

ÉLABORATION D'UN MODÈLE TRANSPARENT D'ÉVALUATION DES ALIMENTS : LE SUPERNUTRI-SCORE

Année académique 2025/2026

Le Nutri-score, utilisé principalement en France pour informer les consommateurs sur la qualité nutritionnelle des aliments, repose sur un algorithme simple qui attribue une note globale (de A à E) en fonction de la teneur en nutriments bénéfiques ou défavorables. Cependant, cette méthode présente des limites, notamment dans la prise en compte de critères plus complexes ou subjectifs (exemple : origine des ingrédients, impact environnemental, préférences culturelles).

Votre mission est de construire un modèle d'évaluation des aliments inspiré du Nutri-score, mais utilisant la méthode ELECTRE TRI (ELimination Et Choix Traduisant la REalité). Cette méthode, issue de l'Aide Multicritère à la Décision (MCDA), permet de classer des alternatives (ici, des aliments) dans des catégories prédéfinies et ordonnées (exemple : A', B', C', D', E'). Ce travail sera réalisé à l'aide d'algorithmes implémentés en langage Python.

1 Le Nutri-score

1.1 Introduction

Le Nutri-Score, est un système d'étiquetage nutritionnel qui répartit les produits en cinq classes (5 couleurs), du vert (catégorie A) pour les produits de très bonne qualité nutritionnelle au rouge (catégorie E) pour ceux dont il vaut mieux limiter la consommation. Il a été mis en place en janvier 2016, par le gouvernement français, dans le cadre de la loi de modernisation du système de santé. Son but est de faciliter le choix d'achat du consommateur, au regard de la composition nutritionnelle des produits. Ainsi, il favorise le choix de produits plus sains par les consommateurs et par conséquent, participe à la lutte contre l'augmentation des maladies cardiovasculaires, de l'obésité et du diabète.

Le logo Nutri-Score a été conçu par Santé publique France, à la demande de la Direction générale de la santé, en s'appuyant sur les travaux de l'équipe du Professeur Serge Hercberg (Université Paris 13), les expertises de l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) et du Haut Conseil de Santé Publique.



FIGURE 1 – Logo Nutri-score

L'ensemble des articles scientifiques et documents publiés relatifs au Nutri-Score est accessible sur le site internet <https://solidarites-sante.gouv.fr/prevention-en-sante/preserver-sa-sante/nutrition/article/articles-scientifiques-et-documents-publies-relatifs-au-nutri-score>.

1.2 Méthode de calcul du Nutriscore (version de Mars 2025)

Cette section est rédigée à partir du Rapport d'appui scientifique et technique de l'Anses sur le Nutri-score¹.

Le Nutri-score permet de calculer le score nutritionnel des produits alimentaires en se basant sur :

- **Les nutriments ou apports à favoriser** : fibres, protéines, fruits, légumes, légumineuses, noix ;
- **Les nutriments ou apports à limiter** : énergie (kcal), acides gras saturés, sucres, sel.

Cette note est proposée après analyse d'une portion de 100 grammes ou 100 ml s'il s'agit de boisson. Plus formellement, le Nutri-score est basé sur le score nutritionnel des aliments, tel que défini par Rayner et al.², est un score intégrant :

- Une composante dite «négative», calculée à partir des teneurs en nutriments dont la consommation doit être limitée : énergie (kJ/100g), sucres simples (g/100g), acides gras saturés (g/100g) et sodium (mg/100g) ;
- Une composante dite «positive», calculée en intégrant les teneurs en nutriment dont la consommation est recommandée : fibres (g/100g), protéines (g/100g) ;
- Une deuxième composante «positive», calculée à partir des teneurs d'une catégorie spécifique d'aliments : les fruits/légumes/fruits à coque (g/100g)

Les composantes “positives” et “négatives” sont chacune associées à un score plus ou moins important, en fonction de la composition nutritionnelle de l'aliment considéré :

- De 0 à 20 points pour les nutriments de la composante “négative” (Voir Tableau de la Figure 3) ;
- De 0 à 7 points pour les éléments de la composante “positive” (Voir Tableau de la Figure 2).

Ainsi, le score associé à la composante “négative” peut théoriquement aller de 0 à 55. Celui de la composante “positive” peut quant à lui théoriquement aller de 0 à 17.

