

EVALUATION DE LA PERFORMANCE INDUSTRIELLE POUR LE TABLEAU DE BORD PROSPECTIF PAR LA METHODE ELECTRE

Lamia Berrah, Vincent Clivillé

LISTIC, Polytech'Annecy-Chambéry

BP 80439, 74944 Annecy Le Vieux cedex

cliville@univ-savoie.fr, berrah@univ-savoie.fr,

RESUME : L'évaluation de la performance d'une grande entreprise est souvent réalisée grâce au Tableau de Bord Prospectif de Kaplan et Norton – TBP. Usuellement, à partir des indicateurs quantitatifs définis dans les TBP, le décideur synthétise empiriquement la performance globale atteinte. Or souvent, dans une démarche d'amélioration, le besoin du décideur est de disposer d'une information qui renseigne du progrès réalisé, i.e. de la variation de la performance. Dans ce sens, une information de type - la performance est « meilleure » ou « pire » - est suffisante. L'intérêt d'une méthode dite de « surclassement », capable d'ordonner les performances, tient d'une part dans sa relative facilité de mise en œuvre, les connaissances demandées aux experts étant accessibles et d'autre part, dans l'interprétation immédiate de l'information délivrée. Dans cet article, les indicateurs du TBP sont repris pour caractériser certaines situations rencontrées par le décideur, et le surclassement est obtenu grâce à la méthode ELECTRE. Le décideur dispose alors, pour un ensemble des situations considérées, de performances globales ordonnées. La relation d'ordre établie est une aide à la décision pour le pilotage d'actions d'amélioration. Notre proposition est illustrée sur le cas d'une entreprise textile cherchant à réduire ses stocks.

MOTS-CLES : Tableau de bord prospectif, expression de la performance, relation d'ordre, modèle de surclassement, méthode ELECTRE.

1 INTRODUCTION

Dans un environnement toujours plus complexe, face à un marché ouvert et à une concurrence exacerbée, l'entreprise doit dépasser sa raison d'être qui est la production. Elle doit en effet veiller à se transformer pour être performante et donc assurer sa pérennité. De ce fait, la recherche de l'amélioration de la performance est un enjeu continu. Pour l'industriel, il est nécessaire alors de s'appuyer non seulement sur des démarches structurées mais aussi sur les outils et systèmes d'aide associés. Les démarches d'amélioration mises en œuvre reprennent généralement le principe de la boucle de rétroaction classique, conformément à la roue de Deming (*Plan-Do-Check-Act*) (Deming 1982), et reposent globalement sur les étapes suivantes (Berrah *et al.* 2001) :

- définir la cible de l'amélioration et sa frontière,
- diagnostiquer et analyser l'existant,
- planifier et mettre en œuvre les changements,
- afficher les résultats obtenus et réagir en cas d'écarts.

Dans ce sens, définis dans la quatrième étape, les tableaux de bord reflètent les états atteints et aident à la décision (Kaplan et Norton 1998) (ISO 9000 2001).

En effet, le rôle des indicateurs de performance est de donner des informations sur la satisfaction des objectifs de l'entreprise et de relier ces informations aux actions mises en œuvre pour atteindre ces objectifs (Fortuin 1988). Dans ce sens, le « Système d'Indicateurs de Performance » – SIP - est défini comme étant un ensemble d'indicateurs de performance en interactions, organisés en cohérence avec les objectifs de l'entreprise (Clivillé *et al.* 2007). Le SIP se met en œuvre aujourd'hui au regard d'une performance multicritère. Il a pour entrée un objectif global et fournit en sortie un tableau de bord regroupant des expressions de performance qui donnent le degré d'atteinte de cet objectif. L'objectif global est généralement décomposé en objectifs plus élémentaires, sur les niveaux de décision de l'entreprise (stratégique, tactique et opérationnel). Des expressions élémentaires associées à ces objectifs sont ensuite agrégées pour fournir la performance globale.

La formalisation de la performance globale trouve un certain écho dans la littérature sur les tableaux de bord où le lien entre les expressions de performance définies aux différents niveaux de décision de l'entreprise reste essentiellement qualitatif (Brimson 1991) (Kaplan et Norton 1992). La plupart des modèles, notamment le plus répandu dans les entreprises, à savoir le TBP (Ta-

bleau de Bord Prospectif ou Balanced Scorecard BSC) (Kaplan et Norton 1998), suppose implicitement que chaque décideur est capable de réaliser empiriquement sa propre synthèse à partir des performances élémentaires. Cette synthèse est souvent effectuée par l'utilisation d'un opérateur mathématique (Neely *et al.* 1995) (Clivillé *et al.* 2007). Par exemple, des modèles tels que ECOGRAI (Ducq *et al.* 2001), QMPMS (Suwignjo *et al.* 2000) formalisent les liens entre les performances élémentaires par des opérateurs tels que, la *somme*, le *min*, le *max*, la *moyenne pondérée* (Saaty 2004) (Bana e Costa *et al.*, 2004), laquelle est étendue dans certains cas à l'*intégrale de Choquet* (Clivillé *et al.* 2007).

Si la performance globale est souvent quantifiée au niveau opérationnel, nous pensons qu'elle peut prendre d'autres formes au niveau stratégique. Ainsi, savoir à ce niveau qu'un progrès a été réalisé est suffisant pour décider de poursuivre, modifier ou solder un projet d'amélioration en cours. Dans ce cas, il peut être suffisant d'avoir seulement une idée de la variation de la performance, que ce soit dans le temps ou au regard du choix du plan d'action enclenché. Dans ce sens, il existe une famille d'agrégation, qualifiée de partielle ou de surclassement (Bouyssou 2006) (Figueira *et al.* 2004) pour la définition d'une relation d'ordre entre un ensemble de situations. En univers multicritère, la dominance au sens de Paréto étant assez rare (Roy 1985), l'idée est d'utiliser des règles mathématiques pour classer toute « alternative » par rapport aux autres, et ce, à partir de la comparaison d'ensembles de mesures élémentaires, identifiant ces alternatives (Roy 2004) (Vincke 1989) (Schärlig 1992).

