



Département de l'économie, de l'énergie et du territoire  
Service de l'agriculture  
**Office d'arboriculture et cultures maraîchères**

Departement für Volkswirtschaft, Energie und Raumentwicklung  
Dienststelle für Landwirtschaft  
**Amt für Obst und Gemüsebau**



**CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS**

# Analyse du cycle de vie des asperges blanches du Valais

---



## Contenu

1.	Introduction.....	2
2.	Modèle d'étude .....	3
2.1.	Contexte et objectifs de l'étude .....	3
2.2.	Périmètre et limite du système .....	3
	Description du produit .....	3
	Unité fonctionnelle et flux de référence .....	4
	L'unité fonctionnelle a été définie comme suit :.....	4
	Limites du système .....	4
2.3.	Scénario de référence et variantes .....	5
	Principales hypothèses: données générales .....	5
	Principales hypothèses: particularités des variantes .....	8
	Principales hypothèses pour le transport .....	9
2.4.	Collecte de données .....	9
3.	Méthode d'évaluation des impacts (Source Quantis).....	10
	Catégories intermédiaires .....	10
	Catégories de dommage.....	10
4.	Principaux résultats et discussion .....	12
4.1.	Choix des indicateurs environnementaux.....	12
4.2.	Comparaison des variantes de production avec l'impact climatique .....	19
4.3.	Comparaison des variantes avec l'indicateur « Ressources énergétiques ».....	22
4.4.	Comparaison de « l'empreinte eau » .....	22
5.	Conclusions.....	24
6.	Recommandations.....	25
7.	Limites de l'étude .....	25
8.	Annexe 1 (Source Quantis).....	26
	L'ACV se déroule en quatre phases :.....	27
9.	Références.....	29

Photo de couverture : récolte d'asperges blanches sur le domaine de Châteauneuf – 1950 SION

Etude réalisée par Vincent Günther, Service de l'agriculture du Valais, avec le soutien de M. Mauro Génini, du SCA, et la collaboration de Mme Anna Kounina de la société Quantis.

## **1. Introduction**

Le présent rapport conclut l'étude « Analyse de Cycle de Vie (ACV) des asperges blanches du Valais » réalisée par le Service de l'agriculture de l'Etat du Valais.

Les principaux résultats de l'étude sont disponibles dans ce rapport, de façon synthétique. Par ailleurs, le modèle développé dans le logiciel Quantis SUITE 2.0, mis à disposition de l'Etat du Valais, permet d'extraire des résultats plus détaillés selon les besoins.

L'objectif principal de l'étude est de comprendre les impacts environnementaux de la production d'asperges blanches valaisannes selon différentes variantes de production afin de recommander les meilleures pratiques auprès des maraîchers valaisans. Un ensemble de variantes ont été développées à cet effet. Les résultats permettent aussi, dans une moindre mesure, de comprendre les atouts de la production valaisanne afin de mieux positionner ses produits auprès des consommateurs.

## 2. Modèle d'étude

### 2.1. Contexte et objectifs de l'étude

Le Service de l'agriculture de l'Etat du Valais a pour mission d'améliorer la performance globale de l'agriculture valaisanne, notamment en termes économiques et environnementaux. En ce sens, dans un contexte d'ouverture des marchés agricoles et de perception croissante par le consommateur de la qualité environnementale des produits qu'il achète, le Service de l'agriculture a lancé un projet visant à établir des bilans écologiques pour les produits phares du canton, tels que les pommes, les abricots, les asperges, les fraises, le vin, la raclette, etc.

Les objectifs principaux visés par le Service de l'agriculture sont les suivants :

- Identifier les éléments écologiquement faibles de la production afin de proposer des pistes d'actions aux producteurs
- Situer les produits valaisans par rapport à des produits concurrents
- Disposer, le cas échéant, de nouveaux arguments de vente

En conséquence, après la réalisation de l'ACV des pommes Gala du Valais et des abricots du Valais, la même méthodologie est utilisée pour quantifier les impacts environnementaux des asperges blanches du Valais et de plusieurs variantes de production.

Les objectifs de l'étude sont donc de :

- évaluer l'impact sur l'environnement d'un scénario de base de production des asperges « traditionnelles »
- réaliser des variantes afin de prendre en compte des modèles différenciés de productions concernant l'utilisation de paillage plastique pour le maintien de la qualité « blancheur » des asperges
- mettre en perspective les résultats des asperges blanches du Valais en variant certains paramètres (distances de plantation, modes de production, etc.) pouvant s'appliquer à d'autres producteurs d'asperges.

### 2.2. Périmètre et limite du système

#### Description du produit

L'ACV concerne la production d'asperges blanches du Valais, de la plantation des griffes dans la vallée du Rhône, en passant par la récolte, jusqu'à la distribution chez un grossiste, sans tenir compte des travaux de triage et de conditionnement. Afin de tenir compte de l'évolution de la production par hectare pendant les premières années, les données utilisées prennent en compte une culture d'asperges blanches sur 10 ans.

## Unité fonctionnelle et flux de référence

Les scénarios étudiés sont évalués sur la base de leur fonction : « produire un kilo d'asperges blanches de 1<sup>er</sup> choix, sans le lavage et le triage, de la production à la distribution ».

La définition de l'Unité Fonctionnelle (UF) est un élément-clé de la réalisation d'une analyse du cycle de vie.

### L'unité fonctionnelle a été définie comme suit :

**« La production d'un kilo d'asperges de 1<sup>er</sup> choix en Valais, de la production à l'expédition (départ Valais) sans la phase de triage conditionnement ».**

Une allocation économique a été créée pour différencier les asperges de 1<sup>er</sup> choix, vendues 14.00 CHF/kg, et de 2<sup>ème</sup> choix, vendues 7.00 CHF/kg. Le rendement en kg/m<sup>2</sup> de chaque variante est multiplié par la valeur financière pour obtenir un rendement économique. Ce dernier est transformé en pourcentage pour obtenir le facteur d'allocation utilisé pour le calcul de l'impact de la production d'un kilo d'asperges de 1<sup>er</sup> choix dans chaque variante.

Variantes	Rendement en kg/ha		Rendement en CHF/ha		Facteur d'allocation en %	
	1 <sup>er</sup>	2 <sup>ème</sup>	1 <sup>er</sup> à 14.-/kg	2 <sup>ème</sup> 7.-/kg	1 <sup>er</sup>	2 <sup>ème</sup>
Asp. traditionnelle	3929	1684	55006	11788	82%	18%
Asp. 2 m avec paillage	4930	855	69020	5985	92%	8%
Asp. 3.30 m avec paillage	6885	1198	96390	8386	92%	8%

Une variante inclut également le transport d'asperges blanches en provenance du Pérou jusqu'à Sion, basée sur la « variante 3,30 m avec paillage », soit une production performante à haut rendement.

Les flux de références font appel à la quantité de produits nécessaires pour remplir la fonction étudiée. Toutes les hypothèses employées pour la quantification des flux de référence ont été intégrées dans le logiciel Quantis SUITE 2.0.

### Limites du système

Les frontières du système servent à identifier les étapes, processus et flux qui seront considérés dans l'ACV. Elles incluent : 1) toutes les activités pertinentes à l'atteinte des objectifs de l'étude et donc nécessaires à la réalisation de la fonction étudiée ; et 2) tous les processus et flux contribuant de manière significative à l'impact environnemental potentiel. Les frontières du système étudié sont décrites à la Figure 1.

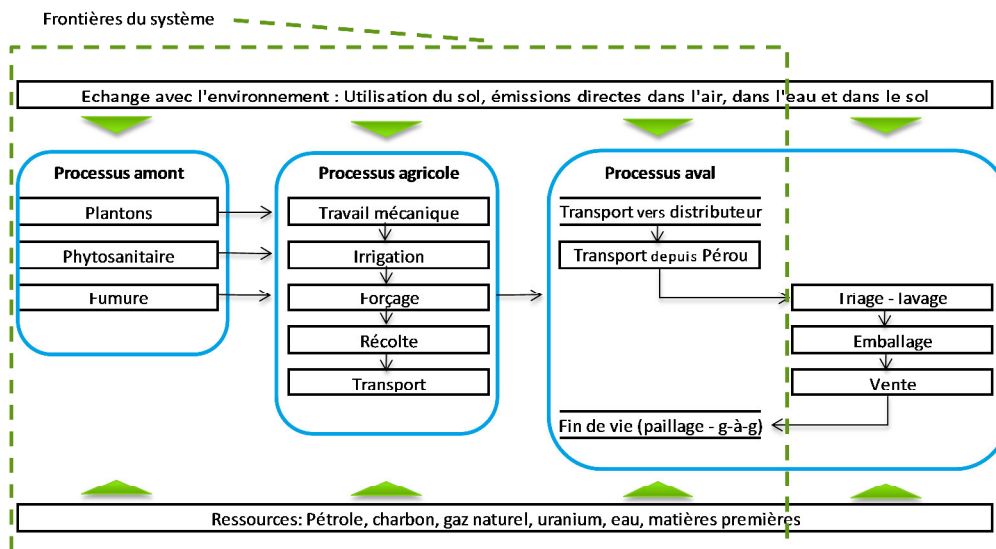


Figure 1: Frontières du système étudié

## 2.3. Scénario de référence et variantes

### Principales hypothèses : données générales

Ci-dessous sont listées uniquement les principales données servant à la modélisation. Pour une visualisation détaillée des données, il est possible de les consulter dans le logiciel Quantis SUITE 2.0.

