



Compte rendu d'étude

Étude des potentialités de réduction des GES du champ à l'assiette en fruits et légumes frais

De : Yannick GAILLARD, Ariane GRISEY - CTIFL

A : Interfel

Date : Avril 2025

Objectif de l'étude :

Ce document a été réalisé suite à une demande de prestation de la part d'Interfel.

Bien que la production de fruits et légumes s'avère peu impactante en termes d'émissions de GES au sein du monde agricole (environ 5% des émissions [1], selon une première approche du CTIFL), la consommation de produits non transformés (fruits, légumes, viandes, poissons, céréales non transformées) est à l'origine de 26% des émissions liées à l'alimentation [2].

Il s'agit, dans un contexte de réduction des émissions à l'horizon 2050 (Stratégie nationale bas carbone), de fournir aux entreprises des clés pour répondre à cet enjeu d'atténuation et aux exigences réglementaires visant à réduire l'impact des activités humaines sur le climat.

La filière fruits et légumes interroge son impact sur l'ensemble de sa chaîne de valeur ainsi que sur les **possibilités de réduction des GES tout au long de la filière et jusqu'au niveau du consommateur final.**

Des choix qui devront rejoindre les préoccupations économiques des entreprises très impactées par le contexte actuel.

Ce document fait le point sur :

- Présentation des inventaires existants
- Travaux d'Agribalyse® pour l'amont à partir des données fournies par la DP2E, résultats Amont
- Fiches d'amélioration
- Chiffres clés, synthèse

Table des matières

Périmètre	4
I.1 L'inventaire Secten	5
I.2 L'inventaire Floréal	7
II – Approche Fruits et Légumes frais de production française	11
II.1 Chiffrage des GES sur la partie exploitation	11
II.2 Chiffrage des leviers	22
II.2.1 Mécanisation	22
II.2.2 Fertilisation	23
II.2.3 Isolation des serres	24
II.2.4 Chauffage des serres par énergie fatale	25
II.2.5 Combinaison de leviers	26
II.2.6 Stockage de carbone	26
III – Approche du champ/verger à la mise sur le marché français pour le consommateur	28
III. 1 Production hors France.....	28
III.1.1 Sortie champ/verger Import hors réexport	28
III.1.2 Collecte hors France	32
III.1.3 Emballage hors France.....	32
III.1.4 Conservation post-récolte hors France.....	33
III. 2 Logistique hors France	34
III.2.1 Regroupement hors France.....	34
III.2.2 Transport hors France.....	35
III. 3 Production France.....	38
III.3.1 Sortie champ/verger France	40
III.3.2 Collecte France	41
III.3.3 Emballage France.....	41
III.3.4 Conservation post-récolte France.....	41
III. 4 Logistique France	41
III.4.1 Mûrissierie Mangue et Avocat	42
III.4.2 Conservation en chambre froide France	43
III.4.3 Transport France	43
III. 5 Synthèse	45
IV – Limites et ouvertures	47
Sigles et acronymes	49
Bibliographie	49

Figure 1 : Evolution des émissions de GES par secteur en France (Citepa)	6
Figure 2 : Représentation schématique du périmètre de l'inventaire Floréal	7
Figure 3 : Répartition des émissions dans l'air de l'agriculture française par gaz et par poste émetteur en 2021	9
Figure 4 : Répartition des émissions de GES du secteur des cultures et par poste émetteur en 2021	9
Figure 5 : Tonnages des fruits	15
Figure 6 : Impact GES des fruits	16
Figure 7 : Tonnages des légumes	17
Figure 8 : Impact GES des légumes	18
Figure 9 : Répartition des tonnages et impacts GES	19
Figure 10 : Tonnage et impact GES des fruits, par familles regroupées	20
Figure 11 : Tonnage et impact GES des légumes, par familles regroupées	21
Figure 12 : Réduction de GES liés à la mécanisation	23
Figure 13 : Réduction de GES liés à la fertilisation	24
Figure 14 : Réduction de GES liés à la mise en place d'un 2e écran thermique	24
Figure 15 : Réduction de GES liés à l'énergie fatale	25
Figure 16 : Réduction de GES avec plusieurs leviers	26
Figure 17 : Stockage en vergers, projet Greengo PEREN	27
Figure 18 : Diagramme de la distribution des fruits et légumes en France, volume en millions de tonnes à chaque stade – Année 2018	42
Figure 19 : Résultats GES consolidés	45

Tableau 1 : Emissions de GES en France (Métropole + Outre-mer UE) pour le secteur Agriculture/sylviculture en Mt CO ₂ eq	6
Tableau 2 : Répartition des émissions de GES par sous-secteurs Agriculture/sylviculture (Citepa)	6
Tableau 3 : Répartition des émissions de l'agriculture française par poste et par gaz en 2021	8
Tableau 4 : Facteurs d'émissions de changement climatique et production annuelle des différentes espèces de fruits et légumes, sortie champ/verger, France	14
Tableau 5 : Valeur moyenne sur les GES	19
Tableau 6 : Facteurs d'émissions de changement climatique et volumes des 20 espèces de fruits et légumes les plus importées en France, sortie champ/verger	32
Tableau 7 : Facteurs d'émission logistiques pour l'emballage	33
Tableau 8 : Facteurs d'émission logistiques pour le regroupement (à février 2025)	34
Tableau 9 : Mix des modes de transport et distances retenus par pays d'origine	37
Tableau 10 : Facteurs d'émission logistiques pour le transport vers la France (à février 2025)	38
Tableau 11 : Production moyenne annuelle (2018-2022) française hors transformation hors export	40
Tableau 12 : Résultats GES consolidés	45

Périmètre

Dans la première partie, nous nous intéressons aux inventaires nationaux existants : Secten et Floréal.

Dans une deuxième partie, nous couvrons la production de fruits et légumes frais en France, avec une approche sortie champ/verger, qui se rapproche de l'inventaire Secten (plus large cependant puisque l'approche ACV retenue ici ne pose pas de limite de frontière sur la provenance des intrants et les lieux d'émission). Le périmètre :

- couvre les tonnages produits en France métropolitaine, ainsi que la production française d'agrumes et d'exotiques,
- exclut les bananes et les pommes de terre,
- exclut les tonnages destinés à l'industrie,
- conserve les tonnages destinés à l'export.

Il s'agit d'une approche « fruits et légumes frais de production française ».

La troisième partie s'ouvre sur une approche consommateur : il s'agit de quantifier les émissions de GES occasionnées par l'alimentation du marché français en fruits et légumes frais, incluant donc les impacts au-delà du secteur agricole français seul et de l'approche Floréal déjà étendue par rapport au Secten. Le périmètre :

- couvre les tonnages produits en France métropolitaine, ainsi que la production française d'agrumes et d'exotiques,
- couvre également les tonnages produits hors France pour l'importation ou l'introduction en France,
- exclut les bananes et les pommes de terre,
- exclut les tonnages destinés à l'industrie,
- exclut cette fois les tonnages destinés à l'export,
- couvre les étapes aval de la production agricole : collecte, emballage et conservation post-récolte en France et à l'étranger, transport jusqu'en France, mûrisserie pour la mangue et l'avocat, conservation chez les grossistes et les plateformes de distribution et transport sur le territoire français jusqu'au lieu de vente.

Il s'agit d'une approche « du champ/verger à la mise sur le marché français pour le consommateur ».

Enfin une quatrième partie présente les limites des estimations réalisées, et proposera des voies d'investigation et d'amélioration pour les futures itérations de ces évaluations.

I – Présentation des inventaires nationaux existants

I.1 L'inventaire Secten

Secten est le format « tout public » de présentation des résultats de l'inventaire national d'émissions annuelles de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques réalisé par le Citepa. Ce format de restitution est publié chaque année, en mettant à jour l'estimation de toute la série historique. Ainsi, chaque nouvelle édition annule et remplace les précédentes. Au niveau national Français, l'arrêté du 24 août 2011 relatif au système national d'inventaires d'émissions et de bilans dans l'atmosphère (SNIEBA), encadre la production des inventaires d'émissions en définissant le système national d'inventaire des émissions Français (GES et polluants atmosphériques).

Le format Secten ne correspond pas à un format de rapportage officiel mais il complète les autres rapports, moins accessibles, rédigés dans le cadre d'engagements internationaux. Pour les gaz à effet de serre, Secten, et en particulier la sortie au format Plan Climat périmètre UE, permet un suivi de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), en alimentant des indicateurs.

La description de la méthodologie de l'inventaire est mise à jour chaque année, selon un principe de transparence et d'amélioration continue. Les explications sur les modalités de calcul des émissions sont présentées à part dans le rapport méthodologique annuel Ominea, secteur par secteur (<https://www.citepa.org/donnees-air-climat/methodologie-de-linventaire-ominea/>).

Le rapport Secten reprend les secteurs utilisés par la France pour définir ses propres engagements de réduction d'émissions de gaz à effet de serre, en particulier dans le cadre de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC).

Le format Secten comporte deux niveaux sectoriels : un niveau de secteurs dits « principaux » constitué de sept catégories de sources et une catégorie de sources « hors total » ; et un niveau de 86 sous-secteurs.

Les sept principaux secteurs considérés sont :

- Extraction, production, transformation et distribution d'énergie (9 sous-secteurs) ;
- Industrie manufacturière, construction (9 sous-secteurs) ;
- Usage des bâtiments et activités résidentielles & tertiaires (12 sous-secteurs) ;
- Agriculture et sylviculture (11 sous-secteurs : Bovins ; Porcins ; Volailles ; Autres émissions de l'élevage ; Engrais et amendements minéraux ; Engrais et amendements organiques ; Pâtures ; Brûlage de résidus agricoles ; Autres émissions de cultures ; Engins, moteurs et chaudières de l'agriculture ; Engins, moteurs et chaudières en sylviculture) ;
- Transports (30 sous-secteurs) ;
- Traitement centralisé des déchets (4 sous-secteurs) ;
- Utilisation des Terres, les Changements d'Affectation des Terres et de la Forêt (UTCATF) (8 sous-secteurs).

Il y a aussi une représentation des sources naturelles (3 sous-secteurs).

Concernant les gaz à effet de serre, les substances couvertes sont : CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆, NF₃ et le total de tous les GES. Les valeurs de pouvoir de réchauffement global à 100 ans retenus dans l'inventaire sont actuellement d'après le 5^e rapport du Giec (« AR5 » de 2014), avec notamment le CO₂ à 1, CH₄ à 28, N₂O à 265.

Le périmètre géographique est le suivant : France métropolitaine + Outre-mer inclus dans l'UE et, pour information, France métropolitaine seule (MT).

La figure 1, issue du rapport Secten édition 2024, montre que **les émissions annuelles de GES en France** passent sous la barre des 400 Mt CO₂e en 2020, 2022 et 2023, tandis que celles **liées au secteur Agriculture/sylviculture représentent 77,6 Mt CO₂e en moyenne sur 2018-2022** (tableau 1), dont 59,6% pour l'élevage, 21,1% pour les cultures et 13,2% pour les engins, moteurs et chaudières (tableau 2).

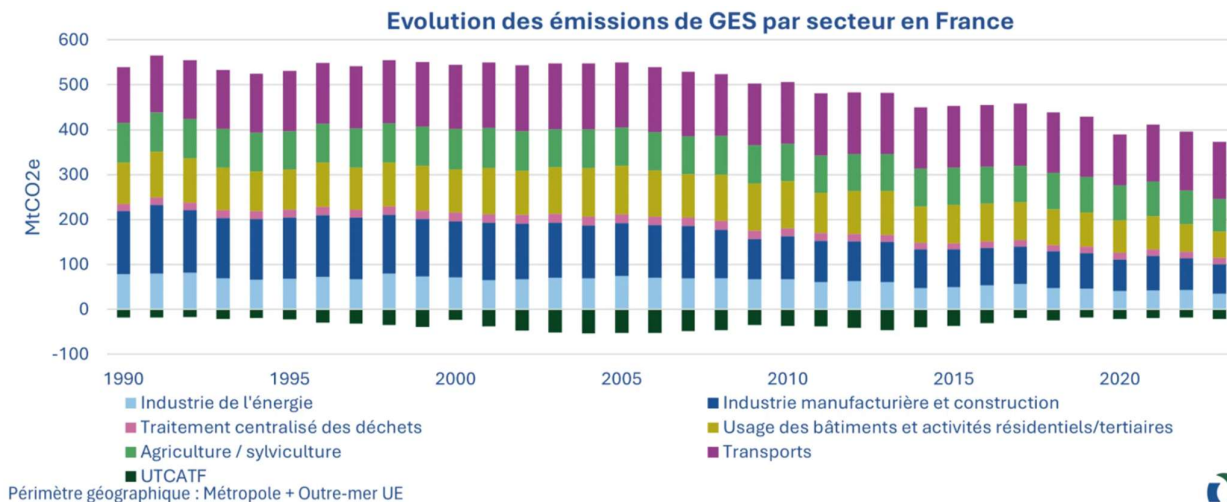


Figure 1 : Evolution des émissions de GES par secteur en France (Citepa)

	2018	2019	2020	2021	2022	Moyenne 2018-2022
Agriculture / sylviculture	80,5	78,6	78,2	76,4	74,2	77,6
% du total national	18,3%	18,3%	20,1%	18,6%	18,7%	18,8%

Tableau 1 : Emissions de GES en France (Métropole + Outre-mer UE) pour le secteur Agriculture/sylviculture en Mt CO₂eq (<https://www.citepa.org/donnees-air-climat/donnees-gaz-a-effet-de-serre/secten/>)

Part	Moyenne 2018-2022 (Mt CO ₂ e)	Sous-secteurs Agriculture / sylviculture
49,7%	38,6	Bovins
3,9%	3,1	Porcins et Volailles
5,9%	4,6	Autres émissions de l'élevage
59,6%	46,2	Elevage
14,0%	10,8	Engrais et amendements minéraux
1,8%	1,4	Engrais et amendements organiques
2,0%	1,5	Pâturage
9,5%	7,4	Autres émissions des cultures
27,3%	21,1	Cultures
13,2%	10,2	Engins, moteurs et chaudières en agriculture/sylviculture
0,0%	0,0	Autres
100,0%	77,6	Total agriculture / sylviculture

Tableau 2 : Répartition des émissions de GES par sous-secteurs Agriculture/sylviculture (Citepa)

I.2 L'inventaire Floréal

L'inventaire Floréal est un format de rapportage non-officiel des émissions de gaz à effet de serre et polluants atmosphériques du secteur agriculture, forêt et autre utilisation des terres (AFOLU) financé par le ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire. Le principe de cet inventaire est de décliner de façon plus précise les émissions rapportées dans l'inventaire officiel Citepa en cherchant à se rapprocher de secteurs d'activités plus proches des produits et filières agricoles.

La méthodologie Floréal cherche à désagréger les émissions de GES de l'inventaire Citepa de façon plus fine, en s'appuyant sur des facteurs d'allocation d'émission. Ainsi, il est désormais possible de retrouver les résultats de l'inventaire national Secten à partir de Floréal ce qui va dans le sens d'une plus grande transparence des résultats, et garantit une meilleure correspondance entre les formats de rapportage.

Ce format de rapportage des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques complète ainsi les formats officiels de rapportage pour les Nations Unies et le format Secten très souvent utilisé au niveau français. Le mode de calcul des émissions est le même que celui détaillé dans le rapport OMINEA.

Concernant les gaz à effet de serre, les substances couvertes sont : CO_2 , CH_4 , N_2O uniquement, avec leur total en CO_2e . Le potentiel de réchauffement global (PRG) à 100 ans choisi pour la conversion en CO_2e est issu de l'Assessment Report 5 du Giec (Myhre, G. et al., 2013) en cohérence avec la publication des inventaires nationaux, depuis cette édition 2023.

L'inventaire Floréal présente les résultats d'émissions pour les activités polluantes situées en France métropolitaine (figure 2). Cela correspond aux résultats de l'inventaire Secten pour les polluants atmosphériques mais diffère de l'inventaire Secten pour les gaz à effet de serre. En effet, dans Secten, les résultats pour les gaz à effet de serre incluent les territoires d'Outre-mer (inclus dans l'Union européenne).

À l'exception de certaines informations concernant pour le moment les céréales, les bovins laitiers et les bovins à viande (estimation des émissions délocalisées), les émissions qui n'ont pas lieu sur le territoire métropolitain et donc les émissions associées à la fabrication de produits importés utilisés en agriculture (comme les engrais minéraux ou les aliments pour animaux) sont exclues de Floréal.

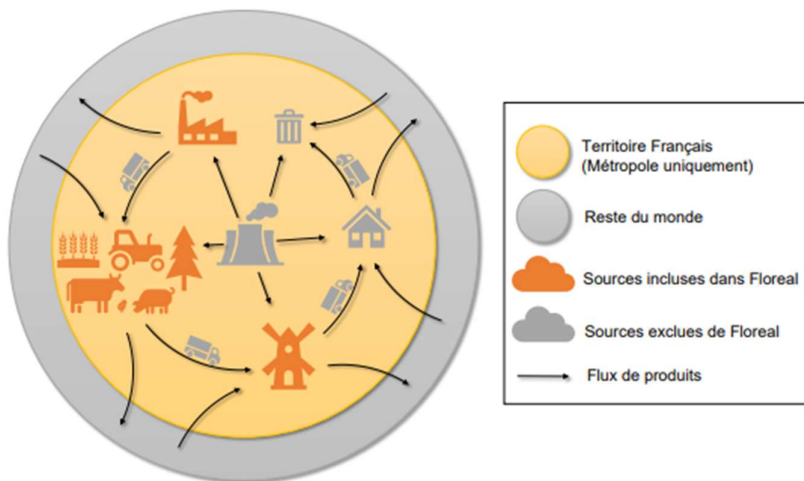


Figure 2 : Représentation schématique du périmètre de l'inventaire Floréal

Au niveau temporel, le dernier rapport Floréal disponible est l'édition 2023 (septembre 2024), présentant les données disponibles entre 1990 et 2021.