Cette approche permet de résoudre des problématiques de tri, de classement ou de description de situations diverses, pourvu que celles-ci soient décrites par des vecteurs de mesures. Ainsi sont recensées aujourd'hui de nombreuses méthodes tant génériques (Roy 1985) (Brans et Mareschal 2004) que spécifiques à un type de données (Martel et Matarazzo 2004). Parmi ces méthodes de surclassement, la méthode ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant a REalité) (Roy 1985) (Schärlig 1992) est une référence et propose une méthodologie de surclassement fondée sur la règle de Condorcet : « une action en surclasse une autre si elle est au moins aussi bonne que l'autre relativement à une majorité de critères, sans être trop nettement plus mauvaise que cette autre action relativement aux autres critères » (Condorcet 1785). Définie dans les années 1960 pour aider à la résolution de problèmes de choix de projet en univers multicritère, ELECTRE demeure aujourd'hui la plus utilisée et a donné lieu à de nombreux développements dans ses versions ELECTRE I, IS, II, II, IV, Tri.

L'utilisation de cette méthode nous semble intéressante dans le cas de l'expression de la performance industrielle en général et du TBP en particulier. En effet l'ajout de certaines fonctionnalités expliquant le lien entre la performance globale et les performances d'axe de niveau

complète utilement les indicateurs déjà offerts dans le TBP (Clivillé et Berrah 2008) (Sharma et Bhagwat 2007). En effet la possibilité de comparer une performance (globale) actuelle à une performance initiale ou à une performance espérée à une échéance donnée peut apporter une aide au pilotage dans les démarches d'amélioration. Dans cet esprit, l'objet de cet article est de revisiter, au niveau stratégique, la quantification du TBP, au travers de la méthode ELECTRE I, l'adaptation aux autres versions ELECTRE IS II, III, IV, pourra être envisagée sans remise en cause importante. Pour ce faire, les principaux concepts liés au TBP sont rappelés dans une première partie. La deuxième partie présentera la méthode ELECTRE I avant de l'illustrer sur le TBP d'une entreprise inscrite dans une chaîne logistique du secteur textile.

2 LE TABLEAU DE BORD PROSPECTIF

2.1. Définition

Le TBP (Tableau de Bord Prospectif) (Kaplan et Norton 1992 1998 2001) est un outil d'aide au pilotage utilisé majoritairement dans les grandes entreprises. Il traduit la stratégie de l'entreprise en actions opérationnelles. Le TBP repose sur une vision hiérarchique de l'entreprise structurée en « *business units* » ou unités de production. Les *business units* sont elles-mêmes appréhendées selon une vision processus/activités. Le TBP s'inscrit dans une démarche d'amélioration permanente. Il permet d'identifier, de manière qualitative, une chaîne de relations causales depuis la performance stratégique jusqu'aux performances opérationnelles.

Le TBP propose une décomposition des objectifs selon 4 axes (figure 1). Il est dans ce sens **équilibré** car il traite tant de la performance financière (axe *Financier*) que non financière (axe *Apprentissage organisationnel*, axe *Processus internes*, axe *Clients*) de l'entreprise.

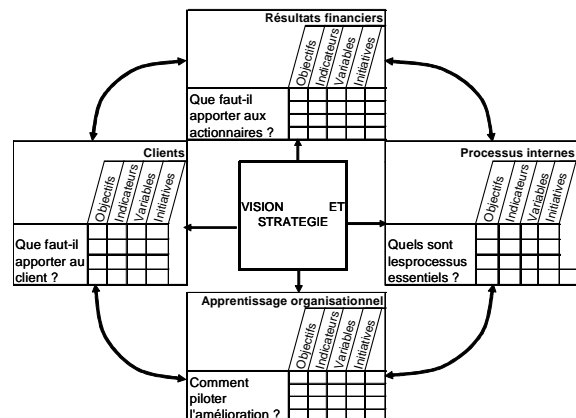


Figure 1: Les 4 axes du BSC (Kaplan et Norton 1998)

Enfin, le TBP est **prospectif**, dans la mesure où sur chacun de ses axes, deux types d'indicateurs sont systématiquement

quement définis, conformément aux besoins d'un pilotage réactif :

- des *indicateurs de résultat*, pour constater l'efficacité d'une action accomplie,
- des *indicateurs avancés* (de processus) pour suivre les améliorations à court terme.

Les indicateurs définis suivant les différents axes sont standardisés, les entreprises ayant globalement les mêmes objectifs stratégiques (satisfaction des clients, actionnaires et salariés). C'est l'expertise des auteurs de la méthode qui permet de définir :

- les variables sur lesquelles il faut agir,
- les indicateurs adaptés pour suivre les actions mises en œuvre sur ces variables.

Ainsi, pour l'axe *Processus internes* par exemple, des indicateurs de coût (ROI, productivité MO...), délai (efficacité du cycle de production, ratio entre temps de transformation et le temps de production...) et qualité (taux de défaut, gaspillage, déchets, retouches, retours et proportion de procédés maîtrisés...) sont proposés.

Plus récemment, le TBP s'est enrichi d'une carte stratégique qui montre les liens entre les objectifs et les actions entreprises sur les différents axes (Kaplan et Norton 2001).

La mise en place du TBP prend, selon les auteurs, environ seize semaines et s'appuie sur une procédure articulée autour de quatre macro-étapes qui s'enchaînent en boucle (Kaplan et Norton 1998) :

- clarifier et traduire le projet et la stratégie,
- communiquer et articuler,
- planifier et définir les objectifs quantitatifs,
- retour d'expérience et suivi stratégique.

Le lecteur pourra retrouver une présentation exhaustive du TBP dans (Kaplan et Norton 1998, 2001).

2.2. L'expression de la performance globale

L'arborescence du TBP est calquée sur l'organisation de l'entreprise. Dans cette arborescence, seule une partie des indicateurs sont quantifiés. Les performances respectivement globale et selon les axes sont synthétisées empiriquement par les décideurs de niveau stratégique. Le recours à cette synthèse a lieu pour le choix de nouveaux projets, la mise en place d'actions d'amélioration, le diagnostic de la situation de l'entreprise et de son évolution, etc. Toutefois, l'idée de la synthèse n'a pas pour objet la mise en évidence d'une amélioration ou d'une dérive dans une situation donnée.

