**DEPARTEMENT :*****Modélisation et Informatique Scientifique***

**PROJET INNOVATION**

FABRICATION D’UN

MÉDICAMENT

**Réalisé par :**

*Lina* **AARAB**

*Mohamed* **CHERKAOUI**

**Sous l’encadrement de :**

**Pr.** *Mohamed* **Ouazzani Touhami**

**REMERCIEMENTS**

Nous tenons à saisir cette occasion et adresser nos profonds remerciements et notre profonde reconnaissance à Monsieur OUAZZANI TOUHAMI Mohammed Professeur de l'enseignement supérieur à l'EMI, du Génie Modélisation et Informatique Scientifique, qui à travers ce travail, nous a permis d’aborder un sujet aussi intéressant que captivant et qui l’innovation : l’une des composantes essentielles de la compétitivité.

Cela nous a offert l’opportunité d’enrichir nos connaissances sur ce processus complexe, et de nous pencher sur les moult méthodes qui permettent d’innover afin d’exceller dans tous les domaines, ainsi que d’acquérir les bases essentielles relatives à la bonne réalisation d’un projet.

Nous voudrions également lui témoigner notre gratitude pour sa disponibilité et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.

**TABLE DES MATIERES**

[**I.** **Préliminaires** 8](#_Toc69511520)

[**1.** **Contexte général** 8](#_Toc69511521)

[**a.** **Innovation** 8](#_Toc69511522)

[**b.** **Matrice morphologique** 11](#_Toc69511523)

[**c.** **Etapes à suivre** 12](#_Toc69511524)

[**2.** **Contexte du projet** 14](#_Toc69511525)

[**a.** **Industrie pharmaceutique** 14](#_Toc69511526)

[**b.** **Médicaments : les multivitamines** 15](#_Toc69511527)

[**II.** **Données de l’étude** 17](#_Toc69511528)

[**1.** **Caractéristiques et variables** 17](#_Toc69511529)

[**III.** **Application** 20](#_Toc69511530)

[**1.** **Construction du tableau ‘’Donnees1.xlsx’’** 20](#_Toc69511531)

[**2.** **Remplissage du tableau ‘’Donnees.xlsx’’** 21](#_Toc69511532)

[**3.** **Extraction des tableaux** 22](#_Toc69511533)

[**a.** **Solutions vérifiant les conditions Min-Max** 22](#_Toc69511534)

[**b.** **Solutions retenues pour les femmes enceintes** 24](#_Toc69511535)

[**IV.** **Codes Python** 25](#_Toc69511536)

[**1.** **Code de remplissage du tableau ‘’Donnees.xlsx’’** 25](#_Toc69511537)

[**2.** **Code d’extraction selon le critère Min-Max** 28](#_Toc69511538)

[**3.** **Code d’extraction selon le critère femme enceinte** 29](#_Toc69511539)

**AVANT - PROPOS**

Les idées innovantes sont le but du processus créatif. L'une des caractéristiques les plus importantes du processus de conception pendant la phase conceptuelle est qu'il est créatif, innovant et imprévisible en tant qu'activité. Un processus créatif aboutit à de nouveaux concepts qui n'étaient pas connus auparavant et il est également opportuniste ; c'est-à dire que les activités de conception varient en fonction de l'état du processus créatif. Le but de cette recherche est d'introduire une nouvelle approche, qui est : « L’analyse morphologique ».

Il va sans le dire que l’organisation des idées, voilà peut-être le plus vieux problème du monde. Comment imaginer différentes formes ou architectures pour un produit en faisant varier ses caractéristiques et en cherchant à les combiner pour explorer de nouvelles solutions. Que ce soit pour un nouveau produit ou un publipostage détonant : les entreprises innovantes ont besoin d’avoir de plus en plus d’idées inhabituelles pour élaborer des solutions innovantes. C’est là qu’intervient la matrice morphologique, qui s’inscrit dans une approche heuristique. Cette technique de créativité amène à combiner entre eux des matériaux, des formes, des couleurs ou des contenus afin de répertorier méthodiquement toutes les options envisageables puis à tenter de les associer en différentes combinatoires, obtenant ainsi un aperçu complet du champ des possibles.

**INTRODUCTION**

L'innovation consiste à adopter une façon imaginative de faire face au changement. Il s'agit de concevoir de nouvelles idées, d'effectuer de la recherche et du développement, d'améliorer les processus ou de renouveler les produits et services ou les perfectionner. D’autre part, l'innovation relève de l’état d'esprit qui existe dans une entreprise ; un état où le personnel travailleur, qu'il soit dans les bureaux administratifs ou dans l'atelier, vise constamment l'amélioration continue et pense à des solutions de façon permanente. Aujourd’hui, l’innovation est partout, que ce soit dans les slogans, les missions, ou les plans d’actions des entreprises.

En 2021, l’innovation est non seulement incontournable dans le monde professionnel, mais elle doit aussi être collective. Compte tenu de la crise sanitaire qui s’est développée depuis 2020, il n y’a plus aucun doute que l’innovation soit devenue un levier incontournable pour le développement des entreprises ou leurs remises à niveau. Et pour que l’innovation soit pleinement efficace, il faut qu’elle soit collective, qu’elle rassemble des individus différents, aux compétences complémentaires.

Néanmoins, l’innovation collective, n’est pas sans inconvénients. Les problèmes de compréhension (lexique, échanges, langue, etc.) ou de travail collectif (respect mutuel, taches et investissement de chacun, considération de l’autre, franchise, etc.) se posent.

L’amalgame entre le génie collectif et ses dommages est connu chez les entreprises, c’est pourquoi elles cherchent régulièrement à optimiser leurs moyens de rassembler les énergies de chacun, les orienter dans le bon sens et maximiser la collaboration entre leurs employés.

La méthode morphologique est un outil ayant de très nombreux, avantages selon le contexte dans lequel il est utilisé. Lorsque la confrontation à des problèmes techniques extrêmement complexes pour améliorer un projet est imminente, l'idée de disséquer le problème en différents composants, d'identifier des alternatives pour chacun et de combiner ces alternatives de manière aléatoire pour trouver de nouvelles idées peut se révéler bénéfique afin de trouver des solutions adéquates.

