
LBIR2130 - Projet disciplinaire

Création d'un outil d'analyse de l'approvisionnement en produits maraîchers en Wallonie

Auteurs :

MARTIN BAUFAYT
MARCO D'AGOSTINO
BENOIT DE SAINT-HUBERT
MAHUGNON GANDJETO
CHARLES RONGIONE

Equipe enseignante :

GUILLAUME LOBET
PHILIPPE BARET
ET ALIUS

Année académique 2020 - 2021

Résumé

Dans ce projet, nous nous sommes concentrés sur l'implémentation d'un outil permettant de relier l'offre et la demande en production maraîchère en Wallonie. L'objectif est simple : permettre aux consommateurs d'avoir une vue globale de l'état du marché wallon en production maraîchère. Nous avons mis en place une plateforme web qui permet à l'utilisateur d'obtenir, en fonction d'un légume, d'un mode de production et de transformation, l'offre wallonne correspondante à une certaine période. A l'heure actuelle, de plus en plus de réflexions se posent quant à la place de l'agriculture par rapport à son impact dans les changements climatiques. Nous avons donc intégré à notre outil l'impact environnemental associés à cette production. Pour finir, dans un soucis d'amélioration, cet outil pose des bases pour des implémentations futures par son aspect modulable, permettant notamment d'imaginer des ajouts comme l'extension à d'autres légumes ou l'ajout d'autres impacts environnementaux.

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Contexte et problématique	3
1.2	Objectifs du projet	3
2	Outils existants	4
3	Matériel et méthode	5
3.1	Données : récolte, utilisation, exactitude et limites	5
3.1.1	Besoins en données et récolte	5
3.1.2	Explication des données et utilisation	7
3.1.3	Incertitude des données	15
3.1.4	Limites	18
3.2	Base de données et outils de développement	19
3.3	Implémentation de l'outil	20
3.3.1	Calculs et traitement des données	21
3.3.2	Création de l'interface web	24
4	Résultats	25
5	Discussion et pistes d'évolutions	26
6	Conclusion	27
7	Bibliographie	28

1 Introduction

En Belgique, le secteur alimentaire est le secteur économique le plus pourvoyeur d'emplois et qui contribue le plus au PIB. La dépendance alimentaire des pays dicte par ailleurs les nouveaux enjeux géopolitiques. En effet, cette filière est confrontée à différents problèmes dont le manque de visibilité des producteurs par les consommateurs [1].

Le projet soumis à notre réflexion entend donc améliorer la position des agriculteurs dans la chaîne de valeur en diminuant les intermédiaires par la création d'une plateforme pouvant rapprocher le producteur du consommateur. Ceci vise donc à encourager le développement des circuits courts afin de renforcer l'économie locale.

1.1 Contexte et problématique

Depuis longtemps, la Belgique est considérée comme un marché ouvert, fortement tourné vers l'extérieur. Les produits agricoles occupent 6,56% des importations [2]. Il est donc clair que l'agriculture paysanne prend un coup du point de vue économique. Les produits alimentaires locaux ne sont pas valorisés. Il est donc important d'encourager l'économie locale à travers les circuits courts.

Par ailleurs, le contact direct entre le producteur et le consommateur découlant de ces circuits courts pourrait aider à limiter les impacts environnementaux liés au transport. En effet, l'alimentation fait l'objet d'une demande croissante d'évaluation de son impact environnemental. A l'origine d'une part importante des émissions des gaz à effet de serre, elle est une des cibles des politiques de lutte contre le dérèglement climatique [3]. Ainsi, dans le cas d'une relation producteur-consommateur à plusieurs intermédiaires, la multiplication des étapes de production mène à une augmentation des impacts environnementaux liés principalement aux déplacements et à la conservation [3].

L'utilisation d'une plate-forme numérique de rencontre entre l'offre et la demande pourrait dès lors enrichir les circuits-courts entre producteurs et consommateurs locaux. La prise de connaissance des impacts environnementaux découlant d'une certaine production pourrait y être intégrée dans le but d'évaluer les productions actuelles et d'orienter la demande de l'utilisateur vers une consommation plus durable.

1.2 Objectifs du projet

Nos objectifs sont donc d'implémenter une interface web répondant aux fonctions suivantes :

1. Permettre à un consommateur d'entrer une demande spécifique en produits maraîchers et de consulter l'offre locale effective.

2. Permettre à un producteur de mettre en avant sa production et sa localisation, et de s'intégrer à l'offre locale.
3. Calculer et présenter à l'utilisateur les impacts environnementaux correspondant à sa demande.

2 Outils existants

Après recherches, deux sites nous semblent représenter ce qui se fait de mieux en termes d'interface répondant à une demande en production. Le premier concerne l'approvisionnement alors que le second concerne les impacts environnementaux.

Plate-forme d'approvisionnement



Le site web "Mangez local!" (<https://www.mangez-local.be>), créé en 2015 [4], permet d'entrer un certain produit ainsi qu'une localisation et de visualiser un certain nombre de producteurs répondant à cette demande dans les environs. Les localisations des producteurs peuvent en outre être affichées sur une carte. Bien que ce site s'adresse aux particuliers désireux de trouver des produits locaux en petites quantités, son design élégant et le principe de recherche par produit nous semblait intéressant. Nous avons donc repris l'idée d'une interface interactive où l'utilisateur entre sa demande et peut visualiser les résultats sur une carte.

Calcul des impacts environnementaux



La plate-forme web Parcel (<https://parcel-app.org/>) permet d'estimer l'impact spatial, social et environnemental d'un changement de mode de production ou d'alimentation. A nouveau, l'utilisateur entre une localisation et un type de changement d'alimentation et de production, et peut visualiser les impacts. L'architecture du site et son fonctionnement est intéressant, particulièrement la manière dont il traite les impacts environnementaux.

3 Matériel et méthode

3.1 Données : récolte, utilisation, exactitude et limites

3.1.1 Besoins en données et récolte

Pour commencer cette section sur les données, nous allons premièrement exposer les différents besoins en données nécessaires pour notre projet.

Étant donné que l'objectif de notre projet consiste en l'implémentation d'un outil d'analyse de la production en produits maraîchers en Wallonie et de l'impact environnemental lié à celle-ci, nous avons besoin de deux types de données : des données concernant la production des produits maraîchers en Wallonie et des données concernant l'impact environnemental de la production de ces produits.

Durant ce projet, nous allons nous concentrer uniquement sur quatre légumes (car nous manquons de données pour appliquer notre modèle à d'autres légumes) : les petits pois, les haricots verts, les carottes et les oignons. Tout ce qui est expliqué dans la suite de ce rapport ne s'applique donc qu'à ces quatre légumes.

Pour ce faire, nous avons récolté des données provenant de différentes sources. Elles permettront d'estimer :

1. La production wallonne d'un légume par province, mode de production et type de transformation et pour une période spécifique (par mois) ;
2. Les impacts environnementaux associés à chacun des produits¹ pour une certaine production ;

Les tableaux 1 et 2 ci-dessous montrent respectivement les données utilisées pour la partie "production" et pour la partie "impacts environnementaux" ainsi que leurs provenances.

