



M-MACBETH

M-MACBETH Version 1.1

Guide de l'utilisateur

Juillet 2005



www.m-macbeth.com

**M-MACBETH permet d'évaluer des options
compte tenu de plusieurs critères
sur base de comparaisons qualitatives
concernant leurs différences d'attractivité.**

Copyright 2005 Carlos A. Bana e Costa, Jean-Marie De Corte, Jean-Claude Vansnick
(créateurs de M-MACBETH)

Les membres suivants du M-MACBETH Team ont aussi contribué à la réalisation de ce guide
João C. B. Costa, Manuel P. Chagas, Émerson C. Corrêa, Isabel M. João,
Fátima M. Lopes, João C. Lourenço, Ramiro Sánchez-López

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 1	Introduction.....	5
1.1	L'approche MACBETH	5
1.2	Organisation de ce guide	5
1.3	Exemple	6
Chapitre 2	Démarrage.....	7
2.1	Installation de M-MACBETH.....	7
2.2	Paramètres	8
2.3	Création d'un fichier M-MACBETH	9
2.4	Enregistrement d'un fichier M-MACBETH	10
2.5	Ouverture d'un fichier M-MACBETH.....	10
Chapitre 3	Structuration.....	11
3.1	Introduction.....	11
3.2	Définition des options	12
3.2.1	Introduction des options dans le modèle.....	12
3.2.2	Modification d'une option	12
3.2.3	Suppression d'une option du modèle	13
3.3	Construction de l'arbre des valeurs et définition des critères.....	13
3.3.1	Types de nœuds	13
3.3.2	Introduction des nœuds non-critères.....	13
3.3.3	Introduction des nœuds critères avec une base de comparaison directe	14
3.3.4	Introduction des nœuds critères avec une base de comparaison indirecte.....	16
3.3.5	Modification des propriétés d'un nœud	21
3.3.6	Suppression d'un nœud de l'arbre des valeurs.....	22
3.4	Introduction des performances des options dans le modèle.....	22
Chapitre 4	Evaluation par critère	24
4.1	Rangement sur un critère.....	24
4.2	Jugements qualitatifs de différence d'attractivité sur un critère.....	25
4.3	Comment procéder en cas d'inconsistance.....	26
4.4	Quantification de l'attractivité sur chaque critère	27
4.4.1	Quantification directe de l'attractivité des options.....	27
4.4.2	Quantification de l'attractivité de niveaux de performance qualitatifs	29
4.4.3	Quantification de l'attractivité de niveaux de performance quantitatifs	31

Chapitre 5	<i>Pondération</i>	34
5.1	Références pour la pondération	34
5.2	Rangement des critères par ordre d'importance	35
5.3	Jugements qualitatifs de différence d'attractivité globale	36
5.4	Quantification des poids des critères	36
Chapitre 6	<i>Analyse des résultats du modèle</i>	38
6.1	Cotes globales	38
6.2	Thermomètre global	38
6.3	Profils des options	39
6.4	Profils de différences	40
6.5	Graphique XY	42
6.5.1	Cotes sur deux critères ou groupes de critères	42
6.5.2	Analyse "Coût-bénéfice"	42
Chapitre 7	<i>Analyses de sensibilité et de robustesse</i>	45
7.1	Analyses de sensibilité	45
7.1.1	Analyse de sensibilité concernant le poids d'un critère	45
7.1.2	Interactivité du logiciel	46
7.2	Analyse de robustesse	48
Chapitre 8	<i>Références</i>	54



Chapitre 1 Introduction

1.1 L'approche MACBETH

MACBETH est une méthodologie d'aide à la prise de décision qui permet l'évaluation d'options compte tenu de critères multiples. La distinction fondamentale entre MACBETH et d'autres méthodes d'Analyse de la Décision' avec critères multiples est qu'elle nécessite seulement des *jugements qualitatifs concernant les différences d'attractivité* entre éléments pour générer des cotes pour les options sur chaque critère et pour pondérer les critères. Sept catégories sémantiques de différence d'attractivité sont introduites dans MACBETH : différence d'attractivité nulle, très faible, faible, modérée, forte, très forte et extrême. Ceci est à l'origine du nom **MACBETH** : **M**asuring **A**ttractiveness by a **C**ategorical **B**ased **E**valuation **T**ec**H**nique (Mesurer l'attractivité par une technique d'évaluation basée sur des catégories).

Au fur et à mesure que les jugements qualitatifs sont exprimés par l'évaluateur et introduits dans le logiciel M-MACBETH (www.m-macbeth.com), celui-ci vérifie automatiquement leur consistance et offre des suggestions pour résoudre les inconsistances lorsqu'elles se présentent. Sur base des jugements de l'évaluateur et grâce aux fonctionnalités du logiciel, une échelle de cotes relative à chaque critère est proposée par M-MACBETH et soumise à discussion ; les poids relatifs des critères sont obtenus selon une procédure analogue. Une cote globale est ensuite calculée pour chaque option en faisant la somme pondérée de leur cote sur chaque critère. Cette cote globale reflète l'attractivité de l'option considérée compte tenu de l'ensemble des critères. Diverses analyses de sensibilité et de robustesse des résultats du modèle ainsi construit permettent alors d'acquérir une compréhension profonde du problème, d'ajuster le modèle et de se forger des convictions quant aux priorités à établir ou aux options à sélectionner, que ce soit dans un contexte de décision individuelle ou en groupe.. M-MACBETH offre de nombreuses représentations graphiques qui facilitent l'élaboration d'un rapport justifiant les recommandations élaborées.

1.2 Organisation de ce guide

Ce guide aide l'utilisateur de M-MACBETH à se familiariser avec les outils les plus importants du logiciel, conçus pour implémenter la méthodologie MACBETH d'aide à la décision. A noter que ce guide ne couvre pas toutes les potentialités de M-MACBETH et que son but n'est pas non plus de faire une présentation complète de l'approche MACBETH. Une liste de publications sur MACBETH est disponible au chapitre 8.

Après avoir lu ce guide, l'utilisateur sera capable de construire un modèle MACBETH et d'analyser ses résultats. Afin de faciliter l'apprentissage, chaque pas de la construction du modèle sera illustrée par un exemple, présenté en section 1.3.

Ce guide est structuré de façon à permettre d'utiliser cet exemple dans chacune des étapes du processus MACBETH d'aide à la prise de décision : structuration, évaluation et élaboration de recommandations.

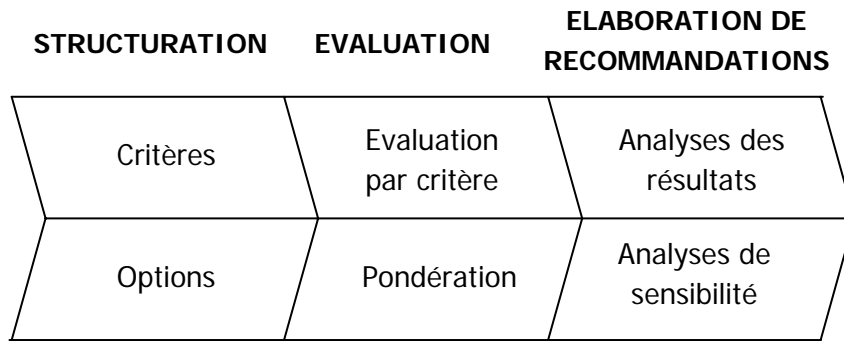


Figure 1

Structuration :

Critères : Structurer les points de vue et identifier les critères.

Options : Définir les options à évaluer ainsi que leurs performances.

Evaluation :

Evaluation par critère : Evaluer l'attractivité des options sur chaque critère.

Pondération : Pondérer les critères.

Elaboration de recommandations :

Analyse des résultats : analyser l'attractivité globale de chaque action et exploiter les résultats du modèle.

Analyses de sensibilité : analyser la sensibilité et la robustesse en fonction de différents types d'incertitude.

En pratique, la pertinence de chacune de ces activités et l'ordre dans lequel elles se présentent peut varier en fonction des spécificités du contexte décisionnel.

1.3 Exemple

Marie cherche une imprimante qui lui permettra d'imprimer rapidement des documents incluant des images avec une qualité professionnelle. Le prix et le design de l'imprimante sont aussi deux de ses préoccupations. Après une petite étude de marché, Marie a sélectionné cinq imprimantes parmi lesquelles elle va faire son choix. La table 1 présente ces cinq options ainsi que leur prix respectif.

Table 1 – Options pour l'exemple de Marie.

<i>Imprimantes</i>	<i>PH 96-03</i>	<i>Espon Planet-2</i>	<i>Sister 80</i>	<i>Nomark XPTO</i>	<i>Conan F-Colour</i>
<i>Coût (€)</i>	<i>215</i>	<i>175</i>	<i>300</i>	<i>295</i>	<i>270</i>

Ce guide montre comment M-MACBETH peut être utilisé pour aider Marie à sélectionner l'imprimante qui correspond le mieux à ses besoins.



Chapitre 2 Démarrage

2.1 Installation de M-MACBETH

➤ Pour **installer M-MACBETH** :

Avertissement : Il est recommandé de commencer par enlever de votre système les versions du logiciel M-MACBETH préalablement installées. Le programme d'installation de M-MACBETH peut vous aider à réaliser ce travail.

1. **Aller sur le site du logiciel** (www.m-macbeth.com) **et télécharger une de ses versions à partir de la section "Downloads"**. Le fichier "M-MACBETH Install" sera alors copié sur votre ordinateur.

2. **Cliquer deux fois sur le fichier M-MACBETH Install**, afin de lancer le programme d'installation. Celui-ci ouvrira la fenêtre "Version".

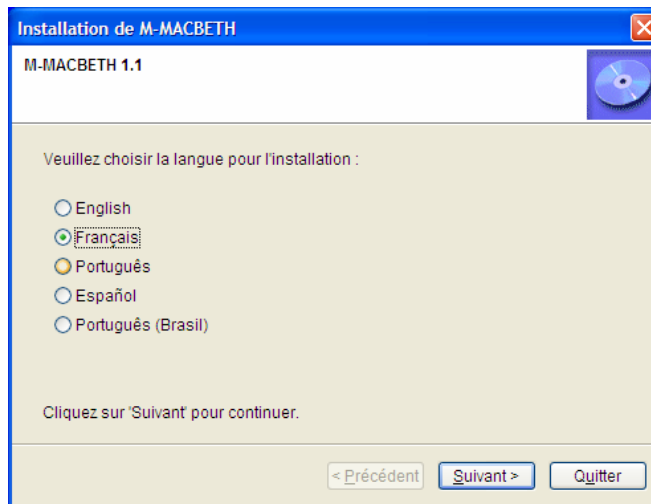


Figure 2

3. **Cliquer sur "suivant"** après avoir sélectionné la langue que vous désirez voir apparaître durant la phase d'installation du logiciel.

4. **Suivre les instructions** sur l'écran.

5. A la fin de l'installation, apparaîtra la fenêtre "Information utilisateur". On vous demandera d'**enter votre nom, votre société ainsi que le numéro de série** qui vous aura été communiqué si vous avez acheté une licence d'utilisation du logiciel. Si vous désirez simplement installer la version démo, **taper "demo"** dans la case "Numéro de série :".

Remarque : Si vous avez acheté la version académique, un fichier exécutable vous sera transmis par e-mail ainsi que les instructions à suivre pour remplacer le fichier exécutable "demo" par le fichier "académique".

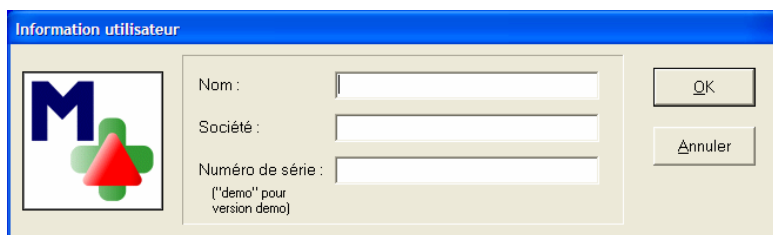


Figure 3

6. **Cliquer sur "OK"** lorsque vous avez terminé de remplir la fenêtre "Information utilisateur". Lorsque apparaîtra "Installation terminée" **cliquer sur "Quitter"** pour sortir du programme d'installation.

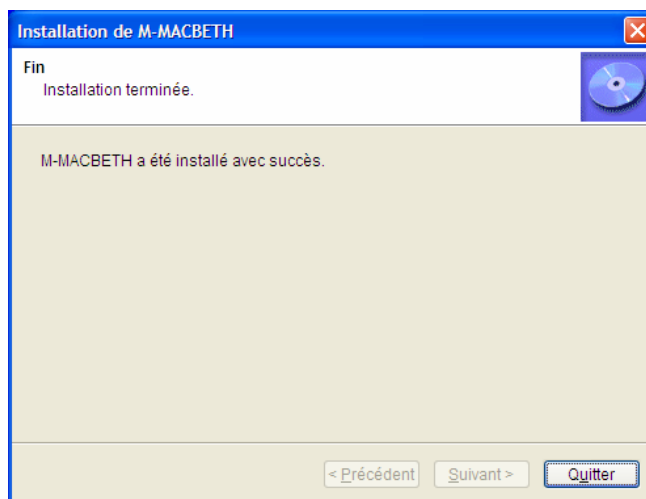


Figure 4

7. **Redémarrer votre ordinateur** si vous y êtes invité.

Avertissement : Si une version de M-MACBETH était préalablement installée sur votre ordinateur et que vous ne l'avez pas enlevée avant de lancer cette nouvelle installation, le raccourci correspondant à cette version précédente ne sera pas remis à jour sur votre bureau si vous installez la nouvelle version dans un répertoire différent.

2.2 Paramètres

➤ Pour **changer la langue** :

1. Sélectionner **Paramètre > Langue**.
2. **Choisir la langue désirée** dans le menu contextuel.

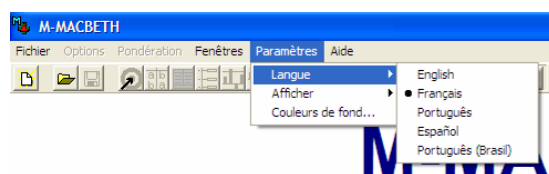


Figure 5

➤ Pour **changer la couleurs de fond** :

1. Sélectionner **Paramètres > Couleurs de fond** afin d'ouvrir la fenêtre "Couleurs de fond".

2. **Cliquer sur le type de fenêtre** dont vous désirez changer la couleur du fond et **choisir une nouvelle couleur**.

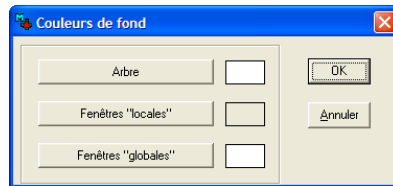


Figure 6

3. **Cliquer sur "OK"**.

➤ Pour **activer la fenêtre "Outils pour l'arbre"** (en vue de modifier l'apparence de l'arbre de valeurs) :


1. Sélectionner **Paramètres > Afficher**.

2. **Cliquer sur "Outils pour l'arbre"** dans le menu contextuel.




Figure 7

➤ Pour **désactiver la fenêtre "Outils pour l'arbre"**, cliquer sur .

➤ Pour **changer le niveau du zoom** pour toutes les fenêtres, **utiliser**  100%.

2.3 Création d'un fichier M-MACBETH

➤ Pour **créer un fichier M-MACBETH** :

1. Sélectionner **Fichier > Nouveau** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils) pour ouvrir la fenêtre "Nouveau fichier" (Figure 8).

2. **Insérer le nom du fichier** dans l'espace prévu à cet effet. *Pour l'exemple de Marie, insérer "Choix d'une imprimante" comme nom de fichier.*

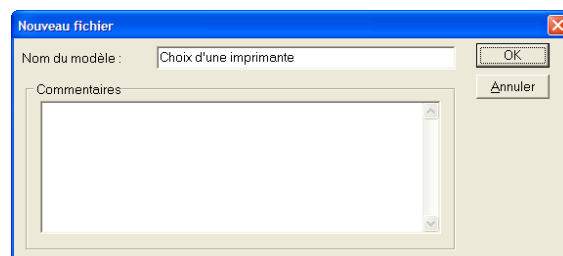


Figure 8

3. **Cliquer sur "OK"**. La Figure 9 montre l'aspect que prend alors la fenêtre principale.

