

Classification ABC multicritère/XYZ de stock

The multi-criteria ABC and XYZ stock classification

OMRANI Mazen

Technologue

Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Médenine

Tunisie

Date de soumission : 07/08/2024

Date d'acceptation : 07/12/2024

Pour citer cet article :

OMRANI. M. (2024) « Classification ABC multicritère/XYZ de stock », Revue Française d'Economie et de Gestion « Volume 5 : Numéro 12 » pp : 117- 133.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons

Attribution License 4.0 International License



Résumé

L'optimisation des stocks dans la chaîne d'approvisionnement est l'un des objectifs les plus importants des opérations commerciales logistiques étant donné que les stocks optimisés ont un impact direct sur l'efficacité et la rentabilité de l'entreprise

La classification ABC de stock permet de diviser les articles en trois différentes classes auxquelles on va affecter des règles de gestion et des actions spécifiques d'approvisionnement. La classification ABC usuelle se base sur un seul critère, à savoir le chiffre d'affaires. Cependant, les responsables d'approvisionnement ont de plus en plus besoin de tenir compte simultanément, lors de la classification, de plus de facteurs comme la marge, le délai mais aussi la volatilité, voire une combinaison de ces critères. Selon les revues de la littérature, plusieurs modèles se sont intéressés à la classification ABC multicritères, mais le critère volatilité ou risque a été traité par la classification XYZ.

Dans ce présent article, on essaie d'appliquer toutes les méthodes de classification, à savoir la classification ABC monocritère, la classification ABC multicritère par le modèle Ng, la classification XYZ pour arriver enfin à une classification matricielle ABC_{Ng}/XYZ

Mots clés : « Classification multicritère », « Classification ABC », « Modèle Ng », « Classification XYZ », « Classification ABC_{Ng}/XYZ ».

Abstract

The ABC stock classification allows items to be grouped into three different classes to which management rules and specific supply actions will be assigned. The usual ABC classification is based on a single criterion, namely revenue. However, inventory managers need to take into account simultaneously, during classification, more factors such as profit, lead time but also volatility, or even a combination of these criteria. In reviews of the literature, several models have focused on the multi-criteria ABC classification, but the volatility or risk criterion has been treated by the XYZ classification.

In this article we will apply all the classification methods, namely the single-criteria ABC classification, the multi-criteria ABC classification by the Ng model, the XYZ classification to finally arrive at a matrix classification ABC_{Ng}/XYZ

Keywords : « multi-criteria classification », « ABC classification », « Ng model », « XYZ classification », « ABC_{Ng}/XYZ Classification ».

Introduction

Les entreprises gèrent souvent un grand nombre d'articles. Il est difficile de leur donner le même niveau de contrôle et de suivi. A cet effet, les gestionnaires de stock divisent leurs stocks en plusieurs catégories afin d'établir des priorités et une gestion spécifique et des règles à chaque catégorie. Dans ce contexte, la classification ABC est l'une des méthodes de segmentation d'éléments les plus utilisées. Cette hiérarchie en trois classes repose sur le principe de Pareto. Selon cette approche, la classe A est composée de 10 à 20 % des éléments qui représentent entre 70 et 80 % de la valeur d'usage annuel total. Les articles de cette classe sont très importants et doivent être gérés et suivis avec soin. La deuxième classe B comprend entre 30 et 40 % de tous les éléments représentant 15 à 20 % de la valeur d'utilisation annuelle totale. Les sections de contrôle de cette classe peuvent être moins flexibles que la catégorie précédente. Enfin, la classe C peut contenir jusqu'à 50 % des articles en stock, mais seulement 5 à 10 % de la valeur d'utilisation annuelle totale. Les normes de contrôle et de surveillance peuvent être réduites pour cette dernière catégorie d'éléments.

De plus, les gestionnaires de stocks doivent souvent prendre en compte, simultanément, de nombreux critères dans la classification des stocks comme la marge, le prix unitaire, le délai de livraison, la criticité de l'article, le nombre de commandes, le nombre de clients intéressés par l'article, etc. et donc l'obligation de passer à une classification ABC multicritère.

Cependant, un article de grande valeur de classe A peut cacher une volatilité ou bien un risque important vu l'instabilité des ventes périodiques et donc l'intérêt d'intégrer ce critère dans la classification, et dans ce cadre la méthode XYZ peut être appliquée.

Enfin on peut combiner les deux classifications ABC multicritère et XYZ pour prendre en considération tous les critères possibles.

Dans cet article nous nous interrogerons sur les différentes méthodes et modèles de classification de stock, ABC monocritère, ABC multicritère et XYZ.