Points	Protéines* (g/100g)	Fibres (g/100g)	Fruits, légumes, legumes secs** (%)
0	≤ 2,4	≤ 3,0	≤ 40
1	> 2,4	> 3,0	> 40
2	> 4,8	> 4,1	> 60
3	> 7,2	> 5,2	-
4	> 9,6	> 6,3	-
5	> 12	> 7,4	> 80
6	> 14		
7	> 17		

FIGURE 2 – Table de Calcul des points attribués à chacun des éléments de la composante dite “positive” selon la méthodologie développée par Rayner et al.

Dans la plupart des cas, le score nutritionnel d'un aliment est calculé en retranchant le score de la composante “positive” à celui de la composante “négative” (voir Équation (1)).

$$\text{Score-Nutritionnel} = \text{nutriments à limiter (a)} - \text{nutriments à favoriser (b)} \quad (1)$$

Cependant, si le score de la composante “négative” est supérieur ou égal à 11 et que la teneur en fruits/légumes/fruits à coque ne dépasse pas 80%, alors les protéines ne sont plus prises en compte dans le calcul du score nutritionnel (voir Figure 4).

Plus le score nutritionnel final est faible, plus le produit est considéré comme ayant un profil nutritionnel favorable.

1. Évaluation de la faisabilité du calcul d'un score nutritionnel tel qu'élaboré par Rayner et al. (pages 12-15 et 27-30). Mars 2015

2. Application of the Nutrient profiling model : Definition of “fruit, vegetables and nuts” and guidance on quantifying the fruit, vegetable and nut content of a processed product - Peter Scarborough, Mike Rayner, Anna Boxer and Lynn Stockley - British Heart Foundation - Health Promotion Research Group, Department of Public Health, University of Oxford - December 2005.

Points	Energie (KJ/100g)	Acides gras saturés (g/100g)	Sucres (g/100g)	Sel (g/100g)
0	≤ 335	≤ 1	≤ 3,4	≤ 0,2
1	> 335	> 1	> 3,4	> 0,2
2	> 670	> 2	> 6,8	> 0,4
3	> 1005	> 3	> 10	> 0,6
4	> 1340	> 4	> 14	> 0,8
5	> 1675	> 5	> 17	> 1
6	> 2010	> 6	> 20	> 1,2
7	> 2345	> 7	> 24	> 1,4
8	> 2680	> 8	> 27	> 1,6
9	> 3015	> 9	> 31	> 1,8
10	> 3350	> 10	> 34	> 2
11			> 37	> 2,2
12			> 41	> 2,4
13			> 44	> 2,6
14			> 48	> 2,8
15			> 51	> 3
16				> 3,2
17				> 3,4
18				> 3,6
19				> 3,8
20				> 4

FIGURE 3 – Table de Calcul des points attribués à chacun des nutriments de la composante dite “négative” selon la méthodologie développée par Rayner et al.

