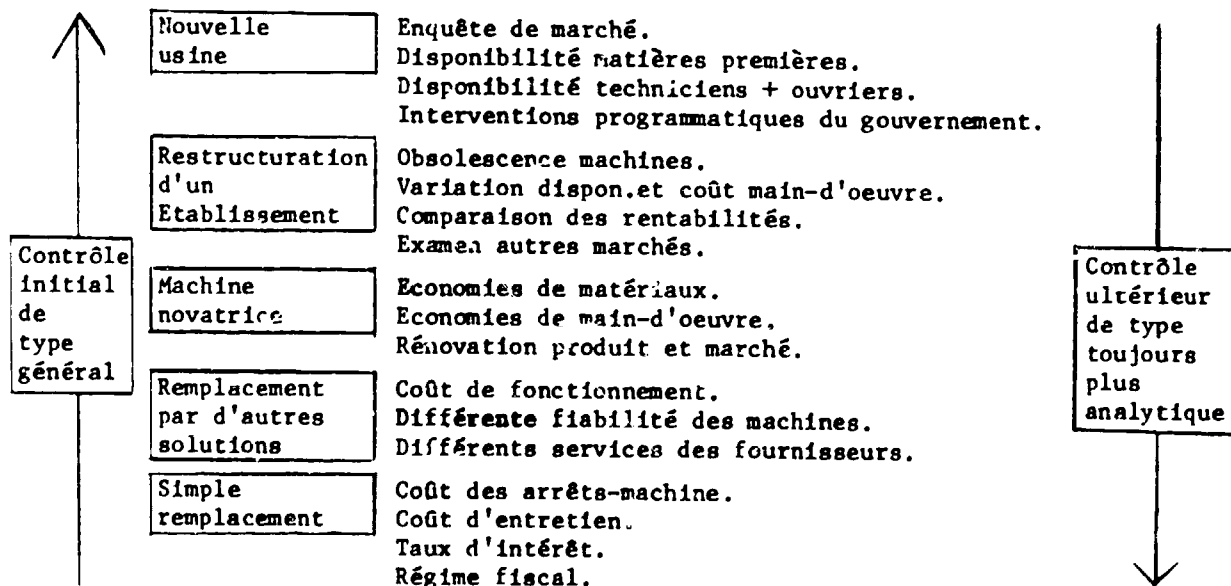
Cette étude, élaborée à l'intention de ceux qui achètent des machines à bois, est donc aussi valable et très importante pour ceux qui les fabriquent.

#### Quels sont les investissements

Avant d'examiner en détail les critères, les formules et les exemples pour évaluer un investissement, il est nécessaire de le définir.

Ainsi que l'indique le tableau ci-dessous, on peut schématiser l'immobilisation en machines et équipements selon son propre objectif.

Fig. 2: Quels sont les investissements.



L'ouverture d'une nouvelle unité de production, par exemple, une usine de bois tranché, comporte de gros investissements en capitaux, la construction de hangars, l'installation d'équipements sophistiqués, l'achat d'un grand nombre de machines.

A un échelon moins élevé, il y a le cas d'un établissement à restructurer, par exemple, pour renouveler et moderniser les critères de production, pour augmenter les quantités fabriquées, ou bien encore pour diversifier la production de l'entreprise.

A un échelon encore plus bas, il y aurait l'investissement dans une machine novatrice qui remplace un usinage et détermine des économies de matériaux ou de main-d'oeuvre. Comme exemple, nous pourrions citer une machine à border, qui permet de valoriser des matériaux moins nobles avec d'excellents résultats esthétiques et qualitatifs.

Un autre investissement qui requiert des analyses économiques approfondies est le remplacement d'équipements usé ou vieilli, lorsqu'on doit choisir entre différentes machines non homogènes, d'un coût différent, aux performances différentes avec des rendements différents.

Le cas le plus simple que nous examinons est, enfin, le remplacement d'une machine usée.

Dans ce cas, il ne s'agit que de choisir entre le remplacement de la machine dans l'immédiat, et continuer à supporter des coûts d'entretien élevés et donc ajourner l'engagement des capitaux.

Le classement que nous venons de faire n'est pas définitif et certains types d'immobilisations qui ne sont peut-être pas mentionnés, pourraient y être inclus.

D'autre part, pour tous les investissements déjà cités, il s'agit d'évaluer la rentabilité: la formule mathématique générale est la même tandis que son application diffère dans certains cas.

Mais avant d'arriver à la formule mathématique qui relie un "investissement initial" à un courant continu de "profits" et de "coûts", il faudrait souligner que dans les cas indiqués, les types de coûts et de profits peuvent être très différents. Et encore plus différente peut être la façon dont l'importance de ces courants monétaires peut être évaluée.

Dans l'hypothèse d'une nouvelle usine, il est indispensable d'avoir une bonne connaissance du marché de débouché du produit fini, une analyse de l'absorption dans les régions ou pays où l'on réalise l'usine, une enquête sur les courants d'importation et d'exportation. Il est tout aussi important de connaître la disponibilité en matière première, en main-d'oeuvre locale et son coût, la facilité de trouver des techniciens pour gérer l'entreprise. Et enfin, il est déterminant de connaître les critères selon lesquels le gouvernement donnera son appui au type d'activité en question. D'après ces connaissances préliminaires, on pourra évaluer le coût de tous les facteurs de production (matériaux, hommes, capitaux, machines), le revenu pour chaque unité produite, la masse de production vendable. Si toutes les analyses ont été bien faites, on pourra prévoir les évolutions des différents paramètres dans les années futures, sans faire de graves erreurs d'évaluation.

Dans le cas de la restructuration d'une usine, d'autres variables entrent en jeu: des machines techniquement dépassées, la différence de disponibilité et de coût de la main-d'oeuvre par rapport à ceux des années de fondation de l'usine, les changements des conditions de marché de la matière première et du produit fini, la disponibilité en méthodes de travail et en machines novatrices. Dans ce cas, il faut faire une parallèle entre la rentabilité de l'usine encore à restructurer et l'unité de production modifiée.

Si nous voulons évaluer l'opportunité d'investissement dans une machine modifiant sensiblement une opération spécifique, il faut à priori évaluer l'économie qui pourrait en dériver sur les maté-

riaux et la main-d'oeuvre, mais il faut aussi déterminer l'amélioration de la qualité du produit fini et la répercussion de cette variation sur le prix de vente et sur les quantités vendables.

Si le remplacement d'un équipement arrivé à l'extrême limite d'utilisation prévoit le choix entre des machines neuves ayant différentes caractéristiques, il faut évaluer les différents coûts de fonctionnement pour chaque machine; il faut aussi tenir compte dans le calcul de la fiabilité et le service assuré par les fournisseurs, par exemple, pendant la mise en marche, en tant que service après-vente, en tant que disponibilité et coût des pièces de rechange.

Le simple remplacement d'une machine usée par une autre du même type comporte une recherche apparemment plus simple du coût des arrêts-machine et des opérations d'entretien, une évaluation des taux d'intérêt, les conséquences du régime fiscal sur les bénéfices imposables de l'entreprise.

Bien entendu, la schématisation que nous avons adoptée pour les différentes catégories d'investissement est purement formelle. En fait, tous les contrôles que nous venons de citer doivent toujours être faits pour tous les investissements.

Si nous prenons le dernier exemple, à savoir le simple remplacement d'une machine, nous devons faire tous les contrôles également prévus pour les investissements de la catégorie supérieure. Ces contrôles pourront se dérouler synthétiquement, mais ne doivent être omis en aucun cas. C'est-à-dire qu'il s'agit de vérifier la fiabilité de la machine, l'éventuel besoin de rénover le produit, l'évolution du marché global.

Tous les examens qui se font lorsqu'on étudie une nouvelle unité de production sont nécessaires. Prenons par exemple, le cas le plus simple d'une entreprise de menuiseries qui doit remplacer une des trois tenonneuses installées; supposons que le marché

des menuiseries soit en grand essor ou, au contraire, fortement en crise; il est évident que l'on ne peut pas remplacer la teno-  
neuse par une autre du même type: dans le premier cas, il faudra  
examiner une machine à rendement accru, dans le deuxième, on  
essaiera de travailler avec les deux machines installées. Quoique  
banal, cet exemple nous fait comprendre que l'on ne peut se limi-  
ter à un examen détaillé de la situation. Tout nouvel investisse-  
ment doit tenir compte de toutes les conditions collatérales.