Cette idée a donné naissance à la technique de la matrice combinatoire (ou " analyse morphologique " dans son appellation scientifique). Le principe consiste à étudier le résultat produit par l'arrangement, la combinaison de différents composants d'un objet ou d'un concept. En partant de contraintes, il est même possible d’améliorer les services autour du produit à améliorer. L’approche de la créativité combinatoire, dans laquelle de nouvelles idées naissent de la combinaison ou de l'association inhabituelle d'idées familières, se révèle être une démarche offrant une aide précieuse pour formuler des recompositions originales que l'esprit seul n'aurait pas pu envisager et trouver des solutions adéquates au milieu du champ des possibles.

# **Préliminaires**

## **Contexte général**

### **Innovation**

Dans le cadre de notre projet d’innovation, nous nous intéressons précisément à la méthode morphologique, qui s’inscrit dans une approche heuristique. ***L'analyse morphologique*** est une méthode pour explorer les solutions possibles à un problème complexe.

Cette analyse a été développée par **Fritz Zwicky** (1898–1974), astrophysicien d'origine bulgare et de nationalité suisse basé au California Institute of Technology. Entre autres, Zwicky a appliqué l'analyse morphologique aux études astronomiques et aux systèmes de propulsion à réaction. En tant que technique de structuration et de résolution de problèmes, l'analyse morphologique a été conçue pour des problèmes complexes multidimensionnelsnon-quantifiables où la modélisation causale et la simulation ne fonctionnent pas bien, ou pas du tout. Zwicky a développé cette approche pour aborder la complexité en utilisant la technique de l'évaluation de la cohérence croisée.

Cependant une question se pose : pourquoi utiliser la méthode morphologique ? La réponse la plus adéquate stipule que l’utilisation de cette méthode permet de résoudre les problèmes qui ne peuvent être résolus par une approche conventionnelle, c'est à dire des problèmes, non quantifiables, qui contiennent des incertitudes non-solubles, et qui ne peuvent pas être modélisés et simulées. Les problèmes qui impliquent de nombreux facteurs déterminants, dont la plupart ne peuvent pas être exprimés numériquement, peuvent être bien adaptés à l'analyse morphologique.

L'approche conventionnelle consiste à diviser un **système complexe** en parties, **à isoler** les parties dont les contributions sont essentielles à l'obtention des éléments de sortie et **à résoudre** le **système simplifié** pour les scénarios souhaités et trouver les solutions possibles. L'inconvénient de cette méthode est que de nombreux phénomènes du monde réel n'ont pas d'éléments manifestement triviaux et ne peuvent être simplifiés c’est pour cela que nous avons choisis d’appliquer cette méthode à une problématique abordable qui est la fabrication d’un médicament. Il est judicieux de noter que l'analyse morphologique fonctionne à l'envers, elle part des éléments de sortie et remonte vers les composants internes du système sans étape de simplification. Les interactions du système sont pleinement prises en compte dans l'analyse. Cette méthode est conçue pour être pratiquée en groupe ou les participants, les experts du domaine, communiquent et modélisent ensemble.

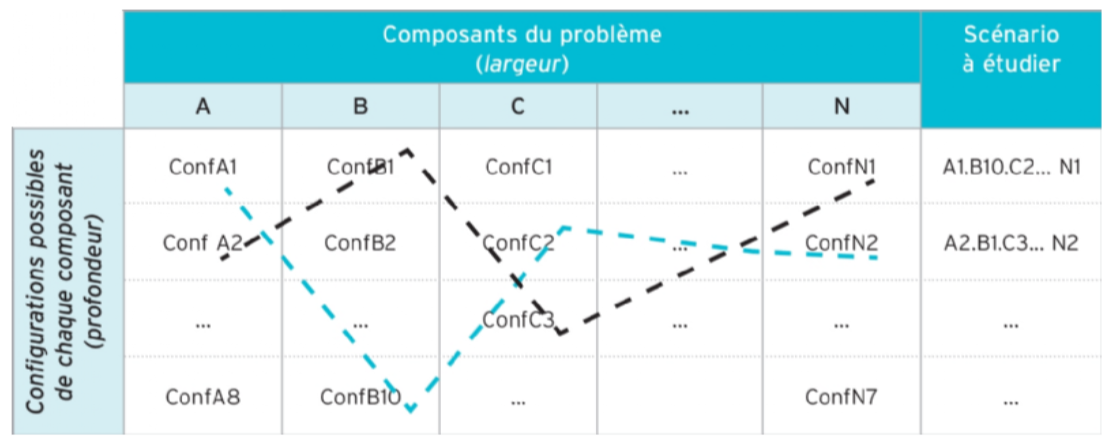
C’est aussi une méthode générique. La logique du modèle est déterminée par le groupe lui-même lors du processus. Elle est également **transparente**, dans la mesure où tout est rendu visible et disponible, et **traçable**, cela signifie que l'on peut retrouver les hypothèses et la logique ainsi que les éléments utilisés et créés.

* ***Avantages :***
* Cette méthode permet d'envisager des combinaisons originales de plusieurs caractéristiques pour identifier de nouvelles idées.
* Elle apporte de la rigueur pour gérer facilement de nombreuses combinaisons
* Cette analyse est facile d'utilisation, il n'y a pas besoin de compétence particulière
* Elle offre aussi une grande souplesse d'utilisation en groupe
* Cette analyse est universelle et peut très bien s'adapter à des domaines d'application assez larges comme une nouvelle architecture de produit, un nouveau scénario d'usage ou une nouvelle organisation.
* ***Limites :***
* Un nombre de combinaisons trop important risque de

rendre votre séance de créativité rigide et ennuyeuse.

* Faire varier les caractéristiques d'un produit ne conduit pas nécessairement à la résolution d'un problème : il y a un tri à effectuer.
* Si les caractéristiques retenues et les variations proposées ne sont pas pertinentes : la démarche sera moins pertinente.