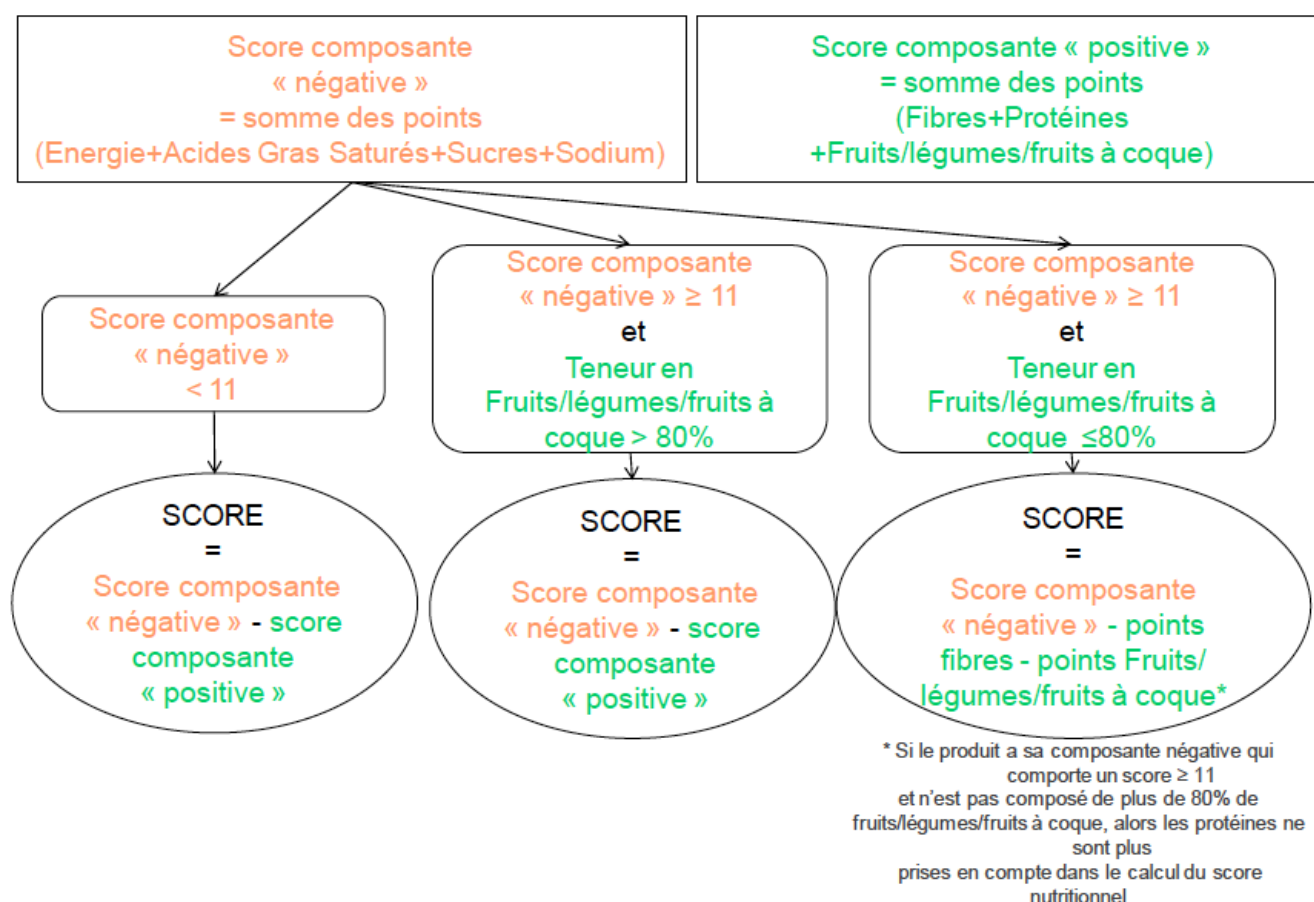


FIGURE 4 – Calcul du score nutritionnel selon la méthodologie développée par Rayner et al.

L'affectation d'un produit à une classe, à partir de son score Nutri-score, se fait suivant le tableau de la Figure 5 où sont

mentionnés les seuils des 5 catégories.

Seuils du score	Classe	Couleur
Min à 0	A	Vert foncé
1 à 2	B	Vert clair
3 à 10	C	Jaune
11 à 18	D	Orange clair
19 à max	E	Orange foncé

FIGURE 5 – Définition des 5 classes utilisées dans le cadre du Nutri-score

1.3 Exemples de calcul de Nutri-score

Ci-dessous, les Figures 6 et 7 présentent deux exemples de calcul du Nutri-score appliqués au “cruesly mélange de noix? Quaker? 450 g” et au “Sésame? Gerblé? 230g”. Ces données et calculs sont issus du site internet <https://fr.openfoodfacts.org>.

1.4 Le Nutri-score vu comme un problème d’Aide Multicritères à la Décision

Dans la suite, nous considérerons le calcul du Nutri-Score comme un problème d’Aide à la Décision Multicritères où :

- L’ensemble X des alternatives correspond à un ensemble des produits à analyser.
- Les sept critères (constituant l’ensemble N) à prendre en compte pour une quantité de 100 g seront :
 1. en : **La valeur énergétique** (Kcal/KJ) (critère à minimiser)
 2. sa : **La quantité d’acides gras saturés** (g) (critère à minimiser)
 3. su : **La quantité de sucres** (g) (critère à minimiser)
 4. so : **La quantité de Sodium** (g/mg) (critère à minimiser)
 5. pr : **La quantité de protéines** (g) (critère à maximiser)
 6. fi : **La quantité de Fibres** (g) (critère à maximiser)
 7. fr : **La teneur en Fruits/Légumes/Fruits à coques** (critère à maximiser)

2 L’Eco-Score ou Green-score

Le Green-score³ est conçu sur un modèle similaire au Nutri-Score : c’est une note de A à E qui synthétise 15 impacts environnementaux. La note du Green-score est matérialisée par un logo de couleur en forme de feuille avec une lettre de A (très faible impact) à E (impact très important).

Pour plus de détails sur la classification du Green-score, consulter le site internet

<https://docs.score-environnemental.com/>.