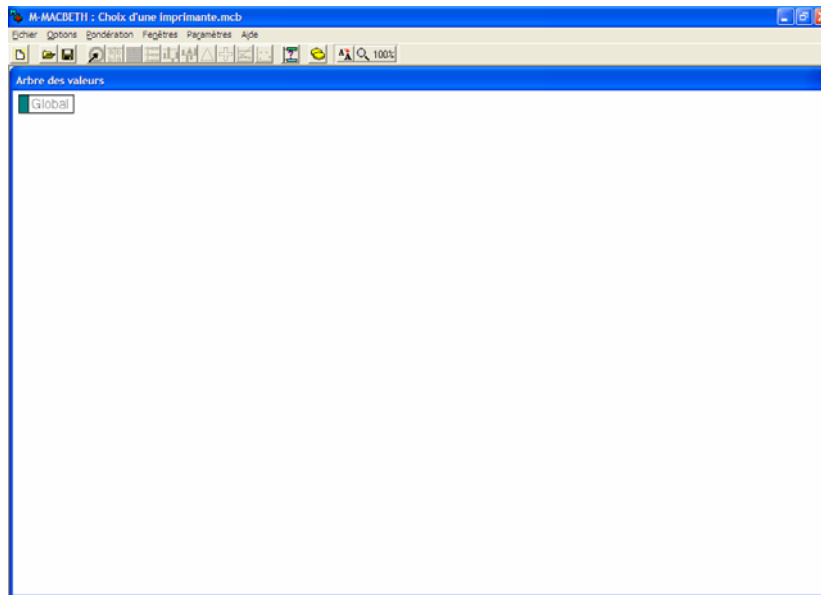



Figure 9


2.4 Enregistrement d'un fichier M-MACBETH

- Pour **enregistrer** un fichier M-MACBETH existant, sélectionner **Fichier > Enregistrer** (or **cliquer sur**  dans la barre d'outils).

Avertissement : Par défaut, M-MACBETH propose que vous enregistriez vos modèles MACBETH dans un fichier "Modèle MACBETH" situé dans MES DOCUMENTS.

Remarque : La première fois que vous enregistrez un nouveau modèle, le logiciel propose par défaut le nom du fichier que vous avez introduit dans la fenêtre "Nouveau fichier" (Figure 8).

2.5 Ouverture d'un fichier M-MACBETH

- Pour **ouvrir** un fichier M-MACBETH existant, sélectionner **Fichier > Ouvrir** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils).

Remarque : Tous les fichiers M-MACBETH ont pour extension ".mcb".



Chapitre 3 Structuration

3.1 Introduction

Les éléments sur lesquels porte la décision sont appelés “options” dans M-MACBETH (à noter que, dans la littérature relative à l’aide à la décision, on trouve aussi les noms d’alternatives ou d’actions plutôt que celui d’options). Dans l’exemple de Marie, les options apparaissent dans la Table 1.

Les options ne présentent d’intérêt que parce qu’elles permettent d’atteindre certains objectifs, certains buts. En d’autres termes, ce ne sont pas les options mais les valeurs qui constituent le véritable moteur de la décision. Il est donc particulièrement important, dans une étude d’aide à la décision, de porter le plus grand soin à la mise en évidence du système de valeurs au nom duquel la décision doit être prise. Sur le plan pratique, certaines valeurs peuvent apparaître à un niveau très abstrait et d’autres à un niveau plus concret sous la forme de préoccupations spécifiques. C’est la raison pour laquelle adopter une présentation sous forme d’arbre est particulièrement bien adapté pour modéliser un système de valeurs. Un tel arbre, qui fait apparaître sous une forme graphique bien organisée les besoins, les préoccupations du (des) décideur(s), est appelé dans M-MACBETH arbre des valeurs.

La Figure 10 montre l’arbre des valeurs construit pour le problème de Marie. En haut de l’arbre apparaît le nœud racine de l’arbre, nœud qui correspond au problème étudié (par défaut, le nom de ce nœud est “Global” – voir Figure 9). Les nœuds de l’arbre situés sous le nœud racine correspondent aux préoccupations de Marie pour le choix de son imprimante. Trois de ces nœuds sont mis en évidence : “Qualité d’impression en couleurs”, “Vitesse d’impression” et “Design de l’imprimante”. Ces nœuds indiquent quels sont les critères qui seront utilisés dans le problème de Marie pour évaluer les cinq imprimantes. Bien que les autres nœuds de préoccupations ne soient pas directement utilisés pour l’évaluation, il est important qu’ils apparaissent dans l’arbre des valeurs car ils permettent d’explicitier les différentes facettes d’un nœud critère ou de rendre la lecture de l’arbre plus intelligible.

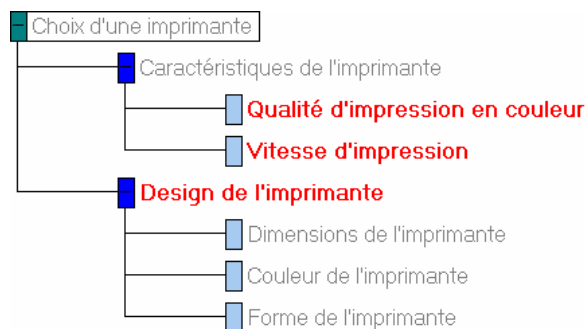


Figure 10

Pour chaque critère, M-MACBETH va associer à chaque option un nombre quantifiant son attractivité (aux yeux de l’évaluateur) sur ce critère. Ceci peut se faire de deux façons différentes : soit de manière directe, en comparant les options deux à deux (relativement au critère considéré), soit de manière indirecte, à travers l’utilisation d’une fonction de valeur obtenue en comparant des niveaux de performance (qualitatifs ou quantitatifs – voir [section 3.3.4](#)) prédéfinis pour le critère considéré. La fonction de valeur est utilisée pour convertir la performance de chaque option (voir [section 3.4](#)) en une échelle numérique.

3.2 Définition des options

3.2.1 Introduction des options dans le modèle

➤ Pour **entrer des options** dans le modèle :

1. Sélectionner **Options > Définir** pour ouvrir la fenêtre "Options".

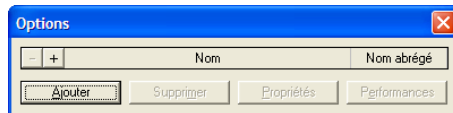


Figure 11

2. Cliquer autant de fois sur  que vous désirez introduire d'options.

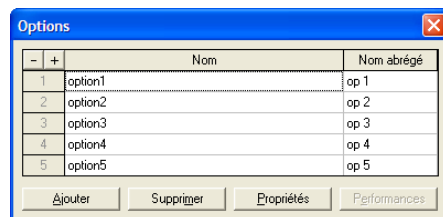


Figure 12

Remarque : on peut aussi ajouter une option à la fois en cliquant sur .

3. **Remplacer chaque "Nom" d'option par défaut** par le nom désiré. *Dans l'exemple de Marie, les noms des options (imprimantes) sont PH 96-03, Espon Planet-2, Sister 80, Nomark XPTO et Conan F-Colour.*

4. **Remplacer chaque "Nom abrégé" par défaut** par le nom condensé que vous désirez voir apparaître pour pouvoir identifier aisément l'option concernée. *Dans l'exemple de Marie, ces noms abrégés seront Ph, Espon, Sister, Nomark et Conan.*

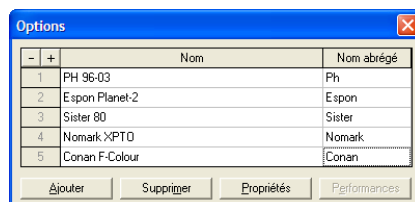



Figure 13

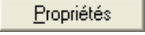
Remarque : Des options peuvent être ajoutées ou modifiées à tout moment.

Remarque : Une colonne "Coût" peut apparaître dans la fenêtre "Options". Celle-ci est activée en cliquant sur  dans la barre d'outils. Cette colonne est utilisée pour associer des coûts aux options. Pour plus d'informations à ce sujet, voir [section 6.5.2](#).

3.2.2 Modification d'une option


➤ Pour **modifier une option** :


1. Sélectionner **Options > Définir** pour ouvrir la fenêtre "Options".



2. Pour effectuer un changement (quel qu'il soit), **cliquer sur l'item à modifier et cliquer sur**  **pour ouvrir la fenêtre "Propriétés de ..."**.

3.2.3 Suppression d'une option du modèle

➤ Pour enlever une option du modèle :

1. Sélectionner **Options > Définir** pour ouvrir la fenêtre "Options".
2. Sélectionner l'option désirée et cliquer sur .

Remarque : En cliquant sur , c'est toujours la dernière option de la liste qui est supprimée, même si ce n'est pas elle qui est sélectionnée.

Dans l'exemple de Marie, cliquer sur  pour fermer la fenêtre "Options" et cliquer sur  dans la barre d'outils pour enregistrer votre modèle.

3.3 Construction de l'arbre des valeurs et définition des critères

3.3.1 Types de nœuds

Chaque nœud d'un arbre des valeurs peut être soit un **nœud critère** soit un **nœud non-critère**. Un nœud est appelé nœud critère s'il est utilisé pour évaluer l'attractivité des options.

Remarque : Il est vivement conseillé de construire complètement l'arbre des valeurs, c'est-à-dire d'entrer tous les nœuds de cet arbre, avant de spécifier lesquels seront des critères.

Remarque : A tout moment, on peut aisément restructurer un arbre de valeurs en déplaçant avec la souris un nœud de sa position initiale à une autre position. Il convient cependant de noter qu'un nœud critère ne peut jamais être le parent (ou l'enfant) d'un autre nœud critère.

3.3.2 Introduction des nœuds non-critères

➤ Pour entre un **nœud non-critère** dans le modèle :

1. Cliquer avec le bouton droit sur le nœud parent ("Global", dans l'exemple de Marie) et sélectionner "Ajouter un nœud" dans le menu contextuel pour ouvrir la fenêtre "Ajouter un nœud à ...".

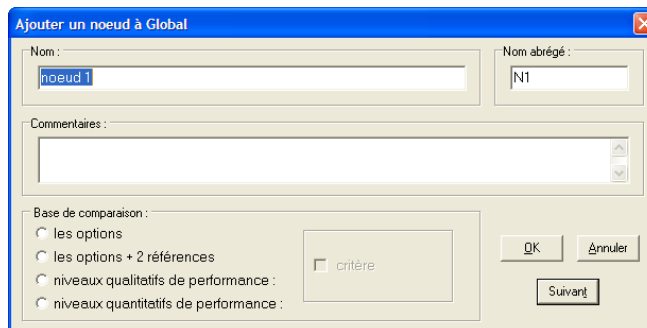


Figure 14

Remarque : Le nœud parent d'un nœud non-critère peut être n'importe quel nœud.

2. Remplacer le "nom" par défaut du nœud (par exemple. "nœud 1") par le nom désiré ("Caractéristiques de l'imprimante", dans l'exemple de Marie).

3. Remplacer le “nom abrégé” par défaut du nœud (par exemple “N1”) par le nom abrégé désiré (“Impression”, dans l'exemple de Marie).
4. Insérer tout commentaire que vous souhaitez associer à ce nœud.

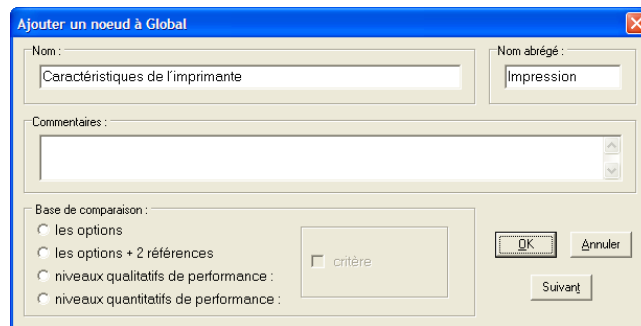


Figure 15

5. Cliquer sur “OK” pour fermer la fenêtre “Ajouter un nœud à ...” et voir ainsi graphiquement inséré le nœud nouvellement créé dans l'arbre des valeurs.

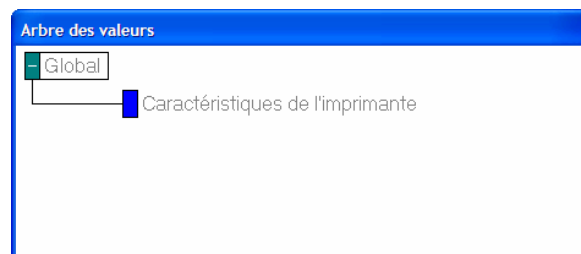


Figure 16

3.3.3 Introduction des nœuds critères avec une base de comparaison directe

M-MACBETH offre deux possibilités pour la base de comparaison dans le cas direct : vous pouvez travailler uniquement sur les options (en sélectionnant “les options” comme “base de comparaison”) ou vous pouvez décider de travailler sur un ensemble d'éléments un peu plus riche obtenu en ajoutant aux options deux références (en sélectionnant “les options + 2 références” comme “base de comparaison”). Dans chacun des cas, l'attractivité relative des options sera quantifiée; cependant, dans le second cas, la présence des références vous permettra également d'obtenir de l'information sur l'attractivité intrinsèque de chacune des options. En outre, ces références seront de grande utilité dans la phase de pondération des critères, phase dans laquelle deux éléments doivent être parfaitement identifiés sur chaque critère pour un questionnement correct.

- Pour entrer **un nœud critère** dont la base de comparaison est “**les options**” :

Remarque : Sélectionner “les options” comme “base de comparaison” n'est possible que si certaines options ont déjà été introduites dans le modèle.

1. Cliquer avec le bouton droit sur le nœud parent et sélectionner “Ajouter un nœud” dans le menu contextuel pour ouvrir la fenêtre correspondante. *Dans l'exemple de Marie, aucun critère n'a “les options” comme base de comparaison.*

Avertissement : Le nœud parent d'un nœud critère doit être un nœud non-critère.

2. **Remplacer le "nom" par défaut du nœud** (par exemple "nœud 1") par le nom désiré.
3. **Remplacer le "nom abrégé" par défaut du nœud** (par exemple "N1") par le nom abrégé désiré.
4. **Insérer tout commentaire** que vous souhaitez associer à ce critère.
5. **Sélectionner "les options "** (à l'aide du bouton radio).
6. Lorsque vous êtes satisfait des propriétés du critère, **cliquez sur "OK"** afin d'insérer le nœud critère que vous venez de créer dans l'arbre des valeurs.

➤ Pour entrer **un nœud critère** dont la base de comparaison est **"les options + 2 références"** :

1. **Cliquer avec le bouton droit sur le nœud parent** (*"Global", dans l'exemple de Marie*) et sélectionner **"Ajouter un nœud"** dans le menu contextuel pour ouvrir la fenêtre "Ajouter un nœud à ...".

Avertissement : Le nœud parent d'un nœud critère doit être un nœud non-critère.

2. **Remplacer le "nom" par défaut du nœud** (par exemple "nœud 1") par le nom désiré (*"Design de l'imprimante", dans l'exemple de Marie*).
3. **Remplacer le "nom abrégé" par défaut du nœud** (par exemple "N1") par le nom abrégé désiré (*"Design", dans l'exemple de Marie*).
4. **Insérer tout commentaire** que vous souhaitez associer à ce critère. *Dans l'exemple de Marie, "A quel point l'imprimante est visuellement attractive, considérant ses dimensions, couleur et forme."*

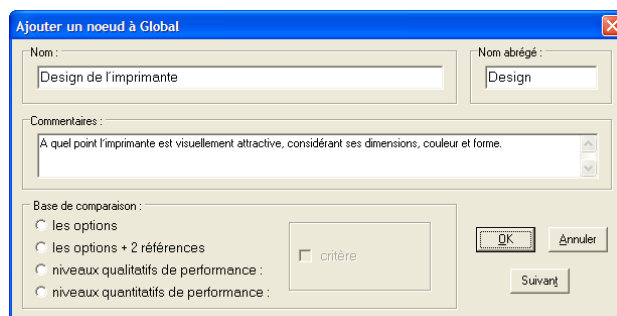


Figure 17

5. **Sélectionner "les options + 2 références"** (à l'aide du bouton radio). La fenêtre "Ajouter un nœud à ..." s'agrandira alors afin de pouvoir introduire les "Références".

Nom	Abrégé
référence supérieure	sup
référence inférieure	inf

Figure 18

Remarque : Sélectionner “les options + 2 références” conduit automatiquement à prendre ces éléments comme base de questionnement (sur le critère considéré) lors de la phase de pondération. Pour plus d’informations à ce sujet, voir [section 5.1](#).

6. Pour changer le “nom” ou le nom “abrégé” des références, cliquer sur la cellule correspondante et écrire ce que vous désirez. *Dans l'exemple de Marie, changer respectivement les noms abrégés “sup” et “inf” en “Bon” et “Neutre”.*

7. Lorsque vous êtes satisfait des propriétés du critère, **cliquez sur "OK"** afin d’insérer le nœud critère que vous venez de créer dans l’arbre des valeurs.