Afin de traiter le sujet et répondre au questionnement émis, un plan a été établi. Tout d'abord on va présenter la revue de littérature qui a traité ces différentes méthodes et modèles de classification de stock, Dans la suite nous allons appliquer et comparer ces différentes méthodes dans une étude de cas d'une entreprise commerciale.

1. Revue de littérature

Le problème de la classification des produits auxquels nous sommes confrontés est courant dans le domaine de la logistique et surtout dans celui de la gestion des stocks. D'ailleurs, beaucoup d'articles scientifiques ont déjà traité de cette problématique. Cette section a dès

lors pour but premier de recenser l'ensemble des méthodes de classification et d'en présenter les principaux avantages et inconvénients.

1.1 La classification ABC classique

Depuis l'émergence des premières réflexions sur la gestion des stocks, la méthode ABC classique est la plus populaire et la plus utilisée. Son principal atout réside dans sa facilité de mise en œuvre puisqu'elle ne nécessite pas d'analyses approfondies préalables. Elle se base en fait sur le principe de Wilfredo PARETO, économiste italien qui a constaté que 20% de la population détenait 80% des richesses [9]. Cette loi a été observée pour la première fois par Pareto dans la répartition de l'impôt foncier aux États-Unis. Cette constatation, connue aujourd'hui comme le principe de PARETO ou la loi des 80-20, a été traduite, en 1941, par Joseph JURAN : « Dans tout groupe de choses contribuant à un effet commun, la majeure partie de l'effet est attribuable à un nombre relativement faible de ces choses ». Contrôler approximativement 20% des produits en stock pourrait donc améliorer la gestion des stocks de façon significative. L'identification de ces produits est tout l'enjeu de la méthode ABC qui, en représentant graphiquement les produits selon leur importance relative, permet de les classer en trois catégories : A (les produits jugés importants et nécessitant une attention particulière), B (les produits d'importance moyenne), C (les produits non importants). L'ultime objectif de la méthode est de définir des politiques d'approvisionnement et de stockage différentes, en fonction de la catégorie. D'une façon générale, les produits de la catégorie A feront l'objet d'un contrôle plus rigoureux et seront la cible d'inventaires plus fréquents que ceux de la catégorie C.

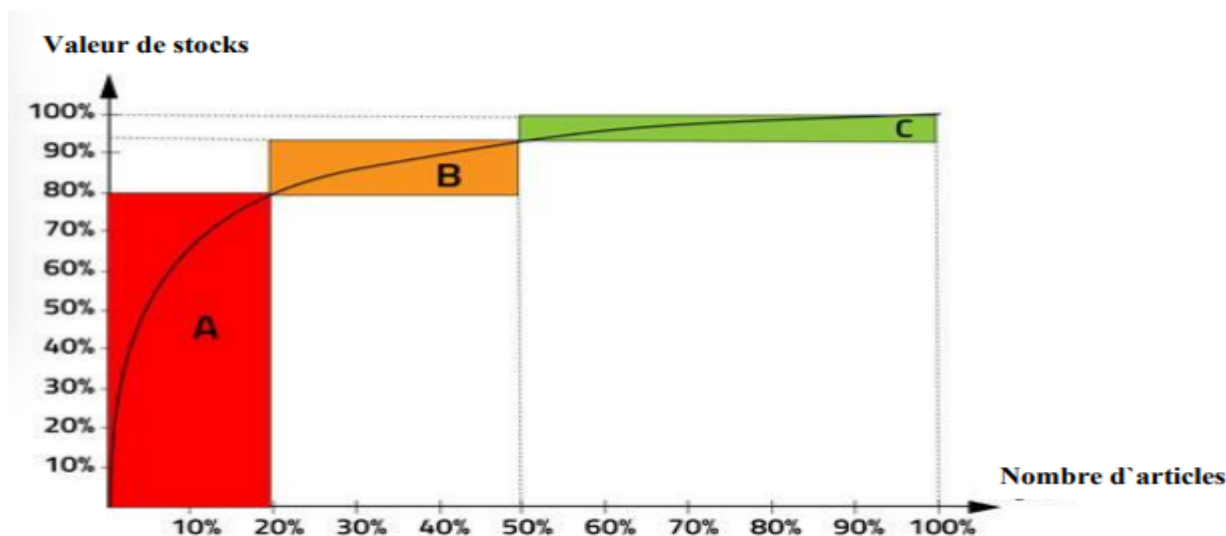
Le principe de l'analyse ABC consiste à reclasser dans un tableau les éléments étudiés en 3 groupes distincts :

- Le groupe A : les éléments les plus importants (souvent environ 20 % du nombre total d'éléments),
- Le groupe B : les éléments de la classe « intermédiaire » (souvent entre 20 et 40 % du nombre total d'éléments),
- Le groupe C : reste des éléments étudiés.