1. On appellera "produit" un légume associé à un certain mode de production et de transformation.

TABLE 1: Données utilisées pour la partie production, unités et sources

N°	Données utilisées	Unité	Source
1.	Superficie agricole en fonction du légume et de la province	[ha]	Statbel [5]
2.	Répartition de la production en fonction du mode de production et de transformation en Wallonie (%)	[-]	Sytra [6]
3.	Mois de récolte et de conservation des différents légumes en Wallonie	[-]	Bruxelles environnement [7]
4.	Rendements d'une production agricole en fonction de son mode de production et de transformation	[t/ha]	Sytra [6]

TABLE 2: Données utilisées pour la partie impacts environnementaux, unités et sources

N°	Données utilisées	Unité	Source
5.	Consommation d'eau	[m ³ /kg de produit]	Données AGRIBALYSE v3.0. [8]
6.	CO ₂ produit - production	[kg CO ₂ /kg de produit]	Données AGRIBALYSE v3.0. [8]
7.	Surface de terre utilisée	[ha/kg de produit]	Sytra [6]
8.	Énergie consommée	[MJ/kg de produit]	Données AGRIBALYSE v3.0. [8]
9.	Ressource en travail	[heures/ha]	Sytra [6]
10.	Désherbage mécanique	[passages/ha]	Sytra [6]
11.	PPT chimiques	[doses ref/ha]	Sytra [6]
12.	PPT biologiques	[doses ref/ha]	Sytra [6]
13.	Impact couche d'ozone	[10-6 kg CVC11/kg de produit]	Données AGRIBALYSE v3.0. [8]
14.	Acidification	[mol H ⁺ /kg de produit]	Données AGRIBALYSE v3.0. [8]
15.	Eutrophisation terrestre	[mol N/kg de produit]	Données AGRIBALYSE v3.0. [8]
16.	CO ₂ produit - conservation	[kg CO ₂ /kg de produit.jour]	Données FoodGES v1.1. [9]
17.	Score envir. global	[1/kg de produit]	Données AGRIBALYSE v3.0. [8]

3.1.2 Explication des données et utilisation

Dans ce sous-point, nous expliciterons comment chaque donnée va être utilisée et dans quel but. De plus, nous expliquerons en détail la signification exacte de chacune des données.

Partie production

Les données récoltées ici permettent de calculer la production d'un légume en Wallonie pour :

- Une province;
- Un mode de production;
- Un mode de transformation;
- Une période de l'année (mois);

Et cela de façon agrégée. En effet, avec une superficie et un rendement, il est très facile de calculer une production. On peut ensuite diviser cette production en fonction de la répartition des différents modes de production et de transformation. Il reste à répartir cette production de façon temporelle dans les différents mois de l'année. On obtient ainsi une production pour un légume en fonction de sa province, son mode de production, son mode de transformation pour une période de l'année. Les hypothèses temporelles seront expliqués plus tard dans le rapport.

N°1 : Superficie agricole

Les données concernant la superficie agricole proviennent de StatBel, organisme de statistiques nationales belges. Nous obtenons ainsi pour chaque province, la superficie en hectares pour une culture de légumes que nous étudions (petit pois, haricots verts, carottes et oignons). Le tableau 3 ci-dessous montre ces superficies pour chaque légume. On observe une disparité entre provinces, surtout dans la province du Luxembourg où la production en légume est plus faible.

TABLE 3: Répartition des surfaces agricoles légumières en fonction de la province

Superficie [ha]	BW	Hainaut	Liège	Luxembourg	Namur
Petits pois	1717,6	2270,8	3190,1	46,2	1639,8
Haricots	291,5	2191,1	549	0	283
Carottes	225	692,3	435,4	0,3	232,4
Oignons	290,7	553,6	243,5	0,8	146,4

N°2 : Répartition de la production en fonction des modes de production et transformation

Les données concernant la répartition des surfaces agricoles en fonction des modes de production et transformation proviennent de l'article de Sytra portant sur l'état des lieux à propos de la filière légumière en Région Wallonne [6]. Les données obtenues donnent une estimation sur base de la littérature et d'entretiens avec des acteurs du terrain de la répartition des surfaces agricoles en fonction du mode de transformation et de production.

Pour les modes de production, nous en retenons quatre :

- Agriculture conventionnelle;
- Agriculture conventionnelle raisonnée;
- Agriculture biologique;
- Agriculture zéro-traitement;

Pour les modes de transformation, nous en retenons deux :

- Pas de transformation : filière fraîche;
- Transformation : filière transformée;

Il est à noter que par la suite, quand nous mentionnerons un produit dans notre modèle, nous parlerons d'un légume associé à un mode de production et un mode de transformation. Par exemple : des carottes fraîches provenant de l'agriculture biologique. Pour avoir une définition exacte de ce que représentent les différents modes de production et de transformation, il faut se reporter à l'article de Sytra [6]. Il est également important de noter que certains modes de production ne sont pas compatibles avec certains modes de transformation car ils n'existent pas (ou alors sont très minoritaires). Nous montrons toutes les possibilités d'association possibles à la table 4.

TABLE 4: Combinaisons de modes et de transformations possibles (en vert) et impossible (en rouge)

	Conventionnel	Conventionnel Raisonné	Bio	Zéro-traitement
Frais				
Transformé				

Le tableau 5 ci-dessous montre la répartition estimée par Sytra [6]. On remarque une certaine disparité d'un légume à l'autre, avec par exemple une majorité de conventionnel raisonné frais pour les carottes tandis que les petits pois n'existent pas sous forme fraîche en Région Wallonne.

TABLE 5: Répartition des surfaces agricoles en fonction du mode de production et du mode de transformation

%	C-T	CR-T	Bio-T	CR-F	Bio-F	ZT-F
Petits pois	20	75	5	0	0	0
Haricots	19,9	74,7	5	0,133	0,133	0,133
Carottes	6,8	25,6	1,7	58,6	6,6	0,7
Oignons	3,7	13,8	0,9	72,6	8,2	0,8

En prenant l'hypothèse que cette répartition s'applique à chaque province, nous obtenons en mixant les données N°1 et N°2 les superficies agricoles par province pour chaque légume en fonction du mode de production et de transformation.

N°3 : Mois de récolte et de conservation

Les données sur les mois de récolte et de conservation des légumes étudiés proviennent d'un document de Bruxelles Environnement. Ces données nous apportent des informations sur la disponibilité locale d'un produit en Région Wallonne. Pour les produits transformés, nous considérons qu'ils sont disponibles tout au long de l'année en faisant l'hypothèse que la transformation permet un stockage de l'aliment pendant toute l'année. De ce fait, nous estimons la production d'un produit transformé pour un mois en divisant la production totale par 12. Pour les produits frais, nous considérons que le produit ne sera disponible que les mois où il est récolté et les mois où il est éventuellement conservé. De ce fait, nous estimons la production d'un produit frais en divisant la production totale par le nombre de mois de récolte et de conservation. Si nous sommes hors récolte/conservation, nous considérons que la production et donc l'offre est nulle. Le tableau 6 ci-dessous montre les mois de récolte et de conservation pour les produits frais.

TABLE 6: Mois de récolte et de conservation des produits frais

	Récolte	Conservation
Petits pois	Juillet - Août	-
Haricots	Juillet - Octobre	-
Carottes	Juin - Novembre	Décembre - Mars
Oignons	Juillet - Août	Septembre - Mars

N°4 : Rendements d'une production agricole

Les rendements en fonction du mode de production et de transformation pour chaque légume proviennent de l'article de Sytra portant sur l'état des lieux à propos de la filière légumière en Région Wallonne [6]. Ceux-ci sont estimés sur base de la littérature et d'entretiens avec les acteurs. Ces rendements permettront comme expliqué précédemment de calculer la production sur base des superficies pour chaque province d'un produit. Le tableau 7 ci-dessous montre ces rendements.