3. Le Green-Score est depuis fin 2024 le nouveau nom de l’Eco-Score.

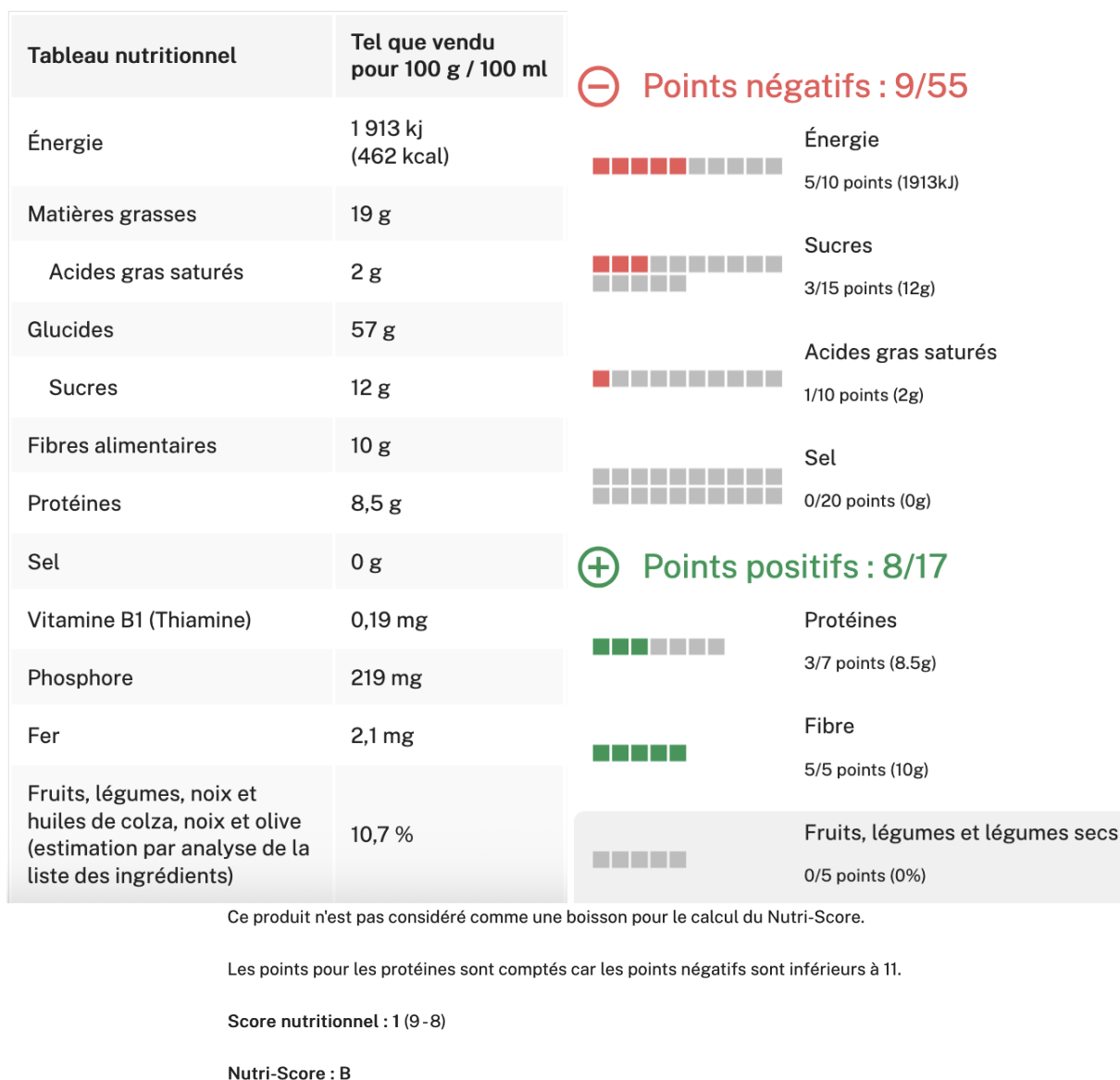


FIGURE 6 – Calcul du Nutri-score du cruesly mélange de noix ? Quaker ? 450 g

3 Travail minimal à faire

3.1 Élaboration d'une base de données de produits alimentaires

Chaque groupe élaborera une base de données, en format Excel, vérifiant au moins les conditions suivantes :

1. Elle sera constituée d'au moins 100 aliments, le plus possible d'une même catégorie d'aliments, comme les céréales ;
2. Chaque label du Nutri-score (A, B, C, D, E) sera représentée par au moins 20 aliments ;
3. Une colonne sera dédiée au label du Nutri-score de chaque aliment ;
4. Une colonne sera dédiée au score du Nutri-score de chaque aliment ;
5. Une colonne sera associée à chacune des valeurs issues des sept composantes du Nutri-Score ;
6. Chaque label du Green-score (A, B, C, D, E) sera représentée par au moins 10 aliments ;
7. Une colonne sera associée au score du Green-score de chaque aliment ;
8. Les aliments avec un label bio représenteront au moins le quart des produits de la base de données ;