- Rendement moyen sur 10 ans d'exploitation d'une plantation d'asperges en considérant l'année de plantation
- 6 produits phytosanitaires, identiques dans chaque variante
- Fumure N, P, K et Mg et organique selon les normes de fumure, identique par hectare dans chaque variante
- Irrigation par goutte-à-goutte, sauf pour la variante « traditionnelle »
- Travail mécanique de préparation du sol avec labour, fraissage, épandage d'engrais et de fumier
- Plantation mécanique
- Buttage mécanique à partir de la 2<sup>ème</sup> année
- Pulvérisation foliaire mécanique des produits phytosanitaires
- Destruction des fanes au gyrobroyeur en fin de saison
- Fin de vie : valorisation énergétique (électricité et chaleur) des plastiques utilisés (paillages, tuyaux de goutte-à-goutte).

Les variantes comparées se distinguent entre elles par les distances de plantations entre les lignes. Celles-ci passent de 2,00 m à 3,30 m. L'augmentation du nombre de plants d'asperge au m<sup>2</sup> permet l'augmentation du potentiel de production. Dans la variante « 3,30 m », pour maintenir un nombre suffisant de plantes par m<sup>2</sup>, la plantation se fait en double ligne (Figure 2).

Variantes	Description	Densité de plantation plants/ha	Récolte	Rendement total (1 <sup>er</sup> et 2 <sup>ème</sup> choix), moyenne sur 10 ans	Part du 1 <sup>er</sup> choix, poids/production totale
« Production traditionnelle »	Densité de plantation 2.00 m x 0.30 m, pas de paillage.	17'000	Manuelle et journalière, sans assistance	5,6 t/ha*an	70 %
Lignes à 2 m avec paillage noir	Densité de plantation 2.00 m x 0.20 m, paillage transparent jusqu'au début de la récolte puis paillage noir.	25'000	Tous les 2 jours avec machine d'assistance électrique pour soulever les plastiques	5,8 t/ha*an	85 %
Lignes à 3,30 m avec paillage noir	Densité de plantation 3.30 m x 0.20 m en double ligne, paillage transparent jusqu'au début de la récolte puis paillage noir.	30'000	Tous les 2 jours avec machine d'assistance électrique pour soulever les plastiques	8,1 t/ha*an	85 %
Asperge du Pérou	Idem variante 3,30 m	30'000	Idem variante 3,30 m	8,1 t/ha*an	85 %

Figure 2: Caractéristiques générales des variantes

\* Rendement moyen sur 10 ans d'exploitation d'une plantation d'asperges en considérant l'année de plantation



Photo 1: Paillage transparent pour le forçage (augmentation de température de la butte)



Ces différences de densité de plantation vont influencer les heures de travail de récolte et les mètres linéaires de paillage plastique et de goutte-à-goutte à installer.

Pour obtenir des asperges blanches, les producteurs recouvrent les griffes (racines de l'asperge) par une butte de terre d'une trentaine de centimètres de haut. Les tiges d'asperge, nommées « turions », vont croître à l'obscurité dans la butte de terre. Dès que la pointe de l'asperge émerge du sol, elle verdit à la lumière. La croissance est rapide et les asperges doivent être récoltées chaque jour sous peine d'être déclassées. En recouvrant les buttes de terre avec des paillages plastiques opaques, les asperges, qui sortent de terre, restent blanches. La qualité et le nombre de turions parfaitement blancs sont ainsi augmentés. Le producteur pourra ainsi attendre un jour entre chaque récolte, divisant ainsi par deux le nombre de passages de récolte nécessaires sur l'ensemble de la saison. Sachant que la récolte d'asperges s'étale sur 50 jours, le bénéfice en heures de main-d'œuvre est plus que substantiel. De plus, lors de chaque récolte, le nombre de turions est quasiment multiplié par deux, le producteur récoltant les turions du jour ainsi que les turions qui ont poussé la veille. Cette pratique augmente les rendements finaux de turions de 1<sup>er</sup> choix récoltés (Figure 3).

L'étude est réalisée sur des scénarii de références avec des rendements moyens (Figure 3), représentant les pratiques agricoles de production d'asperges actuelles et en cours d'évaluation. La variante « 3,30 m avec paillage » est à l'étude en Valais, mais déjà en pratique au Pérou et au Chili (Christian Befve).

Variante	Données	Unité	1e année	2e année	3e année	4 à 10e annuellement	Total sur 10 ans	Moyenne sur 10 ans
Traditionnelle	Rendement par hectare	kg/ha	0	2'375	4'750	7'000.0	56'125	5'613
	Asperge de 1er choix (CHF 14.0/kg)	%	0	70	70	70		
	<b>Rendement 1er choix</b>	kg/ha		1663	3325	4900	39288	<b>3'929</b>
	<b>Facteur d'allocation 1er choix</b>							<b>82%</b>
	Asperge de 2ème choix (CHF 7.0/kg)	%	0	30	30	30		
	<b>Rendement 1ème choix</b>	kg/ha		713	1425	2100	16838	<b>1'684</b>
	<b>Facteur d'allocation 2ème choix</b>							<b>18%</b>
Déchets après triage (talon + non vendable)	%	0	5	5	5	5		
Total Récolte vendable	kg/ha		2256	4513	6650	53319	5'332	
Paillage 2m	Rendement par hectare	kg/ha	0	3'000	6'000	7'000.0	58'000	5'800
	Asperge de 1er choix (CHF 14.0/kg)	%	0	85	85	85		
	<b>Rendement 1er choix</b>	kg/ha		2550	5100	5950	49300	<b>4930</b>
	<b>Facteur d'allocation 1er choix</b>							<b>92%</b>
	Asperge de 2ème choix (CHF 7.0/kg)	%	0	15	15	15		
	<b>Rendement 1ème choix</b>	kg/ha		450	900	1050	8700	<b>870</b>
	<b>Facteur d'allocation 2ème choix</b>							<b>8%</b>
Déchets après triage (talon + non vendable)	%	0	5	5	5	5		
Total Récolte vendable	kg/ha		2850	5700	6650	55100	5510	
Paillage 3.3m	Rendement par hectare	kg/ha	0	3'500	7'500	10'000.0	81'000	8'100
	Asperge de 1er choix (CHF 14.0/kg)	%	0	85	85	85		
	<b>Rendement 1er choix</b>	kg/ha		2975	6375	8500	68850	<b>6885</b>
	<b>Facteur d'allocation 1er choix</b>							<b>92%</b>
	Asperge de 2ème choix (CHF 7.0/kg)	%	0	15	15	15		
	<b>Rendement 1ème choix</b>	kg/ha		356	713	1500	11569	<b>1157</b>
	<b>Facteur d'allocation 2ème choix</b>							<b>8%</b>
Déchets après triage (talon + non vendable)	%	0	5	5	5	5		
Total Récolte vendable	kg/ha		3325	7125	9500	76950	7695	

Figure 3: Hypothèses de rendements selon les variantes



## Principales hypothèses : particularités des variantes

Cette technique de couverture avec des paillages plastiques, pour maintenir les turions parfaitement blancs, est complétée par l'utilisation de paillages transparents très fins à utilisation unique. Ces derniers sont posés sur les buttes de terre dès leur façonnage, au mois de mars (Photo 1). Ces couvertures plastiques transparentes vont provoquer, par effet de serre, l'augmentation de la température de la terre et avancer la date de récolte. Ces plastiques transparents sont remplacés par les paillages opaques dès le début de la récolte. Des petites machines électriques d'assistance à la récolte permettent de réduire les temps de débâchage et de rebâchage des buttes lors de chaque récolte : en enjambant les buttes, elles soulèvent la couverture plastique pour dégager une zone de récolte de quelques mètres et reposent la bâche directement après, le tout en transportant le produit de la récolte.

Les buttes doivent être sillonnées chaque jour de récolte, ce qui conduit le personnel à parcourir ainsi 5000 mètres/ha lors de chaque récolte. La plantation à 3,30 m entre les lignes réduit à 3300 mètres/ha la distance journalière à parcourir et d'autant les volumes de plastique à utiliser pour les paillages et les tuyaux de goutte-à-goutte.



Photo 2 : Récolte d'asperges sur le Domaine de Châteauneuf avec machine d'assistance pour soulever les paillages

Variante	Données	Quantité de matériaux utilisés - en kg/ha					Moyenne sur 10 ans	Durée de vie
		1e année	2e année	3e année	4 à 10e annuellement	Total sur 10 ans		
<b>Paillage 2m</b>								
Paillage transparent	Film PEBD 35 $\mu$ (1.80 x 1200 ml x 0.035 = 63 kg/1000m (5000 m/ha annuel)		315	315	2'205	2835	283.5	1 an
Paillage noir/blanc	Film PEBD 100 $\mu$ (1.60 x 1000 ml x 0.1 = 160 kg/1000m avec poche noir/blanc (5000 m/ha 3 saisons)		800		1'600	2400	240.0	3 ans
<b>Goutte-à-goutte</b>								
	nourrice (50 mm diamètre, 60 m, PVC	30				30	3.0	10 ans
	2 tuyaux T-tape enterrés TSX 515-30 (10'000 m/ha)	240				240	24.0	10 ans
<b>Paillage 3.3m</b>								
Paillage transparent	Film PEBD 35 $\mu$ (1.80 x 1200 ml x 0.035 = 63 kg/1000m (3030 m/ha annuel)		191	191	1336	1718	171.8	1 an
Paillage noir/blanc	Film PEBD 100 $\mu$ (1.60 x 1000 ml x 0.1 = 160 kg/1000m avec poche noir/blanc (3030 m/ha 3 saisons)		485		970	1454	145.4	3 ans
<b>Goutte-à-goutte</b>								
	nourrice (50 mm diamètre, 60 m, PVC	30				30	3.0	10 ans
	1 puis 2 tuyaux T-tape posé au sol TSX 508-20 (3030 puis 6060 m/ha)	40		40	198	277	27.7	10 ans

Figure 4 : Quantité de matériaux, paillage et tuyaux de d'irrigation goutte-à-goutte par variante

## Principales hypothèses pour le transport

Dans cette phase, l'analyse de cycle de vie tient compte de l'énergie utilisée pour le transport des asperges du champ au distributeur.

