

E.N.S.T

المدرسة الوطنية العليا للتكنولوجيا
Ecole Nationale Supérieure de Technologie

MINISTÈRE DES ÉTUDES SUPÉRIEURES ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT GÉNIE INDUSTRIEL ET MAINTENANCE
ANNÉE ET SPÉCIALITÉ : 2ÈME ANNÉE MIMI

Projet gestion des approvisionnements et des stocks

Réalisé par :

BENTAYEB Adel

GI 2

BRAHIM MAZARI Ridha

MIMI 2

**Enseignant responsable de la matière :
Dr. BOUDHAR**

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2022 - 2023

Table des matières

1. Introduction	2
2. Présentation de l'hypermarché	2
3. Modélisation des processus d'approvisionnement et d'achat	3
3.1. Processus d'approvisionnement	3
3.1.1. Élément déclencheur : identification d'un besoin	3
3.1.2. Élément déclencheur : identification d'une opportunité	5
3.2. Processus d'achat	6
3.3. Différence entre un processus d'approvisionnement et un processus d'achat .	7
4. Gestionnaire d'Approvisionnement et de Stock (application en python)	8
4.1. Présentation de l'application	8
4.2. Exigences de l'application	8
4.3. Utilisation de l'application	9
4.4. Interface de l'application	9
4.5. Ajouter ou supprimer des produits du stock	10
4.6. Classifier les produits selon leur importance dans le stock	11
4.6.1. Class ABC Stock	12
4.6.2. Class ABC Vente	12
4.7. Visualiser l'historique de consommation sous forme de nuage de points	13
4.8. Prévoir la demande en fonction de l'historique à l'aide de différentes techniques	14
4.8.1. Moyenne mobile simple (court terme)	14
4.8.2. Moyenne mobile pondérée (court terme)	14
4.8.3. Régression linéaire simple (données avec une tendance, prévision à moyen terme)	15
4.8.4. Lissage exponentiel simple	15
4.9. Proposer des méthodes d'approvisionnement pour chaque type de produit . .	16
4.10. Proposer des méthodes de gestion de stock pour chaque type de produit . . .	16
5. Conclusion	17

1. Introduction

Dans un monde où les attentes en termes de rapidité et d'efficacité ne cessent de croître, la gestion des approvisionnements et des stocks est un élément clé pour le succès d'une entreprise. Avec le développement de la technologie, la gestion des stocks et des approvisionnements s'est transformée en une approche plus intelligente et automatisée. La gestion automatisée utilise des algorithmes pour prévoir les demandes, des modèles pour gérer les inventaires et des outils de suivi pour automatiser la planification et la gestion des stocks. Cela permet aux entreprises d'optimiser leurs processus, de réduire les coûts d'inventaire et d'améliorer le service client en garantissant un haut niveau de disponibilité et de fiabilité des produits.

Ce projet de la matière "Gestion des approvisionnements et des stocks" vise à modéliser les processus clés d'un hypermarché et à développer une application en Python pour une gestion plus efficace et efficiente des approvisionnements et des stocks. Grâce à cette application, nous pourrions surveiller les mouvements de nos produits, gérer les niveaux de stock et prévoir les besoins futurs en approvisionnement. Cela améliorera les processus de prise de décision et de planification des opérations, ce qui se traduira par des coûts réduits et une qualité de service client accrue.

2. Présentation de l'hypermarché

Smart-Market est un hypermarché moderne et innovant qui se distingue par sa gestion intelligente des stocks et des approvisionnements. Il a pour objectif de proposer une grande variété de produits frais et de qualité à des prix compétitifs tout en minimisant les gaspillages et les ruptures de stock.

Le magasin a une surface de vente de plus de 20 000 mètres carrés, offrant une grande sélection de produits alimentaires, électroniques, articles ménagers, vêtements, jouets, etc. Le Smart-Market possède également un rayon frais important avec une grande variété de fruits et légumes, de produits laitiers, de viandes et de poissons frais.

L'hypermarché Smart-Market est équipé d'un système de gestion des déchets efficace, permettant de réduire les coûts liés aux déchets et de protéger l'environnement. Les employés sont formés pour trier les déchets et les diriger vers les filières de recyclage appropriées. Avec sa gestion intelligente des stocks et des

approvisionnement, son engagement en faveur de la qualité et de l'environnement, ainsi que son expérience d'achat agréable, le Smart-Market est un lieu incontournable pour les courses de la vie quotidienne.

3. Modélisation des processus d'approvisionnement et d'achat

3.1. Processus d'approvisionnement

Un **processus d'approvisionnement** pour un hypermarché est un ensemble d'étapes et d'activités coordonnées qui permettent de se fournir en produits de manière efficace et efficiente. Le but final du processus d'approvisionnement est de s'assurer que l'hypermarché dispose constamment des produits nécessaires pour répondre aux besoins de ses clients.

D'après Fournier [2], le déclencheur du processus peut provenir de deux sources :

- L'identification d'un besoin.
- L'identification d'une opportunité.

Nous allons donc examiner séparément ces deux processus selon le cas.