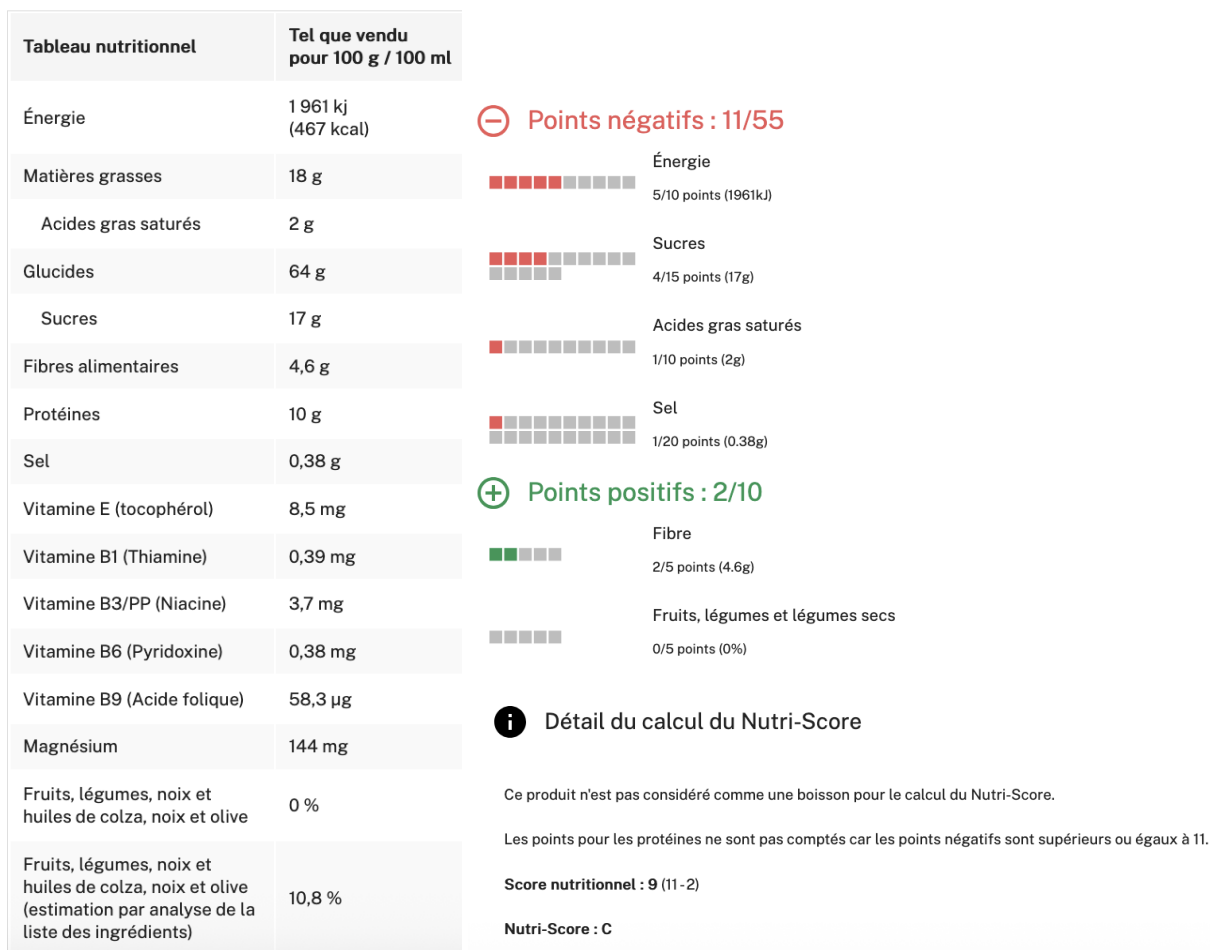


FIGURE 7 – Calcul du Nutri-score du Sésame ? Gerblé ? 230g

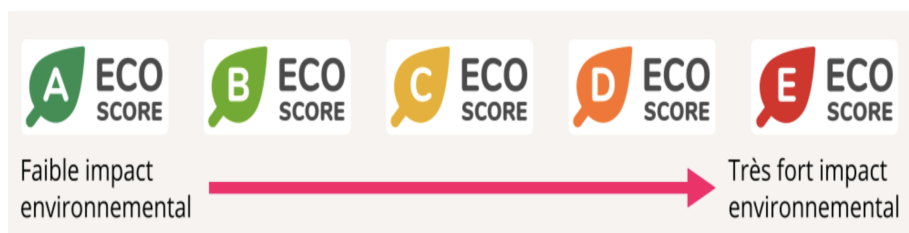


FIGURE 8 – Labels Eco-Score

Environnement



FIGURE 9 – Produit Gerblé et son Green-score

- π^6 : Borne supérieure des profils limites
- π^5 : Profil limite entre A' et B'
- π^4 : Profil limite entre B' et C'
- π^3 : Profil limite entre C' et D'
- π^2 : Profil limite entre D' et E'
- π^1 : Borne inférieure des profils

TABLE 1 – Profils à déterminer

9. Une colonne indiquera si le produit possède ou non un label bio ;
10. Une colonne indiquant le nombre total d'additif présents dans chaque aliment ;
11. ...

Le site internet de l'association OPEN FOOD FACT <https://fr.openfoodfacts.org/> peut vous aider à la constitution de la base de données.

L'utilisation de l'application Yuka <https://yuka.io/> peut vous aider à obtenir le nombre d'additifs présents dans chaque aliment.

Attention : L'intersection entre deux bases de données quelconques, issues de deux groupes distincts, doit être inférieure à 25%.

3.2 Implémentation et visualisation de l'algorithme du Nutri-score

Chaque groupe implémentera :

- * L'algorithme actuel du Nutri-score en langage Python ;
- * Une interface graphique, en langage python ou HTML ou tout autre langage, permettant à toute personne d'avoir à l'écran le score et la label calculés par l'algorithme du Nutri-score, après avoir rentré sur cette interface, les informations sur les 7 composantes requises.

3.3 Élaboration de modèles de choix alimentaires basés sur l'approche Electre Tri

1. Construire les fonctions `PessimisticmajoritySorting` et `OptimisticmajoritySorting` basées respectivement sur les procédures d'affectation Pessimiste et Optimiste de la méthode ELECTRE TRI appliquées aux 7 critères du Nutri-score et au nombre total d'additifs. Comme pour le Nutri-Score, on considérera 5 classes qu'on pourra nommer A' , B' , C' , D' et E' , avec une sémantique que vous prendrez le soin de définir.

Les fonctions implémentées renverront un fichier Excel contenant les produits alimentaires et les classes auxquelles ils ont été affectés.

- Le fichier Excel contenant les produits alimentaire sera une des entrées de vos fonctions.
