



Bases pour l'évaluation et la gestion des risques pour les eaux souterraines et de surface liés à l'utilisation de produits phytosanitaires en serre

Cultures sous abri et exposition au PPh: base pour une
approche suisse

Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Octobre 2025

Auteurs et auteurs

Fabio Mascher Dr, BFH-HAFL, Groupe protection des plantes
Marie Biselx, BFH-HAFL, Groupe Protection des plantes
Wendabô Kientega, BFH-HAFL, Groupe Protection des plantes
Cédric Camps Dr, Agroscope, Groupe culture sous serre
Eliott Gobet, Agroscope, Groupe culture sous serre

Mentions légales

Mandant

Office fédéral de l'environnement (OFEV), division Protection de l'air et produits chimiques, CH-3003 Berne

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Mandataire

Haute Ecole Spécialisée Bernoise, Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires, BFH-HAFL, 3052 Zollikofen

Auteurs et auteurs

Fabio Mascher, Marie Biselx, Wendabô Kientega, Simon Spycher (BFH-HAFL)

Cédric Camps, Eliott Gobet (Agroscope)

Accompagnement OFEV

Muris Korkaric, Annette Aldrich, Alexandre Gurba, Christoph Moor, division Protection de l'air et produits chimiques, CH 3003 Berne

Groupe d'accompagnement

Simon Spycher, Dr, BFH-HAFL, Groupe Protection des plantes, 3052 Zollikofen

Simone Meyer, Union maraîchère suisse, 3001 Berne

Gaëtan Jaccard, Office technique maraîcher (OTM), 1110 Morges VD

Remarque :

Le présent rapport a été réalisé sur mandat de l'OFEV. La responsabilité du contenu incombe exclusivement au mandataire.

Table des matières

Résumé exécutif	7
1 Introduction	9
2 Approche structurelle et réglementaire suisse	10
2.1 Approche réglementaire appliquée jusqu'ici	10
2.2 Approche de l'OPD : codification des surfaces agricoles et soutien financier	11
2.3 Répartition nationale des surfaces protégées	11
3 Cadre réglementaire européen	13
3.1 Guide méthodologique de l'EFSA 2014	13
3.2 Cadre interzonal actualisé pour l'évaluation des usages en serre	14
4 Méthode	15
4.1 Approche générale	15
4.2 Définition des critères de classification et Mind-Map	16
4.2.1 Structure	16
4.2.2 Technique culturale	16
4.2.3 Cultures	17
4.3 Visualisation des flux hydriques dans les systèmes sous abri	18
4.4 Enquête à l'étranger : exigences de réduction des risques	19
5 Résultats	20
5.1 Classification	20
5.2 Cadre EU et particularité nationales : Synthèse par pays	21
5.2.1 Pays-Bas	21
5.2.2 Allemagne	21
5.2.3 Belgique	21
5.2.4 France	21
5.2.5 Italie	21
6 Discussion	22
6.1 Discussion détaillée des classes GH	22
6.1.1 Niveau d'exposition de référence – Plein champ	22
6.1.2 GH1 – Culture en pleine terre sans drainage	22
6.1.3 Cas spécial GH1: Cultures en pleine terre avec drains agricoles souterrain	23
6.1.4 GH2 – Cultures hors-sol sur sol semi-perméable, avec drainage et recirculation	23
6.1.5 GH3 – Cultures hors-sol sans drainage, sur sol semi-perméable	24
6.1.6 GH4 – Systèmes hors-sol fermés sur sol imperméable avec recirculation complète	24
6.1.7 Synthèse des prescriptions et rappel des bonnes pratiques	25
6.2 Limites de l'outil de classification actuelle	25

6.3	Discussion sur les exigences réglementaires des cinq pays de l'UE	26
6.3.1	Principaux résultats et implications pour la Suisse	26
6.4	Limites du présent rapport	26
6.5	Perspectives et développements futurs	26
7	Conclusion	27
	Annexe I - Carte mentale de structuration des critères	28
	Annexe II – Cadre EU et particularité nationales	29
1	Cadre européen des PPh en cultures sous abri et déclinaisons nationales	29
1.1	Pays-Bas	30
1.1.1	Contexte des pratiques de production sous serre aux Pays-Bas	30
1.1.2	Le concept de « Nullozing » et son ancrage réglementaire	30
1.1.3	Le modèle GEM : une démarche d'évaluation environnementale intégrée	30
1.2	Allemagne	31
1.2.1	Principe de base : une évaluation spécifique en serre	31
1.2.2	Les restrictions par substance active	31
1.2.3	Les codes d'application spécifiques	32
1.2.4	Une mise en œuvre décentralisée	32
1.3	Belgique	33
1.3.1	Définition et typologie des cultures sous protection	33
1.3.2	Évaluation des risques environnementaux	33
1.3.3	Spécificités régionales : Flandre vs Wallonie	33
1.3.4	Modélisation et référentiels privés	34
1.4	France	34
1.4.1	Réglementation technique et conditions d'usage	34
1.5	Italie	35
	Annexe III : Liste non exhaustive des bonnes pratiques pour la production sous abri	36
	Bibliographie	37

Table des Illustration

Figure 1 Répartition cantonale des surfaces cultivées sous abri (en ha). Les cantons de Vaud, Genève, Zurich et Tessin concentrent à eux seuls plus de 60 % des surfaces protégées en Suisse (Agroscope 2025a). 12

Figure 2 Répartition des cultures sous abri selon les codes OPD (en ha) (Agroscope 2025) tel que 801 – Cultures maraîchères sous serre avec base solide ; 802 – Autres cultures spéciales sous serre avec base solide ; 803 – Cultures horticoles sous serre avec base solide ; 807 – Autres cultures spéciales protégées sans base solide ; 808 – Cultures horticoles protégées sans base solide ; 847 – Autres cultures protégées sans base solide, éligibles aux cotisations ; 848 – Cultures restantes protégées avec base solide ; 849 – Autres cultures protégées sans base solide, non éligibles. 12

Figure 3 Principales catégories de structures de protection. Les principales structures abordées dans le document d'orientation de l'EFSA de 2014 sont indiquées en noir (EFSA 2010; EFSA 2014) 13

Figure 4 Méthodes d'évaluation de l'impact environnemental des PPh utilisés sous différentes structures de culture protégée (EFSA 2014). Le tableau montre, pour chaque type d'abri comment estimer l'exposition des eaux souterraines (GW), des eaux de surface (SW), du sol et de l'air. (a) Les scénarios FOCUS sont des cas types harmonisés au niveau européen, utilisés pour représenter différentes conditions agricoles et climatiques. (b) FOCUS AIR est l'approche spécifique pour estimer la dispersion atmosphérique et le transport à longue distance des substances. 13

Figure 5 À gauche : schéma d'un système d'irrigation en système fermé (closed-loop) sous serre avec récupération des eaux, comprenant des rigoles de collecte et un bac de récupération. La solution nutritive est pilotée par ordinateur (fertigation) avec des cuves de solution nutritive et d'acide pour l'ajustement du pH et des nutriments ; exemple de système utilisé au centre de recherche Agroscope (VS). À droite : illustration d'un réseau de drains souterrains en plein champ destiné à l'évacuation des excès d'eau (adapté de Aquaportal (2023)). 17

Figure 6 Exemple d'une application de l'utilisation de la mind-map : A gauche nous lions une culture de tomate à différentes structures de production potentielles. A droite, nous lions pour une structure différentes cultures. 18

Figure 7 Système de symbolisation des configurations influençant la dynamique hydrique dans les cultures sous abri. La figure illustre, sous forme schématisée, les différentes options de perméabilité du sol, système cultural, drainage, recirculation de l'eau et des voies d'évacuation. Cette grille visuelle constitue la base de la construction des classes typologiques finales utilisées pour l'évaluation de l'exposition. 18

Figure 8 Tunnel plastic protégeant une culture de laitue en pleine terre (Bilgili 2021) 22

Figure 9 Photo de drainage agricole (Zaugg 2020) 23

Figure 10 Culture de fraise sous-tunnel hors sol. Le sol est revêtu d'un ensembles de bâches semi-perméables (Gard 2019). 23

Figure 11 Classe GH3. À gauche : culture de myrtille en pots sous tunnel, sur bâches tissées (Chassouant 2020). À droite : pépinière florale conduite sur bâches tissées (ULMA 2015) 24

Figure 12 Classe GH4. À gauche : production de tomate hors sol en serre, avec système en boucle fermée (closed loop), centre Agroscope Conthey (VS). *Photo : C. Camps, Agroscope, (2024)*. À droite : culture de champignons en bâtiment clos. *Photo : Fine Funghi AG, Gossau (ZH), (2025)*. 24

Figure 13 Mind-map arborescente présentant toutes les catégories identifiées lors des discussion avec les experts d'Agroscope pour la définition de cultures sous abri en identifiant caractéristiques générales selon les trois axes :structure, technique culturale et cultures. Cette dernière sert de base et de référentiel aux aspects retenus pour l'élaboration de l'outil comportant les classes définies dans la suite de ce travail. 28

Figure 14 Carte illustrant la séparation des zones européennes pour l'homologation des PPh. Cette image provient d'un article publié en ligne par Agrochemical/REACH24H via le site ChemLinked (ChemLinked 2024) 29

Liste des Tableaux

Tableau 1 Classification selon l'OFAG des structures en fonction de leur type, leur usage et leur intégration dans les systèmes de culture. On distingue les serres (K1–K4) des structures assimilées au plein champ (K3b–K8) (adapté de OFAG 2013a). 10

Tableau 2 Codification officielle des structures protégées selon le type de culture, leur base et leur éligibilité aux paiements directs agricoles. Les codes 801 à 849 couvrent les principaux cas de figure (Agridea 2023). La surface en hectare de surfaces en Suisse concernées, en 2024, est indiquée pour chaque code. 11

Tableau 3 Aperçu des classes (GH1 à GH4) et des évaluations de l'exposition des eaux de surface et souterraines 20

Tableau 4 : Bilan des objectifs initiaux et statut de réalisation dans la présente étude 27

Tableau 5 Paramètres pris en compte par le modèle GEM (van Os et Balendonck 2020) 31

Tableau 6 Substances actives autorisées exclusivement en serre en Allemagne (Ullrich 2025). 32

Tableau 7 Synthèse des codes de restriction concernant les cultures sous abris 32

Tableau 8 Catégories de surfaces étanches reconnues en Allemagne (synthèse du sondage des Länder) (Smith 2025b) 33

Liste des abréviations

AMM – Autorisation de mise sur le marché

BAFU / OFEV – Office fédéral de l'environnement (Bundesamt für Umwelt)

BLW / OFAG – Office fédéral de l'agriculture (Bundesamt für Landwirtschaft)

BPA – Bonnes pratiques agricoles

DT₉₀ / DT₅₀ – Temps de dissipation de 90 % / 50 % (indicateurs de persistance des substances actives dans le sol)

EFSA – Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food Safety Authority)

EU / UE – Union européenne

FOCUS – Forum for the Co-ordination of Pesticide Fate Models and their Use (groupe européen de modélisation environnementale)

FOCUS AIR – Modèle FOCUS pour l'évaluation de l'exposition de l'air

GH1–GH4 – Classes typologiques proposées pour les systèmes de cultures sous abri

GEM – Système néerlandais de gestion et de traitement des effluents de serres

izCA – Interzonal Core Assessment, évaluation interzonale des usages en serre

K1 à K8 – Typologie OFAG des structures de production sous abri

NZ113 – Code allemand de mesure d'atténuation (RMM) pour les usages en serre fermée

OTM – Office technique maraîcher

PAN – Plan d'action national (Italie, 2014)

PPh / PPP – Produits phytosanitaires / Plant Protection Products

RMM – Risk Mitigation Measures (mesures de réduction des risques)

SwissGAP – Standard suisse de bonnes pratiques agricoles

UMS – Union maraîchère suisse

Résumé exécutif

Depuis 2022, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) est responsable de l'évaluation du comportement environnemental et des risques éco toxicologiques des PPh dans le cadre de la procédure de leur autorisation. Dès lors, l'OFEV considère une priorité de combler les lacunes de connaissances concernant l'exposition aux PPh et leurs impacts environnementaux.

Actuellement, les évaluations des risques pour les eaux souterraines et de surface reposent sur des modèles également utilisés dans l'UE. Toutefois, il n'existe pas de modèles et scénarios harmonisés et validés à l'échelle européenne qui tiennent compte du potentiel d'exposition variable lié aux applications de PPh dans les différentes cultures protégées. Pour cette raison, les scénarios en plein champ sont actuellement utilisés pour toutes les applications, à l'exception de celles réalisées dans des serres high-tech et low-tech. Pour ces dernières, les lignes directrices de l'EFSA (2014) proposent des scénarios types, mais ceux-ci ne sont pas validés à l'échelle européenne. De plus, les directives actuelles ne fournissent pas d'indications exhaustives concernant les situations dites de « non-exposition ». Par conséquent, comme dans l'UE, l'évaluation de l'exposition pour les applications en plein champ est supposée couvrir également l'exposition liée à l'utilisation de PPh en serre. De meilleures données pourraient clarifier dans quelle mesure l'exposition en serre diffère de celle en plein champ, ce qui permettrait potentiellement de mettre en place des évaluations et des mesures de gestion des risques plus adaptées.

Dans le cadre de la motion Bregy (21.4164), il existe actuellement peu d'informations sur la possibilité d'appliquer en Suisse certaines exigences de gestion des risques des pays voisins, telle la mesure NZ113 en Allemagne.

Objectifs de l'étude

Le projet vise à améliorer les bases pour l'évaluation de l'exposition des eaux souterraines et de surface aux pesticides dans les cultures protégées, en particulier sous serre. Les objectifs suivants ont été définis au début du projet :

- Comparer les différentes classes de cultures protégées, telles que définies par l'EFSA, l'OFAG (BLW) et l'OPD (DZV), et, si possible, proposer une classification simplifiée. Associer les « classes » existantes en Suisse aux approches d'évaluation des risques utilisées dans l'UE.
- Analyser, pour chaque classe, les différentes voies potentielles d'entrée dans les eaux, en comparaison avec les applications en plein champ. L'objectif principal est de déterminer dans quels cas les applications de PPh en serre sont équivalentes à celles en plein champ, dans quels cas une exposition négligeable peut être supposée, ou encore quand des scénarios alternatifs doivent être développés.
- Fournir des données quantitatives sur les pratiques d'irrigation (y compris la rétention) pour les différentes classes, et analyser l'infiltration potentielle et les apports dans les eaux de surface par rapport aux applications en plein champ.
- Compiler les exigences de réduction des risques liées aux applications en serre provenant de pays voisins ainsi que des Pays-Bas et de la Belgique. Analyser leur transférabilité à la Suisse et, le cas échéant, formuler des recommandations pour des mesures pratiques d'atténuation des risques, lesquelles — si elles sont respectées — peuvent être supposées limiter suffisamment les risques des applications de PPh concernées.

Résultats et conclusions

Une comparaison des différentes classes de cultures protégées a été réalisée et une classification simplifiée (GH1 à GH4) est proposée (objectif 1), pouvant servir d'outil préliminaire pour soutenir de futures évaluations. La classification est basée sur une différenciation structurée des systèmes de serre selon des critères techniques tels que le type de sol, le drainage et la recirculation de l'eau. Sur cette base, les voies potentielles d'entrée des PPh dans les eaux ont été évaluées en comparaison avec l'application en plein champ comme scénario de référence (objectif 2). Cette classification suggère que l'utilisation de PPh en systèmes protégés peut, dans certaines conditions, présenter un risque plus faible de contamination des eaux de surface et souterraines que les applications en plein champ. Cependant, aucune donnée quantitative sur les pratiques d'irrigation n'a été obtenue dans l'étude (objectif 3) et, par conséquent, l'exposition environnementale des classes GH1-GH4 a uniquement été estimée sur la base du jugement d'experts et ne peut pas encore être quantifiée.