Les 3 variantes sont comparées à une production issue du Pérou et transportée en Suisse, à laquelle s'ajoutent plusieurs milliers de kilomètres à parcourir.

Transport d'asperges de la plaine d'Ica au Pérou jusqu'à Sion	
Tracteur : lieu de production – lieu de stockage	10 km
Camion : Vallée péruvienne d'Ica – lieu de stockage	300 km
Bateau : Lima - Rotterdam	10'500 km
Camion : Rotterdam – Sion	300 km

### 2.4. Collecte de données

Toutes les données nécessaires à la modélisation des 4 variantes ont été intégrées dans le logiciel Quantis SUITE 2.0. par le Service de l'agriculture en collaboration avec Quantis.

Les données de durée des travaux proviennent des références professionnelles de la culture maraîchère éditées par la Centrale Suisse de Culture Maraîchère et l'Union Maraîchère Suisse : *ProfiCost légumes*, édition 2013 des coûts de production.

### 3. Méthode d'évaluation des impacts (Source Quantis)

Une description détaillée de la méthodologie ACV est présentée à l'annexe 1. La méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie utilisée dans cette étude est la méthode IMPACT 2002+ vQ2.2. Parmi l'ensemble d'indicateurs qu'offre cette méthode, 5 indicateurs ont été retenus pour l'étude : 2 catégories intermédiaires et 3 catégories de dommage, soit :

#### Catégories intermédiaires

1. **Écotoxicité terrestre (kg triéthylène glycol (TEG) émis dans le sol-eq) (ET)** : cette catégorie mesure les effets sur les écosystèmes terrestres en termes de réduction de biodiversité causée par les émissions écotoxiques (notamment les métaux lourds) dans l'environnement.
2. **Eutrophisation aquatique (kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-eq) (EuA)** : cette catégorie se réfère à l'augmentation graduelle en nutriments des eaux, permettant une augmentation de la biomasse notamment algale, qui lorsqu'elle se dégrade consomme l'oxygène dissous dans l'eau et amène à une réduction des espèces les plus sensibles à la concentration en oxygène dissous. Ces nutriments sont principalement associés au phosphore et aux nitrates contenus dans les détergents et les engrais.

#### Catégories de dommage

3. **Changements climatiques (kg CO<sub>2</sub>-eq) (CC)** : cet indicateur est calculé sur la base du potentiel de réchauffement global (GWP) sur 100 ans de divers gaz à effet de serre tel que prescrit par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC, 2007). Les substances connues pour contribuer au réchauffement planétaire sont ajustées selon leur GWP, exprimé en kilogrammes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) équivalents. Parce que l'absorption et l'émission de CO<sub>2</sub> à partir de sources biologiques peuvent souvent conduire à des interprétations erronées des résultats, il n'est pas rare d'exclure ce CO<sub>2</sub> biogénique lors de l'évaluation des GWP. Conformément à la recommandation du *Publicly Available Standard* (PAS) 2050 pour le calcul de l'empreinte carbone, l'absorption et l'émission de CO<sub>2</sub> biogénique ne sont pas comptabilisées. Afin de tenir compte de l'effet de sa dégradation en CO<sub>2</sub>, le GWP du méthane (CH<sub>4</sub>) d'origine fossile est fixé à 27.75 kg CO<sub>2</sub>-eq/kgCH<sub>4</sub>, et celui du méthane d'origine biogénique ou non spécifiée est fixé à 25 kg CO<sub>2</sub>-eq/kgCH<sub>4</sub>.
4. **Ressources (MJ) (R)** : cet indicateur traduit l'utilisation de ressources non renouvelables, énergétiques ou matérielles. Plus d'importance peut être accordée à certains matériaux en fonction de leur abondance et de leur difficulté d'acquisition. L'évaluation de l'impact global sur l'épuisement des ressources a été réalisée suivant l'indicateur de dommage « *Ressources* » de la méthode IMPACT 2002+, qui combine l'utilisation d'énergie primaire de sources non renouvelables et l'extraction de minerai. L'utilisation d'énergie primaire non renouvelable inclut la consommation de ressources fossiles et nucléaires, mais exclut les sources d'énergies renouvelables à toutes les étapes du cycle de vie. L'utilisation d'énergies non renouvelables pour la production d'énergie renouvelable est cependant prise en compte. L'extraction de minerai est une estimation de la quantité additionnelle d'énergie qui serait nécessaire pour en extraire une quantité donnée supplémentaire, du fait d'une accessibilité rendue plus difficile (basé sur la méthode Eco-indicateur 99). Cet indicateur est exprimé en mégajoules (MJ).

5. **Santé humaine (DALY)** : cette catégorie prend en compte les substances qui affectent les êtres humains de par leurs effets toxiques (cancérogènes et non cancérogènes) ou respiratoires, ou qui induisent une augmentation des radiations UV par la destruction de la couche d'ozone. L'évaluation de l'impact global sur la santé humaine est réalisée suivant l'indicateur de dommages « Human health » de la méthode IMPACT 2002+, dans lequel la mortalité et la morbidité induites sont combinées dans un score exprimé en DALY (Disability-Adjusted Life Years).

## 4. Principaux résultats et discussion

### 4.1. Choix des indicateurs environnementaux

La Figure 5 présente les impacts potentiels générés par la production d'un kilo d'asperges blanches en Valais pour les cinq indicateurs retenus. Les sous-sections interprètent les résultats pour chaque indicateur.

La comparaison des différents indicateurs met en évidence l'importance de la fumure et des paillages plastiques. Contrairement au volet phytosanitaire, la fumure et les paillages ont un impact particulièrement significatif dans une majorité d'indicateurs. Les indicateurs d'écotoxicité, sur le sol ou l'eau, ne donnent pas d'informations supplémentaires en raison du très faible impact de la protection phytosanitaire par rapport aux autres secteurs. Les indicateurs ne révèlent pas de tendance contradictoire entre eux.

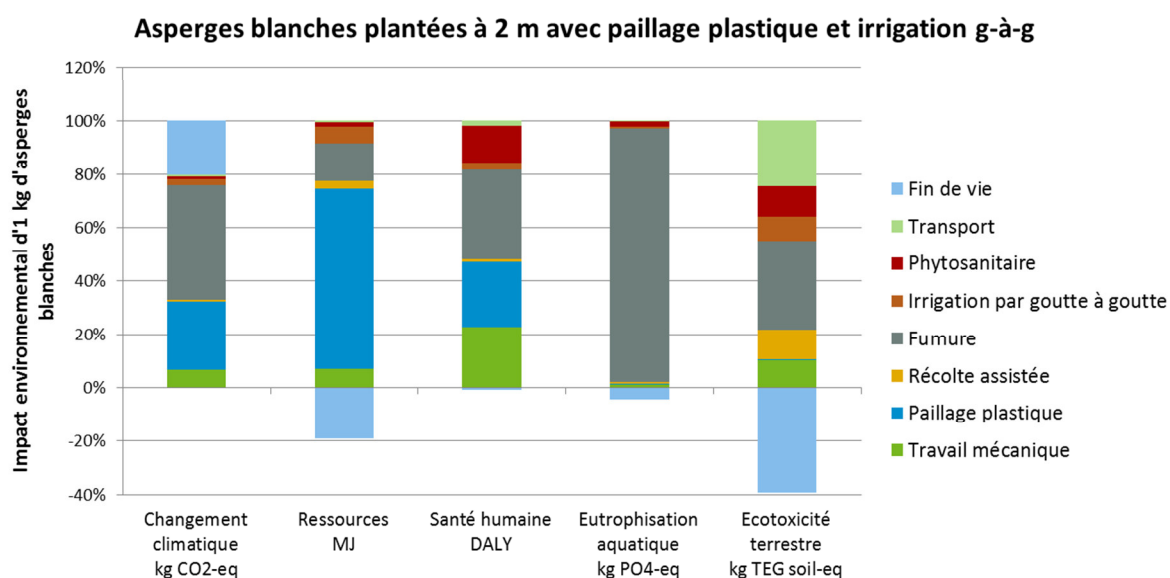


Figure 5: Profil environnemental par étape du cycle de vie de la production d'un kilo d'asperges blanches en Valais pour les cinq indicateurs évalués

Les impacts générés (toutes les étapes permettant de répondre à l'objectif de l'unité fonctionnelle) sont représentés en positif.

Les impacts évités (bénéfiques attribués grâce au recyclage ou valorisation énergétique) sont représentés en négatif.