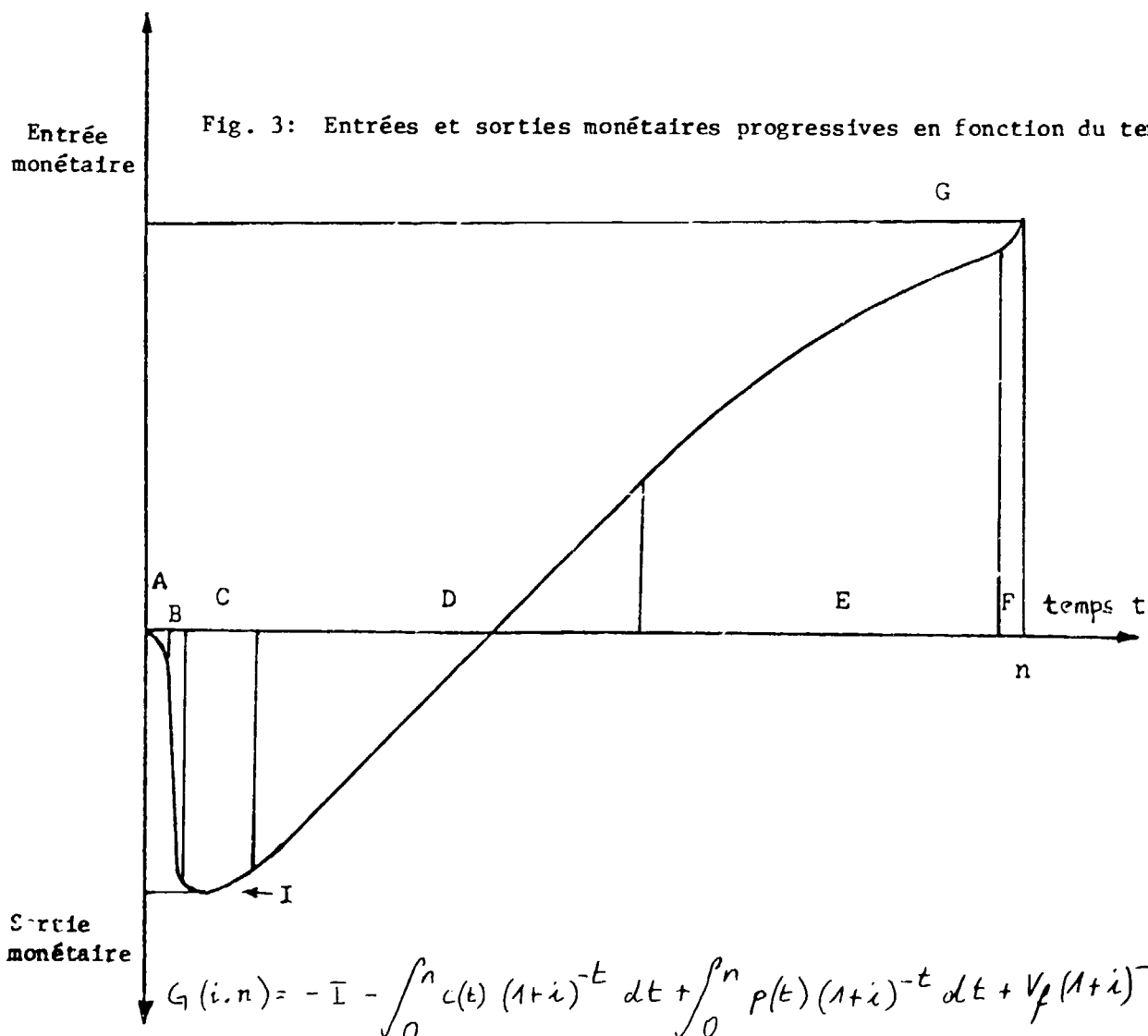
Considérons par contre le cas de la création d'une nouvelle  
unité de production. Au cours d'une première analyse, il faudra  
tablir sur un besoin donné en machines et l'on choisira les machines  
sur la base de critères généraux. Mais ensuite, après avoir dé-  
cidé de réaliser la nouvelle usine, chaque machine devra être exa-  
minée en détail. Dans certains cas, il faudra vérifier l'oppor-  
tunité d'une machine améliorant la technologie existante pour une  
certaine opération, en tant qu'alternative à d'autres machines  
traditionnelles. Dans d'autres cas, il faudra comparer des machines  
semblables sur la base de leur fiabilité et des services offerts  
par les fournisseurs.

#### L'évolution du cash-flow

Qu'il faille installer une nouvelle usine ou remplacer une  
machine, le principe est toujours le même, à savoir: on investit  
dans des temps assez brefs des capitaux qui produisent un revenu  
(ou une économie sur les coûts) pendant une longue période de temps.  
Le bien d'immobilisation a une vie active, à la fin de laquelle il  
est vendu à une valeur de récupération (souvent très basse).

Si nous schématisons sur un diagramme les entrées et les  
sorties monétaires progressives en fonction du temps, c'est-à-  
dire le cash-flow, nous trouvons toujours une courbe comme celle  
du schéma no. 3. Nous pouvons remarquer une phase A, de sortie mo-  
nétaire réduite (par exemple, le paiement du projet), une phase B

pendant laquelle on a une sortie rapide et concentrée due à l'achat des machines et des équipements, une phase C de démarrage de la nouvelle production avec des entrées très limitées, une phase D où on a des entrées constantes correspondant au revenu maximum, une phase E pendant laquelle les entrées suivent une courbe décroissant de plus en plus (tout en demeurant à un niveau élevé) par suite de l'usure de l'installation et du changement des conditions extérieures (augmentation du coût de la main-d'oeuvre, augmentation de la concurrence, etc.); enfin, au terme de la vie active du bien d'immobilisation, une entrée dérivant de la valeur de réalisation de la machine et de l'équipement. Avec un investissement initial égal à I, l'initiative a permis la récupération totale du coût initial et a fourni un revenu égal à G(0).



Le problème que nous nous posons ici est d'évaluer l'opportunité d'effectuer l'investissement ainsi schématisé, en termes économiques.

Il faut à ce point introduire la notion d'intérêts et de dévaluation: si, aujourd'hui, on prête à quelqu'un \$ 100 et que cette personne rende au bout d'un an \$ 110, apparemment on a gagné \$ 10. Mais si au cours d'un an, le coût de la vie augmente de 10 p. cent lorsqu'on rend les \$ 110, on peut acheter exactement les mêmes biens qu'on achèterait aujourd'hui avec les \$ 100 prêtés. Ce qui signifie que l'on n'a rien gagné.

Autrement dit, si on actualise le cash-flow avec des valeurs toutes rapportées à l'année en cours, on aura une sortie de \$ 100 et une entrée de  $\$ \frac{110}{1+i}$ .

Si l'intérêt  $i = 10$  p. cent, on a donc un Résultat Economique Actualisé

$$G = - \$100 + \$ \frac{110}{1+0,1} = 0$$

Comme mentionné plus haut, on n'a rien gagné.

Il est inutile de se perdre ici dans des considérations mathématiques trop longues. Il suffit de mentionner que la formule générale du Résultat Economique Actualisé de tout investissement est celle indiquée au bas du schéma no. 3 et se fonde sur les indices définis ci-dessous.

- $i$  = taux d'intérêt annuel
- $t$  = fonction temps
- $n$  = durée utile
- $I$  = Investissement global considéré comme instantané dans cette formule, c'est-à-dire avec une durée des phases A et B égale à 0
- $c(t)$  = coûts d'exercice variables dans la période  $0 < t \leq n$
- $p(t)$  = profits bruts variables dans la période  $0 < t \leq n$

$V_f =$  valeur de récupération de l'investissement vendu au moment  $n$   
 $G(i,n) =$  résultat économique actualisé: fonction du taux d'intérêt  $i$  et de la vie utile  $n$

Si tout cela est vérifié sur le diagramme, on voit que schématiser un investissement instantané  $I$  change la courbe dans la zone A et B en une droite descendant perpendiculairement, alors que l'introduction du coefficient d'actualisation  $(1 + i)^{-t}$  entraîne un abaissement de la courbe toujours plus accentué, étant donné que les entrées de caisse plus éloignées dans le temps sont plus négativement influencées par l'inflation.

Malheureusement, la formule mathématique, bien qu'exacte, et le diagramme, même si très explicite, ne permettent pas de calculer facilement le résultat économique actualisé.

En effet, le problème est de "prévoir" l'évolution des coûts et des profits bruts dans le temps et ceci est d'autant plus difficile et incertain, que la durée  $n$  pour laquelle il est nécessaire de faire des prévisions est plus grande.

D'où s'ensuit la difficulté d'exprimer l'évolution des paramètres dans le temps par des formules mathématiques ainsi que de procéder finalement au calcul.

La prévision difficile de l'avenir et le manque de règles générales pour l'évolution des coûts et des bénéfices dans le temps ne permettraient pas à ce point de poursuivre la solution du problème. Et en effet, il n'y a pas lieu de s'étonner si beaucoup d'ingénieurs travaillent activement à l'analyse des investissements: l'expérience, les instructions et la connaissance des machines et installations leur permettent de cerner, dans les différents cas, les règles à appliquer pour évaluer l'opportunité de l'investissement.

Il en dérive une littérature très vaste et plusieurs paramètres ont été trouvés et définis, à adopter dans différents cas d'investissement pour en évaluer l'opportunité.



### Les formules de calcul de la rentabilité des investissements

De l'expression mathématique générale précédemment illustrée découlent plusieurs formules simplifiées pour évaluer les opportunités. Il nous semble intéressant d'indiquer ci-dessous les différentes expressions qui sont adoptées dans des cas spécifiques d'investissement. A la fin de l'exposé, nous illustrerons deux exemples concrets, en appliquant les formules indiquées. Ceci permettra, à notre avis, de montrer comment aborder les calculs en pratique.