3.1.1. Élément déclencheur : identification d'un besoin

L'élément déclencheur "identification d'un besoin" signifie que le processus d'approvisionnement est déclenché lorsqu'il est identifié un besoin ou une demande pour un produit ou un service particulier. Ce besoin peut provenir de l'analyse des données internes de l'hypermarché (quant aux prévisions et au stock) ou même d'autres sources. Ainsi, les étapes de ce processus sont les suivantes :

1. **Identification du besoin** : Le service d'approvisionnement de l'hypermarché identifie un besoin en produits pour satisfaire la demande des clients.
2. **Établissement d'une commande et demande de devis** : Le service d'approvisionnement de l'hypermarché établit une commande pour les produits nécessaires et demande des devis auprès de différents fournisseurs.
3. **Réception des devis des fournisseurs** : Les fournisseurs envoient les devis pour la commande.

4. **Traitement des dossiers et choix d'un fournisseur** : Le service d'approvisionnement de l'hypermarché examine les devis reçus et choisit le fournisseur qui offre les meilleures conditions.
5. **Envoi d'un bon de commande** : Le service d'approvisionnement de l'hypermarché envoie un bon de commande au fournisseur choisi
6. **Envoi de la facture** : Le fournisseur envoie une facture pour la commande.
7. **Confirmation de la commande** : Le service d'approvisionnement de l'hypermarché confirme la commande avec le fournisseur.
8. **Envoi de la marchandise** : Le fournisseur envoie la marchandise commandée.
9. **Vérification de la marchandise reçue** : Le service d'approvisionnement de l'hypermarché vérifie la marchandise reçue pour s'assurer qu'elle répond aux exigences de la commande.
10. **Retour ou paiement de la marchandise** : Si la marchandise n'est pas correcte, le service d'approvisionnement de l'hypermarché retourne le bon de commande. Sinon, il paie la marchandise et met à jour l'inventaire.
11. **Archivage** : Le service d'approvisionnement de l'hypermarché archive les documents associés à la commande et à la réception de la marchandise.

Ainsi, le modèle en BPMN du processus d'approvisionnement pour ce cas est le suivant :

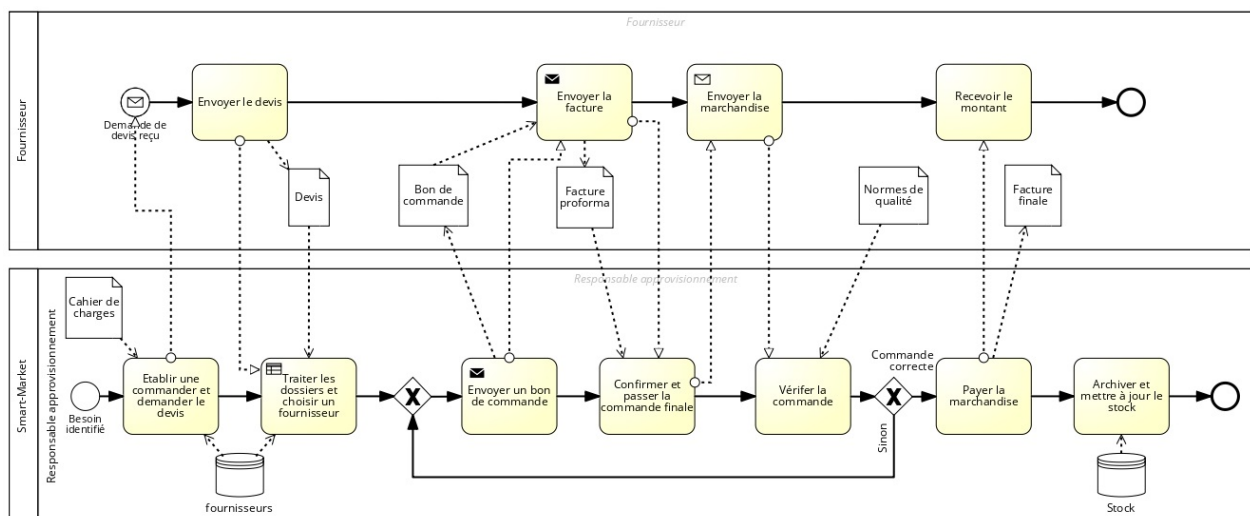


FIGURE 1 – Processus d'approvisionnement pour le cas "Besoin identifié"

Pour le DMN de l'activité "Traiter les dossiers et choisir un fournisseur" :

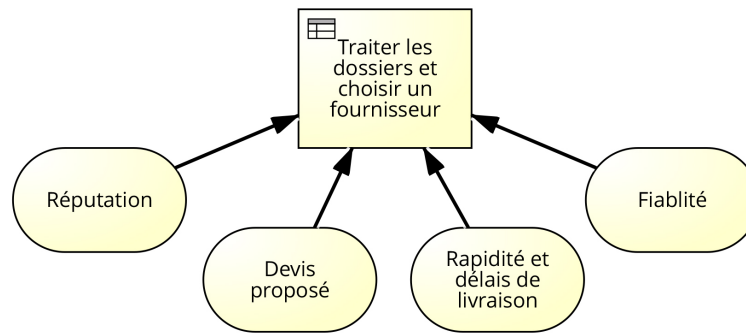


FIGURE 2 – DMN de l'activité de sélection d'un fournisseur

3.1.2. Élément déclencheur : identification d'une opportunité

L'identification d'une opportunité peut se manifester de différentes manières, telles qu'une demande croissante pour un nouveau produit populaire, un produit saisonnier ou une offre spéciale d'un fournisseur. Dans ce cas, le service d'approvisionnement de l'hypermarché peut décider d'exploiter cette opportunité pour améliorer son inventaire et répondre aux demandes des clients.

