

Projet TER: Le nutriscore Carbone pour la cantine "CO2 Score"

Samy Dif
Emilien Rey
Paul Deligne

2023/2024

Encadrant : Éric Bourreau

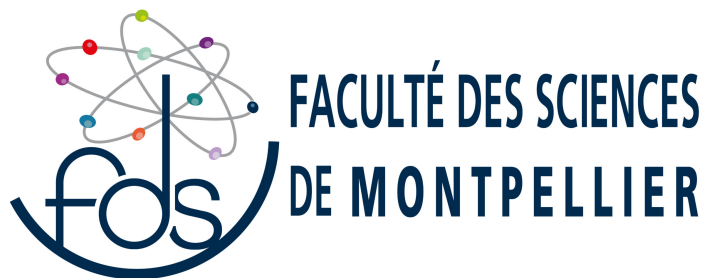


Table des matières

1	Introduction	2
2	Spécification du sujet	3
2.1	enjeux climatiques	3
2.2	objectif du sujet	4
2.3	problèmes liés au sujet	4
3	Organisation	5
4	Architecture et choix techniques	6
4.1	Choix techniques	6
4.2	Architecture	7
4.2.1	Architecture de l'application	7
4.2.2	Architecture des fichiers	9
5	Travail effectué	10
5.1	Résumé du travail du premier semestre	10
5.2	Base de données	12
5.3	L'application	13
5.3.1	Lecture des QR code	13
5.3.2	Création des plats	14
5.3.3	Liste des plats et visualisation	16
5.3.4	Création des étiquettes	17
5.3.5	Connexion	18
5.4	Fonctionnalités non implémentées	19
5.5	Tests et retours utilisateurs	20
5.5.1	Tests	20
5.5.2	Retours du Directeur du Restaurant Administratif Minerve	21
5.6	Difficultés techniques et problèmes rencontrés	21
5.6.1	Organisation de l'équipe	22
5.6.2	Le Matériel	22
5.6.3	Difficultés liées aux applications mobiles	22
5.7	Statistiques	23
6	Conclusion	24
6.1	Bilan	24
6.2	Pistes d'améliorations	24
6.2.1	Expansion	24
6.2.2	Projections avenir et reproductibilité	24
7	Remerciements	24
8	Bibliographie	25
9	annexes	26

1 Introduction

Dans le cadre de notre troisième année de Coursus Master en Ingénierie (CMI) informatique, nous avons fait un projet de programmation qui nous a accompagné tout au long de l'année pour acquérir de nouvelles compétences en informatique, apprendre à gérer un projet sur le long terme et améliorer notre travail en équipe. Le projet que nous avons choisi est le sujet de Monsieur Bourreau, consistant en la création d'une application permettant de calculer le "nutriscore carbone pour la cantine". Le nutriscore est une lettre allant de A à E, avec une couleur associée allant du vert au rouge, affichée sur les produits industriels pour indiquer leur apport calorique et leur impact sur la santé. Dans le cas du "nutriscore carbone", c'est l'impact carbone qui est calculé, mais dans notre cas, nous souhaitons appliquer cela uniquement aux plats cuisinés dans les restaurants ou bien chez soi.

Comme dit précédemment, nous avons disposé d'un an pour mener à bien ce projet. Le premier semestre a servi avant tout à analyser le sujet et bien comprendre tous les tenants et aboutissants pour pouvoir entamer sereinement la programmation au second semestre. De plus, nous avons déjà fourni un premier [rapport](#) à la fin du premier semestre pour parler de nos recherches. Nous allons donc reprendre dans un premier temps l'essentiel de nos travaux du premier semestre avant de parler de ce que nous avons accompli par la suite. Enfin, la première partie de ce projet a été réalisé avec Paul Deligne, Valentin Pecqueux et Emilien Rey. Valentin et Samy Dif ont échangé leur place au second semestre (Samy a fait le premier semestre à l'étranger et Valentin y fait le deuxième).

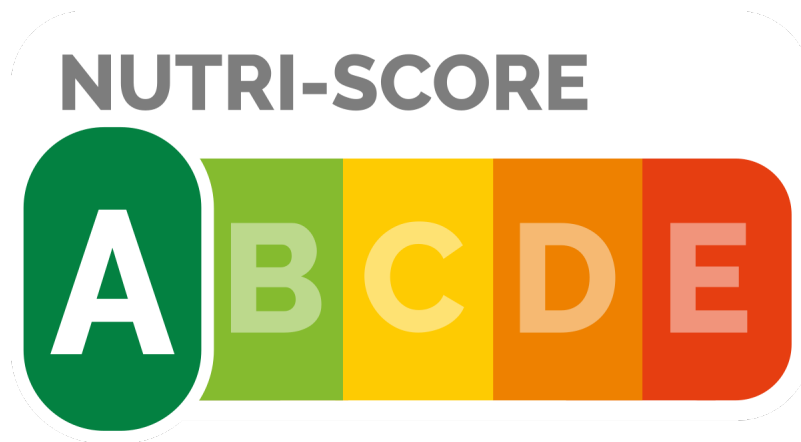


FIGURE 1 – Le nutriscore

2 Spécification du sujet

2.1 enjeux climatiques

Aujourd'hui, en France, un quart des émissions de gaz à effet de serre proviennent de notre alimentation.[1][2][3] Que ce soit lié au transport de la nourriture, à l'élevage des animaux, à la quantité d'eau utilisée tout au long de la production, il y a beaucoup de facteurs polluants pour amener la nourriture dans nos assiettes. Une majorité de la population n'est pas informée sur ce sujet et ne pense pas à l'impact que sa nourriture a sur la planète.

Il existe des solutions afin de réduire la pollution qu'engendre notre nourriture. En effet, tous les types de nourriture ne se valent pas en matière de pollution et certains aliments, comme les fruits ou les légumes, engendrent une pollution bien moins importante que la viande. Mais, même au niveau de la viande, il peut y avoir des différences entre les viandes rouge et blanche. Enfin, le mode de transport et la provenance ont une influence (voir figure 2).

Cependant, on constate de plus en plus une diminution de la consommation de viande, produit alimentaire le plus polluant, ces dernières années.[4] Ceci est le signe d'une évolution de la conscience collective sur ce genre de sujet et la demande concernant des applications permettant de se renseigner devient de plus en plus grande. On note également une augmentation de projets allant dans ce sens, que ce soit avec la nourriture mais également d'autres produits du quotidien comme les cosmétiques et les textiles qui sont des domaines eux aussi très polluants.[5] [6]



FIGURE 2 – émission de kg de carbone par kg d'aliments. Source : ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)

2.2 objectif du sujet

C'est dans ce cadre que notre sujet prend place. L'idée est de permettre au plus grand nombre de s'informer sur l'impact carbone des plats qu'il souhaite manger. D'une manière similaire au nutri-score qui donne des informations sur la qualité nutritionnelle des aliments, on souhaite créer un score qui informerait sur l'impact carbone de notre nourriture.

Pour ce faire, on souhaite développer une application à destination des cantines qui leur permettrait de saisir la composition de chaque plat et de générer des étiquettes affichant le score correspondant, puis de les afficher. Ceci permettrait aux usagers de la cantine d'effectuer leur choix de nourriture en ayant conscience de son impact sur l'environnement. De plus, l'application doit permettre au cuisinier de la cantine de modifier facilement la composition de la recette afin qu'il puisse ajuster le score du plat. Elle devrait également permettre de conserver en mémoire les plats déjà enregistrés. Enfin, pour les usagers de la cantine désireux d'en savoir plus, l'application devrait offrir la possibilité de scanner les étiquettes via un QR code pour obtenir des informations détaillées sur le plat, y compris le détail de l'impact de chaque aliment.

2.3 problèmes liés au sujet

Ce sujet soulève plusieurs problèmes et questionnements auxquels nous allons devoir répondre afin de bien débiter la programmation au second semestre.

Tout d'abord, il y a la question de l'organisation de l'application, à savoir comment celle-ci doit fonctionner en pratique et comment les utilisateurs doivent pouvoir interagir avec elle. Ensuite, une question primordiale est celle du calcul du score des plats. En effet, il va falloir se référer à des données déjà calculées ou à des méthodes de calcul existantes afin de proposer ce score. Nous allons donc devoir rechercher des données et les comparer afin de choisir ce que nous utiliserons. Ensuite, afin de mieux juger de ce qui sera faisable ou non, il est important de faire des recherches sur ce qui a déjà été réalisé de similaire et d'étudier leur mode de calcul. De plus, notre projet étant à destination d'un large public il faut qu'elle soit facilement utilisable et compréhensible, il faudra donc si possible réaliser des tests avec des personnes extérieures afin d'avoir des retours.

3 Organisation

Afin de bien préparer le travail que nous allons devoir effectuer, nous avons réalisé un diagramme de Gant prévisionnel pour le deuxième semestre.(voir figure 3)

tâches	janvier	février	mars	avril	mai
programmation d'une Version de test					
correction de bugs et tests					
ajout de plus de données					
ajout de plus de fonctionnalités					
améliorations graphiques					
écriture du rapport final					

FIGURE 3 – diagramme de Gant prévisionnel réalisé à la fin du premier semestre

Comme nous pouvons le voir, nous souhaitons commencer par programmer une version d'essai avec les fonctionnalités de bases afin de réaliser des tests et voir les problèmes potentiels. Nous rajoutons plus de données au fur et à mesure des tests afin de s'assurer de leur bonne implémentation. Nous passons après à des améliorations de l'application avec l'ajout de plus de fonctionnalités et des améliorations graphiques. Enfin une dernière chose qui n'apparaît pas sur le diagramme est le fait que nous allions au LIRMM les vendredis où nous le pouvions afin de travailler et voir Eric Bourreau, notre encadrant. C'est donc avec ce planning que nous avons entamé notre travail de programmation.

4 Architecture et choix techniques

4.1 Choix techniques

Nous avons opté pour le framework flutter pour notre application. Celui-ci est optimisé pour le développement d'applications mobiles hybrides (disponibles à la fois sur android et IOS) à partir d'une même base de code. Il a été créé par Google et sa première version date de 2011. Nous avons opté pour ce choix car en plus d'être récent et optimisé pour les mobiles, flutter dispose d'une grande communauté et d'un support constant de google ce qui permet un apprentissage de celui-ci plus rapide et simple.