TABLE 7: Rendements en fonction du mode de production et de transformation

Rendements [t/ha]	C-T	CR-T	Bio-T	CR-F	Bio-F	ZT-F
Petits pois	7,5	7,5	6	7,5	6	6
Haricots	12	12	10	13	11	9
Carottes	70	70	55	55	50	40
Oignons	60	60	50	60	50	40

Partie impacts environnementaux

Sur base de la production calculée dans la partie précédente, nous pouvons maintenant essayer de quantifier les impacts environnementaux associés à celle-ci. Pour ce faire, nous avons besoin de trouver des données sur les impacts environnementaux par kilo de produit (ou éventuellement par hectare). Nous allons expliquer dans cette sous-partie chaque indicateur d'impact environnemental et donner sa valeur.

Comme nous utilisons des sources différentes, nous n'avons malheureusement pas pu obtenir des données pour chaque produit. Les impacts venant de Sytra [6] font la distinction entre les modes de production et de transformation tandis que les données provenant d'AGRIBALYSE ne font la distinction qu'entre les modes de transformation. Cela implique que les indicateurs d'impact environnemental provenant d'AGRIBALYSE sont les mêmes pour les produits d'un même mode de transformation, peu importe le mode de production. AGRIBALYSE est une grosse base de données d'aliments et des impacts environnementaux associés à la production de ceux-ci. Dans cette base de donnée, nous avons pris pour les produits frais le produit "cru". Pour les produits transformés, nous avons pris le produit "apertisé et égoutté". Cependant, il n'existe pas d'oignon apertisé et égoutté dans la base de données AGRIBALYSE et nous avons donc du faire le choix de prendre le produit "Oignon séché" à la place.

N°5 : Consommation d'eau

Les données proviennent d'AGRIBALYSE [8]. Cet indicateur renseigne la consommation d'eau pour une certaine production. Le tableau 8 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 8: Valeur de l'impact "consommation d'eau" en fonction du produit

Qte eau [m^3/kg produit]	Transformé	Frais
Petits pois	1,52	0,9
Haricots	9,16	7,44
Carottes	3,25	2,28
Oignons	34,03	3,2

N°6 : CO₂ produit - production

Les données proviennent d'AGRIBALYSE [8]. Cet indicateur renseigne la quantité de CO₂ produit associé à la production du légume. Le tableau 9 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 9: Valeur de l'impact "CO₂ produit - production" en fonction du produit

Qte CO₂ [kg CO₂/kg produit]	Transformé	Frais
Petits pois	1,28	0,39
Haricots	1,25	0,48
Carottes	1,17	0,39
Oignons	2,86	0,42

N°7 : Surface de terre utilisée

Les données proviennent de Sytra [6]. Cet indicateur renseigne la surface de terre utilisée pour produire une certaine quantité de légume. C'est simplement l'inverse du rendement. Le tableau 10 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 10: Valeur de l'impact "surface de terre utilisée" en fonction du produit

Surface utilisée [ha/t]	C-T	CR-T	Bio-T	CR-F	Bio-F	ZT-F
Petits pois	0,13	0,13	0,17	0,13	0,17	0,17
Haricots	0,08	0,08	0,1	0,08	0,09	0,11
Carottes	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Oignons	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03

N°8 : Énergie consommée

Les données proviennent d'AGRIBALYSE [8]. Cet indicateur renseigne l'utilisation énergétique par différent combustibles non renouvelables pour la production du légume. Le tableau 11 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 11: Valeur de l'impact "énergie consommée" en fonction du produit

Qte energie [MJ/kg produit]	Transformé	Frais
Petits pois	46,05	6,65
Haricots	50,42	11,82
Carottes	51,46	7,77
Oignons	346,79	8,23

N°9 : Ressource en travail

Les données proviennent de Sytra [6]. Cet indicateur renseigne le nombre d'heures moyennes en travail nécessaires à la production du légume. Ces heures de travail augmentent quand la récolte devient totalement manuelle avec certains modes de production. Le tableau 12 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit².

TABLE 12: Valeur de l'impact "ressource en travail" en fonction du produit

Ressources en travail [h/ha]	C-T	CR-T	Bio-T	CR-F	Bio-F	ZT-F
Petits pois	8	8	60	s.d.	s.d.	s.d.
Haricots	8	8	60	350	450	500
Carottes	12	12	150	50	150	150
Oignons	s.d.	s.d.	s.d.	75	250	250

N°10 : Désherbage mécanique

Les données proviennent de Sytra [6]. Cet indicateur renseigne sur le désherbage nécessaire à la production du légume. Bien entendu, la culture d'un légume nécessite un entretien de la surface et donc notamment un désherbage de celle-ci. Le désherbage sera ici mécanique et on en retrouvera plus dans les modes de production non-conventionnels. Le tableau 14 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 13: Valeur de l'impact "désherbage" en fonction du produit

Désherbage [passages/ha]	C-T	CR-T	Bio-T	CR-F	Bio-F	ZT-F
Petits pois	0	1	3	s.d.	s.d.	s.d.
Haricots	0	1	3	0	3	3
Carottes	0	0	2	1	2	2
Oignons	s.d.	s.d.	s.d.	0	3	3

N°11 : Produits phytopharmaceutiques chimiques

Les données proviennent de Sytra [6]. Cet indicateur renseigne sur l'utilisation des produits phytopharmaceutiques chimiques nécessaire à la production du légume. Un produit phytopharmaceutique (PPT) est un produit qui vise à protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action. Celui-ci peut être chimique ou biologique. On étudie ici les PPT chimiques. Bien entendu, l'agriculture conventionnelle utilise plus d'intrants chimiques tandis que les modes de production non-conventionnels ont tendance à utiliser des intrants biologiques. L'utilisation de PPT est caractérisée en

2. s.d. signifie "sans données".

termes de nombre de traitements, à dose de référence par ha. Le tableau 14 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 14: Valeur de l'impact "PPT chimiques" en fonction du produit

PPT chimiques [doses ref/ha]	C-T	CR-T	Bio-T	CR-F	Bio-F	ZT-F
Petits pois	7	4,5	0	s.d.	s.d.	s.d.
Haricots	6	4	0	5	0	0
Carottes	10,5	8	0	0	0	0
Oignons	s.d.	s.d.	s.d.	13	3	3

N°12 : Produits phytopharmaceutiques biologiques

Les données proviennent de Sytra [6]. Cet indicateur renseigne sur l'utilisation des produits phytopharmaceutiques biologiques nécessaire à la production du légume. Comme les PPT chimiques, l'utilisation de PPT est caractérisée en termes de nombre de traitements, à dose de référence par ha. Le tableau 15 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 15: Valeur de l'impact "PPT biologiques" en fonction du produit

PPT biologiques [doses ref/ha]	C-T	CR-T	Bio-T	CR-F	Bio-F	ZT-F
Petits pois	0	0	1	s.d.	s.d.	s.d.
Haricots	0	0	1	0	3	0
Carottes	0	0	6,5	0	7	0
Oignons	s.d.	s.d.	s.d.	0	9	3

N°13 : Impact sur la couche d'ozone

Les données proviennent d'AGRIBALYSE [8]. Cet indicateur renseigne les impacts potentiels de toutes les substances participant à l'appauvrissement de la couche d'ozone. Ces substances sont converties en leur équivalent en kilogrammes de trichlorofluorométhane (également appelé fréon-11 et R-11), l'unité de mesure étant donc le kilogramme de CFC-11 (kg CFC-11). Le tableau 16 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 16: Valeur de l'impact "impact couche d'ozone" en fonction du produit