Le tableau 3 présente notamment les émissions de l'Agriculture qui ne sont pas comprises dans le SECTEN Agriculture ; ces « autres émissions de l'Agriculture » couvrent :

- la production des intrants,
- la consommation électrique à la ferme,
- la fabrication d'aliments du bétail,
- la transformation des produits agricoles dans les industries agro-alimentaires (hors aliments pour animaux).

		<i>Emissions incluses dans SECTEN Agriculture</i>	<i>Autres émissions de l'Agriculture</i>	TOTAL FLOREAL AGRICULTURE	TOTAL UTCATF "Terres cultivées" et "Prairies"
Gaz à effet de serre	CO2e	76 244 637	11 360 667	87 605 304	3 567 397
	CO2	11 281 815	11 119 439	22 401 253	3 567 397
	CH4	1 512 188	503	1 512 690	0
	N2O	85 364	857	86 222	0

Tableau 3 : Répartition des émissions de l'agriculture française par poste et par gaz en 2021

Chaque gaz à effet de serre a son propre potentiel de réchauffement climatique : le dioxyde de carbone CO₂ est fixé par convention à 1, et tous les autres sont fixés par rapport à cette référence, à une échelle de temps de 100 ans ; méthane CH₄ et protoxyde d'azote N₂O ont notamment des potentiels respectifs de 28 et 265. Les émissions de CO₂ sont responsables d'environ 26% des émissions de gaz à effet de serre du Floréal agriculture, de même que N₂O, tandis que CH₄ monte à 48%.

Ainsi en 2021, les émissions de GES du secteur agricole et agroalimentaire rapportées dans Floréal s'établissent à 87,6 MtCO₂e.

Les figures 3 et 4 donnent davantage de détail sur la ventilation des contributeurs à ces émissions. On peut noter :

- les émissions de CO₂ proviennent majoritairement de la consommation énergétique à la ferme hors électricité (42%) et de la transformation IAA produits agricoles hors aliments du bétail (37%), pesant respectivement 12% et 9% des émissions totales de GES.
- 42% du N₂O provient de l'épandage des engrais minéraux et amendements, responsable de 14% des émissions totales de GES. Pour autant, les secteurs des vergers et des cultures légumières restent très peu contributeurs de ce poste à l'échelle nationale (<2% à eux deux).
- 85% du CH₄ est émis par la fermentation entérique, représentant 41% des émissions totales de GES.

Compte rendu d'étude ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS



Figure 3 : Répartition des émissions dans l'air de l'agriculture française par gaz et par poste émetteur en 2021

FLOREAL - ÉDITION 2023

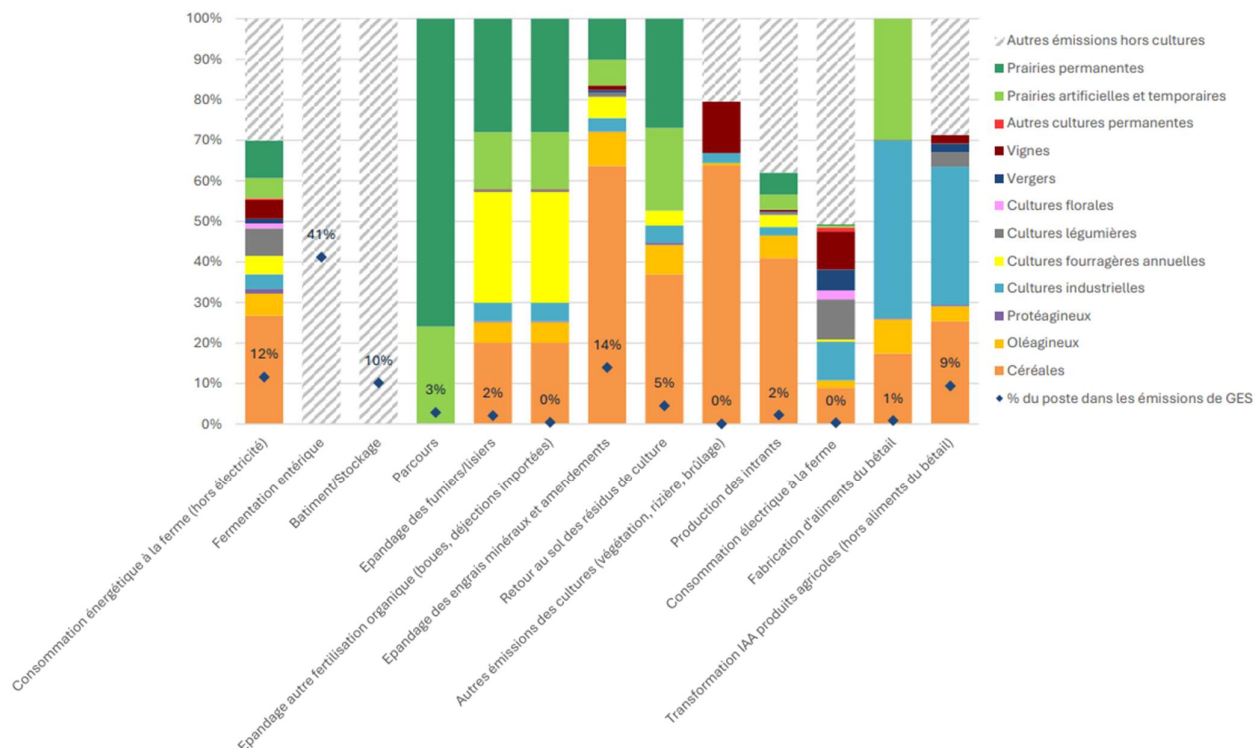


Figure 4 : Répartition des émissions de GES du secteur des cultures et par poste émetteur en 2021

Les activités suivantes, même en lien avec l'activité agricole et forestière ne sont actuellement pas incluses dans le périmètre Floreal :

- Fabrication des équipements et construction des bâtiments agricoles
- Transport de marchandises
- Stockage et séchage produits agricoles en dehors des exploitations et des IAA
- Distribution et consommation de produits agricoles
- Traitements des déchets et fin de vie

L'inventaire Floréal n'aborde donc pas non plus l'intégralité de la vie des produits agricoles et forestiers (par exemple, la distribution, la consommation...), éléments qu'il faudrait également évaluer pour tendre vers une approche "empreinte" ou "analyse du cycle de vie".

D'autres travaux complémentaires existent, par exemple le projet Agribalyse® de l'Ademe depuis 2013, qui met à disposition des données de référence sur les impacts environnementaux des produits agricoles et alimentaires à travers une base de données construite selon la méthodologie des Analyses du Cycle de Vie (ACV).

II – Approche Fruits et Légumes frais de production française

Ni le bilan Secten ni son extension Floréal ne donnent le détail suffisamment précis pour sortir la part due aux fruits et légumes frais, et ne sont pas construits de sorte à pouvoir l'isoler.

Nous avons alors proposé de reconstruire les impacts des filières Fruits et Légumes frais d'Interfel, hors banane et hors pomme de terre, dans une approche ACV, largement tirée d'Agribalyse®.

II.1 Chiffrage des GES sur la partie exploitation

Nous sommes partis des données de production travaillées par le CTIFL, et les facteurs d'émission d'Agribalyse® ou d'Ecoinvent, World Food Lca Data Base et Agri-footprint.

À partir des statistiques Agreste traitées par la DP2E (Direction Prospective et Études Économiques) du CTIFL (périmètre métropole + agrumes et exotiques, fichier Dispos_maj_Mars.2024xF&L.xlsx), nous avons obtenu la production française pour le frais moyennée sur 2018-2022.

Par « production en France », il faut comprendre néanmoins : production sur le sol Métropolitain à laquelle nous ajoutons la production des agrumes documentés (Citron, Clémentine Mandarine, Orange, Pamplemousse Pomelo), et des exotiques documentés (Ananas, Avocat, Mangue Goyave et Mangoustan), tout en restant hors Pomme de terre et hors Banane. Ce périmètre fait que nous négligeons une production des F&L de type métropolitain dans les territoires d'Outre-mer, mais leur proportion reste vraisemblablement minime.

Cette production est corrigée des volumes destinés à la transformation (source : CTIFL d'après Agreste - SAA, Unilet, sources professionnelles), et pour cet exercice, à l'image du bilan Secten, les exports ne sont pas omis puisque produits sur le sol français et alors à la charge de l'Agriculture française, dans cette approche. Dans la même logique, à ce stade, les imports ne sont pas pris en compte. Les tonnages de référence obtenus ainsi par espèces sont présentés dans le tableau 4.

En revanche, l'approche ACV ne pose pas de limite de frontière sur la provenance des intrants et les lieux d'émission : par exemple nous n'aurons pas ici d'exclusion des impacts de production des fertilisants ou des produits phytosanitaires, de même que la production des matériaux constituant des équipements (serre, camions...) sont comptabilisés même s'ils sont produits hors de France.

Chaque espèce a été documentée en GES (CO₂eq), avec des valeurs obtenues ainsi :

- depuis Agribalyse®3.1.1_partie agriculture_conv_janv24.xlsx, c'est-à-dire les espèces pour lesquelles il y a eu des contributions d'ITA et cabinets d'étude sur l'amont agricole
- avec Simapro et la méthode Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF 3.1 normalization and weighting set (Exclude long-term emissions: No) dans le cas contraire :
 - en anticipation d'AGB3.2 pour abricot, pêche et endive (lot1 projet InCyVie)
 - selon AGB 3.1.1 (arrière-plan Ecoinvent 3.8 et WFLDB 3.5),
 - ou si hors AGB avec Ecoinvent 3.9, WFLDB 3.5 ou Agri-footprint 6.3 economic

À noter qu'AGB 3.1.1 est basée sur la méthode EF 3.1, prenant en compte le 6^e rapport du Giec (« AR6 » de 2021), avec notamment le CO₂ à 1, CH₄ à 27,9, N₂O à 273...

Certains facteurs d'émissions de GES ont été recalculés pour tenir compte de répartitions jugées pertinentes actuellement (voir le détail dans le tableau 4 pour les répartitions sous abri froid/chauffé des concombres, poivrons et aubergines).

Il s'agit de valeurs sortie champ/verger (exploitation), ne sont pas documentés à ce stade le post-récolte, les emballages, la logistique, la conservation et les pertes en aval : il s'agit donc uniquement de l'impact agricole (tableau 4).

Catégorie	Type	Espèce FR	Production annuelle 2018-2022 hors transformation (tonnes)	Changement climatique (t CO2eq/t)	Inventaire	Source
Fruits à noyaux	Fruits	Abricot	91 029	0,268	InCyVie Simapro 2024 : Apricot average conventional, at orchard {FR}	InCyVie lot1
Bulbes	Legumes	Ail	25 467	0,067	Oignon conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Fruits à coque	Fruits	Amande	2 029	0,924	Almonds, in shell, at farm {CN} - Adapted from WFLDB U	WFLDB repris par AGB3.1.1
Exotiques	Exotiques	Ananas	10 079	0,867	Ananas, production mixte, moyenne île de la Réunion, au site de production/RE U	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes fleurs	Legumes	Artichaut	27 423	0,256	Chou-fleur conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes bourgeon/tige	Legumes	Asperge	25 896	0,506	White asparagus {FR} white asparagus production Cut-off, U - Copied from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Légumes fruits	Legumes	Aubergine	41 307	0,377	~94,3% Aubergine {RoW} aubergine production, open field Cut-off, U ~5,7% Aubergine {GLO} aubergine production, in heated greenhouse Cut-off, U selon ratio adapté sources AOP Tom-Co env. 5,7% sous abri chauffé	Ecoinvent
Légumes fruits	Exotiques	Avocat	86	0,544	Avocado {GLO} production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Racines et légumes tubérisés	Legumes	Betterave potagère (dont cuite sous vide)	154 348	0,066	Carotte conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes fleurs	Legumes	Brocoli	10 548	0,377	Broccoli {GLO} production Cut-off - Adapted from ecoinvent	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Racines et légumes tubérisés	Legumes	Carotte	356 191	0,066	Carotte conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Petits fruits, melon et pastèque	Fruits	Cassis & Myrtille	1 648	0,553	Blueberry, at farm {CA} - Adapted from WFLDB U	WFLDB repris par AGB3.1.1
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Céleri branche	24 457	0,377	Celery {GLO} 675 production Cut-off - Adapted from ecoinvent	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Racines et légumes tubérisés	Legumes	Céleri rave	47 938	0,066	Carotte conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Fruits à noyaux	Fruits	Cerise	22 205	0,434	Cerise, conventionnelle, moyenne nationale, au verger	AGB3.1.1 partie agriculture
Champignons	Legumes	Champignons de couche	69 717	4,140	Agaricus bisporus mushroom, fresh, at plant {NL} - Adapted from WFLDB U	WFLDB repris par AGB3.1.1
Fruits à coque	Fruits	Châtaigne & Marron	6 220	1,473	Noix conventionnelle, en coque séchée, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Chicorées (scaroles et frisées y.c 4G)	18 957	0,162	Laitue conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes fleurs	Legumes	Chou-fleur	207 003	0,256	Chou-fleur conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Choux autres (choux pommés, rouges et blancs y.c. choux à choucroute)	109 241	0,256	Chou-fleur conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture

Compte rendu d'étude ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Choux de Bruxelles	8 911	0,256	Chou-fleur conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Agrumes	Agrumes	Citron	3 533	0,118	Lemon {ES} lemon production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Légumes fruits	Legumes	Citrouille & Potiron	188 731	0,160	Courgette conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Agrumes	Agrumes	Clémentine & Mandarine	36 406	0,301	Clémentine, pour exportation, Souss (Maroc), au verger	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes fruits	Legumes	Concombre	178 067	1,004	~68,55% Proxi Tomato, medium size, conventional, soil based, non-heated greenhouse, at greenhouse {FR} U ~31,45% Cucumber {GLO} cucumber production, in heated greenhouse Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U selon ratio adapté sources AOP Tom-Co env. 31,45% sous abri chauffé	AGB3.1.1 partie agriculture et Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Légumes fruits	Legumes	Courgette	158 160	0,160	Courgette conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Bulbes	Legumes	Echalotte	61 684	0,067	Oignon conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes bourgeon/tige	Legumes	Endive	146 270	0,307	InCyVie Simapro 2024 : Chicory witloof average conventional, at farm gate {FR}	InCyVie lot1
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Epinard	31 862	0,103	Spinach {GLO} production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Fenouil	17 975	0,351	Fennel {GLO} production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Fruits à pépins	Fruits	Figue	6 449	0,193	InCyVie Simapro 2024 : Peach average conventional, at orchard {FR}	InCyVie lot1
Petits fruits, melon et pastèque	Fruits	Fraise	70 889	1,027	Fraise conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Petits fruits, melon et pastèque	Fruits	Framboise	3 656	0,894	Raspberry, at farm {RS} - Adapted from WFLDB U	WFLDB repris par AGB3.1.1
Petits fruits, melon et pastèque	Fruits	Groseille	877	0,894	Raspberry, at farm {RS} - Adapted from WFLDB U	WFLDB repris par AGB3.1.1
Graines	Legumes	Haricot à écosser et demi-secs	14 737	0,093	Haricot français, moyenne conventionnelle, nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes fruits	Legumes	Haricot vert	53 153	0,093	Haricot français, moyenne conventionnelle, nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Fruits à pépins	Fruits	Kiwi	50 313	0,316	Kiwi FR, conventionnel, moyenne nationale, au verger	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Laitues (pommée et romaine) y.c 4G	176 096	0,162	Laitue conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Mâche	38 942	0,162	Laitue conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Graines	Legumes	Maïs	12 009	0,386	Maize grain, conventional, 28% moisture, national average, animal feed, at farm gate {FR} U	AGB3.1.1 partie agriculture
Exotiques	Exotiques	Mangue, Goyave et Mangoustan	4 145	0,118	Mango, conventional, Val de San Francisco, at orchard {BR} U	AGB3.1.1 (CIRAD)
Petits fruits, melon et pastèque	Legumes	Melon	267 357	0,173	Melon conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Racines et légumes tubérisés	Legumes	Navet	44 121	0,066	Carotte conventionnelle, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Fruits à coque	Fruits	Noisette	13 377	2,054	83.9% Hazelnut, in shell, at farm {TR} - Adapted from WFLDB U 16.1% Hazelnut, in shell, at farm {IT} - Adapted from WFLDB U selon ratio consommation mix AGB	WFLDB repris par AGB3.1.1
Fruits à coque	Fruits	Noix	39 396	1,473	Noix conventionnelle, en coque séchée, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Bulbes	Legumes	Oignon	445 392	0,067	Oignon conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Agrumes	Agrumes	Orange	3 417	0,153	Orange, fresh grade, at farm {ES} - Adapted from WFLDB U	WFLDB repris par AGB3.1.1
Agrumes	Agrumes	Pamplemousse & Pomelo	7 070	0,290	Grapefruit for juice, conventional, at farm gate {US} U	AGB3.1.1 partie agriculture
Petits fruits, melon et pastèque	Legumes	Pastèque	16 070	0,173	Melon conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture

Compte rendu d'étude

ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

Fruits à noyaux	Fruits	Pêche (hors pavier) & Nectarine	213 506	0,193	InCyVie Simapro 2024 : Peach average conventional, at orchard {FR}	InCyVie lot1
Graines	Legumes	Petits pois	36 566	0,384	Pois d'hiver, conventionnel, 15% d'humidité, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Fruits à pépins	Fruits	Poire de table	107 875	0,085	Poire conventionnelle, au verger	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Poireau	163 385	0,290	Poireau conventionnel, moyenne nationale, à la ferme	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes fruits	Legumes	Poivron	26 403	0,698	~90,7% Bell pepper {GLO} bell pepper production, in unheated greenhouse Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U ~9,3% Bell pepper {GLO} bell pepper production, in heated greenhouse Cut-off, U selon ratio adapté sources AOP Tom-Co env. 9,3% sous abri chauffé	Ecoinvent repris par AGB3.1.1 et Ecoinvent
Fruits à pépins	Fruits	Pomme de table	1 323 987	0,090	Pomme conventionnelle, moyenne nationale, au verger	AGB3.1.1 partie agriculture
Fruits à noyaux	Fruits	Prune	61 401	0,434	Cerise, conventionnelle, moyenne nationale, au verger	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Radis	55 123	0,311	Radish {GLO} radish production, in unheated greenhouse Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Fruits à pépins	Fruits	Raisin de table	43 604	0,389	Raisin, intégré, mélange français	AGB3.1.1 partie agriculture
Légumes feuilles ou en bottes	Legumes	Salades autres (et cresson)	43 043	0,103	Spinach {GLO} production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Légumes fruits	Legumes	Tomate	527 932	1,464	13,7% Tomate conventionnelle, calibre intermédiaire, sol sous abri non chauffé, à la ferme 86,3% Tomate conventionnelle, calibre intermédiaire, sous abri chauffé, à la ferme selon hypothèses pour la tomate conventionnelle sous abri pour la consommation en frais (moyenne France) du rapport méthodologique volet agriculture d'Agribalyse v3.1 (oct. 2022)	AGB3.1.1 reconstitué selon rapport méthodologique
Champignons	Legumes	Truffe	70	4,140	Agaricus bisporus mushroom, fresh, at plant {NL} - Adapted from WFLDB U	WFLDB repris par AGB3.1.1

Tableau 4 : Facteurs d'émissions de changement climatique et production annuelle des différentes espèces de fruits et légumes, sortie champ/verger, France

Les résultats sont présentés dans les figures 5 à 9 suivantes :

Production française pour les FRUITS FRAIS
(hors transformation, exportation incluse, hors importation)
moyenne annuelle 2018-2022 en tonnes

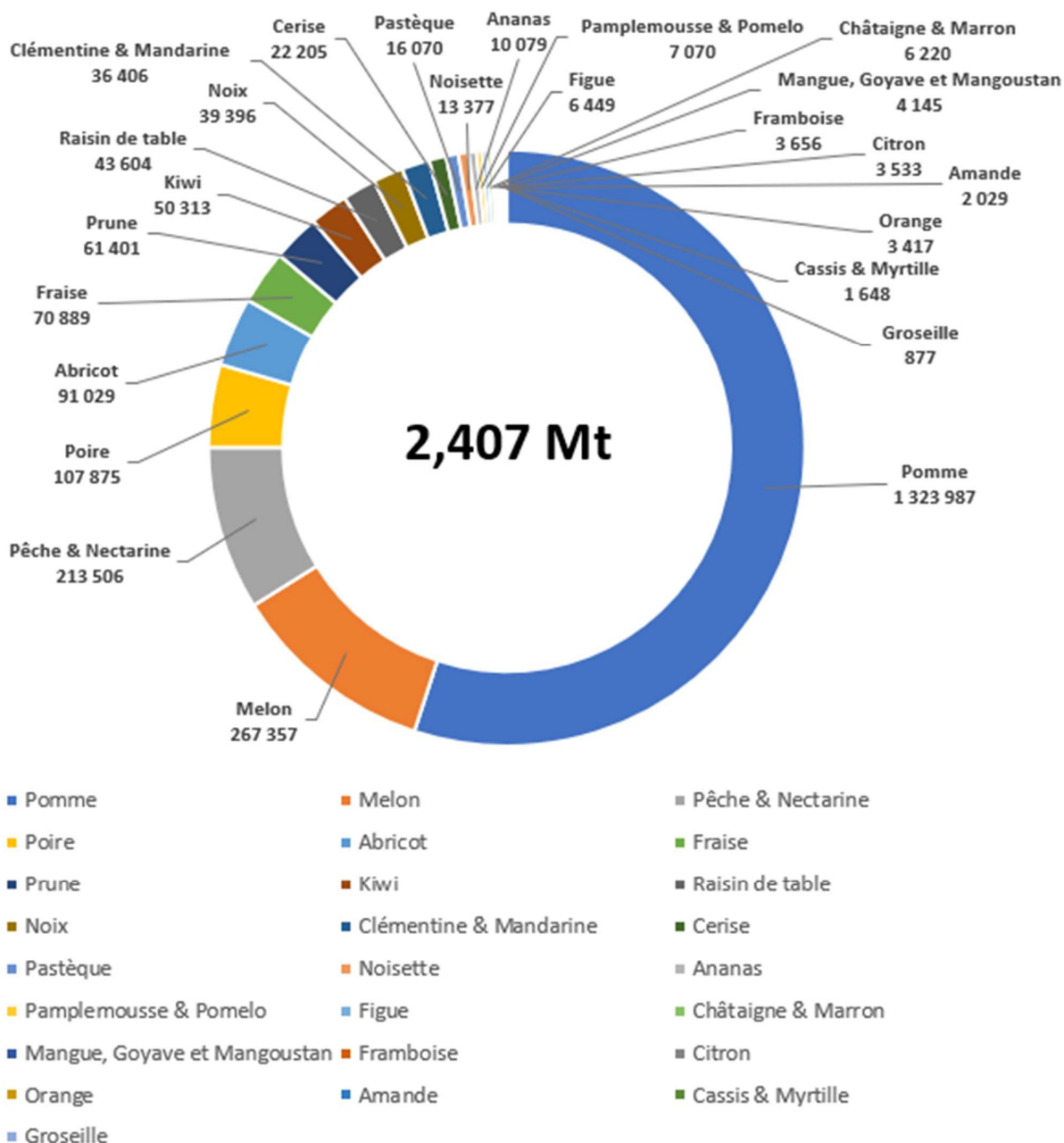


Figure 5 : Tonnages des fruits

Parts relatives des FRUITS FRAIS dans le changement climatique
(GES exprimées en Mt CO₂eq)

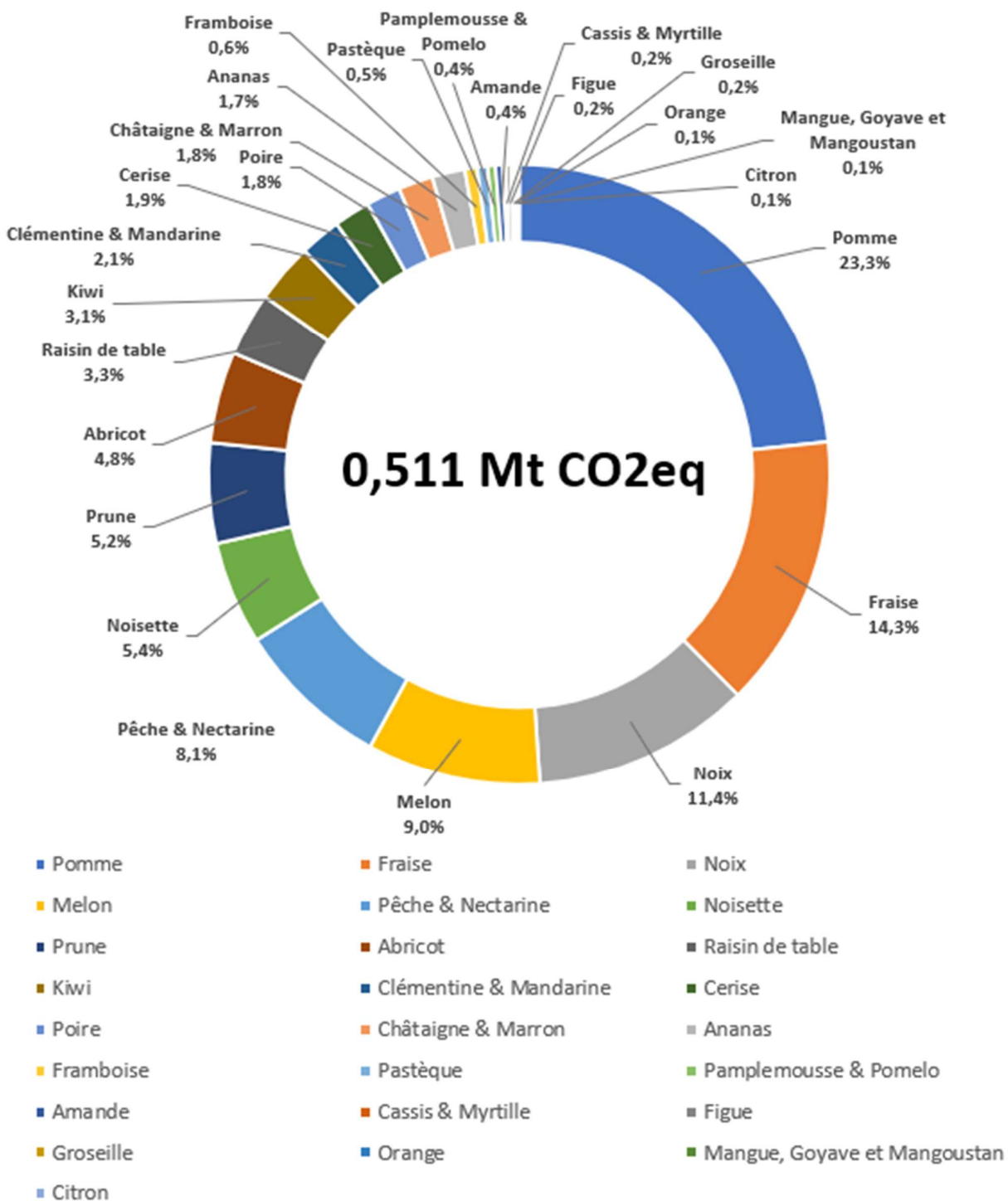


Figure 6 : Impact GES des fruits

Compte rendu d'étude ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

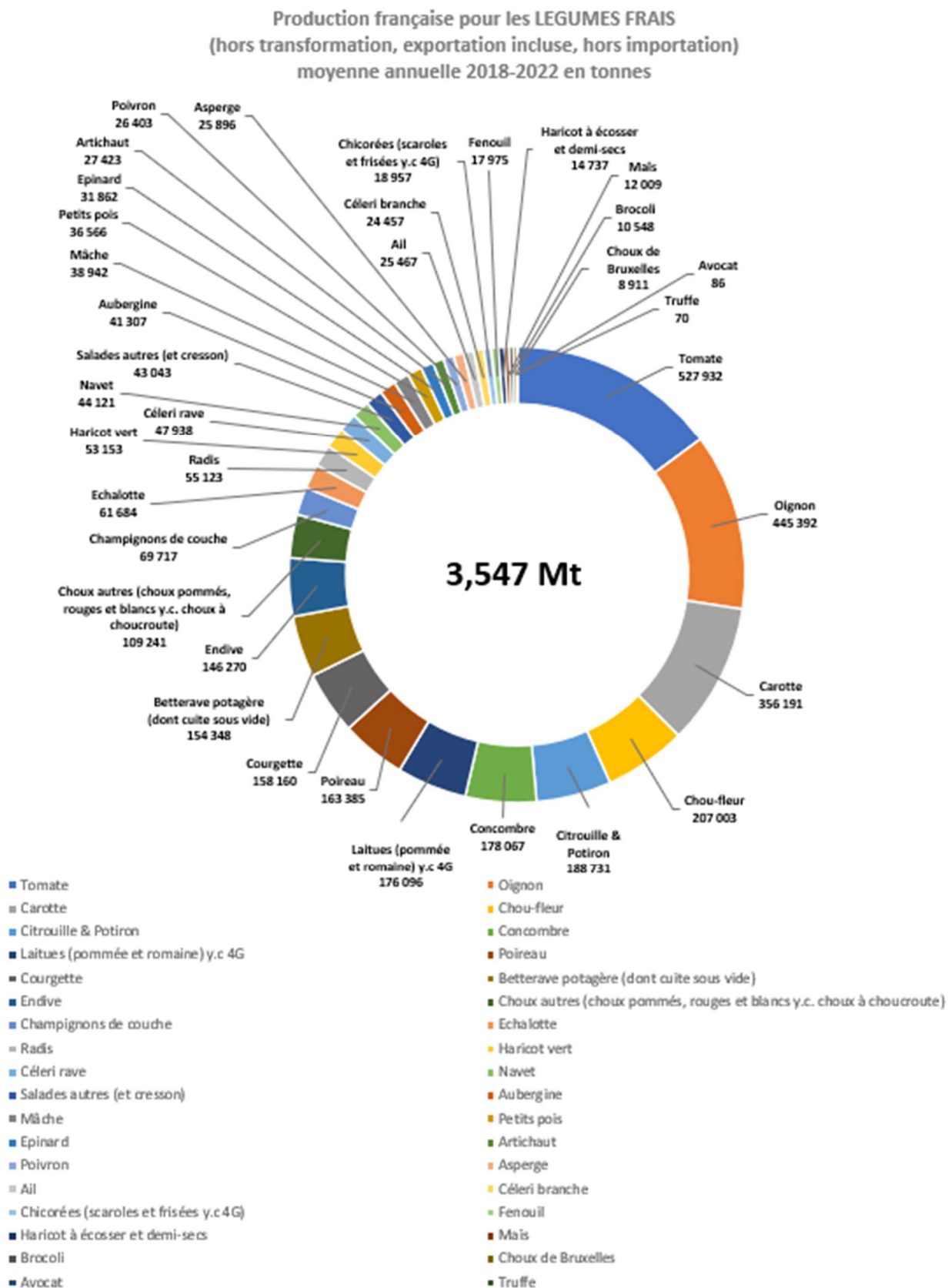


Figure 7 : Tonnages des légumes

Parts relatives des LÉGUMES FRAIS dans le changement climatique (GES exprimées en Mt CO₂eq)