Flutter se base sur le langage dart, aussi créé par google et sorti en 2011, et sert principalement dans le cadre de la programmation d'applications mobiles et web.

Ces choix nous ont parus judicieux car cela nous a permis d'apprendre un nouveau langage de programmation et son framework. Tout deux étant répandus et largement utilisés, ils nous seront utiles pour l'avenir.



FIGURE 4 – logo de flutter



FIGURE 5 – logo de dart

Ceci répond donc à la première problématique du langage, mais comme nous développons une application mobile, il nous faut un IDE adapté afin de faciliter le développement. Nous avons directement opté pour Android Studio. Développé par google et se basant sur IntelliJ, Android Studio est spécialisé dans la programmation d'applications mobiles et propose de nombreux outils permettant de faciliter le travail du développeur. La fonctionnalité la plus utile est la prise en charge directe et rapide des téléphones android. Il suffit de connecter son téléphone à l'ordinateur afin de réaliser tout les tests directement sur son mobile. De plus, Android Studio propose un large choix d'extensions afin d'adapter l'IDE à nos besoins. L'une des extensions les plus téléchargées est justement celle permettant l'intégration de Flutter. Enfin, nous avons eu besoin de réaliser un serveur en python en utilisant flask. Nous avons fait ce choix car nous avons déjà eu à utiliser flask lors de notre projet de programmation de L2.

4.2 Architecture

4.2.1 Architecture de l'application

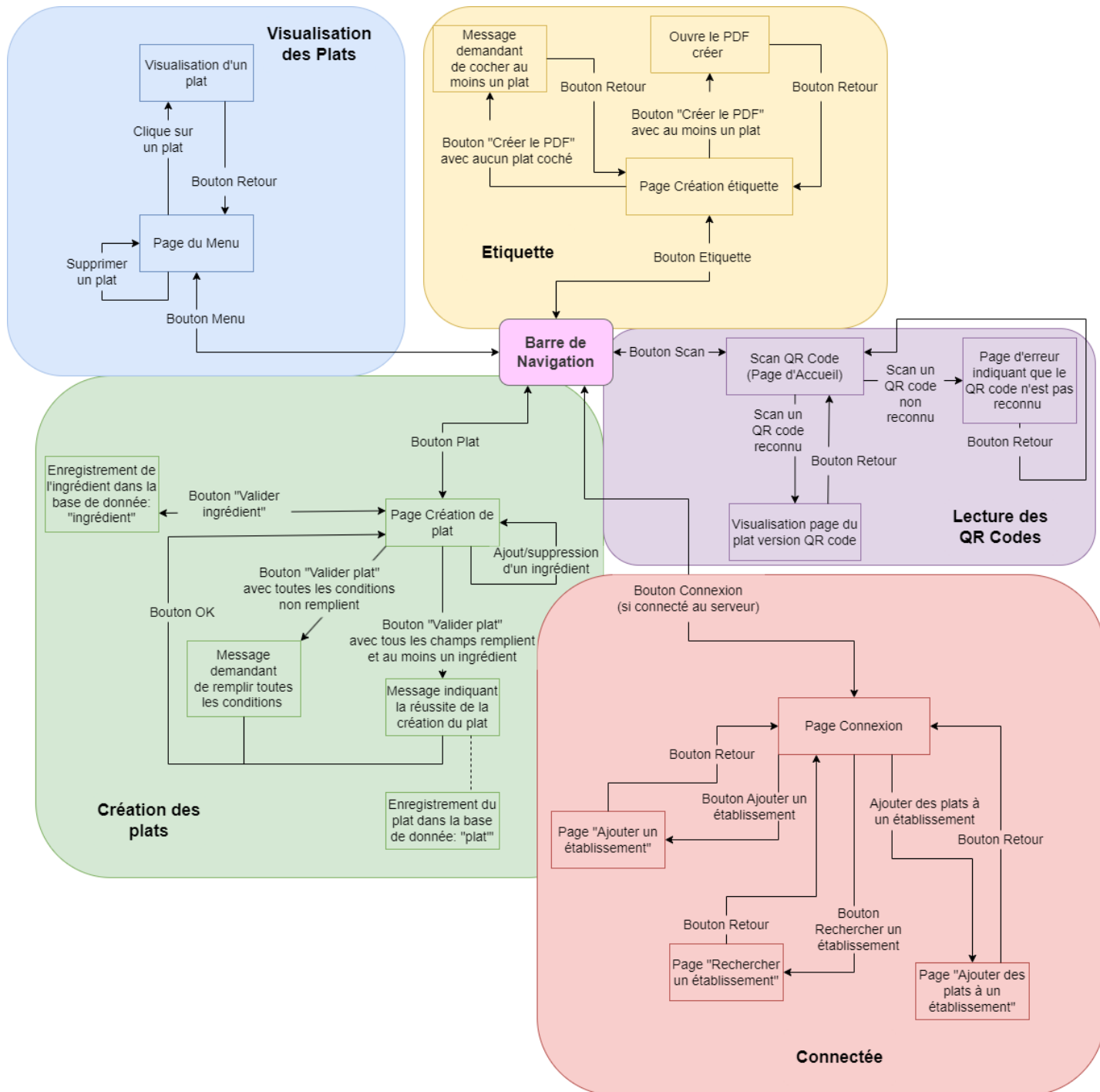


FIGURE 6 – fonctionnement du côté utilisateur

La figure 6 représente l'architecture finale de notre application du point de vue d'un utilisateur. L'application est divisée en cinq grandes fonctionnalités : la visualisation des plats (en bleu), la création des plats (en vert), les étiquettes (en jaune), la lecture des QR Codes (en violet) et la partie dite "connectée" (en rouge). Toutes ces fonctionnalités sont reliées entre elles par une barre de navigation située en bas de l'écran. Nous reviendrons plus en détail sur chaque partie et expliquerons pourquoi certaines diffèrent de nos attentes initiales dans les sections suivantes.

Lorsque l'utilisateur lance l'application, la page d'accueil est la page appelée "Scan". La page pour scanner les QR codes permet de scanner uniquement un QR code reconnu par l'application et donc produit par elle. Dans ce cas après la lecture du code, une nouvelle page s'affiche montrant le détail des plats correspondants. Dans le cas contraire un message d'erreur apparaît informant l'utilisateur que le QR Code n'est pas reconnu.

Ensuite, l'utilisateur peut naviguer, grâce à la barre de navigation, dans les autres pages de l'application. Avec le bouton menu, l'utilisateur a accès à tous les plats créés par lui-même précédemment. Lorsqu'il clique sur un des plats, la page de visualisation est affichée.

Le bouton "Plat" lui renvoie à la page de création de plat, dans laquelle sont contenus plusieurs champs que doit remplir l'utilisateur avant d'appuyer sur le bouton "Valider Plat" sinon un message d'erreur apparaît. Si tout est bien rempli alors le plat sera enregistré dans la base de données "plat". Le bouton "Valider ingrédient" permet d'enregistrer le plat dans la base de données "ingrédient" pour permettre de réutiliser la recette dans une autre plus complexe sans avoir à tout remettre.

La page de création des étiquettes est accessible grâce au bouton "Etiquette" de la barre de navigation. L'utilisateur peut alors sélectionner des plats qu'il a créés puis, s'il appuie sur le bouton "Créer le PDF", ce dernier va lancer une fonction qui va créer puis ouvrir un PDF. Sur celui-ci apparaîtra les plats sélectionnés accompagnés chacun d'un QR code ainsi que d'un QR code du menu qui regroupe tous les plats sur le fichier.

Enfin, le bouton "Connexion" permet d'accéder à la page de connexion, c'est-à-dire à la partie connectée de notre application. Cependant, si aucun serveur ne tourne alors l'utilisateur n'aura accès à aucune des fonctionnalités suivantes. Si l'application de l'utilisateur est bien connectée, il a alors accès à trois fonctionnalités supplémentaires : "Ajouter un établissement", "Rechercher un établissement", et "Ajouter des plats à un établissement".

4.2.2 Architecture des fichiers

La figure 7 représente de manière simplifiée les interactions entre les fichiers qui composent notre application. Deux parties se distinguent, une partie non connecté pouvant être utilisée en toute circonstance et une partie nécessitant d'être connecté au serveur.

L'application se lance avec le fichier `main.dart` qui définit la base de l'application et redirige automatiquement vers `hub.dart`. Ce dernier définit la barre de navigation et permet de naviguer entre toutes les pages de l'application. On ouvre alors toutes les pages de l'application directement dans `hub.dart`. On applique également le fichier `styles.dart` ici afin de modifier le visuel des différents éléments de l'application.

Toutes les opérations réalisables dans la partie non connectée sont, soit destinées à interagir avec la base de données `donne.db` qui contient tout les ingrédients, soit à permettre la lecture d'étiquettes. La partie connectée permet d'interagir avec le serveur qui lui est utilisé pour faire des opérations sur la base de données `serveur.db`. Lorsqu'on ouvre `pageCom.dart`, on réalise un test pour voir si le serveur est en ligne. S'il ne l'est pas, toutes les parties rouges restent inaccessibles.

