



## ACV ET OUTIL D'AUTO-EVALUATION – DOCUMENTATION TECHNIQUE



Auteur(s) : Roberto BELLINO, Stéphane LE POCHAT, Marine IUSO

Janvier 2014

Financé par



## Résumé

Ce rapport est un document support commun au rapport ACV d'une part, et à l'outil d'auto-évaluation d'autre part. Il précise les principales hypothèses concernant le périmètre de l'évaluation, la description des matériels, les données utilisées pour la modélisation, et les modes de calcul des impacts environnementaux. Il précise également des plages valeurs de rendements et de consommations jugées représentatives, tirées de l'observatoire des pratiques (Action 2) et de la littérature, et qui peuvent être utilisées dans l'outil d'autoévaluation pour la comparaison des techniques observées. Il précise enfin la logique de modélisation de l'outil d'auto-évaluation. Ce rapport permet de compléter et de faire la transition entre l'approche expérimentale (Action 1) et l'approche de l'observatoire (Action 2).

Réalisation et rédaction	Roberto Bellino (Evea) Marine Iuso (Evea)
Suivi, vérification et validation	Stéphane Le Pochat (Evea)

## Citations

Les références au présent rapport devront reproduire exactement la mention suivante :

*Comparaison des méthodes de désherbage en ZNA – Documentation technique : ACV et outil d'auto-évaluation. Rapport Compamed ZNA, 102 pages. EVEA, décembre 2013.*

## INTRODUCTION GENERALE SUR LE PROGRAMME COMPAMED ZNA

La gestion du désherbage en Zones Non Agricoles (ZNA) fait désormais appel à de nombreuses techniques, avec notamment l'émergence de méthodes thermiques et mécaniques en complément ou en substitution aux méthodes chimiques utilisant des produits phytosanitaires. Ces évolutions s'appliquent à la gestion des parcs et jardins, des cimetières, des voiries urbaines et autres voies de communication, et sites industriels. Ces techniques n'ont pas toutes fait l'objet d'une analyse de leurs caractéristiques technico-logistiques, économiques, environnementales et de leur efficacité.

Dans le contexte où le plan Ecophyto prévoit une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, la question de l'évaluation globale des différentes techniques de désherbage devient essentielle. C'est l'objet du programme COMPAMED ZNA sur la Comparaison des Méthodes de Désherbage utilisées en Zones Non Agricoles.

Les travaux de COMPAMED ZNA ont été coordonnés par Plante & Cité, et réalisés conjointement par Plante & Cité, le CETEV, EVEA, et la Fredon Ile-de-France, réunis au sein d'un consortium de recherche. Un comité de pilotage rassemble les financeurs publics et privés, ainsi que certains acteurs professionnels de ce secteur.

La finalité d'une telle étude est d'élaborer un outil d'aide à la décision, à destination des gestionnaires et des pouvoirs publics, et conçu à partir d'une étude ACV soumise à revue critique et jugée conforme à la norme ISO 14040. L'objectif est de permettre aux collectivités territoriales, aux entreprises prestataires et aux gestionnaires des réseaux routiers et autres sites non agricoles d'identifier les conditions pour optimiser le désherbage en ZNA, d'en minimiser l'impact sur l'environnement et de mieux maîtriser les risques qu'il génère.

La construction de ce programme repose sur les actions suivantes :

- Action 1. Des expérimentations portant sur l'efficacité des différentes catégories de méthodes de désherbage en prenant en compte des paramètres physiques (types de revêtement), biologiques (types et stades de plantes adventices) et techniques (objectifs de gestion).
- Action 2. Une enquête nationale ainsi qu'un observatoire des pratiques pour évaluer les caractéristiques technico-logistiques et économiques de ces méthodes.
- Action 3. Une analyse de cycle de vie (ACV) permettant d'établir un bilan environnemental global des techniques de désherbage, chimique et alternatives.
- Action 4 : Au vu de la variabilité existante dans les pratiques observées sur le terrain, il semble nécessaire de fournir aux prestataires plus qu'une photographie de comparaison environnementale : l'action 4 prévoit donc le développement d'un outil dynamique permettant d'adapter l'analyse à la situation concrète de chaque utilisateur.

Ce programme est soutenu et financé par :

- l'ONEMA, dans le cadre du plan Ecophyto depuis 2011.
- l'AAPP, l'UPJ, l'ASFA dans le cadre de l'accord cadre du 3 septembre 2010 relatif à l'usage professionnel des pesticides en Zones Non Agricoles.
- L'interprofession Val'hor.

ÉTUDE MENÉE PAR :



AVEC LA PARTICIPATION DE :



ET LE SOUTIEN DE :



Compamed ZNA

## SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE SUR LE PROGRAMME COMPAMED ZNA .....	3
SOMMAIRE .....	5
LISTE DES TABLEAUX .....	7
LISTE DES FIGURES .....	8
GLOSSAIRE DES TERMES ET ACRONYMES .....	9
AVANT-PROPOS ET AVERTISSEMENT .....	11
INTRODUCTION .....	14
1. Contexte et objectifs de l'évaluation environnementale .....	15
2. Présentation du système étudié et périmètre associé .....	16
2.1. Les types de site.....	18
3. Techniques et matériels modélisés .....	19
4. Fonctionnement de l'outil .....	22
4.1. Définition du site étudié .....	22
4.2. Choix de l'itinéraire technique à étudier .....	23
4.3. Personnalisation des données spécifiques à chaque passage.....	23
4.4. Validation des itinéraires techniques à modéliser .....	23
4.5. Affichage des résultats .....	23
5. Règles de calcul de l'ACV et de l'outil.....	26
5.1. Transport jusqu'au site à traiter .....	26
5.2. Véhicule tractant .....	26
5.3. EPI réutilisables.....	27
5.4. EPI jetables .....	28
5.5. Matériel de désherbage .....	28
5.6. Consommations liées au déplacement lors du traitement .....	29
5.7. Consommations et émissions liées au traitement.....	29
5.8. Calcul de l'impact d'un traitement unitaire (1 passage).....	30
5.9. Calcul de l'impact d'un itinéraire technique.....	30
5.10. Importance du paramètre taux d'enherbement .....	30
6. Hypothèses de modélisation .....	32
6.1. ANALYSE DE LA QUALITE DES DONNEES .....	32
6.2. Hypothèses communes à toutes les techniques .....	33
6.2.1. Modélisation des EPI.....	34
6.2.2. Choix des matériels et situations modélisées .....	36

6.2.3.	Transport jusqu'au site de désherbage .....	36
6.2.4.	Données concernant le véhicule tractant .....	38
6.2.5.	Données combustion gasoil dans les matériels .....	38
6.2.6.	Durée totale d'utilisation des matériels .....	39
6.2.7.	Modélisation de la Fin de vie .....	39
6.3.	Hypothèses spécifiques aux techniques et valeurs par défaut utilisées dans l'outil.....	40
6.3.1.	Détermination des valeurs par défaut .....	40
6.3.2.	Techniques mécaniques (brosseuses, binettes) .....	41
6.3.3.	Techniques thermiques (gaz) .....	42
6.3.4.	Techniques thermiques (eau chaude et vapeur) .....	43
6.3.5.	Techniques chimiques.....	44
ANNEXE 1 : MODELISATION DES MATERIELS, EPI, ET EQUIPEMENTS DE SECURITE .....		61
ANNEXE 2 : MODELISATION DU SURFACTANT.....		80
ANNEXE 3 : PLAGES DE VALEURS DES DIFFERENTS PARAMETRES.....		84
ANNEXE 4 : REVUE CRITIQUE .....		91