Concernant l'objectif 4, les informations relatives aux exigences liées aux risques des applications en serre provenant de pays voisins ainsi que des Pays-Bas et de la Belgique ont été compilées dans la mesure du possible dans le délai de la présente étude. Par ailleurs, un nouveau document de travail intermédiaire sur l'évaluation interzonale des utilisations en serre (destiné à l'analyse du devenir environnemental) est devenu disponible au cours du projet. Bien qu'il n'ait pas été analysé en détail, ce document a constitué une référence pour la nouvelle classification. Il pourrait à l'avenir offrir des orientations utiles et mettre en lumière les lacunes qui entravent encore l'harmonisation européenne.

Malgré l'absence de quantification et de validation de la classification présentée dans la présente étude, les résultats peuvent offrir un point de départ pour le développement d'approches plus nuancées d'évaluation et de gestion des risques.

Recommandations pour l'évaluation et la gestion des risques en Suisse

L'analyse menée — fondée sur la comparaison des mesures de réduction du risque (RMM) avec celles d'autres États membres et sur la classification proposée — met en évidence la complexité du terme « serre ». Selon les différences structurelles et fonctionnelles des systèmes protégés, on observe en effet plusieurs degrés de fermeture. Par conséquent, la notion, trop vague, de « serre fermée » peut être précisée afin de garantir une exposition négligeable hors du site protégé, ce qui pourrait permettre l'utilisation de PPh présentant un profil de risque plus élevé.

Lors de l'adaptation future des autorisations de PPh de pays voisins à la Suisse, une analyse comparative pourra aider à évaluer de manière critique les différences avec ces pays et à guider les décisions, en tenant compte des évaluations de risques sous-jacentes, des contextes environnementaux et des mesures d'atténuation applicables.

Des stratégies d'atténuation issues d'autres pays, telles que des surfaces imperméables, l'irrigation en circuit fermé ou encore les systèmes de recirculation, pourraient être envisagées lors de l'élaboration des RMM pour la Suisse. Ces mesures peuvent être considérées soit comme faisant partie de la définition d'une « serre fermée », soit comme conditions distinctes selon le contexte réglementaire.

La classification présentée dans ce rapport pourrait servir de cadre conceptuel pour orienter de futures discussions réglementaires et adapter les évaluations à la diversité des systèmes de cultures protégées.

Il pourrait également être utile de fournir des recommandations plus claires et spécifiques aux serres en matière de bonnes pratiques agricoles, en s'appuyant sur des standards existants tels que SwissGAP et en intégrant les enseignements tirés d'autres pays de l'UE.

Recommandations pour des recherches futures

Il serait souhaitable d'établir une liste de cultures associées à chacun des quatre types de serres définis. Une telle correspondance permettrait de mettre en évidence la polyvalence de chaque système et de mieux comprendre dans quelle mesure l'impact environnemental d'une même culture peut varier selon le type de serre dans lequel elle est cultivée. Cet exercice offrirait également une base concrète pour comparer les pratiques et affiner les évaluations de risques.

Par ailleurs, des recherches ciblées devraient être menées afin de quantifier les flux d'eau dans les systèmes de serre suisses, en comparaison avec les conditions de plein champ et les caractéristiques des sols typiquement rencontrés dans les serres en Suisse. Une attention particulière devrait être accordée aux vitesses de dégradation des substances actives et de leurs métabolites. Pour obtenir des résultats de quantification significatifs, il pourrait être nécessaire d'agréger davantage la classification proposée.

1 Introduction

En Suisse, l'évaluation de l'exposition environnementale liée à l'utilisation de produits phytosanitaires (PPh) dans les cultures sous abri repose encore principalement sur des scénarios élaborés pour le plein champ. Or, les systèmes protégés, tels que les serres, tunnels ou chambres de culture, présentent des caractéristiques techniques qui influencent la dispersion potentielle des substances actives vers les eaux souterraines et les eaux de surface. Dans la plupart des cas, l'hypothèse de travail est que le niveau d'exposition associé aux usages en serre est inférieur à celui observé en plein champ. Cependant, l'absence de modèles spécifiques tenant compte de ces conditions particulières justifie le développement de nouvelles bases méthodologiques pour adapter les approches d'évaluation et de gestion de l'exposition environnementale.

Ce mandat s'inscrit dans le contexte de la motion Bregy (21.4164), qui vise à accélérer le processus d'autorisation de produits phytosanitaires pour l'agriculture suisse en s'alignant sur les décisions de l'Union européenne (UE). Le Conseil fédéral a toutefois souligné la nécessité de tenir compte des conditions environnementales nationales, notamment hydrologiques et climatiques. Dans ce cadre, l'OFEV a mandaté un projet exploratoire visant à définir les bases d'une convergence méthodologique avec le cadre européen et à soutenir l'adaptation des outils réglementaires suisses.

Le projet a été confié au groupe Protection des plantes de la BFH-HAFL, en collaboration avec le groupe de recherches Cultures sous serres d'Agroscope. Les travaux bénéficient du soutien et de l'expérience en matière de l'Office technique maraîcher (OTM) et l'Union maraîchère suisse (UMS). Le projet s'appuie sur une classification simplifiée des cultures sous abri, fondée sur des critères tels que le type de structure, le système cultural et la gestion de l'eau, en cohérence avec l'approche européenne de l'EFSA. Pour chacune des quatre classes identifiées, les principales voies potentielles de transfert des PPh vers les eaux de surface et souterraines, à savoir : exposition à la dérive, au ruissellement et à l'infiltration/lessivage, ont été identifiées et comparées aux situations de plein champ. Ces résultats constituent une synthèse d'informations et de concepts réunis lors de discussions avec les entités expertes listées plus haut ; ce travail ne contient toutefois aucune donnée quantitative.

En parallèle, une analyse comparative internationale couvrant les Pays-Bas, l'Allemagne, la Belgique, la France et l'Italie a été menée afin d'évaluer la transférabilité au contexte suisse de certaines mesures d'atténuation de l'exposition.

L'objectif, à terme, est de fournir les bases pour repérer les conditions réduisant l'exposition aux PPh par rapport au plein champ en cultures sous abri, avec un focus sur les eaux souterraines et de surface, afin de mieux intégrer ces spécificités dans l'évaluation environnementale des PPh.

2 Approche structurelle et réglementaire suisse

Pour l'utilisation de produits phytosanitaires en plein champ, les autorités appliquent des scénarios harmonisés au niveau européen pour l'évaluation de l'exposition dans le cadre de leur autorisation. Ce n'est toutefois pas encore le cas pour les serres. En l'absence de scénarios validés et harmonisés au niveau européen pour l'évaluation de l'exposition environnementale aux produits phytosanitaires utilisés dans les serres, la Suisse, comme la plupart des pays de l'UE, utilise l'application en plein champ comme scénario de référence dans les modèles d'exposition prescrits. Cependant, une serre maintenue fermée durant l'application est considérée comme ne générant ni dérive ni ruissellements vers les eaux de surface. De plus, dans certains cas particuliers comme les bâtiments clos destinés à la production de champignons ou de chicorée, une absence totale d'exposition est supposée (OFAG 2013a; OFAG 2013b). À l'heure actuelle, on distingue plusieurs classes de cultures protégées ; la typologie opère notamment la distinction entre plein champ et serre.

En parallèle, l'Union européenne, par l'intermédiaire de l'EFSA, distingue plus finement les types de structures en fonction de leur potentiel d'émission et donc de leur niveau d'exposition environnementale. Les serres fermées sont assimilées à des systèmes quasi étanches, tandis que les cultures simplement couvertes, telles que les tunnels ouverts, filets ou voiles, sont considérées comme équivalentes aux conditions de plein champ. Les documents suisses de 2013 font explicitement référence à cette approche et confirment que la définition nationale de "serre" est alignée sur celle du Règlement (CE) n° 1107/2009.

2.1 Approche réglementaire appliquée jusqu'ici

En 2011, l'OFAG a introduit dans l'ordonnance sur les produits phytosanitaires une définition officielle du terme « serre ». Celle-ci décrit une construction fixe ou mobile, totalement ou partiellement fermée, destinée à protéger les cultures ou à modifier le microclimat. Une serre est toutefois considérée comme réductrice d'exposition environnementale, uniquement si elle reste fermée pendant l'application des PPh (OFAG 2011). Cette définition a été formulée au niveau suisse, mais elle s'inspire des explications données par l'autorité d'homologation des PPh Allemand (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, BVL) et tient compte des travaux européens, notamment ceux de l'EFSA. L'OFAG a également élaboré une classification des cultures sous abris, en 2013.

Tableau 1 Classification selon l'OFAG des structures en fonction de leur type, leur usage et leur intégration dans les systèmes de culture. On distingue les serres (K1-K4) des structures assimilées au plein champ (K3b-K8) (adapté de OFAG 2013a).

Serre	• K1 : Serres en verre (structure fixe, transparente), • K2 : Serres en film plastique, • K3 : Tunnels praticables en plastique ○ K3a : tunnels fixe • K4 : Chambres de culture pour champignons et chicorée (non translucides)
Plein champs	○ K3b : tunnels temporaires • K5 : Tunnels bas non accessibles, • K6 : Abris anti-pluie accessibles, • K7 : Filets de protection accessibles (grêle, insectes), • K8 : Couvertures plates (filets, films, voiles).

Cette classification distingue huit classes de structures, de la serre vitrée (K1) aux couvertures plates (K8), selon leur hauteur, mobilité, transparence et niveau de fermeture. Une précision ultérieure a subdivisé la classe K3 en deux sous-classes, différenciant les tunnels fixes (K3a) aux tunnels temporaires (K3b).

En parallèle, deux documents publiés en 2013 précisent les modalités d'évaluation de l'exposition pour les PPh en serre (OFAG 2013c; OFAG 2013a) :

- L'exposition pour les eaux souterraines et de surface est généralement moindre en serre fermée.
- Les serres limitent la dispersion, ce qui permet d'adapter certaines exigences (distances, équipements) et réduisent ainsi le risque pour les organismes non ciblés dans les milieux aquatique et terrestre.
- Les pollinisateurs élevés en serre doivent être protégés via des avertissements spécifiques.
- L'exposition des opérateurs étant accrue sous abri, des protections renforcées sont exigées.

Globalement, les serres fermées sont perçues comme des scénarios à moindre exposition dans la plupart des compartiments environnementaux, en comparaison au cadre de référence qu'est le plein champ. Cela permettrait donc une adaptation réglementaire pour certains usages spécifiques. En revanche, les applications sous structures entrant dans les catégories K3b, K5 à K8, ou sous « plein champs », sont évaluées en tant que telles

2.2 Approche de l'OPD : codification des surfaces agricoles et soutien financier

En 2014, une aide à l'exécution de l'OFAG a précisé l'éligibilité des structures de cultures protégées dans le cadre des paiements directs agricoles (OFAG 2014):

- Les structures fixes avec fondations en béton sont exclues du soutien.
- Les structures mobiles, démontables ou sans fondation demeurent éligibles.

Selon la fiche technique Merkblatt Nr. 2 (OFAG 2014), les surfaces protégées toute l'année, notamment les serres, relèvent de la surface agricole utile (art. 14 LBV). Toutefois, elles ne sont éligibles aux paiements directs que si elles ne reposent pas sur des fondations fixes. Pour faciliter la catégorisation des structures, l'OFAG met à disposition cette fiche Nr 2 illustrant ce qui est considéré comme « fixe ». Par ailleurs, le système suisse de paiements directs s'appuie sur une codification détaillée des surfaces, permettant de distinguer les différentes situations (Tableau 2).

Tableau 2 Codification officielle des structures protégées selon le type de culture, leur base et leur éligibilité aux paiements directs agricoles. Les codes 801 à 849 couvrent les principaux cas de figure (Agridea 2023). La surface en hectare de surfaces en Suisse concernées, en 2024, est indiquée pour chaque code.

Code	Type de culture protégée	Paiements directs	Surface en Ha
801	Cultures maraîchères sous serre avec base solide	Non	231
802	Autres cultures spéciales sous serre avec base solide	Non	40
803	Cultures horticoles sous serre avec base solide	Non	41
807	Autres cultures spéciales protégées sans base solide	Oui	61
808	Cultures horticoles protégées sans base solide	Oui	26
810	Champignons en culture protégée avec base solide	Non	-
847	Autres cultures protégées sans base solide, éligibles aux cotisations	Oui	7
848	Cultures restantes protégées avec base solide	Non	7
849	Autres cultures protégées sans base solide, non éligibles	Non	3
Somme			416 ha

2.3 Répartition nationale des surfaces protégées

Pour visualiser la surface agricole sous abri en Suisse, le groupe Cultures sous serres d'Agroscope a compilé des données auprès des cantons, mettant en évidence, d'une part, la répartition cantonale des surfaces cultivées sous abri et, d'autre part, la répartition des types de structures, en lien avec la codification présentée dans le tableau ci-dessus à l'échelle nationale. En 2024, la surface agricole totale sous abri est estimée à 792 hectares, soit environ 0,08 % de la surface agricole utile (SAU) nationale (1'041'000 hectares) (OFS 2024). Parmi ces 792 ha, le sondage mené par Agroscope a dévoilé l'utilisation

de 416 ha, entrant dans la codification du Tableau 2 tel qu'illustré dans la Figure 1. Les 376 ha restants correspondent aux surfaces déclarées sous les numéros 804, 811, 812, 813 et 814, relevant d'autres catégories de cultures sous abris sans fondations permanentes, notamment des cultures de baies et des cultures maraîchères (Agridea 2023). Ces surfaces sont concentrées principalement dans les cantons de Vaud (73 ha), Genève (64 ha), Zurich et Tessin (plus de 60 ha chacun). À l'inverse, certains cantons, comme Uri ou Neuchâtel, présentent des surfaces sous abri limitées (Agroscope 2025a).

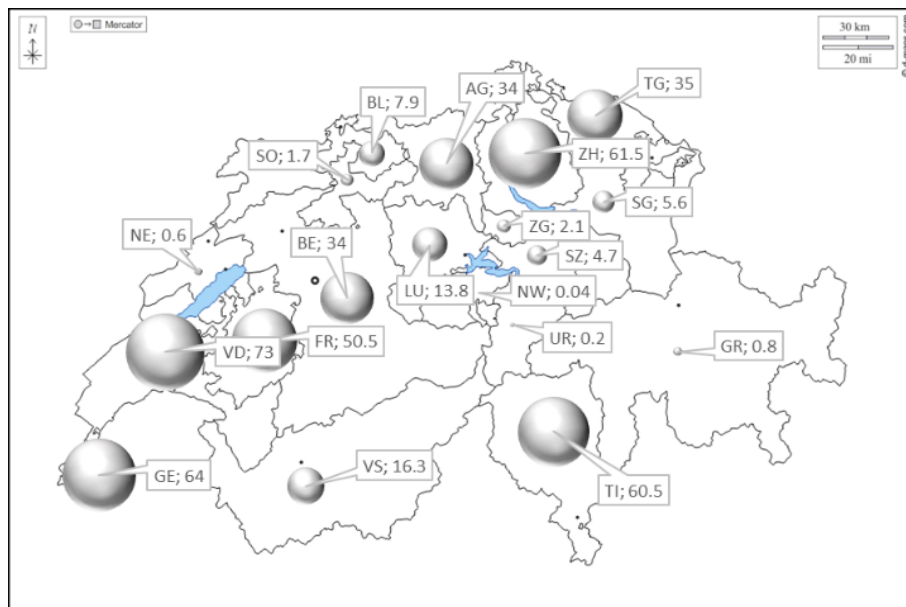


Figure 1 Répartition cantonale des surfaces cultivées sous abri (en ha). Les cantons de Vaud, Genève, Zurich et Tessin concentrent à eux seuls plus de 60 % des surfaces protégées en Suisse (Agroscope 2025a).