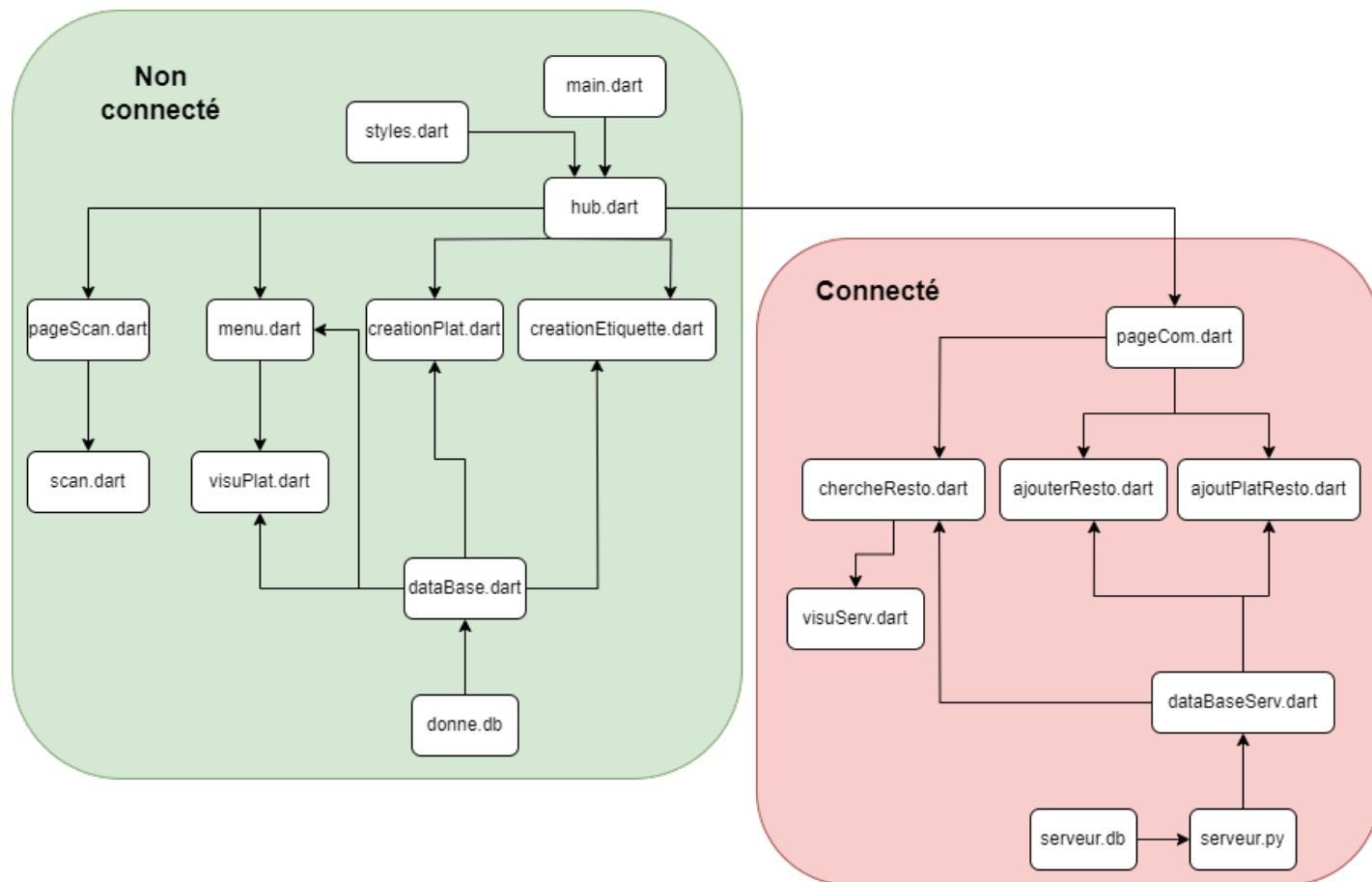


FIGURE 7 – interaction entre les fichiers de l'application

5 Travail effectué

5.1 Résumé du travail du premier semestre

Durant le premier semestre, notre travail a essentiellement constitué en un travail de recherche. Dans un premier temps, nous avons cherché à savoir si d'autres personnes avaient déjà développé une application ayant le même objectif que la nôtre. Lors de nos recherches, nous avons découvert qu'il existait bel et bien des outils ayant un but similaire à notre projet. La majorité sont des calculateurs d'empreinte carbone qui permettent de calculer son empreinte carbone totale et pas uniquement l'alimentation. Pour citer un exemple, il y a le calculateur de l'ADEME. Malheureusement le problème de ces calculateurs dans notre cas est qu'ils donnent une estimation de notre émission de gaz à effet de serre sur une année, ce qui induit forcément l'impossibilité de donner le détail précis de l'alimentation.

Cependant, en continuant nos recherches, nous sommes tombés sur deux applications se concentrant sur cet aspect précis. Par exemple, on peut citer l'application française glimpact qui permet de simplement scanner le code-barres d'un produit et de voir le score qui lui est associé en fonction de son impact sur l'environnement (similaire à l'application yuka pour l'impact sur la santé). Mais on peut citer également Floop ou encore eaternity qui sont respectivement des applications anglophones et germanophones. Ces deux dernières sont plus proches de ce que nous avons en tête dans la résolution du problème.

Après avoir étudié ce qui a été fait, il restait une question primordiale pour la suite, à savoir comment calculer l'impact des aliments, avec quelles données, et comment les comparer afin de fixer les échelons du score.

Durant ces recherches, nous sommes tombés sur le "carbon score" utilisé par Ansamble, une société de restauration collective (voir figure 8).

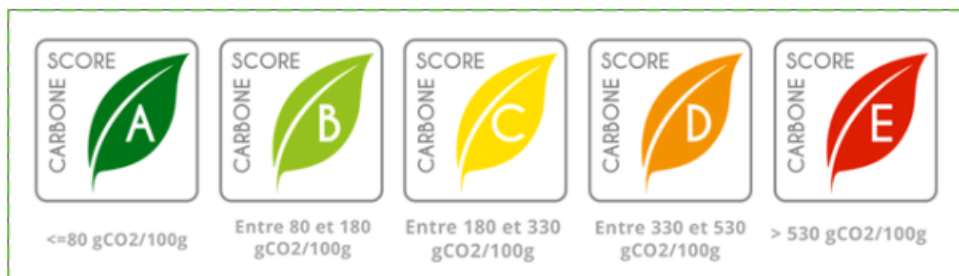


FIGURE 8 – "carbon score" calculé en fonction de la quantité en grammes de CO₂ émis pour 100 grammes de produit. Source : neorestauratation

Le problème avec ce score est qu'il est utilisé uniquement pour leurs plats, et nous n'avons pas accès au détail des calculs. Cependant, cela semblait être un bon point de départ pour fixer nos échelons. De plus, nous avons accès aux sources pour les calculs des émissions des plats. Celles-ci proviennent principalement de l'ADEME, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. Cette agence publique est placée sous la tutelle des ministères de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires, de la Transition Énergétique et de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Les données fournies sont donc en accès libre et peuvent être réutilisées. L'ADEME fournit plusieurs bases de données comme la base Empreinte ou la base d'Agribalyse[7].

Ensuite, notre travail fut de définir les différentes fonctionnalités de notre application, nous avons créé cinq rôles différents : le cuisinier, le directeur, le consommateur, l'administrateur de la base de données ou DATA, et l'administrateur de l'application. La figure ci-dessous est une représentation de nos user stories.

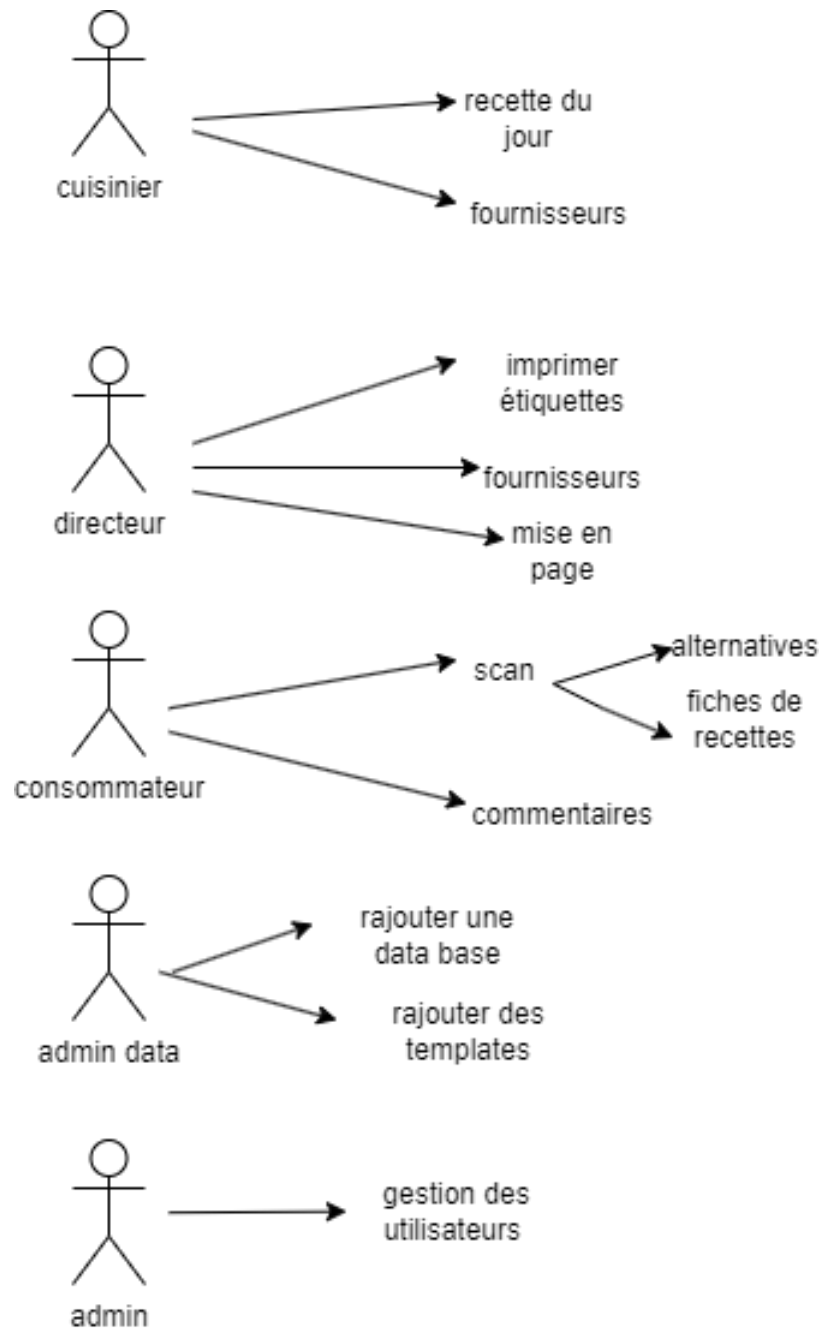
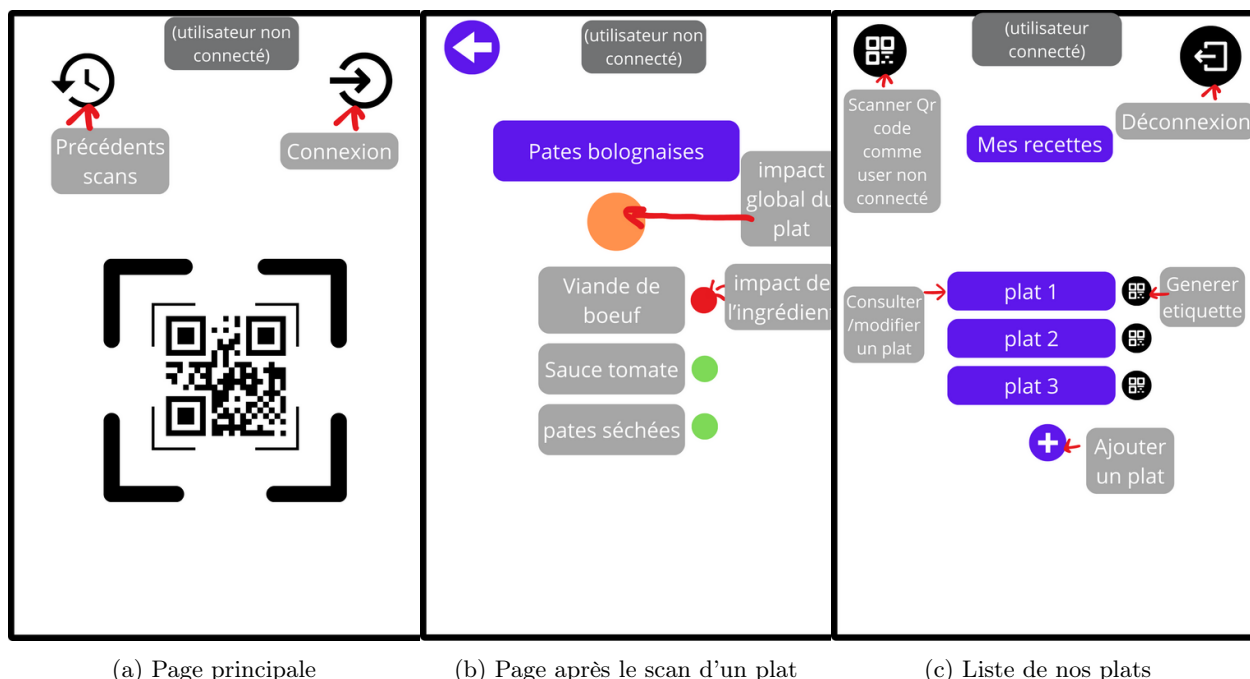