Les principes de la méthode ELECTRE I sont présentés dans la section suivante avant une proposition pour l'appliquer au TBP.

3 ELECTRE POUR LE TBP

3.1 Les principes d'ELECTRE

Dans le cas général des problèmes d'aide à la décision en univers multicritère, le décideur est confronté à un ensemble d'actions alternatives satisfaisant plus ou moins ses objectifs. Une action notée (a) est caractérisée par un vecteur de mesures $(m_1...m_n)$ défini par rapport à l'ensemble des critères $(c_1...c_n)$. Ces mesures sont quantifiées et décrivent l'action considérée selon des grandeurs avec ou sans unité (masse en grammes, croissance en %...). Pour sa prise de décision, il peut s'aider de la règle de Condorcet (cf. §1). L'idée est de comparer les actions, paire par paire, critère par critère, pour conclure sur le surclassement. On dit qu'une action en surclasse une autre quand la règle de Condorcet est satisfaite. Ce surclassement est noté $(a)S(b)$ quand l'action (a) surclasse l'action (b) . Dans le cas contraire, les actions (a) et (b) sont incomparables : $(a)R(b)$ (Oztürk *et al.* 2004). Il est alors possible d'associer aux actions un rang.

La méthode ELECTRE¹ demande au préalable du surclassement de :

- recenser l'ensemble des actions qui pourraient satisfaire les objectifs,
- définir les critères, notés c_i ,
- caractériser chaque action par un vecteur de mesures correspondant aux critères c_i ,

Les critères sélectionnés respectent trois exigences (Sharlig 1992) (Roy 1985), (Bouyssou *et al.* 2002) :

- l'exhaustivité ; aucun critère influençant la prise de décision ne doit être oublié,
- la cohésion ; toute variation suivant un critère doit avoir une conséquence sur le surclassement,
- la non-redondance ; aucun critère ne peut être retiré sans modifier le surclassement.

ELECTRE propose une procédure de surclassement en deux étapes principales :

- la définition des relations de préférence (entre mesures) par la comparaison selon chaque critère des mesures associées,
- la synthèse de ces relations de préférence grâce à des règles de surclassement, qui traduisent sous forme mathématique la règle de Condorcet.

Suivant chacun des critères c_i , une mesure $m_i(a)$ décrit l'action (a) . Le modèle de surclassement vérifie les deux conditions suivantes :

¹ Le lecteur peut se référer à (Figueira 2004) (Roy 1968) (Wincke 1989) pour une présentation complète de la méthode.

$$\begin{cases} (a)P_i(b) \Leftrightarrow m_i(a) > m_i(b) \\ (a)I_i(b) \Leftrightarrow m_i(a) = m_i(b) \end{cases} \quad (1)$$

On lit respectivement (a) préférée à (b) , suivant le critère c_i , (a) indifférent à (b) suivant le critère c_i .

* Nous supposons la satisfaction du décideur croissante en fonction de la mesure, dans le cas contraire, la relation est inversée.

Si le décideur souhaite nuancer les relations de préférence, il est possible de définir des seuils notés q_i, p_i , respectivement d'indifférence et de préférence stricte. La relation de préférence selon le critère c_i peut prendre une des cinq formes suivantes (cf. Fig.2) :

$$\begin{cases} (a)P(b) \Leftrightarrow m_i(a) - m_i(b) > p_i \\ (a)Q(b) \Leftrightarrow m_i(b) + q_i < m_i(a) < m_i(b) + p_i \\ (a)I(b) \Leftrightarrow (a)I(b) \Leftrightarrow |m_i(a) - m_i(b)| \leq q_i \\ (b)Q(a) \Leftrightarrow m_i(a) + q_i < m_i(b) < m_i(a) + p_i \\ (b)P(a) \Leftrightarrow m_i(b) - m_i(a) > p_i \end{cases} \quad (2)$$

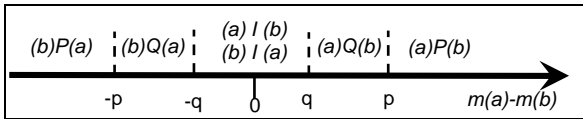


Figure 2:Modèle de préférence à deux seuils

Au final, pour toute paire d'actions (a) et (b) , une comparaison est établie selon chaque critère. Ce peut être une préférence stricte $(a)P(b)$ ou $(b)P(a)$, une préférence faible $(a)Q(b)$ ou $(b)Q(a)$, ou une indifférence $(a)I(b)$.

Pour des actions caractérisées selon 4 critères, nous obtenons par exemple :

$$(a)P_1(b); (a)Q_2(b); (a)I_3(b); (b)P_4(a)$$

Dans l'exemple ci-dessus, il n'est pas possible de conclure quant à un surclassement entre (a) et (b) . ELECTRE propose alors de définir deux règles : la *concordance* « l'action est au moins aussi bonne que l'autre relativement à une majorité de critères » et la *discordance* « sans être trop nettement plus mauvaise que cette autre action relativement aux autres critères ».

Règle de concordance : le décideur définit le poids w_i de chaque critère c_i i.e. l'importance relative de ce critère. Le calcul de l'indicateur de concordance IC prend la forme suivante :

$$IC(a,b) = \frac{(P^+ + P^-)}{(P^+ + P^- + P^-)}$$

avec P^+ , poids des critères vérifiant les relations Q ou P ,
 P^- , poids des critères vérifiant les relations I ,
 P^- , poids des autres critères.

Il y a concordance si $IC > C$, C étant le seuil de concordance défini par le décideur.

Règle de discordance : l'indicateur de discordance ID exprime les arguments en défaveur du surclassement :

$$ID(a,b) = \frac{\max(m_i(b) - m_i(a))}{(m_{i_idéale}) - (m_{i_anti-idéale})}$$

C'est à nouveau le décideur qui définit le seuil de discordance D . Il y a discordance si $ID < D$.