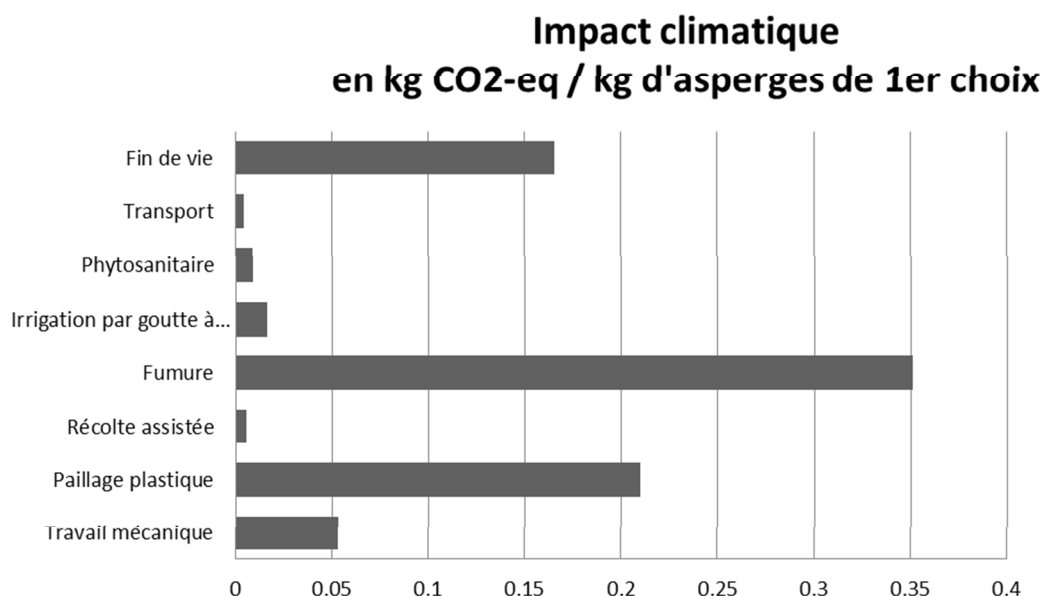
### *D'une manière générale :*

- la fumure (production et émissions après application) et les paillages plastiques (production) ont un impact important sur le climat
- l'utilisation de paillages plastiques est la principale utilisation de ressources non renouvelables
- la fumure, les paillages, les travaux mécaniques et dans une moindre mesure la protection phytosanitaire ont un impact sur la santé humaine
- la fumure est le principal contributeur à l'eutrophisation aquatique mais avec moins de 0.5 g équivalent phosphore par kg d'asperges récoltées

**Le scénario « asperge 2 m avec paillage » est retenu comme référence afin d'illustrer les différents impacts de production d'un kilo d'asperges blanches, car contrairement au scénario « asperge traditionnelle » il intègre l'utilisation des paillages plastiques et du goutte-à-goutte.**

### *Changements climatiques*

La Figure 6 présente les résultats pour l'indicateur *changements climatiques*. La fumure et l'utilisation des paillages plastiques, y compris leur destruction (fin de vie), représentent 89 % de l'impact.



**Figure 6: Détails de l'impact climatique de la production d'un kg d'asperges blanches en Valais**

### Impact climatique de la fumure 0.351 kg CO<sub>2</sub>-eq / kg d'asperges

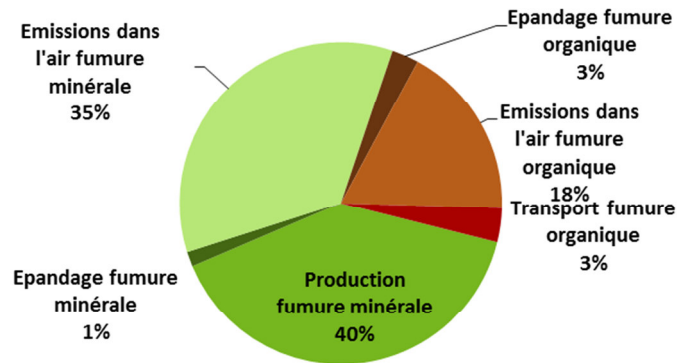


Figure 7: Répartition de l'impact climatique de la fumure

Avec 43 %, la fumure représente la part la plus importante de l'impact sur le climat. L'émission de gaz à effet de serre est principalement due à l'utilisation de fumure minérale azotée (azote 70 kg N/ha/an). L'équivalent CO<sub>2</sub> de 140 g/kg d'asperge est émis dans l'air lors de la fabrication de l'azote minérale utilisé, auquel s'ajoute, lors de l'application au champ, sous forme de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), l'équivalent CO<sub>2</sub> de 123 g/kg d'asperges après l'application d'engrais minéral et de 62 g/kg d'asperges après l'application d'engrais organique (Figure 8). Le N<sub>2</sub>O est un gaz à effet de serre puissant qui a un potentiel de 298 kg CO<sub>2</sub> eq/kg. Au total, l'équivalent CO<sub>2</sub> de 351 g/kg d'asperges est émis dans l'air par la fumure.

Les impacts des émissions dans l'air de N<sub>2</sub>O peuvent varier significativement compte tenu du type de sol, des conditions climatiques, du type de culture et du type d'engrais utilisé<sup>1</sup>. La modélisation a été réalisée avec un engrais épandu sous forme de granulés. L'impact de l'utilisation d'engrais distribués par le réseau d'irrigation goutte-à-goutte n'est pas connu.

Une part importante de l'impact climatique est provoquée par l'utilisation de plastiques sous forme de film pour le forçage (315 kg/an/ha de film transparent) et pour la couverture des buttes (240 kg/an/ha film noir) : 26 % pour leur fabrication (production plastique) et 20 % en fin de vie lors de leur incinération.

<sup>1</sup> Selon IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Default emission factors to estimate direct N<sub>2</sub>O emissions from managed soils*, les émissions de N<sub>2</sub>O peuvent fluctuer entre 0.003 et 0.03 [kg N<sub>2</sub>O-N/kg N]. Des émissions directes dans l'air de 0.0317 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N ont été considérées pour cette étude. C'est une estimation donc conservatrice d'après les chiffres de l'IPCC, il y a donc des chances que l'impact de la fumure soit surestimé.



### Impact climatique en kg CO<sub>2</sub>-eq / kg d'asperges de 1er choix

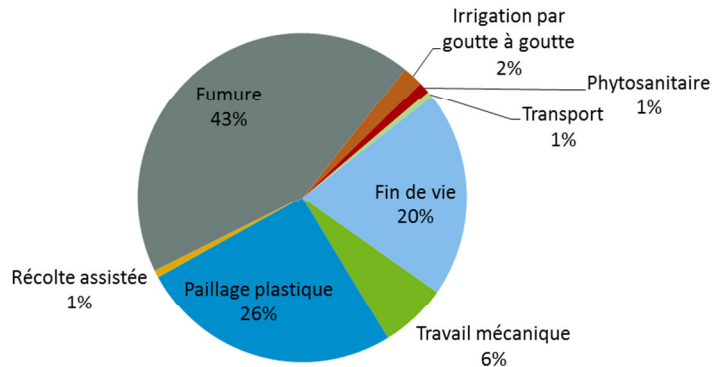


Figure 8 : Détails des contributions de l'impact sur les changements climatiques d'un kilo d'asperges blanches du Valais

Comme le montre la Figure 8, la contribution de l'irrigation goutte-à-goutte, de la protection phytosanitaire, du transport (en Valais), du travail mécanique et de la récolte assistée, est négligeable sur les changements climatiques.

#### Impact climatique des paillages plastiques 0.210 kg CO<sub>2</sub>-eq / kg d'asperges

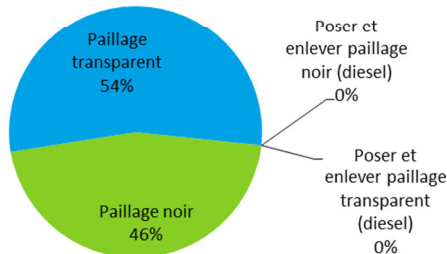


Figure 9 : Répartition de l'impact climatique des paillages plastiques

#### Impact climatique des infrastructures en fin de vie 0.165 kg CO<sub>2</sub>-eq / kg d'asperges

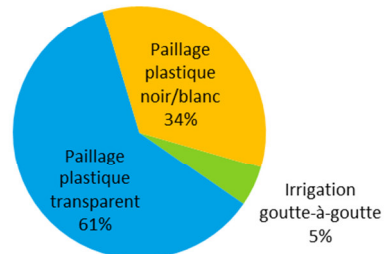


Figure 10: Répartition de l'impact climatique des infrastructures en fin de vie

La fabrication des paillages plastiques provoque l'émission de l'équivalent de 210 g de CO<sub>2</sub> par kg d'asperges produit. Les paillages transparents sont plus fins et nécessitent moins de matériaux que les paillages noirs, mais leur courte durée de vie requiert leur renouvellement chaque année. Les paillages noirs ont une durée de vie de 3 à 4 ans. Sur les 10 ans de culture, leur impact final est inférieur à celui des paillages transparents. Le mazout consommé pour la pose des paillages et leur retrait en fin de récolte ne représente que 0.01 % de l'impact climatique des paillages. Durant les récoltes, les paillages sont soulevés par une machine électrique d'assistance à la récolte.

En fin de vie, ces mêmes paillages plastiques sont détruits et libèrent l'équivalent de 165 g de CO<sub>2</sub> par kg d'asperges récoltées.

### Ressources

- **La production d'un kilo d'asperges blanches nécessite l'équivalent de 7.8 MJ/kg d'énergie non renouvelable\*.**

La principale utilisation de ressources non renouvelables est mobilisée pour la production des paillages plastiques (7.8 MJ/kg). Une autre part est nécessaire pour la fumure et les travaux mécaniques. Environ 2 MJ sont générés lors de l'incinération des paillages en fin de vie. Cette énergie est restituée sous forme de chaleur et d'électricité.

\* les 7.8 MJ sont équivalents à l'énergie contenue dans 186 g de pétrole.

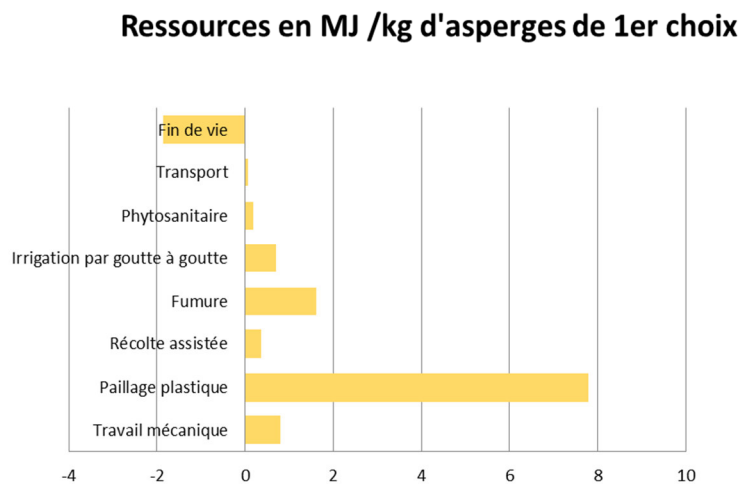


Figure 10: Détails de l'utilisation des ressources pour la production d'un kg d'asperges blanches

### Santé humaine

- **La production d'un kilo d'asperges blanches génère 4 E-7 DALY sur la santé humaine**

La contribution des différentes phases du cycle de vie pour cet indicateur est similaire aux changements climatiques, excepté pour le travail mécanique et les interventions phytosanitaires qui sont supérieurs et qui représentent respectivement environ 23 % et 14 % de l'impact sur la santé humaine.