FIGURE 9 – users stories de notre application

Enfin nous avons réalisé des scripts de l'application pour nous créer une idée plus précise de ce que pourrait donner l'application et comment représenter ses différentes fonctionnalités. Les figures ci-dessous sont des exemples de ces scripts



Au départ, nous avions prévu le fonctionnement de l'application de la manière suivante : tout utilisateur non connecté doit pouvoir scanner des QR codes sans problème, mais il devra créer un compte pour pouvoir rajouter des plats. Une fois connecté et lié à un restaurant, le chef pourra rentrer des recettes qu'il pourra ensuite imprimer sous forme d'étiquettes affichant le score des plats. L'utilisateur, lui, pourra scanner les plats et recevra des recommandations pour des alternatives. Il pourra également laisser un commentaire afin d'informer de ses envies. Enfin des admins pourront gérer les bases de données en rajoutant/supprimant des ingrédients.

Cette première conception de l'application suppose une connexion constante à internet pour fonctionner.

Ceci résume donc notre travail et nos recherches préliminaires réalisés durant le premier semestre. Ce travail fut d'une grande importance pour la suite en nous permettant d'établir un cahier des charges de notre application. Cela nous a également permis de nous fixer un objectif à atteindre lors du second semestre.

5.2 Base de données

Afin de mener à bien notre projet, nous avons donc besoin d'une base de données référençant l'impact carbone d'un grand nombre d'ingrédients. Nous avons choisi d'utiliser la base agribalyse de l'ADEME [7]. Après plusieurs tests, nous avons pu vérifier qu'elle disposait de suffisamment d'ingrédients pour pouvoir réaliser les plats souhaités.

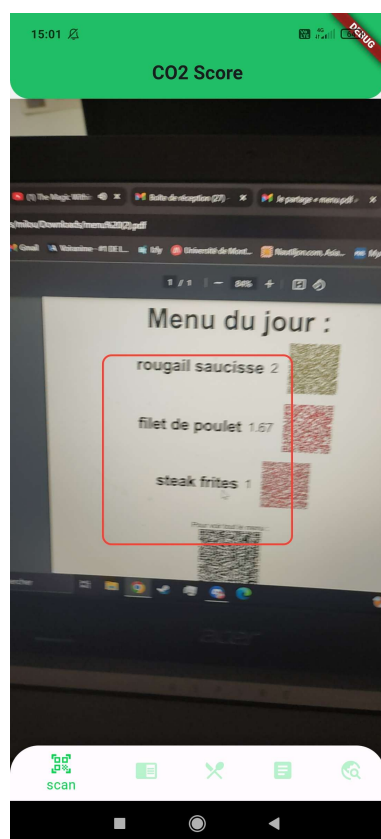
Le problème de cette base de données est que nous n'avons accès qu'à un tableur regroupant toutes les données. Un autre problème est qu'il y a beaucoup d'informations par ingrédient dont nous n'avons pas besoin. Nous avons donc dû commencer par récupérer toutes les données et les mettre dans une base de données que nous avons créée. Au final, nous nous retrouvons avec environ 2400 ingrédients. Ce nombre est largement suffisant pour réaliser n'importe quel plat.

5.3 L'application

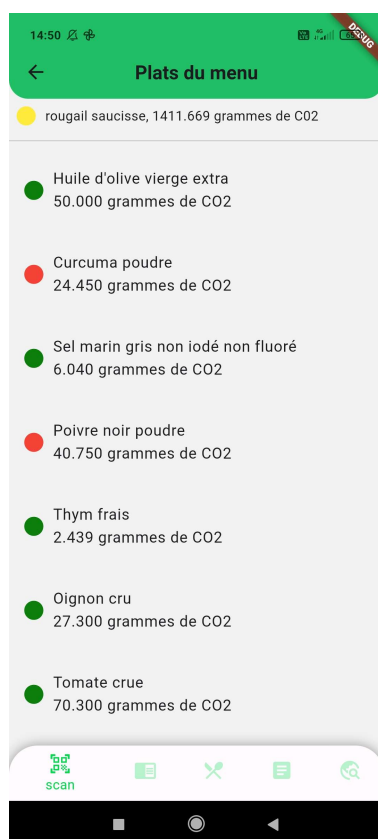
Nous allons ici présenter les différentes parties de l'application finale que nous avons implémentée et expliquer leur fonctionnement avec des exemples. Nous parlerons des différences entre le résultat final et ce que nous avons prévu initialement dans la section 5.4.

5.3.1 Lecture des QR code

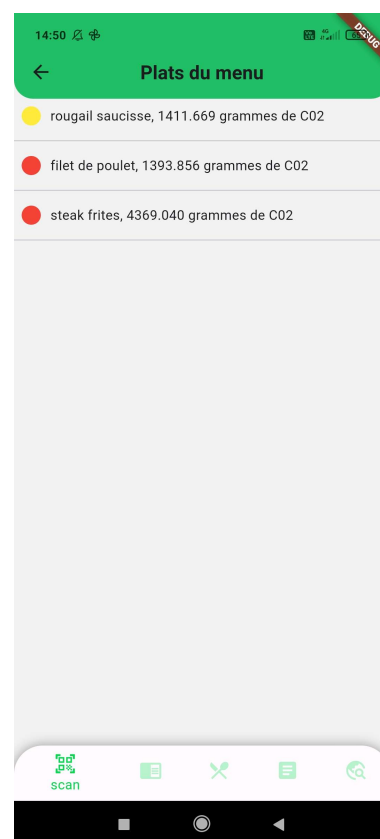
Lors du lancement de l'application, tous les utilisateurs commencent sur la page de scan des QR code (figure a). L'exemple ci dessous montre le scan d'une étiquette composée de 3 plats. Nous reviendrons sur ce qui compose une étiquette plus tard dans une partie dédiée à cela. Lorsqu'un plat est scanné, on voit ce qui compose celui-ci ainsi que l'émission de CO2 de chaque ingrédient (figure b). Cela permet aux utilisateurs de mieux se rendre compte que les ingrédients ont des impacts différents. Si l'on scan le QR code noir se trouvant en bas de l'étiquette, on peut voir chaque plat avec l'émission de chacun (figure c).



(a) Page de scan



(b) Page après le scan d'un plat



(c) Page après le scan du qr code noir

5.3.2 Création des plats

Lorsqu'un utilisateur souhaite créer un plat, il est redirigé vers la page de création des plats (figure a). Il peut ici rentrer toutes les informations de son plat (nom, prix, ingrédients, quantité). Il peut ajouter autant d'ingrédients qu'il le souhaite en appuyant sur le bouton '+' et peut les supprimer avec l'icône de poubelle. Lorsqu'on commence à entrer un ingrédient, l'application nous propose une liste d'ingrédients se trouvant dans notre base de données, similaires à celui qu'on est en train de taper (figure b). On peut alors sélectionner l'ingrédient souhaité parmi ceux qu'on propose. Cela permet d'éviter de rentrer un ingrédient que nous n'avons pas dans la base de données ou qui serait rentré sous le mauvais nom par l'utilisateur. Enfin, une fois que tous les ingrédients ont été rentrés, on peut soit valider le plat soit valider l'ingrédient. Le premier choix fera alors apparaître notre saisie comme un plat et l'enregistrera dans la table 'plat' de notre base de données tandis que le second choix enregistrera notre saisie dans la table 'ingrédient'. Cela permet d'enrichir la base de données de chaque utilisateur avec des ingrédients propres à chacun et qu'on pourra réutiliser dans des recettes (comme des sauces faites maisons, etc...) (figure c).