Pour le calcul de ID , il faut que les écarts relatifs calculés selon les différents critères soient comparables, l'écart maximum doit bien être le plus discordant. Il faut donc harmoniser les différentes échelles de mesure. Il s'agit, pour chaque critère, de définir la mesure qui satisfait le mieux le décideur ainsi que celle qui le satisfait le moins. Pour un critère donné, la mesure qui caractérise la situation (*idéale*) correspondant à la satisfaction maximale, est notée $m_{i_idéale}$ et vérifie la condition suivante :

$\forall m_i \in M \quad m_{i_idéale} P m_i$ ou $m_{i_idéale} I m_i$, où M est l'ensemble sur lequel les mesures sont définies.

Un travail identique est accompli pour définir la mesure extrême correspondant à la situation (*anti-idéale*) notée $m_{i_anti-idéale}$ qui vérifie la condition suivante :

$$\forall m_i \in M \quad m_i P m_{i_anti-idéale} \text{ ou } m_{i_anti-idéale} I m_i$$

Les seuils C et D traduisent les exigences du décideur en termes d'amélioration. Plus C sera proche de 1 (la quasi-totalité des mesures doivent être améliorées) et D de 0 (aucune mesure ne doit être dégradée de manière importante), plus les conditions pour valider une amélioration seront rigoureuses. Au final les relations suivantes peuvent être établies :

$$\begin{cases} (a)S(b) \Leftrightarrow IC > C \text{ et } ID < D \\ (a)R(b) \Leftrightarrow IC < C \text{ ou } ID > D \end{cases} \quad (3)$$

Il est ensuite possible de classer une action (a) selon son rang $r(a)$.

$$\begin{cases} (a)S(b) \text{ et } (b)S(a) \Leftrightarrow r(a) = r(b) \\ (a)S(b) \text{ et } (b)R(a) \Leftrightarrow r(a) > r(b) \end{cases} \quad (4)$$

Dans le contexte industriel, la notion de situation peut être substituée à la notion d'action. En effet, si un décideur veut comparer ses bilans trimestriels, il ne parlera pas de l'« action » de l'entreprise au 1^{er} trimestre mais

plutôt de l'état ou de la situation de l'entreprise (par analogie avec la situation comptable). L'ensemble des situations considérées peut correspondre à un historique sur plusieurs périodes, à plusieurs plans d'action ou projets alternatifs...

Par hypothèse, toute situation peut être caractérisée par un vecteur de mesures. Les mesures peuvent être directes ou indirectes. La mesure directe identifie la mesure physique retournée par le capteur. La mesure indirecte ou performance élémentaire exprime la satisfaction du décideur sur une échelle donnée (Berrah *et al.* 2004). La satisfaction globale du décideur, élaborée à partir du vecteur caractérisant une situation, sera ordonnée conformément aux relations de surclassement obtenues ; à la différence avec l'agrégation par opérateur où elle est quantifiée. Etablir un surclassement des situations revient alors à comparer les performances globales associées et leur affecter un rang dans l'ensemble des situations considérées.

$$\begin{cases} (a)S(b) \Leftrightarrow P_{Globale}(a) \geq P_{Globale}(b) \\ (a)R(b) \Leftrightarrow P_{Globale}(a) \leq \text{ou} \geq P_{Globale}(b) \\ (b)S(a) \Leftrightarrow P_{Globale}(b) \geq P_{Globale}(a) \end{cases} \quad (5)$$

Ces principes posés, passons à leur application au TBP.

3.2 Application au TBP

Il s'agit de compléter les indicateurs de résultat du TBP, au niveau de chacun de ses axes et au niveau global, par des expressions de performance globales ordonnées pour l'ensemble des situations considérées par le décideur.

Pour obtenir ces performances ordonnées, la méthode ELECTRE est appliquée à en deux temps :

- élaboration des relations de préférence aux mesures,
- surclassement des situations

Le résultat se présentera sous forme de rang. Par exemple, parmi les 5 situations considérées, la performance globale à la situation A est de rang 4 quand celle associée à la situation C est de rang 1.

3.2.1 Elaboration des relations de préférence

Soient (a),(b) deux situations de l'ensemble des situations. Ces deux situations sont décrites par, respectivement, les mesures $m_i(a)$ et $m_i(b)$. Le décideur dispose alors d'un ensemble de comparaisons (entre les indicateurs de résultat d'un axe, entre les performances d'axe pour la TBP global).

Exemple²

Considérons le TBP de l'entreprise Mobil Oil. Le décideur veut vérifier que la démarche d'amélioration selon l'axe *Client*, mise en œuvre depuis un trimestre, donne les résultats espérés. Le décideur dispose d'un historique des 3 derniers mois, les situations de l'entreprise en janvier, février et mars (tableau 1) concernant l'ensemble des indicateurs de l'axe *Client* du TBP. Ces indicateurs sont définis suivant les critères:

- c_1 : part de segment/activité clé,
- c_2 : note client mystère,
- c_3 : croissance profit distributeur,
- c_4 : enquête auprès distributeur.

Par exemple pour la « note client mystère » les mesures sont : $m_{2_{jan}} = 3,5$; $m_{2_{fév}} = 3,2$; $m_{2_{mars}} = 3,9$. Pour classer ces mesures, les seuils suivants sont donnés (tableau 1) :

- indifférence $q_2 = 0,2$, *i.e.* en dessous de cette variation l'amélioration n'est pas significative,
- préférence stricte $p_2 = 0,5$, *i.e.* à partir de cette variation l'amélioration est indiscutable.

	c_1	c_2	c_3	c_4
Seuil q	0,4%	0,2	0,5%	0
Seuil p	1%	0,5	2,5%	1
<i>jan.</i>	2%	3,5	24%	1
<i>fév.</i>	2,5%	3,2	26%	2
<i>mar.</i>	2,7%	3,9	27%	2

Tableau 1: Caractérisation des situations (mesure/seuil)

Il est alors possible de définir les relations de comparaison critère par critère. Pour le critère c_2 on obtient :

$$\begin{cases} 0,2 < |m_{jan} - m_{fév}| < 0,5 \Rightarrow (jan)Q(fév) \\ |m_{mar} - m_{fév}| > 0,5 \Rightarrow (mar)P(fév) \\ 0,2 < |m_{mar} - m_{jan}| < 0,5 \Rightarrow (mar)Q(jan) \end{cases}$$

Concernant par exemple la paire de situations (*jan.*), (*mar.*), la différence (note client mystère) est inférieure au seuil d'indifférence, il y a donc « indifférence ». Concernant la paire de situations (*mar.*), (*fév.*), la différence est supérieure au seuil de préférence, il y a donc préférence stricte. En étendant ce traitement à l'ensemble de mesures, nous pouvons établir les relations de préférence sur l'ensemble des critères (tableau 2).