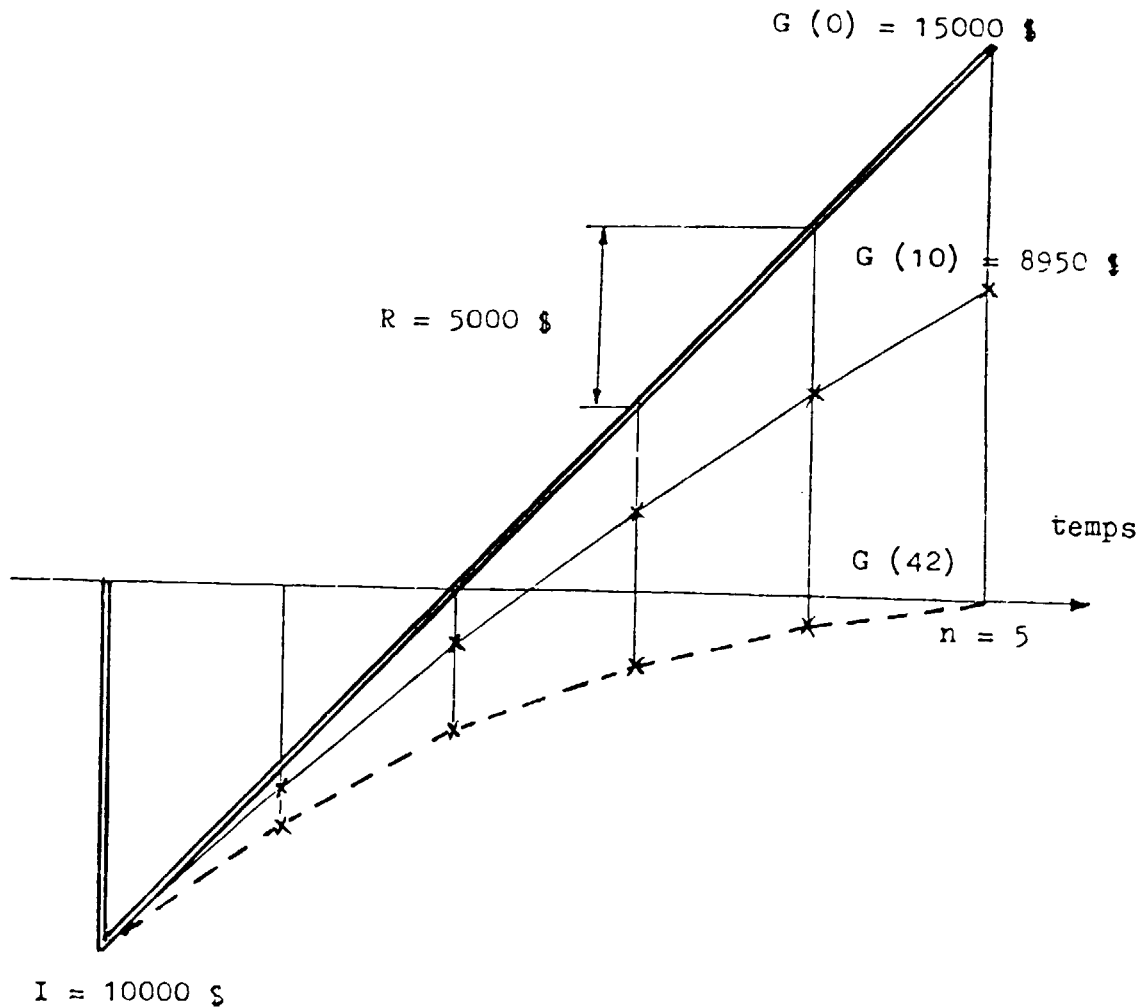
La recherche de formules simplifiées suppose une forte schématisation des divers paramètres. Dans certains cas, par exemple, et surtout par le passé où la valeur de l'argent était assez stable, on avait tendance à négliger le taux de dévaluation "i", ce qui fait que les valeurs n'étaient guère actualisées. Une autre simplification adoptée fréquemment consiste à calculer la différence entre coûts et bénéfices, voire uniquement l'amélioration du bénéfice entre deux solutions différentes (par exemple, en calculant les économies dérivant d'une nouvelle machine par rapport à l'usage manuel); les mathématiques démontrent que ce procédé est possible, à condition toutefois de respecter certaines règles. Toujours pour faciliter les calculs, on suppose avoir des bénéfices constants, avec des économies constantes pendant toute la durée de l'investissement. Une simplification poussée est adoptée enfin en divisant la vie active en périodes homogènes, par exemple, en années et en considérant que les entrées monétaires ont lieu à la fin de chaque exercice.

Ceci dit, passons à l'analyse du schéma no. 4, où une ligne double indique l'allure du cash-flow dans les hypothèses simplifiées mentionnées ci-dessus. Supposons que l'investissement est effectué pour un des motifs suivants:

- achat d'un camion au prix de \$ 10.000 pour le transport des grumes au port, ce qui permettrait d'épargner le prix du chemin de fer pour un trajet beaucoup plus long; supposons que cette économie,

moins le coût d'utilisation du camion, équivaldrait à \$ 5.000 par an; supposons encore que le camion ait une longévité de 5 ans;

- achat d'une machine d'une valeur de \$ 10.000 permettant la récupération des arrondissages des déroulés, donc un rendement accru de contre-plaqué d'une valeur de \$ 5.000 par an; cet exemple n'est pas très précis car l'installation en question a une vie active bien supérieure à 5 ans; il suffira alors de changer l'abscisse des temps et de refaire le calcul dans le cas d'une plus grande période active. Au bout de 5 ans, le gain, en considérant que les intérêts = 0, est de \$ 15.000.



Les indices principaux que l'on analyse dans l'évaluation des investissements sont les suivants:

- (a) la période de récupération (pay-back);
- (b) le taux de rendement annuel non-actualisé (rates of return on investment);
- (c) la valeur actuelle ou résultat économique actualisé;
- (d) l'indice d'opportunité;
- (e) le taux de rendement annuel actualisé (discount cash-flow);
- (f) le coût annuel équivalent.

La période de récupération est très utilisée surtout pour les investissements à court terme et en tout cas à grand rendement et ne tient pas compte du taux des intérêts. Elle s'exprime par la formule suivante:

$$P_r = \frac{I}{R} = \frac{10.000}{5.000} = 2$$

et exprime le temps au bout duquel le capital investi est récupéré. Dans notre exemple, la période de récupération est de deux ans et elle coïncide sur le graphique avec l'intersection de la double droite et de l'axe des abscisses.

Le taux de rendement annuel non actualisé est indiqué par la formule suivante:

$$T = \frac{n R - I}{n I} = \frac{G (0)}{n I} = \frac{5 \times 5.000 - 10.000}{5 \times 10.000} = 30 \%$$

et exprime, de façon simple, sans tenir compte des intérêts, la rentabilité annuelle de l'investissement. Si, à la fin de la vie active de l'investissement, j'ai gagné \$ 15.000, je peux dire que mon gain annuel est de \$ 3.000, en ayant investi au début \$ 10.000. J'ai donc eu une rentabilité de 30 p. cent.

La valeur actuelle ou résultat économique actualisé prend en considération les intérêts. Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, on actualise les entrées futures en tenant compte d'un taux qui, dans l'exemple pris, est de 10 p. cent (bien entendu par an, donc

on parle ici d'intérêts composés). Dans le schéma no. 4, ci-dessus, nous avons indiqué par une ligne continue l'évolution des profits actualisés. La formule est la suivante:

$$G(10.5) = R (P/A 10.5) - I = 5.000 \times 3,79 - 10.000 = \$ 8.950$$

Dans cette formule, le coefficient

$$(P/A 10.5) = 3,79$$

représente la valeur actuelle, à intérêt composé, d'un revenu temporaire à versements constants différés de la valeur de \$ 1 et peut être trouvé dans les tableaux de mathématique actuarielle.

Nous tenons à souligner que l'on part de l'hypothèse arbitraire selon laquelle le taux est égal à 10 p. cent, ce qui fait un gain total de \$ 8,950. Dans le schéma, la valeur G (10.5) est clairement indiquée à droite du diagramme.

L'indice d'opportunité est calculé en partant, comme dans le cas précédent, d'une valeur du taux établi d'avance. La formule est la suivante:

$$\psi = \frac{R(P/A 10.5)}{I} = \frac{5.000 \times 3,79}{10.000} = 1.895$$

et exprime en valeur actualisée combien de fois je récupère l'investissement pendant toute la vie active de l'installation. Comme l'indice précédent, celui-ci aussi se fonde sur un taux établi à l'avance de façon arbitraire et donne donc une indication conditionnée de la rentabilité effective de l'investissement. Précisons, en passant, que les formules ont été exprimées pour des flux de recettes de trésorerie constants au cours des différentes années. D'autres formules qui mènent au même résultat, mais qui sont plus compliquées, prévalent dans le cas d'entrées différentes pour les différents exercices.

Nous avons indiqué deux indices établis suivant un taux fixé d'avance. Par analogie aux indices examinés précédemment ayant un taux égal à 0, d'autres sont déterminés dans l'hypothèse d'un taux établi d'avance. Signalons uniquement la période de récupération

qui, sur le diagramme, correspond au point d'intersection de la courbe à ligne continue et de l'axe. A remarquer notamment qu'avec un taux équivalent à 10 p. cent, cette période est de deux ans et demi au lieu de deux.

Le taux de rendement annuel actualisé (méthode du discount cash-flow) nous mène à des considérations plus complexes. Nous avons vu que lorsque nous considérons les intérêts = zéro, le gain sur l'investissement est de \$ 15.000. Avec un taux de 10 p. cent, le gain est réduit à \$ 8.950, parce que la courbe du schéma no. 4 s'est abaissée. Si nous supposons maintenant un taux de 15 p. cent, il est évident que la courbe s'abaissera encore plus. Il y aura donc un taux pour lequel le gain est nul; c'est-à-dire au bout des cinq ans, on récupère simplement le capital investi. Cette courbe est indiquée dans le schéma mentionné plus haut par une ligne en pointillé.