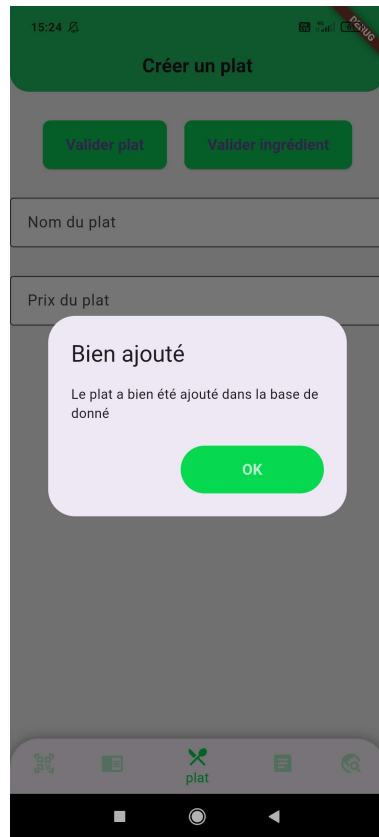
(a) Page de création d'un plat vide (b) recommandation des ingrédients (c) Page de création d'un plat fini

En plus d'enregistrer les plats dans la base de données, cette page a également le rôle important de calculer les émissions de CO₂ du plat. Pour se faire, nous rapportons la valeur de l'émission de CO₂ de chaque ingrédient en une émission en gramme de CO₂ pour 100 grammes de l'ingrédient. La valeur des émissions récupérée dans la base de données est initialement en kilogramme de CO₂ émis pour 1 kilogramme d'ingrédient. Cependant, comme le calcul se fait avec des portions uniques de plats, il est plus facile de faire le tout en gramme. Une fois les émissions calculées, nous définissons la couleur de la manière suivante :

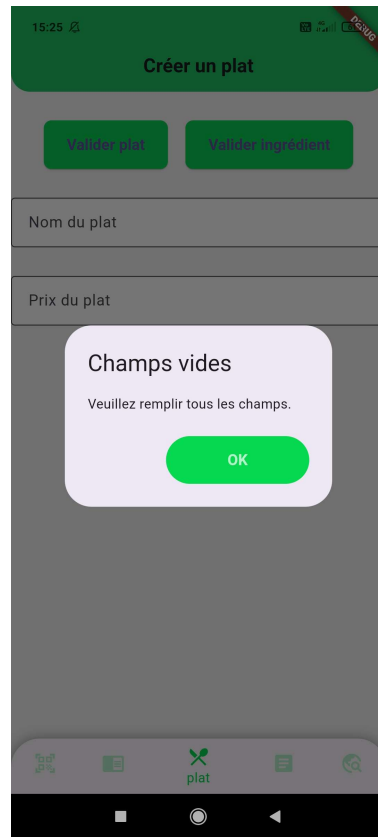
- en dessous de 150 gramme de CO₂ émis, la couleur est vert foncé
- entre 150 et 250 c'est vert
- entre 250 et 400 c'est jaune
- entre 400 et 550 c'est orange
- au dessus de 550 c'est rouge

Nous avons défini ces seuils en nous inspirant de ce qui avait déjà été réalisé, notamment par Ansamble. Vous pouvez retrouver la partie du code pour le calcul en annexe aux figures 20 et 21.

Enfin, dernier point de la page de création des plats, une fois que l'on a validé, un message s'affiche confirmant l'ajout dans la base de données et vide tout les champs saisis (figure a). Si on essaye de valider alors qu'il manque un nom, un prix ou qu'il n'y a pas d'ingrédient, un message s'affiche demandant de renseigner tous les champs (figure b).



(a) ajout réussi

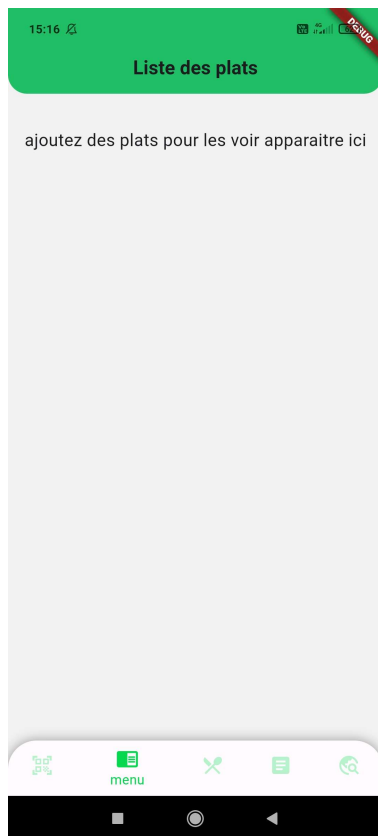


(b) champs vides

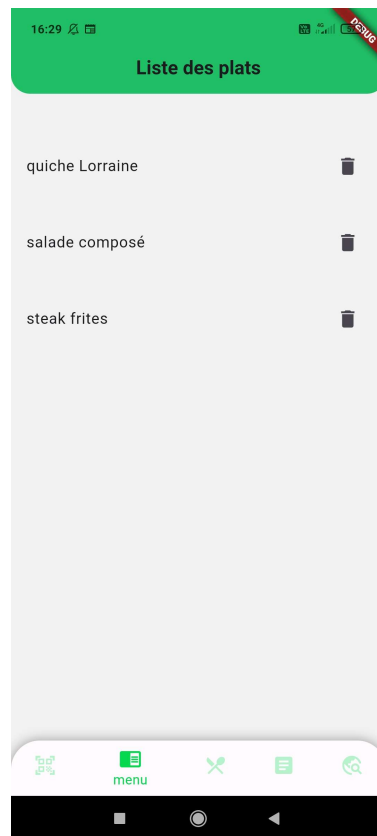
5.3.3 Liste des plats et visualisation

Lorsque l'utilisateur clique sur l'icône de menu dans la barre de navigation, il est redirigé vers une page listant tous les plats qu'il a créé (figure b), il peut aussi supprimer des plats depuis cette page s'il le souhaite. Si c'est sa première utilisation de l'application, ou s'il n'en a pas encore créé, un message s'affiche sur la page pour l'inciter à créer un plat (figure a).

On peut également cliquer sur chaque plat pour en voir le détail (figure c).



(a) Liste des plats vide



(b) Liste des plats



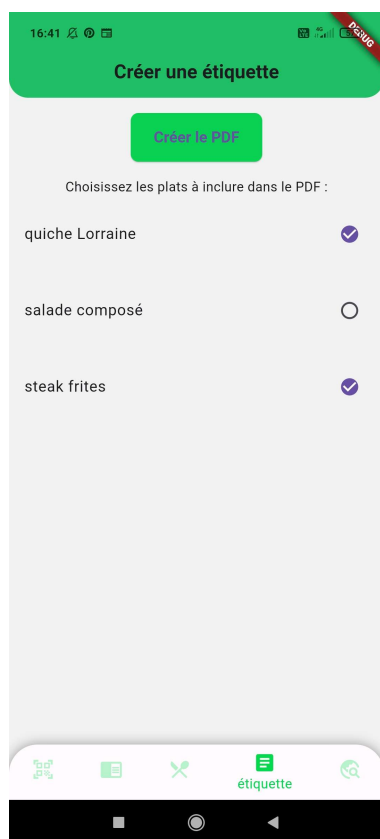
(c) Visualisation d'un plat

5.3.4 Création des étiquettes

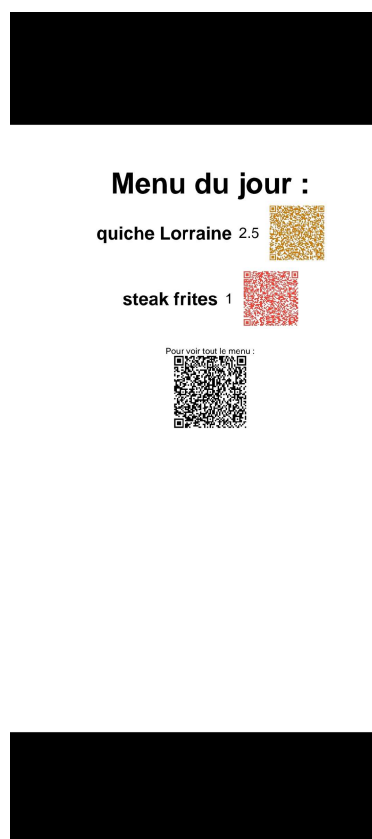
Pour créer une étiquette, il faut sélectionner les plats que l'on veut parmi la liste des plats que l'on a créé. (figure a)

Une fois validé, l'application génère un pdf et l'ouvre dans le téléphone de l'utilisateur avec une application externe (figure b). Dans celui-ci, on retrouve les plats que l'on a sélectionné ainsi qu'un QR code pour chacun d'entre eux. Ce QR code est de la couleur donnée à l'émission de CO2 du plat. Cela permet, même sans avoir à scanner, de se rendre compte de l'impact du plat. En bas du pdf se trouve également un QR code listant tous les plats avec leur impact global sans le détail des ingrédients. Nous avons décidé de rajouter ce QR code afin que les utilisateurs puissent rapidement voir l'émission de chaque plat sans avoir à scanner chaque QR code.

Il est à noter que les QR codes jaune et orange peuvent être difficiles à lire en fonction de l'éclairage. En effet, leur couleur étant plus claire, le lecteur de QR code peut avoir du mal à les détecter. Pour tenter de régler ce problème nous avons utilisé des couleurs plus foncées pour le jaune et le orange mais le problème peut tout de même survenir en fonction de l'éclairage.