Le processus est similaire à celui impliquant l'identification d'un besoin pour les activités courantes, mais comporte une différence clé au début :

1. **Identification de l'opportunité** : Cette étape consiste à repérer une opportunité, comme un nouveau produit populaire, un produit saisonnier ou une offre du fournisseur.
2. **Évaluation de l'opportunité** : Cette étape implique de mesurer les avantages et les inconvénients de l'opportunité identifiée afin de déterminer si c'est une opportunité viable pour le service d'approvisionnement de l'hypermarché.
3. **Soumission des dossiers fournisseurs** : Cette étape consiste à inviter les différents fournisseurs potentiels à soumettre leur dossier et leur offre pour l'opportunité identifiée.

Une fois les trois premières étapes achevées, le processus se poursuit de manière similaire à celui identifiant un besoin, avec une activité supplémentaire à la fin :

12. **Analyse des données** : Cette étape consiste à analyser les données pour évaluer la performance de l'opportunité en termes de coûts, de qualité du service client et de réduction des coûts.

Ainsi, le modèle en BPMN du processus d'approvisionnement pour ce cas est le suivant :

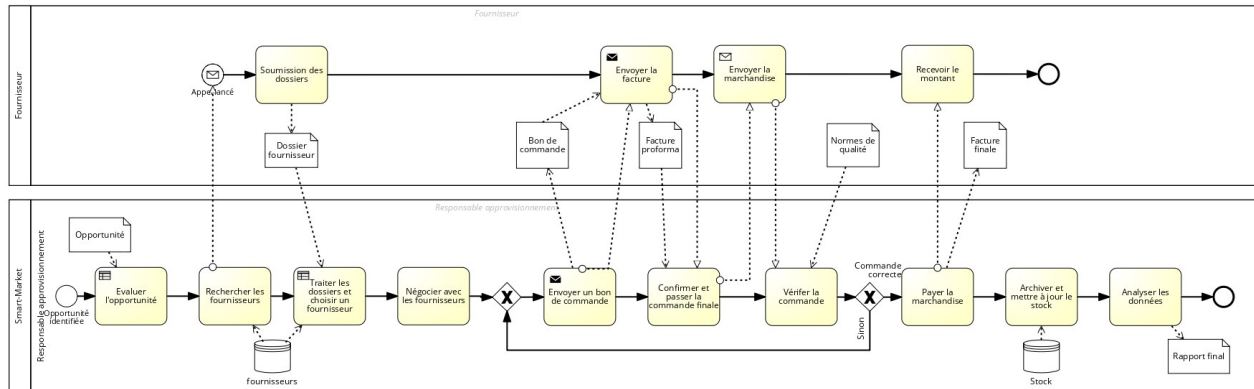


FIGURE 3 – Processus d'approvisionnement pour le cas "Opportunité identifié"

Pour le DMN de l'activité "Traiter les dossiers et choisir un fournisseur", c'est le même du premier cas. Voici ci-dessous celui de l'activité "Évaluer l'opportunité" :

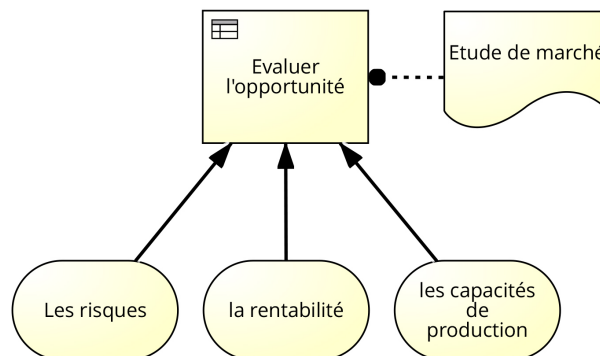


FIGURE 4 – DMN de l'activité de l'évaluation de l'opportunité

3.2. Processus d'achat

Un **processus d'achat** se compose de plusieurs étapes qui ont pour but de permettre à une entreprise, telle qu'un hypermarché, de se procurer les produits et services nécessaires à son fonctionnement. Il est considéré comme un élément clé pour la création de valeur pour l'entreprise. Les étapes impliquées dans ce processus peuvent inclure la planification des achats, la recherche de fournisseurs potentiels, la négociation de contrats et de prix, la passation de commandes, la gestion des livraisons et la résolution de problèmes éventuels. Le but final de ce processus est d'assurer que l'entreprise a accès aux biens et services dont elle a besoin pour mener à bien ses activités.

Les achats d'un hypermarché peuvent être classés en deux catégories principales : les achats directs et les achats indirects.