L'indice que l'on appelle normalement IRR, dérivant d'Internal Rate of Return (taux de rendement interne), s'exprime par  $i^*$  et se calcule par la formule suivante:

$$G (i^* . 5) = 0$$

$$R (P/A i^* . 5) - I = 0$$

$$(P/A i^* . 5) = \frac{I}{R} = 2$$

Sur les tableaux des intérêts déjà cités, je peux facilement trouver que cet intérêt est égal à:

$$i^* = 42 \%$$

Arrêtons-nous sur ce critère de calcul, qui est largement employé dans l'évaluation des investissements et qui, à notre avis, représente la méthodologie la plus appropriée.

Le taux IRR n'est pas assimilable aux indices vus précédemment.

D'après une démonstration mathématique, qui serait trop longue à expliquer ici, l'entrée de caisse de chaque année peut se diviser en deux parties, l'une pour le remboursement du capital et l'autre

pour payer l'intérêt  $i^*$  pour un an sur le capital "qui doit encore être remboursé". C'est pourquoi l'indice  $IRR = 42\%$  est supérieur au taux non actualisé  $T = 30\%$  illustré précédemment. Il est important de comprendre ici comment évaluer l'intérêt  $i^*$ .

On introduit un nouvel indice, le MARR, de Minimum Attractive Rate of Return (taux minimal de rendement opportun).

Le MARR peut être défini comme étant le taux auquel l'entreprise a intérêt à investir, car elle a des bonnes probabilités de produire ce rendement.

Il ne faut pas confondre toutefois, comme il arrive souvent, le MARR avec le coût du capital que l'entreprise reçoit des actionnaires et des banques. Le MARR doit être substantiellement supérieur au taux moyen pondéré par les sources de financement de l'entreprise, parce qu'il n'est par opportun d'investir dans des projets qui donnent un gain égal au coût du capital à cause des éléments de risque présents dans un nombre de projets et à cause de l'incertitude de l'avenir.

Par conséquent, si une entreprise fixe un MARR égal par exemple à 20 p. cent, elle exprime par là sa propre disponibilité à investir dans toutes les initiatives ayant un  $IRR > MARR$ . Les capitaux investis dans les différentes initiatives reviendront en caisse, comme nous l'avons vu auparavant, et pourront être encore investis au fur et à mesure dans d'autres activités, toujours avec un  $IRR > MARR$ .

A ce point, la validité du système saute aux yeux. L'investissement est examiné et entièrement calculé sur la base des cash-flows prévisibles sans introduire des hypothèses externes sur les taux; c'est l'indice  $IRR$  qui à la fin sera comparé directement au taux minimum de rentabilité opportun fixé par l'entreprise.

Il ne reste plus qu'à donner quelques précisions sur le MARR. Si dans un pays l'inflation est faible, par exemple, au niveau de 5 p. cent, les taux moyens passifs de l'entreprise pourront être de l'ordre de 8 p. cent et le MARR sera fixé autour de 10 à 15 p. cent; mais si, dans un autre pays, l'inflation est de par exemple

20 p. cent, l'entreprise ne pourra fixer le MARR qu'au niveau de 25 à 30 p. cent.

Citons un autre exemple: si une entreprise a des taux passifs moyens de 10 p. cent, elle pourra fixer le MARR à 15 p. cent; mais si une autre entreprise du même pays a un financement surtout à court terme et escompte par conséquent des taux de 15 p. cent, elle ne pourra fixer le MARR qu'à 20 p. cent.

Nous nous sommes jusqu'à présent efforcés d'illustrer le système du discount cash-flow car nous le jugeons, sans aucun doute, meilleur que d'autres pour évaluer un nouvel investissement. D'autres mesures devront être adoptées lorsqu'il s'agit de choisir entre plusieurs solutions d'investissement, comme par exemple, l'achat de deux machines semblables, avec un coût initial et un rendement différents.

Dans cette longue liste d'exemples de formules, nous n'vons pas encore examiné le système du coût annuel équivalent. La formule à appliquer est la suivante:

$$CE = R - \frac{I}{(P/A 10.5)} = 5.000 - \frac{10.000}{3,79} = \$ 2.361$$

On l'utilise surtout lorsqu'il faut choisir entre plusieurs solutions, avec différentes vies utiles de l'immobilisation.

Premier exemple: machine améliorant la technologie existante: machine à border les portes

Bien que nous ayons voulu limiter l'approfondissement des formules et que nous nous soyons efforcés de rendre l'exposition simple et intéressante, le lecteur se sentira désorienté et peut-être même ennuyé. Par contre, les hypothèses utilisées jusqu'à présent sont trop schématisées et ne représentent pas les cas réels. Nous estimons donc opportun de donner quelques exemples plus concrets en vue de mieux illustrer ce qui a été exposé jusqu'à présent. Nous recommandons toutefois au lecteur de nous suivre dans notre exposé en essayant de faire abstraction du cas spécifique de la machine que nous illustrerons. Suivant la même méthodologie. Il

pourra effectuer le calcul seul dans les conditions spécifiques de son entreprise et pour n'importe quel autre investissement susceptible de l'intéresser.

Analysons donc une entreprise fabriquant des portes intérieures pour logements à raison de 500 pièces par jour; supposons aussi que ces portes soient du type à ossature, avec celle-ci en bois noble et les parements en contre-plaqué revêtus d'un placage de la même essence. Le directeur technique de l'entreprise, en visitant l'Interbimall, a examiné avec attention une machine à border, de production italienne et a vu qu'il serait possible d'utiliser une essence beaucoup plus économique pour l'ossature. Cette solution devient possible grâce à la machine examinée qui colle un ruban de bois le long de tout le bâti de la porte.

Revenons à ce que nous avons dit à propos du schéma no. 2. (voir page 4). Nous examinons le cas d'une machine améliorant la technologie existante. Tout d'abord, il faudrait effectuer un contrôle plus général, dont nous n'indiquons ici que quelques résultats, pour illustrer la façon de procéder.

Connaissant le marché de son propre secteur, le technicien estime que la production de 500 portes par jour est une quantité suffisante et qu'il n'y a pas à prévoir des augmentations de ventes ni à examiner des machines ayant un plus grand rendement. L'essence la plus économique est largement disponible et restera sans aucun doute à un prix compétitif pendant plus de 10 ans. Le fonctionnement de la nouvelle machine peut être assuré par le personnel même de l'entreprise et le peu de main-d'oeuvre supplémentaire nécessaire peut être recrutée facilement. Des résultats analogues s'obtiennent avec tous les autres contrôles, ainsi le technicien est-il sûr qu'il n'y a aucune contre-indication à l'achat de la machine choisie.

La machine est du type illustré à la fig. 5, avec la seule différence qu'elle travaille sur un seul côté, ce qui suffit largement à produire 500 portes par jour. Les opérations effectuées par la machine à border sont clairement illustrées à la fig. 6.



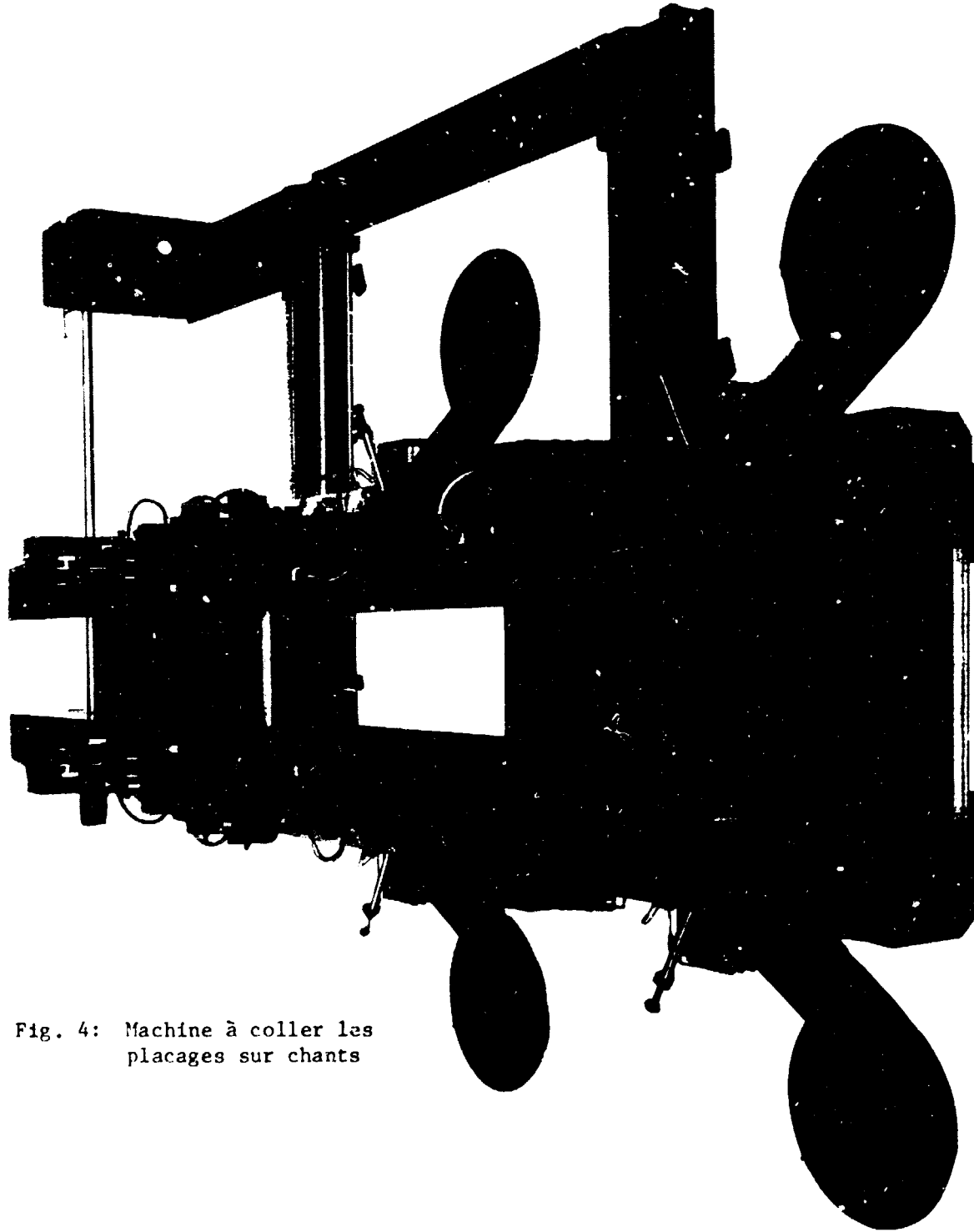
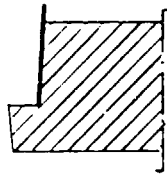
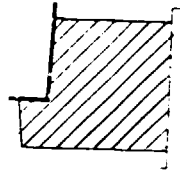