(a) Page de création des étiquettes

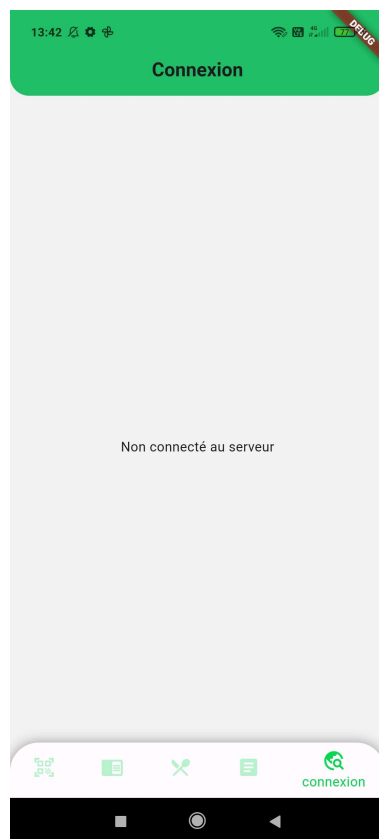


(b) Une étiquette

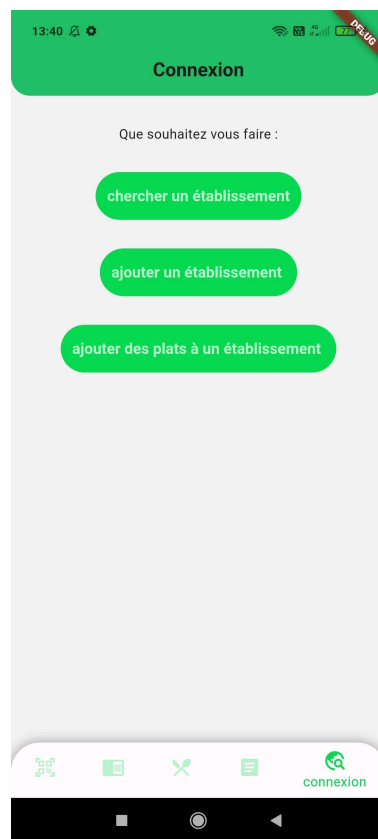
Du point de vue technique, nous générons les QR codes en faisant un JSON des données que nous compressons afin de limiter la taille du QR code. Nous avons pu rencontrer des bugs où le QR code était trop gros et ne s'affichait pas correctement. C'est principalement pour cette raison que le QR code noir situé à la fin ne montre pas le détail de chaque ingrédient pour les recettes, afin de limiter la taille du QR code si un grand nombre de plats sont présents sur l'étiquette. Vous pouvez retrouver le code pour générer un QR code dans la partie annexe à la figure 22.

5.3.5 Connexion

Suite aux retours faits par Monsieur David Couturier lors d'une démonstration (voir section 5.4.1), nous avons décidé d'inclure dans notre application une partie permettant aux utilisateurs de rentrer des établissements et d'y ajouter des plats ainsi que chercher les plats que propose un établissement. Il s'agit du dernier ajout que nous avons fait à l'application, bien que fonctionnel, il nécessiterait quelques améliorations. La première étape de cet ajout passe par la création d'un serveur possédant une base de données des plats et des établissements qui les proposent. Du côté de l'application, nous avons décidé de faire en sorte que ce nouvel ajout n'impacte pas ce que nous avons déjà implémenté. Pour se faire, nous avons rajouté une partie "connexion" qui teste si le serveur est en ligne ou non. Dans le cas où il ne l'est pas, on affiche un message et rien n'est accessible (figure a). Si le serveur est en ligne et que la connexion s'est bien établie, on affiche une liste d'opérations que l'on peut réaliser (figure b).

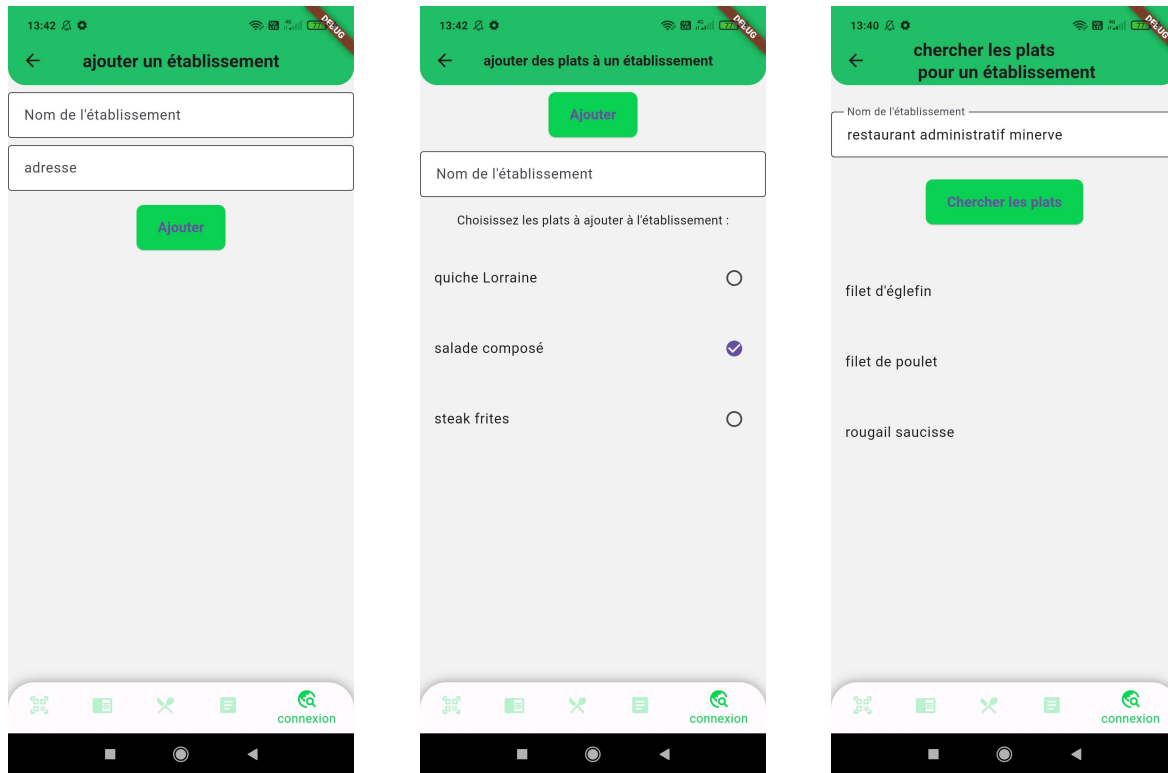


(a) Serveur hors ligne



(b) Serveur en ligne

Une fois le serveur en ligne, on peut réaliser l'ajout d'un établissement en donnant son nom et son adresse (figure a). On peut également ajouter des plats pour un établissement, pour ça, il faut donner le nom d'un établissement et une liste de plats que nous avons créé (figure b). Enfin, on peut visualiser les plats proposés par un établissement, on peut cliquer sur chaque plat proposé pour en voir le détail comme pour l'affichage de nos plats (figure c).



(a) Ajout d'un établissement

(b) Ajout de plats

(c) Recherche de plats

Comme dit précédemment, cette fonctionnalité a été ajoutée à la fin et aurait besoin d'améliorations. La chose la plus importante à faire serait de s'assurer que les ajouts des utilisateurs correspondent bien à de vrais plats et ne seraient pas incohérents ou encore ajoutés pour nuire à la réputation du restaurant. Nous aurions donc besoin de plus de temps pour réaliser des tests en condition réelles et voir comment implémenter une solution.

5.4 Fonctionnalités non implémentées

Par rapport à ce que nous avons prévu de concevoir au premier semestre, nous avons décidé de ne pas incorporer le système de comptes dans l'application. Nous avons fait ce choix car nous avons jugé que cela rajouterait une contrainte à l'application : elle devrait constamment être connectée à un serveur et donc nécessiterait une connexion internet. Nous souhaitons simplifier l'utilisation de l'application, rajouter la nécessité d'avoir une connexion internet pour accéder aux fonctionnalités de base peut causer des problèmes. En enlevant cela, il a également fallu supprimer la partie commentaire. De plus, pour la base de données des

ingrédients, nous avons décidé de l'incorporer directement dans les fichiers de l'application sans passer par un serveur pour y accéder. Nous nous sommes rendu compte que cela simplifiait grandement l'application et qu'avec simplement une seule base de données d'ingrédients, nous pouvions faire tous les plats que nous souhaitons. De plus, celle-ci n'étant pas trop volumineuse, l'application ne s'en retrouve pas ralentie.

Il y a donc quelques implémentations en moins par rapport à ce que nous avions prévu. En revanche, nous avons ajouté une nouvelle partie à l'application qui n'a pas été anticipée. De plus, nous pouvons très bien imaginer à l'avenir rajouter certaines des fonctionnalités non implémentées sous d'autres formes, comme par exemple, rajouter des comptes pour accéder aux fonctionnalités déjà présentes, comme l'ajout de plats à des restaurants présents dans la base de données du serveur.

5.5 Tests et retours utilisateurs

Tout au long du développement de l'application, nous avons réalisé des tests afin de nous assurer que les résultats que nous fournissions étaient cohérents mais également nous avons réalisé des tests afin de nous assurer de l'ergonomie et de la fluidité de l'application. De plus, une fois un premier prototype de l'application réalisé, nous avons cherché à tester notre travail en conditions réelles. C'est-à-dire à le faire tester à des personnes qui pourraient être intéressées par notre projet.

5.5.1 Tests

Comme dit précédemment, nous avons fait des tests sur notre application afin de nous assurer de son bon fonctionnement.

La première chose que nous avons fait a été d'ajouter les données petit à petit et non tout d'un coup, afin de s'assurer que l'application reste fluide et réalise les opérations souhaitées rapidement même avec plus de 2000 ingrédients.