- **Les achats directs** sont ceux qui sont liés aux produits ou services vendus directement au client final. Ils incluent les produits alimentaires, les produits ménagers, les produits électroniques, etc. Ces achats sont critiques pour le succès commercial de l'hypermarché et doivent être gérés de manière efficace pour garantir la disponibilité en stock des produits les plus populaires.
- **Les achats indirects**, quant à eux, désignent les acquisitions de biens ou services qui ne font pas partie du produit final du magasin. Ils peuvent inclure des articles tels que les fournitures de bureau, les matériaux de maintenance, les services de nettoyage, etc. Les achats indirects sont souvent réalisés à partir d'un catalogue fournisseur standardisé, car ils sont généralement requis en petites quantités et de manière régulière. Les processus d'achat indirect peuvent être plus simples et moins formels que les achats directs, mais ils nécessitent tout de même une évaluation rigoureuse des fournisseurs et une négociation des prix pour s'assurer que le hypermarché obtient les meilleures conditions possibles.

N.B : Étant donné que notre hypermarché ne traite que des demandes indépendantes, les achats directs correspondent directement aux produits finaux. L'énoncé du projet a demandé une modélisation du processus des articles à gérer. Par conséquent, le processus d'achat comporte les mêmes étapes que le processus d'approvisionnement, à l'exclusion des achats indirects.

3.3. Différence entre un processus d'approvisionnement et un processus d'achat

Le processus d'approvisionnement se concentre sur la planification et la gestion des stocks de produits du magasin. Il commence par l'identification des besoins ou des opportunités et se poursuit par la sélection de fournisseurs, la gestion des commandes et l'analyse des données pour améliorer les décisions d'approvisionnement à venir.

Le processus d'achat, quant à lui, se concentre sur l'acquisition de produits et services pour les besoins opérationnels de l'entreprise. Il commence par la détermination des besoins et se poursuit par la recherche de fournisseurs, la négociation de prix et la conclusion d'accords avec les fournisseurs. Les achats peuvent également inclure la gestion des contrats et la résolution des problèmes liés aux achats.

4. Gestionnaire d'Approvisionnement et de Stock (application en python)

4.1. Présentation de l'application

Notre logiciel de gestion d'entrepôt est une solution de base qui utilise des données provenant de trois fichiers .csv pour effectuer des prévisions, gérer les approvisionnements et contrôler les stocks.

1. Le premier fichier, nommé "sortie_mensuel.csv", comprend l'historique de la consommation mensuelle de chaque produit.
2. Le deuxième fichier, intitulé "inventory.csv", contient des informations détaillées sur chaque produit, telles que la quantité moyenne en stock, le coût de stockage unitaire, le prix unitaire, les clients et les fournisseurs.
3. Le troisième fichier, nommé "delai.csv", présente les délais de livraison pour chaque commande.

Nous utilisons ces informations pour classer les produits selon leur importance en trois classes, puis nous déterminons la méthode de gestion de stock et la méthode d'approvisionnement appropriées pour chaque type d'article. Ensuite, nous effectuons des prévisions de la demande pour chaque produit en utilisant plusieurs méthodes.

4.2. Exigences de l'application

Afin d'utiliser cette application, un compilateur Python est requis avec les packages suivants installés :

- sqlite3 Package.
- pandas Package.
- matplotlib.pyplot Package.
- scipy Package.

4.3. Utilisation de l'application

Pour les différentes fonctionnalités et activités que peut accomplir cette application, on peut trouver :

- Mettre à jour la quantité de produits en stock.
- Ajouter ou supprimer des produits du stock.
- Visualiser l'historique de consommation sous forme de nuage de points.
- Classer automatiquement les produits selon leur importance dans le stock en utilisant deux critères :
 - Coût de stockage annuel.
 - Revenu annuel
- Proposer des méthodes de gestion de stock pour chaque type de produit.
- Proposer des méthodes d'approvisionnement pour chaque type de produit.
- Prévoir la demande en fonction de l'historique à l'aide de différentes techniques :
 - Moyenne mobile simple.
 - Moyenne mobile pondérée.
 - Régression linéaire.
 - Lissage exponentiel simple.

4.4. Interface de l'application

Sur la première page de l'application, vous serez confronté à des champs qui nécessitent d'être remplis ainsi que des boutons qui doivent être activés pour pouvoir utiliser toutes les fonctionnalités proposées.

gestion des approvisionnements de stock

Produit

Stock moyen

cout stock uni

prix uni

client

fournisseur

add or update product

Class ABC Stock

Class ABC vente

procrumenet method

product

taux de service

period

base

weighs :

separate comma

Alpha

FIGURE 5 – Interface de l'application

4.5. Ajouter ou supprimer des produits du stock

Pour ajouter un élément à la table inventory, vous devez remplir les 6 champs puis cliquer sur “add or update product”.