### **Matrice morphologique**

La matrice morphologique dite aussi matrice combinatoire est une méthode de réflexion et de conception s’inscrivant dans une approche heuristique et permettant de trouver des idées originales pour des conditionnements, des brochures, des dossiers, des publipostages ou encore des logos. Elle conduit à combiner des ***caractéristiques***, à savoir des matériaux, des formes, des couleurs ou autres. En appliquant cette démarche, le groupe est amené à répertorier méthodiquement toutes les options ou ***variables*** envisageables puis à tenter de les associer en différentes combinatoires, obtenant ainsi un aperçu complet du champ des possibles. En élaborant et en complétant une matrice morphologique, on peut décomposer des concepts ou phénomènes complexes en sous-éléments distincts puis recombiner librement les différentes composantes pour arriver à développer des ***solutions*** inédites. A première vue, la tâche paraît ardue mais, dès le premier essai, elle s’avère étonnamment simple et efficace.

***Canva d’une matrice morphologique / combinatoire***

***Source :*** *https://www.e-marketing.fr/Thematique/academie-1078/fiche-outils-10154/La-matrice-combinatoire-325919.htm*

### **Etapes à suivre**

* *1ère étape : Formulation de l’objectif.*

Définir l’objectif à atteindre de manière bien visible pour tous les participants, le formuler par écrit ou autre et le relire ou le rappeler régulièrement pour faire en sorte de bien maintenir le cap et d’être toujours sur la bonne voie.

* *2ème étape : Définition de la largeur d’étude.*

Mettre à jour les composants de la problématique. Il s'agit d'en identifier les caractéristiques, variables, propriétés... C’est la décomposition de la tâche fixée en une série de paramètres indépendants les uns des autres.

* *3ème étape : Inscription des caractéristiques et variables.*

Présenter chaque caractéristique ou composant en en-tête des colonnes d'un tableau. Puis définir la profondeur en identifiant toutes les variations (ou déclinaisons) possibles de ces composants. En somme, il faut noter les différentes variantes par paramètre dans un tableau.

A cet issu s’obtient une matrice dans laquelle chaque combinatoire de variantes pour les différents paramètres représente une solution théoriquement possible. Une fois que cette matrice est formée, elle constitue l'univers entier du problème ; c'est la carte du monde du problème.

* *4ème étape : Combination des éléments.*

Combiner les éléments de la matrice de manière ludique pour créer des solutions envisageables. À cette étape de la méthode de Fritz Zwicky, il est question de rechercher délibérément de nouvelles combinaisons déroutantes.

Comme certains paramètres donnent lieu à un nombre infini de possibilités de combinaison, nous utilisons un programme informatique qui générera toutes les solutions possibles. Ce sont les différentes combinatoires de variantes obtenues qui vous permettront de développer des idées.

* *5ème étape : Définition de conditions / configurations.*

Elaborer les différentes conditions et critères d’acceptation ou d’exclusion de solutions, sélectionner une condition sur chacune des variables, on établit ici ces données pour filtrer les solutions à l’aide de boucles dans le programme. Les variantes qui composent une ou des solutions non admissibles seront exclues, de ce fait nous ne retenons que les solutions adéquates.

* *6ème étape : Evaluation des solutions*

En réalisant de nouvelles combinaisons vous pouvez obtenir une large variété de solutions. Bien sûr toutes les solutions ne sont pas viables mais ces solutions pourront inspirer de nouvelles conceptions.

## **Contexte du projet**

### **Industrie pharmaceutique**

L'industrie [pharmaceutique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pharmaceutique) [marocaine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Maroc) occupe, par sa taille, la 2ème place à l’échelle [africaine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Afrique) avec un chiffre d’affaires de 13,7 milliards de dirhams. Avec près de 40 [laboratoires](https://fr.wikipedia.org/wiki/Laboratoire_pharmaceutique), 33 sites de production, 50 distributeurs et plus de 11 000 [pharmacies](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pharmacie), l’[industrie pharmaceutique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Industrie_pharmaceutique) marocaine couvre la majeure partie de la demande intérieure, soit près de 70 % et le Maroc exporte 7 à 8 % de sa production, jusqu'à 20  % chez certains laboratoires, vers l'[Afrique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Afrique) subsaharienne et l'[Europe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Europe). L’industrie pharmaceutique marocaine constitue un pôle de croissance en raison des technologies acquises, de son savoir-faire reconnu par les instances internationales, des performances qu’elle réalise tant au niveau des quantités produites que de la qualité des médicaments.

Avec la crise sanitaire due à la pandémie Covid-19, la responsabilité des pharmacies dans le monde et au Maroc a augmenté plus que jamais.

Pour notre production pharmaceutique locale, toutes ces matières premières et excipients ou conservateurs sont entièrement importées de l’étranger. Malheureusement, en cette période de pandémie et ses impacts négatifs sur les importations de ces matières et aussi des produits finis, ces ruptures constituent un problème pour nos patients et aussi pour les prescripteurs et pharmaciens. La deuxième raison réside aussi dans une forte demande sur certains médicaments importés ou même fabriqués localement. En 2019, la Direction du Médicament et de la Pharmacie (DMP) du ministère de la Santé avait enregistré plus de 400 médicaments en rupture dans les officines. La demande en hydroxy chloroquine, des médicaments multivitaminés, ainsi que des vitamines en tout genre, plus particulièrement la vitamine C, a commencé à croitre d’une manière alarmante avec la pandémie.

### **Médicaments : les multivitamines**

[Les multivitamines](https://www.toutelanutrition.com/sante/vitamines) sont les compléments alimentaires les plus courants. On les consomme par voie orale et ils se déclinent sous différentes formes : gélules, comprimés, poudre ou liquide. Un complexe de multivitamines contient généralement des vitamines, minéraux, herbes, acides aminés, enzymes, probiotiques et antioxydants. Ces formules ne sont pas destinées à soigner et ne peuvent pas être assimilées à des médicaments ou des remèdes miraculeux pour se prémunir des maladies.

Les vitamines sont des composés microscopiques essentiels à la santé, à la longévité et au bien-être. En effet, [les multivitamines régulent les fonctions métaboliques](https://www.toutelanutrition.com/wikifit/sante/bien-etre/les-vitamines-a-la-loupe) dont la croissance, les fonctions nerveuses et la digestion.

[Les minéraux](https://www.toutelanutrition.com/sante/vitamines) quant à eux sont des éléments non organiques que l’on trouve dans la nature.[Les minéraux sont essentiels pour certaines fonctions spécifiques](https://www.toutelanutrition.com/wikifit/sante/bien-etre/tous-les-mineraux-a-la-loupe) du corps comme la croissance, la santé des os et l’équilibre hydrique. Le calcium, le magnésium, le zinc, le fer ou le potassium sont des minéraux.