La majorité des surfaces protégées est enregistrée sous le code 801 (55 %), correspondant aux serres fixes avec fondations, non éligibles aux paiements directs. On y produit principalement des légumes de serre à fructification : tomate, concombre, poivron, aubergine. En additionnant les autres codes "serres avec base solide", la part des serres fixes atteint environ 75 % des 416ha. Cela indique que la plupart des structures relevant de la catégorie « serre », selon la typologie de l'OFAG (K1 à K4), sont installées sur base solide. Le quart restant concerne surtout les tunnels et autres structures sans fondation (Figure 2).

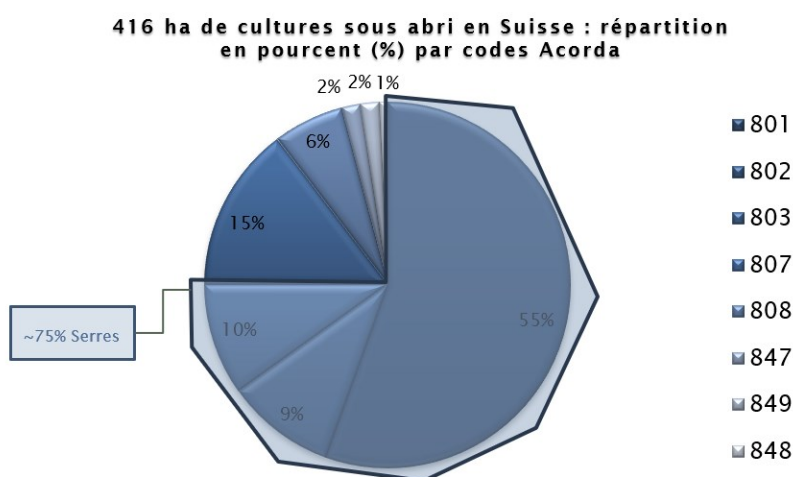


Figure 2 Répartition des cultures sous abri selon les codes OPD (en ha) (Agroscope 2025) tel que 801 – Cultures maraîchères sous serre avec base solide ; 802 – Autres cultures spéciales sous serre avec base solide ; 803 – Cultures horticoles sous serre avec base solide ; 807 – Autres cultures spéciales protégées sans base solide ; 808 – Cultures horticoles protégées sans base solide ; 847 – Autres cultures protégées sans base solide, éligibles aux cotisations ; 848 – Cultures restantes protégées avec base solide ; 849 – Autres cultures protégées sans base solide, non éligibles.

3 Cadre réglementaire européen

3.1 Guide méthodologique de l'EFSA 2014

Le guide EFSA (2014), élaboré dans le cadre du règlement (CE) n° 1107/2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, propose une méthode commune d'évaluation de l'exposition environnementale des PPh en cultures sous abri. Il commence par classer les structures selon leurs caractéristiques physiques (Figure 3) (couverture, ossature, ouvertures), leur perméabilité/étanchéité, le système de culture (sol/hors-sol, collecte/recirculation), l'accessibilité et la permanence, ainsi que la gestion de l'eau (irrigation, drainage, recirculation). Cette typologie oriente directement le choix des compartiments et modèles à appliquer.

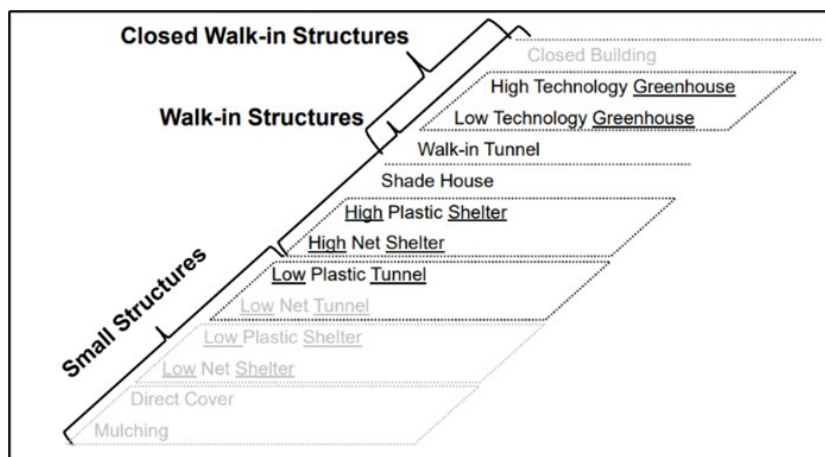


Figure 3 Principales catégories de structures de protection. Les principales structures abordées dans le document d'orientation de l'EFSA de 2014 sont indiquées en noir (EFSA 2010; EFSA 2014)

L'EFSA distingue treize cas de cultures sous abri, regroupés en deux catégories principales selon l'accessibilité des structures (accessibles / non accessibles). Une troisième dimension, transversale, tient au degré de fermeture de la structure.

Structure/system	Groundwater (GW)	Surface water (SW)	Soil	Air
Low net shelter	FOCUS all 9 ^(a)	FOCUS all ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
Low plastic shelter	FOCUS all 9 ^(a)	FOCUS all ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
Low net tunnel	FOCUS all 9 ^(a)	FOCUS all ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
Low plastic tunnel	FOCUS all 9 ^(a)	FOCUS all ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
High net shelter	FOCUS all 9 ^(a)	FOCUS all ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
High plastic shelter	FOCUS all 9 ^(a)	FOCUS all ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
Shade house	FOCUS all 9 ^(a)	FOCUS all ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
Closed building	Not relevant	Not relevant	Not relevant	FOCUSAIR ^(b)
Walk-in tunnel	Example leaching scenario concerning a soil-bound tomato crop in Italy ^(a)	FOCUS scenario D ^(a)	FOCUS ^(a)	FOCUSAIR ^(b)
Greenhouse	Example leaching scenario (GW) concerning a soil-bound tomato crop in Italy ^(a) Example drainage scenario (SW) concerning a soil-bound chrysanthemum crop in the Netherlands Example scenario (SW) concerning a soil-less cultivation in the Netherlands. For the receptor soil: assessment only for persistent substances			FOCUSAIR ^(b)

(a): For further details on these abbreviations and meanings, please see sections 3 and 4.
(b): FOCUSAIR (see also EFSA 2007, 2012a), regarding assessment of potential long range transport.

Figure 4 Méthodes d'évaluation de l'impact environnemental des PPh utilisés sous différentes structures de culture protégée (EFSA 2014). Le tableau montre, pour chaque type d'abri comment estimer l'exposition des eaux souterraines (GW), des eaux de surface (SW), du sol et de l'air. (a) Les scénarios FOCUS sont des cas types harmonisés au niveau européen, utilisés pour représenter différentes conditions agricoles et climatiques. (b) FOCUS AIR est l'approche spécifique pour estimer la dispersion atmosphérique et le transport à longue distance des substances.

La fermeture ou le degré de confinement d'une structure correspond à sa capacité à limiter ou empêcher les transferts d'air et d'eau vers l'extérieur. Plus une structure est ouverte, plus son comportement se rapproche de celui de plein champ. Cela s'applique à la majorité des structures temporaires ou partiellement ouvertes. Dans ces cas, l'évaluation de l'exposition peut s'appuyer directement sur les scénarios FOCUS standards (Figure 4) : neuf scénarios pour les eaux souterraines, dix pour les eaux de surface, les modèles de persistance pour le sol et la méthode FOCUS AIR pour l'air (FOCUS, 2008).

En revanche, les structures permanentes et fermées, telles que les serres, nécessitent une approche plus spécifique. Celles-ci modifient les conditions de transfert, par ventilation contrôlée, irrigation ciblée, et absence de précipitations directes, ce qui les distingue des scénarios plein champ. Dans ce cas, l'évaluation de l'exposition du sol n'est requise que pour les substances persistantes (DT_{90} supérieur à un an). Pour l'eau, des scénarios spécifiques ont été développés par l'EFSA : par exemple, un scénario de lessivage pour la tomate en sol en Italie, un scénario de drainage pour le chrysanthème aux Pays-Bas, ou encore un scénario dédié aux cultures hors sol. L'air reste évalué via la méthodologie FOCUS AIR, en raison des émissions liées à la ventilation des serres.

Les configurations intermédiaires sont assimilées au plein champ tant que leur étanchéité et l'absence de rejets ne sont pas démontrées. Les tunnels accessibles (walk-in tunnels) appartiennent à cette catégorie : ce sont des structures semi-permanentes qui nécessitent également des scénarios adaptés.

Dans l'ensemble, l'idée générale est de classer les structures selon leur degré d'ouverture et de permanence : plus une structure est proche des conditions du plein champ, plus les scénarios standards peuvent être appliqués directement ; plus elle est fermée et contrôlée, plus des scénarios spécifiques seraient nécessaires pour estimer l'exposition réelle, qui diffère de plus en plus de celle en plein air.

3.2 Cadre interzonal actualisé pour l'évaluation des usages en serre

Le guide de l'EFSA publié en 2014 a posé les bases de l'évaluation environnementale des PPh en cultures protégées en définissant une typologie des structures et des approches par compartiment. Pour les serres, il ne proposait toutefois que des exemples de scénarios non destinés à être généralisés, ce qui a entraîné des pratiques divergentes entre États membres.

Un document de travail interzonal, applicable depuis septembre 2024, établit désormais un socle minimal commun pour le devenir environnemental des usages en serre, en sol comme en hors-sol (Interzonal Steering Committee 2023). Il exige une évaluation dans le sol uniquement pour les substances et métabolites persistants. Il impose la modélisation des eaux souterraines avec les neuf scénarios FOCUS pour toutes les substances et tous les métabolites. Il demande pour les eaux de surface et les sédiments deux approches menées en parallèle et non cumulatives, d'une part FOCUS Surface Water en mode « drainage uniquement », d'autre part une entrée forfaitaire de 0,2 % de la dose appliquée dans un plan d'eau standard. L'air est évalué selon FOCUS Air avec un dépôt conservateur de 0,2 %, les substances très volatiles faisant l'objet d'un examen au cas par cas. La construction de scénarios sur mesure par les demandeurs ne fait pas partie du noyau interzonal, tandis que les affinements et les mesures de gestion sont arrêtés au niveau national. Un tableur interzonal publié en 2024, facultatif, facilite la préparation en cadrant les modèles, les concentrations attendues et les informations de GAP (Interzonal steering committee 2024).

4 Méthode

En Suisse, les cultures sous abri sont classées principalement selon des critères structurels. Cette typologie offre une première estimation de l'exposition potentielle, tout en prenant en compte de façon partielle les pratiques culturales, la gestion de l'eau et le devenir des substances. L'OFEV suit cette typologie dans le cadre de la procédure d'autorisation. Dans le cadre de la motion Bregy, la question s'est posée de la transférabilité en Suisse des évaluations et des mesures de réduction des risques étrangères, comme par exemple l'applicabilité de la condition allemande NZ113¹. À l'échelle européenne, l'EFSA et les groupes interzonaux ont élaboré une approche harmonisée qui combine caractéristiques de la structure de la serre et différents paramètres fonctionnels tels que le drainage, la recirculation et la perméabilité des sols ; le document de travail interzonal de 2023 en constitue la base opérationnelle et complète les limites du guide EFSA (EFSA 2014).

Dans ce contexte, la présente étude met à disposition : (i) une carte mentale (mind map), (ii) un système de symbolisation, (iii) un outil de classification, et (iv) une synthèse issue d'une enquête auprès d'experts européens de cinq pays sur l'exposition environnementale aux PPh en cultures sous abri. Elle poursuit trois objectifs : harmoniser la typologie des structures de type « serre », examiner l'intégration de l'approche interzonale européenne, et prendre en compte des mesures techniques reconnues à l'étranger. Sur cette base, l'étude esquisse un cadre d'appui pour l'évaluation de l'exposition environnementale des PPh en systèmes protégés — avec un accent sur les eaux souterraines et de surface — et propose un outil de correspondance, provisoire et évolutif, pour relier les deux systèmes d'évaluation.

4.1 Approche générale

Pour rappel, le projet se concentre en priorité sur les classes K1 à K4 définies au Tableau 1, afin de proposer une évaluation de l'exposition mieux adaptée ; il est posé en postulat que les autres classes relèvent directement du plein champ.

En amont de la conception de l'outil de classification, les critères pertinents pour évaluer les voies d'exposition en contexte de serre ont été identifiés. L'analyse s'appuie sur trois typologies de référence — EFSA, OFAG et OPD — et a été menée en collaboration avec le groupe Cultures sous serre d'Agroscope afin de mobiliser leur expertise des systèmes sous serre. Les résultats de ces échanges ont été organisés sous forme de carte mentale arborescente (Figure 13, Annexe), ce qui a permis de structurer, regrouper et hiérarchiser les propositions.

La deuxième étape a consisté à concevoir un système de symbolisation (Figure 7) pour représenter la dynamique de l'eau dans les structures de type serres et tunnels et repérer les voies potentielles d'entrée d'eau en comparaison au plein champ. L'accent est mis sur les mouvements verticaux et horizontaux de l'eau, en se concentrant sur les eaux de surface et souterraines, considérées comme les compartiments les plus pertinents dans ce contexte. Ainsi, un jeu de pictogrammes a été élaboré afin de simplifier et clarifier l'évaluation de l'exposition de ces milieux aux PPh. Cette démarche a affiné la compréhension des dynamiques hydriques, en fonction du type de structure, des systèmes d'irrigation et de drainage, des pratiques culturales et de la perméabilité des sols. Elle a abouti à une première ébauche de classification.

Les résultats de ce cheminement en deux étapes a conduit à la classification proposée, structurée en quatre classes (Tableau 3). Élaborée dans un souci d'harmonisation à partir du tableau de référence de l'Interzonal steering committee (2024), chaque classe comporte une description technique, des exemples concrets, des remarques spécifiques, ainsi qu'un ensemble de pictogrammes permettant de visuellement différencier ces classes. Celle-ci s'appuie sur de nombreux échanges avec Agroscope ainsi que sur une interview approfondie d'experts de l'UMS et de l'OTM.

¹ https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/PSM_Kodeliste.html

4.2 Définition des critères de classification et Mind-Map

Au fil des travaux et des échanges, il a été décidé d'organiser les critères autour de trois axes ressortis des discussions avec Agroscope, dans lesquels les autres critères peuvent être rattachés :

- 1) Structure
- 2) Technique culturale
- 3) Culture

Ces trois dimensions visent d'abord à décrire de façon précise et systématique l'ensemble des types de serres présents en Suisse. Sur cette base, la carte mentale a été construite en y intégrant les critères jugés pertinents (Figure 13). Le guide EFSA (2014) a servi de point de départ pour leur définition, car il propose déjà plusieurs paramètres techniques. Les critères retenus sont :

- Structure physique : type de couverture, matériaux
- Système de culture : pleine terre, hors-sol
- Accessibilité : structures praticables ou non
- Permanence : installations fixes ou temporaires
- Perméabilité du revêtement de sol
- Modalités d'irrigation et de drainage

4.2.1 Structure

Afin d'avoir un aperçu complet des systèmes de production existants en Suisse, Agroscope nous a fourni un document listant les principaux types de serres et tunnels en fonction de leur niveau technologique (Agroscope 2025b). Ce document nous a permis de mieux appréhender la diversité des structures, tant à l'échelle internationale que nationale. À partir de cette base, nous avons pu intégrer des informations supplémentaires sur les matériaux de construction, la notion de permanence, l'accessibilité, ainsi que les possibilités d'ouverture (toits et côtés) pour la ventilation et la gestion thermique. Le dernier critère de cette catégorie concerne la nature du sol et son degré de perméabilité selon le type de revêtement.

4.2.2 Technique culturale

Cette section prend en compte le système de culture, qu'il s'agisse d'un système en pleine terre ou hors-sol, mais aussi les technologies regroupées autour du cycle de l'eau dans la production, à savoir l'irrigation, les pratiques de drainage et l'évacuation des eaux.

Dans un système de production hors-sol, l'eau collectée par drainage peut être recirculée et réutilisée (système fermé) ou évacuée vers l'extérieur (système ouvert). À ce stade, aucune donnée n'est disponible sur les modalités d'évacuation effectivement mises en œuvre dans les systèmes ouverts. À titre indicatif, les voies classiquement envisagées sont les eaux de surface et les eaux souterraines. Il serait cependant intéressant d'approfondir la question en abordant des thèmes comme le traitement, la désinfection de l'eau et les pratiques en fin de cycle de culture.