Figure 19

3.3.4 Introduction des nœuds critères avec une base de comparaison indirecte

M-MACBETH offre deux possibilités pour la base de comparaison dans le cas indirect : “niveaux qualitatifs de performance” et “niveaux quantitatifs de performance”. Dans chacun des cas, l’attractivité relative des options sera évaluée indirectement par l’intermédiaire d’une fonction de valeur qui associe à chaque niveau de performance introduit une valeur (ainsi que par la spécification de la performance de chaque option sur le critère considéré).

➤ Pour entrer **un nœud critère** dont la base de comparaison est “**niveaux qualitatifs de performance**” :

1. **Cliquer avec le bouton droit sur le nœud parent du critère** (“*Caractéristiques de l’imprimante*”, dans l’exemple de Marie) et sélectionner “**Ajouter un nœud**” dans le menu contextuel. Ceci ouvrira la fenêtre “Ajouter un nœud à ...” (Figure 20).

Avertissement : Le nœud parent d’un nœud critère doit être un nœud non-critère.

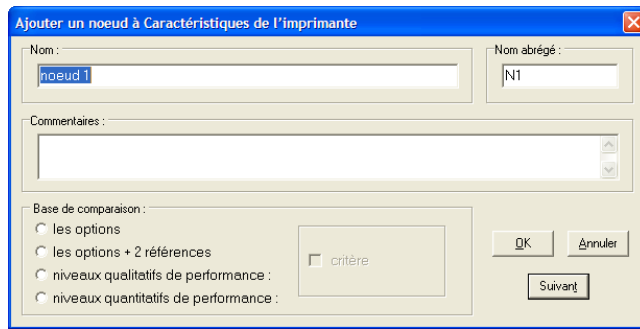


Figure 20

2. **Remplacer le nom par défaut du nœud** (par ex. "nœud 1") par le nom complet désiré ("*Qualité d'impression en couleur*", dans l'exemple de Marie comme cela apparaît dans la Figure 21).

3. **Remplacer le nom abrégé par défaut du nœud** (par ex. "N1") par le nom abrégé souhaité ("*Couleur*", dans l'exemple de Marie).

4. **Insérer tout commentaire** que vous souhaitez associer à ce critère. Dans l'exemple de Marie, "*Qualité d'impression en couleur en mode supérieur*".

5. **Sélectionner "niveaux qualitatifs de performance"** (à l'aide du bouton radio). La fenêtre "Ajouter un nœud à ..." s'agrandira alors afin de pouvoir introduire les "Niveaux de performance" (deux par défaut).

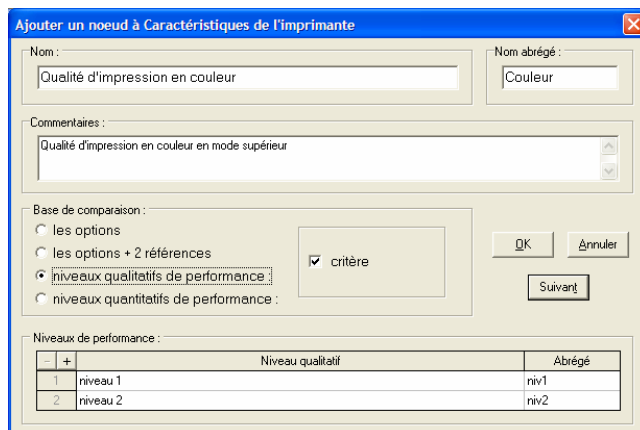


Figure 21

6. **Cliquer autant de fois sur \oplus que vous désirez introduire de niveaux de performance supplémentaires** (trois fois dans l'exemple de Marie).

7. **Remplacer les noms par défaut** par ce que vous désirez pour chaque niveau. Dans l'exemple de Marie :

Niveau 1 → "*Les photos imprimées semblent sortir d'un labo photo classique*"

Niveau 2 → "*Bon rendu des couleurs, peut servir à reproduire des photos*"

Niveau 3 → "*Les bavures sont rares et minuscules, quelques légers défauts*"

Niveau 4 → "*Rendu des couleurs satisfaisant pour du dessin, par pour une photo*"

Niveau 5 → "*Qualité des couleurs juste suffisante pour colorer du texte*"

8. **Remplacer les noms abrégés par défaut** par les noms désirés pour chaque niveau. Dans l'exemple de Marie :

Niveau 1 → "Très bonne"

Niveau 2 → "Bonne"

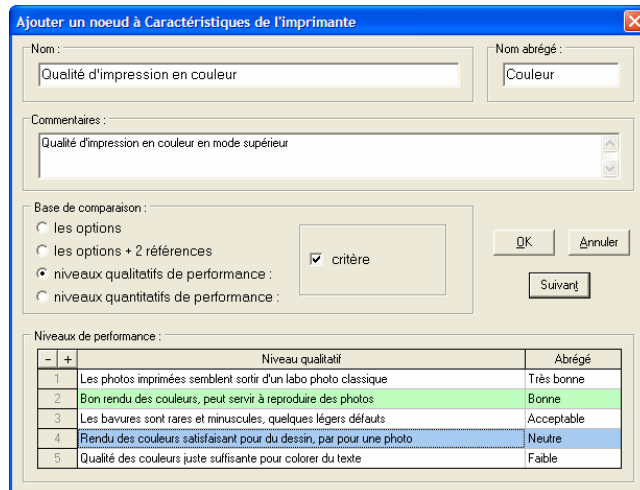
Niveau 3 → "Acceptable"

Niveau 4 → "Neutre"

Niveau 5 → "Faible"

9. **Sélectionner** le niveau de performance qui sera utilisé comme "**référence supérieure**" en **cliquant avec le bouton droit sur le niveau désiré** (dans l'exemple de Marie, c'est le niveau 2) et en sélectionnant "**référence supérieure <--**" dans le menu contextuel.

10. **Sélectionner** le niveau de performance qui sera utilisé comme "**référence inférieure**" en **cliquant avec le bouton droit sur le niveau désiré** (dans l'exemple de Marie, c'est le niveau 4) et sélectionner "**référence inférieure <--**" dans le menu contextuel.



-	+	Niveau qualitatif	Abrégé
1		Les photos imprimées semblent sortir d'un labo photo classique	Très bonne
2		Bon rendu des couleurs, peut servir à reproduire des photos	Bonne
3		Les bavures sont rares et minuscules, quelques légers défauts	Acceptable
4		Rendu des couleurs satisfaisant pour du dessin, par pour une photo	Neutre
5		Qualité des couleurs juste suffisante pour colorer du texte	Faible

Figure 22

Remarque : Sélectionner "niveaux qualitatifs de performance" conduit automatiquement à prendre les références supérieure et inférieure comme base de questionnement (sur le critère considéré) lors de la phase de pondération. Pour plus d'informations sur ce sujet, voir [section 5.1](#).

11. Lorsque vous êtes satisfait des propriétés du critère, **cliquez sur "OK"** afin d'insérer le nœud critère que vous venez de créer dans l'arbre des valeurs.

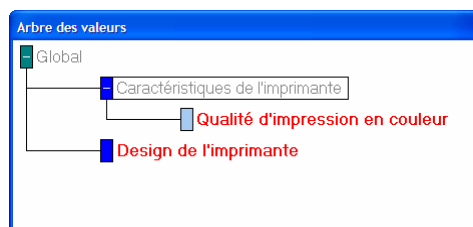


Figure 23

➤ Pour entrer un nœud critère dont la base de comparaison est "**niveaux quantitatifs de performance**" :

1. **Cliquer avec le bouton droit sur le nœud parent du critère** (*“Caractéristiques de l'imprimante”, dans l'exemple de Marie*) et sélectionner **“Ajouter un nœud”** dans le menu contextuel. Ceci ouvrira la fenêtre “Ajouter un nœud à ...” (Figure 24).

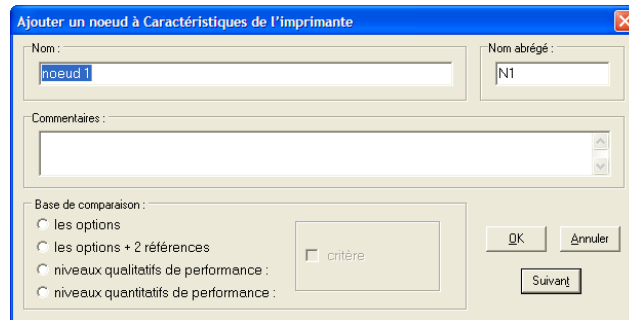


Figure 24

Avertissement : Le nœud parent d'un nœud critère doit être un nœud non-critère.

2. **Remplacer le nom par défaut du nœud** (par ex. “noeud 1”) par le nom complet désiré (*“Vitesse d'impression”, dans l'exemple de Marie*)

3. **Remplacer le nom abrégé par défaut du nœud** (par ex. “N1”) par le nom abrégé souhaité (*“Vitesse”, dans l'exemple de Marie*).

4. **Insérer tout commentaire** que vous souhaitez associer à ce critère. *Dans l'exemple de Marie, “Vitesse d'impression en couleur en mode supérieur”.*

5. **Sélectionner “niveaux quantitatifs de performance”** (à l'aide du bouton radio). La fenêtre “Ajouter un nœud à ...” s'agrandira alors afin de pouvoir introduire les “Niveaux de performance” (deux par défaut).

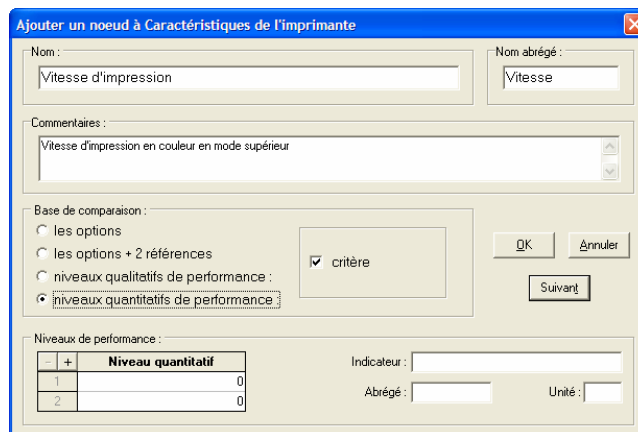



Figure 25

6. **Cliquer autant de fois sur ** que vous désirez introduire de niveaux de performance supplémentaires (*trois fois dans l'exemple de Marie*).

7. **Remplacer les "Niveaux quantitatifs" par défaut** par les valeurs désirées. *Dans l'exemple de Marie :*

Niveau 1 → “11”

Niveau 2 → “10”

Niveau 3 → “9”

Niveau 4 → "8"

Niveau 5 → "7"

8. **Sélectionner le niveau quantitatif** qui servira de "référence supérieure" en cliquant avec le bouton droit sur la valeur désirée (Dans l'exemple de Marie, c'est la valeur "11") et en sélectionnant "référence supérieure <--" dans le menu contextuel.

9. **Sélectionner le niveau quantitatif** qui servira de "référence inférieure" en cliquant avec le bouton droit sur la valeur désirée (Dans l'exemple de Marie, c'est la valeur "8") et en sélectionnant "référence inférieure <--" dans le menu contextuel.

Remarque : Sélectionner "niveaux quantitatifs de performance" conduit automatiquement à prendre les références supérieure et inférieure comme base de questionnement (sur le critère considéré) lors de la phase de pondération. Pour plus d'informations sur ce sujet, voir [section 5.1](#).

10. (optionnel) **Entrer l'indicateur de critère** ("Nombre de pages imprimées par minute", dans l'exemple de Marie, comme cela apparaît dans la Figure 26).

11. (optionnel) **Entrer un nom "abrégé"** pour l'indicateur de critère ("Pages par min", dans l'exemple de Marie).

12. (optionnel) **Entrer l'unité du critère** ("ppm", dans l'exemple de Marie).

	Niveau quantitatif
-	11
+	10
	9
	8
	7

Figure 26

13. Lorsque vous êtes satisfait des propriétés du critère, **cliquez sur "OK"** afin d'insérer le nœud critère que vous venez de créer dans l'arbre des valeurs.

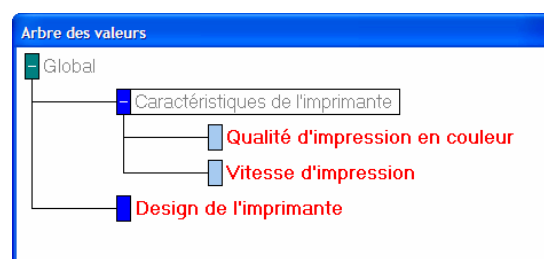


Figure 27

Pour compléter l'arbre des valeurs de Marie, entrer les nœuds (de type non-critère) suivants en tant qu'enfants de "Design de l'imprimante" : "Dimensions de l'imprimante" (abrégé : "Dimensions"), "Couleur de l'imprimante" (abrégé : "Couleur") et "Forme de l'imprimante" (abrégé : "Forme").

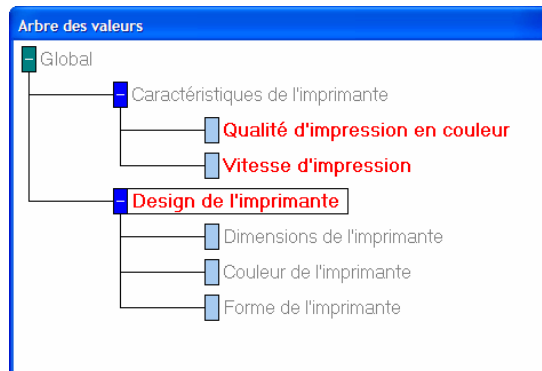


Figure 28

3.3.5 Modification des propriétés d'un nœud

➤ Pour **modifier les propriétés d'un nœud** :

1. **Cliquez avec le bouton droit sur le nœud désiré** ("Global", dans l'exemple de Marie) et sélectionner "Propriétés du nœud" dans le menu contextuel afin d'ouvrir la fenêtre "Propriétés de ...".

2. Pour effectuer une modification, **cliquer sur l'item à changer** dans la fenêtre "Propriétés de ..." (dans l'exemple de Marie, cliquer sur la boîte de texte "Global"). Ceci ouvrira la fenêtre "Renommer ...".

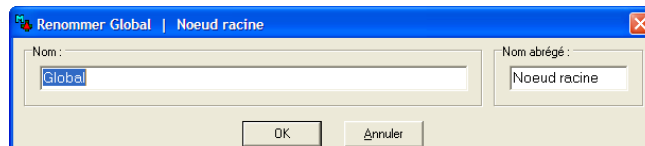


Figure 29

3. **Remplacer l'information par défaut** (dans l'exemple de Marie, remplacer "Global" par "Choix d'une imprimante" et remplacer son nom abrégé par "Choix imp.").

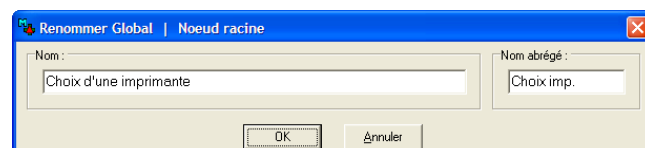


Figure 30

4. **Cliquer sur "OK"** pour fermer la fenêtre "Renommer ...", ce qui insérera les modifications dans la fenêtre "Propriétés de...".

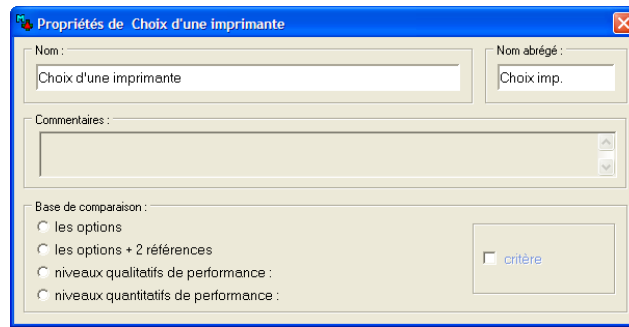


Figure 31

Remarque : Les propriétés d'un nœud peuvent être modifiées à tout moment.

Remarque : Modifier le nom abrégé d'un critère changera automatiquement la présentation de la "référence globale" associée à ce critère (voir [section 5.1](#)).

Remarque : Pour transformer un nœud critère en un nœud non-critère, désactiver critère.

Remarque : Pour transformer un nœud non-critère en un nœud critère, sélectionner une base de comparaison.

Dans l'exemple de Marie, cliquer sur  pour fermer la fenêtre "Propriétés de...".

3.3.6 Suppression d'un nœud de l'arbre des valeurs

- Pour **supprimer un nœud** de l'arbre des valeurs **cliquer avec le bouton droit sur le nœud désiré et sélectionner "Supprimer le nœud"** dans le menu contextuel.

3.4 Introduction des performances des options dans le modèle

Lorsque la "base de comparaison" d'un critère est "niveaux qualitatifs de performance" ou "niveaux quantitatifs de performance", l'obtention de nombres quantifiant l'attractivité des options sur le critère considéré nécessite que les performances des options soient introduites dans le modèle.