² Cet exemple est tiré de la référence (Kaplan et Norton 2001) concernant l'entreprise MOBIL Oil

	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄
<i>fév. / jan.</i>	<i>Q</i>	<i>-Q</i>	<i>Q</i>	<i>Q</i>
<i>mar. / jan.</i>	<i>Q</i>	<i>Q</i>	<i>P</i>	<i>Q</i>
<i>mar. / fév.</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>Q</i>	<i>I</i>

Tableau 2: Relations de préférence (selon les critères)

Les relations de préférence concernant la paire (*mar.*), (*jan.*) par exemple (ligne 2 du tableau 2) sont déduites de relations ci-dessous :

$$\begin{cases} 1 \geq |m_{1_mar} - m_{1_jan}| = 0,7 \geq 0,4 \Rightarrow (mar)Q(jan) \\ 0,5 \geq |m_{2_mar} - m_{2_jan}| = 0,4 \geq 0,2 \Rightarrow (mar)Q(jan) \\ |m_{3_mar} - m_{3_jan}| = 3\% > 3,5\% \Rightarrow (mar)P(jan) \\ 1 \geq |m_{4_mar} - m_{4_jan}| = 1 \geq 0 \Rightarrow (mar)Q(jan) \end{cases}$$

A ce stade, le décideur dispose d'un ensemble de relations de préférence qu'ELECTRE va transformer en relations de surclassement.

3.2.2 Surclassement des situations

La situation s'est-elle améliorée depuis le mois précédent ? Les objectifs sont-ils atteints ? Vaut-il mieux refondre le système d'information ou investir dans de nouvelles machines ? Pour aider le décideur du TBP à répondre à ce type de question, ELECTRE propose la notion de surclassement fondée les règles de concordance et de discordance (3).

Outre les relations de préférence précédentes, le décideur doit fournir :

- les poids relatifs aux critères pour le calcul de *IC* ,
- les situations (*idéale*), qui ne peut être surclassée par aucune autre, et (*anti-idéale*), qui n'en surclasse aucune autre, pour le calcul de *ID* ,
- les seuils de concordance *C* et de discordance *D* .

Pour définir les poids, le décideur est habitué à quantifier l'importance relative des différents indicateurs dans ses prises de décision. Pour caractériser la situation (*idéale*) et (*anti-idéale*), le décideur peut s'aider des objectifs définis dans le TBP pour la situation (*idéale*) . Pour caractériser la situation (*anti-idéale*) , il peut avoir recours à l'historique des mesures les plus mauvaises.

Concernant les seuils *C* et *D* , le décideur peut commencer par des valeurs intermédiaires et les assouplir ou les durcir en fonction des relations de surclassement obtenues. Les règles de surclassement conduisent à valider le surclassement comme l'indique le tableau 3.

(<i>a</i>) <i>S</i> (<i>b</i>)	<i>IC</i> > <i>C</i>	<i>IC</i> < <i>C</i>
<i>ID</i> < <i>D</i>	<i>S</i>	<i>R</i>

<i>ID</i> > <i>D</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
----------------------	----------	----------

Tableau 3: Règles de surclassement.

Au final, les situations considérées par le TBP sont comparées, paire par paire, puis ordonnées. Un rang leur est affecté. Pour chaque situation, le décideur connaît les situations qui la surclassent, les situations qu'elle surclasse et les situations qui lui sont incomparables.

Exemple

Reprenons l'exemple précédent (tableaux 1 et 2). Les indicateurs *IC* et *ID* peuvent être calculés connaissant le poids des différents critères (tableau 4) et les situations (*idéale*) et (*anti-idéale*) . Ainsi selon le critère *c₂* (note client mystère), la mesure idéale est l'objectif du tableau de bord, *m_{2_idéale}* = 10, la mesure anti-idéale étant de 0, *m_{2_ant-idéale}* = 0 .

	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄
Poids <i>w</i>	3	2	1	1
<i>m_{idéale}</i>	10%	10	50%	5
<i>m_{anti-idéale}</i>	0%	0	20%	1

Tableau 4: Les poids des critères

Prenons la comparaison de (*fév.*) à (*jan.*) :

$$IC(fév., jan.) = \frac{(3+1+1)}{(3+2+1+1)} = 0.71$$

- , ce qui correspond au rapport entre le poids des critères pour lesquels (*fév.*) et au moins aussi bon que (*jan.*) et le poids total des critères,

$$ID(fév., jan.) = \max\left(\frac{-0.2}{10}, \frac{0.3}{10}, \frac{-2}{30}, \frac{-1}{4}\right) = 0.03$$

- , ce qui correspond à la discordance maximum entre (*fév.*) et (*jan.*) qui est assez faible.

Le décideur est peu exigeant en termes de concordance et tolérant en termes de discordance, il retient les valeurs *C* = 0,7 , *D* = 0,20 . Dans ce cas, le surclassement donne (*fév.*) *S*(*jan.*) , puisque *C*(*fév.*, *jan.*) > 0,7 et *D*(*fév.*, *jan.*) < 0,20 . La relation de surclassement est validée. En établissant toutes les relations de surclassement les rangs suivants sont déduits (tableau 5).

Situation	<i>jan.</i>	<i>fév.</i>	<i>mar.</i>	<i>idéale</i>
Rang	3	3	2	1

Tableau 5: Rang des situations

Il n'y a donc pas eu d'amélioration significative entre janvier et février. En revanche, une progression a été constatée de février à mars, il reste cependant une marge de progression par rapport à la situation idéale.