Un autre test que nous avons réalisé a été de vérifier la cohérence des résultats. Afin de faire cela, nous rentrons un plat dans l'application et vérifions avec les informations de la base de données. En effet, la base de donnée dispose de plats complets. Par exemple, le chili con carne de la base de données a une émission d'environ 1800 grammes de CO₂ pour 100 grammes de produit. Il faut donc vérifier que lorsque nous rentrons notre version du plat, nous nous rapprochons de cette émission. Il faut cependant prendre en compte que nous ne connaissons pas les proportions des ingrédients et que donc nous n'aurons pas exactement le même résultat. La figure 18 regroupe quelques comparaisons. On remarque que les valeurs varient principalement dans les plats contenant de la viande. Comme la viande pollue plus, une variation dans les quantités peut avoir une influence importante. Dans le cas de la ratatouille ou la salade de pâtes, les émissions sont presque identiques. Nos valeurs calculées semblent donc cohérentes.

Plat	Émission de la base de donnée	Émission calculée
chili con carne	1800	1100
ratatouille	98	101
bœuf bourguignon	2300	1800
moussaka	2260	2000
salade de pâte végétarienne	169	200
confit de canard	950	1010

FIGURE 18 – tableau de comparaison des émissions en grammes de CO₂ émis pour 100 grammes de plat

5.5.2 Retours du Directeur du Restaurant Administratif Minerve

Pour donner suite à la création de notre prototype, nous avons pris rendez-vous le 09 avril 2024 avec Monsieur David Couturier, le Directeur du Restaurant Administratif Minerve situé au 266-296 avenue Abbé Paul Parguel, 34090 Montpellier. Nous avons pu lui exposer notre prototype tout en lui expliquant l'enjeu informatif et écologique de celui-ci. Il fut très intéressé par notre projet mais a tout de même soulevé plusieurs points à améliorer ou qui rendaient l'utilisation du prototype délicate.

Tout d'abord, il y a les nombreuses réticences marketing et économiques. En effet, si nous sommes 100% transparents avec les clients, ils s'apercevront que la majorité des produits ont un score Rouge ou Orange, ce qui nuira au chiffre d'affaires du restaurant qui aurait donc tout intérêt à ne pas dévoiler cette information pour garder sa clientèle.

Pour palier à cela, le restaurant devrait augmenter ses coûts pour produire des plats avec un score Vert. Mais les limites budgétaires qui contraignent le RA rendent cette solution impossible. Ensuite vient le problème de l'information. Si, du jour au lendemain, il y a des QR Codes avec des couleurs et des valeurs d'empreinte carbone, cela ne parlera pas aux clients et le temps manque, en plein service de passer quelques minutes avec chacun pour expliquer le principe de l'application et de l'empreinte carbone (le RA a environ 3000 couverts chaque jour).

Ces questions et retours nous ont été grandement bénéfiques car nous avons pu nous recentrer sur l'aspect réel et marketing qu'une telle application aurait. Les personnes qui n'ont pas de références ne mesurent pas ou difficilement les valeurs numériques sur des émissions de CO₂. A l'avenir, nous avons donc pris note d'organiser un potentiel événement temporaire devant le restaurant pour sensibiliser ses clients aux émissions carbone. En leur donnant des outils de comparaison, comme par exemple, les émissions d'un trajet en voiture par rapport à la consommation d'un steak de bœuf origine France. Monsieur Couturier nous a parlé d'une équipe de diététiciennes avec qui il travaille régulièrement et qui pourrait être plus enclin à utiliser et adapter notre application. Il nous a aussi recommandé de nous tourner vers des infrastructures spécialisées comme les maisons de retraites/EHPAD ou encore les restaurants qui ont comme image de marque des plats « Eco-responsables » bons pour le corps et la planète.

Nous avons cependant été confortés dans notre idée que cette application a du potentiel, car étant sur le terrain au contact des clients depuis plusieurs dizaines d'années, le Directeur nous a confirmé qu'il y avait un véritable changement de mentalités sur la consommation BIO ou d'être plus responsable sur son bilan carbone individuel. Cela intéressera sûrement beaucoup de particuliers qui pourront chez eux, s'informer sur leur émissions carbone en rapport avec leurs habitudes de consommation. Cela pourrait même amener à des « défis » personnels comme par exemple « se limiter à manger x aliments au Carbone Score rouge par semaine ».

Au niveau de l'application elle-même, nous sommes sortis de ce rendez-vous convaincus qu'il fallait améliorer l'aspect visuel du prototype pour l'orienter vers une version finale, dresser un éventail de couleurs plus significatif que Vert-Jaune-Rouge. Et potentiellement intégrer directement des éléments de comparaison, avec des exemples connus sur les émissions de CO₂ afin de donner plus de poids aux valeurs numériques. De plus, nous avons décidé d'intégrer le consommateur dans l'application en lui permettant de renseigner des plats pour des restaurants. Cela offrira une alternative à l'affichage des étiquettes. En effet, même si un restaurant est réticent à l'idée d'afficher les étiquettes, les usagers pourront se renseigner sur les plats proposés par le restaurant et leur émission.

5.6 Difficultés techniques et problèmes rencontrés

Nous avons en effet rencontré de nombreuses difficultés et imprévus lors de la réalisation de ce TER. Nous les aborderons tous, partie par partie.

5.6.1 Organisation de l'équipe

Commençons par la principale source de complications, les problèmes organisationnels liés à l'équipe. Plus particulièrement à l'effectif de ce groupe de projet. Initialement le projet avait démarré avec dans notre groupe, Paul Deligne, Emilien Rey et Valentin Pecqueux. Samy Dif a en effet passé le Semestre 5 dans une université à l'étranger. Mais alors que nous finissions ce semestre, Valentin est parti pour un semestre d'études hors de la France. Nous nous sommes donc retrouvés à deux mais Samy qui était de retour s'est proposé pour rejoindre le projet.

Après avoir soumis sa demande à Madame Anne-Elisabeth Baert ainsi qu'à Monsieur Éric Bourreau, nous pouvions entamer le semestre 6.

Maintenant que nous étions de nouveau trois, et que Samy était briefé sur le projet, nous étions prêts à reprendre mais un nouvel imprévu a fait irruption.

5.6.2 Le Matériel

L'ordinateur personnel de Samy n'étant pas assez performant pour faire tourner l'émulateur d'applications Android et Samy ne possédant qu'un iPhone, il a fallu faire une demande d'emprunt de machines au département informatique de la FdS.

Cette demande a mis plus de 3 semaines à aboutir entre les vacances scolaires et les emplois du temps du personnel et des étudiants qui se coordonnaient mal. Samy ne pouvait se rendre au département info en étant sûr d'y trouver quelqu'un sans rater un cours.

Après tant de complications pour enfin récupérer l'ordinateur portable d'emprunt, nous avons pris un rendez vous pour installer tous les logiciels nécessaires ainsi que de permettre les bons paramétrages d'Android Studio.

Après une séance où Paul et Emilien ont tout installé et configuré correctement sur le PC d'emprunt tout en expliquant par la même occasion le fonctionnement de Flutter à Samy, nous avons alors essayé de lancer l'application sur l'émulateur d'Android Studio. Malheureusement, l'ordinateur planta et fut incapable de faire la moindre opération. Même les raccourcis pour "kill" le processus ou pour éteindre la machine ne fonctionnaient pas.

Nous avons dû attendre la décharge complète de l'ordinateur avant de réitérer l'opération. Après plusieurs essais infructueux, il ne nous restait que peu de solutions, Samy devait donc travailler sans pouvoir lancer la simulation et se concentrer sur la partie "externe" au code. Cela fut donc très contraignant, mais il a tout de même pu produire un grand travail sur la base de données, absolument indispensable au bon fonctionnement de l'application, ainsi que sur la partie administrative et rédactionnelle avec des idées pertinentes. Tout en participant toujours aux réunions du groupe et en s'investissant à son maximum dans ce projet.

5.6.3 Difficultés liées aux applications mobiles

A côté de tout cela, nous nous sommes aussi rendus compte que le développement d'une application mobile requerrait plus de travail qu'il n'y paraissait sur la forme car il fallait penser à la dimension interaction utilisateur.

En effet, notre application se devait d'être tout aussi utilisable sur tous types de smartphones, l'interaction utilisateur et l'interface étaient aussi des points essentiels à étudier pour une expérience optimale.

Il a fallu prendre en compte tous les cas d'utilisations de l'application et mettre en place des sécurités afin d'empêcher l'utilisateur de rentrer des valeurs non conformes qui pourraient faire planter l'application. Il a aussi fallu réfléchir à l'aspect intuitif de l'application et aussi sa fluidité. Nous avons donc réalisé plusieurs tests au niveau de l'interface avant de décider d'utiliser une barre de navigation rendant l'utilisation fluide.

Nous avons également du relever plusieurs défis d'ordre technique tout au long du projet qu'ils soient liés aux spécificités de Flutter et Dart ou bien à la programmation pour mobile. Toutes ces contraintes qui sont engendrées par le développement d'une application mobile nous ont permis d'en apprendre beaucoup.

5.7 Statistiques

Pour faire un bilan du travail fait, l'application compte 2636 lignes de codes réparties dans 16 fichiers dart et un serveur python, la figure 19 montre la répartition de ces lignes de codes. Nous disposons également d'une base de données, côté application, comportant environ 2400 ingrédients.