CFC11 [10-6 kg CFC11/kg produit]	Transformé	Frais
Petits pois	0,28	0,09
Haricots	0,28	0,1
Carottes	0,27	0,07
Oignons	1,52	0,07

N°14 : Acidification

Les données proviennent d'AGRIBALYSE [8]. L'acidification résulte d'émissions chimiques dans l'atmosphère qui se déposent dans les écosystèmes. Cet indicateur indique la production de moles d'ions hydrogènes dans les écosystèmes dû à la production du légume. Le tableau 17 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 17: Valeur de l'impact "acidification" en fonction du produit

Acidification [mol H ⁺ /kg produit]	Transformé	Frais
Petits pois	0,01	0
Haricots	0,01	0,01
Carottes	0,01	0
Oignons	0,02	0

N°15 : Eutrophisation terrestre

Les données proviennent d'AGRIBALYSE [8]. L'eutrophisation terrestre correspond à un enrichissement excessif du milieu en azote conduisant à un déséquilibre et un appauvrissement de l'écosystème. Ceci concerne principalement les sols agricoles. Cet indicateur indique l'utilisation d'azote qui participe à l'eutrophisation du milieu dû à la production du légume. Le tableau 18 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 18: Valeur de l'impact "eutrophisation terrestre" en fonction du produit

Eutrophisation [mol N/kg produit]	Transformé	Frais
Petits pois	0,02	0,01
Haricots	0,04	0,03
Carottes	0,02	0,01
Oignons	0,06	0,01

N°16 : CO₂ produit - conservation

Les données proviennent de FOODGES [9]. Cet indicateur indique la production de CO₂ dû à la conservation du légume, au frais. Cette valeur est la même peu importe le légume et vaut 0,00122 [kg CO₂ produit/kg de légume produit.jour].

N°17 : Score environnemental global

Les données proviennent d'AGRIBALYSE [8]. Cet indicateur est un peu spécial : il n'a pas d'unité et il indique que plus le score est bas, plus l'impact de la production du produit sur l'environnement est faible. La

valeur absolue n'est pas pertinente en tant que telle, l'intérêt est la comparaison entre produit. Ce score est calculé selon une moyenne pondérée des différents indicateurs d'AGRIBALYSE. Ce qui est important à noter, c'est que pour notre projet nous n'avons pas choisi d'utiliser tous les indicateurs fournis par AGRIBALYSE, or ce score prend en compte ces indicateurs. Il ne prend également pas en compte les autres indicateurs fournis par Sytra [6]. Il faut donc être prudent quand on l'utilise et ne pas tirer de conclusions absolues. La méthode de calcul détaillée est consultable dans la documentation d'AGRIBALYSE [10]. Le tableau 19 ci-dessous montre les valeurs de cet indicateur en fonction du produit.

TABLE 19: Valeur de l'impact "score environnemental global" en fonction du produit

Score envir. global[1/kg produit]	Transformé	Frais
Petits pois	0,24	0,09
Haricots	0,28	0,14
Carottes	0,22	0,07
Oignons	1,22	0,07

3.1.3 Incertitude des données

Dans cette sous-section, nous allons aborder l'incertitude des données. En effet, toutes les données ne se valent pas, certaines sont plus robustes que d'autres, et nous allons essayer de qualifier l'incertitude relative à chaque donnée.

Comme nous utilisons des données provenant de sources différentes, nous avons pour chaque source une typologie de coefficient de certitude différente que nous allons rassembler sous une même typologie pour ce projet. Nous allons commencer par exposer les typologies de chaque source, donner les valeurs de ces incertitudes pour chaque donnée puis nous allons expliquer comment nous les avons rassemblées sous une même typologie.

Données Sytra [6]

La figure 1 ci-dessous montre la typologie utilisée par Sytra [6] pour qualifier l'incertitude sur les données. On note 3 types de provenance pour une donnée :

- Les données proviennent d'estimation par des experts avec un sous-niveau de certitude;
- Les données proviennent de la littérature, avec confirmation/ajustement par les experts;
- Les données proviennent de statistiques nationales;

Le tableau 20 ci-dessous montre les différents niveaux de certitude pour les données provenant du rapport "Filière légumière" de Sytra [6].

Indication	Explication
E	La donnée provient d'estimation par les experts rencontrés.
E1	Indique une certaine incertitude de la part des experts.
E2	Indique un bon niveau de certitude de la part des experts.
E3	Indique un niveau de certitude élevé de la part des experts.
L	La donnée provient de la littérature, avec confirmation et ajustement éventuel par les acteurs rencontrés.
S	La donnée provient de statistiques nationales.

FIGURE 1: Typologie des coefficients d'incertitude du rapport Sytra [6]

TABLE 20: Coefficients de certitudes pour les données provenant du rapport Sytra [6]

Données (cf. table 1 et 2)	N°2	N°4	N°7	N°9	N°10	N°11	N°12
Coefficient de certitude	E1-E3	L	L	E2	E2	E2-E3	E2-E3

Données AGRIBALYSE

AGRIBALYSE [8] propose également une échelle d'incertitude pour ses données. Ce classement est basé sur la robustesse et le niveau de consensus scientifique des indicateurs. L'échelle va de 1 à 3 et le niveau de certitude est expliqué dans la figure 2. Les indicateurs ont tous une valeur de robustesse allant de 0 à 1 qui est donnée dans la documentation d'AGRIBALYSE [10] utilisée pour classer ces indicateurs du niveau 1 au niveau 3. La robustesse de ces indicateurs est également utilisée pour quantifier l'indicateur score environnemental global, expliqué dans la fin de la section 3.1.2, propre à AGRIBALYSE. La robustesse étant utilisée comme poids pour le calcul de ce score global.

- * **Niveau 1** > indicateur satisfaisant
 - Niveau 2** > indicateur nécessitant des améliorations
 - Niveau 3** > indicateur nécessitant des améliorations importantes, à utiliser avec de fortes précautions.
- Ce classement est basé sur la robustesse et le niveau de consensus scientifique des indicateurs.

FIGURE 2: Typologie des coefficients d'incertitude des données AGRIBALYSE

Le tableau 21 ci-dessous montre le niveau de certitude pour chacun des indicateurs provenant d'AGRIBALYSE.

TABLE 21: Coefficients de certitudes pour les données provenant d'AGRIBALYSE

Données (cf. table 2)	N°5	N°6	N°8	N°13	N°14	N°15	N°17 - Score env. global
Coefficient de certitude	3	1	3	1	2	2	DQR

Coefficient de certitude du score environnemental global

Le score environnemental global propre à AGRIBALYSE utilise quant-à-lui un niveau de certitude différent des autres données. Une note de qualité - le Data Quality Ratio (DQR) - de 1, très bon, à 5, très mauvais - est associée à chaque score environnemental global d'un produit. La Commission Européenne recommande de la prudence dans l'utilisation des données avec des DQR supérieurs à 3. Dans la base de données AGRIBALYSE, 67% des données ont un DQR jugé bon ou très bon (1 à 3). On utilisera donc cet indicateur tel quel pour qualifier la certitude sur le score environnemental global. Pour avoir plus d'informations sur le calcul du DQR et de la méthode pour calculer un score environnemental global (la documentation d'AGRIBALYSE explique déjà leur méthode pour leurs indicateurs, comme cité précédemment, mais il existe bien évidemment une méthode universelle proposée par la Commission Européenne), il faut se rapporter au rapport de la Commission Européenne relatif au calcul de ce score [11].

Le tableau 22 ci-dessous montre les différents DQR pour chacun des produits.