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Qualité des données .....	32
Tableau 2. EPI et équipements de sécurité associés à chaque technique .....	33
Tableau 3. Hypothèses de modélisation des EPI et équipements de sécurité.....	34
Tableau 4. Situations modélisables dans l'outil .....	36
Tableau 5. Modes de déplacement retenus pour chaque technique .....	37
Tableau 6. Modélisation des moyens de transport.....	37
Tableau 7. Modélisation des données de combustion du gasoil dans les matériels .....	38
Tableau 8. Modélisation des scénarios de fin de vie. ....	40
Tableau 9. Valeurs de rendements et quantités de consommables déterminées pour les techniques mécaniques .....	42
Tableau 10. Valeurs de rendements et quantités de consommables déterminées pour les techniques thermiques gaz (tous sites) .....	43
Tableau 11. Consommations de consommables pour les techniques eau chaude et vapeur .....	43
Tableau 12. Valeurs de rendements et quantités de consommables déterminées pour les techniques thermiques gaz.....	44
Tableau 13. Composition du désherbant (source : fds du Roundup® Turbovert DT, MONSANTO).....	45
Tableau 14 . Inventaire des intermédiaires 1 et 2 et du surfactant pour N=2.....	48
Tableau 15. Paramètres du modèle d'émission dans le milieu.....	53
Tableau 16. Répartition des émissions dans le milieu selon les différents scénarios.....	54
Tableau 17. Valeurs des paramètres physico-chimiques de l'AMPA .....	56
Tableau 18. Détermination de avlogEC50 de l'AMPA en fonction de la valeur de n à partir de ECOSAR v1.00 ...	57
Tableau 19. Valeurs des paramètres physico-chimiques du surfactant en fonction de la valeur de n.....	57
Tableau 20. Détermination de avlogEC50 du surfactant en fonction de la valeur de n à partir de ECOSAR v1.00 .....	58
Tableau 21. Facteurs de caractérisation de l'écotoxicité aquatique de l'AMPA et du surfactant en fonction de la valeur de n .....	58
Tableau 22. Facteurs de caractérisation de l'AMPA pour l'écotoxicité humaine .....	59

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Organisation des livrables de l'Action 3. ....	12
Figure 2. Périmètre considéré.....	18
Figure 3. Site perméable (à gauche) et Imperméable (à droite). Crédit photo Cetev.....	19
Figure 4. Exemple de représentation des résultats (comparaison de techniques).....	24
Figure 5. Exemple de représentation des résultats (répartition par postes) .....	25
Figure 6. Arbre de décision pour la traduction des valeurs de l'observatoire en valeur par défaut dans l'outil. .	41
Figure 7. Structure chimique du surfactant du produit phytosanitaire .....	46
<b>Figure 8. Représentation de la voie de synthèse du surfactant modélisée .....</b>	<b>47</b>
Figure 9. Représentation schématique d'une étape de synthèse du surfactant .....	48
Figure 10. Modèle d'émissions dans le milieu (écosphère). .....	52
Figure 11 .Présentation schématique de la dégradation du glyphosate en AMPA.....	55

## GLOSSAIRE DES TERMES ET ACRONYMES

ACV	Analyse du Cycle de Vie
C	Seuil (de déclenchement) contraignant
DOE	Détection opto-électronique
E	Exposant de 10 en écriture scientifique. Pour des raisons de praticité, les résultats sont présentés selon l'écriture scientifique, E signifiant « exposant », soit une puissance de 10. Par exemple, $1E1=1 \times 10^1=10$ , $1E2=1 \times 10^2=100$ , $1E-1=1 \times 10^{-1}=0,1$ , $1E-2=1 \times 10^{-2}=0,01$ , etc.
EPI	Equipement de Protection Individuelle (tout équipement destiné à la protection de l'applicateur : gants, masque, chaussures de sécurité, etc.)
FDS	Fiche de Données de Sécurité
ICV	Inventaire du Cycle de Vie
Matériel de désherbage	Tout matériel permettant d'effectuer un désherbage curatif.
MC	Seuil (de déclenchement) moins contraignant
Itinéraire technique	Combinaison d'une ou plusieurs techniques de désherbage afin d'obtenir un résultat déterminé sur un sol donné.
Méthode (de désherbage)	<p>Ensemble ordonné de manière logique de principes, de règles, d'étapes, qui constitue un moyen pour parvenir à un résultat. Manière de mener, selon une démarche raisonnée, une action, un travail, une activité, une technique. (<i>source : <a href="http://www.Larousse.fr">www.Larousse.fr</a></i>)</p> <p>Dans le cadre de Compamed ZNA, nous retenons la définition suivante :</p> <p><u>Méthode</u> : Démarche de mise en œuvre d'un itinéraire technique de désherbage sur une période étendue. La méthode inclut donc les recommandations et aspects réglementaires.</p>
PE	Polyéthylène
PC	Polycarbonate
Pollution	<p>Contamination qui a pour conséquence une perturbation du milieu ou de l'usage qui en est fait habituellement. (<i>source : Rapport n° 42 de l'Académie des Sciences (1998), repris sur le site de l'Ademe</i>)</p> <p>Détérioration de l'environnement par des substances chimiques, physiques ou organiques qui ne peuvent pas (ou ne peuvent plus) être éliminées naturellement par l'écosystème. La pollution a pour origine principale l'activité humaine. Elle résulte soit de l'introduction dans le milieu d'une substance artificielle non dégradable, soit du dépassement du seuil toléré par le milieu. (<i>Source : glossaire de l'Ademe, site web</i>)</p> <p><b>NB</b> : il convient de différencier pollution et contamination qui sont souvent confondus et employés l'un pour l'autre.</p>
PP	Polypropylène

PVC	Polychlorure de Vinyle
Seuil de déclenchement de l'intervention	Seuil (nombre et taille des adventices) à partir duquel l'intervention est déclenchée. Deux seuils sont utilisés dans l'expérimentation (« contraignant » et « moins contraignant »). Ils sont explicités dans le rapport (tab. 3 et 4).
Technique (de désherbage)	Ensemble de procédés et de moyens pratiques propres à une activité. Manière de faire pour obtenir un résultat. (source : <a href="http://www.Larousse.fr">www.Larousse.fr</a> )  Dans le cadre de Compamed ZNA, nous retenons la définition suivante :  <u>Technique</u> : Principe, type de désherbage. Ensemble des procédés reposant sur le même principe : par exemple, "la technique de désherbage chimique".
UF	Unité fonctionnelle
ZNA	Zone Non Agricole

## AVANT-PROPOS ET AVERTISSEMENT

### **Positionnement et livrables des tâches de l'action 3**

L'Action 3 consiste en l'évaluation environnementale comparative des méthodes de désherbage. Cette évaluation environnementale est réalisée via la méthode d'analyse de cycle de vie (ACV) conformément aux normes ISO 14040 :2006 et ISO 14044 :2006.

L'Action 3 s'appuie sur les données et résultats des Actions 1 et 2, et permet le développement (Action 4) d'un outil d'auto-évaluation environnementale des techniques de désherbage à destination des parties prenantes du désherbage en ZNA : gestionnaires publics et privés, opérateurs, institutionnels.