- Chaque groupe définira, en le justifiant, pour ses propres tests, un jeu de poids.
- Chaque groupe proposera une méthode d'identification des 6 profils limites données par le Tableau 1. Les profils construits devront être justifiés. Ils seront dédiés à une application d'ELECTRE TRI à la base de données élaborée précédemment par vos soins. Ne pas oublier que l'idée est d'avoir, au final, une démarche transparente.

On pourra par exemple utiliser les informations de la Figure 5 sur la définition des 5 classes du Nutri-score. On pourra également s'inspirer d'un algorithme des k plus proches voisins ou encore des méthodes statistiques liées à la détermination des quantiles. Enfin, un membre du groupe pourrait jouer le rôle du décideur en fixant ces différents profils limites.

2. Vous testerez vos fonctions, au moins avec les deux seuils majoritaires $\lambda = 0.6$ et $\lambda = 0.7$.

En fait, les deux fonctions d'ELECTRE TRI implémentées vous permettent d'obtenir vos propres modèles de classification des produits alimentaires.

3. Déterminer toutes les affectations obtenues avec les produits de vos différentes bases de données.
4. Comparer vos résultats avec les affectations données par le Nutri-score (en utilisant par exemple une matrice de confusion, proportion d'éléments appartenant à une classe, tableaux de bord, ...).
5. Pourriez-vous effectuer vos classifications de produits avec un autre modèle, moins "boîte noire", comme les arbres de décision ? Vous justifierez votre réponse.

3.4 Élaboration d'un modèle SuperNutri-score

- Proposer, en expliquant votre démarche, une méthode de classification combinant un de vos modèle de classification de produits (issu d'une de vos méthodes ELECTRE-Tri et en justifiant votre choix), la classification du Green-Score et la présence/absence du bio. Cette combinaison des trois approches constituera votre SuperNutri-score. Un tel modèle peut être, par exemple, composé de simples règles d'association.
- Tester votre algorithme de SuperNutri-score avec des aliments d'une base de données issue d'un autre groupe. Obtenez-vous des résultats différents de leurs résultats ?