Les personnes sédentaires qui s’alimentent sainement, avec variété et avec des aliments denses en éléments nutritifs sont généralement peu exposées aux carences. Mais assez peu de personnes peuvent, dans les faits, se nourrir avec des aliments variés et riches en nutriments tous les jours. De plus, certaines catégories de personnes sont plus susceptibles de souffrir de carences : Les femmes enceintes ou allaitantes (une supplémentation est fortement recommandée sous la supervision d’un médecin), les personnes âgées (l’absorption de la vitamine B12 diminue [avec l’âge](https://www.toutelanutrition.com/wikifit/sante/conseil/quels-complements-alimentaires-pour-les-seniors)), les personnes qui souffrent de malnutrition, les personnes en convalescence, les adultes qui se nourrissent mal.

Les véganes, végétariens et végétaliens (on ne trouve la vitamine B12 que dans les aliments issus d’animaux, et les carences en calcium, zinc, fer, vitamine D et oméga 3 sont fréquentes chez les personnes qui ne mangent pas de viande, poisson, œuf et produits laitiers), ainsi que les sportifs : dans ce cas précis, la totalité des vitamines et minéraux est surutilisée et une supplémentation est plus que fortement recommandée.

Cependant, plusieurs études menées ces dernières années ont remis en question l’efficacité des suppléments en vitamines et minéraux. Des doses trop élevées pourraient même causer des dommages à long terme pour la santé.

Pendant des dizaines d’années, les **suppléments de vitamines et de minéraux**ont profité d’un succès planétaire. Mais de nombreux scientifiques commencent à changer d'avis. Plusieurs études successives ont montré que la plupart de ces suppléments n’auraient pas de bénéfices réels sur la santé. Ces compléments restent intéressants pour certaines personnes, comme celles souffrant de **carences alimentaires**, celles qui ne consomment pas d’aliments d’origine animale, et celles à risque d’ostéoporose. Mais attention aux excès et aux mélanges. **Combiner plusieurs suppléments alimentaires**ou prendre des doses plus élevées que celles recommandées peut provoquer des dommages. De fortes doses de vitamine Cpeuvent entraîner des crampes d'estomac et de la diarrhée. Des doses élevées de vitamine A, de vitamine D, et d'autres nutriments peuvent entraîner des complications à long terme, comme des problèmes de foie et de reins, ou un durcissement des vaisseaux sanguins. Les suppléments peuvent aussi interagir les uns avec les autres, ou avec les médicaments que vous prenez déjà.

La solution adéquate serait d’essayer de se concentrer d’abord sur l’obtention des nutriments à partir des aliments. En cas de problème de santé, changement de régime alimentaire, ou prise de médicament, parler de la prise de vitamines et de minéraux avec le médecin traitant s’impose. Et si les suppléments sont nécessaires, il faut veiller à **ne pas dépasser les doses recommandées**.

# **Données de l’étude**

## **Caractéristiques et variables**

Notre étude consiste à approcher le processus de fabrication d’un médicament, plus précisément un multivitamines, avec une analyse morphologique en utilisant la matrice morphologique.

Pour ce multivitamine, nous disposons de 13 vitamines et 10 minéraux.

Nous les listons ci-dessous un par un, avec les conditions/critères pour chacun d’eux, concernant leur dosage dans le médicament en question.

Nous effectuerons donc le tri de toutes les solutions possibles à l’aide d’un programme informatique.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Composant** |
| Vitamines | Vitamine A |
| Vitamine B1 |
| Vitamine B2 |
| Vitamine B6 |
| Vitamine B12 |
| Vitamine C |
| Vitamine D3 |
| Vitamine E |
| Vitamine K |
| Vitamine H |
| Acide folique |
| Nicotinamide |
| [Acide pantothénique](https://www.supradyn.ch/fr/vitamines-mineraux-et-oligo-elements/vitamine-et-plus/#pantothensaeure) |
| Minéraux et oligo-éléments | Fer |
| Fluor |
| Iode |
| Calcium |
| Cuivre |
| Magnésium |
| Manganèse |
| Phosphore |
| Sélénium |
| Zinc |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Composant** | **Dose minimale** | **Dose maximale** | **Dose pour une femme  enceinte** |
| Vitamine A | 700 | 900 | 770 |
| Vitamine B1 | 2 | 5 | <= 3 |
| Vitamine B2 | 3 | 6 | 4.2 |
| Vitamine B6 | 3 | 8 | <=5 |
| Vitamine B12 | 2 | 6 | 4.5 |
| Vitamine C | 120 | 240 | 170 |
| Vitamine D3 | 3 | 6 | 4 |
| Vitamine E | 7 | 15 | entre 9 et 12 |
| Vitamine K | 23 | 34 | 25 |
| Vitamine H | 0 | 1 | 0.45 |
| Acide folique | 0 | 1 | 0.6 |
| Nicotinamide | 11 mg | 14 mg | contre indiqué |
| [Acide pantothénique](https://www.supradyn.ch/fr/vitamines-mineraux-et-oligo-elements/vitamine-et-plus/#pantothensaeure) | 5 mg | 5 mg | 5 à 10 mg |
| Fer | 9 mg | 9 mg | 10 mg |
| Fluor | 3.5 mg | 3.5 mg | 3.5 mg |
| Iode | 150 µg | 150 µg | 100 à 150 µg |
| Calcium | 1000 mg | 1200 mg | 1000 à 1300 mg |
| Cuivre | 1.5 mg | 3 mg | 1.5 à 3 mg |
| Magnésium | 320 mg | 420 mg | 400 mg |
| Manganèse | 2 mg | 5 mg | 4 à 5 mg |
| Phosphore | 700 mg | 700 mg | 700 mg |
| Sélénium | 55 µg | 55 µg | 60 à 70 µg |
| Zinc | 8 mg | 11 mg | 11 mg |