Lors des différents travaux mécaniques du sol, des particules fines dues à la combustion d'énergie fossile sont émises dans l'air. Ces particules causent des maladies respiratoires et sont à l'origine de l'impact sur la santé humaine.

L'utilisation de produits phytosanitaires, notamment du désherbant Lentagran (Pyridate), impacte la santé humaine lorsqu'ils sont émis dans l'air et inhalés ou en contact avec de l'eau ou de la nourriture, qui peuvent ensuite être ingérés par l'homme.

La fumure contribue à 34 % de l'impact total sur la santé humaine, parmi lesquels 24 % proviennent de la fumure minérale. L'impact de la fumure vient des émissions liées à sa production (combustion d'énergie fossile, etc) mais aussi des émissions d'ammoniac aux champs, qui causent des maladies respiratoires et ont un effet toxique.

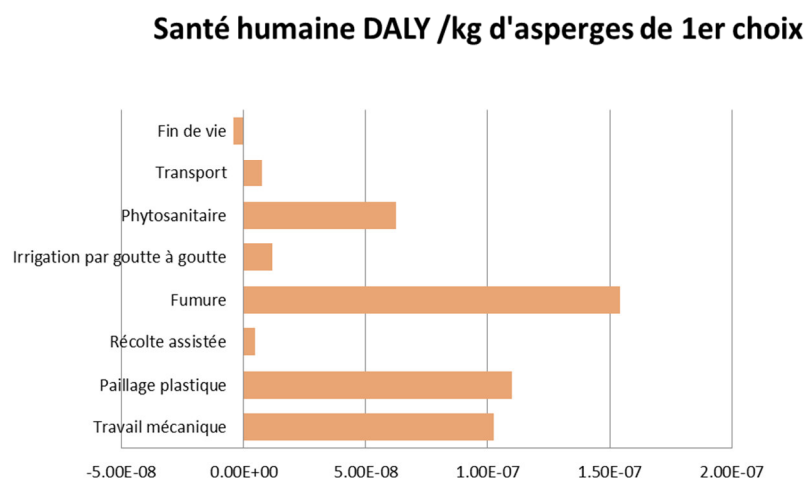


Figure 11: Détails de l'impact "Santé humaine" de la production d'un kg d'asperges blanches en Valais

### *Eutrophisation aquatique*

- La production d'un kilo d'asperges blanches participe à l'eutrophisation aquatique à hauteur de  $4.549 \text{ E-4 kg PO}_4^3\text{-eq}$ .

Sur un total de  $0,455 \text{ g de PO}_4^3\text{eq}$ , la fumure représente 99.5 % de l'impact d'eutrophisation aquatique. La production du  $\text{P}_2\text{O}_5$  est le plus grand contributeur avec  $0,234 \text{ g PO}_4^3\text{eq}$ , soit 52 %, due à la production de phosphate minéral.

### Eutrophisation aquatique en kg PO4-eq /kg d'asperges de 1er choix

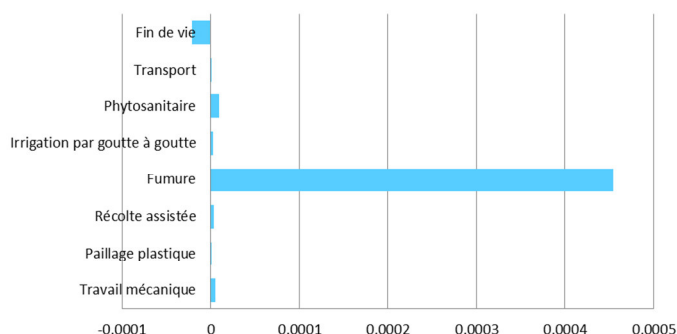


Figure 12: Détail de l'impact "Eutrophisation aquatique" d'un kg d'asperges blanches en Valais

### Ecotoxicité terrestre

- La production d'un kilo d'asperges blanches génère environ 3.59 kg TEG sol –eq

Les transports et la fumure sont les principaux contributeurs qui affectent les écosystèmes terrestres à travers un effet toxique. Dans cet indicateur, les impacts sont dominés par les métaux lourds émis à l'arrière du système étudié. On considère qu'ils ont un impact toxique sur plusieurs milliers d'années, ce qui explique leur grosse contribution à l'impact.

Dans la culture de l'asperge, les produits phytosanitaires ont un impact faible sur la biodiversité comparativement aux transports et à la fumure. Il s'agit de 0.45 kg TEG eq, (13 % de l'impact total) qui est dû à l'émission de phytosanitaires dans le sol. Cette culture ne nécessite généralement que peu de produits phytosanitaires. De plus, dans le modèle utilisé, ils ne contiennent qu'une quantité minime de métaux lourds, principaux contributeurs à l'écotoxicité terrestre. Le cuivre, couramment utilisé comme produit phytosanitaire, n'est pas homologué dans la culture de l'asperge.

### Ecotoxicité terrestre en kg TEG soil-eq /kg d'asperges de 1er choix

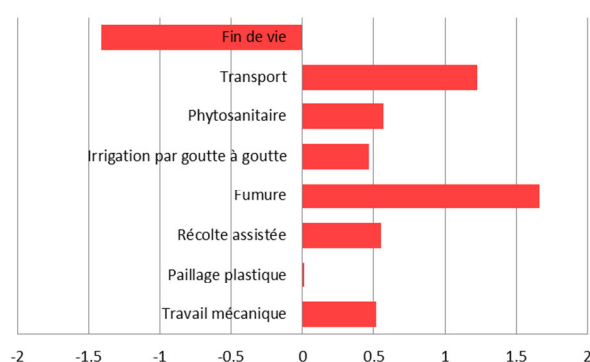


Figure 13: Détails de l'impact de "l'écotoxicité terrestre" de la production d'un kg d'asperges blanches en Valais

L'indicateur, « Impact climatique », est retenu pour comparer les 4 variantes de production entre elles.

## 4.2. Comparaison des variantes de production avec l'impact climatique

L'impact des variantes de production est directement lié au rendement de chaque variante. La variante « 3,30 m avec paillage » a l'impact climatique le plus faible (Figure 14), car cette variante bénéficie du rendement de récolte au m<sup>2</sup> le plus élevé, en quantité et en qualité.

Variantes	Rendement 1 <sup>er</sup> choix – Moyenne sur 10 ans en kg/ha	Taux de 1 <sup>er</sup> choix, poids/production totale
Traditionnelles	3'929	70%
2.00 m avec paillage	4'930	85%
3.30 m avec paillage	6'885	85%
3.30 m avec paillage – Pérou	6'885	85%

La Figure 14 compare l'équivalent CO<sub>2</sub> dégagé pour la production d'1 kg d'asperges de 1<sup>er</sup> choix selon les variantes de production.

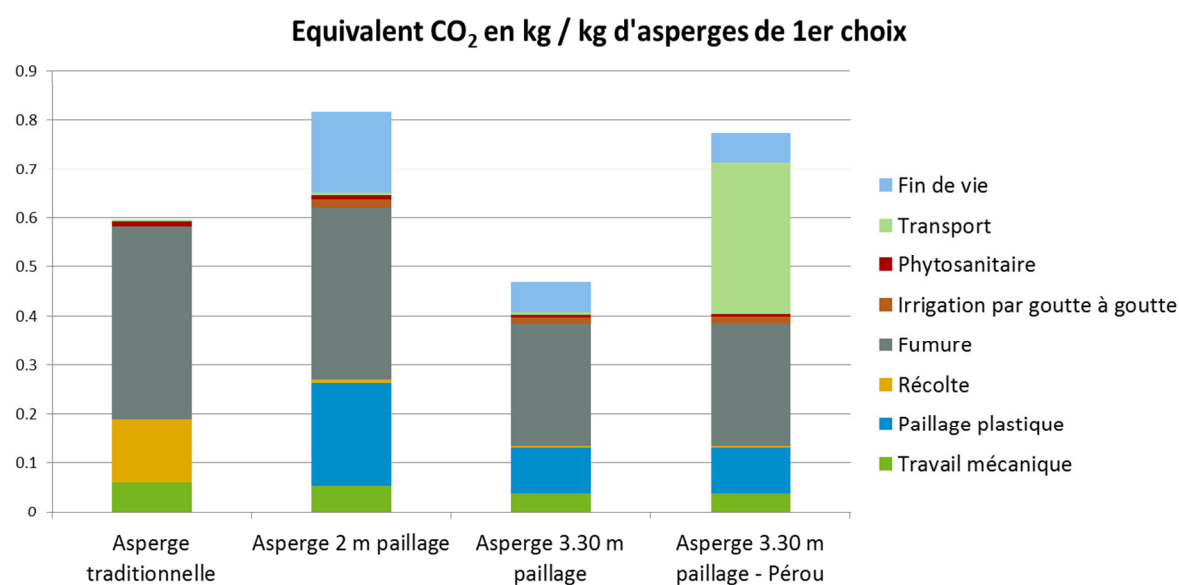


Figure 14: Comparaison de l'impact environnemental des 4 variantes de production

En bref, le résultat global pour la production des asperges blanches en Valais est le suivant :

- **1 kg d'asperges blanches de 1<sup>er</sup> choix produit en Valais, de la production à l'expédition (sans la partie triage conditionnement), génère entre 0.470 et 0.815 kg CO<sub>2</sub>-eq, selon le mode de production avec ou sans paillages plastiques (Figure 14).**

### *Variante « asperge traditionnelle »*

La production traditionnelle d'asperges blanches en Valais nécessite l'équivalent de 0.600 kg de CO<sub>2</sub> pour 1 kg d'asperges de 1<sup>er</sup> choix produit. La fumure, dont la quantité par hectare est équivalente pour chaque variante mais dont l'impact final varie selon le rendement, reste l'élément le plus impactant. Dans cette variante, la récolte n'est pas assistée par une machine et le passage supplémentaire journalier réalisé avec un tracteur durant 50 jours, pour rassembler les turions, contribue à augmenter l'impact de 21,8 %.