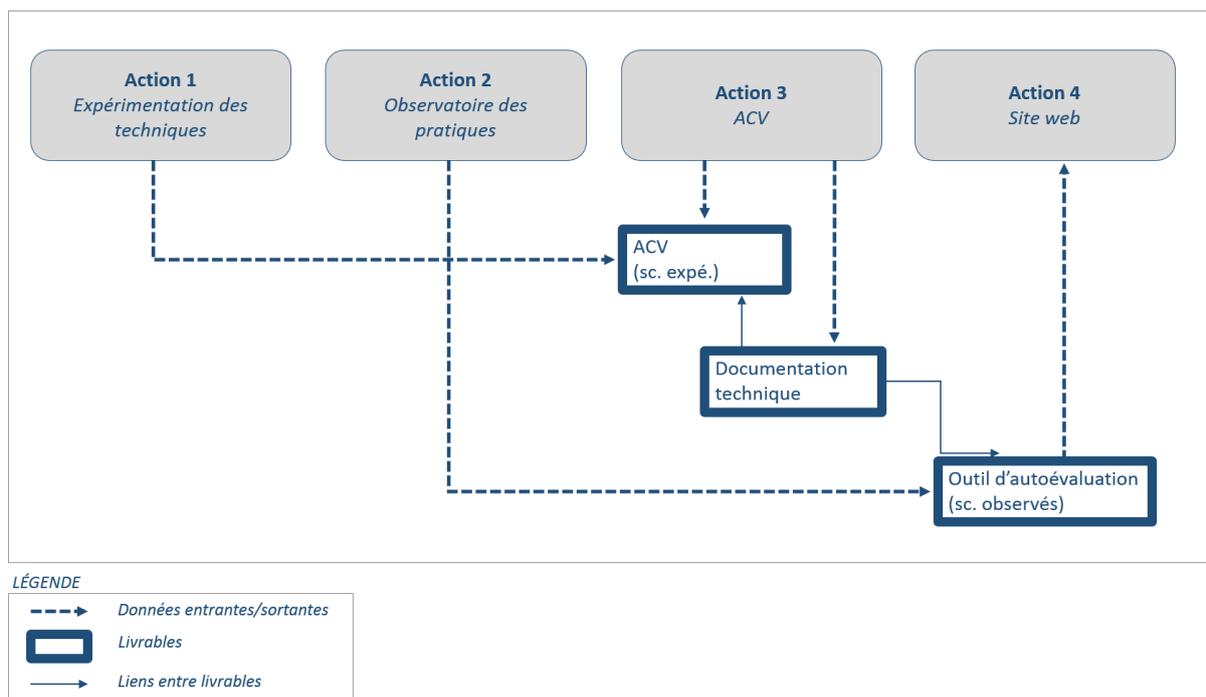
Les livrables de l'Action 3 sont les suivants :

- Une ACV comparative des techniques individuelles de désherbage d'après l'expérimentation de l'Action 1.
- Une documentation technique, commune au rapport d'ACV et à l'outil, recensant pour les scénarios expérimentaux (techniques individuelles) et les scénarios observés (itinéraires techniques) :
  - les modes de calculs des inventaires,
  - les paramètres et les valeurs des paramètres,
  - les calculs des impacts du cycle de vie.

La documentation de référence fait partie intégrante de l'ACV.

Par ailleurs, l'outil d'auto-évaluation des itinéraires techniques observés (scénarios relevés ou non dans l'observatoire de l'Action 2, ie. scénarios observés et mis en pratique par les gestionnaires utilisateurs de l'outil) est basé sur l'ACV et développé dans le cadre de l'Action 4.

La Figure 1 ci-dessous représente l'organisation des livrables et les liens entre Actions et livrables.



**Figure 1. Organisation des livrables de l'Action 3.**

Le tableau ci-dessous précise le format des différents livrables de l'Action 3. Dans le cadre de la revue critique prévue par la norme ISO 14040 pour évaluer la conformité de l'ACV, les deux rapports (ACV, et documentation technique) ont fait l'objet de la revue critique.

Livrable	Format	Soumis à revue critique ISO 14040	Localisation dans site web Compamed.fr
ACV comparative des techniques individuelles de désherbage – Scénarios expérimentaux	Rapport	Oui	Ressource documentaire (rapport téléchargeable + page web fixe)
Documentation de référence – ACV et outil d'auto-évaluation	Rapport	Oui	Ressource documentaire (rapport téléchargeable)
Outil d'auto-évaluation des itinéraires techniques observés	Outil web en ligne sur le site Internet de Compamed ZNA	Non. Seul le fichier Excel qui sous-tend l'outil web a fait l'objet de la revue critique.	Outil en ligne (interactif)

## Avertissement

L'ACV et l'outil d'auto-évaluation, bien que basés sur des techniques de calcul des impacts environnementaux identiques (d'où le rapport support commun « documentation technique ») ont des objectifs d'évaluation différents et sont donc supportés par des hypothèses et scénarios de modélisation différents. Cela se traduit par des unités fonctionnelles (UF) différentes :

- L'UF définie pour l'ACV des techniques individuelles est la suivante : « traiter 1 m<sup>2</sup> de surface enherbée, de type perméable ou imperméable, pendant 1 an avec un objectif de gestion défini (seuil contraignant ou seuil moins contraignant) par un seuil d'intervention quantifié ». Elle correspond à l'objectif de l'expérimentation de l'Action 1 qui était de définir la performance des techniques individuelles (rendement et nombre de passages sur une année) dans un objectif de résultat. Cette approche permet une comparaison que l'on peut qualifier d'objective en ce sens que la comparaison est réalisée à résultat de performance identique pour l'ensemble des techniques individuelles faisant l'objet de l'expérimentation. En revanche, cette approche expérimente des pratiques pouvant varier de celles observées<sup>1</sup>.
- L'UF définie pour les auto-évaluations réalisées avec l'outil est la suivante : « traiter 1 m<sup>2</sup> de surface enherbée d'un type défini pendant 1 an ». L'objectif ici est de modéliser les pratiques observées (dans le cadre de l'Action 2 ou par les gestionnaires eux-mêmes) correspondant à des situations mises en œuvre par les gestionnaires. La notion clé dans la modélisation des pratiques réelles<sup>2</sup> observées est celle du « seuil de déclenchement de l'intervention »<sup>3</sup>, car de ce seuil dépend, d'une part le nombre annuel de passages, et d'autre part le rendement des techniques mises en œuvre dans les itinéraires. Or, ce seuil dont dépendent finalement les résultats des évaluations (et donc les conclusions que l'on peut tirer des comparaisons entre itinéraires et techniques) sont difficiles à quantifier car les gestionnaires eux-mêmes savent peu exprimer ce seuil objectivement.

En conséquence, les résultats de l'ACV comparative des techniques individuelles (basée sur les résultats expérimentaux de l'Action 1) et les résultats obtenus avec l'outil d'auto-évaluation des itinéraires techniques observés (basés notamment en partie sur les résultats observés lors de l'Action 2) ne sont pas comparables car ils ne répondent pas aux mêmes objectifs.

---

<sup>1</sup> D'après les observations, il semble que les conditions de seuil « moins contraignant » définies dans l'Action 1 peuvent parfois se rapprocher des conditions mises en pratiques par les gestionnaires. En revanche, les conditions de seuils « contraignant » apparaissent a priori fort éloignées des conditions des pratiques observables.

<sup>2</sup> Les pratiques sont qualifiées de réelles par opposition aux pratiques mises en œuvres selon un protocole dans l'expérimentation. Le terme « pratiques réelles » désigne donc les pratiques observables mises en œuvre sur le terrain, de manière opérationnelle et non expérimentale, par les gestionnaires et professionnels des pratiques de désherbage. Ce terme concerne donc aussi bien les pratiques observées pendant l'Action 2 (observatoire auprès 29 organismes sur 179 sites) que les pratiques non encore observées.

<sup>3</sup> Ainsi, contrairement aux comparaisons réalisées sur la base des données expérimentales, la comparaison des pratiques observées sur le terrain n'est pas réalisée sur la base d'un objectif de résultat (on compare des itinéraires mis en pratique sans tenir compte du résultat obtenu). Cela ne signifie pas que dans les faits les gestionnaires ne cherchent pas un objectif de résultat, mais que la comparaison n'est pas basée sur cet objectif de résultat.

## INTRODUCTION

Le présent document constitue un des livrables de l'Action 3 concernant l'évaluation environnementale comparative des différentes méthodes de désherbage : méthodes chimiques, méthodes mécaniques, et méthodes thermiques. Il explicite la démarche méthodologique employée pour l'ACV et l'outil d'auto-évaluation.

L'outil d'auto-évaluation est basé sur la modélisation de l'ACV, mais repose sur des scénarios différents (l'ACV évalue les techniques individuelles faisant l'objet de l'expérimentation tandis que l'outil permet d'évaluer les scénarios des itinéraires techniques observés sur le terrain). Le positionnement des différents livrables les uns par rapport aux autres est rappelé dans le chapitre précédent « Avant-propos et avertissement ».