3.5 Visualisation de tous les résultats par le consommateur

Chaque groupe implémentera une interface graphique permettant à tout consommateur :

- ★ De rentrer les informations nutritionnelles d'un aliment : les 7 composantes utilisées par le Nutri-Score, le nombre total d'additifs, le label du Green-score et éventuellement le label bio.
- ★ De rentrer à la main les paramètres du modèle ELECTRE-TRI élaboré (poids sur les critères, profils des classes et seuil de majorité).
- ★ De voir s'afficher le label et le score attribué par le Nutri-Score ;
- ★ De voir s'afficher le label attribué par la méthode ELECTRE-TRI pour les deux versions pessimiste et optimiste ;
- ★ De voir s'afficher le résultat du modèle SuperNutri-score.

3.6 Autres questions

- Toute initiative supplémentaire pour la réalisation du projet est encouragée, sera appréciée et prise en compte dans la note finale.

3.7 Échéances

- **Date limite d'envoi du rapport écrit (à déposer dans votre canal, sur la plate-forme Teams), des fichiers Excel et fichiers .py et autres codes source, soigneusement commentés : Dimanche 11 janvier 2026 à 23h59.** Tout retard sera sanctionné.

Ce rapport contiendra à minima :

- Une introduction
- Une section sur le Nutri-score actuel
- Une section sur les différents modèles ELECTRE TRI implémentés, avec des réponses aux questions posées.
- Une section sur le modèle SuperNutri-score, avec des réponses aux questions posées.

- Une section sur la visualisation des résultats
- Une section conclusion
- La soutenance des projets se fera en deux temps, sous forme de slides, et devant toute la promotion.
 - ★ **Soutenance intermédiaire du 24/10/25** : Présentation par chaque groupe, en 15 minutes maximum, de la base de données construite, de l'interface graphique pour le Nutri-score, ainsi que d'un modèle de classification ELECTRE TRI au choix appliqué à la base de données. Comparaison des résultats obtenus avec le Nutri-Score.
 - ★ **Soutenance finale du 28/11/25** : Présentation par chaque groupe, en 15 minutes maximum, de leur Super-NutriScore avec des réponses aux questions de la Section 3.4 et de l'interface graphique.

4 A propos de l'utilisation des I.A. génératives

L'utilisation des I.A. génératives dans le cadre de ce projet n'est pas interdite. Néanmoins, en cas de leur utilisation et pour des raisons éthiques, nous vous invitons à mentionner explicitement dans votre rapport (avant l'introduction) lesquelles vous avez utilisées et quelles parties de votre projet ont été générées par ces I.A.

Il faut souligner qu'un algorithme et/ou le code source qui l'implémente doit être parfaitement compréhensible par ses auteurs et ses éventuels correcteurs. Il doit donc être écrit le plus simplement possible avec des commentaires adéquats et être efficace en termes de complexité.

5 Description de la méthode ELECTRE TRI

La méthode ELECTRE TRI. Cette dernière est une approche d'Aide MultiCritère à la Décision qui vise à résoudre des problèmes d'affectation (classification) d'objets dans des catégories prédéfinies.

Dans le cadre du Nutri-score, nous retenons ici comme catégories ou classes, les 5 catégories du Nutri-Score : 'A' (catégorie C_5), 'B' (catégorie C_4), 'C' (C_3), 'D' (catégorie C_2) et 'E' (C_1). La méthode ELECTRE-TRI consiste alors à affecter chaque aliment à une de ces 5 catégories.

On va également supposer que chaque catégorie C_i est délimitée par une frontière supérieure notée b_{i+1} et une frontière inférieure b_i . Les frontières b_{i+1} et b_i sont appelées "profils" et représentent des aliments de référence qui peuvent être fictives. Il y a une dominance paréto-strictte entre b_{i+1} et b_i . Nous aurons donc :

- C_1 délimitée par b_2 et b_1 ;
- C_2 délimitée par b_3 et b_2 ;
- C_3 délimitée par b_4 et b_3 .
- C_4 délimitée par b_5 et b_4 .
- C_5 délimitée par b_6 et b_5 .

Ainsi, comme l'affectation se fait dans 5 catégories distinctes, le profil b_3 représente la frontière entre les classes "A" et "B", et b_2 la frontière entre les classes "B" et "C".