gestion des approvisionnements de stock

Produit

Stock moyen

cout stock uni

prix uni

client

fournisseur

add or update product

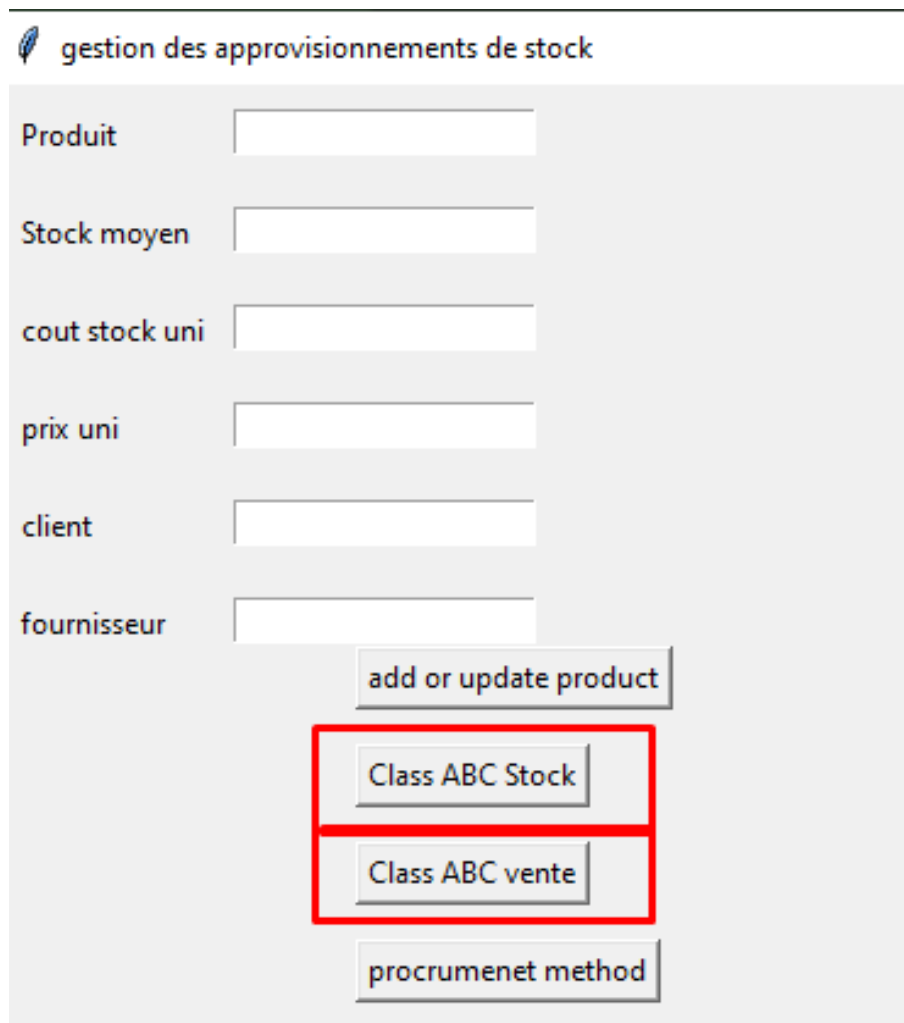
FIGURE 6 – Ajout ou suppression des produits

4.6. Classifier les produits selon leur importance dans le stock

La méthode ABC (Pareto) est appliquée à la table du stock et à la table des sorties mensuelles pour identifier les produits les plus importants (Classe A), et les produits les moins importants (Classes B et C). Cela permet d'attribuer à chaque classe de produits une méthode de gestion de stock adéquate pour minimiser le coût de stockage tout en évitant les ruptures de stock.

La classification est automatique et peut être effectuée en cliquant sur les boutons "Class ABC Stock" ou "Class ABC vente".

Les résultats devraient être similaires, peu importe le bouton choisi, car il est logique que les produits les plus vendus soient également les plus stockés pour éviter les ruptures. Par conséquent, les produits devraient toujours appartenir à la même classe.



The screenshot shows a web interface titled "gestion des approvisionnements de stock". It contains several input fields for product information: "Produit", "Stock moyen", "cout stock uni", "prix uni", "client", and "fournisseur". Below these fields are four buttons: "add or update product", "Class ABC Stock", "Class ABC vente", and "procrumenet method". The buttons "Class ABC Stock" and "Class ABC vente" are highlighted with a red rectangular border.

FIGURE 7 – Classification automatique des produits en fonction de leur importance