Pour rappel, le drainage sous serre désigne le dispositif de récupération des eaux d'irrigation dans un système de production hors sol, sous abri, généralement constitué de rigoles conduisant vers un bac de collecte (Figure 5, gauche). À titre de comparaison, le drainage agricole souterrain correspond à un réseau de tuyaux enterrés, installé dans les parcelles de plein champ afin d'assécher les sols humides et d'améliorer les conditions de production (Figure 5, droite).

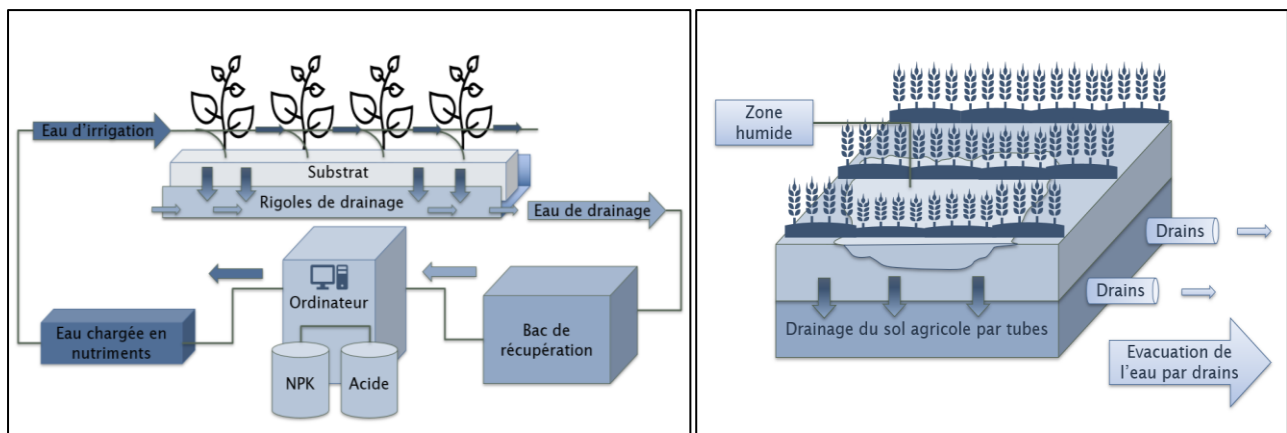


Figure 5 À gauche : schéma d'un système d'irrigation en système fermé (closed-loop) sous serre avec récupération des eaux, comprenant des rigoles de collecte et un bac de récupération. La solution nutritive est pilotée par ordinateur (fertigation) avec des cuves de solution nutritive et d'acide pour l'ajustement du pH et des nutriments ; exemple de système utilisé au centre de recherche Agroscope (VS). À droite : illustration d'un réseau de drains souterrains en plein champ destiné à l'évacuation des excès d'eau (adapté de Aquaportail (2023)).

Dans ce rapport, l'expression « drainage » fera référence au « drainage sous serre » et le cas du « drainage agricole souterrain » sera utilisé tel quel afin de distinguer clairement ces deux concepts.

Lors des échanges avec l'OTM et l'UMS, la question du drainage a donc été abordée selon trois configurations principales :

- Absence de drainage sous serre (Figure 5, gauche)
- Présence de drainage sous serre : système ouvert ou système fermé (Figure 5, gauche)
- Drainage agricole souterrain (Figure 5, droite)

Les deux premiers cas correspondent à des pratiques standard en production sous serre et sous tunnel, et permettent de distinguer indirectement les cultures en pleine terre (a) des systèmes hors-sol (b). Le cas (c) reste difficile à documenter en Suisse, mais il mérite d'être intégré aux scénarios d'évaluation de l'exposition. Selon une étude d'Agroscope, près d'un quart de la surface agricole utile est drainée (Kobierska et al. 2020), ce qui pourrait concerner certaines productions en pleine terre sous tunnels ou en serre. La répartition spatiale de ces situations n'est toutefois pas connue à ce jour. Ce point a notamment été discuté lors des échanges avec les experts de l'OTM et de l'UMS (2025), qui confirment qu'à leur connaissance, aucun cas concret n'a été signalé à ce jour.

4.2.3 Cultures

À la demande de l'UMS et de l'OFEV, un inventaire des cultures conduites sous abri a d'abord été établi. Cet inventaire sert de base pour mettre en correspondance chaque culture avec un type de structure.

Le principe est double : connaître la culture permet d'anticiper ses exigences en protection des plantes et les structures habituellement utilisées ; connaître la structure renseigne sur les cultures probables et donc sur leurs profils d'usage de PPh. Cette correspondance « culture $\rightleftharpoons$ structure » pourrait aider dans les procédures d'évaluation de l'exposition en reliant rapidement le système de production aux voies d'émission (dérive, ruissellement, drainage/lessivage) (Figure 6). Ainsi, deux grandes catégories ont été identifiées dans le 3ème axe de la mind-map :

- L'horticulture : maraîchage, arboriculture, floriculture, pépinières, plantes aromatiques et médicinales, fongiculture
- Autres cultures : aquaculture et production de microalgues

Par exemple, une serre high-tech peut être associée à des cultures comme la tomate ou le concombre, tandis qu'une laitue peut être produite aussi bien en plein champ que sous tunnel ou en hydroponie.

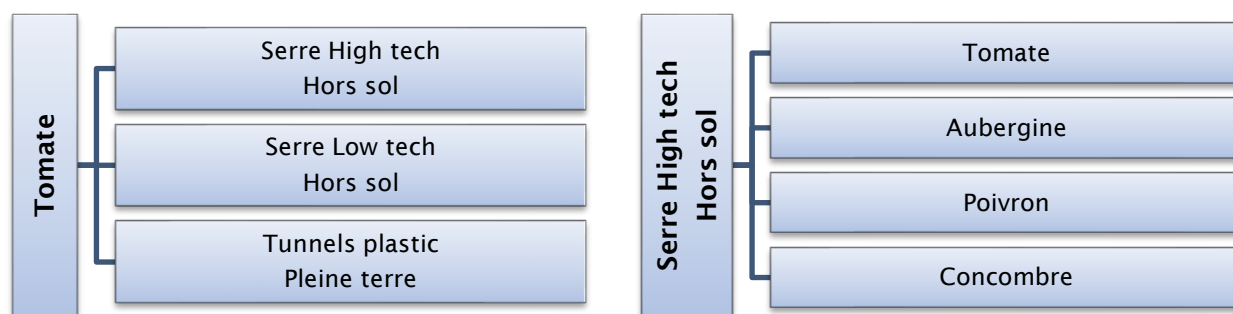


Figure 6 Exemple d'une application de l'utilisation de la mind-map : A gauche nous lions une culture de tomate à différentes structures de production potentielles. A droite, nous lions pour une structure différentes cultures.

Toutefois, ce rapport ne fournit que des bases. L'exercice complet reste à réaliser : il conviendrait d'élargir le panorama des cultures et d'établir une typologie officielle des structures (serres, tunnels, etc.). Cela permettrait d'associer chaque type de structure aux cultures pertinentes, et inversement, sur une base solide. Cet exercice peut également être mené à partir de la classification proposée (Tableau 3), afin de simplifier les correspondances entre types de culture et classes.

4.3 Visualisation des flux hydriques dans les systèmes sous abri

Après avoir présenté la diversité des systèmes de culture protégés, l'analyse se concentre ici sur la dynamique de l'eau dans les cultures sous abri. L'eau est centrale, car elle constitue l'un des principaux vecteurs de transfert des PPh et de leurs métabolites vers les milieux récepteurs.

Pour clarifier cette dynamique et proposer une première simplification des familles de systèmes, une grille de lecture visuelle en quatre axes est introduite (Figure 7) : perméabilité du sol, système cultural, drainage et recirculation. Le drainage et la recirculation sont traités comme des sous-composantes de l'irrigation. Les modalités d'apport d'eau (goutte-à-goutte, aspersion, etc.) ne sont pas détaillées, car les voies d'évacuation dépendent avant tout de ces quatre critères. L'évacuation des eaux n'est donc pas un paramètre indépendant: elle résulte des combinaisons structurelles et fonctionnelles retenues.

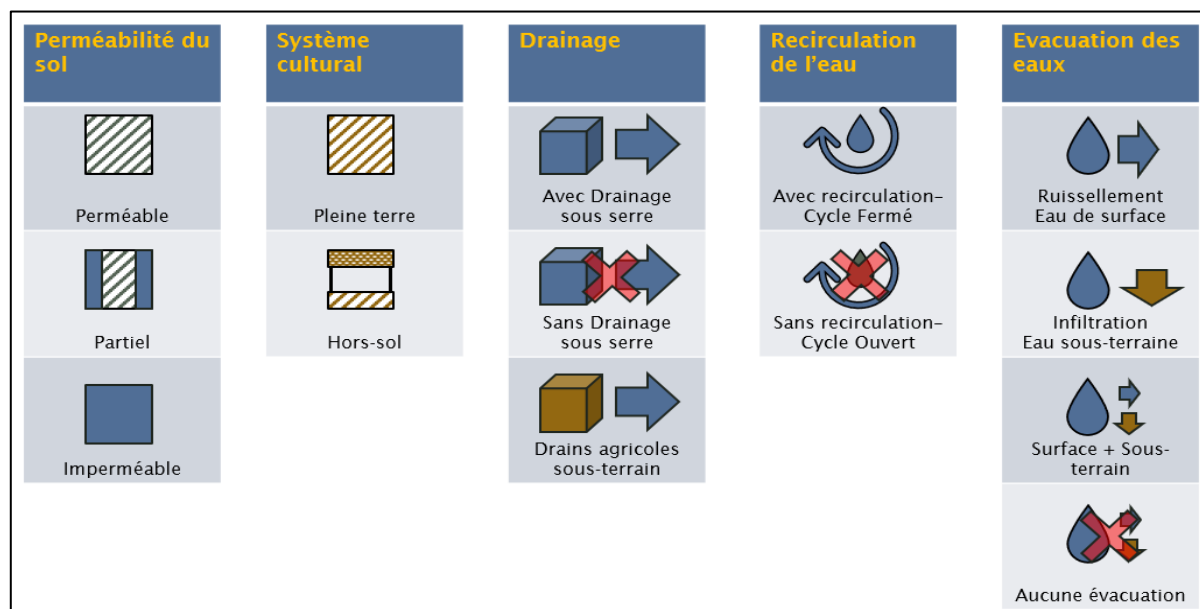


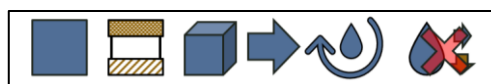
Figure 7 Système de symbolisation des configurations influençant la dynamique hydrique dans les cultures sous abri. La figure illustre, sous forme schématisée, les différentes options de perméabilité du sol, système cultural, drainage, recirculation de l'eau et des voies d'évacuation. Cette grille visuelle constitue la base de la construction des classes typologiques finales utilisées pour l'évaluation de l'exposition.

La perméabilité du sol est définie comme la capacité de l'eau à s'infiltrer. Trois classes sont distinguées : perméable, imperméable et partiellement perméable. Cette dernière recouvre les situations où l'infiltration est ralentie ou localement bloquée par des facteurs tels qu'un tassage marqué, des couches compactées, ou un revêtement laissant encore passer une partie de l'eau, par exemple une bâche tissée. La définition détaillée du terme « partiellement perméable » est fournie dans l'outil de classification final sous le terme « semi-perméable » (Tableau 3).

Exemples d'utilisation de la grille :

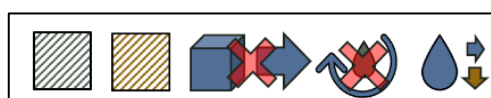
1. Tomate en serre high-tech, hors-sol, sol couvert de bâches plastiques, irrigation goutte-à-goutte avec drainage et recirculation

La combinaison conduit à l'absence d'évacuation externe des eaux ; les volumes sont collectés et réutilisés. Nous obtenons donc l'ensemble de symbole ci-contre.



2. Laitue sous tunnel, pleine terre, sol perméable, sans drainage ni recirculation

Cette combinaison implique une évacuation par infiltration vers le sous-sol ; le ruissellement de surface peut survenir selon la configuration du tunnel et du terrain (ouvertures latérales, pente, état de la surface).



Ces exemples illustrent comment la grille permet, pour une culture donnée, de sélectionner la case pertinente à chaque axe et d'en déduire les voies d'évacuation. Elle constitue ainsi un outil pour relier les caractéristiques techniques d'un système aux chemins potentiels d'exposition de l'environnement.

4.4 Enquête à l'étranger : exigences de réduction des risques

L'Union européenne répartit l'autorisation des produits phytosanitaires en trois zones climatiques (Nord, Centre, Sud) afin de faciliter la reconnaissance mutuelle des AMM. Les cultures sous abri de type serres et tunnels fermé y sont traitées comme systèmes contrôlés, ce qui permet une évaluation interzonale unique valable dans toute l'UE (Interzonal Steering Committee 2023).

Dans la perspective d'un alignement suisse avec ce cadre (motion Bregy), le présent rapport examine la mise en œuvre dans cinq États membres représentatifs, à savoir les Pays-Bas, l'Allemagne, la Belgique, la France et l'Italie, retenus pour leur proximité avec la Suisse et la diversité de leurs approches. L'analyse s'appuie sur des entretiens d'experts et des sources réglementaires et techniques, afin d'identifier les spécificités nationales, les outils d'évaluation environnementale et les mesures de gestion applicables aux cultures sous abri. Les résultats sont synthétisés dans le chapitre 5.2 de manière succincte; les détails figurent dans l'Annexe II.

5 Résultats

5.1 Classification

À partir de la carte mentale et de la grille de lecture visuelle, nous avons identifié les principales configurations de circulation de l'eau en cultures sous abri. Quatre classes (GH1 à GH4) ont ainsi été définies, couvrant les combinaisons pertinentes de perméabilité du sol, système de culture, drainage et recirculation. Elles sont regroupées dans un tableau de synthèse servant d'outil opérationnel d'évaluation environnementale, inspiré du fichier de l'Interzonal steering committee (2024) afin d'assurer la cohérence avec les approches européennes.

L'analyse est menée sous l'hypothèse d'une application des bonnes pratiques agricoles (BPA) et des standards SwissGAP (SwissGAP). Les situations décrites doivent donc être lues comme des potentiels d'exposition, susceptibles d'apparaître en cas de déviation ou de non-conformité. Les recommandations associées rappellent les mesures clés pour maintenir un faible niveau d'exposition et garantir les performances environnementales attendues des systèmes de culture protégés.

Tableau 3 Aperçu des classes (GH1 à GH4) et des évaluations de l'exposition des eaux de surface et souterraines

Classe	Description des classes								Risques environnementaux ^{*4}		Symbolisation	
	Accessible pour les opérateurs ^{*1}	Structures temporaires ^{*1}	Couverture perméable ^{*1}	Sol ^{*2}	Système cultural ^{*3}	Drainage	Recirculation	Description technique	Exemples/Situation	Eaux sous terraines ^{*5}		Eaux de surface ^{*5}
	O/N	O/N	O/N	P/SP/I	S/HS	O/N	O/N					
Plein Champ				P	S	N	N	Culture en plein champs, sans abris		Référence	Référence	
GH1 ^{*6}	O	N	N	P	S	N	N	Sol perméable, pleine terre, sans drainage, sans recirculation	Tunnels et serres avec culture en plein sol, disposant d'un système d'irrigation mais sans système de drainage. L'évacuation se fait directement par infiltration dans le sol.	↘	↘↘	
GH2	O	N	N	SP	HS	O	O	Sol partiellement perméable, hors-sol, avec drainage, recirculation	Culture hors sol avec système de drainage, sur sol permettant une infiltration partielle de l'eau (ex. : géotextile tissé ou endommagé, sol tassé ou recouvert de gravier).	↘↘↘	Pas d'exposition significative	
GH3	O	N	N	SP	HS	N	N	Sol partiellement perméable, hors-sol, sans drainage, sans recirculation	Culture hors sol en pot, sur sol semi-perméable laissant pénétrer l'eau. Irrigation par aspersion ou système de précision sans récupération des eaux.	↘	↘↘↘	
GH4	O	N	N	I	HS	O	O	Sol imperméable, hors-sol, drainage et recirculation complète	Culture hors sol avec irrigation de précision et système de drainage sur sol imperméable. Système totalement fermé avec recirculation complète de l'eau.	Pas d'exposition significative	Pas d'exposition significative	

Légende :

^{*1} Toutes les structures mentionnées dans le tableau sont considérées comme ayant une couverture imperméable, étant accessibles aux opérateurs et de nature fixe sur le plan temporel.