|  |  |
| --- | --- |
| **Composant** | **Condition de dosage** |
| Vitamine A | 700 < Vit A < 1800 µg |
| Vitamine B1 | 3 < Vit B1 < 10 mg |
| Vitamine B2 | 3.8 < Vit B2 < 12 mg |
| Vitamine B6 | 703 < Vit B6 < 1800 mg |
| Vitamine B12 | 2.2 < Vit B12 < 12 µg |
| Vitamine C | 120 < Vit C < 480 mg |
| Vitamine D3 | 3 < Vit D3 < 12 µg |
| Vitamine E | 7 < Vit E < 30 mg |
| Vitamine K | 23 < Vit A < 68 µg |
| Vitamine H | 0.2 < Vit H < 1.4 mg |
| Acide folique | 0.3 < Acide folique < 2 mg |
| Nicotinamide | 11 < Nicotinamide < 24 mg |
| [Acide pantothénique](https://www.supradyn.ch/fr/vitamines-mineraux-et-oligo-elements/vitamine-et-plus/#pantothensaeure) | 5 < Acide pantothénique < 20 mg |
| Fer | 9 < Fer< 20 mg |
| Fluor | 3.5 < Fluor < 7 mg |
| Iode | 150 < Iode < 300 µg |
| Calcium | 1000 < Calcium < 2600 mg |
| Cuivre | 1.5 < Cuivre < 9 mg |
| Magnésium | 320 < Magnésium < 840 mg |
| Manganèse | 2 < Manganèse < 10 mg |
| Phosphore | 700 < Phosphore < 1400 mg |
| Sélénium | 55 < Sélénium < 140 µg |
| Zinc | 8 < Zinc < 22 mg |

# **Application**

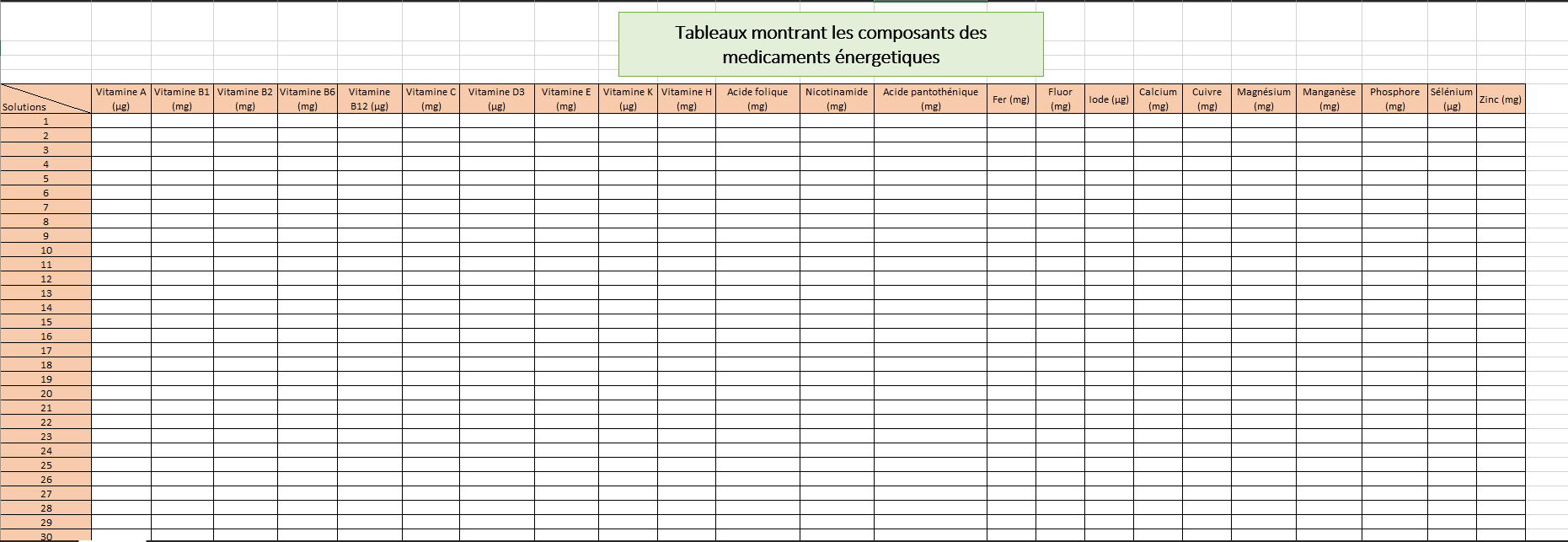
Dans notre application, nous allons tout d’abord remplir un tableau ‘’Donnees1.xlsx’’ par des valeurs respectant les conditions de dosage, pour obtenir un tableau ‘’Donnees.xlsx’’ contenant des solutions et des combinaisons possibles. Ensuite nous allons extraire deux tableaux :

1. ‘’SolRetenues.xlsx’’
2. ‘’SolPrFemmeEnc.xlsx’’

Les tableaux sont au format .xlsx (tableaux Excel) et le traitement est fait à l’aide du langage Python.

## **Construction du tableau ‘’Donnees1.xlsx’’**

Nous allons construire un tableau Excel (Canevas) qui sera par la suite rempli. Il représente la matrice morphologique.