Si le décideur est plus sévère et définit des seuils $C = 0,85$ et $D = 0,10$, les situations (*jan.*) et (*fév.*) deviennent incomparables. Autrement dit, selon les exigences du décideur, une même situation peut en surclasser une autre ou lui être incomparable. Ce niveau d'exigence peut trouver une illustration lorsqu'il s'agit de répondre aux questions suivantes :

- veut-on détecter la moindre variation entre les situations comparées actuelle ou au contraire ne parler d'amélioration que lorsque celle-ci est significative et/ou équilibrée ?
- faut-il atteindre strictement les objectifs ou peut-on tolérer un certain écart ?
- veut-on à tout prix retenir un projet d'amélioration même s'il n'est que faiblement meilleur que son second ou au contraire indiquer qu'un groupe de projets presque équivalents dans lequel le décideur pourra choisir ?

Pour aider le décideur, nous pouvons par exemple imaginer quelques aménagements du TBP en insérant des informations sur :

- l'atteinte des objectifs,
- la variation de la performance (mensuelle, trimestrielle...) (cf. Fig. 3),
- ...

Ainsi concernant la variation de la performance, le TBP est aménagé selon l'axe *Client*. Il est possible de savoir si la performance d'axe s'est améliorée et selon quels critères.

Axe Clients : mois de mars				
	Objectifs	Indicateurs	Evolution Mensuelle	Evolution performance axe
Part de segment	10%	2,7%	=	
Note client mystère	10	3,9	+	
Part bénéfice distributeur	50%	27%	+	+
Satisfaction distributeurs	5	2	=	

Figure 3: Proposition d'aménagement du TBP - exemple pour l'axe *Client*

4 ETUDE DE CAS

4.1 Généralités

Considérons pour illustrer nos propos le cas d'un industriel textile présenté dans (Clivillé et Berrah 2008).

L'entreprise C³, insérée dans une chaîne logistique, a pour objectif global d'augmenter son chiffre d'affaires. La chaîne logistique va des fournisseurs de vêtements installés en Asie aux distributeurs localisés en Europe, que sont les magasins de détails, les grandes surfaces et la vente par correspondance, en passant par les sites d'entreposage et de préparation de commandes.

La complexification de cette chaîne logistique a entraîné une augmentation des stocks et encours avec pour conséquence une croissance des invendus et une baisse du chiffre d'affaires. Depuis le second trimestre de l'année 2008, un projet de réduction des stocks en entropôt et chez les distributeurs a été mis en œuvre sur un horizon de quatre trimestres. Le TBP, dont l'utilisation s'est généralisée depuis 2007, mis en œuvre pour piloter la réduction et la valorisation de invendus est aujourd'hui bien utilisé au niveau opérationnel. Cependant au niveau stratégique, les dirigeants ont exprimé le besoin d'informations davantage qualitatives. Une variante fondée sur les relations de surclassement leur est proposée.

4.2 Le TBP stratégique de l'entreprise C.

Le TBP est utilisé au niveau stratégique dans les comités de direction trimestriels. Les décideurs souhaitent disposer de réponses à des questions telles que :

- la performance s'est-elle améliorée depuis le trimestre précédent ?
- l'échéancier est-il respecté (l'amélioration trimestrielle est-elle conforme aux prévisions) ?
- les objectifs sont-ils atteints (printemps 2009) ?

Pour intégrer ces nouvelles fonctionnalités, il est au préalable nécessaire de définir :

- les relations de préférences suivant les critères,
- les paramètres permettant le surclassement des situations.

Ces deux points sont détaillés ci-dessous.

4.3 Les relations de préférence

Les décideurs souhaitent comparer les situations connues chaque trimestre grâce aux mesures obtenues selon les 3 axes *Clients*, *Processus Internes*, *Apprentissage organisationnel*, la performance selon l'axe *Financier* étant vue comme la résultante des 3 performances d'axe. Ces mesures sont des expressions de performance agrégées à partir des indicateurs de chaque axe (Clivillé et Berrah 2008). Chaque trimestre, il s'agit pour les décideurs de comparer les situations :

- actuelle et précédente(s),

³ L'entreprise textile concernée souhaite garder l'anonymat dans un souci de confidentialité.

- actuelle et espérée ce trimestre,
- actuelle et espérée en 1^{er} trimestre 2009.

Ces comparaisons nécessitent la définition des seuils de préférence suivant chaque axe (tableau 6). Ces seuils sont fournis par les décideurs. On constate que les seuils d'indifférence q et de préférence stricte p dépendent de l'axe considéré. Ils sont plus « sévères » concernant l'axe *Client* et l'axe *Processus internes* que pour l'axe *Apprentissage organisationnel*.

	c_C	c_{PI}	c_{AO}
q (indifférence)	0,03	0,02	0,05
p (préférence stricte)	0,05	0,06	0,12

Tableau 6: Seuils de préférence

Rappelons que depuis le second trimestre de l'année 2008, un projet de réduction des stocks en entrepôt et chez les distributeurs a été mis en œuvre sur 4 trimestres. La pratique du TBP s'est en même temps généralisée. Les résultats obtenus sont fournis dans le tableau 7 où est rappelée la situation initiale, notée ($tr1_08$). Ainsi la situation ($tr3_08$) est caractérisée par les performances élémentaires $p_C = 0.45, p_{PI} = 0.33, p_{AO} = 0.56$.

	c_C	c_{PI}	c_{AO}
$tr1_08$	0,32	0,17	0,43
$tr2_08$	0,3	0,24	0,45
$tr3_08$	0,45	0,33	0,56
$tr4_08$	0,54	0,49	0,67
$tr1_09$	0,65	0,61	0,72

Tableau 7: Caractérisation des situations atteintes

Détaillons l'établissement des relations de préférence concernant la paire ($tr1_08$), ($tr2_08$) au terme du premier trimestre du projet de réduction des stocks. Les relations ci-dessous sont établies :

$$|m_{C_tr2_08} - m_{C_tr1_08}| = 0,02 \leq q \Rightarrow (tr2_08)I_C (tr1_08)$$

$$|m_{PI_tr2_08} - m_{PI_tr1_08}| = 0,07 \geq p \Rightarrow (tr2_08)P_{PI} (tr1_08)$$

$$|m_{AO_tr2_08} - m_{AO_tr1_08}| = 0,02 \leq q \Rightarrow (tr2_08)I_{AO} (tr1_08)$$

Concernant la comparaison de ($tr2_08$), ($tr1_08$), la situation ($tr2_08$) est strictement préférée à ($tr1_08$) selon l'axe c_{PI} et les 2 situations sont indifférentes pour les axes c_C, c_{AO} . La performance ne s'est donc améliorée que sur un seul axe. A partir de ces relations de préférence, les décideurs peuvent établir les relations de surclassement entre les situations trimestrielles.