- Pour **introduire les performances des options dans le modèle** :

1. Sélectionner **Options > Table des performances** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils) afin d'ouvrir la fenêtre "Table des performances".

Options	Couleur	Vitesse
Ph	?	?
Espon	?	?
Sister	?	?
Nomark	?	?
Conan	?	?

Figure 32

2. A l'intérieur de la table, **cliquer sur la cellule correspondant à la performance de l'option à introduire** (dans l'exemple de Marie, cliquer sur la cellule correspondant à la performance de Ph sur le critère Couleur). Ceci ouvrira la fenêtre "Nouvelle performance" correspondant à votre choix.

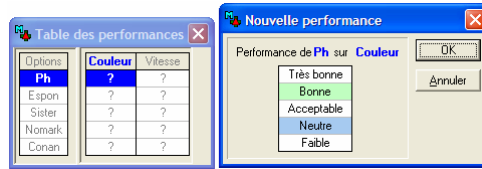


Figure 33

3. Lorsque la base de comparaison du critère est **“niveaux qualitatifs de performance”**, sélectionner le **niveau de performance approprié** dans la fenêtre **“Nouvelle performance”** (dans l'exemple de Marie, la performance de Ph sur le critère Couleur est Bonne). **Cliquer sur "OK"**.

Lorsque la base de comparaison du critère est **“niveaux quantitatifs de performance”**, taper la **performance quantitative** dans la case blanche de la fenêtre **“Nouvelle performance”** (dans l'exemple de Marie, la performance de Ph sur le critère Vitesse est 7). **Cliquer sur "OK"**.

4. **Répéter les étapes 2 et 3** pour introduire les performances des options sur tous les critères. Dans l'exemple de Marie, compléter la table des performances comme cela apparaît sur la Figure 34.

Options	Couleur	Vitesse
Ph	Bonne	7
Espon	Neutre	9
Sister	Bonne	8.5
Nomark	Acceptable	10.5
Conan	Acceptable	9

Figure 34

Remarque : La performance d'une option sur un critère peut être introduite dans le modèle à n'importe quel moment après la création de ce critère.

Remarque : Pour mettre en évidence les performances d'une option, cliquer sur la cellule correspondante dans la première colonne de la "Table des performances".

Dans l'exemple de Marie, cliquer sur  pour fermer la fenêtre "Table des performances"; cliquer sur  dans la barre de menu pour enregistrer votre modèle.

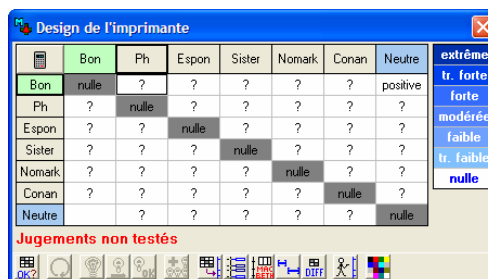


Chapitre 4 Evaluation par critère

4.1 Rangement sur un critère

➤ Pour ranger en tenant compte d'un seul critère :

1. Dans l'arbre des valeurs, **cliquez deux fois sur le critère relativement auquel vous désirez ranger les options ou les niveaux de performance** (ceci dépendant de la base de comparaison du critère). Ceci ouvrira la matrice des jugements MACBETH relative au critère sélectionné. *Dans l'exemple de Marie, cliquer deux fois sur "Design de l'imprimante".*

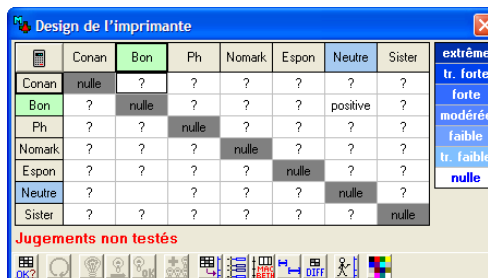


	Bon	Ph	Espon	Sister	Nomark	Conan	Neutre	
Bon	nulle	?	?	?	?	?	positive	extrême
Ph	?	nulle	?	?	?	?	?	tr. forte
Espon	?	?	nulle	?	?	?	?	forte
Sister	?	?	?	nulle	?	?	?	modérée
Nomark	?	?	?	?	nulle	?	?	faible
Conan	?	?	?	?	?	nulle	?	tr. faible
Neutre	?	?	?	?	?	?	nulle	nulle

Jugements non testés

Figure 35

2. **Cliquer et amener chacune des options, ou des niveaux de performance, à sa position dans le rangement.** *Dans l'exemple de Marie, ranger les options comme suit : Conan, Good, Ph, Nomark, Espon, Neutral and Sister.*

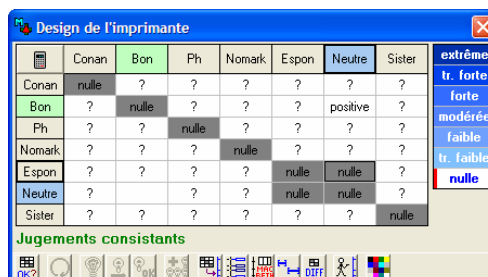


	Conan	Bon	Ph	Nomark	Espon	Neutre	Sister	
Conan	nulle	?	?	?	?	?	?	extrême
Bon	?	nulle	?	?	?	positive	?	tr. forte
Ph	?	?	nulle	?	?	?	?	forte
Nomark	?	?	?	nulle	?	?	?	modérée
Espon	?	?	?	?	nulle	?	?	faible
Neutre	?	?	?	?	?	nulle	?	tr. faible
Sister	?	?	?	?	?	?	nulle	nulle

Jugements non testés

Figure 36

3. **Pour indiquer que deux options sont indifférentes (différence d'attractivité nulle entre elles) sur un critère, cliquer sur l'une des deux cellules qui correspondent à leur comparaison** (c'est-à-dire une cellule qui correspond, horizontalement à une option et verticalement à l'autre) **et sélectionner "nulle"** dans la barre verticale des jugements MACBETH. *Dans l'exemple de Marie, Espon et Neutre ont des designs également attractifs.*




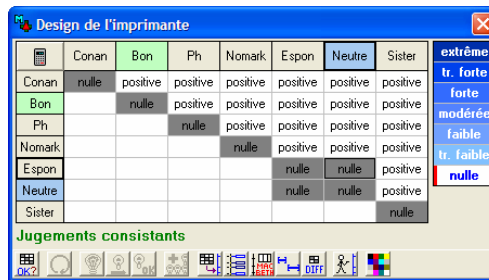
	Conan	Bon	Ph	Nomark	Espon	Neutre	Sister	
Conan	nulle	?	?	?	?	?	?	extrême
Bon	?	nulle	?	?	?	positive	?	tr. forte
Ph	?	?	nulle	?	?	?	?	forte
Nomark	?	?	?	nulle	?	?	?	modérée
Espon	?	?	?	?	nulle	nulle	?	faible
Neutre	?	?	?	?	nulle	nulle	?	tr. faible
Sister	?	?	?	?	?	?	nulle	nulle

Jugements consistants

Figure 37



4. Lorsque vous êtes satisfait du rangement, cliquez sur  afin d'ouvrir le menu contextuel et sélectionner "valider le rangement". Dans l'exemple de Marie, ce conduira à faire apparaître la fenêtre de la Figure 38.



	Conan	Bon	Ph	Nomark	Espon	Neutre	Sister	
Conan		nulle	positive	positive	positive	positive	positive	extrême
Bon			nulle	positive	positive	positive	positive	tr. forte
Ph				nulle	positive	positive	positive	forte
Nomark					nulle	positive	positive	modérée
Espon						nulle	positive	faible
Neutre							nulle	tr. faible
Sister								nulle

Jugements consistants

Figure 38

Remarque : Bien qu'il soit fortement conseillé de ranger avant d'aller plus loin, il est à noter que cette première étape n'est pas obligatoire et qu'on peut commencer en 4.2.

4.2 Jugements qualitatifs de différence d'attractivité sur un critère

➤ Pour **entrer des jugements MACBETH** de différence d'attractivité compte tenu d'un seul critère :

1. Si la fenêtre présentant la matrice des jugements relative au critère considéré n'est pas encore ouverte, **cliquez deux fois**, dans l'arbre des valeurs, **sur le critère relativement auquel vous désirez évaluer la différence d'attractivité entre les options ou les niveaux de performance** (ceci dépendant de la base de comparaison du critère). Ceci ouvrira la matrice des jugements MACBETH relative au critère sélectionné. Dans l'exemple de Marie, la matrice relative au critère "Design de l'imprimante" est déjà ouverte.

2. **Cliquer sur la cellule qui correspond à la comparaison des deux options** en vous assurant que l'option la plus attractive est dans la ligne de la cellule sélectionnée et la moins attractive dans la colonne de cette cellule. Dans l'exemple de Marie, cliquer sur la cellule située dans le coin supérieur droit de la matrice, où apparaît que Conan est plus attractive que Sister.

3. **Cliquer avec le bouton droit sur la barre verticale des jugements** (à droite de la fenêtre) afin de nettoyer la cellule avant d'insérer le jugement que vous désirez.

Remarque : L'étape 3 est inutile lorsque le rangement sur le critère n'a pas été validé.

4. **Sélectionner le jugement MACBETH désiré** (ou un ensemble de jugements consécutifs) dans la barre de jugements ("tr. forte", dans l'exemple de Marie).

Remarque : Chacune des sept catégories sémantiques peut être choisie de même qu'une suite quelconque de jugements allant de "très faible" à "extrême" (par exemple de très faible à très forte, de faible à modérée, etc.). A noter que, comme "nulle" correspond à l'idée d'attractivités égales, cette catégorie ne peut être combinée avec aucune des six autres catégories de différence d'attractivité.

5. **Répéter cette procédure** dans le cas de chaque cellule pour laquelle vous désirez introduire un jugement de différence d'attractivité. Dans l'exemple de Marie, compléter la matrice des jugements selon la Figure 39.

	Conan	Bon	Ph	Nomark	Espon	Neutre	Sister	
Conan	nulle	faible	faible	mod-fort	forte	forte	tr. forte	extrême
Bon		nulle	faible	positive	positive	positive	fort-fort	tr. forte
Ph			nulle	tr. faible	positive	positive	forte	forte
Nomark				nulle	modérée	modérée	mod-fort	modérée
Espon					nulle	nulle	faï-mod	tr. faible
Neutre						nulle	faï-mod	faible
Sister							nulle	tr. faible
								nulle

Figure 39

Remarque : Il n'est pas nécessaire de fournir, pour chaque cellule, un jugement différent de "positive" avant de pouvoir obtenir une première échelle numérique.

Remarque : Lorsque le rangement a été validé, il est important de garder à l'esprit que : remplir la dernière colonne de la matrice revient à comparer chaque élément (option ou niveau de performance) à l'élément le moins attractif; remplir la première ligne de la matrice revient à comparer l'élément le plus attractif à chacun des autres éléments ; remplir la diagonale au-dessus de la diagonale principale revient à comparer successivement toutes les paires d'éléments consécutifs dans le rangement.

➤ Pour **modifier un jugement MACBETH préalablement introduit** :

1. **Cliquer sur le jugement** que vous désirez modifier.
2. **Cliquer avec le bouton droit sur la barre des jugements** afin de nettoyer la cellule avant d'insérer le nouveau jugement que vous désirez.
3. **Sélectionner le jugement MACBETH désiré** (ou un ensemble de jugements consécutifs) dans la barre de jugements.

4.3 Comment procéder en cas d'inconsistance

Chaque fois qu'un jugement est introduit dans la matrice des jugements, M-MACBETH vérifie automatiquement sa compatibilité avec l'ensemble des jugements qui y ont déjà été introduits. En cas d'inconsistance, M-MACBETH vous proposera des pistes de réflexion.

➤ Pour **dépasser des jugements inconsistants** :

1. Quand un jugement incompatible avec les précédents est entré dans la matrice des jugements, l'écran de la Figure 40 apparaît. *Dans l'exemple de Marie, vous obtiendrez cet écran en entrant, dans la matrice de jugements relative au critère "Design de l'imprimante", le jugement "modérée" dans la cellule qui compare Bon à Nomark.*

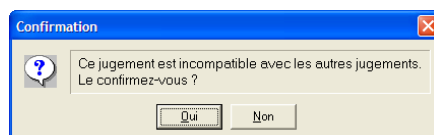


Figure 40

2. **Cliquer sur "Oui"** pour **faire apparaître les jugements inconsistants** avec l'aide de M-MACBETH. Ceci ouvrira d'abord une fenêtre (Figure 41) vous informant du nombre de possibilités que le logiciel a trouvé pour obtenir une matrice consistance avec un nombre minimal de changements.

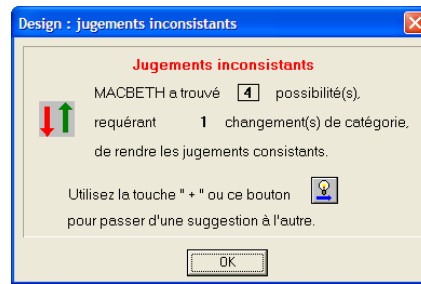


Figure 41

3. Cliquer sur "Oui" pour analyser les suggestions de M-MACBETH qui apparaissent dans la matrice inconsistante.

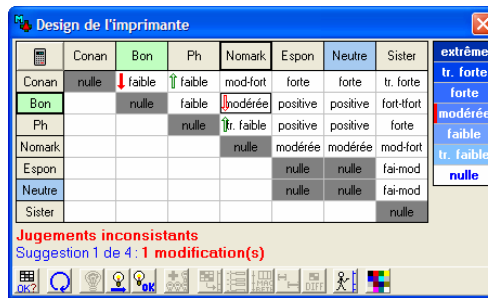


Figure 42

4. Cliquer sur [lightbulb icon], dans la barre d'outils située sous la matrice, pour passer en revue chaque suggestion proposée.

5. Cliquer sur [lightbulb icon] pour accepter la suggestion numérotée sous la matrice et mise en évidence dans celle-ci par une (des) flèche(s) pleine(s). Ceci rendra la matrice consistante. Dans l'exemple de Marie, accepter la suggestion 2 de 4.

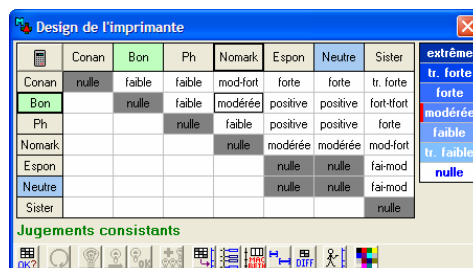


Figure 43

4.4 Quantification de l'attractivité sur chaque critère

4.4.1 Quantification directe de l'attractivité des options

➤ Pour quantifier l'attractivité des options (relativement à un critère) au départ de la comparaison directe de ces options :

1. Si la fenêtre contenant la matrice des jugements relative au critère considéré n'est pas ouverte, cliquer deux fois sur son nœud. Dans l'exemple de Marie, la matrice relative au critère "Design de l'imprimante" est déjà ouverte.

2. Cliquer sur [matrix icon], dans la barre d'outils qui se trouve sous la matrice, pour faire apparaître une échelle numérique (échelle MACBETH) (Figure 44) déterminée par le logiciel M-MACBETH sur base de l'ensemble des jugements qualitatifs se trouvant dans la matrice des jugements.

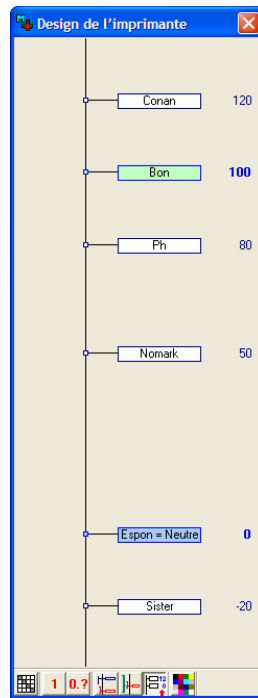



Figure 44


Remarque : Par défaut, M-MACBETH détermine une échelle dont les valeurs 0 et 100 sont assignées aux références inférieure et supérieure lorsque ces références ont été précisées. Si ces deux références ne sont pas définies, M-MACBETH assigne les valeurs 0 and 100 aux deux éléments extrêmes de l'échelle.

Remarque : Sélectionner **Pondération > Cotes de référence...** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour ouvrir la fenêtre "Cotes de référence" et changer les valeurs par défaut des références pour tous les critères.

3. Cliquez sur une option dont vous désirez ajuster la valeur et modifiez sa position sur l'axe vertical à l'aide de la souris. En ce faisant, vous ferez apparaître un intervalle à l'intérieur duquel la valeur de l'option peut être modifiée sans bouger aux valeurs des autres options tout en respectant l'ensemble des jugements contenus dans la matrice. *Marie considère que la différence d'attractivité entre Ph et Nomark est semblable à la différence d'attractivité entre Bon et Ph, et non plus grande comme le propose M-MACBETH ; cliquer sur Ph et modifier sa position jusqu'au moment où sa valeur associée est approximativement 75.*

Remarque : Pour associer une valeur numérique précise à une option, cliquer avec le bouton droit sur cette option et sélectionner "Modifier la cote de ..." dans le menu contextuel.