4.6.1. Class ABC Stock

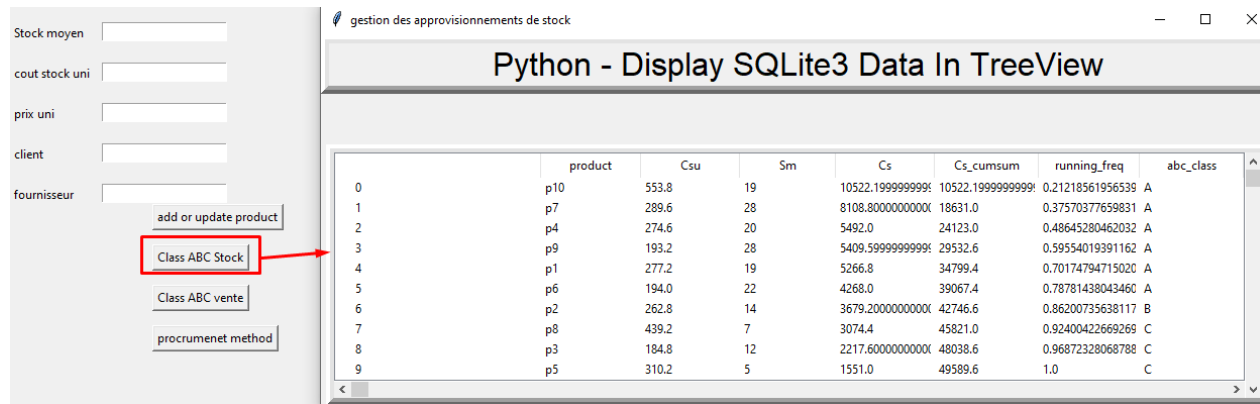


FIGURE 8 – Class ABC Stock

4.6.2. Class ABC Vente

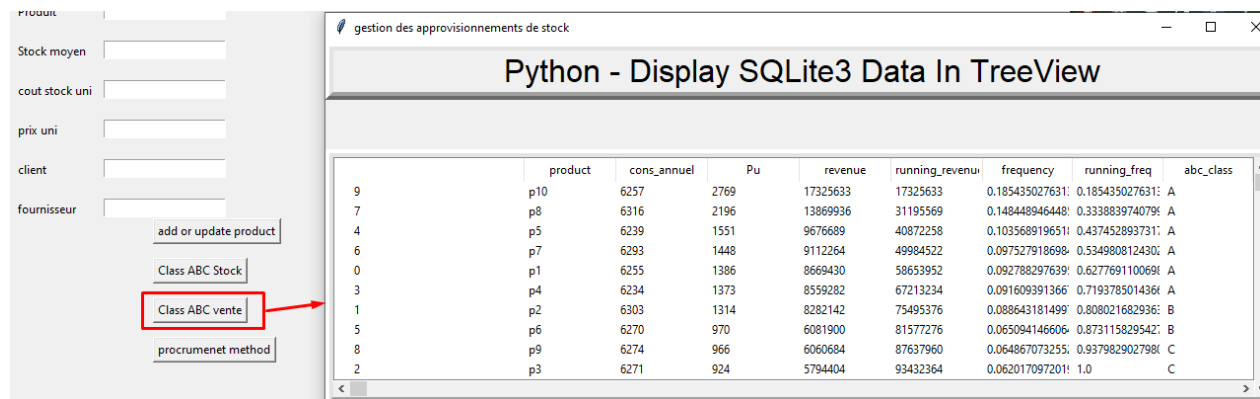
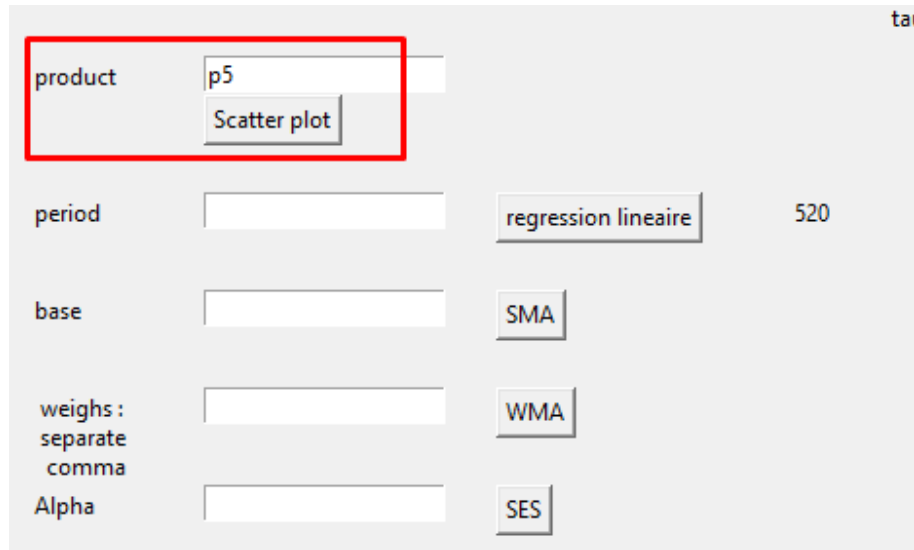


FIGURE 9 – Class ABC Vente

N.B : Les données sont fictives.

4.7. Visualiser l'historique de consommation sous forme de nuage de points

Pour afficher le nuage de points, il est nécessaire de sélectionner un produit spécifique et de cliquer sur le bouton "Scatter Plot".



product p5 Scatter plot

period regression lineaire 520

base SMA

weighs : separate comma WMA

Alpha SES

FIGURE 10 – Visulation de l'historique de consommation

Cette visualisation vous permet de déterminer quelle méthode de prévision a été utilisée en fonction de la tendance et de la saisonnalité.