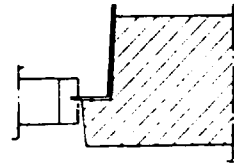
Fig. 4: Machine à coller les placages sur chants



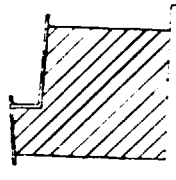
Encollage chant vertical ou incliné



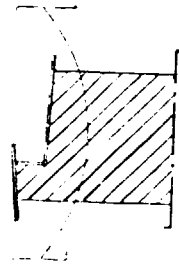
Encollage chant horizontal



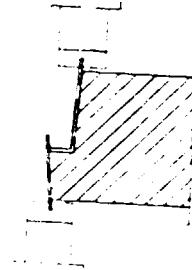
Affleurage chant horizontal



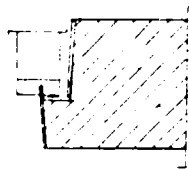
Encollage chant vertical ou incliné



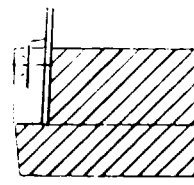
Groupe d'arasage



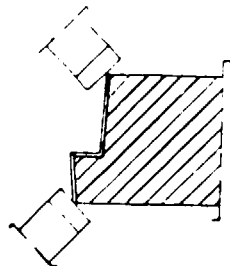
Groupe d'affleurage double pour chants verticaux



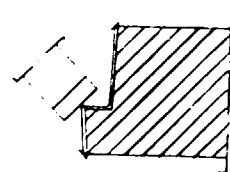
Groupe d'affleurage pour chant vertical



Groupe d'arasage spécial pour coupe en bout le résidu du chant



Groupe de super-finition double pour chants verticaux



Groupe de super-finition vertical et horizontal

Fig. 5: Procédé d'usinage

Il s'agit à présent d'évaluer l'opportunité économique de l'investissement et, à cet effet, le technicien doit choisir tous les éléments de coût qui sont nécessaires. Nous avons repris ici l'examen des "composantes économiques" exposées dans le rapport de M. della Torre, et nous les adaptons au cas concret et à l'exemple que nous illustrons.

Le tableau ci-dessous contient les valeurs et les données nécessaires pour évaluer l'immobilisation. Le tableau est très détaillé, ce qui rend toutes autres explications superflues. Les valeurs se rapportent à l'année 1982 et on suppose que la machine entre en service le 1er janvier 1983.

Tableau no. 1: Calcul du capital investi et des valeurs connectées.

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
| Machine  |  | Machine à border d'un seul côté |
| Rendement théorique de la machine  |  | 800 portes/jour                 |
| Production de l'entreprise assurée par la machine                            |  | 500 portes/jour                 |
| <hr/>  |  |                                 |
| Valeur d'achat FOB   | (valeur indicative)                        | \$ 40.000                       |
| Transport-assurances-impôts  | 27%  | \$ 10.800                       |
| Equipements complémentaires  | négligeable                                | -                               |
| Fondations, raccordements, eau, électricité, etc.                            | négligeable                                | -                               |
| Démarrage et essais  | 8 %  | \$ 3.200                        |
| Formation du personnel   |  |                                 |
| Valeur commerciale de la surface occupée par la nouvelle installation        | $12.5 \text{ m}^2 \times \$ 80/\text{m}^2$ | \$ 1.000                        |
| CAPITAL TOTAL INVESTI 1982   |  | <hr/>                           |
|  |  | \$ 55.000                       |
| Longévité de la machine  |  | 8 ans                           |
| Valeur résiduelle à la fin de la vie utile compte tenu de l'inflation de 20% |  | \$ 8.000                        |
| Amortissements fiscaux   |  | 8 ans                           |
| Amortissements fiscaux accélérés   |  | 5 ans                           |
| Amortissements voulus par l'entreprise                                       |  | 5 ans                           |
| Achat initial d'outils et de pièces de rechange pour deux ans                |  | \$ 7.000                        |

Il faudrait noter que les chiffres ont été choisis de façon à rendre l'exemple typique. Ils ne peuvent donc pas représenter exactement la situation réelle et sont à considérer comme indicatifs.

Le tableau ci-dessous indique les valeurs économiques pour toutes les années d'utilisation prévues pour la machine à border. Commentons brièvement les hypothèses adoptées dans la simulation que nous avons faite:

- Le pays où se trouve l'entreprise en question est exportateur de bois: c'est pourquoi la différence de valeur entre une espèce noble, et une autre économique est limitée à \$ 65/m<sup>3</sup>; en Europe, cette différence est beaucoup plus élevée et justifie toujours l'achat de la machine à border car la rentabilité est nettement supérieure;
- Toutes les valeurs ont été prévues pour la durée totale de l'investissement, en simulant ce que doit faire le technicien de l'entreprise utilisatrice; les valeurs augmentent au cours des années suivant le programme à moyen terme établi par l'entreprise, soulignons que, basé sur ces calculs, on prévoit que le coût du bois augmente en moyenne de 6 p. cent par an, le coût de la main-d'oeuvre de 9 p. cent, et la force motrice de 9 p. cent; ces valeurs donnent une idée de l'inflation qui sévit dans le pays examiné;
- Le coût supplémentaire pour la main-d'oeuvre est calculé pour trois ouvriers, avec chargement et déchargement manuels de la machine;
- Le coût des déchets non récupérables a été indiqué pour un cas général: avec la machine examinée, les déchets peuvent toujours être recyclés; le temps de la récupération est largement absorbé par les hypothèses déjà faites;
- Le coût d'entretien comprend les pièces détachées achetées au début couvrant environ 2 ans et qui, comme de juste, n'ont pas été considérées dans l'amortissement; au cours des années suivantes, on prévoit une augmentation progressive des coûts

des pièces de rechange, compte tenu du vieillissement des machines.

Tableau no. 2: Variation des profits et des coûts dérivant de l'investissement.

| EXERCICE   |                      | <u>1983</u> | <u>1984</u> | <u>1985</u> | <u>1986</u> | <u>1987</u> | <u>1988</u> | <u>1989</u> | <u>1990</u> | <u>1991</u> |
|--|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Economie sur le prix du bois                             | £/m <sup>3</sup>     | 65          | 65          | 75          | 75          | 75          | 85          | 85          | 95          | -           |
| Bois consommé pour l'ossature                            | m <sup>3</sup> /year | 1700        | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| ECONOMIE   | £                    | 110500      | 110500      | 127500      | 127500      | 127500      | 144500      | 144500      | 161500      | -           |
| Coût main-d'oeuvre                                       | £/h                  | 3.0         | 3.4         | 3.8         | 4.0         | 4.4         | 4.8         | 5.1         | 5.7         | -           |
| Main-d'oeuvre nécessaire pour chargement et déchargement | h/year               | 5400        | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| Coût supplém. main-d'oeuvre                              | £                    | 16200       | 18400       | 20500       | 21600       | 23800       | 25900       | 27500       | 30800       | -           |
| Coût supplém. technicien spécialisé                      | £                    | 900         | 1000        | 1100        | 1200        | 1300        | 1400        | 1500        | 1700        | -           |
| Coût chant en bois                                       | £                    | 54000       | 54000       | 60000       | 60000       | 65000       | 65000       | 73000       | 73000       | -           |
| Coût colle et autres matériaux de consommation           | £                    | 4000        | 4200        | 4400        | 4800        | 5100        | 5300        | 5600        | 5900        | -           |
| Coût déchets non récup.                                  |                      | négligeable |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Coût entretien   | £                    | 7000        | 500         | 4400        | 4900        | 5500        | 6200        | 7000        | 8000        | -           |
| Coût force motrice                                       | £                    | 2300        | 2500        | 2700        | 3000        | 3500        | 3600        | 4000        | 4400        | -           |
| COÛTS SUPPLEMENTAIRES                                    | £                    | 84400       | 80600       | 93100       | 95500       | 104000      | 107400      | 118500      | 123800      | -           |

Nota bene: les chiffres ont été choisis de façon à rendre l'exemple typique; ils ne peuvent donc pas représenter exactement la situation réelle.