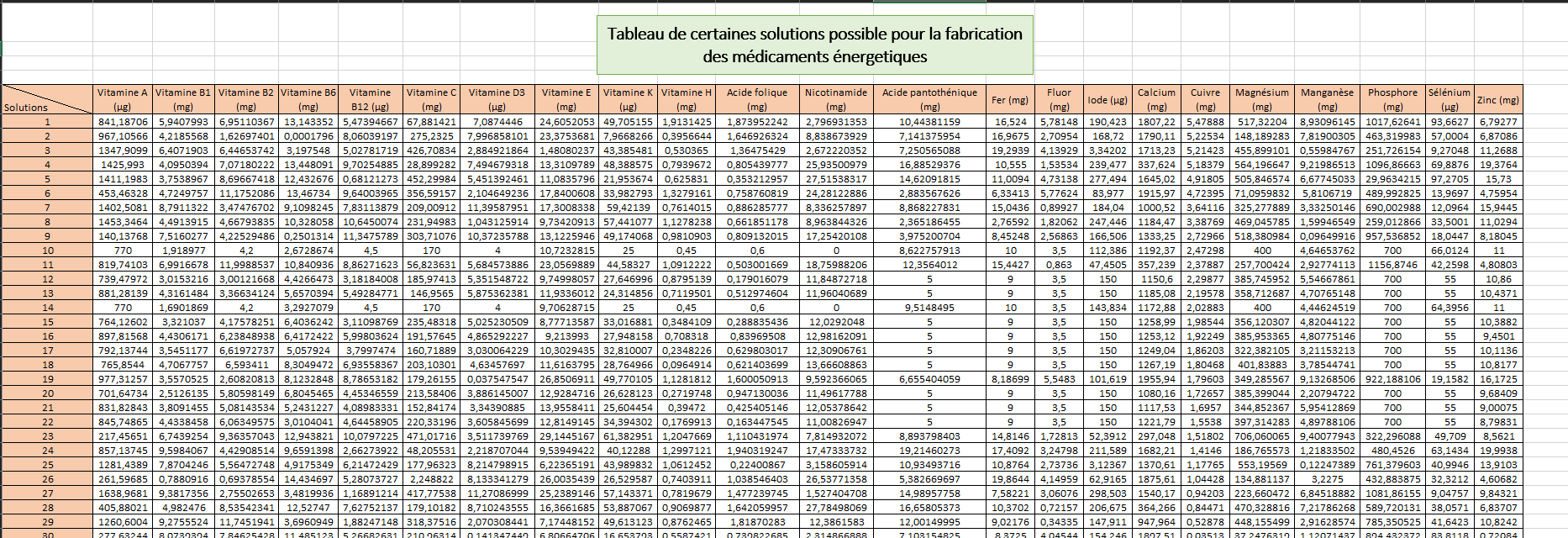


## **Remplissage du tableau ‘’Donnees.xlsx’’**

Après avoir construire le tableau ‘’Donnees1.xlsx’’ (Canevas), nous allons le remplir par des valeurs qui respectent les conditions du dosage. Nous choisissons une taille de 30. Nous aurons donc 30 solutions (mélange de composants) vérifiant tous les conditions de dosage.

Pour ce faire, nous aurons besoin de deux librairies de Python à savoir :

* Openpyxl : pour les opérations sur les tableaux excel
* Random : pour le remplissage du tableau ‘’Donnees.xlsx’’ par des valeurs aléatoires mais vérifiant les conditions imposées.



## **Extraction des tableaux**

Après avoir rempli le tableau ‘’Donnees.xlsx’’, nous allons extraire les solutions qui vérifient le critère Min-Max des doses et les solutions retenues pour les femmes enceintes.

Pour ce faire, nous aurons besoin de la librairie Pandas de Python qui contient des fonctions prédéfinies qui permettent le traitement des tableaux Excel.

La fonction ‘’read\_excel’’ va nous permettre de lir notre tableau de base ‘’Donnes.xlsx’’ sous forme d’une « DataFrame » que nous allons manipuler.

La syntaxe est la suivante : df = pd.read\_excel('Donnees.xlsx')

### **Solutions vérifiant les conditions Min-Max**

Afin d’extraire les solutions (parmi les 30 solutions du tableau ‘’Donnees.xlsx’’) vérifiant les critères Min-Max des doses pour chaque composant, nous devons trier notre tableau de base,

La fonction prédéfinie qui nous permet cela est : ‘’loc’’ précèdée par l’opérateur ‘.’ qui agit sur notre DataFrame df.

La ligne de code qui nous permet ce tri est la suivante :

dfret = df.loc[(df['Vitamine A (µg)']<=900) & (df['Vitamine A (µg)']>700) & (df['Vitamine B1 (mg)'] <= 5) & (df['Vitamine B1 (mg)'] > 2) & (df['Vitamine B2 (mg)'] <= 6) & (df['Vitamine B2 (mg)'] > 3) & (df['Vitamine B12 (µg)'] <= 6) & (df['Vitamine B12 (µg)'] >2) & (df['Vitamine B6 (mg)'] <= 8) & (df['Vitamine B6 (mg)'] > 3) & (df['Vitamine C (mg)'] <= 240) & (df['Vitamine C (mg)'] > 120 ) & (df['Vitamine D3 (µg)'] <= 6) & (df['Vitamine D3 (µg)'] > 3) & (df['Vitamine E (mg)'] <= 15) & (df['Vitamine E (mg)'] > 7) & (df['Vitamine K (µg)'] <= 34) & (df['Vitamine K (µg)'] > 23) & (df['Vitamine H (mg)'] <= 1) & (df['Vitamine H (mg)'] > 0) &(df['Acide folique (mg)'] <= 1) & (df['Acide folique (mg)'] > 0) & (df['Nicotinamide (mg)'] <= 14)& (df['Nicotinamide (mg)'] > 11) & (df['Acide pantothénique (mg)'] == 5) & (df['Fer (mg)'] == 9) & (df['Fluor (mg)'] == 3.5) & (df['Iode (µg)'] == 150) & (df['Calcium (mg)'] <= 1200) & (df['Calcium (mg)'] > 1000) & (df['Cuivre (mg)'] <= 3) & (df['Cuivre (mg)'] > 1.5) & (df['Magnésium (mg)'] <= 420) & (df['Magnésium (mg)'] > 320) & (df['Manganèse (mg)'] <= 5) & (df['Manganèse (mg)'] > 2) & (df['Phosphore (mg)'] == 700) & (df['Sélénium (µg)'] == 55) & (df['Zinc (mg)'] <= 11) & (df['Zinc (mg)'] > 8),:]

La DataFrame ‘’dfret’’ Contient les informations de dosage de chaque composant pour les solutions retenues.

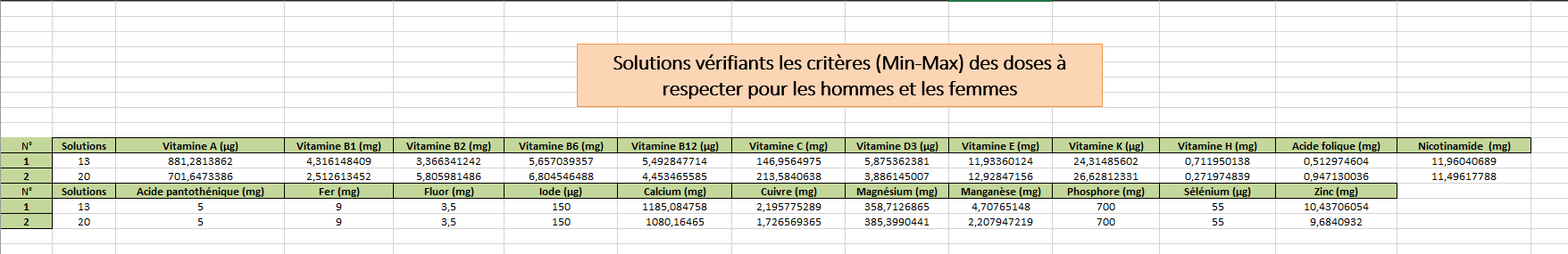
Apres avoir trier notre DataFrame, nous allons l’enregistrer dans un tableau Excel sous le nom de ‘’SolRetenues.xlsx’’.