Les informations données par le tableau permettent de reporter dans un repère orthonormé

- En abscisses, les éléments étudiés en % cumulés,
- En ordonnées, les valeurs du critère en % cumulés.

En reliant les points ainsi obtenus, une courbe ascendante doit apparaître sur laquelle il ne reste plus qu'à indiquer les limites des trois groupes.[3]



1.2 Le Ratio de discrimination

Le coefficient ou l'indice de Gini ¹ porte le nom du statisticien et démographe italien Corrado Gini (1884–1965). Cet indice ou ratio de discrimination est un indicateur synthétique permettant de rendre compte du niveau d'inégalité pour une variable et sur une population donnée. Il sert à définir les classes à partir de la courbe obtenue avec la classification ABC.

L'indice de Gini permet de déterminer, si le critère retenu pour faire une classification ABC est pertinent, et donc de savoir s'il faut poursuivre l'étude, ou s'il faut choisir un autre critère d'analyse.

L'indice de Gini est symbolisé par le signe γ (gamma), et il varie entre 0 (égalité parfaite) et 1 (inégalité extrême). Entre 0 et 1, l'inégalité est d'autant plus forte que l'indice de Gini est élevé. Il doit être supérieur à 0.65 pour montrer que l'étude est intéressante.

Il se calcule avec la formule suivante :

$$\gamma = (\text{somme des valeurs du critère cumulées en \% x \% d'une seule référence}) - 5000 / 5000$$

Tableau 1 : Répartition des classes en fonction de RD

Valeur du RD	Zone	A	B	C
$1 > RD \geq 0.90$	1	10%	10%	80%
$0.90 > RD \geq 0.85$	2	10%	20%	70%
$0.85 > RD \geq 0.75$	3	20%	20%	60%
$0.75 > RD \geq 0.65$	4	20%	30%	50%
$0.65 > RD$	5	Non interprétable		

¹ Baudot J-Y., « La concentration : l'indice de Gini et la courbe de Lorentz. », <http://www.jybaudot.fr/Stats/indicegini.html>

1.3 La classification ABC multicritère

Plusieurs modèles [2] ont été présentés dans la littérature pour la classification des inventaires multicritères. Nous nous concentrerons sur les modèles d'optimisation linéaires et non linéaires.

1.3.1 Le modèle R

Ramanathan [7], a proposé en 2006 un modèle pour la classification multicritère désigné par le modèle R. Ce dernier utilise une fonction additive pondérée pour calculer le score S_i appelé score optimale de chaque individu i , $i=1,2,\dots,n$, en fonction de différents critères j , $j=1,2,\dots,J$? Les pondérations w_{ij} des valeurs y_{ij} (évaluation de l'individu i sur le critère j) sont choisies sur la base d'une optimisation sous contraintes pour tous les individus. Le modèle est illustré ci-dessous :

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{j=1}^J w_{ij} y_{ij} \\ \text{st} \quad & \sum_{j=1}^J w_{ij} y_{nj} \leq 1, \quad n = 1, 2, \dots, N \\ & w_{ij} \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J \end{aligned}$$

Pour obtenir le score optimal de chaque individu, le modèle R devrait être résolu de façon répétée en changeant à chaque fois la fonction objective. Ces scores peuvent ensuite être utilisés pour classer les individus en trois catégories A,B et C.

Le modèle R cache quelques limites, à savoir:

- i) Si un élément a une valeur dominant les autres éléments en termes d'un certain critère, cet élément obtiendra toujours un score de performance globale de 1 même s'il a des valeurs très mauvaises par rapport à d'autres critères. Cela peut conduire à la situation où un article ayant une valeur élevée dans un critère sans importance, mais avec des valeurs faibles dans d'autres critères importants, est classé de manière inappropriée dans la classe A, ce qui peut ne pas refléter la position réelle de cet article dans l'inventaire.
- ii) Comme le modèle R nécessite une optimisation linéaire pour chaque article, le temps de traitement peut être très long lorsque le nombre d'articles en stock est important,
- iii) Le modèle R peut conduire à la situation où un grand nombre d'éléments ont un score de performance agrégé de 1 et une classification plus poussée parmi eux devient impossible.

1.3.2 Le modèle ZF

Zhou & Fan [6] ont proposé en 2007 un autre modèle pour la classification multicritère noté modèle ZF. Ce dernier utilise une autre approche pour le calcul du score. En effet ce modèle

utilise deux ensembles de poids qui sont les poids les plus favorables et les moins favorables pour chaque élément. On suppose que le modèle R fournit le score maximal possible pour chaque élément i noté G_i (Good index). G_i est généré en utilisant les poids les plus favorables de l'élément i car ils sont issus d'une fonction de maximisation. Par analogie le modèle ZF propose le score minimal pour chaque élément i noté B_i (Bad index) basé sur les poids les moins favorables. Ces poids sont obtenus par un modèle d'optimisation linéaire avec une fonction objective de minimisation. Le nouveau score final de l' i ème élément, noté N_i sera un score combiné entre G_i et B_i .