Les autres systèmes (mobiles, non couverts ou inaccessibles) sont considérés comme relevant de la culture en plein champ.

^{*2} Sol: Perméable (P), Semi-Perméable (SP), Imperméable (I), tel que semi-perméable soit défini comme suit: sols tassés, bâches tissées et autres géotextiles perméable (usé ou endommagé)

^{*3} Système culturale: en Sol (S) ou Hors sol (HS)

^{*4} Les résidus présents sur les vitres ou parois, issus des eaux d'entretien, ne sont pas pris en compte dans cette évaluation.

^{*5} Plein champ = référence / ↘ Exposition modérée / ↘↘ Exposition faible / ↘↘↘ Exposition très faible / Pas d'exposition significative

^{*6} Cas particulier de GH1 : cette situation reprend les caractéristiques de GH1, mais avec un système de drainage souterrain sous la structure de production (Figure 5, droite).

5.2 Cadre EU et particularité nationales : Synthèse par pays

Les informations suivantes sont basées sur une enquête et des recherches sur Internet. Elles constituent un aperçu au moment de la rédaction du présent rapport. Elles ne sont pas exhaustives et leur exactitude n'a pas été vérifiée. Pour obtenir des informations plus détaillées sur les pratiques réglementaires, il convient de se renseigner auprès des autorités compétentes.

5.2.1 Pays-Bas

Les Pays-Bas appliquent depuis plus de dix ans une politique de gestion de l'eau en cultures sous abri fondée sur le nullozing (zéro rejet). Depuis 2018, toutes les exploitations doivent fonctionner en circuit fermé : les eaux d'irrigation sont recirculées ou traitées avant tout rejet, avec un objectif d'absence d'émissions de substances actives et de nutriments d'ici 2027 (Kalf 2024; Glastuinbouw 2025).

La conformité repose sur des systèmes agréés assurant ≥ 95 % d'élimination des PPh (ozonation, UV, peroxyde d'hydrogène), un suivi des volumes et des inspections régulières (von den Vlis et Meis 2017; van der Salm et al. 2020; van Os et Balendonck 2020). Toutefois, contrairement à la Suisse, aux Pays-bas l'application de PPh via irrigation est autorisée (Kalf 2024).

Pour l'appui technique, l'autorisation et le contrôle, les autorités utilisent le modèle GEM (depuis 2005), qui simule les émissions en intégrant des variables climatiques, des paramètres techniques, des propriétés des PPh et les performances de traitement (van Os et Balendonck 2020; Pesticide Models 2025). Le GEM sert d'outil de vérification réglementaire et d'aide à la décision pour les producteurs (van Os & Balendonck 2020).

5.2.2 Allemagne

L'Allemagne applique une évaluation environnementale spécifique aux serres dans l'autorisation des PPh (UBA/BVL), avec des mesures codifiées (AWB) intégrées aux AMM (BVL 2025). Les codes clés sont NZ113 (application sur surfaces imperméables), NW820 (systèmes en recirculation, zéro rejet) et NZ115 (serres entièrement fermées) (Hitzfeld 2025; Smith 2025a; Ullrich 2025). Plusieurs substances sont réservées à l'usage sous serre (clothianidine, imidaclopride, thiaméthoxame, abamectine, metalaxyl-M) et l'Allemagne ajoute des restrictions nationales pour flupyradifurone et sulfoxaflor (Ullrich 2025).

La mise en œuvre décentralisée par les Länder entraîne des variations d'interprétation, notamment sur la définition de « surface étanche ». Un sondage auprès des autorités régionales a identifié les supports le plus souvent acceptés : béton, films polyéthylène (PE) posés sans défaut, revêtements bitumineux/asphalte et systèmes techniques (tables à marée, gouttières fermées, tapis d'irrigation). Les exigences de base restent constantes : absence d'infiltration, matériaux durables en bon état, circuit hydraulique fermé/maîtrisé et absence de raccord aux égouts (Smith 2025a; Smith 2025b).

5.2.3 Belgique

La Belgique applique une approche alignée sur les lignes directrices EFSA et le document interzonal (Coninck 2025). Dans le périmètre de cette première analyse, aucune spécificité nationale majeure n'a été identifiée.

5.2.4 France

Aucun interlocuteur institutionnel n'a pu être identifié. L'analyse repose sur la documentation publique et les lignes directrices existantes. À ce jour, aucune approche spécifique aux cultures sous abri n'a été recensée.

5.2.5 Italie

Notre interlocuteur indique qu'en Italie, l'encadrement des usages de PPh sous abri s'appuie à la fois sur le cadre EFSA et sur le Plan d'action national (PAN) 2014. Il n'existe pas, à ce stade, d'exigences obligatoires d'étanchéité ni de gestion des effluents spécifiquement imposées. Un système d'étiquetage précise les autorisations : les étiquettes d'AMM fixent les cultures, les conditions d'emploi et les doses, et peuvent réserver l'usage à la serre ou l'interdire selon la configuration considérée (Gigliotti 2025).

6 Discussion

6.1 Discussion détaillée des classes GH

La classification des systèmes de culture sous abri présentée dans ce rapport repose sur une évaluation comparative du potentiel d'exposition environnementale, axée sur la dynamique de l'eau. Elle s'appuie sur la grille GH1 à GH4, construite à partir de critères techniques: type de sol, nature du système cultural, présence ou non de drainage et de recirculation. Cette approche introduit une échelle graduée d'exposition, allant du stade de référence (plein champ) à l'absence présumée d'exposition. Entre ces deux bornes, trois niveaux intermédiaires sont distingués:

- \ Exposition modérée
- \ \ Exposition faible
- \ \ \ Exposition très faible.

L'objectif de cette section est d'examiner en détail chacune des classes identifiées, en analysant leur degré d'exposition environnementale et en formulant des recommandations adaptées, issues des échanges avec l'OTM, de l'UMS et Agroscope.

6.1.1 Niveau d'exposition de référence – Plein champ

Le plein champ constitue le scénario de référence pour l'évaluation de l'exposition aux PPh dans les cultures ouvertes. Il correspond à des conditions sans protection physique ou abri, où la dynamique de l'eau (précipitations, ruissellement, infiltration) n'est pas modifiée par une structure de couverture. Selon la typologie de l'OFAG, ce stade de référence regroupe notamment les classes K3b, K5 à K8 (Tableau 1).

Remarque :

Le plein champ n'est pas considéré comme un système à risque accru, mais comme un point de comparaison permettant d'évaluer, de manière cohérente, la réduction d'exposition obtenue grâce à des structures partiellement ou totalement fermées.

6.1.2 GH1 – Culture en pleine terre sans drainage

Cette classe regroupe des serres ou tunnels en pleine terre, sur sol perméable, sans drainage ni recirculation.

L'irrigation est le plus souvent réalisée au goutte-à-goutte ou par aspersion. Dans les serres en pleine terre, l'eau s'infiltre directement dans le sol ; cette infiltration non contrôlée, en contexte de serre/tunnel, conduit à qualifier le potentiel d'exposition des eaux souterraines de modéré (\) au regard du référentiel. Les substances actives peuvent migrer vers les horizons inférieurs, soit en cas de sur-arrosage (volumes trop élevés ou arrosages trop rapprochés) (OTM et UMS 2025), soit en conditions normales par lessivage. Pour limiter ce phénomène, il convient d'ajuster les volumes d'irrigation au plus près des besoins de la culture. Attention au microclimat des serres et tunnels : des apports hydriques insuffisants peuvent toutefois conduire à une accumulation progressive de sels dans la zone racinaire.

Ce phénomène de salinisation, largement documenté constitue un stress abiotique majeur dans les cultures sous abri (Leonardo et al. 2008; Redondo-Gómez et al. 2022; Gruda et al. 2024). Il résulte notamment de la fertigation, qui concentre les sels dans la couche superficielle du sol. La diminution de lessivage naturel limite leur évacuation, altérant la disponibilité des nutriments et réduisant la croissance et les rendements, notamment pour les cultures sensibles comme la salade, le concombre ou le poivron (Dessiex 2025).



Figure 8 Tunnel plastic protégeant une culture de laitue en pleine terre (Bilgili 2021)

Aucune donnée spécifique n'est actuellement disponible pour la Suisse, mais les études européennes confirment cette tendance. Des stratégies de gestion intégrée sont recommandées, combinant une régulation fine de l'irrigation, l'amélioration du drainage et l'utilisation de solutions biologiques ou techniques pour limiter l'accumulation de sels (Chang et al. 2019; Gruda et al. 2024).

S'agissant des eaux de surface, l'exposition, évaluée à \ Exposition faible, dépend surtout des caractéristiques structurales (ouvertures latérales), de la topographie (pente) et des conditions climatiques (averses intenses). Un ruissellement hors du périmètre cultivé peut survenir en cas de fortes pluies ou d'irrigation excessive.

Prescriptions recommandées (OTM et UMS 2025) :

- Adapter les volumes d'irrigation aux besoins de la culture et éviter toute irrigation juste après un traitement phytosanitaire.
- Traiter avec les tunnels et serres fermées

6.1.3 Cas spécial GH1: Cultures en pleine terre avec drains agricoles souterrain

Ce cas renvoie à une structure de type GH1, avec une nuance : la présence d'un réseau de drainage agricole souterrain. À ce jour, cette configuration n'est pas documentée pour les cultures sous abri en Suisse (OTM et UMS 2025). Toutefois, étant donné qu'environ 25 % de la SAU est équipée de drains enterrés (Kobierska et al. 2020), cette possibilité ne peut être écartée. Elle n'est donc pas traitée comme une catégorie dans la classification proposée, mais décrite comme une variante. Un approfondissement du sujet permettrait de quantifier les surfaces concernées et d'évaluer l'impact, c'est-à-dire l'exposition réelle, que cette configuration pourrait engendrer.



Figure 9 Photo de drainage agricole (Zaugg 2020)

Dans cette configuration, les niveaux d'exposition sont estimés à : \ Exposition modérée pour les eaux souterraines et \ Exposition modérée pour les eaux de surface.

6.1.4 GH2 – Cultures hors-sol sur sol semi-perméable, avec drainage et recirculation

Cette configuration concerne les cultures hors-sol posées sur des surfaces semi-perméables, définies comme tel : sols tassés, en graviers, bâches tissées et autres géotextiles perméable (usé ou endommagé). Le système comporte un drainage et une recirculation de l'eau, ce qui permet une certaine maîtrise des flux hydriques en comparaison aux classes Référence et GH1.

L'objectif est de rendre le revêtement du sol et le système de collecte aussi imperméables que possible pour limiter l'exposition. Avec un sol semi-perméable, une infiltration résiduelle peut subsister ; d'où la nécessité de vérifier régulièrement l'étanchéité (revêtement, joints, pentes, rigoles, bacs) et de réparer rapidement toute dégradation.

Lorsque le revêtement est intact et les équipements sont entretenus, l'exposition attendue est \ \ \ (Exposition très faible) pour les eaux souterraines et non significative pour les eaux de surface.



Figure 10 Culture de fraise sous-tunnel hors sol. Le sol est revêtu d'un ensemble de bâches semi-perméables (Gard 2019).

Prescriptions recommandées (SwissGAP 2024; OTM et UMS 2025) :

- Entretenir et surveiller l'étanchéité des bâches, raccords, joints et zones d'usure.
- Éviter les fuites et privilégier des systèmes de refroidissement des serres comme la brumisation plutôt que l'arrosage du sol.

6.1.5 GH3 – Cultures hors-sol sans drainage, sur sol semi-perméable

Cette configuration, fréquente en pépinières et petits fruits, se caractérise par des pots sur bâches tissées. L'eau d'irrigation, au goutte-à-goutte, par aspersion ou manuellement, peut s'accumuler au pied des pots, puis s'infiltrer lentement dans le sol sous-jacent.

Sans drainage dédié et avec un revêtement partiellement perméable, l'eau stagne surtout sous les pots et s'infiltrer localement ; sur terrain plat, les écoulements hors de la zone de culture restent limités. Des débordements vers les zones voisines peuvent survenir si les apports dépassent la capacité des substrats ou si de légères pentes orientent l'eau vers l'extérieur.

Par comparaison au scénario de référence (plein champ), l'exposition est estimée ↘ modérée pour les eaux souterraines et ↘↘ très faible pour les eaux de surface.



Figure 11 Classe GH3. À gauche : culture de myrtille en pots sous tunnel, sur bâches tissées (Chassouant 2020). À droite : pépinière florale conduite sur bâches tissées (ULMA 2015)

Prescriptions recommandées (SwissGAP 2024; OTM et UMS 2025):

- Adapter l'irrigation aux besoins réels pour éviter le débordement.
- Entretenir les bâches et prévoir si possible un système de drainage (collecte) sous les pots.
- Éviter l'application de traitements suivie immédiatement d'une irrigation par le haut.

6.1.6 GH4 – Systèmes hors-sol fermés sur sol imperméable avec recirculation complète

Ce sont les systèmes les plus performants en termes de maîtrise de l'eau. Les cultures sont installées sur des surfaces imperméables, comme du béton ou des bâches scellées, avec un système de drainage et de recirculation intégrale des eaux d'irrigation (cycle fermé).



Figure 12 Classe GH4. À gauche : production de tomate hors sol en serre, avec système en boucle fermée (closed loop), centre Agroscope Conthey (VS). Photo : C. Camps, Agroscope, (2024). À droite : culture de champignons en bâtiment clos. Photo : Fine Funghi AG, Gossau (ZH), (2025).

Ce type de système est typique des productions en serres high-tech avec fondation fixes (code 801). Selon l'enquête d'Agroscope, ces surfaces représenteraient près de 50 % des cultures sous abri relevant des catégories "serres" (K1 à K4) en Suisse (Figure 2). Cette estimation demeure indicative, car elle repose sur des données partielles (416 ha), à savoir uniquement les surfaces transmises par les cantons (Agroscope

2025). La classe GH4 inclut également des structures destinées à la chicorée/endive, aux champignons, ainsi qu'à des formes d'agriculture innovantes (aquaponie, aéroponie, vertical farming).

En GH4, le cycle de l'eau est fermé : revêtement imperméable, collecte et recirculation ; aucun écoulement externe vers les eaux de surface ou souterraines n'est prévu. En fin de cycle, un rinçage progressif à l'eau claire est généralement pratiqué pour réduire les résidus (Agroscope 2025). Le devenir des volumes résiduels après rinçage demeure à documenter et nécessite une investigation approfondie.

Au vu de ces conditions, les niveaux d'exposition sont jugés non significatifs pour les eaux souterraines comme pour les eaux de surface.

Prescriptions recommandées (SwissGAP 2024; Agroscope 2025; OTM et UMS 2025) :

- Assurer un entretien rigoureux des systèmes (filtres, cuves, capteurs, pompes).
- Réduire les intrants en fin de culture pour terminer le cycle cultural à l'eau clair et diminuer les concentrations de PPh.
- Vérifier régulièrement l'absence de fuites et garantir l'étanchéité intégrale du système.