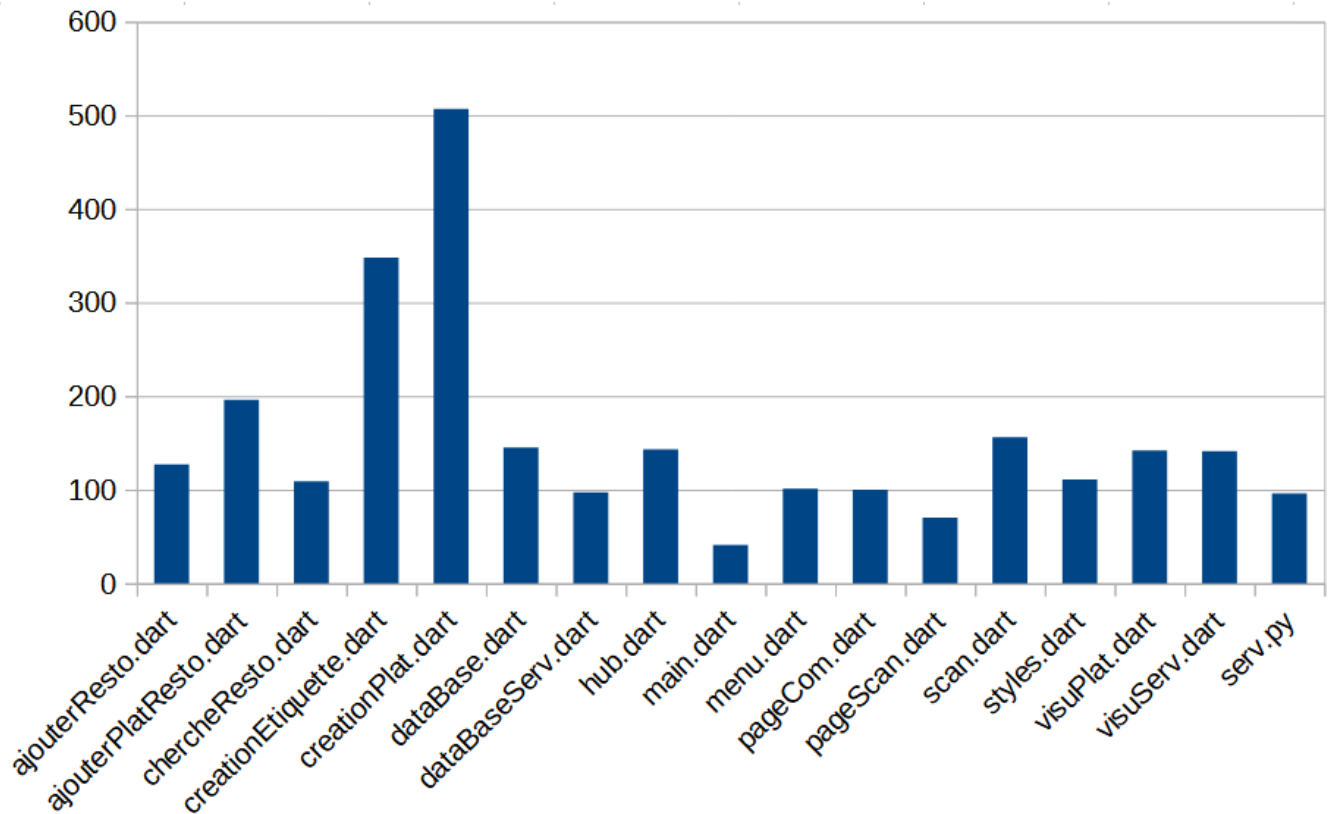


FIGURE 19 – diagramme de répartition du nombre de lignes de code par fichier

6 Conclusion

6.1 Bilan

En fin de compte, le développement de cette application nous a offert une opportunité précieuse de sensibiliser et d’engager les utilisateurs dans la réduction de leur empreinte carbone alimentaire. Cependant, il est essentiel de reconnaître que cela nécessitera un effort continu pour maintenir des données précises, rester à jour avec les avancées technologiques, et éduquer les utilisateurs sur l’importance de leurs choix alimentaires pour l’environnement.

En résumé, cette application se présente comme un outil prometteur pour favoriser une alimentation plus durable tout en répondant aux attentes de beaucoup d’individus en informant sur les enjeux climatiques liés à notre consommation. Et nous sommes fiers du travail que nous avons fourni et de tout ce que nous avons pu apprendre grâce à lui que ce soit sur l’environnement ou bien sur le développement d’une application mobile.

6.2 Pistes d’améliorations

6.2.1 Expansion

Nous pensons améliorer notre application en réfléchissant à une version disponible sur iOS, actuellement fonctionnelle uniquement sur des téléphones Android. Nous sommes convaincu qu’avec une exportation sur l’App store, nous pourrions toucher une plus large portion d’utilisateurs et ainsi nous développer plus facilement. Ayant de plus déjà eu une expérience utilisateur, nous sommes certains que beaucoup de personnes peuvent être intéressées par ce projet.

Les autres améliorations de l’application seraient principalement tournées vers la partie connectée qui nécessiterait des tests plus approfondis. La dernière amélioration pourrait être l’aspect graphique. Nous avons essayé de faire un design simple et épuré mais il reste encore des améliorations à faire à ce niveau là.

6.2.2 Projections avenir et reproductibilité

Il nous tenait également grandement à coeur de ne pas laisser ce projet se terminer à la fin de l’année universitaire. Pour cela, nous avons décidé d’assurer la pérennité de notre projet en déposant l’intégralité de notre code ainsi que ce rapport et toutes nos sources sur un [GitHub](#) public.

Nous essayerons le plus possible de poursuivre nous-même le développement futur de cette application, mais si une autre équipe voulait s’en charger, elle pourrait ainsi se baser sur notre travail actuel.

7 Remerciements

Nous tenons à remercier notre encadrant, Éric Bourreau, qui a proposé ce sujet. Il nous a guidés tout au long de cette année en nous accordant du temps et des conseils lors de réunions. Il nous a également appris de nombreuses choses sur le développement de logiciels. De plus, il nous a offert de nombreuses opportunités que ce soit de pouvoir venir travailler au LIRMM ou bien de nous mettre en contact avec le directeur du restaurant administratif.

Nous tenons également à remercier Monsieur David Couturier de nous avoir accordé du temps pour lui faire la démonstration de notre application ainsi que des retours qu’il a pu nous faire.

8 Bibliographie

Références

- [1] ADEME : Quel est l'impact de notre alimentation sur l'environnement ? <https://agirpouurlatransition.ademe.fr/particuliers/conso/conso-responsable/impact-alimentation-sur-environnement>, 2021. site web.
- [2] Commissariat général au développement DURABLE : Les émissions de gaz à effet de serre de l'alimentation. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/societe/le-mode-de-vie-des-menages-ressources/article/les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-de-l-alimentation>, 2023. site web.
- [3] Commissariat général au développement DURABLE : Notre alimentation, c'est combien de gaz à effet de serre (ges) ? <https://www.notre-environnement.gouv.fr/actualites/breves/article/notre-alimentation-c-est-combien-de-gaz-a-effet-de-serre-ges>, 2022. site web.
- [4] Maxime GAUTIER : Habitudes alimentaires des français - faits et chiffres. <https://fr.statista.com/themes/9812/habitudes-alimentaires-des-francais/#topicOverview>, 2023. site web.
- [5] ladrome LABORATOIRE : Green impact index. <https://ladrome.bio/blogs/le-blog/green-impact-index>, 2023. site web.
- [6] Sabine SAINT-GERMAIN PHILIPPE KAHN, Agnès MOUCHARD : Rapport sur la transition écologique de la filière parfums et cosmétiques. https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/filiere-parfums-cosmetiques.pdf, 2022. site web.
- [7] ADEME : documentation agribalyse. <https://agribalyse.ademe.fr/>, 2020. site web.

9 annexes

```
else{ // partie pour choisir la couleur de chaque ingrédients
    double GparKG=value*1000; // dans la BD la valeur est en KG de CO2 pour 1 KG de produit
                                // on convertit en gramme de CO2 pour 1 kg de produit
    double GparG=GparKG/10; // on ramène ça à gramme de CO2 pour 100 g de produit
    double totalCO2 = quantity * (GparG/100); // quantifié de CO2 émise par la quantité
                                                // de produit mis dans le plat
    quantitePlat+=quantity; // on ajoute le masse de produit dans le total du plat
    finalCO2+=totalCO2; // on ajoute l'émission de l'ingrédient au total d'émission du plat

    String color;

    // on détermine la couleur de l'ingrédient en fonction de l'émission de 100 g de produit
    if (GparG <= 150) {
        color = 'Vertf';
    } else if (GparG > 150 && GparG<=250) {
        color = 'Vert';
    } else if (GparG > 250 && GparG<=400) {
        color = 'Jaune';
    } else if (GparG > 400 && GparG<=550) {
        color = 'Orange';
    } else {
        color = 'rouge';
    }
}
```

FIGURE 20 – Capture d'écran du code pour le calcul de l'émission de CO2 de chaque ingrédient d'un plat

```

String couleurPlat; //param pour la couleur que le plat aura

double C02pour100=(finalC02/quantitePlat)*100; // calcul de la quantité de C02 émis
                                                // pour 100g de plat.

if (C02pour100 <= 150) { //si < à 150 le plat est vert
    couleurPlat = 'Vertf';
} else if (C02pour100 > 150 && C02pour100<=250) { //si > à 450 le plat est rouge
    couleurPlat = 'vert';
} else if (C02pour100 > 250 && C02pour100<=400) {
    couleurPlat = 'Jaune';
} else if (C02pour100 > 400 && C02pour100<=550) {
    couleurPlat = 'Orange';
}
else {
    couleurPlat = 'rouge';
}

```

FIGURE 21 – Capture d'écran du code pour le calcul de l'émission de CO2 des plats

```

Future<Uint8List> _generateQrUnique(PlatInfo selectedPlat, Color couleur) async { // génératio
    final StringBuffer qrDataBuffer = StringBuffer();

    final plat = await _getPlatIngredients(selectedPlat.nom); // appel de fonction
    if (plat != null) { // qui recup tout les ingrédient du plat depuis bd
        final platData = {
            'nom': plat['nom'],
            'couleur': plat['couleur'],
            'ingredients': plat['ingredients'],
            'emission': plat['emission']
        };
        final platJson = jsonEncode(platData); //on fait chaîne au format
        qrDataBuffer.write(platJson); // json pour plus de lisibilité
    }
    final compressedData = utf8.encode(qrDataBuffer.toString()); // on compresse les donne (si
    final compressedDataString = base64.encode(compressedData);
    final qrPainter = QrPainter( // Création du QR code avec les données compressées
        data: compressedDataString,
        version: QrVersions.auto,
        gapless: true,
        color: couleur,
    );

    final qrCode = await qrPainter.toImageData(2000.0); // on donne une grande taille pour
    if (qrCode != null) { //éviter bug qui coupe le qr code à la génération
        return Uint8List.fromList(qrCode.buffer.asUint8List()); // on retourne le qrcode
    } else {
        throw Exception("Erreur lors de la génération du QR code");
    }
}

```

FIGURE 22 – Capture d'écran du code pour la génération d'un QR code de couleur