Les modèles sont formulés comme suit:

$$G_i = \max \sum_{j=1}^J w_{ij} y_{ij}$$

$$st \quad \sum_{j=1}^J w_{ij} y_{nj} \leq 1 \quad n = 1, 2, \dots, N$$

$$w_{ij} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, J$$

Good index (gI) model

$$B_i = \max \sum_{j=1}^J w_{ij} y_{ij}$$

$$st \quad \sum_{j=1}^J w_{ij} y_{nj} \leq 1 \quad n = 1, 2, \dots, N$$

$$w_{ij} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, J$$

Bad index (bI) model

Par conséquent, le score final de chaque élément i est obtenu en combinant les deux scores extrêmes G_i et B_i . Il est formulé comme suit:

$$n_i(\lambda) = \lambda \frac{gI_i - gI^-}{gI^* - gI^-} + (1 - \lambda) \frac{bI_i - bI^-}{bI^* - bI^-}$$

Avec:

$$gI^* = \max\{G_i, i = 1, 2, \dots, N\},$$

$$gI^- = \min\{G_i, i = 1, 2, \dots, N\},$$

$$bI^* = \max\{B_i, i = 1, 2, \dots, N\},$$

$$bI^- = \min\{B_i, i = 1, 2, \dots, N\},$$

λ est un paramètre ($0 \leq \lambda \leq 1$) de contrôle qui peut refléter la préférence du décideur pour G_i et B_i . Les scores S_i ainsi obtenus seront exploités par la suite pour classer les éléments ou individus en trois catégories A, B et C.

1.3.3 Le modèle Ng

Ng [5] a présenté en 2007 un nouveau modèle pour la classification multicritère. Le modèle Ng est proposé comme modèle d'optimisation linéaire pondéré alternatif pour les méthodes de classification multicritère précédentes, dans lesquelles un programme linéaire simple est proposé et peut être résolu sans optimiseur linéaire. En fait, le modèle Ng original est donné par le programme linéaire de maximisation suivant.

Supposons que le stock comprend I articles, qui doivent être classés en A, B et C en fonction de leurs performances en termes de J critères. Soit y_{ij} le score de performance de l'article i en termes de critère j, qui est transformé sur une échelle de 0 à 1 à des fins comparables.

$$\frac{y_{ij} - \min\{y_{ij}\}}{\max\{y_{ij}\} - \min\{y_{ij}\}}$$

De plus, tous les critères sont supposés être des critères de type prestation. Plus précisément, tous ces critères sont positivement liés au niveau d'importance d'un élément. Pour réaliser la classification de l'inventaire en ABC à critères multiples, Ng (2007) définit un poids non négatif w_{ij} de contribution de la performance de l'élément i sous le critère j au score de l'élément. Les critères sont supposés être classés par ordre décroissant pour tout élément i, c'est-à-dire $w_{i1} \geq w_{i2} \geq \dots \geq w_{iJ}$. Le score de l'élément i est indiqué comme une somme pondérée de mesures de performance selon plusieurs critères. Par conséquent, le modèle Ng à des fins d'agrégation est présenté selon le programme suivant:

$$\max S_i = \sum_{j=1}^J u_{ij} x_{ij}$$

$$\text{s. t. } \sum_{j=1}^J j u_{ij} = 1 \quad (1)$$

$$w_{ij} \geq w_{i(j+1)} \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J-1$$

$$w_{ij} \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J.$$

En employant les transformations suivantes, à savoir, $u_{ij} = w_{ij} - w_{i(j+1)}$, $u_{ij} = w_{ij}$ et $x_{ij} = \sum_{k=1}^j y_{ik}$, le modèle (1) ci-dessus est converti aux formulations suivantes pour chaque élément i:

$$\max S_i = \sum_{j=1}^J u_{ij} x_{ij}$$

$$\text{s. t. } \sum_{j=1}^J j u_{ij} = 1 \quad (2)$$

$$u_{ij} \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J.$$

On peut facilement obtenir le score maximal S_i par le dual de (2), qui est:

$$\min z_i$$

$$z_i \geq \frac{1}{j} x_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, J. \quad (3)$$

Finalement, le score maximal S_i peut être dérivé comme suit:

$$S_i = \max \left\{ \frac{1}{j} \sum_{k=1}^j y_{ik} \right\}$$

Malgré ses avantages, le modèle Ng fournit le score de chaque élément indépendamment des poids obtenus à partir du modèle. Autrement dit, les pondérations ne jouent aucun rôle dans la détermination du score total de chaque élément. Cela peut conduire à une situation dans laquelle un élément est classé de manière inappropriée.