6.1.7 Synthèse des prescriptions et rappel des bonnes pratiques

Au-delà des paramètres techniques, l'exposition dépend aussi des pratiques mises en œuvre. Le respect des bonnes pratiques agricoles (BPA) et des principes de la production intégrée (SwissGAP) constitue le socle commun à toutes les classes. Une liste non exhaustive de principes généraux pour les cultures sous abri figure en annexe ; elle s'appuie sur les recommandations de l'OTM, de l'UMS/Agroscope, sur le référentiel [SwissGAP](#) Fruits, Légumes et Pommes de terre, tel utilisé dans le maraîchage, et sur les lignes directrices d'AGRIDEA (SwissGAP 2024; AGRIDEA 2025; OTM et UMS 2025). Cette synthèse n'a pas de portée normative ; elle sert de rappel.

6.2 Limites de l'outil de classification actuelle

L'outil de classification proposé repose sur quatre critères principaux — perméabilité du sol, système cultural, drainage et recirculation. Cette approche constitue une première base pour raisonner l'exposition des eaux souterraines et de surface aux PPh dans les cultures sous abri. Sa structure reprend le modèle du document de travail interzonal (izCA), facilitant ainsi une future harmonisation avec les approches européennes.

Cependant, plusieurs limites subsistent :

- La classification reste conceptuelle et doit être consolidée par des données de terrain. Il serait nécessaire de quantifier la répartition réelle des différentes classes sur le territoire suisse et de les croiser avec les codes ACORDA et la typologie K1-K4 afin d'établir un état des lieux précis des pratiques.
- Les paramètres hydriques (irrigation, drainage, recirculation, étanchéité) doivent être décrits plus finement, notamment en ce qui concerne les voies d'évacuation et le devenir des volumes d'eau en fin de cycle (en particulier pour les classes GH2 et GH4).
- Un inventaire des dispositifs de traitement et de désinfection des eaux d'irrigation et de drainage en Suisse serait également nécessaire pour mieux caractériser les flux réels.
- La salinisation des sols en serre constitue un facteur encore peu documenté au niveau national. Des données suisses permettraient d'évaluer ce phénomène, de même qu'une analyse de la dégradabilité des substances actives en lien avec certaines pratiques de stérilisation des substrats.

Enfin, les estimations d'exposition présentées reposent sur le référentiel "plein champ" utilisé comme scénario de référence. En l'absence de modèles quantitatifs adaptés, il n'est pas encore possible de mesurer les réductions d'exposition induites par les structures d'abri, bien qu'elles soient qualitativement identifiables.

6.3 Discussion sur les exigences réglementaires des cinq pays de l'UE

6.3.1 Principaux résultats et implications pour la Suisse

L'analyse interzonale des pratiques menées dans cinq États membres (Pays-Bas, Allemagne, Belgique, France, Italie) met en évidence plusieurs constats majeurs :

- L'approche suisse actuelle est globalement cohérente avec le document de travail interzonal (izCA) pour la zone centrale.
- L'adoption directe d'autorisations de PPh émises dans d'autres pays de l'UE nécessite une analyse approfondie des évaluations d'exposition, car les modèles nationaux ne sont pas adaptés à la Suisse dans tous les cas (p. ex. GEM, NL)..
- Les mesures de réduction des risques (RMM) utilisées à l'étranger, notamment en Allemagne, peuvent constituer une source d'inspiration technique pour clarifier les conditions d'usage sous serre et l'hypothèse de "non-exposition" définie par l'EFSA (2014) et l'izCA.
- Les recommandations de l'izCA encouragent une description plus détaillée des systèmes de culture, au-delà de la simple mention générique "serre".

6.4 Limites du présent rapport

Le présent travail n'aborde pas les implications plus larges de l'adaptation au contexte suisse, notamment les différences liées aux conditions climatiques, aux pratiques agricoles ou aux priorités environnementales et sanitaires. Ces éléments devront être examinés dans le cadre d'études complémentaires.

6.5 Perspectives et développements futurs

À ce jour, aucun lien direct n'existe entre les mesures de gestion des risques appliquées dans l'UE et celles actuellement en vigueur en Suisse. Une priorité consistera à reformuler la mesure d'atténuation "à n'utiliser que dans une serre fermée", en s'appuyant sur les définitions et critères techniques employés par d'autres États membres.

Les quatre types de serres identifiés dans ce rapport suggèrent que, selon les conditions, l'exposition peut être comparable à celle du plein champ ou quasi nulle. Ces deux situations extrêmes peuvent déjà servir de base à la gestion du risque environnemental.

Pour les configurations intermédiaires, les données manquent encore pour établir des scénarios fiables. Des études de terrain seraient nécessaires pour quantifier les flux d'eau et de substances, notamment pour estimer les gradients d'exposition entre systèmes ouverts et fermés.

En cas de mise en place de tels travaux, il conviendrait de regrouper certaines classes de serres, la variabilité interne pouvant limiter la représentativité des mesures.

7 Conclusion

Le présent rapport dresse un état des lieux des approches techniques et réglementaires relatives à l'usage des PPh en cultures sous abri, en Suisse et en Europe. Il met en relation les cadres nationaux et interzonaux, tout en proposant une classification harmonisée des systèmes de production selon leur potentiel d'exposition des eaux de surface et souterraines.

Cette classification, fondée sur quatre critères principaux, perméabilité du sol, système cultural, drainage et recirculation, offre une lecture structurée des configurations de culture sous abri. Elle met en évidence un gradient d'exposition allant des situations comparables au plein champ à celles considérées comme quasi fermées. Cette approche relie les caractéristiques techniques des structures aux voies potentielles de transfert des substances actives et constitue une base pour une évaluation différenciée de l'exposition environnementale.

Tableau 4 : Bilan des objectifs initiaux et statut de réalisation dans la présente étude

Objectif	Statut	Résumé / commentaires
1) Comparer les typologies (EFSA, OFAG, OPD) et proposer une classification simplifiée	Atteint	Grille GH1-GH4 développée, alignée avec l'approche interzonale ; relie critères techniques (perméabilité, système cultural, drainage, recirculation) aux voies de transfert.
2) Analyser les voies d'entrée des PPh dans les eaux vs plein champ	Partiellement atteint	Voies caractérisées qualitativement par classe ; pas de données quantitatives, comparaison des niveaux d'exposition non possible.
3) Recueillir des données sur les pratiques d'irrigation et la rétention	Non atteint	Aucune donnée quantitative collectée ; estimations fondées sur l'expertise, valeur indicative.
4) Compiler des RMM étrangères et examiner leur transférabilité	Partiellement atteint	Synthèse NL, DE, BE, FR, IT ; approches hétérogènes, éléments techniques utiles pour décrire les conditions d'usage en serre.

L'analyse interzonale menée dans cinq États membres de l'Union européenne (Pays-Bas, Allemagne, Belgique, France, Italie) met en évidence une diversité d'outils et de pratiques. Certains pays, tels que les Pays-Bas et l'Allemagne, disposent de cadres opérationnels détaillés, fondés sur des exigences techniques précises ou des systèmes de gestion sectorielle des effluents, tandis que d'autres appliquent principalement les lignes directrices de l'EFSA sans dispositif complémentaire. Ces éléments permettent de situer l'approche suisse dans un contexte européen plus large, tout en éclairant la variabilité des conditions d'application et des critères techniques entre États membres.

Les résultats obtenus confirment la cohérence générale du cadre suisse avec les orientations interzonales européennes. Ils soulignent toutefois plusieurs lacunes : l'absence de données quantitatives sur les flux d'eau et l'efficacité des systèmes de recirculation, la caractérisation incomplète de l'étanchéité et des pertes hors site, ainsi que le manque d'informations sur la salinisation des sols et le devenir des substances actives en milieu protégé. À ce stade, la classification proposée reste qualitative, mais elle constitue un outil de structuration utile pour raisonner les scénarios d'exposition et faciliter leur intégration progressive dans les évaluations environnementales.

Les éléments compilés dans ce travail forment ainsi une base méthodologique pour le développement futur d'approches d'évaluation plus précises. En reliant les aspects techniques des systèmes sous abri aux cadres réglementaires européens, ils soutiennent une convergence progressive des pratiques tout en préservant les spécificités structurelles, hydrologiques et climatiques du contexte suisse.

À moyen terme, la consolidation de cette classification par des données expérimentales et l'analyse des pratiques réelles permettraient d'affiner la compréhension des dynamiques hydriques et de mieux caractériser les niveaux d'exposition. Le cadre proposé représente ainsi une étape de structuration et de clarification, contribuant à une évaluation environnementale plus cohérente, représentative et harmonisée.

Annexe I - Carte mentale de structuration des critères

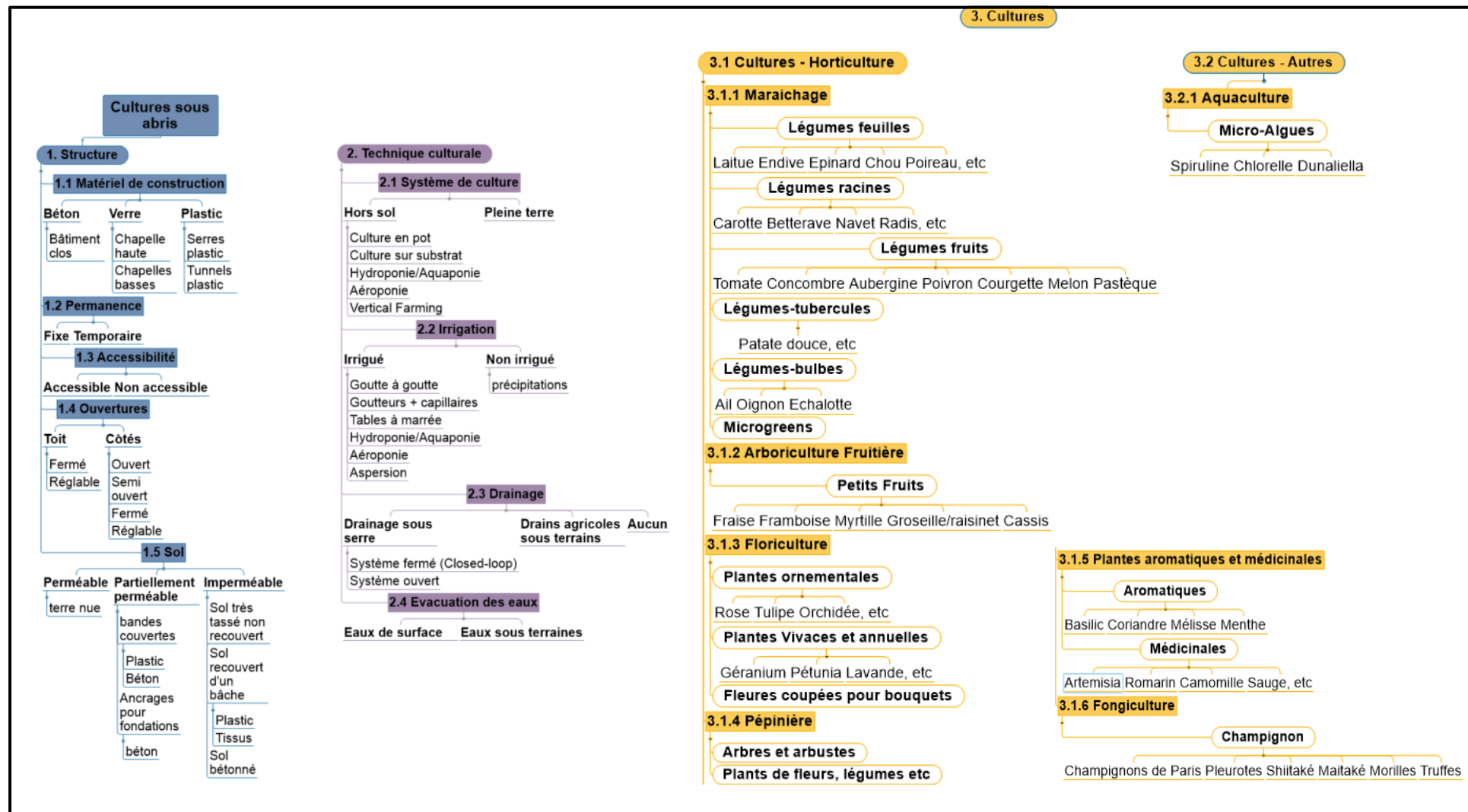


Figure 13 Mind-map arborescente présentant toutes les catégories identifiées lors des discussion avec les experts d'Agroscope pour la définition de cultures sous abri en identifiant caractéristiques générales selon les trois axes :structure, technique culturale et cultures. Cette dernière sert de base et de référentiel aux aspects retenus pour l'élaboration de l'outil comportant les classes définies dans la suite de ce travail.

Annexe II – Cadre EU et particularité nationales

1 Cadre européen des PPh en cultures sous abri et déclinaisons nationales

L'usage des PPh dans l'Union européenne est encadré par un socle réglementaire commun, principalement défini par le Règlement (CE) n° 1107/2009. Celui-ci fixe les règles d'autorisation des substances actives au niveau européen, sur la base des évaluations menées par l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) et des états membres. Les autorisations de mise sur le marché (AMM) des produits commerciaux relèvent ensuite de chaque État membre.

Afin d'harmoniser les pratiques, l'UE est divisée en trois zones climatiques (Nord, Centre, Sud) permettant la reconnaissance mutuelle des AMM. Toutefois, les cultures sous abri (serres, tunnels fermés) sont considérées comme des environnements contrôlés, ce qui autorise une évaluation interzonale unique, applicable dans toute l'Union.

Cette partie examine la mise en œuvre concrète de ce cadre commun dans cinq pays représentatifs de ces trois zones, en analysant les adaptations réglementaires, les pratiques culturales, les outils de modélisation et les contraintes environnementales associées aux cultures sous serre.

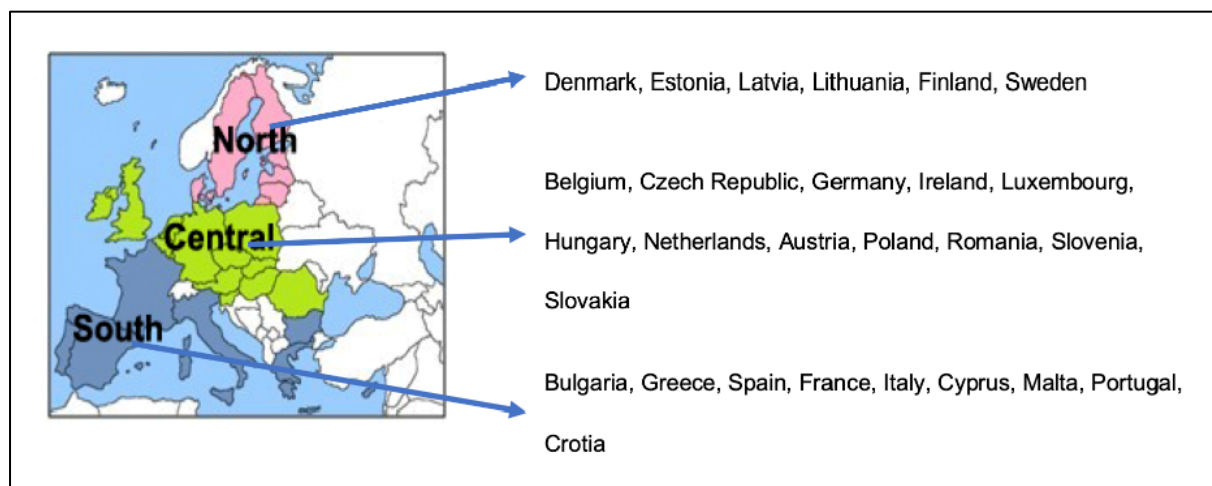


Figure 14 Carte illustrant la séparation des zones européennes pour l'homologation des PPh. Cette image provient d'un article publié en ligne par Agrochemical/REACH24H via le site ChemLinked (ChemLinked 2024)

Dans la perspective d'un rapprochement réglementaire entre la Suisse et l'Union européenne, cette section compare les pratiques encadrant les cultures sous serre dans cinq pays représentatifs des différentes zones climatiques européennes :

- Pays-Bas (zone Centre)
- Allemagne et Belgique (zone Centre)
- France et Italie (zone Sud)

L'analyse s'appuie sur des entretiens avec des experts réglementaires et l'examen de documents législatifs et techniques. Chaque pays fait l'objet d'un chapitre synthétisant les règles nationales, les outils d'évaluation environnementale et les spécificités applicables aux serres.