Remarque : Si la valeur désirée est en dehors de l'intervalle, vous devez peut-être réexaminer certains jugements introduits dans la matrice.

4. Pour arrondir les valeurs des options à des entiers, cliquer sur  dans la barre d'outils en bas de la fenêtre de l'échelle. *Essayer cette instruction dans l'exemple de Marie.*

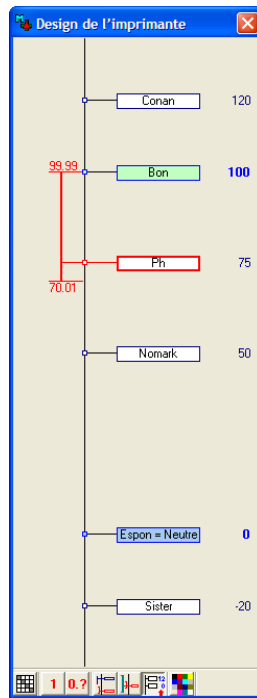




Figure 45

5. **Répétez ce processus** jusqu'au moment où vous êtes satisfait de toutes les différences d'attractivité qui apparaissent sur l'échelle.

Avertissement : Cliquer sur  dans la barre d'outils située dans le bas de la fenêtre de la matrice donne l'échelle MACBETH correspondant aux jugements de cette matrice, ce qui signifie que, si vous appuyez sur ce bouton après avoir modifié l'échelle MACBETH, vous perdrez toutes les modifications que vous avez pu apporter à cette échelle. Par contre, cliquer sur  restitue l'échelle la plus récente, préservant dès lors les modifications que vous avez pu apporter à l'échelle MACBETH.

Dans l'exemple de Marie, sélectionner Fenêtres > Tout fermer pour fermer à la fois la fenêtre de la matrice et la fenêtre de l'échelle.

4.4.2 Quantification de l'attractivité de niveaux de performance qualitatifs

➤ Pour **quantifier l'attractivité de niveaux de performance qualitatifs** (phase intermédiaire dans le cas de la quantification des options de manière indirecte) :

1. Si la fenêtre contenant la matrice des jugements relative au critère considéré n'est pas ouverte, **cliquer deux fois sur son nœud**.

Dans l'exemple de Marie, cliquer deux fois sur le nœud du critère "Qualité d'impression en couleur" et introduire les jugements comme cela apparaît dans la Figure 46.

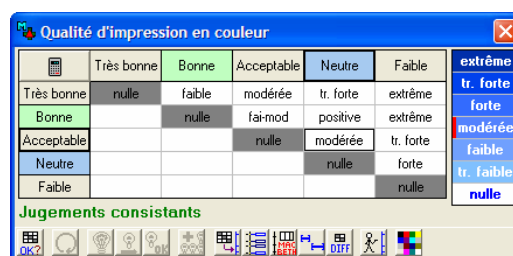



Figure 46

2. Cliquer sur , dans la barre d'outils qui se trouve sous la matrice, **pour faire apparaître une échelle numérique (échelle MACBETH)** (Figure 47) déterminée par le logiciel M-MACBETH sur base de l'ensemble des jugements qualitatifs se trouvant dans la matrice des jugements.

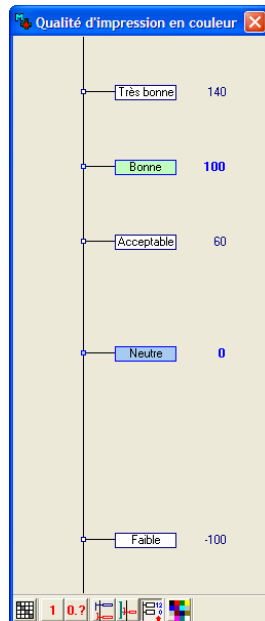



Figure 47


Remarque : Par défaut, M-MACBETH détermine une échelle dont les valeurs 0 et 100 sont assignées aux références inférieure et supérieure lorsque ces références ont été précisées. Si ces deux références ne sont pas définies, M-MACBETH assigne les valeurs 0 et 100 aux deux éléments extrêmes de l'échelle.

Remarque : Sélectionner **Pondération > Cotes de référence...** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour ouvrir la fenêtre "Cotes de référence" et changer les valeurs par défaut des références pour tous les critères.

3. Cliquez sur un niveau de performance dont vous désirez ajuster la valeur et modifiez sa position sur l'axe vertical à l'aide de la souris. En ce faisant, vous ferez apparaître un intervalle à l'intérieur duquel la valeur de l'option peut être modifiée sans bouger aux valeurs des autres options tout en respectant l'ensemble des jugements contenus dans la matrice. *Marie considère que la différence d'attractivité entre Acceptable et Neutre est semblable à la différence d'attractivité entre Bon et Acceptable, et non plus grande comme le propose M-MACBETH ; cliquer sur Ph et modifier sa position jusqu'au moment où sa valeur associée est approximativement 50.*

Remarque : Pour associer une valeur numérique précise à un niveau de performance, cliquer avec le bouton droit sur ce niveau et sélectionner "Modifier la cote de ..." dans le menu contextuel.

Remarque : Si la valeur désirée est en dehors de l'intervalle, vous devez peut-être réexaminer certains jugements introduits dans la matrice.

4. Pour arrondir les valeurs à des entiers, cliquer sur  dans la barre d'outils en bas de la fenêtre de l'échelle. *Essayer cette instruction dans l'exemple de Marie.*

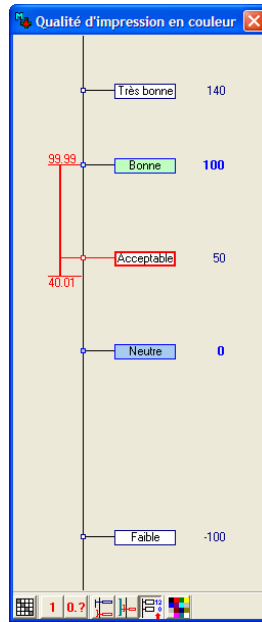




Figure 48

5. **Répétez ce processus** jusqu'au moment où vous êtes satisfait de toutes les différences d'attractivité qui apparaissent sur l'échelle.

Avertissement : Cliquer sur  dans la barre d'outils située dans le bas de la fenêtre de la matrice donne l'échelle MACBETH correspondant aux jugements de cette matrice, ce qui signifie que, si vous appuyez sur ce bouton après avoir modifié l'échelle MACBETH, vous perdrez toutes les modifications que vous avez pu apporter à cette échelle. Par contre, cliquer sur  restitue l'échelle la plus récente, préservant dès lors les modifications que vous avez pu apporter à l'échelle MACBETH.

*Dans l'exemple de Marie, sélectionner **Fenêtres > Tout fermer** pour fermer à la fois la fenêtre de la matrice et la fenêtre de l'échelle.*

4.4.3 Quantification de l'attractivité de niveaux de performance quantitatifs

➤ Pour **quantifier l'attractivité de niveaux de performance quantitatifs** (phase intermédiaire dans le cas de la quantification des options de manière indirecte) :

1. Si la fenêtre contenant la matrice des jugements relative au critère considéré n'est pas ouverte, **cliquer deux fois sur son nœud**.

Dans l'exemple de Marie, cliquer deux fois sur le nœud du critère "Vitesse d'impression" et introduire les jugements comme cela apparaît dans la Figure 49.

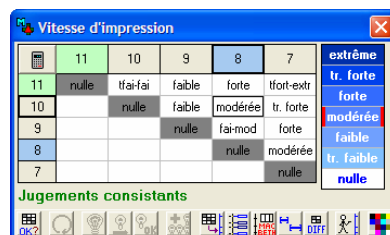



Figure 49

2. Cliquer sur  dans la barre d'outils qui se trouve sous la matrice **pour faire apparaître une échelle numérique (échelle MACBETH)** (Figure 50) déterminée par le logiciel M-MACBETH sur base de l'ensemble des jugements qualitatifs se trouvant dans la matrice des jugements. Ceci ouvre une fenêtre avec deux représentations graphiques : à gauche, un axe vertical sur lequel apparaissent les niveaux de performance quantitatifs (encadrés) ainsi que leur valeur d'attractivité; à droite, le graphe d'une fonction de valeur linéaire par morceaux où les niveaux de performance sont portés sur l'axe horizontal et les valeurs associées à ces niveaux sur l'axe vertical. Les parties linéaires du graphe permettent d'associer une valeur à une option dont la performance par rapport au critère considéré est entre deux niveaux de performance consécutifs.

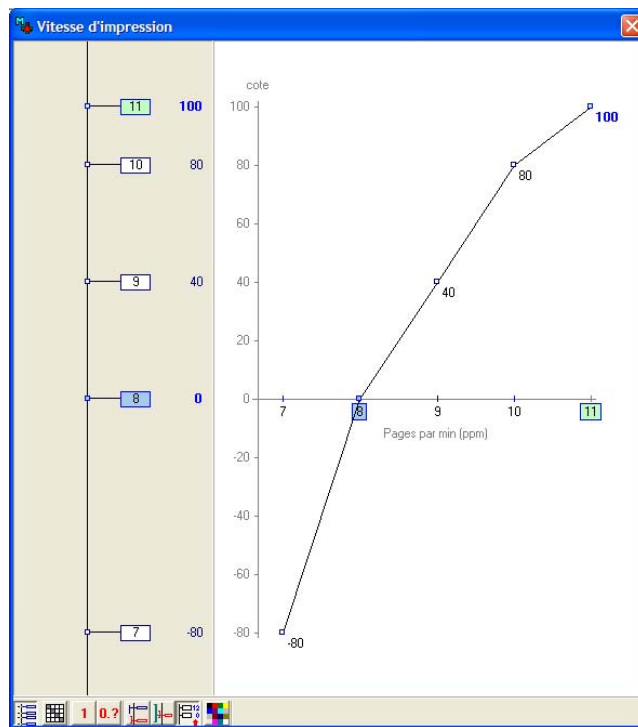




Figure 50

Remarque : Cliquer sur , dans la barre d'outils située dans le bas de la fenêtre de l'échelle, cachera l'axe vertical se trouvant à gauche du graphe.

Remarque : Par défaut, M-MACBETH détermine une échelle dont les valeurs 0 et 100 sont assignées aux références inférieure et supérieure lorsque ces références ont été précisées. Si ces deux références ne sont pas définies, M-MACBETH assigne les valeurs 0 and 100 aux deux éléments extrêmes de l'échelle.

Remarque : Sélectionner **Pondération > Cotes de référence...** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour ouvrir la fenêtre "Cotes de référence" et changer les valeurs par défaut des références pour tous les critères.


3. Cliquez sur un niveau de performance dont vous désirez ajuster la valeur (soit sur l'axe vertical, soit sur le point qui le représente sur le graphe de la fonction de valeur) **et modifiez sa position à l'aide de la souris**. Ceci ouvrira un intervalle à l'intérieur duquel la valeur de l'option peut être modifiée sans bouger aux valeurs des autres options tout en respectant l'ensemble des jugements contenus dans la matrice. *Dans l'exemple de Marie, cliquer sur le niveau de performance 9 et modifier sa position*



avec la souris jusqu'à ce que sa valeur associée soit 50 car Marie considère que les différences d'attractivité entre 10 et 9 et entre 9 et 8 sont égales.

Remarque : Pour associer une valeur numérique précise à un niveau de performance, cliquer avec le bouton droit sur ce niveau et sélectionner "Modifier la cote de ..." dans le menu contextuel.

Remarque : Si la valeur désirée est en dehors de l'intervalle, vous devez peut-être réexaminer certains jugements introduits dans la matrice.

4. Pour arrondir les valeurs à des entiers, cliquer sur  dans la barre d'outils en bas de la fenêtre de l'échelle. *Essayer cette instruction dans l'exemple de Marie.*

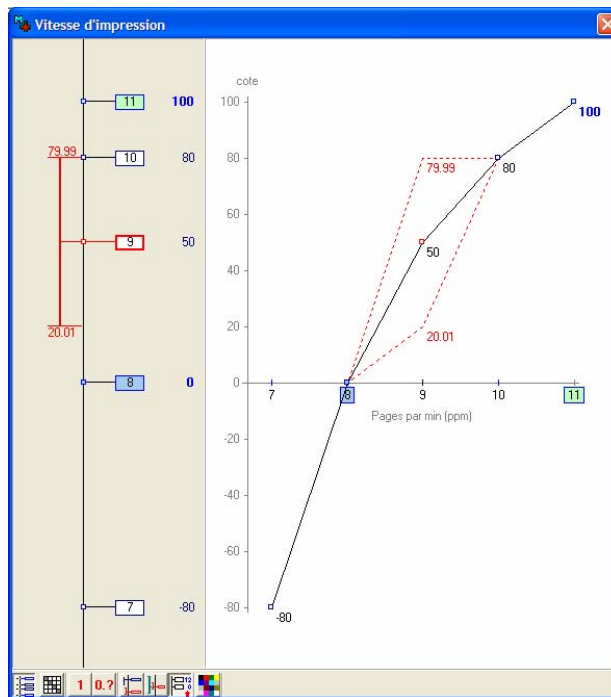





Figure 51

5. **Répétez ce processus** jusqu'au moment où vous êtes satisfait de toutes les différences d'attractivité qui apparaissent sur l'échelle.

Avertissement : Cliquer sur  dans la barre d'outils située dans le bas de la fenêtre de la matrice donne l'échelle MACBETH correspondant aux jugements de cette matrice, ce qui signifie que, si vous appuyez sur ce bouton après avoir modifié l'échelle MACBETH, vous perdrez toutes les modifications que vous avez pu apporter à cette échelle. Par contre, cliquer sur  restitue l'échelle la plus récente, préservant dès lors les modifications que vous avez pu apporter à l'échelle MACBETH.

Dans l'exemple de Marie, sélectionner **Fenêtres > Tout fermer** pour fermer à la fois la fenêtre de la matrice et la fenêtre de l'échelle ; cliquer sur  dans la barre d'outils principale pour sauvegarder votre modèle.



Chapitre 5 Pondération

5.1 Références pour la pondération

Pour pondérer les critères du modèle, deux références pour la pondération (une "supérieure" et une "inférieure") sont requises pour chaque critère.

- Pour **définir une référence supérieure (ou inférieure) pour la pondération** eu égard à un critère (dans l'exemple de Marie, ces références furent introduites lors de la définition de chacun des trois critères – voir [section 3.3.3](#) et [section 3.3.4](#)) :

1. Sélectionner **Pondération > Références pour la pondération...** afin d'ouvrir la fenêtre "Références pour la pondération".

Références globales	Couleur	Vitesse	Design
[Couleur]	Très bonne	11	Conan
[Vitesse]	Bonne	10	Bon
[Design]	Acceptable	9	Ph
[toutes inf]	Neutre	8	Nomark
	Faible	7	Espon
			Neutre
			Sister


Figure 52

Remarque : Si une "référence supérieure" d'un critère n'a pas encore été définie, aucune cellule de la colonne relative à ce critère n'est colorée en vert clair; de même, si une "référence inférieure" d'un critère n'a pas été définie précédemment, aucune cellule de la colonne relative à ce critère n'est colorée en bleu.

2. Dans la colonne du critère considéré, **cliquer avec le bouton droit sur la cellule adéquate et sélectionner "référence supérieure <-- ..."** (ou "référence inférieure <-- ...") dans le menu contextuel.

Remarque : Dans la colonne "Références globales" de la fenêtre "Références pour la pondération" : [toutes inf] représente une "référence globale" dont les performances sont égales aux références inférieures de tous les critères; chaque nom de critère entre crochets, [nom abrégé], représente une "référence globale" dont la performance sur le critère désigné est égale à sa référence supérieure et dont toutes les autres performances sont égales aux références inférieures des autres critères ([Couleur], [Vitesse] et [Design], dans l'exemple de Marie).

Remarque : Pour mettre en évidence les performances d'une référence globale, cliquer sur sa cellule dans la colonne gauche de la fenêtre "Références pour la pondération". Pour changer le nom d'une référence globale, cliquer avec le bouton droit sur sa cellule dans la fenêtre "Références pour la pondération" et sélectionner "Renommer". Ceci modifiera automatiquement le "nom abrégé" du critère sous-jacent.

Remarque : Sélectionner "Pondération > Cotes de référence..." (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) ouvre la fenêtre "Cotes de référence", dans laquelle, outre le nom de [toutes inf], on peut aussi changer le nom de [toutes sup]; [toutes sup] représente une "référence globale" dont les performances sont égales aux références supérieures de tous les critères.