TABLE 22: DQR pour les scores environnementaux globaux des produits

DQR [-]	Transformé	Frais
Petits pois	2,93	2,43
Haricots	2,84	2,52
Carottes	2,89	2,15
Oignons	2,43	2,21

Typologie du niveau de certitude finale

Pour homogénéiser ces différents niveaux de certitude, nous avons décidé d'agréger sous une typologie finale les différentes données utilisées. Pour ce faire, nous avons gardé la typologie d'AGRIBALYSE dans laquelle nous avons traduit les niveaux de certitude provenant du rapport "Filière légumière" de Sytra [6]. Pour ce faire, nous avons considéré que les données provenant de la littérature pouvaient être considéré au niveau 1. Pour les données provenant des experts, nous avons gardé le sous niveau de certitude s'il n'en existe que un. Si nous avons une gamme de valeurs de certitude comme par exemple pour l'indicateur 2 qui comprend des niveaux de certitudes allant de E1 à E3 (ce qui signifie que la certitude sur l'estimation du pourcentage de superficie dans le mode CR-T est différent de celui pour le mode ZT-F), nous prenons la moyenne de cette gamme de valeurs.

Le tableau 23 ci-dessous montre les niveaux de certitude retenus.

TABLE 23: Niveau de certitude pour les données utilisées

Niveau de certitude [-]			
N°1	s.d.	N°10	2
N°2	2	N°11	2
N°3	s.d.	N°12	2
N°4	1	N°13	1
N°5	3	N°14	2
N°6	1	N°15	2
N°7	1	N°16	s.d.
N°8	3	N°17	DQR
N°9	2		

3.1.4 Limites

Pour finir cette section sur les données, il est intéressant de parler des limites de nos données et des hypothèses mises en place.

Premièrement, les estimations utilisées pour la répartition des surfaces agricoles en fonction du mode de production et du mode de consommation pour chaque légume ont été appliquées de manière homogène à chaque province wallonne. Il semble pourtant assez évident que le pourcentage d'agriculture biologique, par exemple, d'une province à une autre doit forcément différer de par la spécialisation régionale. Des données complémentaires auraient été intéressantes pour permettre une meilleure estimation de cette répartition en fonction de chaque province.

Deuxièmement, comme nous avons pu le voir dans les sections précédentes, beaucoup de données se basent sur des estimations et donc il faut être extrêmement prudent dans les conclusions que l'on peut tirer. Les niveaux de certitude des données permettent une première approximation de la qualité des données.

Troisièmement, pour les données d'AGRIBALYSE, une hypothèse simplificatrice a été faite : les légumes sont soit frais, soit transformés et il n'y a pas de distinction faite entre les différents modes de production. Dès lors, on ne montre pas sur ces indicateurs les différences qu'il pourrait avoir entre une agriculture conventionnelle et biologique par exemple. Encore une fois d'autres données complémentaires auraient permis d'approfondir l'exactitude de nos résultats.

De plus, la documentation d'AGRIBALYSE insiste sur la nécessité d'être vigilant dans la comparaison de produits alimentaires proches sur l'interprétation des résultats. En effet, selon AGRIBALYSE [8], "la variabilité forte de l'impact agricole en fonction des modes de production peut induire des résultats très différents par

rapport à une situation moyenne". Ces données servent donc plutôt à comparer des produits moyens et non pas aussi détaillés que nos différentes typologies de produits.

Toujours dans les données d'AGRIBALYSE, pour les données des oignons transformés, nous avons dû prendre les données pour le produit "oignon séché" qui est différent des autres produits transformés qui eux étaient le "légume appertisé et égoutté". Effectivement les données pour l'oignon appertisé et égoutté n'étaient pas disponibles, ce qui donne des valeurs d'indicateurs d'impact fortement différents des autres produits transformés.

Quatrièmement, l'hypothèse temporelle que nous avons faite pour la division de la récolte en fonction du mois de l'année n'est pas des plus exacte et mériterait d'être étudiée plus en profondeur.

3.2 Base de données et outils de développement

Notre base de données est constituée de 9 tables et sa structure est schématisée à la figure 4. Les trois premières tables contiennent les informations sur les légumes, les modes de productions et les transformations. Une quatrième table lie les trois précédentes de manière à définir un produit. La cinquième et la sixième table contiennent respectivement les informations sur les provinces wallonnes et sur la répartition des surfaces de production des légumes par provinces. Une table supplémentaire stocke le pourcentage de ces surfaces de production attribué à chaque produit. Enfin, deux autres tables contiennent les informations de définition des impacts et les valeurs des impacts par produit.

Nous avons utilisé le langage R et l'interface RStudio pour les calculs et l'exploitation des données, et RShiny pour la construction du site web. RStudio est un programme parfaitement adapté au traitement statistique et aux manipulations de données. De plus, la librairie Shiny permet aisément de créer une interface web à partir de codes en R. Une partie du code a été implémentée sur Jupyter Notebook pour des raisons d'optimisation. Nous avons enfin utilisé GitHub pour éditer et partager nos codes, qui se trouvent dans le répertoire suivant :

<https://github.com/ApprovisionnementLegumes/Modele>.



FIGURE 3: Outils utilisés : R, Shiny, R Studio, Jupyter Notebook et GitHub

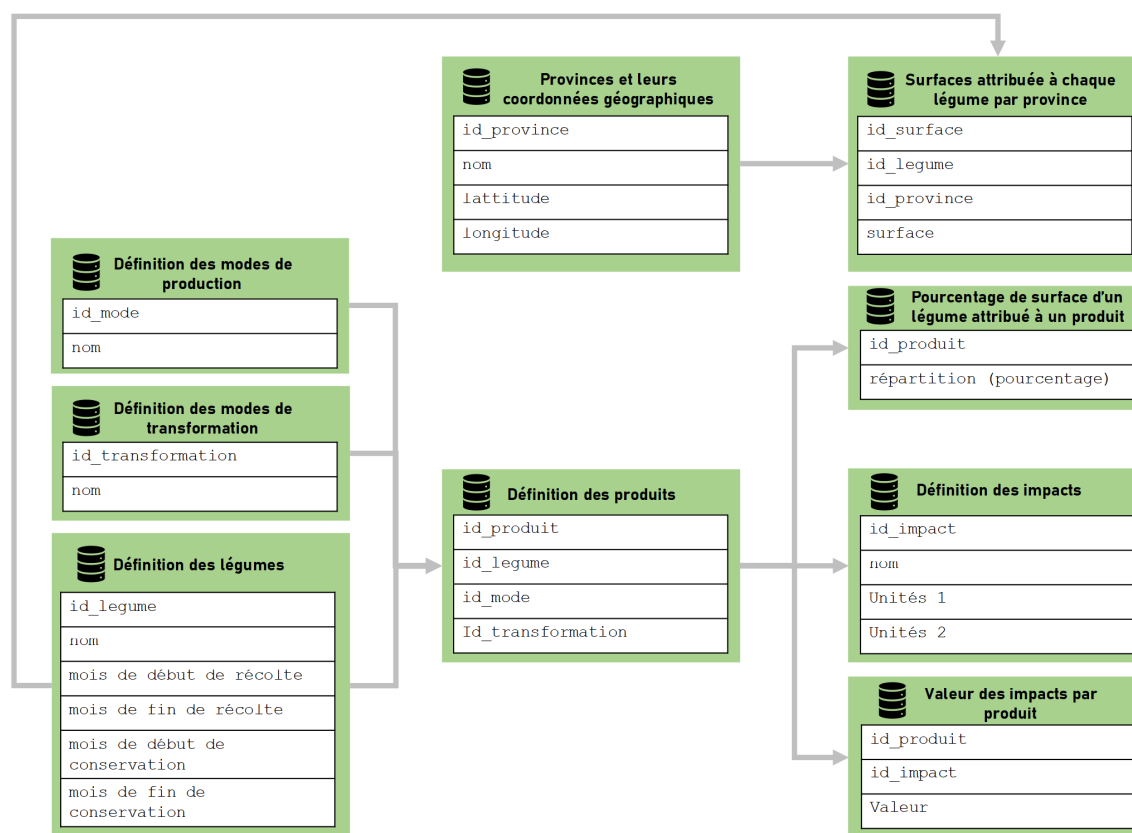


FIGURE 4: Schéma structurel de la base de données.