1.1 Pays-Bas

1.1.1 Contexte des pratiques de production sous serre aux Pays-Bas

Les Pays-Bas disposent d'un secteur de production sous serre largement développé, soutenu par des dispositifs techniques et organisationnels orientés vers la maîtrise des flux d'eau. Dans un contexte de forte densité de population et de dépendance aux ressources hydriques, la protection des eaux souterraines et de surface vis-à-vis des intrants agricoles constitue un axe structurant.

Depuis plus d'une décennie, les autorités néerlandaises appliquent en cultures protégées une réglementation centrée sur le principe de « nullozing » (zéro rejet), interdisant l'évacuation d'eaux contaminées vers l'environnement ou les réseaux d'égout. Les exploitations fonctionnent en recirculation ou mettent en œuvre des traitements des effluents avant toute évacuation (Kalf 2024; Glastuinbouw 2025). Ce principe constitue aujourd'hui la base du cadre environnemental pour l'horticulture sous serre.

1.1.2 Le concept de « Nullozing » et son ancrage réglementaire

Depuis 2018, toutes les exploitations en culture protégée aux Pays-Bas doivent appliquer strictement le principe du nullozing. Les systèmes de drainage doivent être totalement fermés : les eaux d'irrigation ou de lessivage doivent être intégralement réutilisées ou traitées avant rejet. Cette exigence s'applique sans exception, y compris aux petites structures. L'objectif affiché est d'éliminer toute émission de substances actives ou de nutriments vers l'environnement aquatique d'ici 2027 (Kalf 2024; Glastuinbouw 2025).

La conformité repose sur l'utilisation de systèmes agréés capables d'éliminer au moins 95 % des résidus de PPh (van der Salm et al. 2020). Plusieurs technologies sont autorisées : ozonation, rayons UV, traitement au peroxyde d'hydrogène. L'efficacité est vérifiée sur des substances fréquemment utilisées en serre, telles que l'abamectine, le spinosad, l'imidaclopride ou le boscalide (van Os et Balendonck 2020).

Un contrôle strict accompagne cette exigence : les producteurs doivent consigner leurs volumes d'eau traitée, justifier leur choix technique, et se soumettre à des inspections régulières menées par les autorités régionales (von den Vlis et Meis 2017).

Au-delà de la protection de l'environnement, le système nullozing vise à limiter les coûts d'épuration, promouvoir une gestion circulaire de l'eau, et permettre certains usages réglementés, comme l'usage de PPh applicable directement via l'irrigation. (Kalf 2024) Cette pratique, encore peu répandue ailleurs, notamment en Suisse où cette pratique est interdite, est autorisée aux Pays-Bas sous conditions strictes, ce qui renforce l'intérêt du nullozing comme levier d'innovation.

1.1.3 Le modèle GEM : une démarche d'évaluation environnementale intégrée

Pour accompagner la mise en œuvre du nullozing, les autorités néerlandaises ont développé le modèle GEM (Greenhouse Emission Model), un outil de simulation environnementale spécifique. Créé en 2005 et régulièrement actualisé, il permet d'estimer quantitativement les émissions de substances actives ou de nutriments vers les milieux aquatiques, tout en identifiant les points critiques du système de production (Pesticide Models 2025).

Le modèle intègre différentes variables présentées dans la tableau ci-dessous, et prend aussi en compte les performances des dispositifs de traitement des effluents, en simulant divers scénarios selon la technologie employée. Ces simulations permettent d'évaluer la concentration résiduelle des molécules dans les eaux de drainage et leurs impacts potentiels sur les milieux aquatiques (van Os et Balendonck 2020).

Tableau 5 Paramètres pris en compte par le modèle GEM (van Os et Balendonck 2020)

Type de paramètre	Éléments considérés
Variables climatiques	Température, humidité, ensoleillement
Paramètres techniques	Type de substrat, fréquence et volume d'irrigation, taux de recirculation
Propriétés des PPh	Solubilité, coefficient d'adsorption, demi-vie
Système de traitement des eaux	Type de technologie, efficacité de purification

Le modèle GEM a une double utilité : il sert d'outil de vérification réglementaire pour les autorités, et d'aide à la décision pour les producteurs. Il facilite la validation de conformité au nullozing, oriente les choix techniques (substrats, purification, irrigation), et peut être utilisé comme indicateur de performance environnementale dans des démarches de certification ou de traçabilité (van Os et Balendonck 2020).

Ce modèle, unique en Europe, pourrait inspirer des adaptations en Suisse ou ailleurs pour renforcer la durabilité des productions sous serre.

1.2 Allemagne

En Allemagne, l'utilisation des produits phytosanitaires en cultures sous abris est soumise à un cadre réglementaire spécifique, distinct de celui du plein champ. Ce cadre repose principalement sur une série d'exigences environnementales strictes visant à limiter les risques de pollution des sols, des eaux souterraines et de surface, ainsi que des organismes non cibles. Les règles sont principalement définies à travers des codes d'application (AWB) intégrés dans les autorisations de mise sur le marché.

1.2.1 Principe de base : une évaluation spécifique en serre

L'Allemagne a mis en place un schéma d'évaluation environnementale dédié aux serres, élaboré par l'UBA (Umweltbundesamt). Ce schéma tient compte de voies d'exposition spécifiques, comme la percolation vers les nappes phréatiques, les rejets dans les eaux de drainage ou les expositions aux organismes aquatiques et du sol (BVL 2025). Pour être autorisés, les produits doivent démontrer une absence de risque environnemental ou intégrer des mesures de réduction du risque, comme l'utilisation sur des surfaces imperméables ou dans des systèmes à circuit fermé (AWB NW820, NZ113) (BVL 2025).

1.2.2 Les restrictions par substance active

Certaines substances actives ne peuvent être utilisées que sous serre, en raison de leur dangerosité environnementale ou toxicologique en plein champ. Ces restrictions visent à réduire les risques pour les pollinisateurs, les organismes aquatiques et les eaux souterraines, et reflètent soit des décisions européennes (dans le cadre de la réglementation commune), soit des choix nationaux spécifiques à l'Allemagne. Selon Christian Ullrich (2025), plusieurs substances actives sont aujourd'hui exclusivement autorisées en environnement protégé, notamment en raison de leur profil écotoxicologique défavorable. Il s'agit en particulier :

- des néonicotinoïdes : clothianidine, imidaclopride et thiaméthoxame
- de l'abamectine
- de metalaxyl-M,

Par ailleurs, l'Allemagne a imposé des restrictions nationales supplémentaires, indépendamment de la réglementation européenne, à deux insecticides récents : flupyradifurone (commercialisé sous le nom de *SIVANTO prime*) et sufloxaflor (*Closer*). Ces substances sont autorisées par l'Union européenne, mais restreintes par l'Allemagne à un usage sous abris, souvent réservé aux professionnels. Enfin, il est important de noter que ces restrictions ne sont pas figées : le BVL peut accorder des autorisations d'urgence temporaires pour leur usage en plein champ, ce qui reflète une marge de flexibilité dans l'application du cadre réglementaire (Ullrich 2025).

Tableau 6 Substances actives autorisées exclusivement en serre en Allemagne (Ullrich 2025).

Substance active	Origine de la restriction	Usage autorisé	Motif / commentaire
Clothianidine <i>Néonicotinoïde</i>	UE (interdiction générale)	Serre uniquement	Interdit en plein champ pour protéger les pollinisateurs
Imidaclopride <i>Néonicotinoïde</i>	UE (interdiction générale)	Serre uniquement	Idem
Thiamethoxame <i>Néonicotinoïde</i>	UE (interdiction générale)	Serre uniquement	Idem
Abamectine <i>Insecticide</i>	UE (restriction d'usage)	Serre uniquement	Risques élevés pour les organismes aquatiques / sol
Metalaxyl-M <i>Fongicide</i>	UE (usage limité)	Semis en serre uniquement	Traitement des semences uniquement autorisé en serre ; pulvérisation encore possible sur vigne/houblon
Flupyradifurone <i>Insecticide</i>	Allemagne (restriction nat.)	Serre uniquement (usage professionnel)	Décision nationale : pas de plein champ malgré autorisation UE (SIVANTO prime)
Sufloxafloor <i>Insecticide</i>	Allemagne (restriction nat.)	Serre uniquement	Pas d'autorisation en plein champ en Allemagne (Closer)

1.2.3 Les codes d'application spécifiques

Le système allemand repose sur des codes réglementaires (AWB) attachés à chaque produit. Trois codes sont centraux pour les cultures sous serre :

Tableau 7 Synthèse des codes de restriction concernant les cultures sous abris

Code	Description et application
NZ113	Application uniquement sur surfaces totalement imperméables excluant tout contact du PPh avec le sol (Smith 2025a). Chaque Land peut avoir sa propre définition de "surface étanche", allant du béton au film PE, mais certains Länder exigent l'absence totale de raccord à une canalisation (Smith 2025c).
NW820	Concerne les systèmes de recirculation d'eau ; exige que les eaux contaminées ne soient pas rejetées dans la nature mais collectées et éliminées correctement (Hitzfeld 2025; Smith 2025a).
NZ115	Restreint l'application aux serres complètement fermées, bien que son usage semble marginal (Ullrich 2025)

D'autres codes comme NZ114 ou NZ116 complètent ce système en encadrant les effluents, les substrats, ou la gestion des déchets (Smith, Balthasar_Muris_DE.pdf).

1.2.4 Une mise en œuvre décentralisée

Une particularité du système allemand est sa décentralisation. La responsabilité de l'interprétation et du contrôle des AWB incombe aux Länder et à leurs services phytosanitaires (Smith 2025a). Cela entraîne parfois des différences d'application locales, notamment sur ce qui est considéré comme une surface imperméable au sens de NZ113. Dans un sondage adressé aux Länder, plusieurs d'entre eux ont listé des exemples concrets (Smith 2025c). Les résultats sont synthétisés par catégorie dans le tableau suivant :

Tableau 8 Catégories de surfaces étanches reconnues en Allemagne (synthèse du sondage des Länder) (Smith 2025b)

Catégorie	Exemples
Béton	Béton coulé, béton pavé, béton à marée (<i>Ebbe-Flut</i>)
Films imperméables	Films PE, posés sans dommage, couvrant toute la surface
Tissus non tissés	Bandes textiles conçues pour l'étanchéité
Autres	Bitume, goudron, asphalte, sans raccord aux égouts
Systèmes techniques	Tables à marée, gouttières fermées, tapis d'irrigation, cultures sur bâches, substrats fermés
Cas particuliers	Évaluation au cas par cas, exigence d'étanchéité totale selon inspection locale

Nous comprenons donc que ces quatre conditions constituent des exigences absolues en matière d'étanchéité :

1. Absence totale d'infiltration vers le sol
2. Utilisation de matériaux durables, en bon état
3. Systèmes de culture en circuit fermé avec contrôle total des flux hydriques
4. Absence de connexion aux égouts

1.3 Belgique

L'utilisation des PPh en cultures sous abri en Belgique est encadrée par une combinaison de réglementations européennes, fédérales et régionales, définies dans des document nationaux spécifiques (FPS Health 2024). La mise sur le marché des PPh est gérée par l'autorité fédérale SPF Santé publique, tandis que les régions Flandre, Wallonie et Bruxelles sont compétentes pour la réglementation environnementale et les pratiques agricoles (Coninck 2025).

1.3.1 Définition et typologie des cultures sous protection

Une culture est considérée comme "sous protection" si elle est menée dans une structure totalement couverte (toit et côtés), fermée pendant toute la période de culture, suffisamment haute pour permettre la circulation des opérateurs et imperméable (SPF 2019; SPF 2024; Verstraete 2025). Cela inclut :

- Les serres technologiques
- Les tunnels « walk-in »
- Les bâtiments fermés comme les champignonnières ou chambres à witloof.

1.3.2 Évaluation des risques environnementaux

Depuis 2015, la Belgique applique les lignes directrices de l'EFSA sur les cultures protégées et a publié le guide national : "Emissions from Protected Crops to the Environment" (FPS Health 2024). Ce document distingue deux niveaux d'évaluation :

- Interzonal (izRMS) pour les serres (Belgique = État rapporteur) ;
- Zonal pour les tunnels ou structures partiellement ouvertes .

L'exposition aux oiseaux, mammifères, arthropodes non cibles et eaux de surface est jugée négligeable en serre. Une évaluation sol est exigée pour les substances persistantes (DT90 > 1 an). L'irrigation étant contrôlée, les risques de lessivage sont limités.

Concernant les autorisations spécifiques aux serres, certaines substances actives à profil toxicologique sensible sont restreintes aux cultures sous protection, notamment des PPh à base d'huiles essentielles d'orange ou d'acides gras à usage fongicide ou insecticide (Coninck 2025).

1.3.3 Spécificités régionales : Flandre vs Wallonie

Flandre

La majorité des productions hors-sol fonctionnent en circuit fermé, avec recirculation des eaux. Les rejets directs dans l'environnement sont interdits (Coninck 2025).

Wallonie

La Wallonie impose une collecte et un traitement obligatoires des effluents de PPh, selon l'Arrêté du Gouvernement wallon du 11 juillet 2013 et les recommandations de PROTECT'eau (2025) (Coninck 2025). Les sols doivent être imperméables (béton, géotextiles, bâches) et les équipements validés pour résister aux produits chimiques. Ces exigences s'appliquent à toutes les surfaces de travail utilisées pour les mélanges ou applications de PPh.

1.3.4 Modélisation et référentiels privés

En dehors des contrôles réalisés dans le cadre de l'autocontrôle sanitaire imposé par l'Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire (afsca 2025), aucun modèle réglementaire d'évaluation des risques environnementaux n'est actuellement imposé aux cultures sous abri en Belgique. Toutefois, certaines exigences peuvent découler de cahiers des charges volontaires ou contractuels auxquels les producteurs choisissent de se conformer, notamment dans le cadre de certifications privées telles que [Vegaplan](#) (2025). Ces standards peuvent inclure des prescriptions supplémentaires en matière de gestion des effluents, d'infrastructures, ou de zones de protection (Coninck 2025).

1.4 France

En France, les serres ne relèvent pas d'un régime juridique distinct, mais des dispositions générales peuvent être adaptées en fonction des conditions spécifiques de culture. Toute utilisation de PPh est conditionnée par une AMM délivrée par l'ANSES selon les dispositions de l'article L.253-1 du Code rural et de la pêche maritime (Ministère du Travail et de la Santé 2019; Légifrance 2025). Cette autorisation précise les modalités d'usage : type de culture, périodes, doses, conditions d'application, etc. En vertu de l'article L.253-7 (Légifrance 2025) du même code, les autorités peuvent également interdire ou restreindre l'emploi de certains produits dans des zones sensibles comme les captages d'eau ou les zones humides. L'ANSES évalue en France les produits formulés et fixe les conditions d'utilisation (dose, fréquence, zones non traitées...) en tenant compte des usages déclarés, des pratiques culturales et des données d'exposition et d'impact environnemental (ANSES 2025). Ce cadre est complété par les articles L.211-1 et L.216-6 du Code de l'environnement, qui imposent une gestion durable de la ressource en eau et prévoient des sanctions en cas de pollution par des PPh (Légifrance 2016; Légifrance 2020).

1.4.1 Réglementation technique et conditions d'usage

Selon l'arrêté du 4 mai 2017 relatif à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, les cultures sous abris sont soumises à plusieurs prescriptions spécifiques concernant les eaux de surface et sous-terraines.