5.2 Rangement des critères par ordre d'importance

Le rangement, par ordre d'importance, des critères est déterminé par le rangement, par ordre d'attractivité (globale), des "références globales".

- Pour **ranger les critères par ordre d'importance** (si les références supérieure et inférieure de chaque critère n'ont pas encore été définies, voir [section 5.1](#)) :

1. Sélectionner **Pondération > Jugements** pour ouvrir la matrice des jugements pour la pondération.

2. Ranger, par ordre d'attractivité décroissante (du haut en bas), les références globales **en cliquant sur elles et en les amenant à la position désirée avec la souris**. *Dans l'exemple de Marie, le rangement est : [Couleur], [Design], [Vitesse] et [toutes inf].*

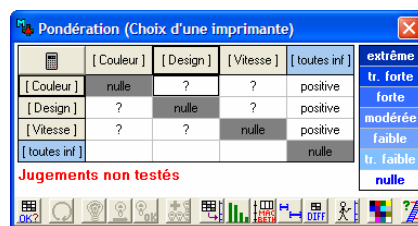



Figure 53

Remarque : [toutes inf] doit toujours être en dernière position du rangement, étant donné qu'elle est dominée par chacune des autres références globales ; en effet, celles-ci sont plus attractives que [toutes inf] sur un critère et également attractives sur tous les autres.

3. Pour indiquer que deux références globales sont également attractives, cliquer sur la cellule qui les compare (c'est-à-dire la cellule qui correspond à la première référence globale horizontalement et à la seconde verticalement) et sélectionner "nulle" dans la barre des jugements MACBETH. *Dans l'exemple de Marie, [Couleur] et [Design] sont également attractives.*

4. Lorsque vous êtes satisfait du rangement, cliquer sur  pour ouvrir le menu contextuel et sélectionner "Valider le rangement". *Dans l'exemple de Marie, apparaît alors la fenêtre de la Figure 54.*

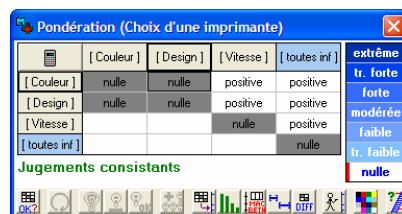


Figure 54

Remarque : Lorsque le rangement a été validé, les références globales sont automatiquement réordonnées dans la colonne de gauche de la fenêtre "Références pour la pondération".

Remarque : Bien que cela soit recommandé, ranger les critères par ordre d'importance n'est pas obligatoire.

5.3 Jugements qualitatifs de différence d'attractivité globale

➤ Pour **entrer des jugements qualitatifs** de différence d'attractivité globale entre les références globales :

1. Si la matrice des jugements pour la pondération n'est pas déjà ouverte, **sélectionner Pondération > Jugements**.

2. **Cliquer sur la cellule qui correspond à la comparaison des deux références globales concernées**.

3. **Cliquer avec le bouton droit sur la barre des jugements** afin de nettoyer la cellule avant d'insérer le jugement que vous désirez.

Remarque : L'étape 3 est inutile lorsque le rangement des références globales n'a pas été validé.

4. **Sélectionner le jugement MACBETH désiré** (ou un ensemble de jugements consécutifs) dans la barre de jugements.

Remarque : Chacune des sept catégories sémantiques peut être choisie de même qu'une suite quelconque de jugements allant de "très faible" à "extrême" (par exemple de très faible à très forte, de faible à modérée, etc.). A noter que, comme "nulle" correspond à l'idée d'attractivités égales, cette catégorie ne peut être combinée avec aucune des six autres catégories de différence d'attractivité.

Remarque : Se référer à la [section 4.3](#) pour savoir comment procéder en cas d'inconsistance.

5. **Répéter cette procédure** dans le cas de chaque cellule pour laquelle vous désirez introduire un jugement de différence d'attractivité. *Dans l'exemple de Marie, compléter la matrice des jugements pour la pondération selon la Figure 55.*

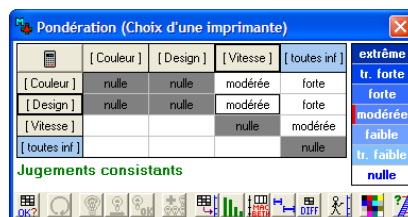


Figure 55

Remarque : Il n'est pas nécessaire de fournir, pour chaque cellule, un jugement différent de "positive" avant de pouvoir obtenir une première échelle numérique.

5.4 Quantification des poids des critères

➤ Pour **construire une échelle de poids** sur base de la matrice des jugements :

1. Si la fenêtre avec la matrice des jugements pour la pondération n'est pas encore ouverte, sélectionner **Pondération > Jugements**.

2. **Cliquer sur  pour faire apparaître l'échelle MACBETH des poids.**

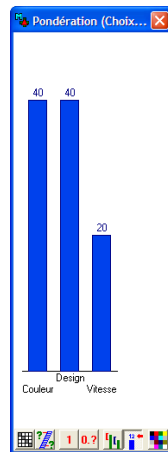





Figure 56


3. Cliquez sur la barre d'un critère dont vous désirez ajuster le poids et modifiez sa hauteur à l'aide de la souris. En ce faisant, vous ferez apparaître un intervalle à l'intérieur duquel le poids du critère peut être modifié tout en respectant l'ensemble des informations contenues dans la matrice des jugements pour la pondération.

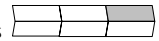
Remarque : Pour associer une valeur numérique précise au poids d'un critère, cliquer avec le bouton droit sur la barre de ce critère et sélectionner "Modifier le poids de ..." dans le menu contextuel.

Remarque : Si la valeur désirée est en dehors de l'intervalle, vous devez peut-être réexaminer certains jugements introduits dans la matrice des jugements pour la pondération.

4. Pour arrondir les poids à des entiers, cliquer sur  dans la barre d'outils en bas de la fenêtre des poids.

Avertissement : Cliquer sur  dans la barre d'outils située dans le bas de la fenêtre de la matrice des jugements pour la pondération donne l'échelle MACBETH des poids correspondant aux jugements de cette matrice, ce qui signifie que, si vous appuyez sur ce bouton après avoir modifié l'échelle MACBETH des poids, vous perdrez toutes les modifications des poids que vous avez pu apporter à cette échelle. Par contre, cliquer sur  restitue l'échelle la plus récente, préservant dès lors les modifications des poids que vous avez pu apporter à l'échelle MACBETH.


*Dans l'exemple de Marie, sélectionner **Fenêtres > Tout fermer** pour fermer à la fois la fenêtre des références pour la pondération, la fenêtre de la matrice des jugements pour la pondération et la fenêtre des poids; cliquer sur  dans la barre d'outils principale pour enregistrer votre modèle.*



Chapitre 6 Analyse des résultats du modèle

6.1 Cotes globales


Dès que le modèle a été construit, vous pouvez voir les résultats du modèle, présentés dans une table concise.

- Sélectionner **Options > Table des cotes** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) afin d'ouvrir la fenêtre "Table des cotes".

Options	Global	Couleur	Vitesse	Design
Ph	54.00	100.00	-80.00	75.00
Espon	10.00	0.00	50.00	0.00
Sister	37.00	100.00	25.00	-20.00
Nomark	58.00	50.00	90.00	50.00
Conan	78.00	50.00	50.00	120.00
[toutes sup]	100.00	100.00	100.00	100.00
[toutes inf]	0.00	0.00	0.00	0.00
Poids :		0.4000	0.2000	0.4000

Figure 57


Remarque : [toutes inf] représente une référence globale dont les performances sont égales aux références inférieures de tous les critères, tandis que [toutes sup] représente une référence globale dont les performances sont égales aux références supérieures de tous les critères. Toutes deux sont des références intrinsèques d'attractivité globale.

Remarque : Sélectionner "Pondération > Cotes de références ..." (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour changer le nom de [toutes sup] ou [toutes inf].

Remarque : Par défaut, les options sont rangées dans l'ordre dans lequel elles apparaissent dans la fenêtre "Options". Cliquer sur "Global" pour ranger les options par ordre d'attractivité globale décroissante, de haut en bas.

6.2 Thermomètre global

Les cotes globales des options peuvent aussi être présentées graphiquement sous forme d'un "Thermomètre global".

- Sélectionner **Options > Thermomètre global** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour ouvrir la fenêtre "Thermomètre global".

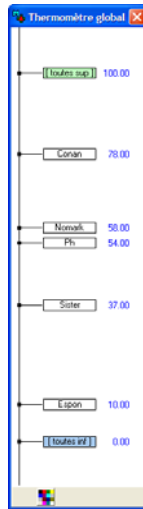



Figure 58

Dans l'exemple de Marie, sélectionner **Fenêtres > Tout fermer** pour fermer à la fois la fenêtre de la "Table des scores" et la fenêtre du "Thermomètre global".

6.3 Profils des options

En vue d'acquérir une compréhension plus profonde des résultats du modèle, M-MACBETH vous offre, pour chaque option, la possibilité de voir graphiquement comment se présentent ses valeurs sur chaque critère, ce qui permet de donner un éclairage intéressant de l'origine de leur cote globale.

➤ Pour voir le profil d'une option :

1. Sélectionner **Options > Profils** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) et sélectionner l'option désirée dans le menu contextuel (*Sister*, dans l'exemple de Marie). Ceci ouvrira la fenêtre du "profil" de l'option.

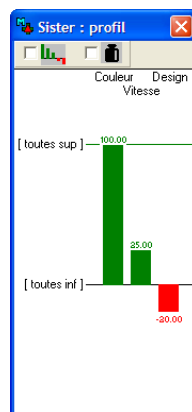



Figure 59

Remarque : Par défaut, les barres correspondent aux valeurs de l'option considérée telles qu'elles apparaissent dans la fenêtre de la "Table des scores"; à noter que ces valeurs ne tiennent pas compte des poids des critères, mais qu'elles fournissent une visualisation graphique des valeurs de l'option choisie relativement aux valeurs des références intrinsèques [toutes inf] et [toutes sup].

2. Cocher la boîte  pour faire apparaître les barres qui correspondent aux cotes pondérées de l'option.

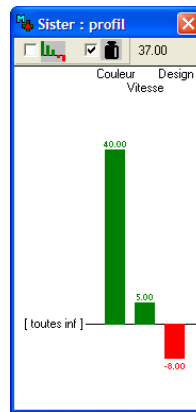





Figure 60

Remarque : Chaque barre de critère dans le profil pondéré d'une option correspond au produit du poids du critère par la valeur de l'option sur ce critère; le profil pondéré représente donc les contributions des valeurs de l'option à sa cote globale, laquelle apparaît d'ailleurs à la droite de   (37.00, dans l'exemple de Marie).


3. **Cocher la boîte**  **pour ranger les barres des critères** en fonction de leur plus ou moins grande contribution à la cote globale de l'option.


Dans l'exemple de Marie, cliquer sur  pour fermer la fenêtre du "profil" de Sister.

6.4 Profils de différences

M-MACBETH vous permet d'explorer les différences entre les scores de deux options quelconques.

➤ Pour **voir le profil de différences entre deux options** :

1. Sélectionner **Options > Profils de différences** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour ouvrir la fenêtre "**Profils de différences**" (Figure 61).

2. Pour **sélectionner les deux options** à comparer, cliquer sur  à côté de chacune des options par défaut **et sélectionner les deux options désirées** dans le menu contextuel respectif (dans l'exemple de Marie, sélectionner Conan et Nomark).

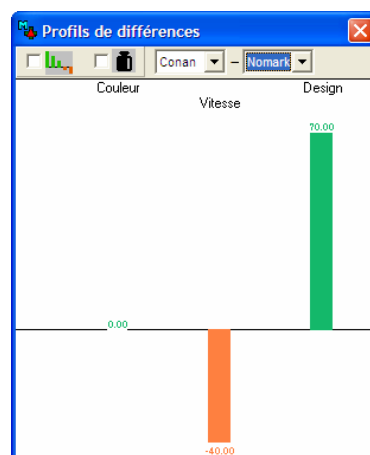



Figure 61

Remarque : L'information montrée dans la fenêtre des "Profils de différences" compare la première des deux options sélectionnées à la seconde. Les différences positives (barres vertes) concernent les critères pour lesquels la première des deux options est meilleure que la seconde (*Design, dans l'exemple de Marie*). Chaque contribution négative (barre rouge) indique un critère pour lequel la seconde option est meilleure que la première (*Vitesse, dans l'exemple de Marie*). Une différence nulle signifie que les deux options sont indifférentes sur le critère en question (*Couleur, dans l'exemple de Marie*).

Remarque : Par défaut, les barres de la fenêtre des "Profils de différences" correspondent aux différences des valeurs des options qui apparaissent dans la fenêtre de la "Table des cotes"; rappelons que celles-ci ne tiennent pas compte des poids des critères.

3. **Cocher la boîte**  pour montrer les barres qui correspondent aux **différences pondérées** entre les deux options sélectionnées.

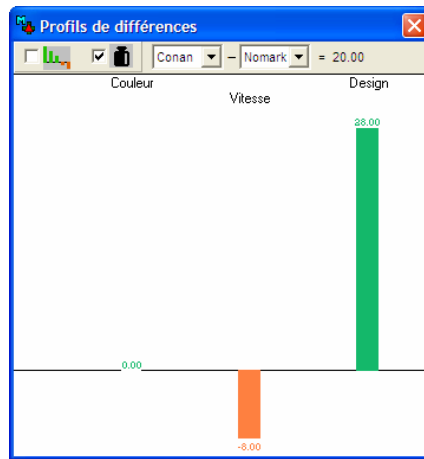



Figure 62

Remarque : Les barres pondérées permettent d'analyser comment les différences en faveur de la première option compensent ou non les différences en faveur de la seconde option; la différence globale apparaît automatiquement dans la fenêtre (*20.00, dans l'exemple de Marie*).

4. **Cocher la boîte**  pour ranger les barres des critères en fonction de leur plus ou moins grande contribution à la différence globale entre les deux options.

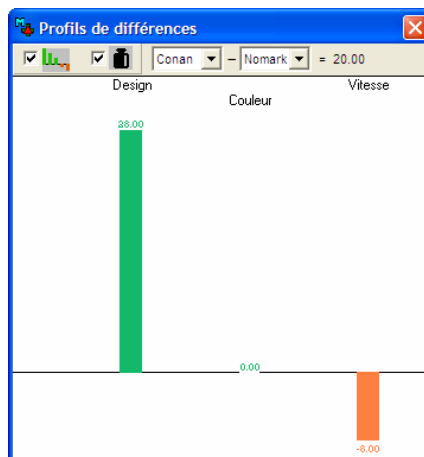



Figure 63


Dans l'exemple de Marie, cliquer sur  pour fermer la fenêtre des "Profils de différences".


6.5 Graphique XY

6.5.1 Cotes sur deux critères ou groupes de critères

M-MACBETH permet de comparer les cotes des options sur deux critères ou groupes de critères, en rendant possible la représentation dans un plan ("Graphique XY") des valeurs (cotes) des options sur deux critères ou sur deux groupes de critères.

- Pour **comparer les valeurs (cotes) des options sur deux critères ou deux groupes de critères** :

1. Sélectionner **Options > Graphique XY** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour ouvrir la fenêtre "Graphique XY".

2. Pour **sélectionner les deux critères ou groupes de critères** sur lesquels vous désirez comparer les cotes des options, cliquer sur  à la droite de chacun des noms des axes **et sélectionner les noms abrégés de chaque nœud désiré** dans le menu contextuel respectif. Dans l'exemple de Marie, sélectionner "Impression" et "Design".

3. Cliquer sur  pour faire apparaître la **frontière efficace**.

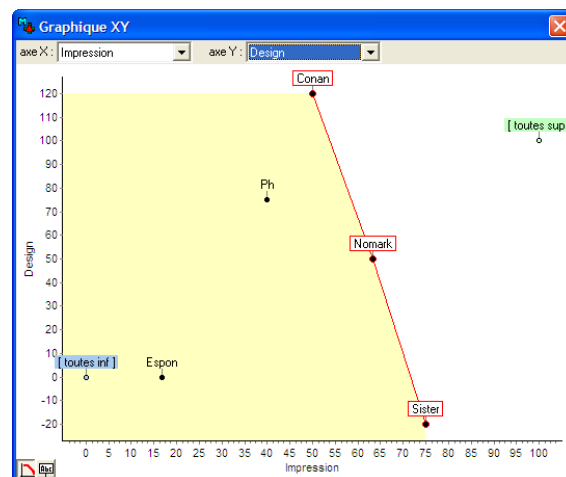


Figure 64

4. Pour **cache** chaque **option** jugée non nécessaire, cliquer avec le **bouton droit sur l'option** que vous désirez cacher **et sélectionner "cacher étiquette de..."** dans le menu contextuel. Tout se passera (frontière efficace) comme si cette option avait été enlevée mais le point représentant la position de cette option restera visible.