Le présent document vise à expliciter, pour les scénarios expérimentaux (techniques individuelles) et les scénarios observés (itinéraires techniques) :

- les modes de calculs des inventaires du cycle de vie,
- les paramètres et les valeurs (ou plages de valeurs) de ces paramètres (présentés dans le fichier Excel « Validation vitesses et intrants »).
- l'analyse de la qualité des données,
- les calculs des impacts du cycle de vie.

Le présent document vient compléter le rapport d'ACV et en est indissociable dans le cadre de la conformité de l'ACV à la norme ISO 14044 :2006. Il supporte également les éléments de modélisation et de fonctionnement de l'outil d'auto-évaluation et doit donc au même titre y être associé.

## 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE<sup>4</sup>

L'observatoire développé pendant l'action 2 du projet COMPAMED ZNA a consisté, durant toute l'année 2011, à collecter des données au cours des interventions de désherbage sur des sites d'observation préalablement choisis chez des partenaires gestionnaires de zones non agricoles.

Des données logistiques, techniques, physiques et organisationnelles, au plus proche des conditions de terrain et des pratiques réelles des gestionnaires ont été collectées.

L'observatoire a permis d'étudier, pour chaque technique de désherbage rencontrée :

- Les itinéraires techniques développés par les gestionnaires ;
- Les intensités de gestion et des seuils d'intervention pratiqués ;
- Les consommations d'intrants ;
- Les températures de traitement ;
- Les vitesses d'intervention ;
- Les véhicules utilisés ;
- Le port des EPI (Equipements de Protection Individuelle) et l'utilisation des équipements de sécurité ;
- Les pratiques de terrain et leurs variations.

L'action 3 de COMPAMED ZNA avait pour objectif une Analyse Cycle de Vie (ACV) au sens des normes ISO 14040 :2006 et ISO 14044 :2006 des différentes méthodes, observées ou expérimentées, afin d'en déterminer les impacts environnementaux. En raison de la grande variabilité des objectifs de gestion relevés dans l'observatoire, l'ACV a utilisé les données issues de l'expérimentation de l'action 1 (protocole expérimental), car représentatives d'un niveau de performance objectif et permettant donc une comparaison rigoureuse. Cependant, les pratiques expérimentales (conditionnées par un objectif de performance à atteindre) apparaissent comme pouvant être relativement éloignées de la réalité des pratiques observées sur le terrain des collectivités et entreprises (conditionnées par des seuils de tolérance).

L'outil développé par le programme COMPAMED ZNA s'attache donc à construire des données ACV permettant de modéliser des pratiques réelles :

- en permettant à l'utilisateur d'utiliser ses données propres,
- le cas échéant en proposant des valeurs correspondant à des situations bien précises et documentées (seuils d'intervention, technique et géographie)

Ceci afin d'approcher au mieux les situations réelles rencontrées sur le terrain.

---

<sup>4</sup> Le terme « évaluation environnementale » concerne aussi bien l'ACV que l'outil d'auto-évaluation.

L'outil d'auto-évaluation issu de ce document et de la modélisation ACV permettra de modéliser des scénarios (observés, expérimentaux, hypothétiques) afin d'en évaluer la performance environnementale.

Cet outil n'est en aucun cas destiné à définir un itinéraire permettant d'atteindre un objectif défini.

## 2. PRESENTATION DU SYSTEME ETUDIE ET PERIMETRE ASSOCIE

Concernant l'outil d'auto-évaluation, l'objectif est double :

- Comparer les impacts environnementaux des différentes méthodes de désherbage (à unité fonctionnelle identique mais sans performance définie objectivement).
- Permettre une comparaison d'itinéraires techniques spécifiques associant plusieurs techniques de désherbage.

L'utilisateur peut construire un itinéraire technique sur un an qui correspond à sa pratique, qui reflète son niveau de tolérance sur un site défini, et le comparer à des solutions alternatives pour en vérifier la pertinence environnementale.

Les paramètres variables de l'outil sont :

- la distance de transport pour atteindre le site,
- la dimension du site à désherber
- le type de sol à désherber
- le type de technique utilisée lors d'une intervention
- le taux d'enherbement
- le rendement associé à chaque intervention / technique ?
- les quantités de consommables utilisés.

L'outil propose des valeurs par défaut pour la plupart de ces paramètres, selon la typologie du site étudié. Afin d'adapter la modélisation au plus proche des pratiques réelles, l'utilisateur peut également utiliser ses propres valeurs s'il en a connaissance.

Dans l'objectif de comparer les impacts de plusieurs techniques individuelles ou méthodes<sup>5</sup>, il convient de définir une référence de comparaison. La référence, ou unité fonctionnelle, retenue dans l'étude est la suivante :

---

<sup>5</sup> Bien que cette ACV s'inscrive pleinement dans le cadre du projet Compamed ZNA (comparaison des méthodes), nous parlons ici de comparaison de techniques, car l'ACV de ce rapport concerne une comparaison des techniques considérées individuellement (et où l'on considère que les méthodes de désherbage mises en œuvre par les professionnels et les

## « Traiter 1 m<sup>2</sup> de surface infestée d'un type de site défini, pendant 1 an »

Le flux de référence est donc le m<sup>2</sup>. L'ensemble des flux et valeurs de paramètres mesurées (rendements, nombre de passages, consommables, etc.) sont ramenés à ce flux de référence pour chaque type de site considéré.

Il existe plusieurs techniques de désherbage en zone non agricole :

- Le désherbage mécanique : la terre est travaillée physiquement, la plante est coupée ou déracinée quand il s'agit d'un désherbage curatif (le contrôle de la végétation est hors périmètre de l'étude).
- Le désherbage thermique (eau chaude, vapeur, brûleur au gaz) : les cellules de la plante éclatent sous l'action de la température (un choc thermique est nécessaire au traitement sans qu'il soit pour autant nécessaire de faire brûler le végétal). La plante se dégrade en quelques jours.
- Le désherbage chimique : un produit phytosanitaire est pulvérisé sur la plante et provoque sa dégénérescence.

Le détail des techniques proposées dans l'outil est accessible dans la partie suivante. Les techniques utilisées dans la partie expérimentale et faisant l'objet de l'ACV sont précisées dans le rapport ACV.

Pour déterminer les impacts environnementaux, l'outil prend en compte tout le matériel nécessaire au désherbage selon les bonnes pratiques reconnues (réglementées ou non) :

Le matériel de désherbage en lui-même, ainsi que son véhicule tractant le cas échéant.

Les EPI portés par les opérateurs.

Les équipements de sécurité (par exemple, signalisation routière) nécessaires au bon déroulement d'une opération de désherbage.

Le transport du matériel et des opérateurs sur le site à désherber.

Le schéma ci-dessous récapitule l'ensemble des informations prises en compte dans l'évaluation pour déterminer les impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle :

---

gestionnaires des collectivités peuvent faire appel à plusieurs techniques combinées). Quoiqu'il en soit, cette ACV permet in fine de comparer les méthodes de désherbage via l'outil d'auto-évaluation.