1.3.4 Le modèle de Hadi-Vencheh

En 2010, Hadi-Vencheh [1] a proposé une nouvelle variante du modèle Ng notée modèle H. Le modèle H est une version non linéaire étendue du modèle Ng dans laquelle les valeurs de poids pour la classification multicritère de l'inventaire ABC sont prises en compte. Le modèle H est donné par le programme de maximisation non linéaire suivant:

$$\max \sum_{j=1}^J w_{ij} y_{ij}$$

$$st \quad \sum_{j=1}^J w_{ij}^2 = 1$$

$$w_{ij} - w_{i(j+1)} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, (J - 1)$$

$$w_{ij} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, J$$

Le modèle H améliore le modèle Ng non seulement en incorporant plusieurs critères de classification ABC, mais également en conservant les effets des poids dans la solution finale.

1.3.5 Le modèle de Chen

En 2011, Chen [4] a proposé un modèle d'estimation par les pairs pour la classification de l'inventaire ABC à critères multiples. L'approche repose sur cinq étapes de procédures de calcul et d'optimisation. La performance de chaque article en stock est estimée par des critères pondérant non seulement le plus favorable et le moins favorable, mais également par rapport à ses pairs. L'approche proposée détermine deux ensembles communs de pondérations de critères pour l'estimation de la performance de tous les éléments dans le sens le plus favorable et le moins favorable. Les deux scores de performance résultants dans les deux sens sont

agrégés par des coefficients de pondération dérivés de l'utilisation de la méthode de maximisation des écarts.

1.4 La classification XYZ

L'analyse XYZ [8] est une extension dynamique spéciale de l'analyse ABC classique. Les résultats de l'analyse permettent de diviser les stocks en groupes en termes de prediction et/ou régularité de la demande/besoin de groupes de matériaux spécifiques. Dans l'analyse XYZ il existe trois groupes de matériaux qui peuvent être décrits comme suit:

- Le groupe de matériaux X se caractérise par de petites fluctuations périodiques, qui offrent une grande précision de prévision,
- Le groupe de matériaux Y présente des fluctuations modérées de la demande/besoin, ce qui permet une précision moyenne des prévisions
- Le groupe de matériaux Z a une demande/un besoin irrégulier, ce qui permet une faible précision des prévisions.

Les groupes de matériaux désignés X, Y et Z permettent de prendre une décision appropriée tout en calculant la taille de la commande, ce qui est extrêmement important pour les produits à court cycle de vie. La détermination précise de la phase du cycle de vie du produit (distinguée par cinq étapes: introduction, intensité de croissance des ventes, maturité du produit, marché saturé et baisse des ventes) éliminera le risque de rétention de grandes quantités de produits en stock, et ainsi réduira les problèmes résultant du retour ou de la destruction des produits qui n'ont pas été vendus.

L'analyse XYZ comprend deux étapes:

- Détermination du coefficient de variation(CV) de la demande pour chaque produit avec $CV = \sigma/\bar{X}$,
- Classer les articles en X, Y et Z selon des intervalles de CV:

Intervalles de CV	$CV \leq 0.25$	$0.25 < CV \leq 0.5$	$CV \geq 0.5$
Classes	X	Y	Z

2. Étude de cas

L'entreprise AMEN commercialise des produits agro-alimentaires. La société opère principalement dans le B to B puisque la grande majorité de ses clients est formée de sociétés de services, commerciales ou industrielles. A cet effet, elle effectue un suivi régulier de ses articles en procédant à une classification ABC classique de ces derniers selon le seul paramètre du chiffre d'affaires annuels. Cette méthode de classification devient insuffisante.

En effet la société éprouve le besoin d'intégrer dans la classification de ses articles le critère Marge. La société veut également intégrer le critère Volatilité des articles dans la classification. En effet certains articles, malgré l'importance de leurs chiffres d'affaires, présentent des variations périodiques des valeurs de vente et ont montré une volatilité importante.

Ce double besoin d'une classification multicritères et la prise en considération de la volatilité nous a poussé vers l'adoption du modèle Ng, évoqué précédemment, pour la classification ABC multicritères des articles. Dans la suite nous allons appliquer la méthode XYZ pour classer les articles selon leurs volatilités et déduire enfin, une classification matricielle qui combine entre la classification ABC_{Ng} et la classification XYZ.

Il est à noter que cette classification ABC sera menée sur la totalité des articles, soit 206 articles. Pour un souci de comparaison, nous allons mener en premier lieu, deux classifications ABC monocritère selon le chiffre d'affaires et la marge. Cette hiérarchisation permettra de comparer les résultats fournis avec la classification multicritères des articles selon le modèle Ng.