4.4 Relation de surclassement des situations

Les décideurs sont interrogés sur les informations nécessaires à l'élaboration du surclassement. La

définition des seuils de concordance et discordance est dépendant de l'amélioration attendue. Pour une amélioration importante, les seuils seront plus élevés que pour une amélioration plus modérée.

- les seuils de concordance et de discordance sont fixés à $C = 0,75$ et $D = 0,10$,
- les poids des performances selon les trois axes sont: $w_1 = 3, w_2 = 3, w_3 = 1$
- $m_{i_idéale} = 1$ et $m_{i_anti-idéale} = 0$.

Les décideurs peuvent désormais établir les relations de surclassement entre les différents trimestres. Détaillons la comparaison de la paire ($tr2_08$), ($tr3_08$) et de la paire ($tr3_08$), ($tr2_08$) dans le tableau 8.

	c_C	c_{PI}	c_{AO}
$tr2_08/tr3_08$	-p	-p	-q
ID	Max(0,15;0,09;0,11) >D		
IC	0/7 = 0 < C		
$tr2_08/tr3_08$	R Incomparabilité		
$tr3_08/tr2_08$	P	p	q
ID	Max(-0,15;-0,09;-0,11) <D		
IC	7/7 = 1 > C		
$tr3_08/tr2_08$	S Surclassement		

Tableau 8: Comparaison de situations atteintes

Il apparaît que :

- ($tr2_08$) R ($tr3_08$) et,
- ($tr3_08$) S ($tr2_08$).

Le rang de ($tr3_08$) est donc plus élevé que le rang de ($tr2_08$). La performance globale s'est améliorée.

Au final les comparaisons permettent d'établir la relation de classement suivant (tableau 9).

Situation	$tr1_08$	$tr2_08$	$tr3_08$	$tr4_08$	$tr5_09$
Rang	4	4	3	2	1

Tableau 9: Classement de situations atteintes

Les décideurs constatent que l'amélioration entre trimestres consécutifs est toujours significative sauf au 2^{ème} trimestre. La décision est de poursuivre, à l'issue de chaque trimestre, les actions en cours.

Cependant, cette amélioration de la performance n'est pas perçue comme une information suffisante. Les décideurs souhaitent une expression de la performance qui les renseigne de l'atteinte des objectifs. La comparaison avec la situation idéale demeurant assez grossière (elle surclasse toute autre situation), ils décident de définir des situations espérées

trimestrielles (tr_i^*). Les décideurs conservent les seuils précédents et définissent les situations espérées suivantes (tableau 10).

	c_C	c_{PI}	c_{AO}
$tr2^*_08$	0,4	0,25	0,55
$tr3^*_08$	0,5	0,4	0,65
$tr4^*_08$	0,6	0,6	0,8
$tr1^*_09$	0,7	0,8	0,9

Tableau 10: Caractérisation des situations espérées

Il est alors possible de comparer les paires de situations atteinte et espérée comme le montre le tableau 11 pour le 3^{ème} trimestre 2008.

	c_C	c_{PI}	c_{AO}
$tr3_08/tr3^*_08$	-q	-p	-q
ID	Max(-0,05 ; -0,07 ; -0,09) < D		
IC	0/7 = 0 > C		
$tr3_08/tr3^*_08$	R Incomparabilité		
$tr3^*_08/tr3_08$	Q	-p	-q
ID	Max(-0,05 ; -0,07 ; -0,09) < D		
IC	7/7 = 1 > C		
$tr3^*_08/tr3_08$	S Surclassement		

Tableau 11: Situations atteinte et espérée

La situation ($tr3^*_08$) surclasse la situation ($tr3_08$) sans que la réciproque ne soit vraie. Il y a bien amélioration de la performance ($tr3_08$)/($tr2_08$) mais elle n'est pas suffisamment importante ($tr3_08$)/($tr3^*_08$). Les décideurs peuvent établir le classement suivant (tableau 12).

Situation	$tr2_08$	$tr3_08$	$tr3^*_08$	$tr1^*_09$
Rang	4	3	2	1

Tableau 12: Classement du trimestre courant

Le tableau 13 propose un aménagement du TBP pour mettre à disposition des décideurs ces informations.

	Indicateur	/trimestre précédent	/espéré
Performance globale TBP		+	-
Axe Client	0,45	+	-
Axe Processus Internes	0,33	+	-
Axe apprentissage organisationnel	0,5	+	-

Tableau 13: Proposition d'aménagement pour le TBP

A ce stade, les décideurs doivent valider les paramètres de la méthode (différents seuils, poids). Ils peuvent par exemple durcir les seuils pour rendre la concordance plus exigeante (augmentation des seuils de préférence q, p et seuils de concordance C) et la discordance plus sévère (diminution des seuils D). Tout progrès important suivant 2 des 3 axes sera inutile si la performance sur l'axe restant se dégrade même légèrement.

Notons que l'entreprise a investi dans la compréhension de la méthode de surclassement ELECTRE et a dû fournir les informations nécessaires à l'établissement des relations de surclassement. Les décideurs n'ont pas éprouvé de difficulté pour fournir ces informations. La compréhension de la méthode ELECTRE a été bonne et la notion de seuil en particulier a été bien acceptée. La phase d'ajustement des seuils n'est pas pour l'heure une préoccupation pour les décideurs.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les relations de surclassement obtenues par la méthode ELECTRE permettent, dans le cas du TBP, d'obtenir une performance globale et/ou des performances d'axe ordonnées. Cet ordre permet de conclure quant à la variation de la performance de tout ou partie de l'entreprise, à l'atteinte des objectifs fixés, au choix de projets d'amélioration. On peut parler de TBP doté de nouvelles fonctionnalités d'aide au pilotage.

Pour ce faire, rappelons que le décideur doit fournir :

- des vecteurs de mesures élémentaires caractérisant les situations qu'il souhaite comparer,
- une expertise qui permet d'établir des comparaisons par critère (seuils p et q) ou de surclassement (poids w_i , seuils C et D).