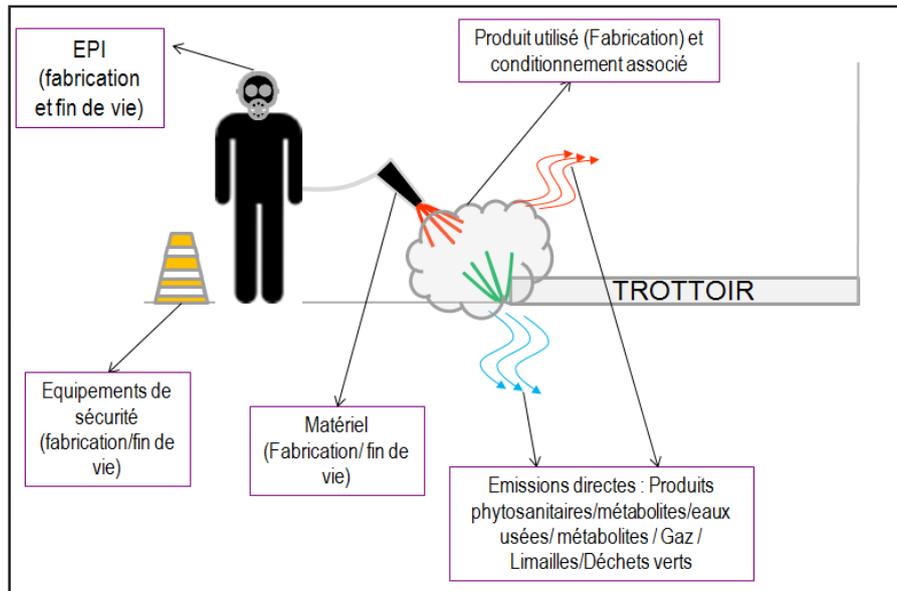


Figure 2. Périmètre considéré

## 2.1. LES TYPES DE SITE

Le désherbage en ZNA se décline en de nombreux types de sites aux caractéristiques très différentes :

- les voiries,
- les allées et jardin,
- les caniveaux,
- les cimetières,
- les sites industriels,
- les autoroutes.

Chacun de ces sites peut présenter deux types de surface de sol : perméable ou imperméable. Devant la difficulté de définir objectivement une surface perméable ou imperméable<sup>6</sup>, les définitions suivantes sont retenues pour l'étude :

- Sol perméable : sont considérés comme tels une allée de parc, une surface sablée ou gravillonnée, un enrobé dégradé, ou des joints en sable.
- Sol imperméable : sont considérés comme tels un trottoir bitumé, un enrobé, ou des pavés joints en ciment.

<sup>6</sup> Car dans la réalité, outre qu'il existe très peu de surfaces réellement imperméables au sens physique du terme, des surfaces imperméables (par exemple surfaces bitumées) deviennent perméables avec le temps (via la fissuration par exemple), et des surfaces perméables (par exemple stabilisé) peuvent devenir quasiment imperméables (par compaction).



**Figure 3. Site perméable (à gauche) et Imperméable (à droite). Crédit photo Cetev.**

Selon la configuration du site et son caractère de perméabilité, sera mis en place un traitement surfacique (toute la surface pouvant être infestée) ou linéaire (seule une fissure est susceptible d’être infestée). Selon le type d’infestation ce ne sont pas les mêmes techniques qui pourront être mises en place.

Chaque situation aura une influence propre sur la quantité de consommables utilisés (la quantité de gaz brûlé ou d’eau utilisée par exemple), ainsi que sur le rendement des opérateurs (exemple à titre d’illustration : un opérateur passe plus vite sur une allée de jardin linéaire et dégagée que dans une allée de cimetière avec des obstacles à contourner), et donc sur les impacts environnementaux générés.

L’outil propose donc des données de consommation et de rendement par défaut qui correspondent aux typologies de site les plus fréquemment rencontrées dans l’observatoire<sup>7</sup>. Si l’utilisateur souhaite comparer des itinéraires sur un terrain très spécifique, il aura besoin préalablement de relever ses valeurs de consommation et de rendement sur ce terrain avec les techniques envisagées pour la comparaison.

Un site est défini par les caractéristiques suivantes :

- sa dimension,
- la distance parcourue par les opérateurs pour s’y rendre,
- son taux d’enherbement,
- et sa typologie (perméable ou imperméable).

### 3. TECHNIQUES ET MATERIELS MODELISES

<sup>7</sup> Pour l’ACV, ces valeurs sont directement issues des résultats de l’expérimentation.

L'outil offre le choix de techniques représentatives des pratiques généralement observées. Certaines techniques, moins courantes, peuvent ainsi en être absentes. L'utilisateur construit l'itinéraire technique qu'il applique sur un site en sélectionnant les différents matériels utilisés. Les données de rendement et de consommation de chaque technique sont, par défaut, celles correspondant à la typologie de terrain sélectionné, et peuvent être modifiées par l'utilisateur.

TYPE DE TECHNIQUE	TYPE D'APPAREIL	DESCRIPTION	ILLUSTRATION (EXEMPLE)
MECANIQUE	module tracté « brosse métallique »	Il est possible d'adapter des brosses de désherbage, en acier, à des appareils prévus initialement pour d'autres usages, tels qu'une débroussailleuse ou une module tracté. Il existe également des appareils dédiés, de type brosseuse avec un conducteur marchant.	
	Brossage poussé	Brosses métalliques montées sur un support de type tondeuse poussé par l'opérateur marchant. Un moteur rotatif entraîne l'arrachage des plantes.	
	Manuel	Binette, couteau, piochon, sarcloir, ou arrachage manuel.	
THERMIQUE EAU CHAUDE ET VAPEUR	Eau chaude	Cuve > 100 litres chargée sur un véhicule utilitaire ou remorquée, munie d'une ou deux lance(s). L'eau est chauffée soit par système électrique la nuit, et transportée chaude dans une cuve calorifugée, soit par une chaudière alimentée par un groupe électrogène au cours de l'intervention. Une pompe est également nécessaire. Manipulé par 1 à 3 agent(s).	

	Vapeur (électrique)	Cuve < 100 litres montée sur un chariot comportant une pompe et une chaudière, alimentées par batterie (préchauffage sur branchement au secteur), et muni d'une lance. Manipulé par un agent seul.	
	Vapeur (gasoil)	Cuve > 100 litres chargée sur un véhicule utilitaire, munie d'une ou deux lance(s). Un groupe électrogène alimente une chaudière et une pompe. Manipulé par 1 à 3 agent(s).	
CHIMIQUE	Pulvérisateur à dos	Réservoir d'une vingtaine de litres, lance permettant une application au sol sans se baisser.	
	Pulvérisateur à détection optoélectronique	Cuve > 100 litres embarquée sur un véhicule tracteur (type petit tracteur), muni d'une rampe à détection optoélectronique et parfois d'une lance d'appoint. Selon les cas, nécessite 1 ou 2 agent(s) (rampe + lance actionnée par le conducteur, ou lance actionnée par un 2 <sup>e</sup> agent).	
	Pulvérisateur sur cadre	Cuve > 100 litres embarquée ou remorquée, munie d'une ou deux lance(s). Nécessite 1 conducteur plus 1 ou 2 applicateur(s), selon le nombre de lance(s) et les caractéristiques du lieu à traiter.	
THERMIQUE GAZ	Lance portée (flamme directe)	Petite bouteille de gaz (6kg) placée dans un harnais, parfois combiné avec chariot léger pour tirer la charge au sol ; manipulé par un agent seul.	

	Lance sur chariot tracté (flamme directe)	Bouteille de gaz (13kg) installée sur un chariot; manipulé par un agent seul.	
	Rampe sur chariot poussé (flamme directe)	1 ou 2 bouteille(s) de 13 kg montée(s) sur un chariot relativement lourd, portant une rampe de 3 à 5 brûleurs, parfois combinée avec une lance ; manipulé par un agent seul.	
	Four sur chariot poussé (infrarouge)	1 ou 2 bouteille(s) 13 kg montée(s) sur un chariot relativement lourd, portant un « four » de largeur variable ; manipulé par un agent seul. Principe de chauffage « indirect » par infra-rouges (pas de flamme directe).	

#### 4. FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL

L'outil est destiné à la modélisation et la comparaison d'itinéraires techniques spécifiques créés par l'utilisateur. Les itinéraires sont définis comme l'ensemble des techniques mises en œuvre sur un cycle d'une année pour désherber un site donné. La modélisation est réalisée en plusieurs étapes décrites ci-dessous (1.1 à 1.5).