Dans l'exemple de Marie, cliquer sur  pour fermer la fenêtre "Graphique XY".

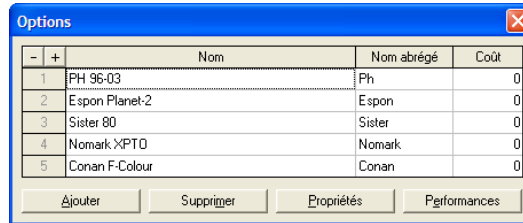
6.5.2 Analyse "Coût-bénéfice"

M-MACBETH vous permet aussi de créer un graphique coût-bénéfice en portant, dans un plan muni de deux axes, les coûts des options sur l'axe X et leurs cotes globales (bénéfices) sur l'axe Y. Pour cela, vous devez d'abord associer un **coût** à chaque option, ce qui est possible dans M-MACBETH sans entrer un nœud coût dans l'arbre des valeurs.

➤ Pour **entrer les coûts des options dans le modèle** :

1. Sélectionner **Options > Définir** afin d'ouvrir la fenêtre des "Options".

2. **Cliquer sur**  dans la barre d'outils principale pour faire apparaître la **colonne "Coût"** dans la fenêtre des "Options".



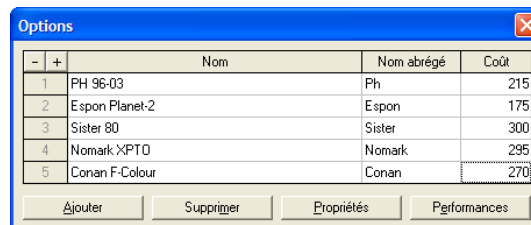
-	+	Nom	Nom abrégé	Coût
1		PH 96-03	Ph	0
2		Espon Planet-2	Espon	0
3		Sister 80	Sister	0
4		Nomark XPTO	Nomark	0
5		Conan F-Colour	Conan	0

Figure 65

3. **Cliquez deux fois sur la cellule qui correspond au coût de l'option que vous désirez entrer** (dans l'exemple de Marie, cliquer sur la cellule correspondant au coût de Ph). Ceci ouvrira la fenêtre des "Propriétés" correspondante.

4. A l'intérieur de la fenêtre des "Propriétés", remplacer le coût par défaut (0) par celui désiré (dans l'exemple de Marie, le coût de Ph est 215). **Cliquer sur "OK"**.


5. **Répéter les étapes 3 et 4** pour les coûts des autres options. Dans l'exemple de Marie, les coûts des options sont indiqués dans la Figure 66 (voir aussi Table 1).




-	+	Nom	Nom abrégé	Coût
1		PH 96-03	Ph	215
2		Espon Planet-2	Espon	175
3		Sister 80	Sister	300
4		Nomark XPTO	Nomark	295
5		Conan F-Colour	Conan	270

Figure 66

➤ Pour **comparer les cotes globales des options à leurs coûts respectifs** :

1. Sélectionner **Options > Graphique XY** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) afin d'ouvrir la fenêtre du "Graphique XY".

2. **Cliquer sur**  à la droite de chacun des noms des axes **et sélectionner "Coût" et "Choix imp."** dans le menu contextuel respectif. *Suivez ces instructions dans l'exemple de Marie.*

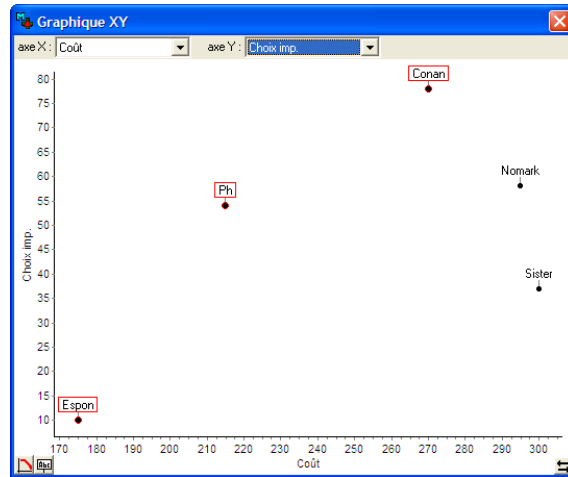


Figure 67

Remarque : Cliquer sur pour inverser l'ordre dans lequel les coûts apparaissent..

3. Pour **cache**r chaque **option** jugée non nécessaire, **cliquer avec le bouton droit sur l'option** que vous désirez cacher **et sélectionner "cacher étiquette de..."** dans le menu contextuel.

4. **Cliquer sur** pour faire apparaître la **frontière efficace**.

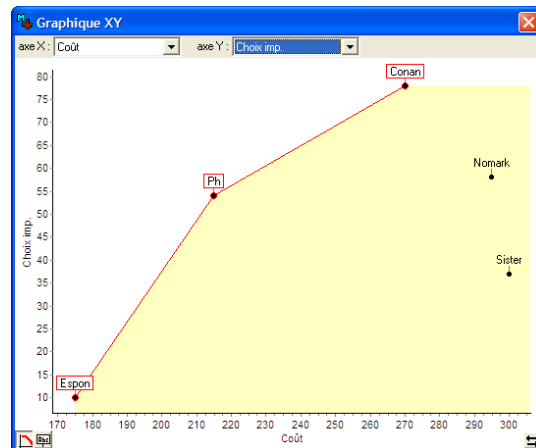


Figure 68

Remarque : Les options situées sur la frontière efficace sont celles non dominées eu égard au coût et au bénéfice.

*Dans l'exemple de Marie, sélectionner **Fenêtres > Tout fermer** afin de fermer à la fois la fenêtre du "Graphique XY" et la fenêtre des "Options"; cliquer sur dans la barre d'outils principale pour enregistrer votre modèle.*





Chapitre 7 Analyses de sensibilité et de robustesse

7.1 Analyses de sensibilité

7.1.1 Analyse de sensibilité concernant le poids d'un critère

L'analyse de sensibilité concernant le poids d'un critère permet d'étudier quel peut être l'effet d'une variation de valeur de poids de ce critère sur la recommandation issue du modèle.

➤ Pour effectuer une analyse de sensibilité concernant le poids d'un critère :

1. Sélectionner **Pondération > Analyse de sensibilité sur poids** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) pour ouvrir la fenêtre correspondante.
2. Pour sélectionner le critère dont vous désirez analyser la sensibilité des cotes globales aux variations de valeur de son poids, cliquer sur  dans le coin supérieur gauche de la fenêtre et sélectionner le nom abrégé du critère dans la liste (*Vitesse, dans l'exemple de Marie*).

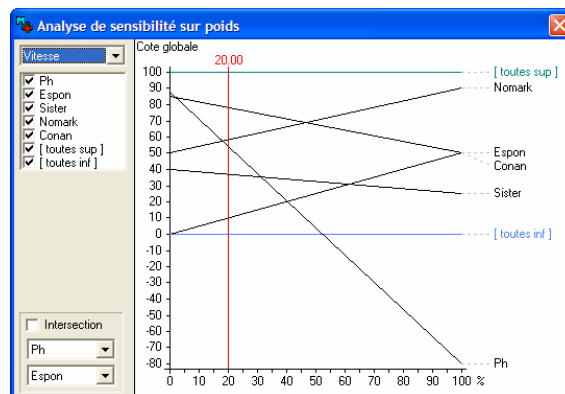


Figure 69

Remarque : La droite associée à une option indique comment la cote globale de cette option varie en fonction de la valeur du poids relatif du critère considéré (de 0 à 100%).

Remarque : La droite rouge verticale de la Figure 69 représente la valeur courante du poids relatif du critère considéré (*20.00 dans l'exemple de Marie*).

3. **Enlever du graphe chaque option** que vous ne désirez pas inclure dans votre analyse en **décochant la boîte de cette option** (*dans l'exemple de Marie, enlever [toutes sup] et [toutes inf]*).

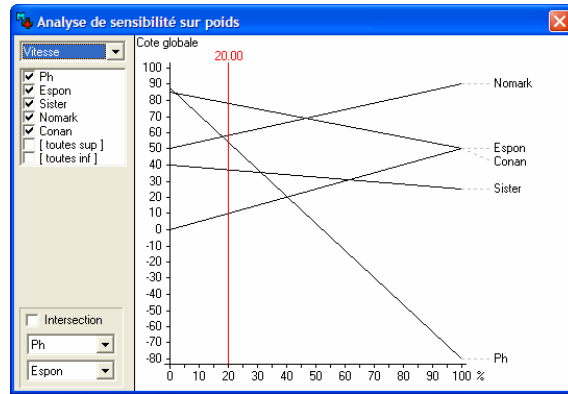


Figure 70

4. Pour trouver le poids correspondant à l'intersection des droites associées à deux options (c'est-à-dire le poids à partir duquel les positions de ces deux options s'inversent dans le rangement global), **cocher la boîte Intersection et sélectionner les deux options** à comparer dans les menus contextuels qui apparaissent en cliquant sur (*Nomark et Conan, dans l'exemple de Marie*).

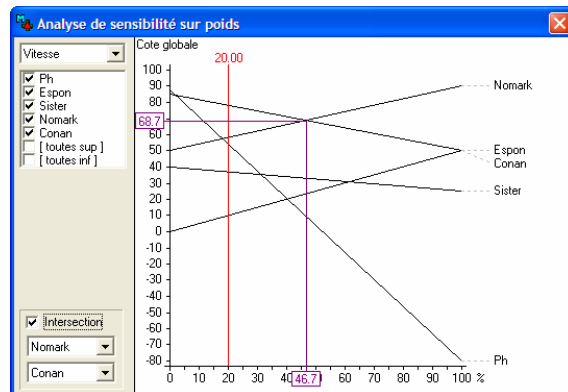


Figure 71

Remarque : Si les droites associées à deux options ne se coupent pas, c'est que l'une des options est toujours plus attractive que l'autre, quel que soit le poids du critère.

Dans l'exemple de Marie, le point d'intersection sélectionné montre que, tant que le poids relatif du critère Vitesse est plus petit que 46,7 %, la cote globale de Conan est la plus élevée; par contre, si ce poids est supérieur à 46,7 %, Nomark passe en tête du rangement global.


Avertissement : Il est important d'être conscient que le poids associé au point d'intersection peut être incompatible avec les jugements introduits dans le modèle..

Dans l'exemple de Marie, cliquer sur pour fermer la fenêtre "Analyse de sensibilité sur poids".

7.1.2 Interactivité du logiciel

Toutes les fenêtres d' "output" du logiciel peuvent être utilisées interactivement avec chaque fenêtre d'entrée de données, permettant ainsi d'analyser de manière interactive la sensibilité des n'importe quel résultat du modèle à des variations dans les jugements, performances, cotes ou poids.

- Pour **analyser l'effet, sur la cote globale d'une option, d'un changement de sa valeur numérique sur un critère :**

1. **Cliquer sur**  dans la barre d'outils principale pour ouvrir le "Thermomètre global"; **cliquer avec le bouton droit sur le nœud critère désiré et sélectionner Ouvrir > Thermomètre**, dans le menu contextuel, pour ouvrir la fenêtre de l'échelle du critère (*Design de l'imprimante, dans l'exemple de Marie*).

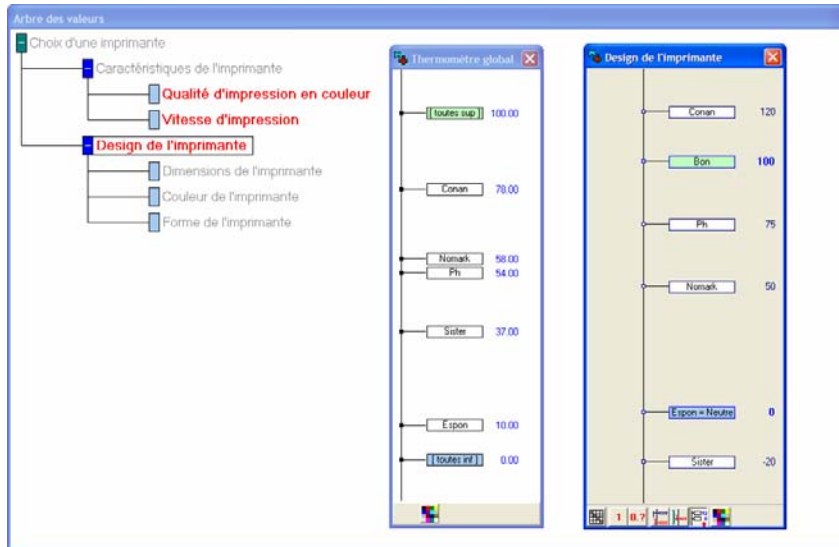


Figure 72

2. Dans la fenêtre de l'échelle du critère, **cliquez sur l'option qui vous intéresse et bougez sa position (sa valeur numérique) à l'aide de la souris**. Dans l'exemple de Marie, faites cela pour l'option Ph et amenez sa valeur à 99.99. Observez, dans la fenêtre du "Thermomètre global" que la cote globale de Ph passe alors de 54 à 64, ce qui rend Ph plus attractive que Nomark (voir Figure 73). Vous pouvez aussi observer comment varie la différence globale entre Ph et Nomark en ouvrant la fenêtre du profil de différence pondéré entre ces deux options.

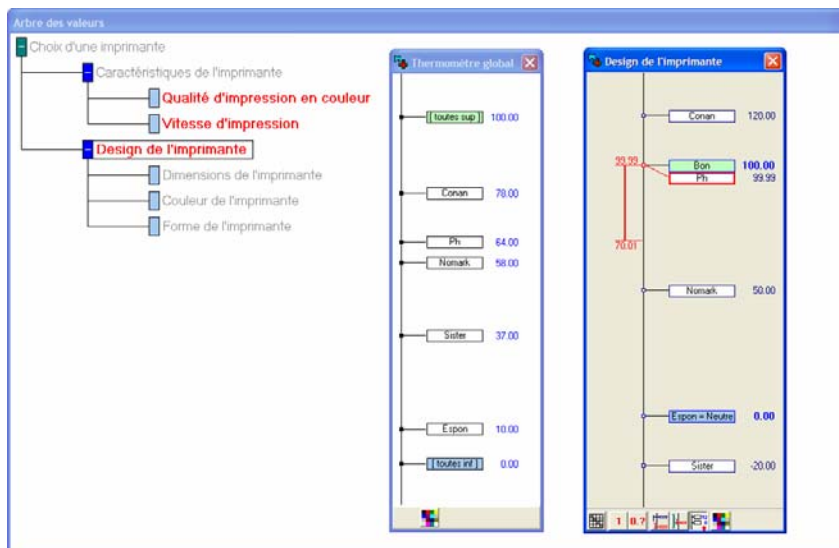
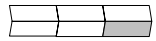


Figure 73

Dans l'exemple de Marie, redonner à Ph sa valeur initiale sur le critère "Design de l'imprimante" (75); sélectionner **Fenêtre > Tout fermer** pour fermer à la fois la fenêtre du "Thermomètre global" et celle de l'échelle relative au critère "Design de l'imprimante".

➤ Pour analyser l'effet global d'une modification de poids d'un critère :



1. Cliquer sur  dans la barre d'outils pour ouvrir le "Thermomètre global" et sélectionner **Pondération > Histogramme** pour ouvrir la fenêtre correspondante.

2. Cliquer sur la barre correspondant au critère dont vous désirez étudier l'effet d'une modification de poids et modifier la hauteur de cette barre en bougeant sa partie supérieure avec la souris. Dans l'exemple de Marie, augmenter la barre du critère "Vitesse" jusqu'à sa limite supérieure (33.32).

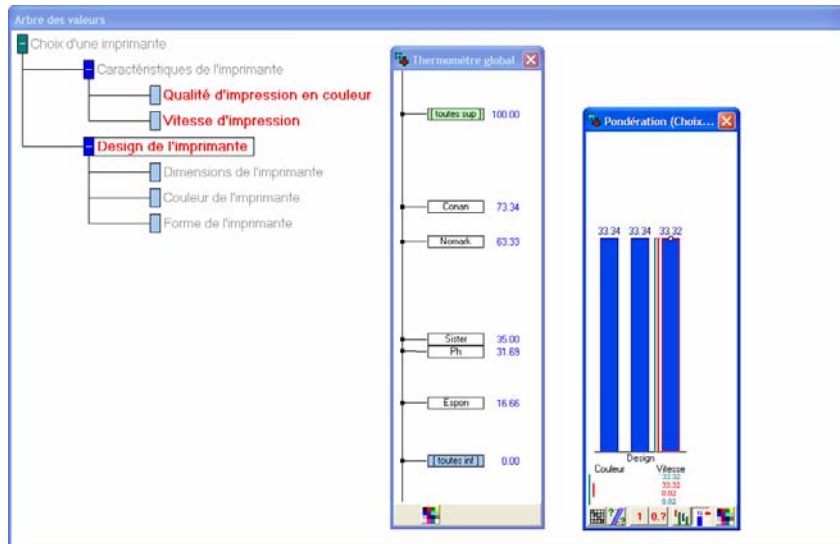


Figure 74



Observer, dans la fenêtre du "Thermomètre global", que le résultat de cette augmentation de poids est que les notes globales des options ont changé, que Conan reste la meilleure option mais que Sister est maintenant plus attractive que Ph (vous pouvez aussi observer l'effet de la modification de poids sur la différence globale entre ces deux options en ouvrant la fenêtre de leur profil de différence pondéré).