### *Variante « asperge 2 m avec paillage »*

Cette variante, que l'on peut désigner de « standard », nécessite l'équivalent de 0,800 kg eq-CO<sub>2</sub> pour chaque kilo d'asperges de 1<sup>er</sup> choix produit. Comme décrit précédemment, l'utilisation des paillages plastiques transparents pour le forçage et des paillages noirs pour maintenir l'obscurité et obtenir des turions parfaitement blancs impacte de 210 g eq-CO<sub>2</sub> la production d'1 kg d'asperges. Cette technique permet la récolte d'une part plus importante d'asperges de 1<sup>er</sup> choix, ce qui contribue à une augmentation du rendement. En effet, le nombre de turions parfaitement blancs augmente, leur croissance est également plus rapide, grâce au maintien de la chaleur de la butte de terre et de l'humidité du sol.

### *Variante « asperge 3,30 m avec paillage »*

Dans cette variante, la quantité de paillages plastiques et de tuyaux de goutte-à-goutte est réduite de 34 %, passant de 5000 mètres linéaire/ha à 3300 mètres linéaire/ha. Pour compenser la réduction du nombre de lignes de culture, les griffes d'asperges sont plantées en double ligne (Photo 3), ce qui augmente la densité de griffes au m<sup>2</sup> de 2,5 à 3 griffes/m<sup>2</sup>. Le rendement de production au m<sup>2</sup> est supérieur, ce qui réduit l'impact climatique de production d'1 kg d'asperges de 1<sup>er</sup> choix à 0.470 kg eq-CO<sub>2</sub>. La réduction du nombre de mètres linéaires à parcourir induit également une réduction du temps de travail à consacrer lors de chaque récolte.

Avec une quantité de fertilisant identique à la surface, mais concentrée sur la ligne écartée à 3.30 m, la dose apportée est plus élevée sur la ligne, ce qui contribue à l'augmentation du rendement, réduisant proportionnellement l'impact climatique de chaque kilo d'asperges de 1<sup>er</sup> choix produit.

**Avec 470 g eq-CO<sub>2</sub> nécessaires pour la production d'1 kg de 1<sup>er</sup> choix, et malgré l'utilisation de paillages plastiques, cette variante a un impact climatique plus faible que la variante traditionnelle à 600 g eq-CO<sub>2</sub>/kg.**

### *Variante « asperge 3,30 m avec paillage - du Pérou »*

Identique à la variante « 3,30 m avec paillage », cette variante inclut également l'impact climatique induit par le transport (camion-bateau) des asperges transportées depuis le Pérou jusqu'à Sion en Valais.

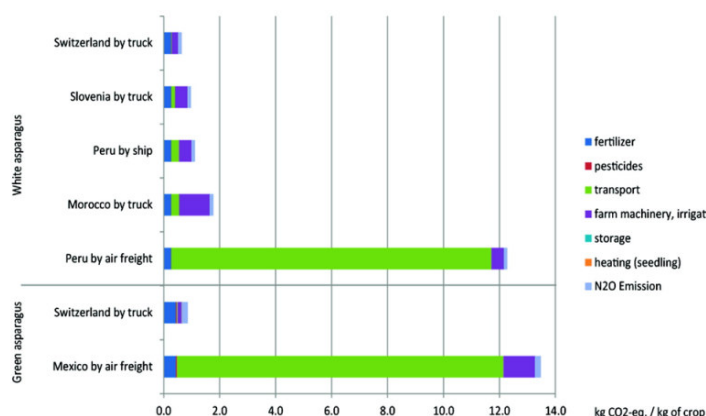
Avec au total 0.775 kg eq-CO<sub>2</sub>, la production d'asperges au Pérou a un impact climatique supérieur à la production « traditionnelle », mais légèrement inférieur à la production standard à « 2 m avec paillage plastique ». Cette différence de 5 % n'est pas significative.

300 g eq-CO<sub>2</sub> par kg d'asperges sont nécessaires pour ce transport de 11'110 km, ce qui augmente d'autant l'impact climatique de la production indigène cultivée selon la variante « 3,30 m avec paillage ».



Photo 3: Plantation à 3,30 m en double ligne

La comparaison des impacts obtenus avec d'autres analyses de cycle de vie réalisées sur les asperges conforte nos résultats. Ainsi, Stoessel<sup>2</sup> et al. ont calculé en 2012 une empreinte carbone équivalente à 12 kg de CO<sub>2</sub> par kg pour de l'asperge blanche péruvienne transportée par avion et environ 1,2 kg pour de l'asperge péruvienne transportée par bateau ; le transport représentant l'équivalent de 0.2 kg par kg d'asperges. Notre modèle indique un équivalent CO<sub>2</sub> de 0.8 kg pour un kg d'asperges péruviennes transportées par bateau et issues d'une production performante. Le calcul de l'impact étant fortement lié au rendement d'asperges produites au mètre carré et à la répartition entre le pourcentage de 1<sup>er</sup> et de 2<sup>ème</sup> choix, ceci explique la légère variation entre nos résultats et ceux obtenus par Stoessel et al., mais l'ordre de grandeur reste valable.



GWP of green and white asparagus imported to Switzerland from different countries of origin.

Figure 15: Impact climatique en équivalent CO<sub>2</sub> pour l'asperge blanche et l'asperge verte selon Stoessel et al., Institute of Environmental Engineering, ETH Zurich, CH-8093 Zürich

<sup>2</sup> Stoessel et al., Institute of Environmental Engineering, ETH Zurich, CH-8093 Zürich



### 4.3. Comparaison des variantes avec l'indicateur « Ressources énergétiques »

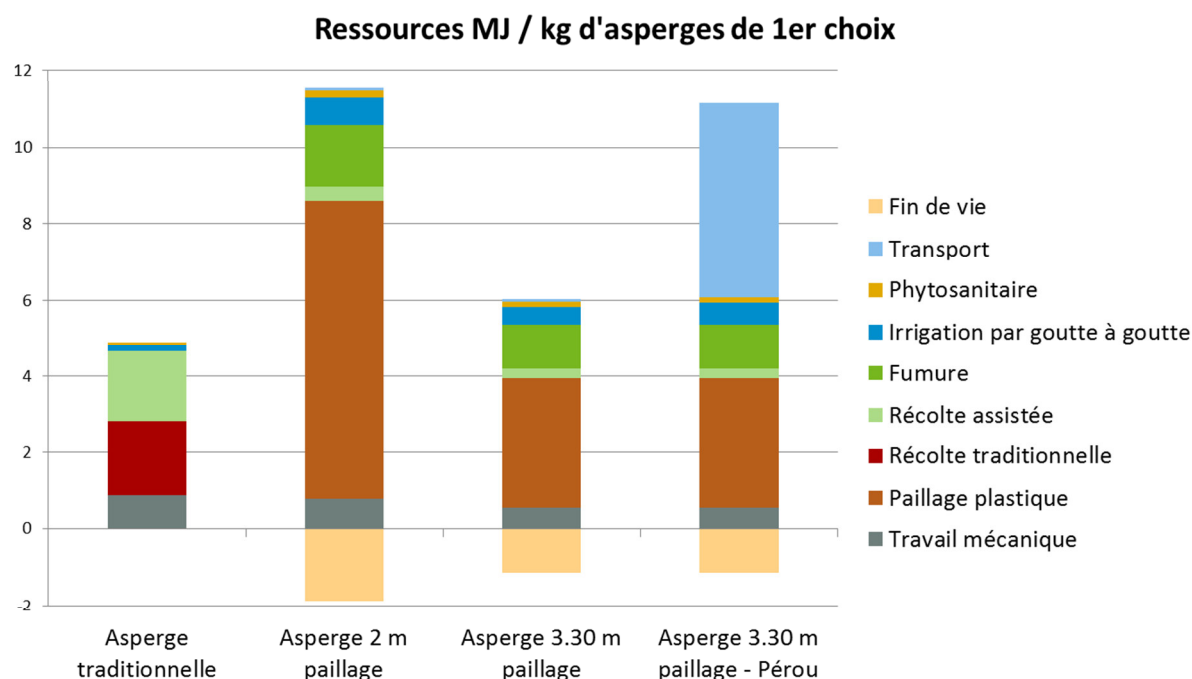


Figure 16: Besoins en ressources énergétiques non renouvelables selon les variantes de production

La fabrication de paillages plastiques ainsi que le transport sur longue distance nécessitent passablement de ressources énergétiques.

L'utilisation de paillages plastiques avec une plantation large à 3.30 m réduit cet impact de 50 % par rapport à la plantation traditionnelle à 2 m.

L'énergie nécessaire pour transporter 1 kg d'asperges en Suisse depuis le Pérou (5.7 MJ/kg) est supérieure à celle nécessaire pour fabriquer les paillages d'une culture à 3.30 m (3.4 MJ/kg).

L'énergie nécessaire à la production d'un kilo d'asperges de manière traditionnelle (4.9 MJ/kg) est similaire à celle nécessaire à la production à « 3.30 m », pour peu que les paillages soient incinérés, et la production de chaleur et d'électricité valorisée en fin de vie.