##### 4.1. DEFINITION DU SITE ETUDIE

L'utilisateur doit préciser les différents points suivants afin de caractériser le site sur lequel il souhaite réaliser les traitements :

- La dimension du site (exprimée en m<sup>2</sup>)
- La distance à parcourir pour se rendre sur le site (en km)
- Le type de site. Le choix de l'utilisateur doit être effectué entre les différents sites suivants :
  - Voirie
  - Allée et jardin
  - Caniveau
  - Cimetière
  - Autoroutes (voie d'accès aux bassins de décantation)

- Le type de sol
  - Sol perméable
  - Sol imperméable
- Le taux d'enherbement (exprimé en pourcentage). Si l'utilisateur ne dispose pas de ce type d'information un taux d'enherbement « moyen » de 10 % est pris par défaut pour un sol imperméable et de 30 % pour un sol perméable<sup>8</sup> (cf. paragraphe 5.10).

#### **4.2. CHOIX DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE A ETUDIER**

Afin de couvrir au mieux la diversité des pratiques réalisées sur le terrain, différentes techniques représentatives de désherbage en ZNA sont disponibles dans l'outil. Une fois défini le site étudié (cf.4.1), l'utilisateur choisit la ou les techniques à intégrer dans l'itinéraire technique de désherbage (désherbage sur l'année) qu'il veut évaluer. Pour cela il sélectionne les techniques à étudier et précise un nombre de passages annuel pour chaque technique.

L'utilisateur construit ainsi le ou les itinéraires techniques pour lesquels il souhaite réaliser une simulation.

#### **4.3. PERSONNALISATION DES DONNEES SPECIFIQUES A CHAQUE PASSAGE**

L'outil permet à l'utilisateur, lorsqu'il dispose de données spécifiques sur ses pratiques, de les modéliser. Ces données sont :

- Le rendement de traitement (en m<sup>2</sup> de surface parcourue par heure : m<sup>2</sup>/h, ou en mètre linéaire par heure pour les caniveaux : ml/h)
- La quantité de consommables utilisés lors de l'intervention (eau, gaz, produit phytosanitaire, etc., en litres ou kg.)

Au cas où certaines de ces données ne sont pas connues de l'utilisateur, des données par défaut lui sont proposées dans l'outil. Pour chaque technique et chaque type de site, des valeurs de rendement et de consommation d'intrant(s) ont été définies en accord avec le comité de pilotage de l'étude. Ces valeurs par défaut sont explicitées en partie 6.3.

#### **4.4. VALIDATION DES ITINERAIRES TECHNIQUES A MODELISER**

Une fois définis et nommés tous les itinéraires techniques que l'utilisateur souhaite comparer, ce dernier valide la sélection par un bouton d'action.

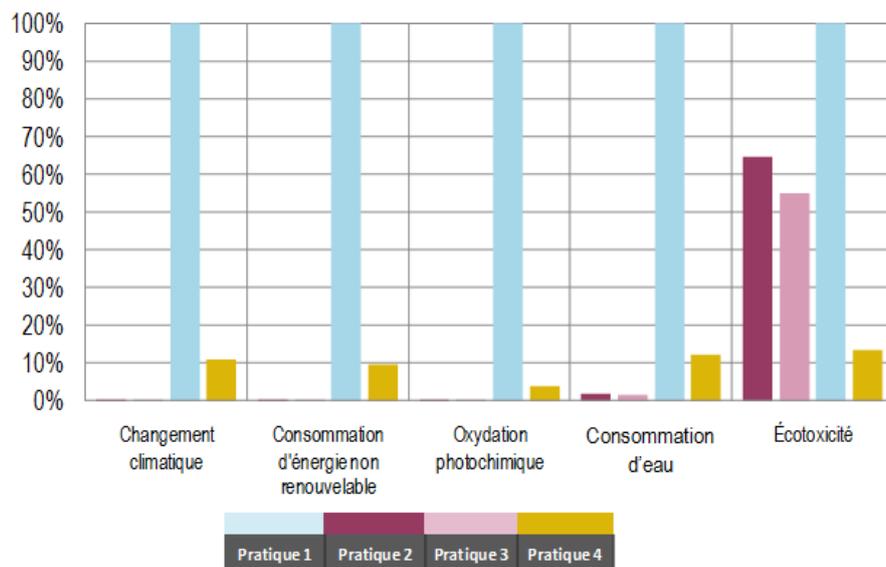
#### **4.5. AFFICHAGE DES RESULTATS**

L'affichage des résultats est présenté de trois façons :

---

<sup>8</sup> Source : G. Pidoux lors de la revue critique de l'étude.

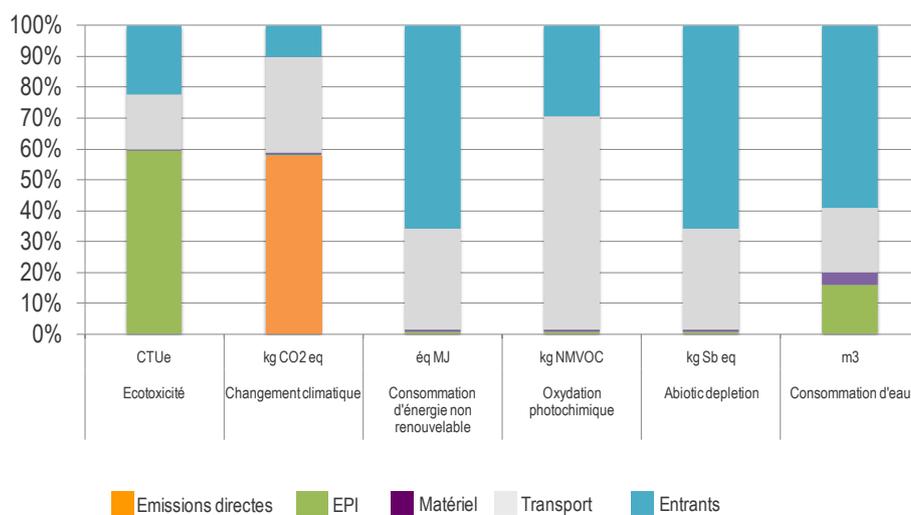
- Une comparaison des scénarios (itinéraires techniques sur 1 année) en base 100 – le scénario le plus impactant est à 100% - sur les indicateurs environnementaux sélectionnés<sup>9</sup> comme représenté dans la Figure 4 ci-dessous.
- Une analyse de contribution : pour chaque indicateur, l'impact est réparti selon les postes suivants (comme présenté dans la Figure 5 ci-dessous) :
  - Matériel
  - EPI et signalisation
  - Emissions directes à l'application
  - Intrants (ou consommables)
  - Transport (sur site)
- Un tableau des résultats en valeurs absolues : pour chaque indicateur, la valeur totale de l'impact selon l'unité correspondante.



**Figure 4. Exemple de représentation des résultats (comparaison de techniques)**

<sup>9</sup> Indicateurs environnementaux affichés par défaut : changement climatique, écotoxicité, création d'ozone photochimique, consommation d'énergie, consommation d'eau.

Indicateurs sélectionnables sur demande : toxicité humaine cancérigène et non cancérigène, destruction de la couche d'ozone, eutrophisation, acidification, épuisement des ressources non renouvelables.



**Figure 5. Exemple de représentation des résultats (répartition par postes)**

## 5. REGLES DE CALCUL DE L'ACV ET DE L'OUTIL

Cette partie du rapport vise à expliciter les relations existant entre les différents paramètres entrés dans le modèle et les bases de données associées.

L'impact environnemental d'un traitement unitaire, avec une technique donnée, et sur un site défini par l'utilisateur (surface, taux d'enherbement, type de site, etc..), est calculé en faisant la somme des impacts des contributeurs suivants :

- Transport jusqu'au site à traiter
- Véhicule tractant
- Matériel de désherbage
- EPI (réutilisables et jetables)
- Matériel de signalisation
- Consommations liées au déplacement lors du traitement
- Consommations liées au traitement lui-même (intrants)

L'impact environnemental d'un traitement est calculé pour chacun des indicateurs dans son unité propre.

### 5.1. TRANSPORT JUSQU'AU SITE A TRAITER

L'impact du transport est défini par la relation suivante :

$$I_{transport\ sur\ site} = I_{transport\ BDD} \times (D_{site} \times 2)$$

Avec :

$I_{transport\ sur\ site}$  : Impact du déplacement du matériel et des opérateurs jusqu'au site pour le site défini par l'utilisateur.