Passons maintenant au tableau no. 3. Il indique les capitaux entrant pendant toutes les années à partir de 1983 et jusqu'à la fin de la vie active de la machine. Signalons que le calcul des impôts prévoit que la majoration de gain déterminée par la machine est normalement soumise à l'impôt et que celui-ci est payé l'année d'après. Bien qu'ayant supposé une faible économie sur le coût du bois, on observe qu'au cours des exercices suivants, l'entreprise a des entrées de capital variant de \$ 11.000 à \$ 32.000. Ainsi qu'on peut remarquer, il est très important de prévoir correctement les bénéfices et les coûts et on ne peut donc, uniquement pour simplifier les calculs, considérer que les capitaux entrants soient constants.

Tableau no. 3: Evolution des capitaux entrants.

|                        | <u>1983</u> | <u>1984</u> | <u>1985</u> | <u>1986</u> | <u>1987</u> | <u>1988</u> | <u>1989</u> | <u>1990</u> | <u>1991</u> |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Economies              | 10500       | 110500      | 127500      | 127500      | 127500      | 144500      | 144500      | 161500      | -           |
| Coût supplémentaires   | (84400)     | (80600)     | (93100)     | (95500)     | (104000)    | (107400)    | (118600)    | (123800)    | -           |
| Marges                 | 26100       | 29900       | 34400       | 32000       | 23500       | 37100       | 25900       | 37700       | -           |
| Faierent impôts        | -           | (6050)      | (7550)      | (9350)      | (8400)      | (5000)      | (14850)     | (10350)     | (15050)     |
| Valeur de réalisation  | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | 8000        |
| CAPITAUX ENTRANTS      | 26100       | 23850       | 26850       | 22650       | 15100       | 32100       | 11050       | 27350       | (7050)      |
| Marges                 | 26100       | 29900       | 34400       | 32000       | 23500       | 37100       | 25900       | 37700       |             |
| Amortissements fiscaux | (11000)     | (11000)     | (11000)     | (11000)     | (11000)     | -           | -           | -           |             |
| Bénéfice imposable     | 15100       | 18900       | 23400       | 21000       | 12500       | 37100       | 25900       | 37700       |             |
| Calcul impôts (40%)    | 6050        | 7550        | 9350        | 8400        | 5000        | 14850       | 10350       | 15050       |             |

Passons maintenant au tableau no. 4. Nous nous apercevons que toutes les formules indiquées auparavant représentent mal la situation réelle.

Tableau no. 4: Calcul du cash-flow actualisé (méthode DCF).

| ANNEE | Courants de capitaux entrant |           | Taux de 40%               |       | Taux de 45%               |       |
|-------|------------------------------|-----------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
|       | entrées                      | progress. | Valeur Tableau actualisée |       | Valeur Tableau actualisée |       |
| 1983  | 26100                        | 26100     | 0.714                     | 18635 | 0.690                     | 18009 |
| 1984  | 23850                        | 49950     | 0.510                     | 12164 | 0.476                     | 11353 |
| 1985  | 26850                        | 76800     | 0.364                     | 9773  | 0.322                     | 8807  |
| 1986  | 22650                        |           | 0.260                     | 5889  | 0.226                     | 5119  |
| 1987  | 15100                        |           | 0.186                     | 2809  | 0.156                     | 2356  |
| 1988  | 32100                        |           | 0.133                     | 4269  | 0.108                     | 3467  |
| 1989  | 11050                        |           | 0.095                     | 1050  | 0.074                     | 818   |
| 1990  | 27350                        |           | 0.068                     | 1860  | 0.051                     | 1395  |
| 1991  | (7050)                       |           | 0.048                     | (338) | 0.035                     | (247) |
| TOTAL | 178000                       |           |                           | 56111 |                           | 51077 |

Calcul du taux par interpolation.

$$\left. \begin{array}{l} 56111 - 55000 = 1111 \\ 55000 - 51077 = 3923 \end{array} \right\} \text{IRR} = i^* = 40 + \frac{1111}{1111+3923} \times 5 = 40 + 1.10 = 41,1\%$$

$$\text{Période de récupération} = 2 \text{ ans} + \frac{55000 - 49950}{26850} \times 12 = 2 \text{ ans } 2,3 \text{ mois}$$

Tableau des coefficients  $(1 + i)^{-n}$

La recherche du taux de rendement interne  $IRR = i^*$ , en mesure de réduire à zéro le gain indiqué dans la formule suivante, s'effectue aisément par tentatives et par interpolation. La formule, qui tient compte des parts annuelles de récupération non constantes, est la suivante:

$$G(i^* . n) = 0$$
$$I = R_c (1 + i)^{-t} + V_f (1 + i)^{-(n+1)}$$

Suivant la méthodologie illustrée, on obtient les deux paramètres suivants, nécessaires à évaluer l'investissement:

taux  $IRR = i^* = 41.1$  p. cent  
période de récupération = 2 ans 3 mois

Voyons ce que signifient ces valeurs. Si l'entreprise qui étudie l'investissement a son siège dans un pays ayant un taux d'inflation de 6 à 9 p. cent et établit donc un MARR (taux minimum de rendement opportun) égal à 17 p. cent, elle se rend facilement compte de l'opportunité d'acheter la machine à border, car le taux de 41.1 est très avantageux. Du point de vue financier, la période de récupération indique que les épargnes monétaires permettent la rentrée du capital dans les caisses de l'entreprise, dans des délais très réduits, soit 2 ans 3 mois. L'investissement est sans aucun doute des plus opportuns.

Second exemple: Nouvelle unité de production: usine de contre-plaqués

Examinons maintenant un autre cas. Une entreprise dans un pays producteur de bois veut construire une usine pour la fabrication de contre-plaqués. (Voir fig. 6).

Suite à une étude approfondie du client qui a relevé toutes les caractéristiques locales, le projet a été élaboré par une entreprise d'engineering.

On a donc réalisé le projet de l'usine illustrée à la fig. 7. Les caractéristiques de la production et les investissements nécessaires sont indiqués au tableau no. 5, suffisamment explicatif.



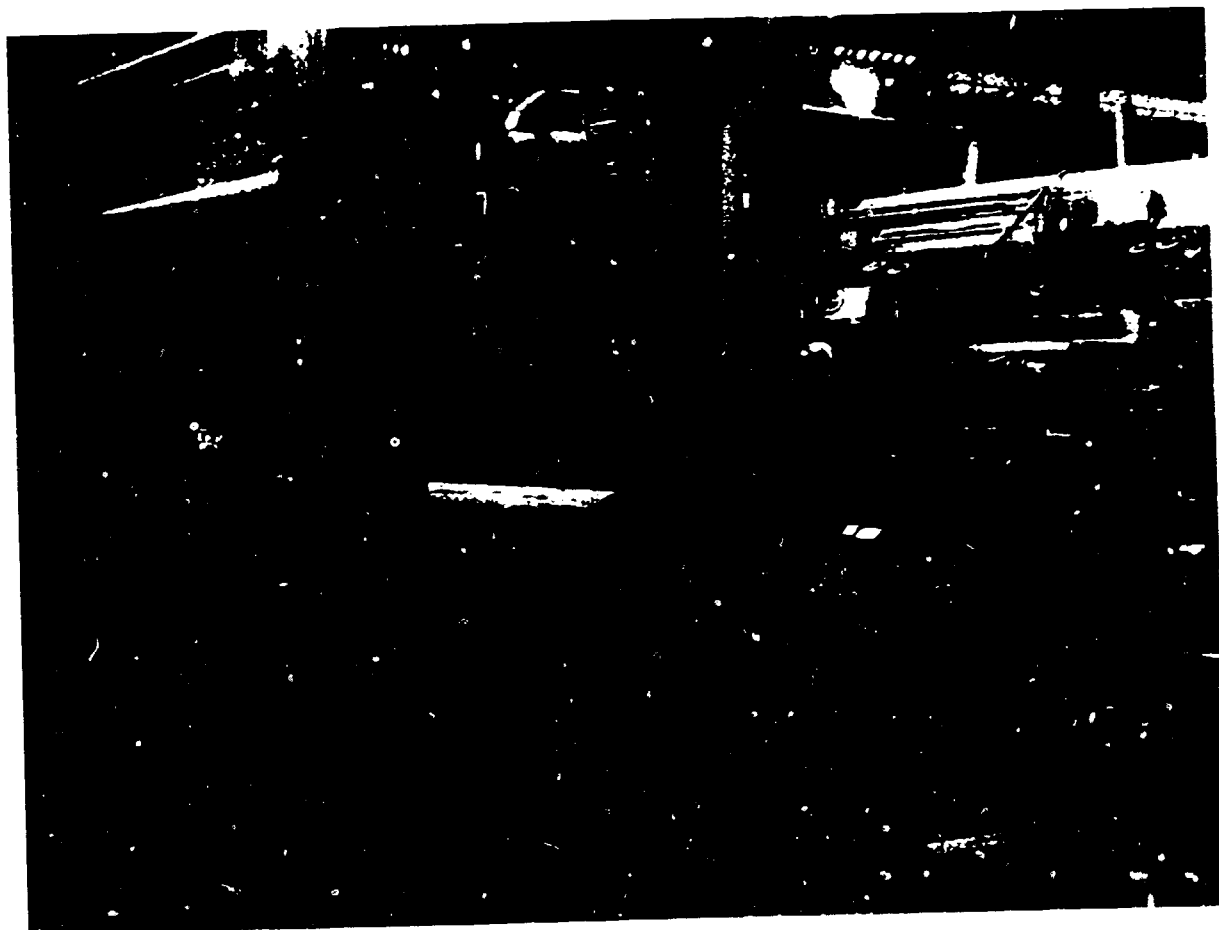


Fig. 6: Usine de contreplaqués (système de déroulage et dépôt de placages)