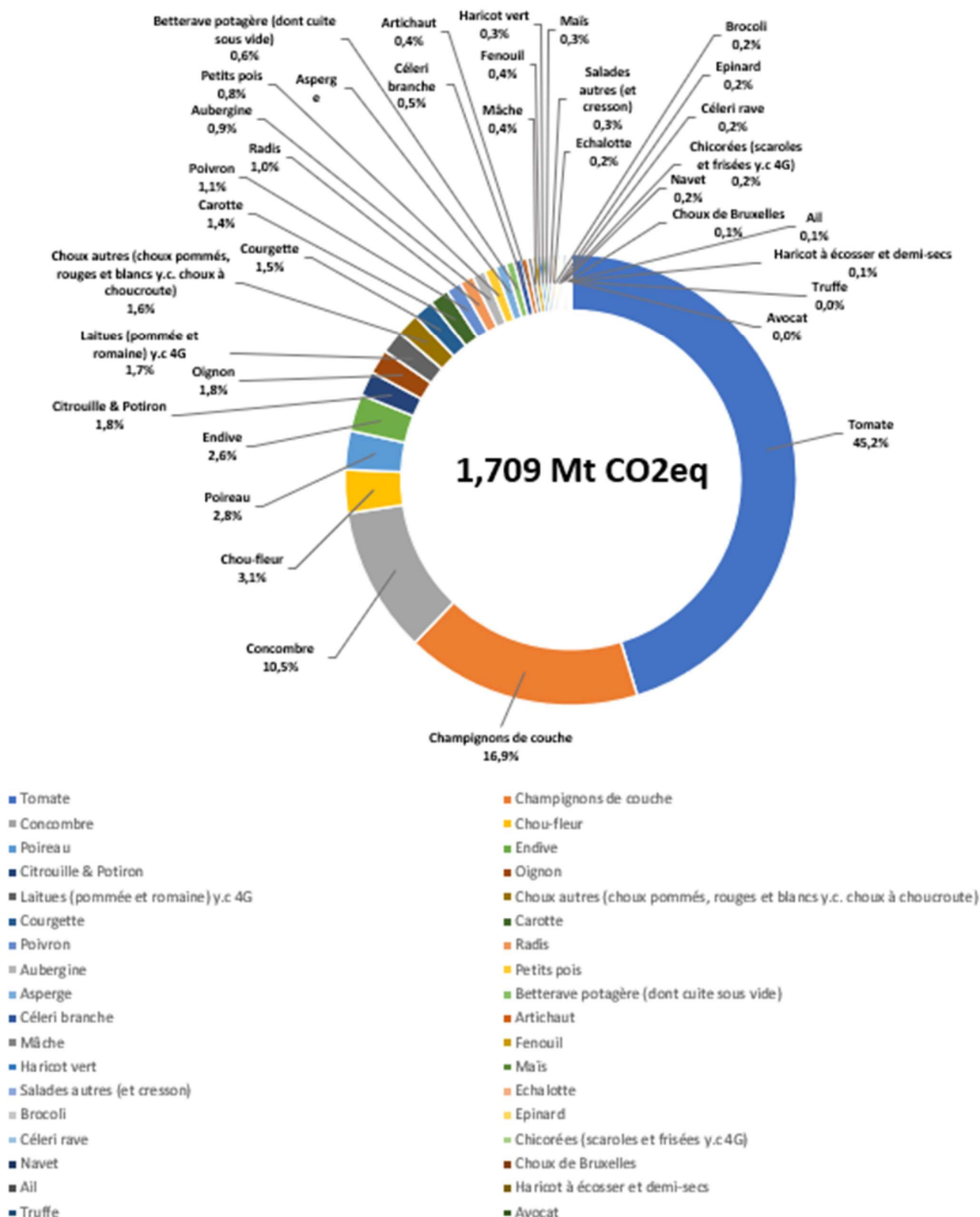


Figure 8 : Impact GES des légumes

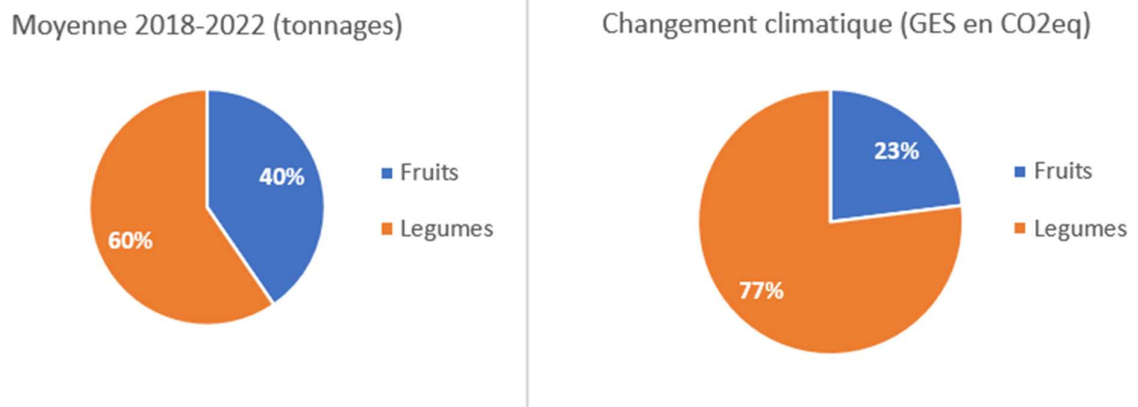


Figure 9 : Répartition des tonnages et impacts GES

Type	Valeur moyenne	Unité	Ecart-type
Fruits	0,212	kg CO2eq/kg	0,520
Légumes	0,482	kg CO2eq/kg	0,937
TOTAL	0,373	kg CO2eq/kg	0,788

Tableau 5 : Valeur moyenne sur les GES

L'écart type (tableau 5) est notable en Légumes du fait de la différence d'impact sur le changement climatique importante entre des légumes de plein champ et des productions sous abris (intrant de l'abri supplémentaire) ainsi qu'avec les productions sous abris chauffés dont l'énergie utilisée est principalement fossile et peut peser autour de 70% de l'impact total.

Concernant les fruits, les impacts sur le changement climatique sont plus importants pour les fruits à coques : rendement plus faible et pour certaines espèces phase de séchage.

D'autres catégorisations ont été simulées (figures 10 et 11), qui ont nécessité le retraitement des données de tonnage voire des facteurs d'émissions GES relatifs plus finement (fraise, melon, tomate, concombre, aubergine, poivron, courgette, salade).

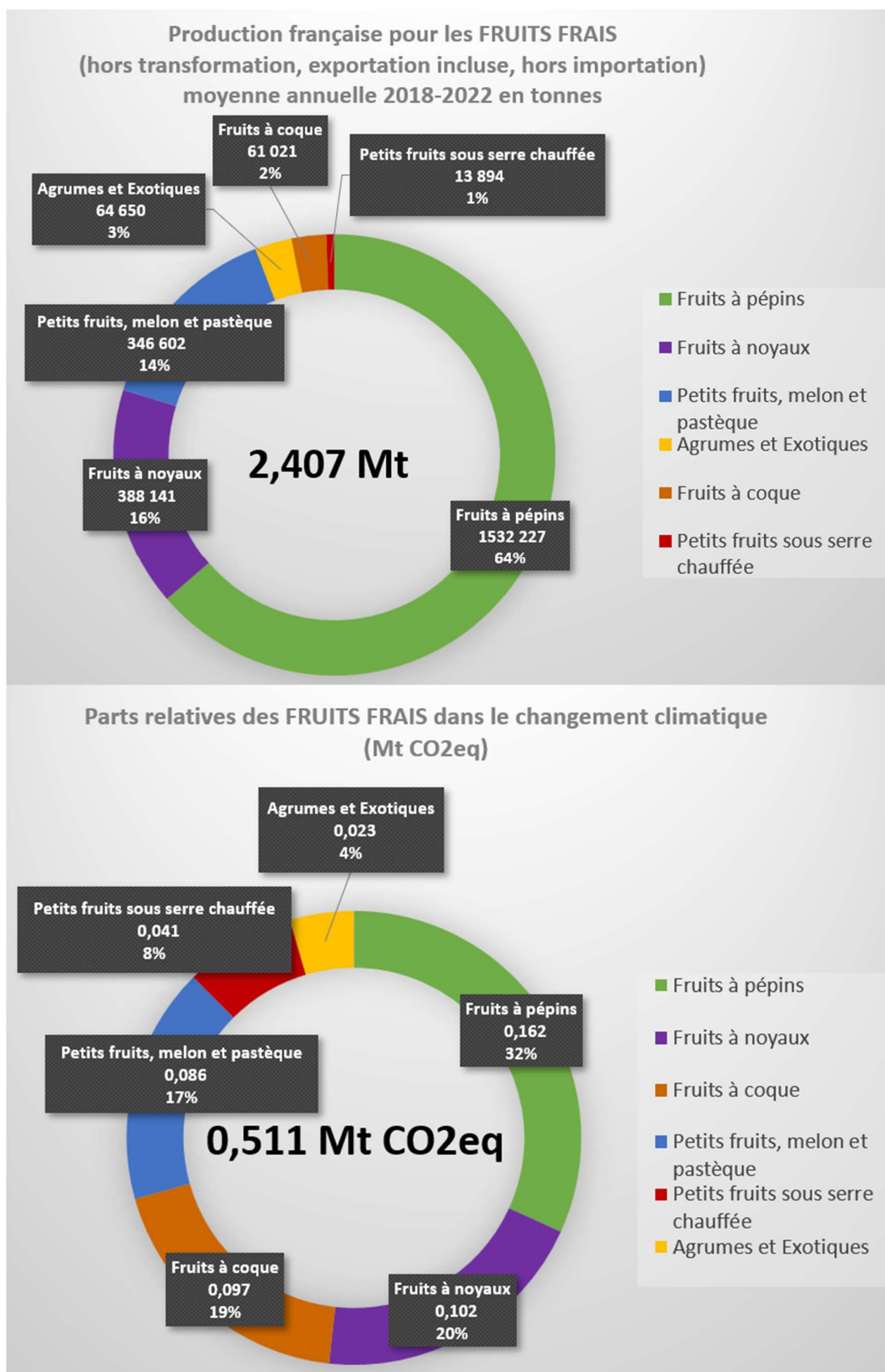


Figure 10 : Tonnage et impact GES des fruits, par familles regroupées

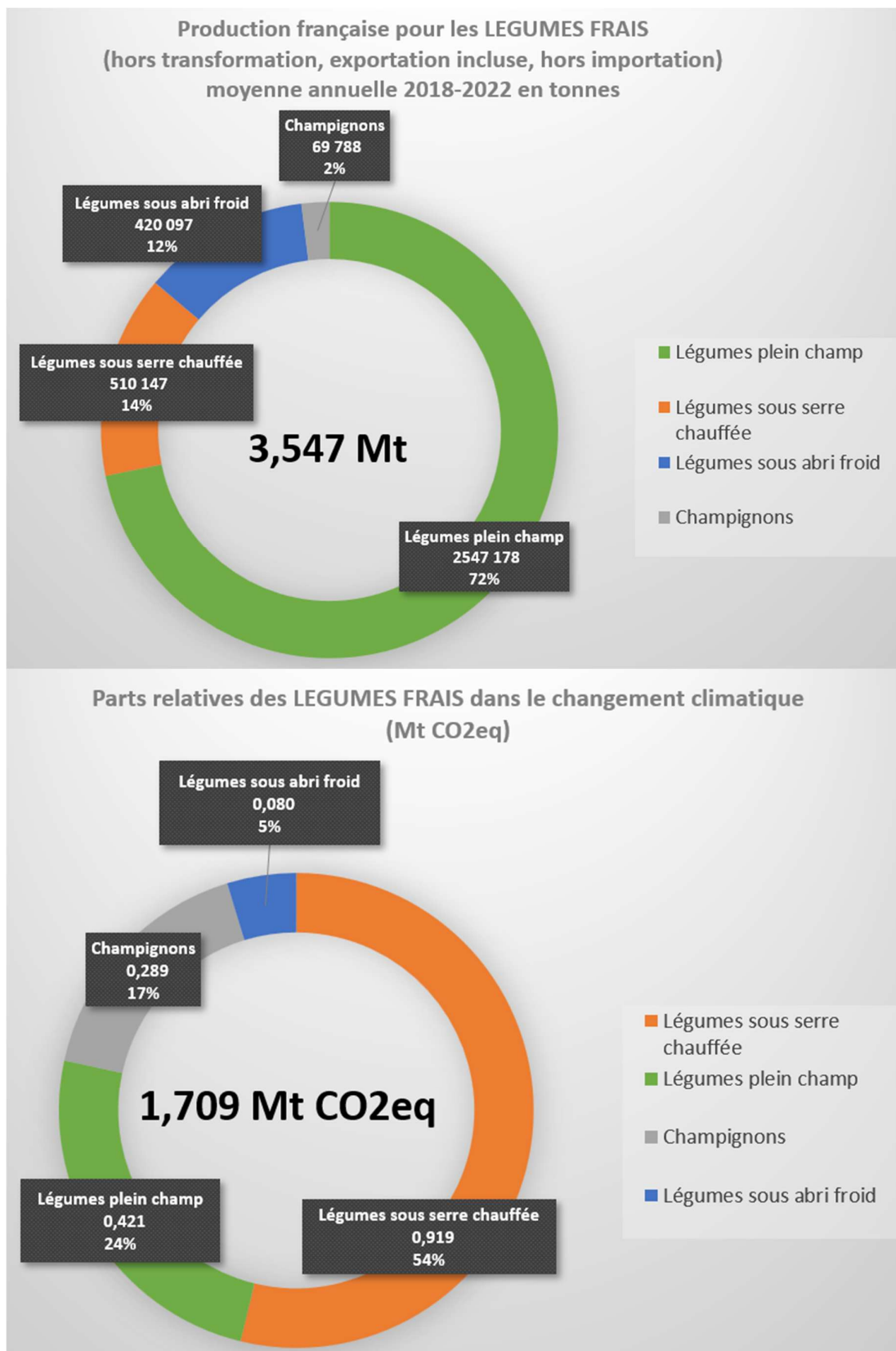


Figure 11 : Tonnage et impact GES des fruits, par familles regroupées

In fine, nous obtenons un total sortie champ/verger de **2,219 Mt CO₂eq pour la production française (métropole + agrumes et exotiques) annuelle de 5,954 Mt de fruits et légumes frais (hors banane hors pomme de terre).**

En 2021, l'inventaire national des émissions françaises de GES attribue à l'agriculture 18,4% de ses émissions, soit 76,5 Mt CO₂eq (CITEPA – Rapport Secten 2023).
En 2022, il s'agit de 18,7% soit 74,2 Mt CO₂eq (CITEPA – Rapport Secten 2024).
Pour la moyenne 2018-2022, nous avons obtenu 18,8% pour 77,6 Mt CO₂eq.

Il est difficile d'aligner parfaitement les périmètres et les hypothèses de modélisation de notre approche avec la méthodologie Secten, néanmoins **nous pouvons évaluer cet ordre de grandeur de 3% de la part de la production française des fruits et légumes frais (hors banane, hors pomme de terre) dans les GES de l'Agriculture en France, et moins de 0,6% des émissions nationales totales.**

L'expérience du CTIFL sur 14 espèces (tomate, chou-fleur, poireau, oignon, salade, courgette, carotte, endive, melon, pomme, poire, pêche, noix, fraise) initialement étudiées pour AGRIBALYSE dans le détail a conduit à cette synthèse d'ordre de grandeurs des postes contributeurs de GES pour la sortie champ/verger (présentation à la Ministre déléguée MASA – Carquefou 17 mai 2024) :

- lorsque recours à une serre chauffée, sa construction et l'énergie utilisée représentent 70% des GES,
- lorsque recours à un abri non chauffé, sa construction représente 20% des GES,
- hors abri, 40% des GES sont liés aux engrais (fabrication et émissions de GES directes et indirectes incluses) et 15% à 50% (pour les vergers très mécanisés) des GES sont liés à la mécanisation.

II.2 Chiffrage des leviers

Plusieurs leviers ont été simulés au niveau de l'exploitation elle-même.

II.2.1 Mécanisation

Les différents bilans carbone et analyses de cycle de vie réalisés par le CTIFL (Projet Greengo Pomme 2021-2023 [3], par exemple) montrent que l'impact sur le changement climatique lié aux passages des engins agricoles pour l'entretien des cultures, l'apport des engrais ou la protection des cultures est important et est de l'ordre de 15 à 50%. De récents travaux ont montré qu'il était possible d'utiliser des engins électriques, plateformes électriques, robot de désherbage. Les travaux de recherche sont toujours en cours sur le sujet.

La simulation a donc porté sur l'utilisation de plateformes électriques pour les vergers, robots désherbage (hors tracteurs) avec les réductions suivantes :

- Pomme à -20% GES
- Autres vergers et plein champ à -10% GES
- Tomate, concombre et fraise majoritairement Hors Sol inchangés

Les résultats montrent une réduction possible de 6%.

- -10,91% GES en Fruits
- -4,43% GES en Légumes

TOTAL F&L 2,088 Mt CO₂eq → -5,9%

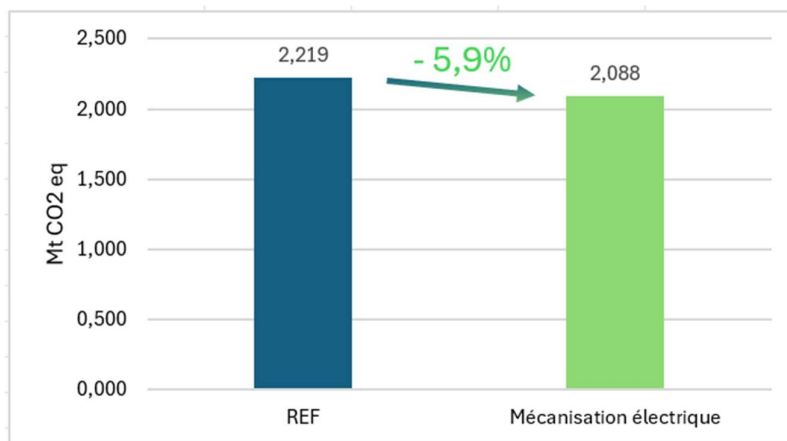


Figure 12 : Réduction de GES liés à la mécanisation

Concernant les investissements à l'échelle de la filière, il faut compter un coût de plateforme électrique d'environ 50 000 € HT, soit sur ensemble du verger de pommiers de **164 M€ HT** (1 machine pour 12 ha de vergers pomme), et en extrapolant sur l'ensemble des vergers **588 M€ HT** (sur base de 11 763 plateformes en circulation en France selon fiche opportunité C2E (certificats d'économies d'énergie) « plateforme électrique verger » – septembre 2024).

Ces équipements restent plus onéreux à l'achat que les versions thermiques actuelles avec un amortissement sur l'économie de carburant insuffisant à date), contrainte à laquelle s'ajoute une réorganisation du travail pour optimiser les distances et les cycles de recharge, pour autant à la réduction des GES s'ajoute comme bénéfice de la plateforme électrique le bien-être des salariés vis-à-vis de la suppression du bruit et des gaz d'échappement.

II.2.2 Fertilisation

Les différents bilans carbone et analyses de cycle de vie réalisés par le CTIFL montrent que l'impact sur le changement climatique lié à l'apport d'engrais est important dans la filière fruits et légumes, de l'ordre de 40%. De récents travaux ont montré qu'il était possible d'optimiser les apports sans réduire le rendement.