Les lignes de code qui nous permet cela :

dataenctoex = pd.ExcelWriter("SolRetenues.xlsx",engine = 'xlsxwriter')

dfret.to\_excel(dataenctoex,sheet\_name = 'Feuil1' )

dataenctoex.save()



### **Solutions retenues pour les femmes enceintes**

Afin d’extraire les solutions (parmi les 30 solutions du tableau ‘’Donnees.xlsx’’) vérifiant les doses pour chaque composant pour les femmes enceintes nous allons trier à nouveau notre tableau de base.

La fonction prédéfinie qui nous permet cela est : ‘’loc’’ précèdée par l’opérateur ‘.’ qui agit sur notre DataFrame.

La ligne de code qui nous permet ce tri est la suivante :

dfenc = df.loc[(df['Vitamine A (µg)']==770) & (df['Vitamine B1 (mg)'] <= 3) & (df['Vitamine B2 (mg)'] == 4.2) & (df['Vitamine B12 (µg)'] <= 5) & (df['Vitamine B6 (mg)'] <= 5) & (df['Vitamine B12 (µg)'] == 4.5) & (df['Vitamine C (mg)'] == 170) & (df['Vitamine D3 (µg)'] == 4) & (df['Vitamine E (mg)'] <= 12) & (df['Vitamine E (mg)'] > 9) & (df['Vitamine K (µg)'] == 25) & (df['Vitamine H (mg)'] == 0.45) & (df['Acide folique (mg)'] == 0.6) & (df['Nicotinamide (mg)'] == 0) & (df['Acide pantothénique (mg)'] <= 10) & (df['Acide pantothénique (mg)'] >5) & (df['Fer (mg)'] == 10) & (df['Fluor (mg)'] == 3.5) & (df['Iode (µg)'] <= 150) & (df['Iode (µg)'] > 100) & (df['Calcium (mg)'] <= 1300) & (df['Calcium (mg)'] > 1000) & (df['Cuivre (mg)'] <= 3) & (df['Cuivre (mg)'] > 1.5) & (df['Magnésium (mg)'] == 400) & (df['Manganèse (mg)'] <= 5) & (df['Manganèse (mg)'] > 4) & (df['Phosphore (mg)'] == 700) & (df['Sélénium (µg)'] <= 70) & (df['Sélénium (µg)'] >60) & (df['Zinc (mg)'] == 11),:]

La DataFrame ‘’dfenc’’ Contient les informations de dosage de chaque composant pour les solutions retenues pour les femmes enceintes.

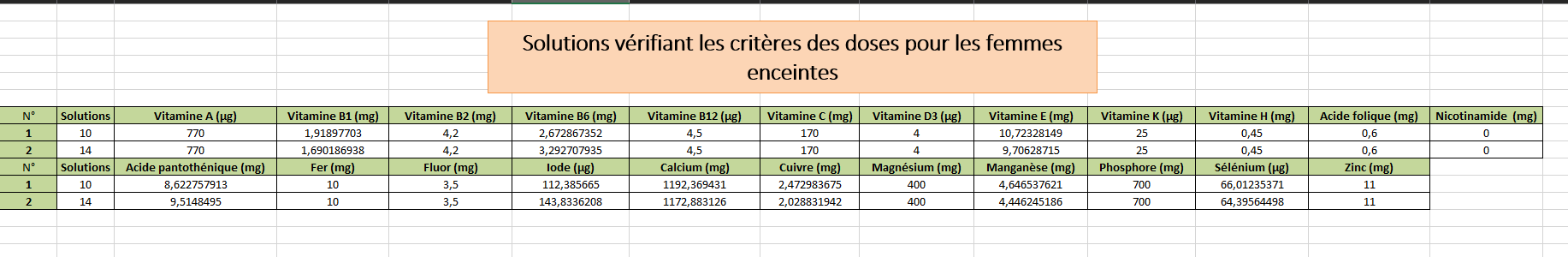
Apres avoir trier notre DataFrame, nous allons l’enregistrer dans un tableau Excel sous le nom de ‘’SolPrFemmeEnc.xlsx’’.

Les lignes de code qui nous permet cela :

dataenctoex = pd.ExcelWriter("SolPrFemmeEnc.xlsx",engine = 'xlsxwriter')

dfenc.to\_excel(dataenctoex,sheet\_name = 'Feuil1' )

dataenctoex.save()



# **Codes Python**

## **Code de remplissage du tableau ‘’Donnees.xlsx’’**

import openpyxl as xl

from random import \*

wb = xl.load\_workbook('Donnees1.xlsx')

sheet = wb['Feuil1']