Aussi, pour éliminer le biais des unités de mesures des deux critères de segmentation, on devra procéder à une normalisation des données suivant une échelle entre 0 et 1 comme suit :

$$\frac{y_{ij} - \min\{y_{ij}\}}{\max\{y_{ij}\} - \min\{y_{ij}\}}$$

Nous allons fixer pour les trois classifications ABC, les valeurs des RD pour déterminer le pourcentage d'articles pour chaque classe.

Enfin dans la classification XYZ, on va utiliser des ventes de trois mois pour calculer le coefficient de variation et les classes seront déterminées selon les intervalles évoqués précédemment.

2.1 Résultat de l'étude

Les données et les résultats de l'étude sont groupés dans le tableau ci-dessous, on peut distinguer:

- Des colonnes des valeurs de CA et la colonne de la Marge,
- Une colonne pour les résultats de la classification ABC monocritère selon le CA,
- Une colonne pour les résultats de la classification ABC monocritère selon la Marge,
- Une colonne des valeurs de Score Ng et ensuite la colonne des résultats de la classification ABC multicritère selon ce score,

- Des colonnes des valeurs de la moyenne, de l'écart type et de CV, ensuite la colonne des résultats de la classification XYZ,
- Enfin, la colonne des résultats de la classification ABC_{Ng}/XYZ

Tableau 1: les données et les résultats de l'étude

Ai	CA Janvier	CA Février	CA Mars	CA	Marge	ABC mono critère CA	ABC monocritère Marge	Score Ng	ABC multicritère	moyenne	écart type	CV	XYZ	ABC _{Ng} /XYZ
A1	26501,00	23013,00	30311,00	78825,00	3096,50	A	A	1,000	A	26608,33	3650,18	0,1372	X	AX
A2	21147,46	18947,58	21184,48	61279,52	828,04	A	A	0,777	A	20426,51	1280,92	0,0627	X	AX
A3	6857,60	6519,20	16671,60	30048,40	5292,41	A	A	0,628	A	10016,13	5766,29	0,5757	Z	AZ
A4	6618,74	12984,31	5798,94	25401,99	750,09	A	A	0,322	A	8467,33	3933,24	0,4645	Y	AY
A5	6976,38	6982,50	10906,70	24865,58	6043,62	A	A	0,658	A	8288,53	2267,41	0,2736	Y	AY
A6	4349,48	3657,59	8667,64	16674,72	397,22	A	A	0,211	A	5558,24	2714,95	0,4885	Y	AY
A7	3157,50	2943,00	6157,40	12257,90	588,04	A	A	0,155	A	4085,97	1797,12	0,4398	Y	AY
A8	4079,50	3711,50	4365,00	12156,00	63,10	A	C	0,154	A	4052,00	327,62	0,0809	X	AX
A9	2726,40	2794,56	6338,88	11859,84	412,03	A	A	0,150	A	3953,28	2066,27	0,5227	Z	AZ
A10	2581,80	2944,00	4876,30	10402,10	928,54	A	A	0,143	A	3467,37	1233,54	0,3558	Y	AY
A11	3198,30	2432,10	4172,40	9802,80	422,80	A	A	0,124	A	3267,60	872,22	0,2669	Y	AY
A12	2212,42	2491,82	5073,11	9777,35	817,50	A	A	0,129	A	3259,12	1577,16	0,4839	Y	AY