L'arrêté impose une gestion stricte des effluents issus des traitements phytosanitaires sous serre : fonds de cuve, eaux de rinçage et bouillies résiduelles doivent être collectés, traités par un procédé reconnu, puis épandus ou éliminés dans des conditions encadrées. En cas de surface imperméable (béton, bâche...), tout rejet direct dans l'environnement est interdit. Ces obligations s'appliquent aux systèmes hors sol et aux serres fermées, et visent à éviter la pollution des milieux aquatiques et des sols.

Enfin, les produits dont l'AMM précise un usage réservé aux serres ne peuvent en aucun cas être utilisés en plein champ ou en structure ouverte. Le respect de ces conditions d'utilisation est juridiquement contraignant et constitue une obligation réglementaire pour tous les utilisateurs professionnels. Les AMM, délivrées pour chaque produit, précisent les usages autorisés, y compris des restrictions spécifiques comme :

- Usage réservé aux cultures sous serre
- Interdit sur sol drainé

Ces indications sont juridiquement contraignantes, mentionnées sur les étiquettes et consultables dans la base [e-Phy](#) de l'ANSES. Certaines mentions environnementales SPe accompagnent les AMM afin de limiter les impacts sur l'environnement. Par exemple :

- « SPe 2 : Pour protéger les organismes aquatiques, ne pas rejeter les eaux usées des serres hors sol directement dans les eaux de surface. » (E-Phy 2021)

1.5 Italie

En Italie, l'encadrement de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques repose sur deux niveaux. Au niveau européen, c'est le Règlement (CE) n° 1107/2009 qui fixe les règles relatives à l'autorisation de mise sur le marché des PPh. À l'échelle nationale, le décret législatif n° 150/2012 et le Plan d'action national adopté par décret le 22 janvier 2014 organisent l'usage durable de ces produits (Normattiva 2012; Gigliotti 2025). Ces textes relèvent du Ministère de l'Environnement et de la Sécurité énergétique, tandis que le Ministère de la Santé est chargé de l'octroi des autorisations et du contrôle de leur application.

Il n'existe pas en Italie de réglementation spécifique à l'usage des PPh en serre. Leur emploi est donc encadré par les règles générales, les bonnes pratiques agricoles et surtout par les mentions précises figurant sur les étiquettes des produits autorisés. Celles-ci spécifient les cultures cibles, les conditions d'application, les doses et fréquences autorisées, et peuvent réserver l'usage à des serres ou l'interdire dans certaines configurations. Ainsi, c'est l'AMM qui définit les modalités d'emploi d'un PPh, en serre comme en plein champ (Gigliotti 2025).

Lorsque la serre n'est pas hermétiquement fermée, les autorités considèrent que le risque de dissémination dans l'environnement est équivalent à celui d'une culture en plein champ. L'évaluation du risque environnemental repose sur les lignes directrices techniques établies par l'EFSA (Gigliotti 2025).

Dans le Plan d'Action National italien pour l'utilisation durable des produits phytopharmaceutiques, les cultures sous abris sont explicitement mentionnées comme des environnements nécessitant des pratiques particulières. Bien que le texte n'impose pas de contraintes techniques précises, comme l'étanchéité ou la gestion des effluents, il reconnaît la spécificité de ces structures en termes de risque pour les opérateurs. Il recommande ainsi des mesures de réduction de l'usage des PPh en serre, notamment via la lutte biologique, les technologies de précision, et des formations ciblées. L'objectif est de limiter l'exposition directe tout en préservant l'efficacité agronomique dans ces systèmes confinés. (Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali et al. 2014).

Annexe III : Liste non exhaustive des bonnes pratiques pour la production sous abri

Bonnes pratiques agricoles selon AGRIDEA (2025)	
• Usage raisonné des PPh, application uniquement en cas de nécessité avérée (pression, climat, seuils). • Priorité aux méthodes alternatives ou biologiques. • Respect strict des doses, délais avant récolte, et conditions climatiques. • Utilisation d'un matériel de pulvérisation adapté et bien entretenu. • Traitement uniquement avec les serres fermées pour éviter les dérives. • Collecte et traitement obligatoire des effluents (lavages, rinçages, etc.).	
Principes de la production intégrée spécifique à la production sous abris (SwissGAP 2024)	
1. Infrastructure & entretien	• Maintenir la structure de la serre en bon état (plastique, verre, filets) pour éviter les infiltrations et pertes. • Vérifier régulièrement l'étanchéité du toit et des bâches. • Nettoyer les gouttières, rigoles et drains pour éviter les débordements. • Éviter l'accumulation de saletés ou d'eau stagnante autour et à l'intérieur des tunnels.
2. Irrigation & gestion de l'eau	• Privilégier les systèmes localisés (goutte-à-goutte, microaspersion) pour limiter le gaspillage. • Ne pas irriguer juste après un traitement phytosanitaire par le haut. • Ajuster l'irrigation selon la météo, l'humidité du sol et le stade de la culture. • Enregistrer les volumes d'eau utilisés (traçabilité + diagnostic). • Utiliser de l'eau de pluie ou des sources pauvres en sodium si possible. • Prévoir un système de drainage contrôlé ou une réutilisation des eaux (fermeture du cycle si possible).
3. Protection phytosanitaire	• Appliquer les produits phytosanitaires uniquement si nécessaire (basé sur un seuil de nuisibilité). • Préférer les méthodes de lutte intégrée : filets anti-insectes, auxiliaires, gestion du climat. • Appliquer les traitements en conditions optimales (serre fermée, pas de vent, pas d'irrigation ensuite). • Tenir à jour un registre des traitements avec date, dose, produit et culture. • Nettoyer régulièrement les buses, tuyaux et cuves pour éviter les résidus.
4. Entretien des équipements	• Désinfecter les tuyaux d'irrigation en fin de cycle avec des produits autorisés (ex : eau oxygénée, ozone). • Contrôler régulièrement l'état des filtres (sable, disques) et les purger. • Surveiller l'état des bâches au sol (trouées = infiltration possible). • Entretenir les capteurs climatiques et les automates d'ouverture/fermeture.
5. Substrats et fertilisation	• Utiliser des substrats conformes (origine contrôlée, pas de pollution). • Éviter les apports excessifs : adapter la fertilisation au stade de culture. • Réaliser des analyses régulières de solution nutritive et de substrat. • Recycler les substrats si possible ou les éliminer dans les filières agréées.
6. Fin de culture / Nettoyage	• Prévoir un plan de vidange progressive des systèmes ferti-irrigants (éviter une purge brutale). • Réduire les apports en fertilisants dans les 2 dernières semaines de culture. • Laver les installations (tuyaux, cuves, structure) avec un produit autorisé, sans excès d'eau. • Réduire au maximum le lessivage des produits en fin de culture.
7. Gestion des risques climatiques	• Installer des protections contre la grêle et la pluie si besoin. • Surveiller la météo : prévoir des mesures de rétention ou déviation d'eau en cas d'orage. • Éviter l'installation de tunnels sur des terrains en pente sans dispositif de contrôle du ruissellement.
8. Hygiène, sécurité & traçabilité	• Porter des équipements de protection individuelle lors des traitements. • Stocker les produits phytosanitaires dans un local fermé, ventilé et signalé. • Former les employés à la sécurité et à l'utilisation des produits. • Tenir un journal de bord complet : irrigation, fertilisation, traitements, observations, incidents.
9. Écologie	• Installer des zones refuges pour les auxiliaires (plantes compagnes, haies extérieures).

Bibliographie

- afsca, 2025. Produits phytopharmaceutiques et adjuvants | Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. Page consultée le 1.08.2025, <https://favv-afsca.be/fr/themes/plantes/produits-phytopharmaceutiques-et-adjuvants#controles>
- Agridea, 2023. Liste des codes culture ACORDA.
- AGRIDEA, 2025. Protection des cultures. Page consultée le 29.07.2025, <https://www.bonnepratiqueagricole.ch/bonnes-pratiques/protection-des-cultures/>
- Agroscope, 2024. serre 04.
- Agroscope, 2025a. Répartitions des serres et classification en Suisse.
- Agroscope, 2025b. Serres et classification en Suisse.
- Agroscope, 2025. Discussion gestion des srees. Entretien du 2025.
- ANSES, 2025. Encadrement des pesticides en agriculture. <https://www.anses.fr/fr/content/encadrement-des-pesticides-en-agriculture>
- Aquaportail, 2023. Drain: définition et explications. Page consultée le 9.10.2025, <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/7497/drain>
- BVL, 2025. Bewertungs- und AWB-Vergabeschema GWH extern 2.0.
- Chang T, Zhang Y, Zhang Z, Shao X, Wang W, Zhang J, Yang X, Xu H, 2019. Effects of irrigation regimes on soil NO₃--N, electrical conductivity and crop yield in plastic greenhouse. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 12 (1), 109-115. <https://doi.org/10.25165/ijabe.v12i1.3022>
- Chassouant C, 2020. Production intensive de myrtilles sous serre en plastique. Page consultée le 18.07.2025, <https://horti-generation.com/fr/production-intensive-de-myrtilles-sous-serre-en-plastique/>
- ChemLinked, 2024. EU Plant Protection Products Regulation (EU PPP). Page consultée le 27.02.2025, <http://agrochemical.chemlinked.com/news/EU-Plant-Protection-Products-Regulation>
- Coninck E, 2025. Eugénie Coninck_BE.
- Dessiex G, 2025. Salinisation | Resau d'irrigation. Page consultée le 9.10.2025, <https://reseaudirrigation.ch/blogue/salinisation>
- EFSA, 2010. Scientific Opinion on emissions of plant protection products from greenhouses and crops grown under cover: outline for a new guidance. EFSA Journal, 8 (4), 1567. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1567>
- EFSA, 2014. EFSA Guidance Document on clustering and ranking of emissions of active substances of plant protection products and transformation products of these active substances from protected crops (greenhouses and crops grown under cover) to relevant environmental compartments. EFSA Journal, 12 (3). Page consultée le 17.10.2024, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3615>
- E-Phy, 2021. 220206522 | ephy. Page consultée le 1.08.2025, <https://ephy.anses.fr/ppp/acaridoil-13sl>
- Fine Funghi AG, 2025. Production - Fine Funghi. Page consultée le 10.10.2025, <https://biopilz.ch/fr/production.html>

- FPS Health, 2024. Emissions of plant protection products from protected crops to the environment. FPS Health.
- Gigliotti F, 2025. Federica Gigliotti.IT.
- Glastuinbouw, 2025. Certificering nul-lozing mogelijk vanaf 1 juli 2018. Page consultée le 15.05.2025, <https://www.glastuinbouwnederland.nl/nieuws/certificering-nul-lozing-mogelijk-vanaf-1-juli-2018/>
- Gruda NS, Dong J, Li X, 2024. From Salinity to Nutrient-Rich Vegetables: Strategies for Quality Enhancement in Protected Cultivation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 43 (5), 327-347. <https://doi.org/10.1080/07352689.2024.2351678>
- Hitzfeld K, 2025. Hitzfeld, Kristina_Spycher_DE.
- Interzonal Steering Committee, 2023. Interim working document on the interzonal core assessment of greenhouse uses - environmental fate.
- Interzonal steering committee, 2024. FINAL_GREENHOUSES_SZ-Interzonal - Excel Tool. Page consultée le 29.07.2025, <https://circabc.europa.eu/ui/group/0b40948d-7247-4819-bbf9-ecca3250d893/library/5c10a02a-df13-4c9b-960a-0c3267b1e298/details>
- Kalf D, 2024. PPPs in Greenhouses.
- Kobierska F, Koch U, Kasteel R, Stamm C, Prasuhn V, 2020. Plant protection product losses via tile drainage: A conceptual model and mitigation measures. Page consultée le 9.10.2025, <https://doi.org/10.34776/AFS11-115>
- Légifrance, 2016. Article L216-6 - Code de l'environnement - Légifrance. Page consultée le 1.08.2025, https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000033034883/
- Légifrance, 2020. Article L211-1 - Code de l'environnement - Légifrance. Page consultée le 1.08.2025, https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041599138/2021-01-01
- Légifrance, 2025. Article L253-7-1 - Code rural et de la pêche maritime - Légifrance. Page consultée le 1.08.2025, https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000030680009
- Leonardo M, Broetto F, Villas Boas RL, Marchese JA, Tonin FB, Regina M, 2008. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. *Bragantia*, 67, 883-889. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000400010>
- Ministère du Travail et de la Santé, 2019. Une réglementation stricte pour maîtriser les risques des pesticides. Page consultée le 1.08.2025, <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/pesticides/article/une-reglementation-strict-pour-maitriser-les-risques-des-pesticides>
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero della Salute, 2014. pubbl_PAN.
- Normattiva, 2012. DÉCRET LÉGISLATIF n° 150 du 14 août 2012 - Normattiva. Page consultée le 1.08.2025, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2012;150>
- OFAG, 2011. 1.Pflanzenschutzmittelbewilligungen: Definition und Abgrenzung des Begriffs Gewächshaus.
- OFAG, 2013a. 5.Überblick zur PSM-Risikobeurteilung bei Freiland- und im Gewächshausanwendungen (15.04.2013).

OFAG, 2013b. 3.Risikobeurteilung von PSM-Anwendungen im Freiland im Vergleich zu Anwendungen im Gewächshaus.

OFAG, 2013c. 4.Risikobeurteilung von PSM-Anwendungen im Freiland und im Gewächshaus im PSM-Zulassungsverfahren.

OFAG, 2014. 2.Vollzugshilfe Merkblatt Nr. 2 - Kulturen in geschütztem Anbau (Gewächshäuser, Hochtunnel Treibbeet).

OFS, 2024. Emplois, exploitations agricoles, surface agricole utile (SAU) et animaux de rente selon le niveau de classification 1 selon Unité d'observation, Canton et Année. PX-Web. Page consultée le 25.09.2025, [https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/fr/px-x-0702000000_101/px-x-0702000000_101.px/table/tableViewLayout2/](https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/fr/px-x-0702000000_101/px-x-0702000000_101/px-x-0702000000_101.px/table/tableViewLayout2/)

OTM, UMS, 2025. PV_OTM-UMS_21.05.25. Entretien du 2025.

Pesticide Models, 2025. About GEM. Page consultée le 24.04.2025, <https://www.pesticidemodels.eu/gem/home/>

PROTECT'eau, 2025. Caractéristiques et équipements d'une aire étanche | PROTECT'eau. Page consultée le 21.07.2025, <https://www.protecteau.be/fr/caracteristiques-et-equipements-dune-aire-etanche>

Redondo-Gómez S, Romano-Rodríguez E, Mesa-Marín J, Sola-Elías C, Mateos-Naranjo E, 2022. Consortia of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria Isolated from Halophytes Improve the Response of Swiss Chard to Soil Salinization. *Agronomy*, 12 (2), 468. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020468>

van der Salm C, Voogt W, Beerling E, van Ruijven J, van Os E, 2020. Minimising emissions to water bodies from NW European greenhouses; with focus on Dutch vegetable cultivation. *Agricultural Water Management*, 242, 106398. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106398>

Smith B, 2025a. Smith, Balthasar_Muris_DE.

Smith B, 2025b. Echange_Muris-Allemagne - Codes de restriction.

Smith B, 2025c. Sondage_Smith, Balthasar_Muris_DE.

SPF, 2019. Qu'est-ce qu'une culture sous protection ?

SPF, 2024. Emissions of plant protection products from protected crops to the environment. Page consultée le 21.07.2025, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3615>

SwissGAP, 2024. Modifications_SwissGAPHorticulture_2024_F.

Ullrich C, 2025. Ullrich, Christian_Spycher_DE.

ULMA, 2015. Serres pour pépinières - multi-zone avec contrôle climatique. Page consultée le 18.07.2025, <https://www.ulmaagricola.com/fr/applications/pepiniere/>

van Os, Balendonck, 2020. Best Management Practices Use Case: the Westland Region (NL). Page consultée le 24.04.2025

Vegaplan, 2025. Vegaplan. Page consultée le 1.08.2025, <https://www.vegaplan.be/fr/nos-asbl>

Verstraete S, 2025. Simon Verstraete_Belgique.

von den Vlis, Meis, 2017. 170320_nullozing_bezoekverslag_def_PDG.