L'ordre obtenu dépendant fortement de la définition de ces différents seuils et poids, il convient que le décideur s'approprie la philosophie de la méthode pour obtenir la meilleure aide possible. Au terme de cette phase de mise en place d'un modèle de surclassement au niveau stratégique, l'entreprise peut savoir si sa performance globale et donc l'amélioration mise en œuvre est satisfaisante. Les informations retournées permettent d'une part, d'informer sur l'évolution de la performance et d'autre part du respect des échéances intermédiaires

définies par l'entreprise. Il reste à traiter l'ergonomie de cet aménagement que l'entreprise souhaite mettre en conformité avec sa charte graphique.

Ce travail exploratoire propose une alternative à la quantification pour le TBP. Si le surclassement au niveau stratégique a été établi sur la base des performances d'axe, un développement de ce travail est envisageable pour exprimer une performance de niveau stratégique directement à partir des indicateurs du TBP.

REFERENCES

- Bana e Costa C.A., De Corte J-M., Vansnick J-C., 2004, On the mathematical foundations of Macbeth, dans *MCDA. Multiple Criteria Decision Analysis*. Figueira J., Greco S., Ehrgott M.(eds). Kluwer Academic Publishers, p. 409-442.
- Berrah L. Clivillé V., Harzallah M., Haurat A., Vernadat F., 2001, A cyclic enterprise reengineering method, *International Conference On Engineering Design and Automation (EDA'01)*, Las Vegas, NV, USA, actes sur CD-ROM 6 p.
- Berrah L., Mauris G., Vernadat F., 2004, Information aggregation in industrial performance measurement: rationales, issues and definitions, *International Journal of Production Research*; Vol. 42 (20) p. 4271-4293.
- Bouyssou, D. et al., 2002, Aiding decisions with multiple criteria: essays in honor of Bernard Roy, (eds). Kluwer Academic Publishers,
- Bouyssou, D. 2006 Concepts et méthodes pour l'aide à la décision. : Vol 3, analyse multicritère, Editions Eyrolles, 324 p.
- Brans J-P., Mareschal B., 2004, PROMETHEE methods, dans *MCDA. Multiple Criteria Decision Analysis*. Figueira J., Greco S., Ehrgott M.(eds). Kluwer Academic Publishers, p. 163-195.
- Brimson, J.A. 1991, *Activity Accounting*, Editions Wiley and Sons, N.Y. 376 p.
- Clivillé, V. Berrah, L. Mauris, G. 2007, Quantitative expression and aggregation of performance measurements based on the MACBETH multi-criteria method, *International Journal of Production Economics*, Vol. 105 (1), p. 171-189.
- Clivillé, V. Berrah, L. 2008, Un Modèle de Quantification de la Performance industrielle pour le Tableau de bord prospectif, 7e Conférence Internationale de MOdélisation et SIMulation - MOSIM'08 - du 31 mars au 2 avril 2008 - Paris- France, actes sur CDROM, 10 p.
- Condorcet, J.A.M. Caritat, Marquis De, (1785), Essai sur l'application de l'analyse la probabilité des décisions rendues . la pluralité des voix, Imprimerie Royale, Paris.
- Deming E W., 1982, Quality, Productivity and Competitive Position. The MIT Press.
- Ducq Y., Vallespir B., Doumeingts G., 2001; Coherence analysis methods for production systems by performance aggregation, *International Journal of Production Economics*, Vol. 69 (1), p. 239-252.
- Figueira J., Greco S., Ehrgott M. *MCDA. Multiple Criteria Decision Analysis* State of the Art Surveys, Kluwer Academic Publishers, 1045 p.
- Fortuin L., 1988 Performance indicators - why, where and how. *European Journal of Operational Research*; Vol 34 p.1-9.
- ISO 9000, 2001, Qualité et systèmes de management ISO 9000, éditions AFNOR, 581 p.
- Kaplan R.S., Norton D.P., 1992, The Balanced Scorecard: Measures that drives performance, Harvard Business Review, January-February.
- Kaplan R.S., Norton D.P., 1998, Le tableau de bord prospectif. Pilotage stratégique : les 4 axes du succès, Editions d'Organisation, 311 p.
- Kaplan R.S., Norton D.P., 2001, Comment utiliser le tableau de bord prospectif, Editions d'Organisation, 440 p.
- Martel J.M., Matarazzo B., 2004, Other outranking methods, dans *MCDA. Multiple Criteria Decision Analysis*. Figueira J., Greco S., Ehrgott M.(eds). Kluwer Academic Publishers, p. 197-262.
- Neely A., Gregory M., Platts K., 1995, Performance measurement system design A literature review and research agenda, *International Journal of Production Economics*, Vol. 48, p. 23-37.
- Oztürk M., Tsoukias A. 2004, Preference Modelling, dans *MCDA. Multiple Criteria Decision Analysis*. Figueira J., Greco S., Ehrgott M.(eds). Kluwer Academic Publishers, p. 28-60.
- Roy B., 1985, Méthodologie multicritère d'aide à la décision, *Economica*, 423 p.
- Roy B., 2004, Paradigms and Challenges, dans *MCDA. Multiple Criteria Decision Analysis*. Figueira J., Greco S., Ehrgott M.(eds). Kluwer Academic Publishers, p. 3-24.
- Saaty T., 2004, The analytic hierarchy and the analytic network processes for the measurement of intangible criteria and for decision making, dans *MCDA. Multiple Criteria Decision Analysis*. Figueira J., Greco S., Ehrgott M.(eds). Kluwer Academic Publishers, p. 345-407.
- Schärlig A., 1992, *Décider sur plusieurs critères : panorama de l'aide à la décision multicritère*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR) 304 p.
- Sharma M.K., Bhagwat R., 2007, An integrated BSC-AHP approach for supply chain management evaluation, *Measuring Business Excellence*, Vol. 11 (3), p. 57-68.
- Suwigno P., Bititci U. S., Carrie A.S., 2000 Quantitative models for performance measurement system. *International Journal of Production Economics*, Vol. 64 (1-3), p. 231-241.
- Vincke P., 1989, L'Aide Multicritère `a la Décision. Editions Ellipses - Editions de l'Université de Bruxelles.