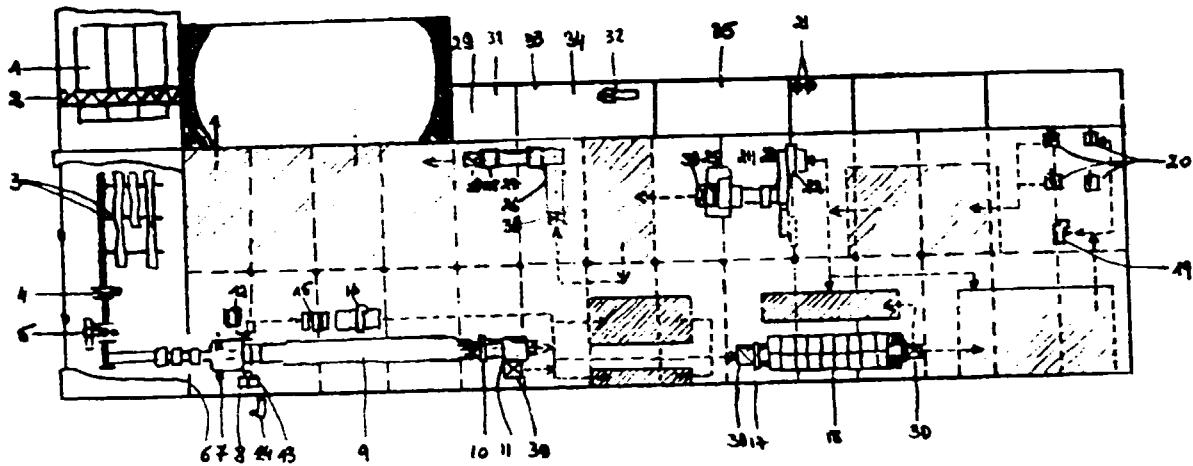


Fig. 7

1. Bac à étuvage.
  2. Grue électrique.
  3. Convoyeur à chaîne pour grumes.
  4. Tranconneuse à chaîne.
  5. Ecorceuse.
  6. Convoyeur à chaîne pour chargeur.
  7. Chargeur automatique de la dérouleuse.
  8. Dérouleuse à mandrins télescopique à haut rendement.
  9. Système à plateau ou système à bobines et stock de bobines.
  10. Massicot pneumatique pour placages à grande vitesse.
  11. Empileur automatique pour placages.
  12. Convoyeur à chaîne des âmes avec éjecteurs pneumatiques.
  13. Convoyeur à ruban de déchêts.
  14. Fragmenteuse pour déchêts de placages.
  15. Appareil pour réutilisation des déchêts de mise à rond.
  16. Massicot automatique pour récupération des déchêts de mise à rond.
  17. Chargeur automatique de placages sur le séchoir.
  18. Séchoir de placages à jet d'air (avec refroidisseur).
  19. Assemblage des placages avant jointure.
  20. Jointeuse des placages (d'autres systèmes peuvent être utilisés).
  21. Malaxeur de colle.
  22. Encolleuse à quatre cylindres.
  23. Pré-presse.
  24. Chargeur et déchargeur pour presses.
  25. Presse.
  26. Unité d'équarissage des panneaux avec transfert automatique.
  27. Convoyeur pour le transfert.
  28. Ponceuse à bande large.
  29. Aspirateurs pour équarisseuse et ponceuse.
  30. Plateformes élévatrices pour équarisseuse et ponceuse.
  31. Unité d'air comprimé
  32. Affûteuse de précision automatique pour couteaux des massicots.
  33. Affûteuse des scies circulaires pour équarisscuse.
  34. Affûteuse pour scies à chaîne.
  35. Chaudière.
- /// Entrepôt de placages et contreplaqués.

Tableau no. 5: USINE POUR LA FABRICATION  
DE CONTRE-PLAQUE

CARACTERISTIQUES GENERALES

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Essence utilisée                               | OKOUME                   |
| Surface couverte                               | 7500 m <sup>2</sup>      |
| Bois usiné                                     | 15200 m <sup>3</sup> /an |
| Contre-plaqué produit                          | 8000 m <sup>3</sup> /an  |
| Ouvriers employés                              | 67 personnes             |
| Agents de maîtrise et<br>personnel techn./adm. | 9 personnes              |
| Journées de travail                            | 300 jours/an             |
| Equipes  | 2 équipes                |
| Année de référence                             | 1982                     |

INVESTISSEMENTS NECESSAIRES

|                                      |                     |             |
|--------------------------------------|---------------------|-------------|
| Machines et installations valeur FOB |                     | 1.000.000 £ |
| Transport, assurances et impôts      | 27%                 | 270.000 £   |
| Fondations, raccordements, etc.      | 5%                  | 50.000 £    |
| Démarrage et formation personnel     | 10%                 | 100.000 £   |
|                                      |                     | <hr/>       |
| VALEUR TOTALE INSTALLATIONS          |                     | 1.420.000 £ |
| Bâtiments                            | 80 £/m <sup>2</sup> | 600.000 £   |
| Capital de roulement                 | estimation          | 500.000 £   |
|                                      |                     | <hr/>       |
| BESOIN FINANCIER TOTAL               |                     | 2.520.000 £ |

Sans insister sur la description de l'installation, tâche qui est du ressort d'autres techniciens, et en supposant que le projet soit correct, voyons comment on calcule la rentabilité. Face aux investissements indiqués au tableau précédent, l'entreprise a une série de bénéfices et de coûts, tous définis sur la base des conditions du marché, de l'expérience des techniciens, du contrôle d'installations similaires, etc.

On observe notamment que le contre-plaqué est de haute qualité pour l'exportation et que, par conséquent, son prix de vente est élevé; la main-d'oeuvre est bon marché, comme c'est le cas dans plusieurs pays (dans cet exemple, nous avons, contrairement à l'exemple précédent, utilisé un coût de \$ 3.600/an); l'énergie thermique principalement produite sur place avec les déchets, alors qu'une part correspondant à 15 - 20 p. cent est obtenue à partir d'autres combustibles; les impôts n'ont pas été calculés car on suppose l'exonération fiscale comme mesure encourageant les investissements.

Ainsi qu'il ressort du tableau no. 6, face aux ventes annuelles de \$ 3.400.000 on a des coûts de \$ 2.032.000 et une marge brute de \$ 1.368.000. Après défalcation des amortissements et des intérêts sur les capitaux nécessaires, on obtient le bénéfice net.

L'application des formules classiques d'évaluation de la rentabilité de l'investissement n'a dans ce cas pas beaucoup de sens. En effet, reprenant les indices indiqués auparavant, nous arrivons aux valeurs suivantes:

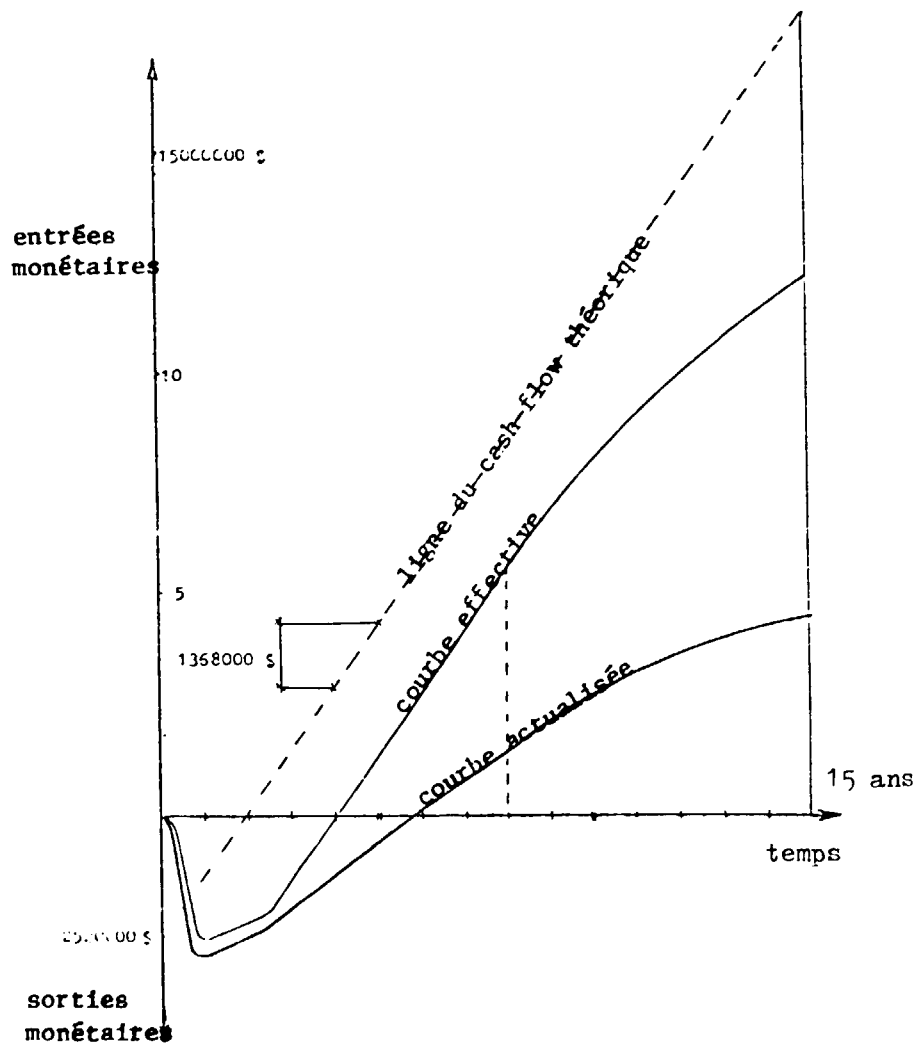
|  |              |
|--|--------------|
| I = investissement initial   | \$ 2.520.000 |
| R = marge brute annuelle   | \$ 1.368.000 |
| (P/A 10.15) = coefficient que l'on peut retirer des tableaux dans le cas d'intérêts de 10 p. cent sur le capital et durée utile de l'usine de 15 ans | \$ 7.606     |
| $P_r = \frac{I}{R}$ = période de récupération (pay-back)   | 1 an 10 mois |

|  |              |
|--|--------------|
| $T = \frac{n R - I}{nI}$ = taux de rendement annuel non actualisé<br>(rates of return on investment) | 51 p. cent   |
| G (10.15) = résultat économique actualisé considérant:<br>i = 10% e n = 15 ans                       | \$ 7.885.000 |
| = indice d'opportunité   | 4.13         |
| IRR = i* = taux de rendement annuel actualisé  | 54 p. cent   |
| CE = récupération annuelle équivalente   | \$ 1.037.000 |