$I_{transport\ BDD}$  : Impact unitaire (pour 1 km) du déplacement du matériel et des opérateurs jusqu'au site. Cet impact varie selon le véhicule et donc selon la technique de désherbage sélectionnée car le véhicule utilisé pour se rendre sur le site est fonction du matériel utilisé.

$D_{site}$  : Distance de transport nécessaire à atteindre le site à traiter. On considère un aller-retour (x2)

### 5.2. VEHICULE TRACTANT

L'impact de la fabrication du véhicule tractant (lorsqu'il est présent) est amorti sur son nombre total d'utilisations durant sa durée de vie (donc sur sa durée de vie et son intensité d'utilisation). Il est donc défini par la relation suivante :

$$I_{\text{véhicule tractant pour intervention}} = \frac{I_{\text{véhicule tractant}}}{d.\text{util}_{\text{technique}} * Rdt_{\text{technique}}} \times Dim_{\text{site}}$$

Avec :

$I_{\text{véhicule tractant pour intervention}}$  : Part de l'impact de la fabrication et fin de vie du véhicule tractant pour le traitement unitaire du site.

$I_{\text{véhicule tractant}}$  : Impact de la fabrication et de la fin de vie véhicule tractant sur l'ensemble de sa durée de vie

$d.\text{util}_{\text{technique}}$  : Durée totale d'utilisation du véhicule tractant (exprimée en heures) et est calculée de la façon suivante : durée de vie du véhicule<sup>(10)</sup> (en années) x nombre d'heures d'utilisation par an (h/an).

$Rdt_{\text{technique}}$  : Rendement de la technique utilisée (c'est un paramètre que l'utilisateur pourra renseigner) c'est-à-dire la surface parcourue en une heure et est exprimé en m<sup>2</sup>/h.

$Dim_{\text{site}}$  : Dimension du site en m<sup>2</sup>.

### 5.3. EPI REUTILISABLES

L'impact des EPI réutilisables est amorti sur leur durée totale d'utilisation vis-à-vis de la durée de l'intervention, il est donc défini par la relation suivante :

$$I_{\text{EPI réutilisables pour intervention}} = \sum_n \frac{I_{\text{EPI réutilisable}_n}}{ddv_{\text{EPI réutilisable}_n} * Rdt_{\text{technique}}} \times Dimsite$$

Avec :

$I_{\text{EPI réutilisables pour intervention}}$  : Part de l'impact de la fabrication et fin de vie des EPI réutilisables et éléments de signalisation utilisés associés à la technique pour le traitement unitaire du site.

$I_{\text{EPI réutilisable}}$  : Impact de la fabrication et de la fin de vie des EPI réutilisables associés à la technique sur l'ensemble de sa durée d'utilisation.

$ddv_{\text{EPI réutilisable}}$  : Durée totale d'utilisation (exprimée en heures) de l'EPI réutilisable associé à la technique, et est calculée de la façon

<sup>10</sup> Valeur par défaut donnée par le constructeur.

suivante : durée de vie de l'EPI (en années) x nombre d'heures d'utilisation par an (h/an).

$Rdt_{technique}$  :

Rendement de la technique utilisée c'est-à-dire la surface parcourue en une heure et est exprimé en m<sup>2</sup>/h.

$Dim_{site}$  :

Dimension du site en m<sup>2</sup>.

#### 5.4. EPI JETABLES

L'impact des EPI jetables utilisés pour le traitement est défini par la relation suivante

$$I_{EPI\ jetables} = \sum I_{EPI\ jetables\ utilisés\ par\ technique}$$

Avec :

$I_{EPI\ jetables\ utilisés\ par\ technique}$  :

Impact de la fabrication et de la fin de vie des EPI

#### 5.5. MATERIEL DE DESHERBAGE

L'impact du matériel de désherbage est amorti sur sa durée totale d'utilisation vis-à-vis de la durée de l'intervention, il est donc défini par la relation suivante :

$$I_{mat\ pour\ intervention} = \sum \frac{I_{mat}}{ddv_{mat} * Rdt_{technique}} \times Dim_{site}$$

Avec :

$I_{mat\ pour\ intervention}$  :

Part de l'impact de la fabrication et fin de vie du matériel de désherbage pour le traitement unitaire du site.

$I_{mat}$  :

Impact de la fabrication et de la fin de vie du matériel de désherbage sur l'ensemble de sa durée de vie.

$ddv_{mat}$  :

Durée totale d'utilisation du matériel associé à la technique (exprimée en heures) et est calculée de la façon suivante : durée de vie du matériel (en années) x nombre d'heures d'utilisation par an (h/an).

$Rdt_{technique}$  :

Rendement de la technique utilisée (c'est un paramètre que l'utilisateur pourra renseigner) c'est-à-dire la surface parcourue en une heure et est exprimé en m<sup>2</sup>/h.

$Dim_{site}$  :

Dimension du site en m<sup>2</sup>.

## 5.6. CONSOMMATIONS LIEES AU DEPLACEMENT LORS DU TRAITEMENT

L'impact des consommations liées au déplacement des véhicules tractants lors du traitement sont définies par la relation suivante :

$$I_{conso\_vt} = \frac{I_{conso\_vt\ horaire}}{Rdt_{technique}} \times Dim_{site}$$

Avec :

$I_{conso\_vt}$ :	Impact de la consommation de consommables (carburant ou énergie) nécessaires au déplacement du véhicule tractant pour l'intervention unitaire définie.
$I_{conso\ vt\ horaire}$ :	Impact de la consommation d'entrants horaire liée au déplacement du véhicule tractant pour l'intervention définie.
$Rdt_{technique}$ :	Rendement de la technique utilisée (c'est un paramètre que l'utilisateur pourra renseigner) c'est-à-dire la surface parcourue en une heure et est exprimé en m <sup>2</sup> /h.
$Dim_{site}$ :	Dimension du site et est exprimée en m <sup>2</sup> .

## 5.7. CONSOMMATIONS ET EMISSIONS LIEES AU TRAITEMENT

L'impact des consommations et émissions liées au traitement sont définies par la relation suivante :

$$I_{conso\_emission\_tr} = \frac{I_{conso\_emission\_tr\_BDD}}{Rdt_{technique}} \times Qté_{consommable} \times Dim_{site}$$

Avec :

$I_{conso\_emission\_tr}$ :	Impact unitaire de la consommation d'intrants et émissions directes lors du traitement pour l'intervention définie.
$I_{conso\_emission\_tr\_BDD}$ :	Impact de la consommation unitaire d'entrants (impact par kg).
$Qté_{entrant}$ :	Quantité d'entrant(s) utilisée pendant la durée de l'intervention (exprimée en kg/h).
$Rdt_{technique}$ :	Rendement de la technique utilisée (c'est un paramètre que l'utilisateur pourra renseigner) c'est-à-dire la surface parcourue en une heure et est exprimé en m <sup>2</sup> /h.
$Dim_{site}$ :	Dimension du site en m <sup>2</sup> .