### 4.4. Comparaison de « l'empreinte eau »

L'empreinte eau est également un indicateur important qui doit être abordé de manière qualitative. Les asperges du Pérou sont cultivées majoritairement dans la vallée d'Ica, où le stress hydrique est

important. En effet, d'après l'indicateur de stress hydrique développé par Pfister et al. (2009)<sup>3</sup>, le stress hydrique dans cette vallée est de 1, ce qui veut dire que l'usage humain de l'eau (irrigation, usage industriel et domestique) est égal aux ressources en eau disponibles, et donc que l'utilisation de l'eau n'y est pas durable. En Valais, le stress hydrique est de 0.02, ce qui indique une importante disponibilité de l'eau en comparaison à son usage. Ces chiffres reflètent le fait que l'eau utilisée pour l'irrigation a un impact néfaste sur les ressources en eau au Pérou, en particulier pour leurs disponibilités auprès des autres utilisateurs industriels et domestiques alors que la situation est durable en Valais.

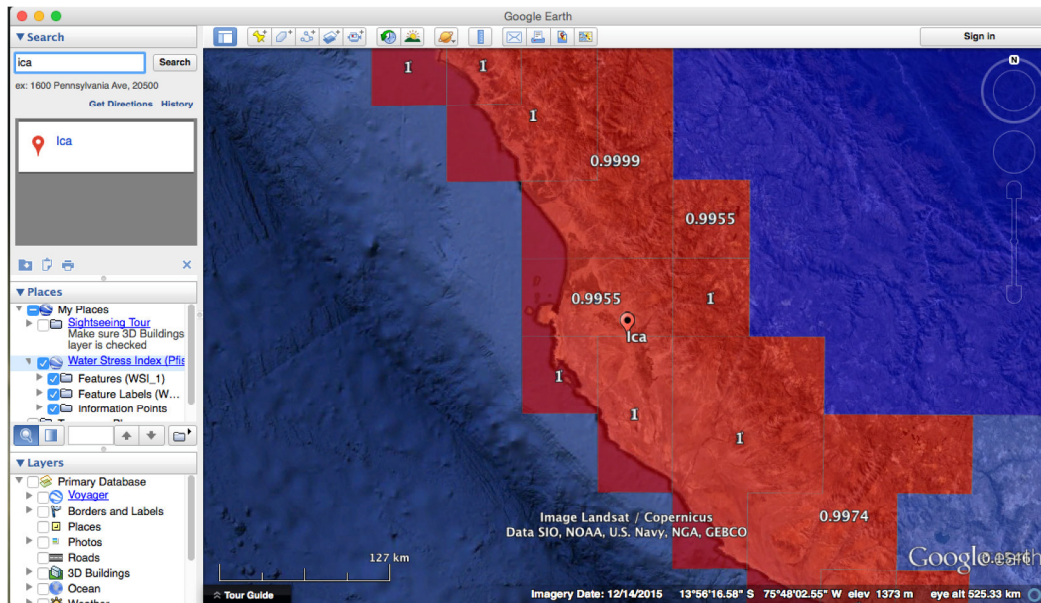


Figure 17: Indicateur du stress hydrique au Pérou équivalent à 1 – Pfister et al

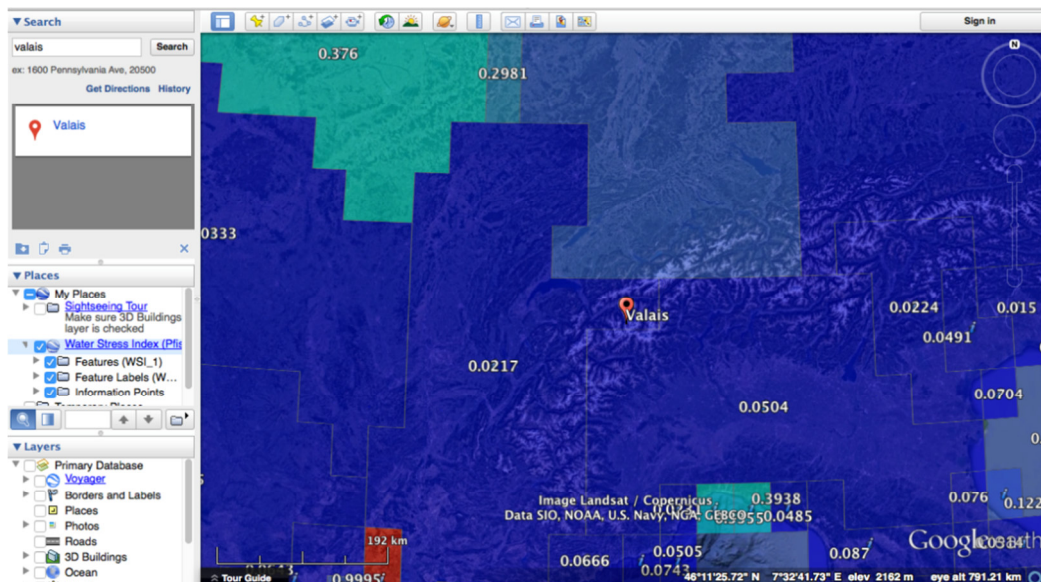


Figure 18: Indicateur de stress hydrique en Valais équivalent à 0.02 – Pfister et al

<sup>3</sup> Stephan Pfister\*, Annette Koehler, Stefanie Hellweg  
ETH Zurich, Institute of Environmental Engineering, ETH Hoenggerberg, 8093 Zurich, Switzerland

## 5. Conclusions

Les variantes les moins impactantes en terme de changements climatiques et de ressources sont la « culture traditionnelle mécanisée » et la « culture avec paillage à 3.30 m ». Les variantes « asperges paillage 2 m » et « paillage 3.30 m du Pérou » ont un impact climatique 50 % plus élevé que celui de la variante locale cultivée à 3.30 m avec paillage.

L'impact climatique plus important de la variante « 2 m avec paillage plastique » est provoqué par une utilisation plus importante de paillages plastiques (5000 m/ha au lieu de 3300 m/ha) et un rendement plus faible d'asperges de 1<sup>er</sup> choix (4'930 kg/ha au lieu 6'885 kg/ha).

Le transport par camion et bateau depuis le Pérou représente 40 % de l'impact climatique d'un kilo d'asperges produit outre-Atlantique.

### **La production d'un kilo d'asperges blanches, avant lavage et triage, de la production à la distribution génère :**

- 0,600 kg eq-CO<sub>2</sub> en culture traditionnelle mécanisée
- 0,800 kg eq-CO<sub>2</sub> avec une culture standard utilisant des paillages plastiques transparents, pour le forçage, et noirs, pour obtenir des turions parfaitement blancs
- La plantation large à 3.30 m permet de réduire de 43 % (0,500 kg eq-CO<sub>2</sub>) les émissions de CO<sub>2</sub> nécessaires pour produire 1 kg d'asperges. La quantité de plastiques est réduite, comme son impact sur le climat.
- Le transport depuis le Pérou consomme 0.300 kg eq-CO<sub>2</sub> par kg d'asperges
- Une production performante d'asperges au Pérou (rendement élevé) livrée à Sion a le même impact qu'une production valaisanne standard (avec paillages à 2 m).
- La fumure, notamment l'épandage de l'azote sous forme de granulés, représente 43 % de l'impact climatique, les paillages 26 % et le goutte-à-goutte 2 %. L'impact de l'utilisation d'une fumure sous forme d'engrais dilués et apportés par le réseau d'irrigation goutte-à-goutte n'est pas connu.
- Le rendement de production au mètre carré, l'utilisation ou non de paillages, le transport outre-Atlantique et le type de récolte (manuelle ou mécanisée) sont les principaux paramètres d'influences.

## 6. Recommandations

La modernisation de la culture de l'asperge engendre l'utilisation importante de plastiques, pour l'irrigation par goutte-à-goutte, mais surtout pour le forçage (paillage transparent) et pour le maintien de la qualité et la réduction des frais de récolte (paillage noir). Ces techniques utilisées sur des cultures à écartements standards de 2 mètres entre les lignes sont gourmandes en matériaux plastiques et émettent l'équivalent de 800 g de CO<sub>2</sub> par kg d'asperges blanches produites.

La plantation *large*, à l'exemple de celle à 3,30 m entre les lignes, est à recommander aux producteurs valaisans afin de réduire l'impact climatique de l'utilisation des matériaux plastiques sur la culture de l'asperge blanche. Cette recommandation est d'autant plus justifiée qu'elle permet une économie de 30 % sur l'ensemble des matériaux à utiliser et une réduction des coûts de récolte grâce à la diminution des mètres linéaires à parcourir lors de chaque récolte.

La réduction du volume de plastique par l'utilisation de paillages à la durée de vie plus longue doit être étudiée.

Malgré les 300 g eq-CO<sub>2</sub> par kg d'asperges, nécessaires au transport par bateau du Pérou jusqu'à Sion, l'impact sur le climat d'une production performante au Pérou est similaire à la production standard avec paillages plastiques à 2 m entre les lignes.

La réduction ou le remplacement de la fumure minérale classique, sous forme de granulés, par des apports d'azote organique ou sous forme d'irrigation fertilisante, par l'intermédiaire du réseau goutte-à-goutte, est une autre piste d'amélioration à étudier pour une production d'asperges blanches à plus faible impact climatique.

## 7. Limites de l'étude

La modélisation des scénarii s'est basée sur des données primaires qui pourraient encore être affinées, notamment au niveau des rendements de récolte. Elles ont néanmoins permis une modélisation précise des impacts potentiels sur l'environnement. La comparaison avec la production au Pérou a été réalisée avec la variante de production la plus performante à laquelle a été rajoutée le transport. L'interprétation des résultats de cette variante doit être considérée avec précaution.