Les fruits et légumes sont des produits demandant des niveaux d'azote important. La simulation a donc porté sur la réduction de 10% d'apport en azote, considérant que le pilotage peut être optimisé par l'apport d'OAD (outil d'aide à la décision) sans affecter les rendements (entretiens avec des experts cultures).

Tous F&L -10% de fertilisation azote :

- -3% GES, sur les cultures hors sol (système déjà optimisé)

Les résultats montrent une réduction possible de 3% :

- -3% GES en Fruits
- -3% GES en Légumes

TOTAL F&L 2,153 Mt CO₂eq → -3,0%

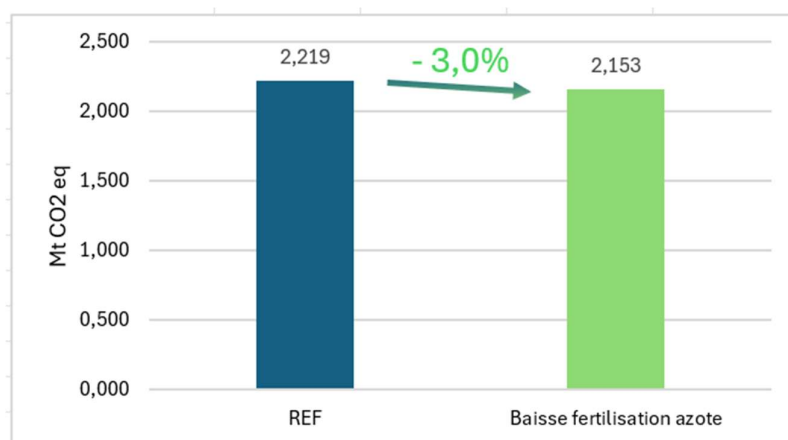


Figure 13 : Réduction de GES liés à la fertilisation

Le pilotage de l'irrigation ne présente pas de contraintes particulières pour être mis en place, mais nécessite l'achat de sondes (**tensiomètre à environ 40 € HT ; sonde capacitive à environ 800 € HT**) pour connaître l'état hydrique du sol, et ajuster les besoins d'irrigation de la culture. Un outil d'aide à la décision est également conseillé : méthode PILazo®, Nutriprune...

II.2.3 Isolation des serres

La mise en place d'écran thermique dans les abris permet de réduire le volume à chauffer et de réduire les déperditions par rayonnement. Actuellement, la majorité des abris sont équipés d'un écran thermique mais la mise en place d'un second écran et/ou d'un écran thermique plus performant permet d'augmenter l'économie d'énergie de 10%.

2nd écran thermique et optimisation de la gestion climatique par une meilleure adéquation des températures à la physiologie de la culture pour 100% des tonnages sous serres chauffées de Tomate, Concombre, Aubergine et Poivron, soit -20% kWh conso gaz :

- -15% GES pour la part sous serre chauffée

Les résultats montrent une réduction de 6,3% :

- les fruits ne sont pas concernés
- -8,22% GES en Légumes

TOTAL F&L 2,079 Mt CO2eq → -6,3%

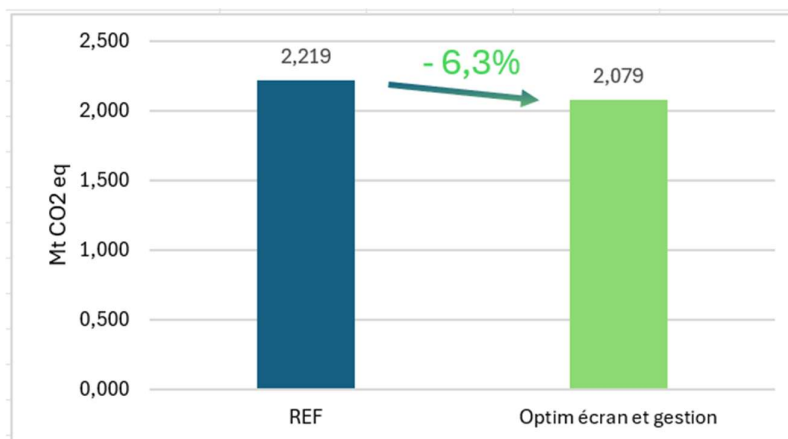


Figure 14 : Réduction de GES liés à la mise en place d'un 2^e écran thermique

La mise en place d'écran thermique plus performant ou d'un second écran et l'amélioration du pilotage peuvent s'envisager sur une large surface de serres. L'investissement est cependant de 10 €/m² au niveau de l'écran thermique, soit de **110 M€ sur 1100 ha de serres chauffées**.

Partant d'une consommation moyenne d'énergie de 341 kWh/m²/an (article CTIFL Grisey A., 2022) [4], cette réduction de 20% soit 68 kWh/m²/a par la pose du second écran, avec un coût de référence du gaz naturel de 0,05 euros HT/kWh, permet une économie de 3,41 euros/m².

De plus, il existe une fiche C2E AGRI-EQ-102 « Double écran thermique ».

A noter qu'on peut atteindre 40% d'économie de consommation de gaz avec un triple écran par rapport à une serre sans écran (Journée Tomate Concombre – Carquefou 9 septembre 2022).

II.2.4 Chauffage des serres par énergie fatale

Des réductions plus importantes pourraient être obtenues sur le parc de serres chauffées en substituant le gaz naturel par de l'énergie provenant de procédés industriels (dont les incinérateurs), appelée énergie fatale (Projet Greengo PERTOMCO, 2022-2024) [5] : la réduction est de 75% de GES mais ne peut s'adresser facilement à l'ensemble du parc de serres à ce jour. Il a donc été pris une hypothèse de 30% des volumes produits en serres chauffées (tonnages et non pas les surfaces, en Tomate, Concombre, Poivron et Aubergine).

Les résultats sont une réduction de 9,5% :

- les fruits ne sont pas concernés
- -12,34% GES en Légumes

TOTAL F&L 2,009 Mt CO₂eq → -9,5%

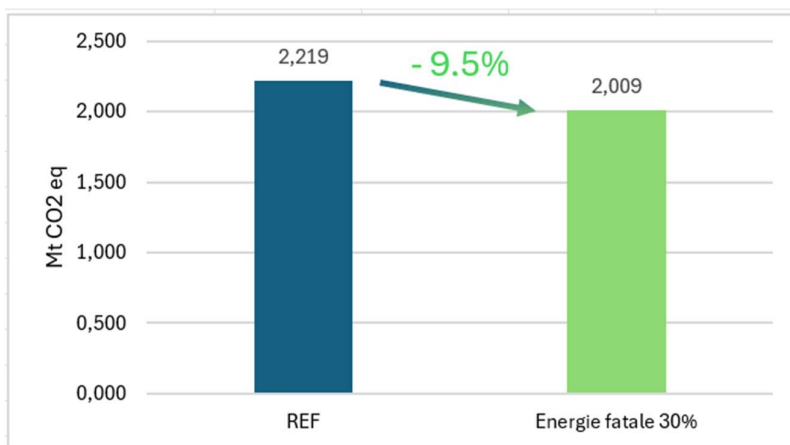


Figure 15 : Réduction de GES liés à l'énergie fatale

L'investissement dans de nouvelles serres est de l'ordre d'au moins **2 000 000 euros HT par hectare**, sans compter le raccordement et le foncier, ainsi que la disponibilité des terrains et la faisabilité des raccordements aux installations industrielles.

II.2.5 Combinaison de leviers

La combinaison des 3 premiers leviers, jugés les plus accessibles à moyen terme, à savoir mécanisation électrique, réduction de l'apport d'azote et mise en place d'un second écran thermique avec pilotage dans les serres, permet d'obtenir le résultat suivant :

- -13,58% GES en Fruits
- -15,26% GES en Légumes

TOTAL F&L 1,889 Mt CO₂eq => -14,9%

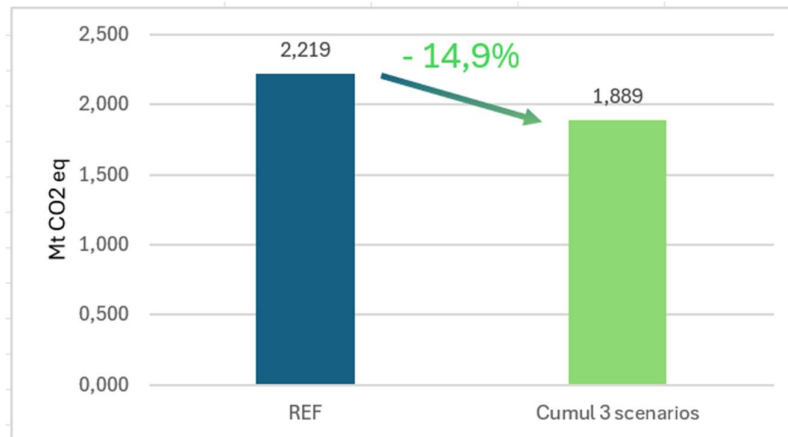


Figure 16 : Réduction de GES avec plusieurs leviers

En reprenant les coûts d'investissement précédents, nous arrivons à un total d'au moins **700 M€ HT**.

II.2.6 Stockage de carbone

En France on comptabilise 118 325 ha de vergers selon le dernier recensement Agreste 2022.

Selon la méthode Label bas Carbone Plantation de vergers, le stockage dans la biomasse des arbres sur 20 ans est en moyenne de 15 tonnes de carbone par ha soit 55 tonnes CO₂eq par ha soit un stockage annuel de 2,75 tonnes CO₂eq par ha et par an (Canaveira 2018, Projet MEDINET) [6] sur l'ensemble du verger en France le potentiel de stockage par an est donc de **0,3254 Mt CO₂eq**.

Concernant l'enherbement, on a un stockage de 490 kg de carbone par ha et par an soit 1796,7 kg CO₂eq par ha et par an (Chenu et al., 2014) [7]. Si on considère que la moitié des vergers sont enherbés, on obtient un potentiel de **0,1063 Mt CO₂eq**.

Ainsi, la filière peut mettre en avant un potentiel de stockage de **0,4317 Mt CO₂eq qui compense à hauteur de 20% le total des GES sortie exploitation**. À cela, le stockage dans les haies bordant très généralement les parcelles est à ajouter et va accroître ce stockage.

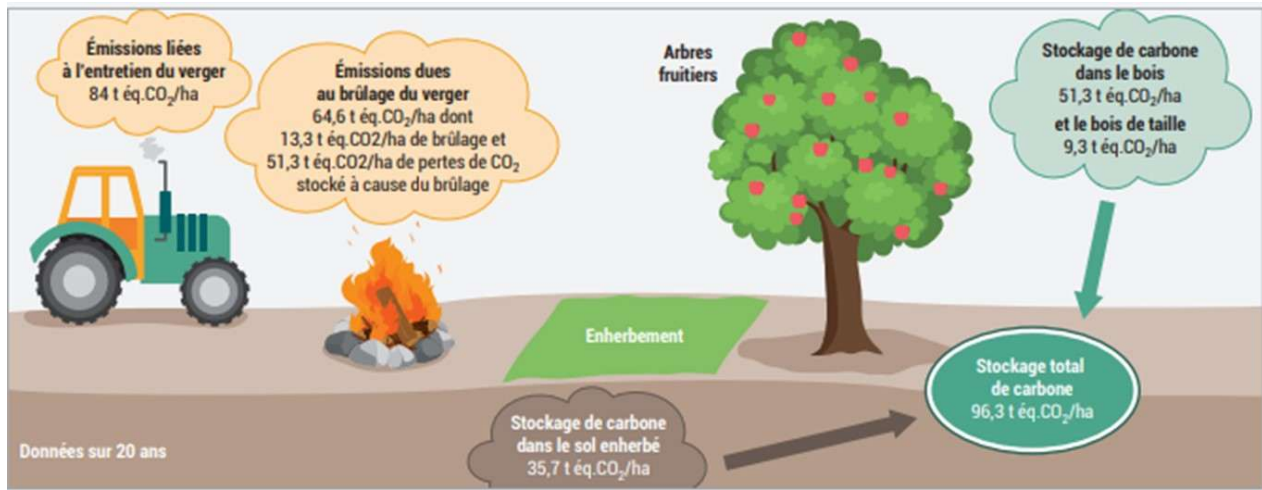


Figure 17 : Stockage en vergers, projet Greengo PEREN

Il convient, cependant, de ne pas brûler à la fin de vie du verger les arbres arrachés : le brûlage renvoie dans l'atmosphère l'ensemble du carbone stocké ainsi que 13,3 tonnes CO₂eq par ha de polluants liés à la combustion elle-même (combustion non stœchiométrique entre autre). Le coût d'un broyeur permettant d'incorporer les résidus sur les parcelles est d'environ 7 000 € HT par ha.

III – Approche du champ/verger à la mise sur le marché français pour le consommateur

Dans cette approche, il s'agit de comptabiliser les émissions de GES de la filière Fruits et Légumes frais, hors banane, hors pomme de terre, avec une approche mise sur le marché Français :

- en intégrant l'import
- en excluant l'export
- en ajoutant la logistique et les contingences post-récolte jusqu'au lieu de vente consommateur

L'approche va reprendre les données de la section précédente, largement issues d'Agribalyse 3.1.1, complétées par des données Ecoinvent et de la Base Empreinte de l'ADEME (Base Carbone, et Base Impact le cas échéant), cette dernière étant également basée sur le 6e rapport du Giec (mais sans prise en compte de la rétroaction climatique, par rapport à la méthode EF3.1 appliquée aux données AGB et Ecoinvent).

III. 1 Production hors France

Ce regroupement inclut la production des fruits et légumes importés en France, en soustrayant la portion réexportée.

Nous avons utilisé 2 fichiers-sources, portant des totaux d'importation différents :

- *Etude décarbonation - impact production import.xlsx*, donnant la moyenne annuelle sur 2018-2022 F&L frais hors banane hors pomme de terre, ventilée par espèces : 5 071 202 tonnes
- *Projet décarbonation, détail import sans légumes à cosse secs.xlsx*, donnant la moyenne annuelle sur 2018-2022 F&L frais hors banane hors pomme de terre, ventilée par pays d'origine : 4 841 019 tonnes (une fois enlevée la ligne France, qui correspondrait davantage à des retours qualité des exportations)

Sur chacun de ces totaux, nous avons soustrait les tonnages réexportés sur la même période :

- Selon le fichier *CTIFL_Ré-Export_2018-2023.xlsx*, pour les tonnages par espèces, couvrant une moyenne de 767 923 tonnes réexportés en moyenne sur 2018-2022 et en excluant la banane, laissant un total hors réexport de 4 303 279 tonnes de F&L frais hors banane, hors pomme de terre.
- Selon le fichier *Table volumes reexports espèces et origines V2.ods*, pour la conversion des tonnages par espèces en tonnages par pays d'origine, couvrant une moyenne de 682 825 tonnes réexportés, laissant un total hors réexport de 4 158 193 tonnes de fruits frais et légumes hors banane et plantain, pomme de terre, olive et hors légumes à cosse secs.

III.1.1 Sortie champ/verger Import hors réexport

Sur la base des 4 303 279 tonnes importées (hors réexport) et leur affectation par espèces, les 20 premiers tonnages ont été pris comme représentatifs de l'importation, couvrant 71,7% de ces tonnages importés hors réexport. Nous avons cherché les facteurs

d'émissions existants pour ces 20 espèces dans les bases de données auxquelles le CTIFL a accès : Agribalyse®, Ecoinvent, World Food Lca Data Base et Agri-footprint, en fonction de leurs pays d'origine principaux selon l'outil CTIFL « Production et échanges » (<https://production-echange.ctifl.fr/>) et en appliquant une règle de coupure à 75% sur le tonnage (import total, pas de soustraction du réexport à cette étape du traitement de données). La disponibilité des données a été un facteur limitant, aussi la situation est disparate, voici des exemples (non exhaustifs, mais qui permettent d'apprécier la variété des situations) :

- Tomate : 66,7% Maroc, 18,1% Espagne (total 84,7%)
 Tomate Espagne sous serre non chauffée en seule donnée disponible mais avec l'information qu'Agribalyse® utilise en proxy la donnée espagnole pour la tomate du Maroc.
 ⇒ 100% du tonnage d'importation utilise le facteur d'émission de cette tomate Espagne.
- Orange : 65,5% d'Espagne, 11,6% d'Afrique du Sud (total 77,1%)
 1 seule donnée Orange Espagne.
 ⇒ l'Orange Espagne sert alors de facteur d'émission pour 100% du tonnage d'importation.
- Clémentine et mandarine ; 63,8% Espagne, 14,1% Maroc (total 77,9%)
 On dispose d'une donnée Mandarine Espagne et d'une donnée Clémentine export Maroc.
 ⇒ alors le facteur d'émission est construit en pondérant ces deux facteurs d'émission et appliqué à 100% du tonnage d'importation.
- Pastèque : 51,0% Espagne, 37,2% Maroc (total 88,2%)
 Pas de données sur la pastèque, mais un proxy avec le Melon France dans Agribalyse®.
 ⇒ alors le facteur d'émission du Melon FR est utilisé par défaut pour 100% du tonnage d'importation.
- Avocat : 25,5% Pérou, 21,9% Espagne, 11,3% d'Israël, 8,6% du Mexique, 7,2% du Kenya, 5,4% du Maroc (total 80,0%)
 Nous n'avions pour autant qu'une donnée Monde (« GLO »).
 ⇒ facteur d'émission de l'Avocat monde qui a donc servi à tout le tonnage d'importation.
- Pomme : 27,2% Espagne, 19,2% Italie, 12,6% Pologne, 12,1% Belgique, 10,3% Chili (total 81,3%)
 Nous avons 2 données : Pomme Italie, et Pomme équivalent Monde (« RoW »).
 ⇒ alors facteur d'émission pondéré sur 19,2% Italie et 62,1% Monde, et utilisé pour 100% du tonnage d'importation.
- Carotte et Navet : 47,0% Belgique, 18,7% Espagne, 12,6% Pays-Bas (total 78,3%).
 2 facteurs d'émission hors France trouvés : Carottes et navets Belgique, Carotte Pays-Bas.
 ⇒ facteur d'émission pondéré sur 47,0% Belgique, et 12,6% Pays-Bas, et utilisé pour 100% du tonnage d'importation.