A13	1496,25	3476,25	4376,25	9348,75	415,50	A	A	0,118	A	3116,25	1473,36	0,4728	Y	AY
A14	2366,78	2218,86	4511,68	9097,33	349,81	A	A	0,115	A	3032,44	1283,19	0,4232	Y	AY
A15	363,00	3555,00	5169,05	9087,05	925,05	A	A	0,134	A	3029,02	2445,82	0,8075	Z	AZ
A16	1456,00	1989,00	5183,80	8628,80	781,72	A	A	0,119	A	2876,27	2016,07	0,7009	Z	AZ
A17	2562,75	2400,50	3240,00	8203,25	334,25	A	A	0,104	A	2734,42	445,30	0,1629	X	AX
A18	1664,00	2001,00	4452,00	8117,00	289,38	A	B	0,103	A	2705,67	1521,73	0,5624	Z	AZ
A19	2520,00	2400,00	2800,00	7720,00	298,19	A	B	0,097	A	2573,33	205,26	0,0798	X	AX
A20	2429,70	1940,50	2970,70	7340,90	831,76	A	A	0,115	A	2446,97	515,32	0,2106	X	AX
A21	1522,00	1866,00	3888,00	7276,00	823,50	A	A	0,114	A	2425,33	1278,33	0,5271	Z	AZ
A22	1919,22	2514,84	2713,38	7147,44	274,86	A	B	0,090	A	2382,48	413,29	0,1735	X	AX
A23	2880,00	2256,00	1968,00	7104,00	273,50	A	B	0,090	A	2368,00	466,20	0,1969	X	AX
A24	1274,40	1728,00	3916,20	6918,60	493,46	A	A	0,087	A	2306,20	1412,63	0,6125	Z	AZ
A25	1973,50	1540,00	3238,00	6751,50	238,29	A	B	0,085	A	2250,50	882,24	0,3920	Y	AY
A26	923,00	1953,00	3798,00	6674,00	314,00	A	B	0,084	A	2224,67	1456,63	0,6548	Z	AZ
A27	2351,50	2075,50	2245,00	6672,00	4,42	A	C	0,084	A	2224,00	139,19	0,0626	X	AX
A28	1699,16	2382,00	2580,50	6661,66	192,97	A	B	0,084	A	2220,55	462,32	0,2082	X	AX
A29	1518,00	1430,00	3388,00	6336,00	459,49	A	A	0,080	A	2112,00	1105,92	0,5236	Z	AZ
A30	1950,20	2019,60	2304,40	6274,20	327,00	A	A	0,079	A	2091,40	187,70	0,0897	X	AX

.

.

A100	374,26	57,20	1076,10	1507,56	42,46	B	C	0,019	C	502,52	521,42	1,0376	Z	CZ
A101	768,00	288,00	432,00	1488,00	57,29	B	C	0,018	C	496,00	246,32	0,4966	Y	CY
A102	465,50	427,50	570,00	1463,00	222,37	B	B	0,027	B	487,67	73,79	0,1513	X	BX
A103	351,00	336,00	770,50	1457,50	96,28	B	C	0,018	B	485,83	246,64	0,5077	Z	BZ
A104	512,00	464,00	464,00	1440,00	147,96	C	B	0,021	B	480,00	27,71	0,0577	X	BX
A105	424,86	306,60	708,22	1439,68	63,52	C	C	0,018	C	479,89	206,39	0,4301	Y	CY
A106	597,48	491,64	340,10	1429,22	227,56	C	B	0,028	B	476,41	129,36	0,2715	Y	BY
A107	410,40	456,00	524,40	1390,80	88,33	C	C	0,017	C	463,60	57,38	0,1238	X	CX
A108	450,00	261,00	621,00	1332,00	328,19	C	A	0,035	B	444,00	180,07	0,4056	Y	BY
A109	0,00	594,00	688,00	1282,00	106,00	C	B	0,017	C	427,33	373,05	0,8730	Z	CZ
A110	251,50	270,00	741,00	1262,50	154,21	C	B	0,020	B	420,83	277,43	0,6592	Z	BZ

A200	0,00	19,50	104,00	123,50	11,40	C	C	0,001	C	41,17	55,28	1,3429	Z	CZ
A201	0,00	0,00	76,00	76,00	8,00	C	C	0,001	C	25,33	43,88	1,7321	Z	CZ
A202	0,00	0,00	70,00	70,00	7,29	C	C	0,001	C	23,33	40,41	1,7321	Z	CZ
A203	0,00	0,00	64,80	64,80	8,96	C	C	0,001	C	21,60	37,41	1,7321	Z	CZ
A204	0,00	0,00	60,00	60,00	16,73	C	C	0,001	C	20,00	34,64	1,7321	Z	CZ
A205	0,00	0,00	52,20	52,20	8,71	C	C	0,001	C	17,40	30,14	1,7321	Z	CZ
A206	0,00	0,00	40,00	40,00	3,00	C	C	0,000	C	13,33	23,09	1,7321	Z	CZ

Source : Entreprise AMEN

2.2 Analyse des résultats

Le tableau ci-dessus montre cinq classifications, à savoir la classification ABC selon le critère chiffre d'affaires, la classification ABC selon le critère "chiffre d'affaires", la classification ABC selon le critère "marge", la classification ABC multicritère selon le modèle Ng, la classification XYZ et enfin la classification ABC_{Ng}/XYZ.

Dans les deux classifications ABC monocritères selon les critères CA et marge, on dégage respectivement des RD égales à 65.14% et 66.1%, donc pour les deux classifications les articles de types A présentent 20% des articles, soient 41 articles, les articles de types B présentent 30% soient 62 articles et les articles de types C présentent 50% soient 103 articles. On remarque que les deux classifications n'ont pas montré une différence significative entre les valeurs des classes selon les deux critères, les articles de classes A présentent 67.6% de CA et 67.43% du marge, les articles de classe B présentent 22.765% du CA et 23.557% du marge, et les articles de classe C présentent 9.635% de CA et 8.97%.