Dans l'exemple de Marie, revenir aux poids initiaux. Pour faire cela, vous pouvez cliquer avec le bouton droit sur la barre "Vitesse" et sélectionner "Modifier le poids de Vitesse" dans le menu contextuel, taper "20" dans la boîte de la fenêtre qui apparaîtra alors et cliquer sur OK. Sélectionner **Fenêtres > Tout fermer** pour fermer à la fois le la fenêtre du "Thermomètre global" et celle de l'histogramme des poids.


7.2 Analyse de robustesse

L'information disponible lors d'une prise de décision est parfois incomplète, imprécise ou incertaine. Il est dès lors utile de disposer d'outils permettant d'étudier jusqu'à quel point des conclusions peuvent être tirées tout en tenant compte d'imprécision ou d'incertitude dans l'information. M-MACBETH offre cette possibilité à travers son module d' "Analyse de robustesse".

Les symboles suivants sont utilisés dans la fenêtre "Analyse de robustesse" :

-  représente une situation de "dominance" : une option domine une autre option lorsqu'elle est au moins aussi attractive que l'autre sur tous les critères et qu'elle est plus attractive que l'autre sur au moins un critère.
-  représente une situation de "dominance additive compte tenu d'un type spécifié d'information" : étant donné un type d'information spécifié, on dit qu'une option A domine additivement une option B lorsque, quelles que soient les représentations numériques compatibles avec ce type d'information, la différence entre les cotes globales de A et de B (obtenues avec le modèle d'agrégation additif) est positive.

➤ Pour **explorer l'effet** que peut avoir un **type spécifié d'information** sur les **conclusions** que l'on peut tirer du modèle :

1. Sélectionner **Options > Analyse de robustesse** (ou cliquer sur  dans la barre d'outils principale) afin d'ouvrir la fenêtre "Analyse de robustesse".

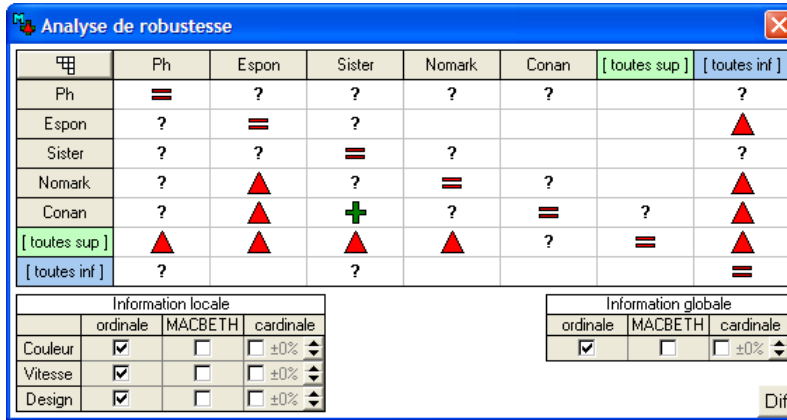



Figure 75

Remarque : M-MACBETH organise l'information introduite dans le modèle en trois types ("ordinaire", "MACBETH" et "cardinale") et deux sections ("Information locale" et "Information globale"). Information **ordinaire** réfère uniquement au rangement, en excluant toute information relative aux différences d'attractivité. Information **MACBETH** inclut les jugements sémantiques introduits dans le modèle; cependant, aucune représentation numérique n'est privilégiée parmi toutes celles compatibles avec ces jugements qualitatifs. Information **cardinale** se réfère essentiellement à l'échelle numérique validée par les décideurs. **Information locale** concerne l'information relative à un critère particulier, tandis que **information globale** se réfère aux poids.

Remarque : Par défaut, le processus d'analyse de robustesse commence en considérant que l'information est ordinaire, aussi bien localement que globalement.

2. Cliquer sur  pour organiser les options de telle sorte que les symboles ▲ and + apparaissent dans le coin supérieur droit du tableau.

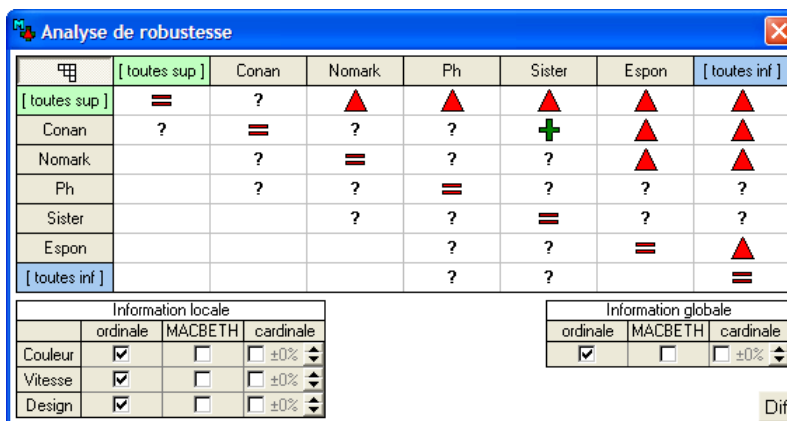



Figure 76

Dans l'exemple de Marie, la  dans la Figure 76 montre qu'il suffit d'une information ordinaire pour pouvoir conclure que Conan domine additivement Sister.

3. Pour **inclure de l'information locale MACBETH** dans l'analyse, cocher chaque critère désiré **dans la section "Information locale" sous "MACBETH"**. Dans l'exemple de Marie, cocher chaque critère sous "MACBETH".

Information locale			
	ordinaire	MACBETH	cardinale
Couleur	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±0% ▾
Vitesse	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±0% ▾
Design	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±0% ▾

Figure 77

4. **Pour travailler avec une autre information**, cochez (ou décochez), dans la section et la colonne que vous désirez, les boites que vous souhaitez être prises en considération. *Dans l'exemple de Marie, prendre l'information locale la plus riche et comme information globale, l'information MACBETH.*

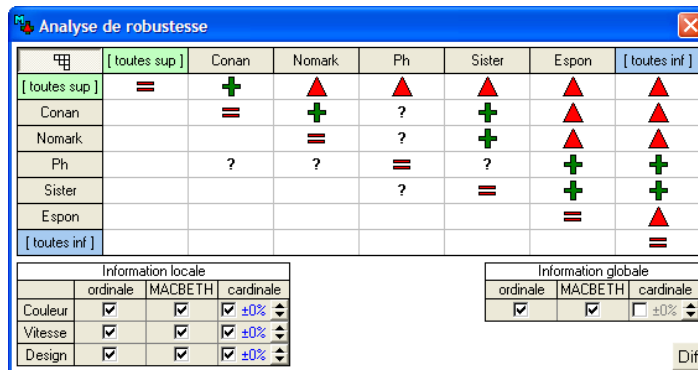


Figure 78

Dans l'exemple de Marie, la Figure 78 montre qu'on ne peut pas conclure que Conan est la meilleure imprimante sans prendre en compte au niveau global l'information la plus riche, c'est-à-dire l'information cardinale.

➤ Pour **explorer quelles conclusions** peuvent être tirées **compte tenu de différents degrés d'imprécision ou d'incertitude associés à l'information cardinale** (relative à toutes les options) sur un critère :

1. **Cliquer sur dans la barre d'outils principale pour ouvrir la fenêtre d' "Analyse de robustesse"; cliquer sur pour organiser les options; cliquer avec le bouton droit sur "cardinale" dans la section "Information locale" et sélectionner "Cocher pour TOUS"; cocher "cardinale" dans la section "Information globale". Dans l'exemple de Marie, suivre seulement la dernière instruction.**

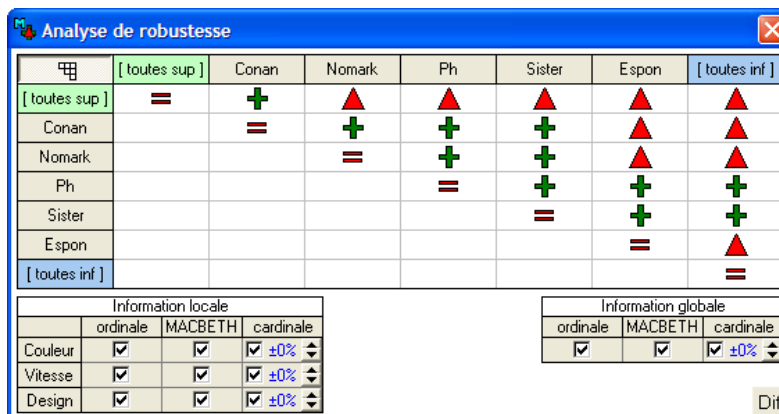


Figure 79

2. **Cliquer sur ou sur dans la ligne du critère désiré sous la colonne "cardinale" (dans l'exemple de Marie, augmenter le degré d'imprécision associée à "Couleur" jusqu'à 11% comme cela apparaît dans la Figure 80).**

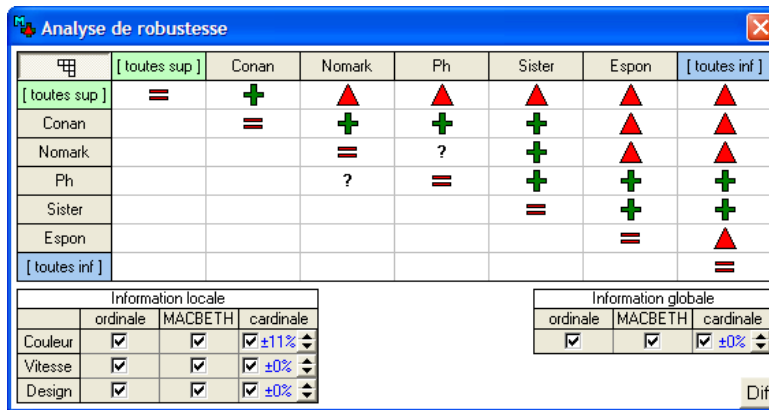


Figure 80


Remarque : Le degré d'imprécision associé à un critère crée une marge autour de la cote de chaque option introduite dans le modèle (sauf si cette option est indifférente à un niveau de référence); cette marge est égale (pour toutes les options) à la différence entre les cotes associées aux niveaux de référence (100 par défaut) multipliée par le pourcentage choisi.

Dans l'exemple de Marie, la Figure 80 montre qu'augmenter le degré d'imprécision associé à Couleur de 0 à 11% ne modifie pas le fait que Conan est le meilleur choix; cependant, le modèle ne permet plus alors de déterminer, parmi les options Ph et Nomark, si l'une est globalement plus attractive que l'autre.



Remarque : Une analyse semblable peut être effectuée pour étudier l'effet que peut avoir sur les conclusions globales la considération d'imprécision sur les poids. Le degré d'imprécision associé aux poids crée une marge autour du poids de chaque critère ; cette marge est égale (pour tous les poids) à la somme des poids multipliée par le pourcentage choisi.

Dans l'exemple de Marie, remettre le degré d'imprécision associé à Couleur à la valeur 0%.

- Pour **explorer quelles conclusions** peuvent être tirées **compte tenu d'imprécision ou d'incertitude concernant la performance de certaines options** sur un critère :

1. **Cliquer sur**  dans la barre d'outils principale pour ouvrir la fenêtre "Table des performances".

2. **Cliquer avec le bouton droit sur la performance** sur laquelle il y a de l'incertitude (dans l'exemple de Marie, il y a de l'incertitude sur la vitesse de Nomark) **et sélectionner "Imprécision sur la performance"** dans le menu contextuel. Ceci ouvrira la fenêtre correspondante.

3. Pour un **critère** pour lequel la base de comparaison est **niveaux quantitatifs de performance**, **taper les valeurs extrêmes de la marge d'imprécision** dans les deux boîtes prévues à cet effet (dans l'exemple de Marie, ces deux valeurs sont 9 et 11 (pages par minute)). Pour un **critère** pour lequel la base de comparaison est **niveaux qualitatifs de performance**, **cliquer sur**  à côté de la boîte gauche de la fenêtre "Imprécision sur la performance" **et sélectionner le niveau inférieur d'imprécision désiré** dans le menu contextuel, **et cliquer sur**  à côté de la boîte

droite de la même fenêtre **et sélectionner le niveau supérieur d'imprécision désiré** dans le menu contextuel.

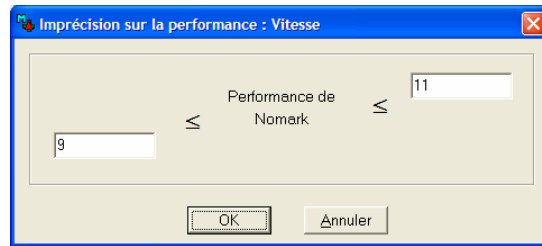


Figure 81


4. Cliquer sur "OK".


Options	Couleur	Vitesse
Ph	Bonne	7
Espon	Neutre	9
Sister	Bonne	8.5
Nomark	Acceptable ±	10.5
Conan	Acceptable	9

Figure 82

Remarque : Quand de l'imprécision sur une performance est introduite dans le modèle, la performance est précédée du symbole \pm dans la "Table des performances".

Remarque : De l'imprécision sur plusieurs performances peut être introduit simultanément dans l'analyse. Pour ce faire, il suffit de répéter les différentes étapes présentées ci-dessus.

5. Cliquer sur  dans la barre d'outils principale pour ouvrir la fenêtre "Analyse de robustesse"; cliquer avec le bouton droit sur "cardinale" dans la section "Information locale" et sélectionner "Cocher pour TOUS" dans le menu contextuel; cocher la boîte "cardinale" dans la section "Information globale"

6. Cliquer sur , bouton situé en bas à droite de la fenêtre "Analyse de robustesse" pour ouvrir la fenêtre "Imprécision des performances".

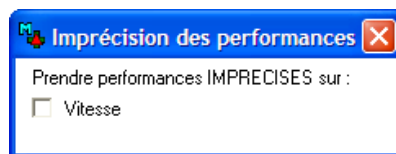


Figure 83

7. A l'intérieur de la fenêtre "Imprécision des performances", **cocher la boîte** se trouvant à gauche du nom du (des) critère(s) pour lequel (lesquels) de l'imprécision sur les performances doit être prise en compte dans l'analyse (*dans l'exemple de Marie, cocher la boîte à gauche de Vitesse*).

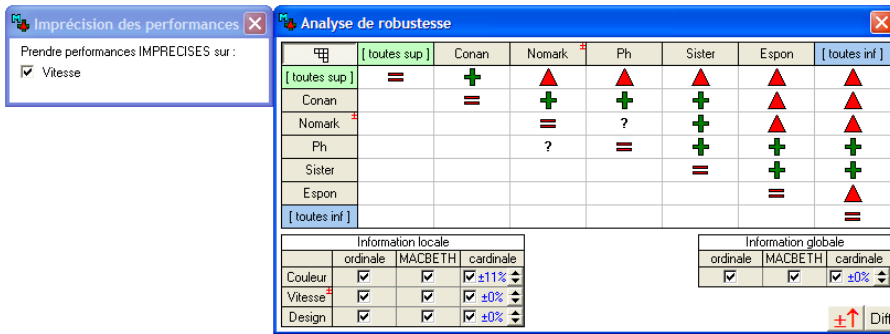



Figure 84

Dans l'exemple de Marie, la Figure 84 montre que l'imprécision associée à la vitesse de Nomark a pour conséquence qu'on ne peut plus déclarer que Nomark est globalement plus attractive que Ph.

Dans l'exemple de Marie, cliquer sur  dans la barre d'outils principale pour enregistrer votre modèle.



Chapitre 8 Références

Bana e Costa C.A., De Corte J.M., Vansnick J.C. (2005), "On the Mathematical Foundations of MACBETH", in J. Figueira, S. Greco and M. Ehrgott (eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis : State of the Art Surveys*, Springer, New York, pp. 409-442.

Bana e Costa C.A., De Corte J.M., Vansnick J.C. (2004), "MACBETH", *LSE OR Working Paper 03.56*, London School of Economics, London.

Bana e Costa C.A., Chagas, M.P. (2004), "A career choice problem : an example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments", *European Journal of Operational Research*, 153, 2 (323-331).