La tableau 6 indique les inventaires retenus, leur source et les facteurs d'émissions obtenus.

Compte rendu d'étude

ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

Espèce	Importation annuelle 2018-2022 hors réexport (tonnes)	Origines couvrant au moins 75% de l'import FR	Changement climatique (t CO2eq/t)	Inventaire	Source
Tomate	277 308	66,68% Maroc 18,05% Espagne	0,371	Tomato, fresh grade {ES} tomato production, fresh grade, in unheated greenhouse Cut-off, U - Copied from Ecoinvent S	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Orange	439 815	65,48% Espagne 11,64% Afrique du Sud	0,153	Orange, fresh grade, at farm {ES} - Adapted from WFLDB S	WFLDB repris par AGB3.1.1
Clémentine et mandarine	314 880	63,75% Espagne 14,11% Maroc	0,157	Mandarin {ES} mandarin production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent S Clementine, export quality, Souss, at orchard {MA} S	Ecoinvent repris par AGB3.1.1 ABG3.1.1 partie agriculture
Pastèque	181 288	51,01% Espagne 37,15% Maroc	0,172	Melon, national average, at farm gate {FR} U	ABG3.1.1 partie agriculture
Avocat	144 968	25,50% Pérou 21,93% Espagne 11,30% Israël	0,544	Avocado {GLO} production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Pomme	165 858	27,22% Espagne 12,58% Pologne 12,07% Belgique 10,28% Chili 19,18% Italie	0,138	Apple {RoW} apple production Cut-off, S Apple {IT} apple production Cut-off, S	Ecoinvent Ecoinvent
Melon	145 981	68,39% Espagne 24,13% Maroc	0,172	Melon, national average, at farm gate {FR} U	ABG3.1.1 partie agriculture
Poivron et piment doux	118 719	64,75% Espagne 22,62% Maroc	0,544	Bell pepper {GLO} bell pepper production, in unheated greenhouse Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1

Compte rendu d'étude

ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

Autres salades que laitues	139 155	70,88% Espagne 16,02% Italie	0,166	Lettuce {GLO} lettuce361 production Cut-off, U	Ecoinvent
Carotte et navet	120 054	47,02% Espagne 12,59% Pays-Bas 18,70% Espagne	0,058	Carrots and turnips, at farm {BE} Economic, U Carrot {NL} carrot production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U /	Agri-footprint Ecoinvent repris par AGB3.1.1 /
Courgettes	125 422	75,19% Espagne	0,184	Zucchini {GLO} zucchini production Cut-off, U	Ecoinvent
Citron jaune	125 924	74,83% Espagne 6,82% Afrique du Sud	0,118	Lemon {ES} lemon production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent S	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Ananas	131 569	54,57% Costa Rica 12,07% Côte d'Ivoire 12,43% Equateur	0,205	Pineapple, at farm {CR} - Adapted from WFLDB U Pineapple {GLO} production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	WFLDB repris par AGB3.1.1 Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Pêche, nectarine, brugnon	125 968	93,99% Espagne	0,067	Peach {ES} peach production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent S	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Oignon	79 176	26,17% Espagne 23,31% Pays-Bas 10,92% Belgique 8,89% Pologne 7,52% Italie	0,147	1 kg Onion {NL} onion production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Raisin	105 167	71,12% Italie 11,10% Espagne	0,122	Grape {RoW} grape production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
Laitue	101 663	81,78% Espagne	0,166	Lettuce {GLO} lettuce361 production Cut-off, U	Ecoinvent
Poire	104 805	25,91% Belgique 12,32% Pays-Bas	0,056	Pear {BE} pear production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent S	Ecoinvent repris par AGB3.1.1

		12,19% Italie		Pear, national average, at farm gate {FR} U	ABG3.1.1 partie agriculture
		13,85% Espagne		/	/
		11,88% Portugal		/	/
Kiwi	77 851	39,09% Nouvelle Zélande	0,379	Kiwi {GLO} production Cut-off, U - Adapted from Ecoinvent S	Ecoinvent repris par AGB3.1.1
		29,19% Italie			
		8,19% Grèce			
Concombre	61 327	75,81% Espagne	0,371	Tomato, fresh grade {ES} tomato production, fresh grade, in unheated greenhouse Cut-off, U - Copied from Ecoinvent U	Ecoinvent repris par AGB3.1.1

Tableau 6 : Facteurs d'émissions de changement climatique et volumes des 20 espèces de fruits et légumes les plus importées en France, sortie champ/verger

Les 71,7% de tonnages couverts par la production hors France des 20 premières espèces donne ainsi 0,6455 Mt CO₂eq. En extrapolant sur le tonnage de référence du tableau réajusté hors réexport soit 4 303 279 tonnes, nous obtenons **0,8999 Mt CO₂eq.**

III.1.2 Collecte hors France

Nous avons modélisé le transport des F&L en sortie champ ou verger vers une station ou coopérative, dans les pays d'origine.

Un facteur d'émission de Petit Porteur (7,5 T) Ambiant Direct issu des évaluations par CPV (via FRET21 adaptée de la base Carbone de l'ADEME), le même qu'en France (voir tableau 8 au chapitre III.2.1), a été retenu par soucis de simplification devant la multiplicité des pays d'origine, ce qui est une approche qu'on retrouve également dans Agribalyse® (avec des facteurs d'émission d'Ecoinvent).

En l'appliquant au tonnage d'import qui correspond à la production HORS France compilée par espèces, soit 4 303 279 tonnes qui seront importées hors réexport, et sur une distance moyenne estimée à 20km, nous obtenons **0,0177 Mt CO₂eq.**

III.1.3 Emballage hors France

Devant l'absence de données fiables sur les masses et natures d'emballage représentatives pour les F&L frais, il a été opté pour une estimation par défaut d'un impact GES moyen de 0,080 kg CO₂eq/kg de F&L frais, estimé des expériences des projets du CTIFL, retenu uniformément pour toutes les espèces.

Cette estimation s'appuie notamment sur les résultats documentés dans les projets cités dans le tableau 7, avec réajustement sur les kg de référence à considérer (amont sortie champ/verger).

Source	Indicateur changement climatique
GreenGO PEREN (2021-2023) amélioration environnementale de la pomme [3]	94 g CO ₂ eq/kg de pomme commercialisée
GreenGO PERTOMCO (2022-2024) amélioration environnementale de la tomate et du concombre sous abris [5]	56 g CO ₂ eq/kg de tomate grappe sortie station 84 g CO ₂ eq/kg de tomate petits fruits sortie station 57 g CO ₂ eq/kg de concombre sortie station
Projet INoPack (2021-2024) [8]	50 à 163 g CO ₂ eq/kg de fraise au magasin
Contribution à l'ACV de production de pêches et abricots (AOP Pêches et Abricots de France, 2023)	114 g CO ₂ eq/kg de pêche emballée prête à la consommation (dénoyautée) 82 g CO ₂ eq/kg de pêche (sortie station) 103 g CO ₂ eq/kg d'abricot emballé prête à la consommation (dénoyautée) 74 g CO ₂ eq/kg d'abricot (sortie station)

Tableau 7 : Facteurs d'émission logistiques pour l'emballage

En l'appliquant au tonnage d'import qui correspond à la production HORS France compilée par espèces, soit 4 303 279 tonnes qui seront importées hors réexport, nous obtenons **0,3443 Mt CO₂eq.**

III.1.4 Conservation post-récolte hors France

Il est fait l'hypothèse que les F&L destinés à l'import peuvent suivre malgré tout le circuit de post-récolte qui peut contenir une conservation au frais. Néanmoins nous supposons que pour l'import les temps de conservation seront courts (quelques jours), aussi seul le facteur d'émission estimé sur un temps court est retenu pour l'ensemble des F&L : 0,019 kg CO₂eq/kg.

Ce facteur d'émission a été obtenu à l'aide de l'outil 3EP de l'INRAE (Loiseau et al., 2020) – cf. § III.3.4 [9] mis à jour dans le cadre du projet Greengo PEREN (Pommes en France), dont le calcul prend en compte les infrastructures du stockage (équipements, eau) et les consommations électriques de conditionnement et de stockage. La valeur pour 1 mois de stockage est à 0,0218 kg CO₂eq/kg et passe à 0,019 pour 0,2 mois (soit 6 jours). On peut donc en déduire que cette valeur est plutôt majorante. L'outil 3EP a été notamment utilisé dans le projet GreenGo PEREN sur la Pomme, dont le rapport indique « L'impact de la durée de conservation est relativement peu important en France, compte tenu d'une électricité généralement peu émettrice de GES. Les émissions ne sont pas proportionnelles au temps de stockage dans la mesure où les besoins en froid et en énergie sont plus importants les

premiers jours suivant la récolte pour baisser la température des fruits parfois de plus de 25-30° C. »

La donnée étant issue d'une modélisation France, le mix électrique français plus favorable en GES aurait tendance à minorer les résultats, néanmoins nous aurions pu également considérer des expéditions en flux tendu après récolte sans aucun stockage post-récolte en dehors du transit en lui-même.

En l'appliquant au tonnage d'import qui correspond à la production HORS France compilée par espèces, soit 4 303 279 tonnes qui seront importées hors réexport, nous obtenons **0,0818 Mt CO₂eq**.

III. 2 Logistique hors France

Nous comptons ici un trajet moyen jusqu'au lieu d'expédition du pays d'origine, puis le transport jusqu'en France.

Dans cette optique, ce ne sont plus les espèces mais les pays d'origine que nous souhaitons documenter. Pour cela, nous nous concentrons dans cette partie sur la ventilation par Origines dont il est question à la section précédente.

III.2.1 Regroupement hors France

Les F&L étant peu vraisemblablement produits en toute proximité des ports, gares, aéroports et plateformes d'expéditions, il est légitime de considérer une distance de transport de transit et de regroupement dans les pays d'origine.

Dans le cadre d'Agribalyse®, la méthode s'appuie sur l'outil de calcul « DISTAPRO Tool for creating consumption mixes in AGRIBALYSE » (<https://doi.org/10.57745/NLXPDB>), dont la version 1.0 a été mise à disposition en décembre 2024. Dans cet outil, 96 pays se sont vus documentés un mix de transport interne au pays d'origine en km : Camion (100% des pays), Train (36 pays), Bateau-interne (20 pays), et pour le cas de la Chine uniquement, du Bateau-mer.

Néanmoins, dans le cadre de ce projet, nous avons utilisé des facteurs d'émission logistiques sélectionnés en cohérence avec la partie logistique France du Cabinet CPV, plutôt que les facteurs d'émission d'Agribalyse®, issus d'Ecoinvent : cf. tableau 8.

Type	Facteur d'émission GES (kg CO ₂ eq / t.km)	Source
Petit porteur (7,5T) ambiant direct	0,206097	FRET21 (traitement Cabinet CPV) – ADEME
Rail moyenne européenne	0,022600	FRET21 (traitement Cabinet CPV) – ADEME
Transport fluvial (par défaut avec 50% par pousseur 2300t et 50% par automoteur 600-1000t)	0,085600	Base Impact – ADEME
Porte-conteneur/Dry/Trans-Suez	0,007380	Base Carbone – ADEME

Tableau 8 : Facteurs d'émission logistiques pour le regroupement (à février 2025)

Ces facteurs d'émission GES ont été appliqués aux répartitions DISTAPRO d'Agribalyse®, à l'exception du Maroc que nous fixons à 20km au lieu de 300km (la zone de production principale pour l'export étant la région de Souss au sud d'Agadir). DISTAPRO ne couvrant que la moitié des pays pris en compte dans l'étude, sur les pays manquants, il a été appliqué un mix logistique du pays documenté le plus proche en zone géographique et en taille, ou pour les petits pays et les îles, leur rayon en km sur le routier uniquement.

Les tonnages hors exports par pays d'origine s'élevant à 4 158 193 tonnes, nous obtenons alors **0,1288 Mt CO2eq** (dont 90,70% camion, 2,17% train, 7,09% barge et 0,05% bateau).

Note : des méthodes alternatives ont été testées, mais s'avèrent minorantes :

- uniquement Camion sur des distances de 50 à 100km seulement, pour un total de 0,075 Mt CO2eq,
- méthode d'Agribalyse®, et de l'outil DISTAPRO avec ses facteurs d'émission d'origine (extrapolé néanmoins par nos soins par analogie pour près de la moitié des pays), pour un total de 0,122 Mt CO2eq.

Néanmoins, il est apparu nécessaire d'extrapoler ce résultat au tonnage majorant documenté par espèces : en retenant le tonnage de référence de 4 303 279 tonnes importées hors réexport, nous obtenons alors **0,1333 Mt CO2eq**.

III.2.2 Transport hors France

Il s'agit du transport du pays d'origine vers la France. La modélisation DISTAPRO n'a pas été retenue en faveur de mix spécifiques été évalués en concertation avec la CSIF et INTERFEL.

L'approche retenue est la suivante :

- le transport depuis les Pays d'Europe + Royaume-Uni + Turquie est 100% en camion réfrigéré. Point d'arrivée Perpignan, Lyon, Strasbourg ou Lille selon le cas de figure. Les distances routières ont été évaluées avec <https://www.viamichelin.fr/>.
- le transport depuis le Maroc est en camion réfrigéré passant par Gibraltar.
- le transport depuis les autres pays méditerranéens est maritime à destination de Marseille, ou Sète en approximation de Port-Vendres pour l'Algérie.
- le transport depuis les autres pays est à destination de Rotterdam, par voie maritime, complété par un transport en camion réfrigéré jusqu'au MIN de Lomme (Lille). Les canaux de Suez et de Panama ont été retenus lorsqu'ils proposaient le trajet le plus court sur le calculateur en ligne <https://sea-distances.org/> (pas de problèmes majeurs de piraterie sur Suez pour la période de référence 2018-2022).
- les longues distances sont réparties entre bateau et avion, ce dernier représentant entre 0 et 10% selon les avis de la CSIF. Les distances Avion ont été évaluées avec <https://fr.distance.to/>.

Néanmoins, les 177 pays d'origine n'ont pas pu être comptabilisés individuellement : les 33 pays Européens ou assimilés (Royaume-Uni et Turquie) ont été évalués, ainsi que tous les pays dont le tonnage d'import hors réexport était au-dessus de 10 000 tonnes pour la moyenne 2018-2022, soit 23 pays supplémentaires.

Le tableau 9 présente les hypothèses ainsi retenues.