Tableau no. 6: Profits et coûts

| POSTE  | Consom-<br>mations<br>(par m <sup>3</sup> de<br>contre-pl.) | Prix<br>unitaires<br>( £ ) | Valeurs<br>unitaires<br>(£/m <sup>3</sup> con-<br>tre-plaqué) | Montants<br>(£/an)      |
|--|---|----------------------------|---|-------------------------|
| Contre-plaqué vendu<br>8000 m <sup>3</sup> /an | 1   | 425£/m <sup>3</sup>        | 425   | 5.400.000               |
| Bois ø 600 mm                                  | 1,9 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup><br>(rendem. 53%)         | 75£/m <sup>3</sup>         | 142,5   | 1.140.000               |
| Colle  | 100 kg/m <sup>3</sup>                                       | 0,4£/Kg                    | 40,0  | 320.000                 |
| Electricité                                    | 150 kWh/m <sup>3</sup>                                      | 0,05£/kWh                  | 7,5   | 60.000                  |
| Combustible (estim.)                           | 100 kg/m <sup>3</sup> x 15%                                 |                            | 3,8   | 30.000                  |
| Outillage                                      | 3% sur la va-<br>leur impos.                                |                            | 3,8   | 30.000                  |
| Entretien                                      | 4% sur la va-<br>leur impos.                                |                            | 5,0   | 40.000                  |
| TOTAL COÛTS VARIABLES                          |   |                            | 202,6   | 1.620.000               |
| Salaires                                       | 20 h/m <sup>3</sup>   | 12 £/jour                  |   | 240.000                 |
| Personnel techn./adm.                          | 8 personnes   | 4500 £/an                  |   | 36.000                  |
| Frais généraux et de<br>vente                  |   |                            |   | 136.000                 |
| COÛTS FIXES                                    |   |                            |   | 412.000                 |
| TOTAL COÛTS DE PRO-<br>DUCTION                 |   |                            |   | 2.032.000               |
| MARGE BRUTE                                    |   |                            |   | 1.368.000               |
| Amortissements                                 |   |                            |   | 172.000                 |
| Intérêts uniquement<br>sur prêt                |   |                            |   | 126.000                 |
| Bénéfice net                                   |   |                            |   | 1.070.000               |
| Ventes-coûts variables                         |   |                            | 222,4   |                         |
| Coûts fixes                                    |   |                            |   | 710.000                 |
| Seuil de rentabilité                           |   |                            |   | 3192 m <sup>3</sup> /an |
| % de la capacité                               |   |                            |   | 40%                     |

Apparemment l'investissement a une rentabilité très élevée.  
Il faudrait rappeler qu'au début de notre analyse, nous avons dit  
que les formules sont utilisées en altérant la réalité, c'est-à-  
dire en introduisant des hypothèses simplificatives. Au schéma ci-des-  
sous, nous avons indiqué par une droite en pointillé le cash-  
flow simplifié, qui a servi de base aux formules.



Surtout pour un investissement dans une usine très complexe, les simplifications adoptées précédemment ne sont plus acceptables. Nous nous rapportons en particulier à la période de démarrage: l'installation de l'usine dure en réalité presque un an; une fois l'usine terminée, on n'atteint pas tout de suite le rendement maximum, car il faut une formation du personnel, la mise au point des machines, la mise en route des ventes: nous avons supposé que cette période dure environ un an et demi; enfin après environ huit ans d'activité de l'usine, il faut prévoir une rentabilité moindre étant donné que les installations sont techniquement dépassées; la courbe du cash-flow qui résulte de cette hypothèse est indiquée au schéma par une ligne continue.

L'incertitude dans notre exemple est surtout due à l'inflation; pour une nouvelle activité, il est difficile de prévoir l'évolution de tous les prix et coûts au cours des quinze années à venir et au-delà. Il vaut mieux donc considérer les valeurs sans l'inflation et ne calculer que les intérêts à 10 p. cent. La courbe s'abaisse encore, comme le diagramme l'indique.

Graphiquement, on a vu la courbe initiale s'abaisser considérablement. Dans de telles conditions, l'investissement est-il encore économique? Certainement. Même en payant un intérêt de 10 p. cent sur le capital, au bout de 15 ans, le gain actualisé est de plus de \$ 4.000.000. En outre, au bout de 15 ans, l'entreprise est encore rentable et viable, et avec un programme opportun de renouvellement des machines, elle peut encore fournir un rendement considérable.

Il faut faire attention à la période de récupération du capital qui, est en effet de près de 6 ans. Si l'on envisage de recourir à un prêt, il faut prévoir des temps de remboursement plutôt longs.

Ce que nous venons de schématiser par une courbe, peut être calculé avec un tableau du cash-flow, qui tient compte de la façon la plus exacte possible des prévisions que nous avons avancées. Nous

n'examinerons pas ici tous les calculs nécessaires que l'on peut faire comme dans le cas illustré ci-dessus.

Nous tenons uniquement à signaler l'importance d'un autre indice très employé par les projeteurs, à savoir le "break-even point" (seuil de rentabilité). L'usine que nous avons examinée a le break-even à 40 p. cent de la production maximale, ainsi que le démontre le calcul du tableau no. 7. Par conséquent, et surtout dans la phase de démarrage, si la production n'atteint que le niveau de 50 p. cent (par exemple avec une seule équipe) j'ai encore un cash-flow positif, comme nous l'avons supposé dans le présent exemple.

Mais si le break-even était beaucoup plus élevé, l'usine aurait un coefficient de sécurité moindre et, dans la phase initiale, elle produirait des dépenses plutôt que des récupérations de caisse.

Il nous faut maintenant revenir un peu en arrière. Lorsque nous avons indiqué au schémano. 2 les divers types d'investissement, nous avons dit qu'après un examen préliminaire, il est nécessaire d'analyser de plus près toutes les machines et tous les choix possibles. Supposons en effet que le client, sur la base des calculs que nous avons vérifiés, décide de réaliser l'usine qui lui assure un bon rendement du capital investi.

Comme dans le cas de la restructuration de l'usine, il faut à présent évaluer les marchés alternatifs et complémentaires. Il pourrait alors être nécessaire de modifier le projet initial en partie par suite des hypothèses suivantes:

- possibilité de vente de déroulés séchés à des industries locales qui produisent des planches avec l'âme en panneau de particules (auquel cas, il faut augmenter la capacité de déroulage et de séchage);
- possibilité de produire des contre-plaqués ennoblis par du bois débité acheté à d'autres entreprises;



- possibilité d'agrandir l'usine en produisant du bois débité en partie utilisé au sein même de l'entreprise et en partie vendu;
- possibilité d'installer l'usine dans un autre endroit où les déchets peuvent être vendus avec un meilleur profit.

Si ces contrôles n'entraînent aucune modification du projet, il faut passer à d'autres contrôles. Il peut s'avérer nécessaire d'examiner des machines novatrices ou qui, en tout cas, peuvent assurer un surcroît de productivité.

C'est le cas de l'installation de récupération des équarrissages que nous voyons illustrée à la fig. 16. Cette installation permet une amélioration très nette de l'utilisation de la matière première autour de 4 à 5 p. cent; à égalité de coût du bois, on obtient près de 8 à 10 p. cent de contre-plaqué en plus. Le calcul de rentabilité de cet investissement supplémentaire se fait correctement en examinant les capitaux, les profits et les coûts marginaux. Si l'investissement est opportun, le projet définitif comprendra aussi cette installation.

#### Conclusions

Notre long exposé a certainement servi à éclaircir certains principes:

- il n'existe pas de critère unique et parfait pour évaluer la rentabilité des investissements;
- il est assez facile de connaître et d'employer certaines formules, mais il est indispensable à chaque fois de faire des prévisions sur les quantités et sur les prix avec beaucoup de précision pour anticiper effectivement la situation future;
- on ne peut guère investir les capitaux à la légère sans avoir effectué au préalable tous les contrôles nécessaires de la façon la plus méticuleuse et sûre.

Nous terminons cet exposé par ce dernier principe qui est recommandé aux clients, afin qu'ils requièrent avec fermeté un calcul valable de la rentabilité et aux fabricants de machines, pour qu'ils complètent toujours leur offre par l'indication précise des évaluations, des coefficients, des indices. Il n'est pas difficile de calculer un discount cash-flow, un taux de rentabilité actualisé, un break-even point.

La viabilité et la perfection des machines doit être étayée aussi par des calculs économiques parfaits.