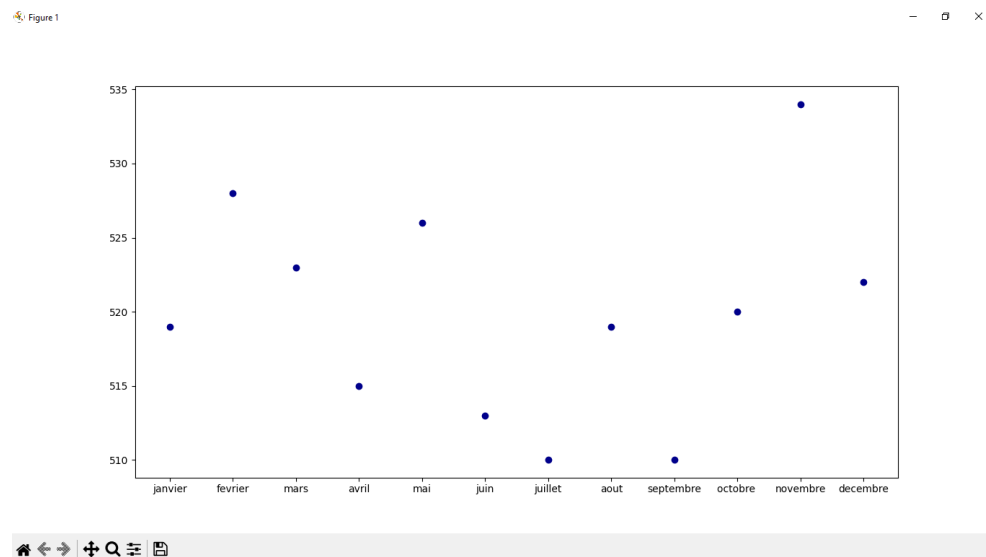


FIGURE 11 – Nuage de points de l'historique de consommation

4.8. Prévoir la demande en fonction de l'historique à l'aide de différentes techniques

Après avoir visualisé les données, nous sélectionnons une méthode appropriée pour faire des prévisions pour les mois à venir. Pour ce faire, nous avons 4 méthodes de prévision possibles :

4.8.1. Moyenne mobile simple (court terme)

La méthode de prévision en moyenne mobile est utilisée pour une demande fluctuant autour d'une valeur moyenne. Pour utiliser cette méthode, il est nécessaire de spécifier le produit et la base, qui est le nombre de mois récents à prendre en compte (généralement compris entre 3 et 6). Une fois la base spécifiée, cliquez sur le bouton SMA pour obtenir la prévision pour le mois suivant.

L'application calcule l'écart absolu moyen (EAM) pour comparer les différentes bases et sélectionne la base avec l'EAM le plus faible comme la base la plus appropriée pour cet ensemble de données.

The screenshot shows a software interface for forecasting. On the left, there are input fields: 'product' with the value 'p5', 'period' (empty), and 'base' with the value '3'. There are buttons for 'Scatter plot', 'regression lineaire', and 'SMA'. The 'SMA' button is highlighted with a red box. On the right, a 'next month' window is open, displaying 'forecast = 525.33' and 'eam = 20.22'. An 'OK' button is at the bottom right.

FIGURE 12 – Prévisions par moyenne mobile simple

4.8.2. Moyenne mobile pondérée (court terme)

L'approche est similaire à la moyenne mobile simple, mais en accordant un poids plus élevé aux données les plus récentes.

Pour utiliser cette méthode, il suffit de sélectionner le produit et d'attribuer des poids (séparés par une virgule), puis de cliquer sur le bouton WMA. Une nouvelle fenêtre affichera la prévision et l'écart absolu moyen.

The screenshot shows a software interface for forecasting. On the left, there are input fields: 'product' with the value 'p5', 'period' (empty), 'base' with the value '3', and 'weights : separate comma' with the value '2,3,4'. There are buttons for 'Scatter plot', 'regression lineaire', 'SMA', and 'WMA'. The 'WMA' button is highlighted with a red box. On the right, a 'next month' window is open, displaying 'forecast = 525.33' and 'eam = 20.22'. An 'OK' button is at the bottom right.

FIGURE 13 – Prévisions par moyenne mobile pondérée

4.8.3. Régression linéaire simple (données avec une tendance, prévision à moyen terme)

Cette méthode de prévision est utilisée pour les prévisions à moyen terme. Pour les données, on précise le produit et le numéro du mois pour lequel on souhaite prévoir la demande.

Il est à noter que notre ensemble de données comprend la consommation de janvier (1) à décembre (12). Par exemple, pour faire une prévision de la demande pour le mois de janvier de l'année prochaine, il faut préciser la période 13.

The screenshot shows a software interface for forecasting. On the left, there are two input fields: 'product' with the value 'p3' and 'period' with the value '13'. Both fields are highlighted with red rectangles. Below the 'product' field is a 'Scatter plot' button. Below the 'period' field is a 'regression lineaire' button. On the right, there is a small window titled 'mois: 13' with a close button. Below this window, there is a blue information icon and the text 'forecast = 522'. At the bottom right, there is an 'OK' button.

FIGURE 14 – Prévisions par régression linéaire simple

4.8.4. Lissage exponentiel simple

Pour appliquer la méthode de lissage exponentiel simple, un expert doit spécifier le coefficient alpha (α), qui est la constante de lissage. On sélectionne un produit et on clique sur le bouton SES (simple exponential smoothing), ce qui donnera la prévision de la demande pour le mois suivant.

The screenshot shows a software interface for forecasting. On the left, there are several input fields: 'product' with the value 'p3', 'period' with the value '13', 'base' (empty), 'weights : separate comma' (empty), and 'Alpha' with the value '0.3'. The 'Alpha' field is highlighted with a red rectangle. Below the 'product' field is a 'Scatter plot' button. Below the 'period' field is a 'regression lineaire' button. Below the 'base' field is an 'SMA' button. Below the 'weights' field is a 'WMA' button. Below the 'Alpha' field is an 'SES' button. On the right, there is a small window titled 'next month' with a close button. Below this window, there is a blue information icon and the text 'forecast = 520.81' and 'eam = 9.99'. At the bottom right, there is an 'OK' button.