Compte rendu d'étude

ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

Pays d'origine	% camion	Distance camion	% bateau	Distance bateau	% avion	Distance avion	Commentaires
Espagne	100%	752 km					Madrid vs Perpignan
Maroc	100%	2081 km	100%	60 km			Agadir -> Perpignan + Traversée Gibraltar
Italie	100%	2141 km					Rome vers Lyon
Belgique	100%	94 km					Zeebruges vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille
Pays-Bas	100%	231 km					Rotterdam vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille
Afrique du Sud	100%	236 km	100%	11414 km			Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Port de Cape Town (le Cap) vers Rotterdam
Portugal	100%	1379 km					Lisbonne vers Perpignan
Costa Rica	100%	236 km	100%	9047 km			Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Puerto Limon vers Rotterdam
Israël			100%	2954 km			Port d'Ashdod à défaut de Tel Aviv
Pologne	100%	1110 km					Lodz vers Strasbourg
Pérou	95%	236 km	95%	11445 km	5%	10275 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Port Callao proche de Lima et route la plus courte via la canal de Panama vers Rotterdam / Lima vers Paris CDG
Allemagne	100%	330 km					Nuremberg vers Strasbourg
Etats-Unis	98%	236 km	98%	11298 km	2%	8409 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + 60% Los Angeles et 40% Miami vers Rotterdam / 60% Los Angeles et 40% Miami vers CDG
Turquie	100%	2721 km					Ankara vers Strasbourg
Chili	97%	236 km	97%	14816 km	3%	11666 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Puerto Montt vers Rotterdam / Santiago vers CDG
Nouvelle Zélande	100%	236 km	100%	20933 km			Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Tauranga vers Rotterdam
Tunisie			100%	865 km			Tunis/La Goulette vers Marseille
Brésil	95%	236 km	95%	10056 km	5%	9422 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Santos vers Rotterdam / Sao Paulo vers CDG
Côte d'Ivoire	95%	236 km	95%	6908 km	5%	4898 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Abidjan vers Rotterdam / Abidjan vers CDG
Egypte			100%	2602 km			Alexandria vers Marseille
Mexique	100%	236 km	100%	9453 km			Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Veracruz vers Rotterdam
Algérie			100%	748			Alger vers Sète (à défaut de Port Vendres)
Argentine	98%	236 km	98%	11744 km	2%	11072 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Buenos Aires vers Rotterdam / Buenos Aires vers CDG
Royaume Uni	100%	378 km					Bedford vers Lille (dont min 50km en train ou ferry)
Chine	100%	236 km	100%	20468 km			Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Tianjin vers Rotterdam
Kenya	95%	236 km	95%	11599 km	5%	6487 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Mombasa vers Rotterdam / Nairobi vers CDG

Compte rendu d'étude

ÉTUDE DES POTENTIALITÉS DE RÉDUCTION DES GES DU CHAMP À L'ASSIETTE EN FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

Colombie	95%	236 km	95%	8493 km	5%	8643 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Cartagène vers Rotterdam / Bogota vers CDG
Équateur	95%	236 km	95%	10514 km	5%	9376 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Guayaquil vers Rotterdam / Quito vers CDG
Inde	95%	236 km	95%	14751 km	5%	7839 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Calcutta vers Rotterdam / Calcutta vers CDG
Vietnam	90%	236 km	90%	16546 km	10%	10114 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Ho Chi Minh vers Rotterdam / Ho Chi Minh vers CDG
Madagascar	100%	236 km	100%	12701 km			Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Toamasina vers Rotterdam
Sénégal	95%	236 km	95%	4782 km	5%	4228 km	Rotterdam Havens vers Rue du MIN de Lomme, 59160 Lille + Dakar vers Rotterdam / Dakar vers CDG
Grèce	100%	2163 km					Athènes vers Lyon (via Italie, traversée assimilée camion)
Ukraine	100%	2029 km					Kiev vers Strasbourg
Moldavie	100%	2094 km					Chisinau vers Strasbourg
Suisse	100%	305 km					Berne vers Lyon
Roumanie	100%	1840 km					Bucarest vers Strasbourg
Serbie	100%	1376 km					Belgrade vers Strasbourg
Autriche	100%	763 km					Vienne vers Strasbourg
Croatie	100%	1057 km					Zagreb vers Lyon
Albanie	100%	1600 km					Tirana vers Lyon (via Italie, traversée assimilée camion)
Luxembourg	100%	212 km					Luxembourg vers Strasbourg
Suède	100%	1604 km					Stockholm vers Lille
Hongrie	100%	1013 km					Budapest vers Strasbourg
Bulgarie	100%	1839 km					Sofia vers Lyon
Lituanie	100%	1842 km					Vilnius vers Lille
République Tchèque	100%	605 km					Prague vers Strasbourg
Biélorussie	100%	1940 km					Minsk vers Lille
Slovénie	100%	923 km					Ljubljana vers Lyon
Monténégro	100%	1579 km					Podgorica vers Lyon
Danemark	100%	999 km					Copenhague vers Lille
Macédoine	100%	1878 km					Skopje vers Lyon
Slovaquie	100%	835 km					Bratislava vers Strasbourg
Bosnie Herzégovine	100%	1457 km					Sarajevo vers Lyon
Finlande	100%	2095 km					Helsinki vers Lille (traversée Baltique assimilée camion)
Lettonie	100%	2058 km					Riga vers Lille

Tableau 9 : Mix des modes de transport et distances retenus par pays d'origine

Ainsi, 80,92% des tonnages pris en compte ont un transport essentiellement en camion, 18,74% en bateau, et seulement 0,34% des tonnages sont transportés par avion. On obtient ainsi 0,5535 Mt CO₂eq, dont 48,7% par le camion, 19,4% par le bateau et 31,9% par l'avion.

Cette évaluation couvrirait néanmoins 98,21% des tonnages importés hors réexport. Les 1,79% restants ont été extrapolés selon un mix 95% Bateau et 5% Avion (étant donnée l'origine lointaine hors Europe), sur les moyennes arithmétiques bateau (9848 km) et avion (8536 km) précédemment obtenues. Cette correction aboutit alors à 79,47% des tonnages

transportés essentiellement en camion, 20,11% en bateau, et 0,43% des tonnages transportés par avion.

Comme pour le regroupement hors France, des facteurs d'émission spécifiques cohérents avec l'étude CPV sur la partie logistique France ont été sélectionnés (tableau 10). Ces choix pourront être revus lorsque les bases Carbone/Impact/Empreinte de l'ADEME auront évolué sur le volet logistique (possible convergence à terme avec Ecoinvent et/ou le PEF).

Type	Facteur d'émission GES (kg CO ₂ eq / t.km)	Source
Semi (44T) frais direct	0,078	FRET21 (traitement Cabinet CPV) – ADEME
Porte-conteneur/Reefer/Valeur moyenne	0,014	Base Carbone – ADEME
Avion mixte	1,420	FRET21 (traitement Cabinet CPV) – ADEME

Tableau 10 : Facteurs d'émission logistiques pour le transport vers la France (à février 2025)

Les tonnages hors exports par pays d'origine s'élevant à 4 158 193 tonnes, nous obtenons alors **0,6083 Mt CO₂eq** (dont 44,3% camion, 19,3% bateau et 36,4% avion).

Néanmoins, il est également apparu nécessaire d'extrapoler ce résultat au tonnage majorant documenté par espèces : en retenant le tonnage de référence de 4 303 279 tonnes importées hors réexport, nous obtenons alors **0,6295 Mt CO₂eq**.

III. 3 Production France

Comme pour la production hors France, les tonnages sont approchés sur une moyenne 2018-2022 de la production en France.

Les tonnages attribués à la transformation sont soustraits, ainsi que la part destinée à l'export.

Comme dans le chapitre II, par « production en France », il faut comprendre : production sur le sol Métropolitain à laquelle nous ajoutons la production des agrumes documentés (Citron, Clémentine Mandarine, Orange, Pamplemousse Pomelo), et des exotiques documentés (Ananas, Avocat, Mangue Goyave et Mangoustan), tout en restant hors Pomme de terre et hors Banane. Ce périmètre fait que nous négligeons une production des F&L de type métropolitain dans les territoires d'Outre-mer, mais leur proportion reste vraisemblablement minime.

Le chapitre II.1 a permis d'approcher l'impact de la production France sur le périmètre défini initialement (hors pomme de terre et banane, hors transformation) mais en conservant les volumes destinés à l'export afin de s'inscrire en cohérence avec la méthodologie Secten. Le

tonnage final est de 5 953 745 tonnes (2 406 535 en Fruits et 3 547 210 en Légumes) selon les données de la DP2E du CTIFL.

La suite du travail vise à identifier le volume de référence de production France destiné à la consommation française afin d'évaluer l'impact de la logistique.

Cette donnée est documentée sur la même période moyenne 2018-2022 par Interfel à 4 545 855 tonnes, en cohérence avec le tonnage attendu en lien avec le diagramme de la distribution 2018 utilisé comme référence pour la partie logistique avec le cabinet CPV (voir chapitre III.4).

Afin de conserver cette cohérence, un réajustement est effectué sur le volume obtenu au chapitre II.1 : les volumes de production française destinés à l'export documentés sont arbitrairement majorés (x1,7) afin de retomber sur les 4 545 855 tonnes de F&L en production France hors export attendus, sans modifier les proportions entre les espèces.

Les pertes en post-récolte et sur la chaîne logistique pourraient contribuer à expliquer cet écart et pourront faire l'objet d'un approfondissement dans une révision future de cette étude (l'étude Interfel/FranceAgriMer sur les pertes et gaspillage étant menée en parallèle courant 2025).

Le tableau 11 indique les tonnages de références obtenus selon ce protocole.

Type	Espèce	Production moyenne annuelle (2018-2022) France métropolitaine + Agrumes et Exotiques hors transformation hors export (tonnes)
Fruits	Abricot	59 875
Légumes	Ail	17 003
Fruits	Amande	2 029
Fruits	Ananas	10 079
Légumes	Artichaut	17 984
Légumes	Asperge	17 477
Légumes	Aubergine	41 307
Légumes	Avocat	86
Légumes	Betterave potagère (dont cuite sous vide)	154 348
Légumes	Brocoli	8 123
Légumes	Carotte	297 800
Fruits	Cassis & Myrtille	1 648
Légumes	Céleri branche	21 651
Légumes	Céleri rave	47 235
Fruits	Cerise	17 858
Légumes	Champignons de couche	68 910
Fruits	Châtaigne & Marron	4 436
Légumes	Chicorées (scaroles et frisées y.c 4G)	12 107
Légumes	Chou-fleur	20 437
Légumes	Choux autres (choux pommés, rouges et blancs y.c. choux à choucroute)	90 740
Légumes	Choux de Bruxelles	8 911
Fruits	Citron	3 533
Légumes	Citrouille & Potiron	176 507
Fruits	Clémentine & Mandarine	36 406

Légumes	Concombre	174 089
Légumes	Courgette	158 160
Légumes	Echalotte	13 986
Légumes	Endive	129 807
Légumes	Epinard	17 061
Légumes	Fenouil	16 783
Fruits	Figue	6 449
Fruits	Fraise	70 889
Fruits	Framboise	3 656
Fruits	Groseille	877
Légumes	Haricot à écosser et demi-secs	7 792
Légumes	Haricot vert	53 153
Fruits	Kiwi	32 726
Légumes	Laitues (pommée et romaine) y.c 4G	156 708
Légumes	Mâche	4 839
Légumes	Maïs	6 333
Fruits	Mangue, Goyave et Mangoustan	4 145
Fruits	Melon	236 786
Légumes	Navet	44 121
Fruits	Noisette	7 601
Fruits	Noix	1 193
Légumes	Oignon	359 734
Fruits	Orange	3 417
Fruits	Pamplemousse & Pomelo	7 070
Fruits	Pastèque	16 070
Fruits	Pêche (hors pavie) & Nectarine	189 189
Légumes	Petits pois	36 566
Fruits	Poire de table	92 551
Légumes	Poireau	141 523
Légumes	Poivron	26 403
Fruits	Pomme de table	690 720
Fruits	Prune	51 983
Légumes	Radis	55 123
Fruits	Raisin de table	43 604
Légumes	Salades autres (et cresson)	43 336
Légumes	Tomate	504 991
Légumes	Truffe	non calculable

Tableau 11 : Production moyenne annuelle (2018-2022) française hors transformation hors export

III.3.1 Sortie champ/verger France

Les facteurs d'émission ont été pris dans Agribalyse®, incluant les 14 espèces étudiées précédemment par le CTIFL dans le cadre du Projet InCyVie d'Agribalyse, des espèces étudiées par d'autres organismes (Gingko21) dans le cadre du même projet, des proxis utilisés par Agribalyse® faute de données (ex : noix pour la châtaigne, melon pour la pastèque, cerise pour la prune...) dont certains ont pu être modifiés par le CTIFL (ex : concombre et aubergine rebasculés sur un mix chauffé/non chauffé selon les statistiques de l'AOP Tomate-Concombre, Cassis et myrtille sur une donnée canadienne plutôt qu'un proxie Fraise ou Framboise...), et enfin l'emploi de données Ecoinvent, World Food Lca Data Base et Agrifoot-print de pays étranger ou monde, selon la disponibilité (voir le tableau 4 du chapitre II.1 pour les facteurs d'émission).

En croisant les tonnages du tableau 11 avec les facteurs d'émission du tableau 4, nous obtenons **1,9168 Mt CO2eq**.

III.3.2 Collecte France

Comme pour l'import, nous avons modélisé le transport des F&L en sortie champ ou verger vers une station / coopérative en France.

Un facteur d'émission de Petit Porteur (7,5 T) Ambiant Direct (tableau 8 du chapitre III.2.1) issu des évaluations par CPV (via FRET21 adaptée de la base Carbone de l'ADEME) a été retenu, pour une distance de 20km.

En l'appliquant au tonnage de production française hors transformation hors export, soit 4 545 855 tonnes, et sur une distance moyenne estimée à 20km, nous obtenons **0,0187 Mt CO2eq**.

III.3.3 Emballage France

Comme pour l'import, devant l'absence de données fiables sur les masses et natures d'emballage représentatives pour les F&L frais, il a été opté pour une estimation par défaut d'un impact GES moyen de 0,080 kg CO2eq/kg de F&L frais, estimé des expériences des projets du CTIFL, appliqué uniformément (voir tableau 7 du chapitre III.1.3).

En l'appliquant de production française hors transformation hors export, soit 4 545 855 tonnes, nous obtenons **0,3637 Mt CO2eq**.

III.3.4 Conservation post-récolte France

Les étapes de post-récolte ne sont pas modélisées dans Agribalyse® non plus à l'heure actuelle. Néanmoins, nous avons estimé qu'elles ne comportaient pas d'impacts GES significatives en dehors de la conservation.

Comme dans la partie III.1.4, nous avons utilisé l'outil 3EP de l'INRAE (Loiseau et al., 2020) [9], mis à jour dans le cadre du projet Greengo PEREN (Pommes en France), pour estimer le facteur d'émission de la conservation en chambre froide, intégrant les infrastructures du stockage (équipements, eau) et les consommations électriques de conditionnement et de stockage. A la modalité de conservation courte (0,2 mois, soit 6 jours) nous avons ajouté une modalité longue (6 mois), donnant respectivement 0,019 kg CO2eq/kg et 0,036 kg CO2eq/kg.

La DVT du CTIFL a caractérisé les tendances de conservation des espèces, conduisant à catégoriser en « long » les suivantes : Pomme, Poire, Kiwi, Citrouille & Potiron, Oignon, Carotte, Echalotte, Ail, soit environ 37% des tonnages, tandis que les autres sont catégorisées en « court » (63% des tonnages).

En les appliquant aux tonnages correspondants, nous obtenons **0,1149 Mt CO2eq**.

III. 4 Logistique France

À cette étape, il n'y a plus de distinction entre la provenance France ou Import. Le flux est déjà sur le territoire métropolitain et nous suivons le diagramme des flux 2018 du CTIFL [10] :

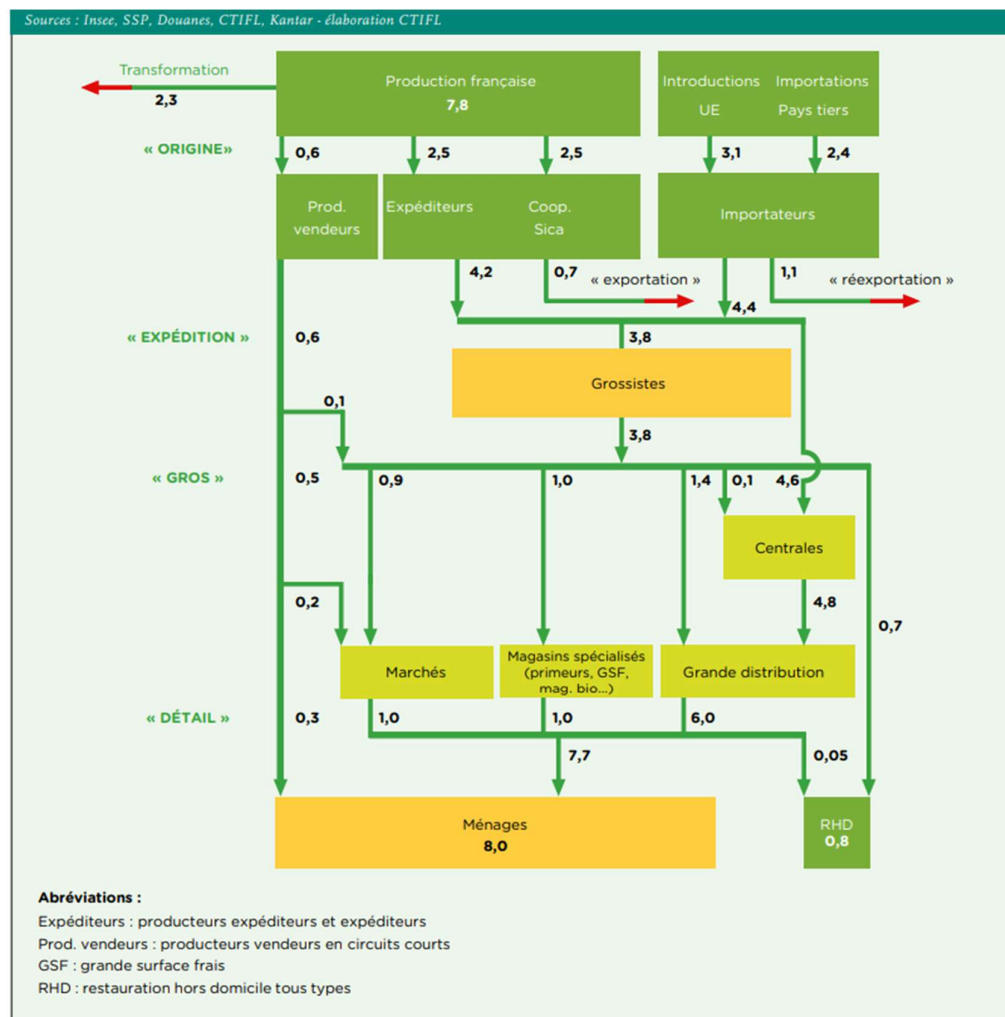


Figure 18 : Diagramme de la distribution des fruits et légumes en France, volume en millions de tonnes à chaque stade – Année 2018

III.4.1 Mûrisserie Mangue et Avocat

Les quantités relevées sont, en moyenne annuelle sur 2018-2022 :

- pour l'Avocat : 86 tonnes France + 144 968 tonnes Import Hors réexport.
- pour la Mangue (catégorie Manque, Goyave et Mangoustan) : 4 145 tonnes France + 52 505,14 tonnes Import Hors réexport.