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,2)

cell.value = 1800\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,2)

cell.value = randint(700,900) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,2)

cell.value = 770

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,3)

cell.value = 10\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,3)

cell.value = randint(2,5) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,3)

cell.value = randint(0,2) + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,4)

cell.value = 12\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,4)

cell.value = randint(3,6) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,4)

cell.value = 4.2

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,5)

cell.value = 16\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,5)

cell.value = randint(3,8) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,5)

cell.value = randint(0,4) + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,6)

cell.value = 12\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,6)

cell.value = randint(2,6) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,6)

cell.value = 4.5

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,7)

cell.value = 480\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,7)

cell.value = randint(120,240) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,7)

cell.value = 170

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,8)

cell.value = 12\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,8)

cell.value = randint(3,6) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,8)

cell.value = 4

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,9)

cell.value = 30\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,9)

cell.value = randint(7,15) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,9)

cell.value = randint(9,11) + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,10)

cell.value = 68\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,10)

cell.value = randint(23,34) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,10)

cell.value = 25

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,11)

cell.value = 2\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,11)

cell.value = random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,11)

cell.value = 0.45

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,12)

cell.value = 2\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,12)

cell.value = random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,12)

cell.value = 0.6

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,13)

cell.value = 28\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,13)

cell.value = randint(11,14) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row + 1):

cell = sheet.cell(row,13)

cell.value = 0

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,14)

cell.value = 20\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,14)

cell.value = 5

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,14)

cell.value = randint(5,9) + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,15)

cell.value = 20\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,15)

cell.value = 9

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,15)

cell.value = 10

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,16)

cell.value = 6\*random()

for row in range(21,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,16)

cell.value = 3.5

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,17)

cell.value = 300\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,17)

cell.value = 150

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,17)

cell.value = randint(100,149) + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,18)

cell.value = 2000\*random()

for row in range(21,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,18)

cell.value = randint(1000,1300) + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,19)

cell.value = 6\*random()

for row in range(21,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,19)

cell.value = 1.5 + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,20)

cell.value = 800\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,20)

cell.value = randint(320,420) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row+1):

cell = sheet.cell(row,20)

cell.value = 400

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,21)

cell.value = 10\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,21)

cell.value = randint(2,5) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,21)

cell.value = 4 + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,22)

cell.value = 1200\*random()

for row in range(21,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,22)

cell.value = 700

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,23)

cell.value = 100\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,23)

cell.value = 55

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,23)

cell.value = randint(60,69) + random()

for row in range(2,21):

cell = sheet.cell(row,24)

cell.value = 22\*random()

for row in range(21,30):

cell = sheet.cell(row,24)

cell.value = randint(8,10) + random()

for row in range(30,sheet.max\_row +1):

cell = sheet.cell(row,24)

cell.value = 11

wb.save('Donnees.xlsx')

## **Code d’extraction selon le critère Min-Max**

import pandas as pd

df = pd.read\_excel('Donnees.xlsx')

dfret = df.loc[(df['Vitamine A (µg)']<=900) & (df['Vitamine A (µg)']>700) & (df['Vitamine B1 (mg)'] <= 5) & (df['Vitamine B1 (mg)'] > 2) & (df['Vitamine B2 (mg)'] <= 6) & (df['Vitamine B2 (mg)'] > 3) & (df['Vitamine B12 (µg)'] <= 6) & (df['Vitamine B12 (µg)'] >2) & (df['Vitamine B6 (mg)'] <= 8) & (df['Vitamine B6 (mg)'] > 3) & (df['Vitamine C (mg)'] <= 240) & (df['Vitamine C (mg)'] > 120 ) & (df['Vitamine D3 (µg)'] <= 6) & (df['Vitamine D3 (µg)'] > 3) & (df['Vitamine E (mg)'] <= 15) & (df['Vitamine E (mg)'] > 7) & (df['Vitamine K (µg)'] <= 34) & (df['Vitamine K (µg)'] > 23) & (df['Vitamine H (mg)'] <= 1) & (df['Vitamine H (mg)'] > 0) &(df['Acide folique (mg)'] <= 1) & (df['Acide folique (mg)'] > 0) & (df['Nicotinamide (mg)'] <= 14)& (df['Nicotinamide (mg)'] > 11) & (df['Acide pantothénique (mg)'] == 5) & (df['Fer (mg)'] == 9) & (df['Fluor (mg)'] == 3.5) & (df['Iode (µg)'] == 150) & (df['Calcium (mg)'] <= 1200) & (df['Calcium (mg)'] > 1000) & (df['Cuivre (mg)'] <= 3) & (df['Cuivre (mg)'] > 1.5) & (df['Magnésium (mg)'] <= 420) & (df['Magnésium (mg)'] > 320) & (df['Manganèse (mg)'] <= 5) & (df['Manganèse (mg)'] > 2) & (df['Phosphore (mg)'] == 700) & (df['Sélénium (µg)'] == 55) & (df['Zinc (mg)'] <= 11) & (df['Zinc (mg)'] > 8),:]

dataenctoex = pd.ExcelWriter("SolRetenues.xlsx",engine = 'xlsxwriter')

dfret.to\_excel(dataenctoex,sheet\_name = 'Feuil1' )

dataenctoex.save()

## **Code d’extraction selon le critère femme enceinte**

import pandas as pd

df = pd.read\_excel('Donnees.xlsx')

dfenc = df.loc[(df['Vitamine A (µg)']==770) & (df['Vitamine B1 (mg)'] <= 3) & (df['Vitamine B2 (mg)'] == 4.2) & (df['Vitamine B12 (µg)'] <= 5) & (df['Vitamine B6 (mg)'] <= 5) & (df['Vitamine B12 (µg)'] == 4.5) & (df['Vitamine C (mg)'] == 170) & (df['Vitamine D3 (µg)'] == 4) & (df['Vitamine E (mg)'] <= 12) & (df['Vitamine E (mg)'] > 9) & (df['Vitamine K (µg)'] == 25) & (df['Vitamine H (mg)'] == 0.45) & (df['Acide folique (mg)'] == 0.6) & (df['Nicotinamide (mg)'] == 0) & (df['Acide pantothénique (mg)'] <= 10) & (df['Acide pantothénique (mg)'] >5) & (df['Fer (mg)'] == 10) & (df['Fluor (mg)'] == 3.5) & (df['Iode (µg)'] <= 150) & (df['Iode (µg)'] > 100) & (df['Calcium (mg)'] <= 1300) & (df['Calcium (mg)'] > 1000) & (df['Cuivre (mg)'] <= 3) & (df['Cuivre (mg)'] > 1.5) & (df['Magnésium (mg)'] == 400) & (df['Manganèse (mg)'] <= 5) & (df['Manganèse (mg)'] > 4) & (df['Phosphore (mg)'] == 700) & (df['Sélénium (µg)'] <= 70) & (df['Sélénium (µg)'] >60) & (df['Zinc (mg)'] == 11),:]

dataenctoex = pd.ExcelWriter("SolPrFemmeEnc.xlsx",engine = 'xlsxwriter')

dfenc.to\_excel(dataenctoex,sheet\_name = 'Feuil1' )

dataenctoex.save()