Le principe de la méthode ELECTRE TRI consiste, non pas à comparer les aliments entre eux, mais à les comparer aux six aliments de référence b_6, b_5, b_4, b_3, b_2 et b_1 dont les évaluations sur chaque critère seront à déterminer. **Attention : dans ce tableau, les profils b_6 et b_1 doivent toujours avoir des valeurs extrêmes, ne pouvant jamais être atteintes, sur chaque critère.**

Ainsi, l'affectation d'un aliment à une catégorie dépendra de sa comparaison aux profils b_6, b_5, b_4, b_3, b_2 et b_1 . Plus formellement, l'affectation d'un aliment dans les catégories se base sur le concept de sur-classement. On dira qu'un aliment H surclasse le profil b_i (respectivement le profil b_i surclasse l'aliment H) et on note $H \mathcal{S} b_i$ (respectivement $b_i \mathcal{S} H$) si H est au moins aussi bon que b_i (respectivement b_i est au moins aussi bon que H) sur une majorité de les critères (la majorité étant définie par un seuil de majorité λ). Les étapes de la méthode ELECTRE TRI se décrivent comme suit :

Étape 1 : Détermination des indices de concordance partiels

Pour chaque critère j , l'indice de concordance partiel entre l'aliment H et le profil b_i est donné par :

- Si la fonction g_j est à maximiser :

$$c_j(H, b_i) = \begin{cases} 1 & \text{si } g_j(H) \geq g_j(b_i) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad c_j(b_i, H) = \begin{cases} 1 & \text{si } g_j(b_i) \geq g_j(H) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

- Si la fonction g_j est à minimiser :

$$c_j(H, b_i) = \begin{cases} 1 & \text{si } g_j(b_i) \geq g_j(H) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad c_j(b_i, H) = \begin{cases} 1 & \text{si } g_j(H) \geq g_j(b_i) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

avec $g_j(H)$ et $g_j(b_i)$ représentant respectivement le score de H et b_i sur le critère j . Dans notre cas, ce score représente l'évaluation qualitative attribuée à H et b_i . Par conséquent, la comparaison $g_j(H) \geq g_j(b_i)$ signifie simplement que la valeur qualitative de H est au moins aussi bonne que celle de b_i .

Étape 2 : Détermination des indices de concordance globaux

L'indice de concordance global entre l'aliment H et le profil b_i est donné par la formule suivante :

$$C(H, b_i) = \frac{\sum_{j=1}^n k_j c_j(H, b_i)}{\sum_{j=1}^n k_j} \quad C(b_i, H) = \frac{\sum_{j=1}^n k_j c_j(b_i, H)}{\sum_{j=1}^n k_j}$$

où k_j est le poids du critère j et n le nombre de critères.

Étape 3 : Détermination de la relation de surclassement \mathcal{S}

La relation de surclassement se définit à l'aide de l'indice de coupe λ , appelé seuil de majorité (en général supérieur à 50%), qui représente le paramètre déterminant la situation de préférence entre l'aliment H et le profil b_i . Ainsi pour l'aliment H et un profil b_i :

- H surclasse b_i et on notera $H \mathcal{S} b_i$ si et seulement si $C(H, b_i) \geq \lambda$.
- b_i surclasse H et on notera $b_i \mathcal{S} H$ si et seulement si $C(b_i, H) \geq \lambda$.

Étape 4 : Procédures d'affectation

Supposons qu'on dispose de r catégories C_1, \dots, C_r où chaque catégorie C_i est délimitées par deux profils b_i et b_{i+1} .

Deux procédures d'affectation de l'aliment H sont possibles :

- **Procédure pessimiste** : pour chaque aliment H , faire décroître les indices des profils de r jusqu'au premier indice k tel que $H \mathcal{S} b_k$. L'aliment H est alors affecté à la catégorie C_k .

Dans notre exemple, cette procédure revient à comparer successivement H à b_6, b_5, b_4, b_3, b_2 et b_1 . Si H surclasse b_i , i.e., $H \mathcal{S} b_i$, alors H est affecté à la catégorie C_i .

- **Procédure optimiste** : pour chaque aliment H , faire croître les indices des profils de 1 jusqu'au premier indice k tel que $b_k \mathcal{S} H$ et $\text{non}(H \mathcal{S} b_k)$. L'aliment H est alors affecté à la catégorie C_{k-1} .

Dans notre exemple, cette procédure revient à comparer successivement b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 et b_6 à H . Si $b_i \mathcal{S} H$ et $\text{non}(H \mathcal{S} b_i)$ alors H est affecté à la catégorie C_{i-1} .