On considère, ce qui est une approche conservatrice, que la totalité du tonnage passe en mûrisserie, soit 201 704 tonnes. On considère également que les mûrisseries pour le marché français sont au plus proche de leur marché, donc en France.

En l'absence de consommations connues, nous avons pu utiliser un outil interne de modélisation de chambre froide, dont la modélisation donne une consommation électrique de 0,088 kWh/kg sur 7 jours (durée maximum reportée par le CIRAD, à une température de 20 à 22°C). L'impact de l'infrastructure est ici négligé, mais considérant un facteur d'émission électrique français, et des tonnages tout à fait minimes à l'échelle de l'étude, il semble légitime de ne pas s'attarder sur cette donnée manquante.

En utilisant le facteur d'émission électrique France dans Agribalyse 3.1.1, issu d'Ecoinvent, Electricity, low voltage {FR}| market for | Cut-off, S - Copied from Ecoinvent U à 0,0859 kg CO₂eq/kWh, nous obtenons un total de **0,0015 Mt CO₂eq**.

III.4.2 Conservation en chambre froide France

Les F&L frais voyagent en conditions réfrigérées, et sont conservés dans les entrepôts intermédiaires également réfrigérés pour les conserver optimalement jusqu'au lieu de vente. Nous considérons ici deux lieux majeurs de transit : le grossiste et la centrale de distribution, évalués dans le diagramme des flux 2018 [10] ainsi :

- 3,8 Mt de F&L qui passent par les grossistes
- 4,8 Mt de F&L qui passent par des centrales

Contrairement à l'étape de post-récolte pour certaines espèces, nous sommes à ce stade dans un transit de courte durée : nous avons pu voir précédemment une base de 0,019 kg CO₂eq/kg en temps court (0,2 mois soit 6 jours, voir chapitres III.1.4 et III.3.4), ce qui peut correspondre à l'étape grossiste comme à l'étape plateforme de distribution.

Sur la base de ces 2 tonnages (8,6 Mtonnes), nous obtenons alors **0,1634 Mt CO₂eq**.

Il s'agit ici d'une approche transversale permettant de réaliser une estimation à l'échelle de la filière. Ces travaux ont été complétés par un travail dédié, mené avec l'appui du cabinet CPV avec une approche individuelle à destination des opérateurs afin de leur permettre de réaliser une estimation personnalisée de leurs émissions de GES sur la partie logistique de leurs activités (cf. section suivante).

III.4.3 Transport France

L'étude sur le périmètre France métropolitaine menée en 2024 par le Cabinet CPV, dans le cadre de ce projet Interfel, utilise le modèle FRET21 qui s'appuie sur la Base Carbone de l'ADEME, et adapté spécifiquement au secteur du transport de marchandises. Sur la base de collectes de données terrain pour sélectionner et ajuster les données au plus proche de la réalité, le résultat en GES est le suivant : **pour 8,8 Mtonnes de F&L distribuées sur le territoire français, 0,5873 Mt CO₂eq sont émises**.

Ces travaux complémentaires font l'objet de publications dédiées permettant de détailler la méthodologie de travail et les principaux résultats obtenus.

Les principales étapes de travail sont décrites ci-dessous :

Étape 1 : Définition du périmètre, collecte et analyse des pratiques logistiques existantes

Étape 2 : Modélisation des flux et calcul du bilan des émissions de GES de la filière

Étape 3 : Étude et inventaire des leviers potentiels de réduction des émissions de GES sur la filière

Étape 4 : Estimation des réductions d'émissions des GES sur la filière

Étape 5 : Création d'une calculatrice des émissions de GES à l'échelle d'une entité + potentiels de réduction selon le mix énergétique choisi

Accéder aux outils :

- Synthèse de l'étude « Potentialités de décarbonation et de réduction des gaz à effet de serre (GES) filière fruits et légumes frais » – volet logistique :

<https://www.interfel.com/services/documentation/?digital-platform-search%5Bs%5D=synthese+d%C3%A9carbonation+gaz+%C3%A0+effet+de+serre>

- Plaque technique de l'étude :

<https://www.interfel.com/services/documentation/?digital-platform-search%5Bs%5D=plaque+d%C3%A9carbonation+gaz+%C3%A0+effet+de+serre>

- Calculette d'émissions de CO₂ et des leviers de décarbonation :

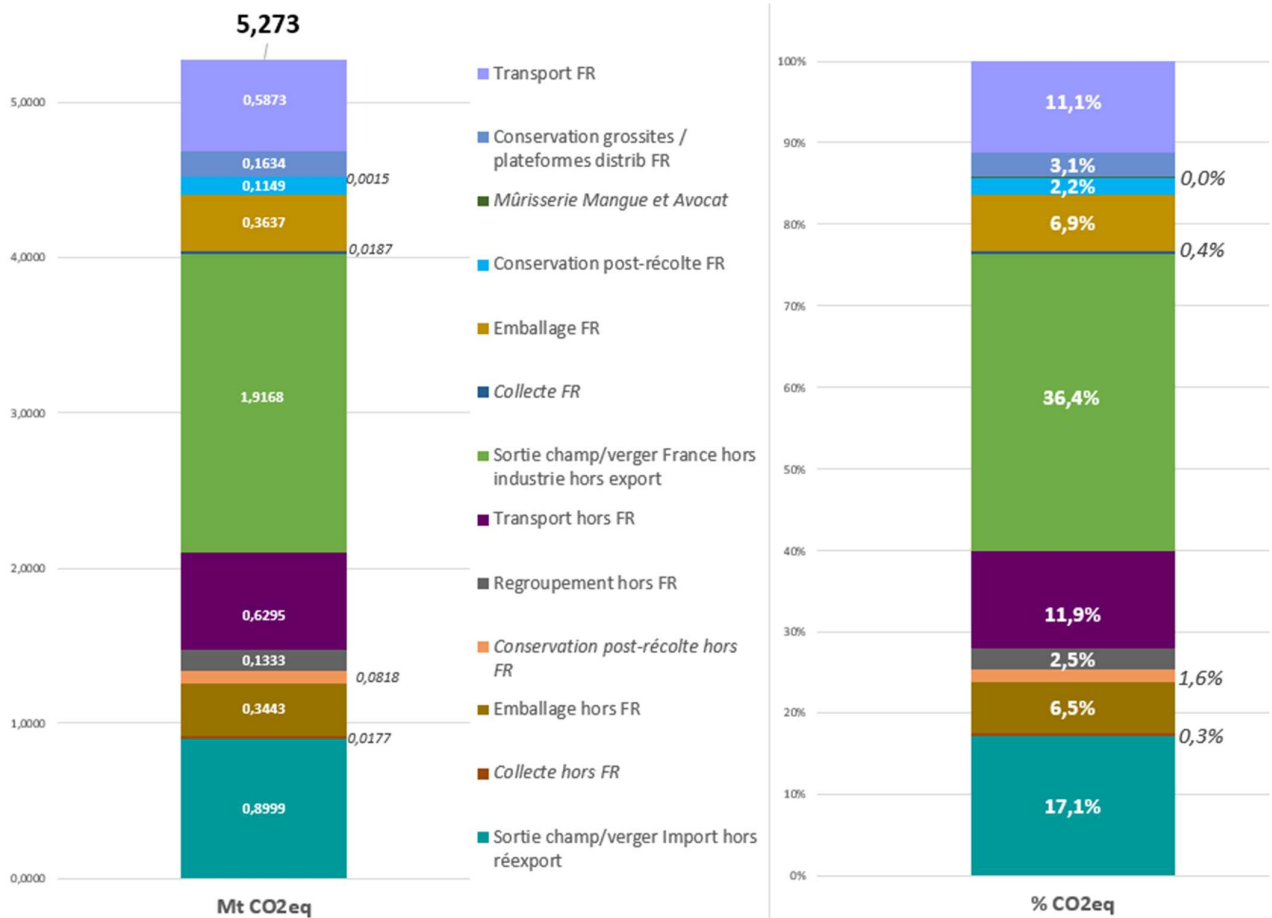
<https://www.interfel.com/services/documentation/?digital-platform-search%5Bs%5D=calculette+co2>

III. 5 Synthèse

Le tableau 12 et la figure 19 présentent les résultats en émissions de Gaz à Effet de Serre (équivalents CO₂) au total et par contribution.

		Mt CO ₂ eq	% CO ₂ eq	Tonnages de référence		
Production HORS France	Sortie champ/verger Import hors réexport	0,8999	17,1%	4 303 279		
	Collecte hors FR	0,0177	0,3%	4 303 279		
	Emballage hors FR	0,3443	6,5%	4 303 279		
	Conservation post-récolte hors FR	0,0818	1,6%	4 303 279		
Logistique HORS France	Regroupement hors FR	0,1333	2,5%	4 303 279		
	Transport hors FR	0,6295	11,9%	4 303 279		
Production France	Sortie champ/verger France hors industrie hors export	1,9168	36,4%	4 545 855	8 849 134	tonnes de Production FR+Import (hors export)
	Collecte FR	0,0187	0,4%	4 545 855		
	Emballage FR	0,3637	6,9%	4 545 855		
	Conservation post-récolte FR	0,1149	2,2%	4 545 855		
Logistique France	Mûrisserie Mangue et Avocat	0,0015	0,0%	201 704		
	Conservation grossites / plateformes distrib FR	0,1634	3,1%	8 600 000		
	Transport FR	0,5873	11,1%	8 800 000		
TOTAL		5,273	100,0%	0,599178 kg CO ₂ eq/kg (référence = 8 800 000 tonnes)		

Tableau 12 : Résultats GES consolidés



Considérant le facteur d'émission des véhicules particuliers moyens en France, ainsi documenté dans la base Carbone

Voiture/Motorisation moyenne/2018 : 0,231 kg éq. CO₂/km
(18% fabrication, 16% amont carburant, 67% combustion carburant)
France continentale
Base Carbone

3. Emissions indirectes associées au transport
Transport de personnes
Transport passager - Routier
Voiture particulière
Moyenne parc - toutes motorisations
<https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

nous obtenons 2,594 km de voiture par kg de F&L acheté (sans perte logistique/distribution).

Sur la base de la recommandation sur les 5 portions de fruits et légumes, correspondant à 400g/jour, ou 146 kg/an, cela correspond à une émission annuelle de GES équivalent 378,7 km de voiture.

IV – Limites et ouvertures

Cette étude rend compte à la fois de la multitude des données et des approches possibles, en même temps que des données parfois manquantes ou moyennes par défaut de données spécifiques.

Les limites présentées ci-dessous pourraient faire preuve d'attention en fonction des travaux et évolutions survenus entre temps, à l'horizon d'une seconde itération de l'exercice :

❖ Les données :

- Les données sur l'emballage des fruits et légumes frais ne sont pas suffisamment connues pour les modéliser finement. Des travaux spécifiques semblent nécessaires pour les documenter, et intégrer les nouvelles dispositions PEF sur les fins de vie et le contenu en recyclé prévus par le PEF et repris récemment par AGB (Circular Foot Print avec données statistiques nationales sur le recyclage adhoc).
- Les données de post-récolte sont également absentes d'AGB, et manquent également de données disponibles pour les modéliser plus finement.
- La logistique amont pour l'import est à dire d'expert mais pourrait faire l'objet d'une étude complémentaire, à l'image du travail effectué sur le territoire national par le Cabinet CPV.
- L'étude ne s'est pas attardée sur les pertes de produits le long de la chaîne d'approvisionnement. Les données existantes sont anciennes et demandaient à être fiabilisées : les résultats de l'étude en cours à paraître en 2025, et le niveau de détail des informations disponibles pour le modéliser, seront à étudier pour intégration le moment venu.
- Les périmètres des espèces prises en compte et l'harmonisation des sources statistiques, pour la production, l'import, l'export, la transformation, le transport... pourront utilement être questionnés pour améliorer la consistance de l'étude. Il sera également utile de bien aligner les périmètres temporels (années de références, au regard des statistiques mais aussi des dires d'expert) et géographiques (territoires d'outre-mer désormais inclus pour les GES à la fois pour le Secten et le Floréal).

❖ Le cadre :

- La base AGRIBALYSE® évolue en fonction des ajouts et mises à jour d'espèces à différents intervalles de temps, permettant d'améliorer les données compilées. A court terme, la version 3.3 est annoncée pour mi-2026.
- Ces itérations d'AGB sont également l'occasion d'évolution des données d'arrière-plan (version d'Ecoinvent, ambition de se passer de la WFLDB...) et d'intégrer les travaux du GIS REVALIM (modèles et hypothèses ajustés pour les Produits Résiduaux Organiques, la consommation d'eau, les émissions de nitrates, la biodiversité, le stockage de carbone...).

- Les données de la base Empreinte sont en train d'accueillir des données Ecoinvent, notamment sur le transport, ce qui ouvre l'engagement de l'ADEME à fournir un jeu de données cohérentes à terme entre les différentes sources de données disponibles (base Carbone et base Impact en parallèle).
- Le Guide sectoriel 2024 Filière Agricole et Agroalimentaire (La Coopération Agricole AuRA, WeCount, ADEME) n'a pas été suivi en termes de périmètre, mais partage des éléments communs (référence à AGB notamment).
- Le PEF européen devrait entrer en phase de révision après cette période transitoire amorcée en 2019. Ce qui n'empêche pas des travaux en parallèle, notamment : publication finale du FreshProducePEFCR européen (mais hors expérimentation officielle PEF) en 2025, concertation Ecobalyse version Alimentaire pour l'affichage environnemental en France, projet Life ECO FOOD CHOICE.

Sigles et acronymes

ACV	Analyse du Cycle de Vie
AGB	Agribalyse
C2E	Certificats d'économies d'énergie
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique
CSIF	Chambre Syndicale des Importateurs Français de Fruits et Légumes Frais
CTIFL	Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
OAD	Outil d'Aide à la décision
PEF	Product Environmental Footprint
WFLDB	World Food LCA DataBase

Bibliographie

- [1] Boubennec A., Grisey A., Magnon A., Labeyrie B., Gard B., Baros C., Eckert MC., Berthelot C., Brajeul E., Février F., Laurens F., Tisserand J., Pellat J., Garnodier J., Guinard L., Formez N., Codarin S., Annibal S., Crestin C., CTIFL., 2022. Dérèglement climatique : enjeux et perspectives pour la filière des fruits et légumes. INFOS CTIFL hors-série n°12 de juin 2022, p. 9.
- [2] Baude M. (SDES), La décomposition de l'empreinte carbone de la demande finale de la France par postes de consommation, Document de travail n°59, Juillet 2022, p. 30.
- [3] Le Clanche X., Terrien E., Dias S., Roguet S., Jusserand I., Grisey A., Deligey A., Pépin A., Vernin X., Coureau C., Grasselly D. 2022. Amélioration environnementale de la pomme. 70 pages.
- [4] Grisey A., Brajeul E., Oudin T., 2022. Enquête 2021 auprès des producteurs de tomate et de concombre sous serre sur l'utilisation de l'énergie. Quelles sont les évolutions du parc de serres et des équipements de chauffage en France depuis 2016. INFOS CTIFL, n° 385, p. 35-39.
- [5] Le Cunff Y., Le Leslé L., Goy V., Richard Breyne C., Serandour J., Grisey A., Gaillard Y., Mireur M. 2024. Amélioration environnementale de la tomate et du concombre sous abris. 46 pages.
- [6] Canaveira, P., Manso, S., Pellis, G., Perugini, L., De Angelis, P., Neves, R., Papale, D., Paulino, J., Pereira, T., Pina, A., Pita, G., Santos, E., Scarascia-Mugnozza, G., Domingos, T., and Chiti, T., 2018. « Biomass Data on Cropland and Grassland in the Mediterranean Region. Final Report for Action A4 of Project MediNet ». 2018. <http://www.lifemedinet.com/> (page 36, Table 27).
- [7] Chenu, C., Klumpp K., Bispo A., Angers D., Colnenne C., Metay A., 2014. Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France. Innovations agronomiques 37, p. 23-37.
- [8] Mérendet V., Mireur M., Christy G., Seyni Abdou A.N., Lyannaz L., Caron M., 2024. Projet INoPack , résultats. Performances des solutions d'emballage alternatives au plastique pour les fraises. INFOS CTIFL, n° 403, p. 13-19.
- [9] Loiseau E., Colin, M., Alaphilippe, A., Coste G., and Roux, P., 2020. To what extend are short food supply chains (SFSCs) environmentally friendly? Application to French apple distribution using Life Cycle Assessment. Journal of Cleaner Production, volume 276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124166>
- [10] Levet A.L., Hutin C., 2019. Diagramme de la distribution 2018. Schéma de la filière fruits et légumes frais. INFOS-CTIFL N°357, Décembre 2019, p.26-27.