La grande différence entre les deux classifications se situe au niveau de la composition de chaque classe, plusieurs articles ont perdu leur position dans des classes supérieures alors que d'autres ont grimpé dans cet échelle de classification. Le pourcentage de concordance entre la classification ABC monocritère et celle multicritères est de 65.53%. En effet 135 articles sur 206 ont été affectés aux mêmes classes par les deux classifications monocritères, alors que le pourcentage de discordance est de 34.47%, soient 71 articles qui ont été affectés aux classes différentes par les deux classifications, ce qui présente une grande partie de stock et pose des problèmes au niveau des décisions des responsables envers ces articles, et pour remédier à ce problème la classification multicritère peut apporter une solution et affecte chaque article à une seule classe.

Dans la classification XYZ, 38 articles sont affectés à la classe A et présentent les articles stables, 62 articles sont affectés à la classe Y et présentent les articles volatiles ou bien à fluctuations modérées et enfin 106 articles sont affectés à la classe Z, soient les articles très volatiles.

La classification ABC_{Ng}/XYZ permet de distinguer 9 groupes AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY et CZ. Chaque groupe peut être interprété selon les deux critères « importance en CA et Marge » « Volatilité ». Les résultats trouvés sont présentés dans la matrice suivante :

Tableau 2 : Matrice des classes

	X	Y	Z
A	12 articles Très importantes Stables	10 articles Très importantes Volatiles	19 articles Très importantes Très volatiles
B	9 articles Importance moyenne Stables	30 articles Importance moyenne Volatiles	23 articles Importance moyenne Très volatiles
C	17 articles Faible importance Stables	22 articles Faible importance Volatiles	64 articles Faible importance Très volatiles

Source: Auteur

On remarque que:

- 21 articles de classes AX et BX, soient 10.19 % de stock, présentent des articles stables et donc on a besoin d'une faible couverture de stock car le risqué de rupture est faible.
- 40 articles de classes AY et BY, soient 19.41% de stock présentent des articles à risquer maîtrisé donc nécessitent une couverture de stock moyenne.
- 42 articles de classes AZ et BZ, soient 20.39% de stock, présentent des articles à risquer de rupture élevé et donc nécessitent une forte couverture de stock.
- 17 articles de classe CX, soient 8.25% de stock, présentent des articles à faible risqué mais aussi à faible importance donc nécessitent un faible stock.
- 22 articles de classe CY, soient 10.68% de stock, présentent des articles à risquer maîtrisé et doivent avoir un faible stock
- 64 articles de classe CZ, soient 31.07% de stock, présentent des articles à forte risqué avec une faible importance, pour ces articles il faut une couverture extrêmement faible, voire ne pas avoir du stock de tout.

Conclusion

La classification ABC_{N_g}/ XYZ permet donc de définir 9 segments (AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY, CZ). Chaque segment aura ses propres caractéristiques selon les critères « importance en chiffre d'affaires et marge » et le critère « incertitude ou volatilité », et il sera possible d'y appliquer une stratégie et on peut regrouper quelques segments pour limiter le nombre de stratégies.

En utilisant cette classification, les entreprises peuvent optimiser leurs stocks pour répondre à la demande tout en minimisant les coûts.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Hadi-Vencheh. (2010), "An improvement to multiple criteria ABC inventory classification," *European Journal of Operational Research*, no. 201, pp. 962-965,
- [2] A. Kontis and V. Vrysagotis. (2011), "A literature review of multi-criteria approaches based on DEA," *Advances in Management and Applied Economics*, vol. 1, no. 2, pp. 207-219.
- [3] E.A., Pyke, D.F., & Peterson, R. (1998), "Inventory Management and Production Planning and Scheduling" (3rd ed.). New York : John Wiley & Sons.
- [4] J. Chen. (2011), "Peer-estimation for multiple criteria ABC inventory classification," *Computers and Operations Research*, no. 38, pp 1784-1791.
- [5] L.W. Ng. 2007, "A simple classifier for multiple criteria ABC analysis," *European Journal of Operational Research*, no. 177, pp. 344-353.
- [6] P. Zhou and L. Fan. (2007), "A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization," *European Journal of Operational Research*, no. 182, pp. 1488-1491.
- [7] R. Ramanathan. 2006, "ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization," *Computers and Operations Research*, no. 33, pp. 695-700.
- [8] R.G. BROWN. (1982), *Advanced Service Parts Inventory Control*, wyd. II, Materials Management Systems, Norwich,
- [9] S. NAHMIAS. (2009), « *Production & Operations Analysis* », New-York, McGraw-Hill,