FIGURE 15 – Prévisions par lissage exponentiel simple

4.9. Proposer des méthodes d'approvisionnement pour chaque type de produit

Pour choisir la méthode de gestion d'approvisionnement appropriée pour un produit, il suffit de spécifier ce produit et de cliquer sur le bouton "Procurement Method". Cela vous fournira la méthode d'approvisionnement la plus adéquate pour minimiser les coûts de stockage et éviter les ruptures de stock.

Les produits de classe A ayant une forte rotation, la méthode du point de commande + stock de sécurité est utilisée, car une rupture de stock engendre des coûts supplémentaires.

Les produits de classe B ayant une rotation moindre, la méthode du niveau de rechargement + stock de sécurité est utilisée.

Quant aux produits de classe C ayant la rotation la plus faible, la méthode du niveau de rechargement sans stock de sécurité est utilisée.

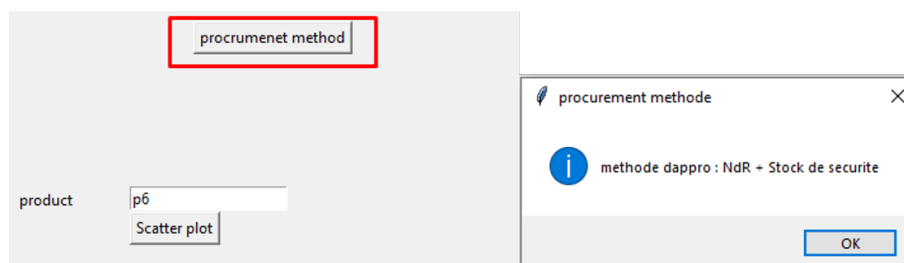


FIGURE 16 – Approvisionnement par Procurement Method

4.10. Proposer des méthodes de gestion de stock pour chaque type de produit

Dans le cas où l'application recommande l'utilisation d'un stock de sécurité, il est nécessaire de déterminer le taux de service. Ensuite, en utilisant la table de Dilworth (1999), on détermine le coefficient de rupture k .

Enfin, en se basant sur les délais de livraison, la consommation et le coefficient de rupture, l'application calcule la quantité de stock de sécurité nécessaire pour éviter les ruptures.

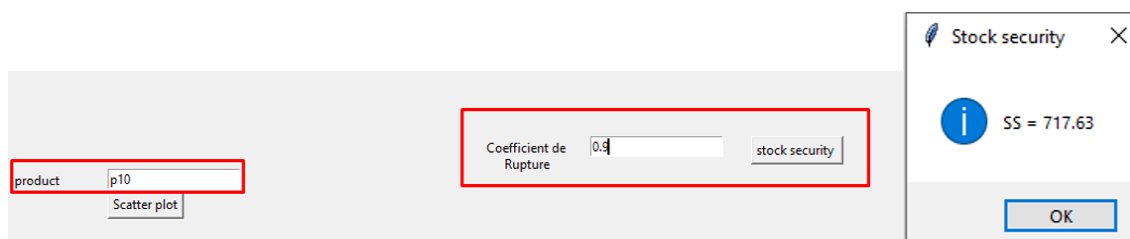


FIGURE 17 – Gestion de stock par SS

5. Conclusion

Dans ce projet consacré à la gestion des approvisionnements et des stocks, nous avons examiné les processus d'approvisionnement et d'achat dans le contexte d'un hypermarché. Nous avons également présenté une application en python conçue pour aider les gestionnaires à mieux gérer leurs stocks et leurs approvisionnements.

L'application est capable de classer les produits selon leur importance, de visualiser l'historique de consommation, de prévoir la demande en utilisant différentes techniques telles que la moyenne mobile simple, la régression linéaire simple et le lissage exponentiel simple, et de proposer des méthodes d'approvisionnement et de gestion de stock adaptées à chaque type de produit.

En conclusion, la gestion des approvisionnements et des stocks est un élément clé de la gestion des entreprises, et la mise en place d'une solution automatisée et intelligente peut offrir de nombreux avantages en termes d'efficacité, de coûts et de satisfaction des clients. Ce projet a donné une illustration concrète des concepts théoriques étudiés dans la matière "Gestion des approvisionnements et des stocks".

Liste des abréviations

BPMN Business Process Modeling Notation

DMN Decision Model and Notation

SMA SIMPLE MOVING AVERAGE

WMA WEIGHTED MOVING AVERAGE

SES SIMPLE EXPONENTIAL SMOOTHING

EAM ECART ABSOLUE MOYEN

CSU COÛT DE STOCKAGE UNITAIRE

SMA STOCK MOYEN ANNUEL

Cs Coût de stockage

Pu Prix unitaire

NdR Niveau de Recompelement

Ss Stcok de securité

Références

- [1] G. Lasnier, *Gestion des approvisionnements et des stocks dans la chaîne logistique*, 2015, 2e édition, Lavoisier.
- [2] P. Fournier, J-P. Ménard, *Gestion des approvisionnements et des stocks*, 2014, 4e édition, Cheneliere Education .
- [2] R. Le Moigne, *Supply chain management*, 2017, 2e édition, Dunod.