3.3 Implémentation de l'outil

La design du modèle s'est fait de manière à permettre les fonctions suivantes :

1. Permettre à l'utilisateur d'entrer des variables. Non seulement le type de produit, comme le fait Mangez-Local, mais également une quantité désirée, un mode de production et un type de transformation.
2. Retourner une offre adaptée à la localisation, comme le fait Mangez-Local.
3. Retourner les impacts environnementaux découlant de la production de la demande spécifique, en s'inspirant de Parcel.
4. Pouvoir parcourir l'entièreté des données de manière à se faire une idée plus globale de la production légumière wallonne.
5. Être facile d'utilisation, de compréhension et agréable à parcourir.

3.3.1 Calculs et traitement des données

Le programme codé permet d'obtenir une offre, répartie en provinces, répondant à une certaine demande, ainsi qu'une liste d'impacts environnementaux découlant de cette demande. Son fonctionnement est résumé conceptuellement à la figure 5. En premier lieu, le code prend en entrée six variables définies par l'utilisateur : un code postal, une demande (en tonnes), le légume voulu (poids, carotte, oignon ou haricot), le mois de l'année dans lequel la demande est effectuée, le mode de production (conventionnel, conventionnel raisonné, bio et sans traitement) et le type de transformation du produit (frais ou transformé). La première action est d'utiliser le code postal pour déterminer la province la plus proche. Ce calcul est basé sur les coordonnées du centre des provinces. Ensuite, une variable "produit" est stockée, contenant trois informations ; le légume, le mode de production et le type de transformation. L'offre disponible et les impacts peuvent alors être calculés.

Pour l'offre, le programme classe en premier lieu les provinces par ordre de proximité au code postal. La première province est alors sélectionnée par défaut. La surface spécifique dédiée à la culture du produit concernée ($S_{spécifique}$) est obtenue via le produit du pourcentage de surface dédiée au produit (x) par la surface totale de la province allouée au légume concerné ($S_{provinciale}$).

$$S_{spécifique} = x \times S_{provinciale}$$

La production spécifique de la province calculée ($P_{spécifique}$), cette dernière étant le rendement du produit concerné (r) multiplié par la surface spécifique ($S_{spécifique}$).

$$P_{spécifique} = r \times S_{spécifique}$$

Si cette production spécifique est supérieure à la demande, le code retourne la province et sa production désirée. Si la production spécifique de la province n'est pas assez élevée que pour répondre à la demande, la deuxième province la plus proche est examinée et sa production spécifique calculée selon le même raisonnement. La boucle est répétée jusqu'à ce que l'offre corresponde à la demande. Dans ce cas, le programme retourne un tableau avec la répartition de l'offre dans les provinces concernées. L'offre totale annuelle ($O_{annuelle}$) est la somme des productions spécifiques ($P_{spécifique}$) par provinces.

$$O_{annuelle} = \sum_{provinces} P_{spécifique}$$

Dans le cas où le produit désiré est transformé, le mois de l'année entré en input n'a pas d'impact sur le calcul. Nous posons en effet l'hypothèse que la disponibilité en produits transformés est constante tout au long de l'année. La production annuelle de chaque produit ($O_{annuelle}$) est donc divisée par douze. Par contre, dans le cas où le produit désiré est frais, le mois de l'année entré est pris en compte. Nous avons déterminé pour une période de disponibilité pour chaque produit composée du temps de récolte (t_r) et du temps de conservation (t_c). Si le mois entré ne se trouve pas dans la période de disponibilité, la fonction ne retourne rien. La production retournée dans le cas où le mois entré est bien dans la période de disponibilité, alors la

production annuelle est divisée par le nombre de mois composant la période de disponibilité.

$$O_{mensuelle} = \begin{cases} \frac{O_{annuelle}}{12} & \text{si transformé} \\ \frac{O_{annuelle}}{t_r + t_c} & \text{si frais en saison} \\ 0 & \text{si frais et hors saison} \end{cases}$$

Au niveau des impacts, pour un produit spécifique, chaque impact est calculé soit sur base de la surface de terre attribuée à la production de ce produit (*surface*), soit sur base de la demande en kilogrammes (*demande*). La valeur de base d'un impact (*valeur*) étant en unité d'impact par kilogramme ou par hectare, il suffit de multiplier cette valeur de base par la demande en kilogrammes ou la surface en hectares attribuée à cette même demande. Le score global et le DQR sont ensuite calculés et le tout est retourné sous forme de tableau.

$$Impact = \begin{cases} valeur \times demande \times 1000 & \text{si l'impact est en unité/kg} \\ valeur \times surface & \text{si l'impact est en unité/ha} \end{cases}$$

Pour chaque impact, une valeur relative (*valeur_r*) est calculée comme étant la valeur de base de l'impact (*valeur*) divisée par la moyenne des valeurs de cet impact pour chaque produit (*valeur_m*). Une fonction permettant de calculer la moyenne des valeurs des impacts par produit a donc été implémentée mais il est inutile de la décrire en détail.