La base de données ecoinvent v2.2 utilisée ne dispose actuellement pas d'une modélisation des flux et facteurs environnementaux de la production de fumier bovin. L'impact de la production du fumier n'a donc pas été intégré dans l'étude étant donné son faible impact, car il s'agit d'un déchet de la production de viande et de lait. Seuls les impacts du transport et de l'épandage sont pris en compte.

Le choix du facteur d'émission 0.0317 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N est très conservateur. L'impact de la fumure sur le changement climatique est peut-être surestimé, ce qui aurait une grande influence sur le résultat, mais il n'est pas attendu que cela change la tendance des résultats lorsqu'on compare les différentes variantes.

## 8. Annexe 1 (Source Quantis)

L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthode scientifique permettant l'évaluation des impacts environnementaux potentiels de produits, de procédés, de services ou d'entreprises sur l'ensemble de leur cycle de vie (extraction des matières premières, production, transports, utilisation, fin de vie). Cette approche bénéficie du soutien du Programme des Nations Unies pour la Protection de l'Environnement (PNUE) et repose sur une méthodologie encadrée par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), en particulier les normes ISO 14040 (2006) (conditions et guidances) et ISO 14044 (2006) (principes et structure).

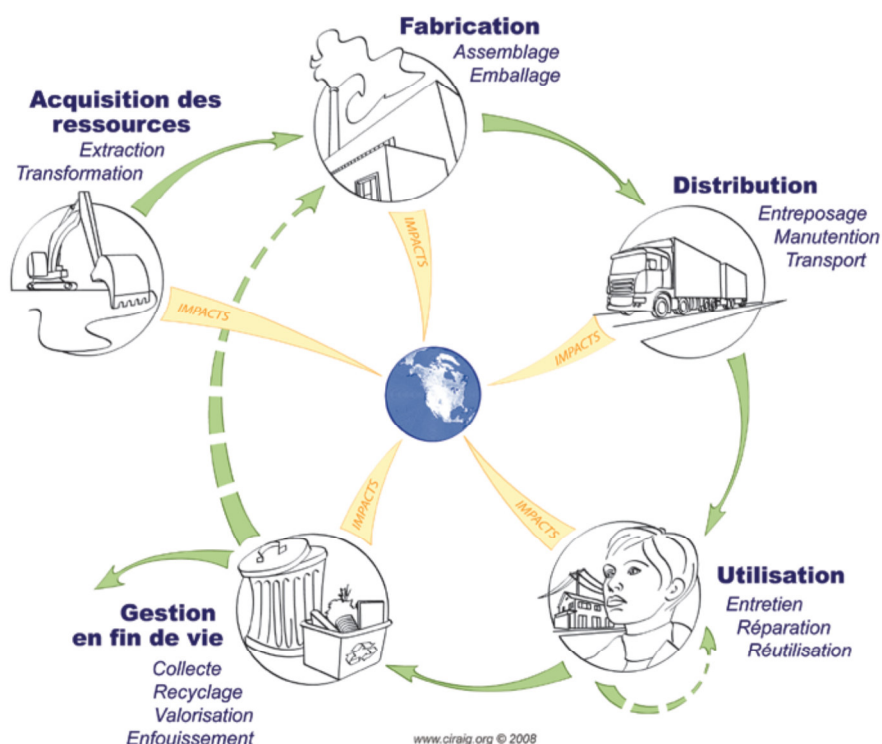


Figure 19: Étapes du cycle de vie d'un produit.

L'ACV aide à identifier les opportunités pour améliorer les performances environnementales des produits, services ou entreprises à différentes étapes de leur cycle de vie, informer les décideurs industriels, les organisations gouvernementales ou non gouvernementales (par exemple pour la planification stratégique, pour déterminer des priorités ou pour optimiser le design des produits), permettre la sélection des indicateurs de performance environnementale pertinents, l'incorporation de techniques de mesure et le marketing (par exemple pour la mise en place de schémas d'écolabel, faire ou produire une déclaration environnementale). La méthodologie de l'ACV est donc particulièrement adéquate pour étudier les produits et les services de façon holistique. Elle permet d'identifier les priorités d'action et d'éviter un déplacement des impacts lors de l'introduction d'un nouveau produit ou d'une nouvelle technologie.

## L'ACV se déroule en quatre phases :

- 1) la définition des objectifs et du champ de l'étude ;
- 2) l'analyse de l'inventaire ;
- 3) l'évaluation des impacts ;
- 4) l'interprétation.

Les principaux aspects méthodologiques de chacune de ces phases sont décrits ci-dessous.

### *Définition des objectifs et du champ de l'étude*

La première phase de l'ACV, appelée définition des objectifs et du champ de l'étude, présente la raison de l'étude et la façon dont celle-ci sera conduite afin d'atteindre cette fin. Le système de produits, défini par l'ISO comme un ensemble de processus élémentaires liés par des flux de matière et d'énergie qui remplissent une ou plusieurs fonctions, y est décrit et détaillé.

Dans ce sens, l'objet d'une ACV est caractérisé par ses fonctions et non seulement en termes de ses produits finaux. Ceci permet la comparaison de produits qui n'ont pas la même performance fonctionnelle par unité de produit (p. ex. une tasse de polystyrène à usage unique et une tasse en céramique qui est réutilisée plusieurs fois), puisque la quantification de la performance fonctionnelle, au moyen de l'unité fonctionnelle, fournit une référence à partir de laquelle sont mathématiquement normalisés les entrants et les sortants des systèmes comparés (p. ex. boire deux tasses de café par jour durant un an). La spécification de l'unité fonctionnelle est le point de départ de la définition des frontières du système puisqu'elle indique quels sont les processus élémentaires qui doivent être inclus pour remplir cette fonction.

La nature des données utilisées et les principales hypothèses sont également décrites dans cette première phase de l'ACV.

### *Analyse de l'inventaire*

La seconde phase de l'ACV, appelée l'analyse de l'inventaire du cycle de vie (ICV), est la quantification des flux élémentaires impliqués durant le cycle de vie complet des produits, services, procédés ou entreprises évalués, c'est-à-dire de l'ensemble des extractions de ressources de la biosphère et des émissions dans l'air, l'eau et le sol.

Pour ce faire, une collecte de données primaires (spécifiques au cas à l'étude) et secondaires (issues de publications ou de banques de données reconnues) est nécessaire. Les données sont rapportées à l'unité fonctionnelle, puis compilées au sein d'un logiciel spécialisé. Le logiciel employé dans le cadre de cette étude est Quantis SUITE 2.0.

### *Évaluation des impacts*

La troisième phase de l'ACV consiste en l'évaluation des impacts du cycle de vie (EICV). Elle a pour but de traduire les flux élémentaires quantifiés dans l'inventaire du cycle de vie dans différentes catégories d'impact sur l'environnement et la santé humaine, selon des modèles de devenir, d'exposition et de toxicité des polluants, ou de raréfaction des ressources. C'est ainsi qu'à chaque substance de l'inventaire est associé un facteur de caractérisation spécifique, permettant de calculer son score d'impact. La somme des scores d'impact des différentes substances détermine l'impact



total du système (produit, procédé ou service) pour un indicateur donné. Dans un second temps, ces catégories d'impact sont regroupées au sein d'un nombre réduit d'indicateurs de dommages environnementaux, ce qui facilite la communication des résultats et la prise de décision.

Dans le cadre de cette étude, la méthode EICV employée est la méthode européenne internationalement reconnue et revue par les pairs IMPACT 2002+ vQ2.2 (Jolliet et al. 2003; Humbert et al. 2012). Celle-ci propose une approche orientée à la fois vers les impacts intermédiaires et les dommages permettant d'associer tous les résultats de l'ICV à seize catégories intermédiaires et à quatre indicateurs de dommage. La Figure 20 montre la structure globale d'IMPACT 2002+, faisant le lien entre l'ICV et les différents indicateurs. Une flèche pleine symbolise une relation connue et modélisée quantitativement basée sur les sciences naturelles. Les relations entre les catégories intermédiaires et de dommages qui sont suspectées, mais pas modélisées de manière quantitative sont indiquées par des flèches en traitsillés.



Figure 20: Schéma global de la méthode IMPACT 2002+ vQ2.2 (Jolliet et al. 2003 ; Humbert et al. 2012).

### Interprétation

L'interprétation, quatrième phase de l'ACV, a pour objectif d'analyser les résultats, d'établir des conclusions, d'expliquer les limites et de fournir des recommandations en se basant sur les résultats des phases précédentes de l'étude. L'interprétation doit respecter les exigences décrites dans la définition des objectifs et du champ de l'étude et tenir compte des contraintes relatives aux hypothèses posées, ainsi qu'à l'incertitude des données employées et du modèle d'évaluation des impacts.



## 9. Références

**Quantis Suisse**, Parc Scientifique de l'EPFL, Bâtiment D, 1015 Lausanne, Suisse, Tel: +41 21 693 91 92, [info@quantis-intl.com](mailto:info@quantis-intl.com), [www.quantis-intl.com](http://www.quantis-intl.com)

**ProfiCost** Légumes, Coûts complets et marges brutes en culture maraîchère – CCM Edition 2013

**DATaphyto**, base de données phytosanitaire, Agroscope, extrait du 06 05 2015  
[http://dataphyto.agroscope.info/\\$/](http://dataphyto.agroscope.info/$/)

**Lignes directrices de fumure en cultures maraîchères**, Reto Neuweiler, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, mars 2011, Tableau 1a: Besoins alimentaires bruts, résidus de récolte et besoins nets des productions maraîchères (cultures de plein champ)

**Rapport d'essai** « Récoltes d'asperges en 2015 », Office d'arboriculture et cultures maraîchères, Vincent Günther, janvier 2015

**Stoessel et al.**, Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables: Application to a Swiss Retailer - ETH Zurich, Institute of Environmental Engineering, CH-8093 Zürich

**Stephan Pfister et al.**, Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA - ETH Zurich, Institute of Environmental Engineering, ETH Hoenggerberg, 8093 Zurich, Switzerland