$$valeur_r = \frac{valeur}{valeur_m}$$

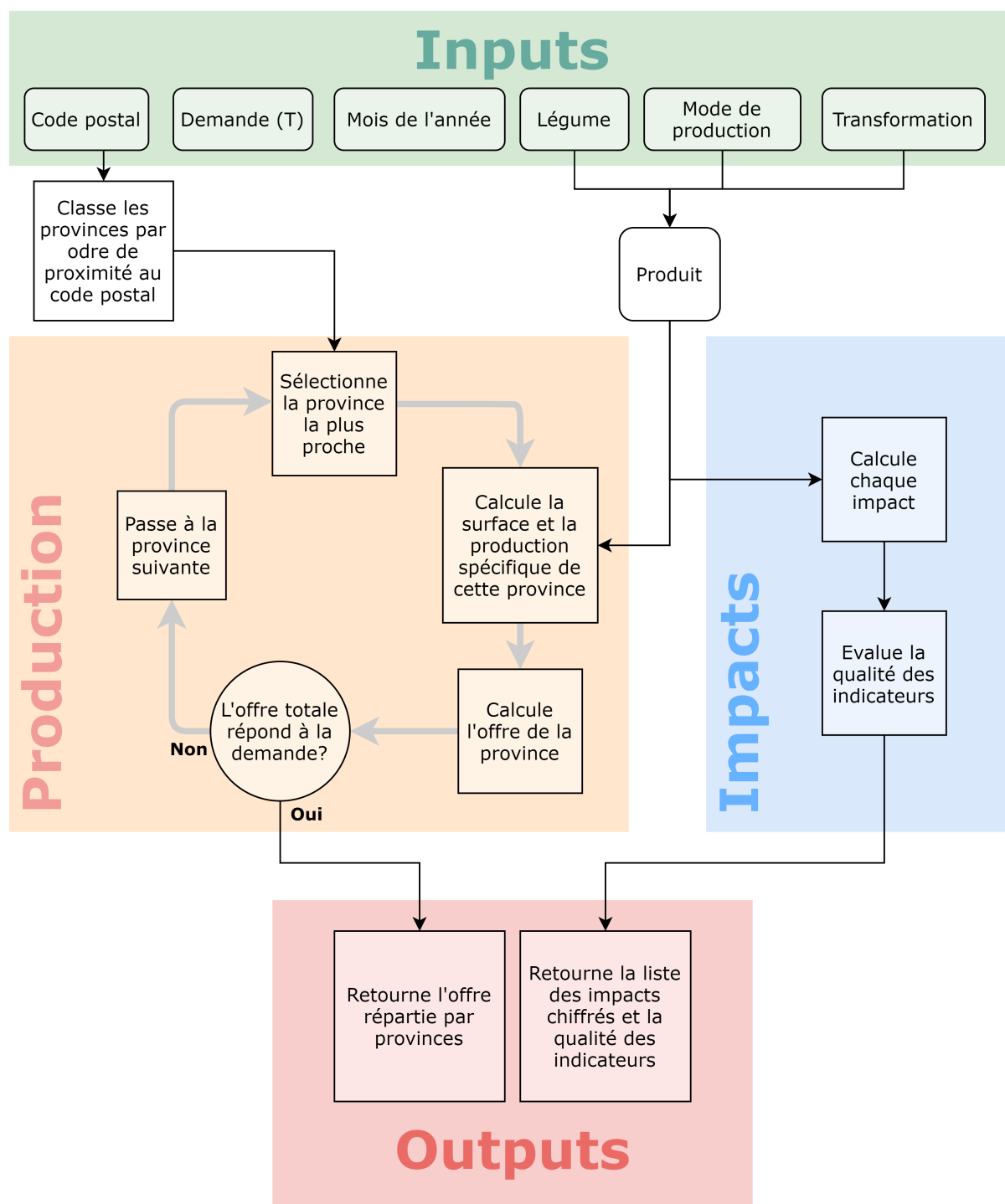


FIGURE 5: Diagramme conceptuel représentant le cheminement effectué par le programme.

3.3.2 Création de l'interface web

Créer une interface Web est un exercice ergonomique délicat. L'ergonomie est définie comme l'ensemble des connaissances relatives à l'homme et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés avec un maximum de confort, de sécurité et d'efficacité. On qualifie d'ergonomique un site web utile, accessible et qui donne satisfaction à l'utilisateur [12]. Il est aussi reconnu que la lecture en ligne est beaucoup plus compliquée que sur un support papier. Les internautes ne prennent pas le temps de lire sur les sites internet. De ce fait, on considère que l'utilisateur survole brièvement les contenus. Une des principales difficultés de la tâche est donc de réaliser une interface intuitive, ne nécessitant qu'un accompagnement limitée pour que être utilisée de manière complète, plaisante et optimale [12].

Afin de permettre à notre interface de capturer l'attention de l'utilisateur aux endroits d'intérêt, Nous avons choisi d'utiliser des figures dynamiques. En effet, comme démontré par Franconeri et ses collaborateurs [13] ainsi que Abrams et ses collaborateurs [14], les objets dynamiques attirent plus l'attention, et de façon plus durable que les objets statiques. Pour cela, nous avons utilisé la librairie HighCharter [15]. Nous avons aussi créé des objets interactifs : une carte et un drillplot. Il aurait été bien plus simple de renvoyer des tables de données sans fioritures mais l'interactivité contribue grandement à l'ergonomie de l'application. En effet, garder l'utilisateur actif et lui permettre d'interagir, contribue grandement à sa satisfaction et à son attention [16].

La carte interactive a été réalisée grâce à la librairie Leaflet [17]. Les données géographiques polygonales, proviennent de la base de données de StatBel [18]. Enfin, nous avons utilisé la librairie Formattable [19] permettant d'embellir des tableaux de données afin de les rendre plus attrayant et d'attirer l'oeil de l'utilisateur sur les valeurs importantes. Les échelles de couleurs permettent par exemple à un utilisateur non-expert d'avoir une première approximation qualitative de l'importance des impacts environnementaux de sa demande. En général, le vert est perçu comme une valeur positive [20] et nous avons donc choisi d'y associer les faibles impacts environnementaux.

4 Résultats

Le résultat principal de ce travail est le modèle implémenté "Anaprom" (titre trouvé par l'acronyme - ANalyse de l'Aprovisionnement en PROduits Maraîchers en Wallonie), dont l'interface utilisateur est disponible à l'adresse suivante :

<https://anaprom.shinyapps.io/Modele2/>

Le premier onglet du premier panneau du site permet facilement d'entrer une demande précise (i.e. le légume voulu, sa quantité, son mode de production et de transformation ainsi que des informations spatiales et temporelles de la demande. les deux dernières informations respectivement utiles si le désir est d'acheter soit local, soit de saison) pour un produit spécifique, et de visualiser les résultats de la répartition en province via un tableau et un diagramme circulaire. L'outil ne permet pour l'instant qu'une demande en tonnes. Vu les données récoltées, il n'y aurait pas beaucoup de sens à permettre une demande en kg étant donné que l'outil n'afficherait que deux type résultats, soit la présence du légume dans la province, soit son absence. Les légumes sont soit récoltés dans la province (et l'offre s'élève donc à plusieurs tonnes) soit ils ne le sont pas (et l'offre est inexistante). Cela impacte fortement l'utilité pratique de notre outil qui n'est donc pas à l'échelle d'établissements commandant en dessous d'une tonne par mois. Trouver de nouvelles données qui donneraient des informations similaires à celle obtenue sur un découpage sur territoire plus fin (par communes et pas par provinces par exemple) et retravailler avec celles-ci sur la base de données permettrait d'avoir un outil plus précis qui pourrait être vraiment utile à des établissements tels que restaurants et cantines.

Le deuxième onglet de ce même panneau informe l'utilisateur de différents impacts environnements, sociaux et économiques de sa demande. l'utilisateur peut ainsi comparer deux demandes proches (e.g. deux demande identiques en tout points sauf le mode de production) et prendre une décision en fonction. C'est cependant fastidieux car l'outil ne permet pas de mettre en vis-à-vis deux commandes faites l'une à la suite de l'autre. c'est une piste d'amélioration à creuser, tout en gardant en tête de ne pas afficher trop d'informations pour l'utilisateur. Les différents impacts sont accompagnés d'une incertitude sur la mesure ainsi que d'un score relatif par rapport aux impacts de tous les légumes présents dans la base de données. Un score global est affiché pour permettre de comparer deux commandes sur une seule métrique. Il est à noter que les résultats affichés sont très brutes et, malgré les différents scores et code couleur, il n'est pas forcément évident de comprendre les résultats. Un travail de vulgarisation pourrait être fait pour présenter des résultats qui parle plus à une personne qui n'est pas familière avec le sujet.

Le deuxième panneau du site affiche une carte des provinces wallonnes. En cliquant sur une province, un graphe s'affiche représentant la quantité de légumes produit dans cette province. En cliquant sur une légume dans le graphique en bâtonnets, la quantité produite par mode de production de ce légume apparaît. Cette fonctionnalité permet une analyse exploratoire rapide des données par l'utilisateur et permet, comme le nom de l'onglet l'indique, d'avoir accès à un état des lieux de la Wallonie.

L'outil dans sa forme finale est utile pour tirer de l'information sur la disponibilité en légumes à un moment de l'année et dans une province donnée. L'outil ne permet pas une rencontre entre l'offre et la demande comme il était envisagé dans le début du projet. Les demandes effectuées par l'utilisateur ne sont pas stockées et l'offre n'est pas modifiée par une demande de l'utilisateur. L'outil permet une visualisation qui permet de tirer des conclusions simples et rapides (e.g. Impossible de fournir localement les restaurants de la province du Hainaut en carottes fraîches).

5 Discussion et pistes d'évolutions

La principale limite au développement du projet concerne les données. Ici, les données obtenues pour la production de légume ne sont utiles qu'à une échelle provinciale. En effet, il est impossible (ou du moins difficile) de trouver des données plus locales sur la production. Nous avons donc basé notre modèle sur une hypothèse d'homogénéité de production au sein d'une province, ce qui n'est bien entendu pas réaliste. Pour les impacts, les données restent assez générales, et ne doivent servir qu'à un but indicatif et comparatif. Il faudrait idéalement étudier chaque impact de manière plus ciblée pour obtenir des chiffres précis et réalistes. La section 3.1.4 détaille plus en profondeur les limites des données.

Pour une amélioration future de l'implémentation de l'outil, l'utilisation de meilleures données plus ciblées est la première piste. Le manque de données disponibles est interloquant. En effet, il est nécessaire d'avoir des données correctes, exactes et au spectre large pour pouvoir correctement caractériser l'impact environnemental de la production agricole en fonction des différents modes de production et de transformation ainsi que de correctement spacialiser la production de province à province. Reprendre notre interface et la compléter avec des données plus variées (ajouter de nouveaux légumes, ajouter des données de localisation plus précises,...) pourrait être également intéressant et faire l'objet d'un travail complémentaire. Un exemple serait d'ajouter dans le code des fonctions permettant de modifier la base de données.

Une deuxième piste d'amélioration serait de pouvoir modifier l'interface de manière à permettre à un producteur de s'inscrire en renseignant sa localisation et les informations concernant sa production. L'idée serait donc que l'utilisateur puisse choisir parmi une liste de producteur (de la même manière que Mangez-Local le fait) dont les informations de production correspondent aux variables qu'il aurait entrées. Enfin, le projet pourrait également être étoffé par l'ajout d'un module de prospection. L'idée ici serait d'étudier les prédictions en production émises par Sytra [21] [6]. L'ajout d'un panneau supplémentaire "Prospection" sous le panneau "Etat des lieux" renseignerait ainsi l'utilisateur sur l'évolution que prendrait la production maraîchère wallonne, des scénarios envisagés, et pourrait éventuellement conseiller sur son choix de demande.

6 Conclusion

Pour conclure, nous pouvons affirmer que la plateforme répond bien à certains objectifs initiaux. De par sa capacité à permettre à l'utilisateur d'analyser l'approvisionnement en produits maraîchers en Wallonie ainsi que de visualiser les impacts environnementaux associés à celle-ci, la plateforme offre un outil innovant répondant à ces objectifs. Cependant, la plateforme ne se limite qu'à quatre légumes actuellement et n'offre donc pas une vue globale de la situation en produits maraîchers en Wallonie. Des améliorations à ce niveau sont cependant possibles par le caractère modulable et extensible de notre projet.

En outre, bien que notre interface soit fonctionnelle, elle ne répond qu'à deux des trois des objectifs initiaux. En effet, nous avons dû nous limiter à l'échelle de la province de par l'absence de données plus précises, et nous n'avons donc pas mis en place l'ajout de producteurs dans la plateforme. De plus, nous avons été limités dans notre avancement par le fait que nous avancions simultanément dans la collecte de données et dans l'écriture du code. Se focaliser sur l'un ou sur l'autre aurait peut-être aidé à aller plus loin dans le projet. Ceci nous permet donc de conclure que pour un projet comme celui-ci, la recherche et la disponibilité de données est cruciale, et nécessite peut-être l'entièreté d'un projet afin d'être réalisée complètement.

7 Bibliographie

- [1] Wallonie Service Public (SPW). *Prosperité socio-économique*. 2020.
- [2] National Bank of BELGIUM. *Regional distribution of imports and exports - NUTS 3*. 2019.
- [3] Carine BARBIER et al. *L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France de la production à la consommation*. Paris : Ingénierie Prospective Energie et Environnement, 2019.
- [4] Françoise WALRAVENS. "Quelles plateformes choisir pour manger local?" In : *RTBF* (2020).
- [5] STATBEL. *Chiffres agricoles de 2019*. 2019.
- [6] Anton RIERA, Clémentine ANTIER et Philippe BARET. *État des lieux et scénarios à horizon 2050 de la filière légumière en Région wallonne*. Earth & Life Institute, UCLouvain, Région Wallonne, 2020.
- [7] IBGE - Bruxelles ENVIRONNEMENT. *Fruits et légumes de saison*. URL : https://environnement.brussels/sites/default/files/calendrier_saison_fr_def_part_fr.pdf.
- [8] ADEME. *Données AGRIBALYSE v3.0*. 2020. URL : <https://doc.agribalyse.fr/documentation/acces-donnees>.
- [9] ADEME. *Données FoodGES v1.1*. 2016. URL : <https://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/actualite/actualite/detail/id/23>.
- [10] ADEME. *Méthode de l'Analyse du Cycle de Vie*. 2020. URL : <https://doc.agribalyse.fr/documentation/methodologie-acv> (visité le 14/05/2021).
- [11] R PANT et L ZAMPORI. *Suggestions for updating the organisation environmental footprint (OEF) method*. Joint Research Centre : European Commission, 2019.
- [12] Julien DEREUMAUX. *Qu'est-ce que l'ergonomie d'un site web?* Pilot in. 2015. URL : <https://www.pilot-in.com/site-web/quest-ce-que-lergonomie-dun-site-web/>.
- [13] Franconeri STEVEN. "Moving and looming stimuli capture attention". In : *Perception & Psychophysics* (2003), p. 427-432.
- [14] Richard ABRAMS. "Motion onset captures attention". In : *Psychological Science* (2002), p. 999-1010.
- [15] JBKUNST. *Highcharter*.
- [16] Nitza GERI. "A Learning Analytics Approach for Evaluating the Impact of Interactivity in Online Video Lectures on the Attention Span of Students". In : *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning Volume 13* (2017), p. 215-228.
- [17] Inc. RSTUDIO. *Create Interactive Web Maps with the JavaScript 'Leaflet' Library*. 2015.
- [18] STATBEL. *Administrative boundaries of Belgium based on Open Data available at Statistics Belgium*. 2017.
- [19] Kun RUN. *formattable : Create 'Formattable' Data Structures*.
- [20] Kendra CHERRY. *The Color Psychology of Green*. 2020.
- [21] Clémentine ANTIER, Timothée PETEL et Philippe BARET. *Etude relative aux possibilités d'évolution de l'approvisionnement des cantines vers des modes d'agriculture plus durables en Région wallonne*. Earth & Life Institute, UCLouvain, Région Wallonne, 2019.

Contributions

- **Martin Baufayt** : Recherches bibliographiques et récolte des données sur la production et sur les impacts
- **Marco D'Agostino** : Implémentation de l'outil et traitement des données
- **Benoit de Saint-Hubert** : Analyse des résultats du modèle et récolte des données de production, document de vulgarisation
- **Mahugnon Gandjeto** : Recherches bibliographiques, plan d'organisation du travail, document du vulgarisation
- **Charles Rongione** : Implémentation de l'application Shiny
- **Tout le monde** : Création de la base de données, rédaction et mise en page du rapport