## 5.8. CALCUL DE L'IMPACT D'UN TRAITEMENT UNITAIRE (1 PASSAGE)

Le calcul de l'impact d'un passage d'un traitement unitaire avec la technique T  $I_{trt\_T}$  est défini par la relation :

$$I_{trt\_T} = I_{transport\ sur\ site} + I_{EPI\ jetables} + I_{EPI\ réutilisables\ pour\ intervention} + I_{véhicule\ tractant\ pour\ intervention} + I_{mat\ pour\ intervention} + I_{conso\_vt} + I_{conso\_émission\_tr}$$

## 5.9. CALCUL DE L'IMPACT D'UN ITINÉRAIRE TECHNIQUE

Un itinéraire technique correspond à une somme de traitements unitaires, soit la somme des passages associant une ou plusieurs techniques présentes dans l'outil. Ainsi l'impact du scénario évalué ( $I_{scénario\_évalué}$ ) est égal à la somme de l'impact de chaque traitement unitaire multiplié par le nombre de passages associés à chaque technique :

$$I_{scénario\_évalué} = \sum_i I_{trt\_Ti} \times nb_{pas\_Ti}$$

Avec :

$T_i$  : Technique i

$nb_{pas\_Ti}$  : Nombre de passages de la technique i

## 5.10. IMPORTANCE DU PARAMÈTRE TAUX D'ENHERBEMENT

Le taux d'enherbement aura une influence uniquement sur les valeurs de rendements et de consommations d'intrant si elles ne sont pas entrées par l'utilisateur mais sélectionnées par défaut. Ainsi lors de la sélection du taux d'enherbement les variables X ( $X_{tx\ d'\ hbt\ modifié}$ ) par défaut évolueront selon la relation suivante :

$$X_{tx\ d'\ hbt\ modifié} = \frac{X_{défaut} \times Tx\_hbt_{modifié}}{Tx\_hbt_{défaut}}$$

Avec :

$Tx\_hbt_{défaut}$  : Le taux d'enherbement (exprimé en pourcentage). Si l'utilisateur ne dispose pas de ce type d'information un taux d'enherbement « moyen » de 10 % est pris par défaut pour un sol imperméable et de 30 % pour un sol perméable<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Source : G. Pidoux lors de la revue critique de l'étude.

$Tx_{hbt_{modifié}}$  : Taux d'enherbement défini par l'utilisateur  
 $X_{défaut}$  : Variable (rendement ou quantité d'entrant) fournie par défaut à l'utilisateur

## 6. HYPOTHESES DE MODELISATION

Les éléments constituant l'unité fonctionnelle (sur laquelle reposent les calculs réalisés par l'outil) sont, pour rappel, les suivants :

- Le matériel de désherbage en lui-même, ainsi que son véhicule tractant le cas échéant.
- Les EPI portés par les opérateurs.
- Les équipements de sécurité (signalisation routière) nécessaires au bon déroulement d'une opération de désherbage.
- Le transport du matériel et des opérateurs sur le site à désherber.

Les impacts environnementaux de ces différents éléments ont été déterminés à l'aide d'une modélisation ACV sur le logiciel SimaPro 7.3 exploitant la base de donnée Ecoinvent V2.2.

Les hypothèses prises pour réaliser cette modélisation sont décrites tout au long de ce chapitre.

### 6.1. ANALYSE DE LA QUALITE DES DONNEES

Le tableau ci-dessous présente l'analyse de la qualité des données. Chaque donnée est classée selon une note allant de 1 (très bonne qualité) à 3 (qualité faible).

Tableau 1. Qualité des données

	Matériels	EPI et équipements de sécurité	Intrants	Rendements	Nombre de passages
Nature des matières	2	2	Gasoil/gaz/eau : 1 Phyto : 3	so.	so.
Répartition massique des matières	3	3	2	so	so.
Quantités	2/3	2/3	1	1/2/3 <sup>12</sup>	1/2/3 <sup>7</sup>
Durée de vie	3	3	so.	so.	so.
Fin de vie / émissions	2	2	2	so.	so.

Note	Qualité de la donnée
1	Très bonne : donnée spécifique, collecte sur site, dires d'experts
2	Moyenne : donnée générique, donnée fournisseur ou valeur bibliographique
3	Mauvaise ou aléatoire : Estimations ou hypothèses
so.	Sans objet

<sup>12</sup> Dépend des données dont dispose l'utilisateur de l'outil.

Dans l'ensemble les données utilisées dans cette analyse sont plutôt de bonne qualité, et de qualité homogène d'une technique à l'autre.

## 6.2. HYPOTHESES COMMUNES A TOUTES LES TECHNIQUES

### EPI et équipements de sécurité attribués aux techniques de désherbage

Afin de pouvoir évaluer l'impact environnemental de chaque technique il est nécessaire de connaître les EPI et équipements de sécurité qui leur sont associés. En effet, qu'il s'agisse d'obligations réglementaires ou de bonnes pratiques, chaque technique requiert des EPI et équipements de sécurité spécifiques. Le Tableau 2 ci-dessous décrit donc les EPI et équipements de sécurité utilisés pour chaque technique. Ces attributions ont été établies avec l'aide des membres du comité de pilotage du projet COMPAMED ZNA, professionnels de l'application et gestionnaires d'espaces verts.

**Tableau 2. EPI et équipements de sécurité associés à chaque technique**

TECHNIQUE	EPI et équipements de sécurité associés
[MECA] Brosseuse sur module tracté	Gants réutilisables spécifiques au traitement, Lunettes, Visière, Protections auditives, Chaussures de travail, Gilets et matériel réfléchissant, Plots et bornes, Panneaux de signalisation, Panneaux d'information, Gyrophare, Extincteur
[MECA] Brosseuse poussée et brosseuse tractée	Gants réutilisables tous travaux, Lunettes, visière, Protections auditives, Chaussures de travail, Gilets et matériel réfléchissant, Plots et bornes, Protège tibias, Matériel de balisage, Panneaux d'information, Vêtements de travail
[MECA] Binette	Gants réutilisables tous travaux, Chaussures de travail, Gilets et matériel réfléchissant, Panneaux de signalisation
[CHIM] Pulvérisateur à dos	Gants réutilisables ou jetables spécifiques au traitement, Chaussures de travail, Panneaux d'information, Sur-chaussures, Matériel de balisage, Combinaison catégorie 3 type 4/5 jetable, lunettes + masque cartouche
[CHIM] Pulvérisateur infrarouge	Gants réutilisables spécifiques au traitement, Protections auditives, Chaussures de travail, Combinaison catégorie 3 type 4/5 jetable, Lunettes de protection, Panneaux d'information, Matériel de balisage, lunette + masque cartouche, Extincteur
[CHIM] Pulvérisateur sur cadre	Gants réutilisables spécifiques au traitement, Chaussures de travail, Sur-chaussures, Gilets et matériel réfléchissant, Gyrophare, Ruban de chantier, Panneaux d'information, Extincteur, Combinaison catégorie 3 type 4/5 jetable, lunettes + masque cartouche
[GAZ] Four sur Chariot Poussé	Gants ignifugés, Chaussures de travail ignifugées, Gilets et matériel réfléchissant, Panneaux d'information, Extincteur, Pantalon ignifugé
[GAZ] Lance portée	Gants ignifugés, Pantalon ignifugé, Chaussures de travail ignifugées, Gilets et matériel réfléchissant, Panneaux d'information, Matériel de balisage, Extincteur
[GAZ] Lance sur Chariot Tracté à Pied	Gants ignifugés, Pantalon ignifugé Chaussures de travail ignifugées, Gilets et matériel réfléchissant, Panneaux d'information, Matériel de balisage, Extincteur
[GAZ] Rampe 4 brûleurs sur chariot poussé	Gants ignifugés, Pantalon ignifugé Chaussures de travail ignifugées, Gilets et matériel réfléchissant, Panneaux d'information, Matériel de balisage, Extincteur
[EAU] Eau Chaude Gasoil	Gants réutilisables tous travaux, Chaussures de travail, Gilets et matériel réfléchissant, Plots et bornes, Gyrophare, Panneaux de signalisation, Panneaux d'information, Lunettes de protection, Protection auditive, Vêtement de travail ,

Compamed ZNA

	Extincteur
[EAU] Eau Chaude Électrique	Gants réutilisables tous travaux, Chaussures de travail, Gilets et matériel réfléchissant, Plots et bornes, Gyrophare, Panneaux de signalisation, Panneaux d'information, Lunettes de protection, Protection auditive, Vêtement de travail , Extincteur
[EAU] Vapeur petit format	Gants réutilisables tous travaux, Chaussures de travail, Gilets et matériel réfléchissant Panneaux de signalisation, Panneaux d'information, Lunettes de protection, Protection auditive, Vêtement de travail
[EAU] Vapeur grand format	Gants réutilisables tous travaux, Chaussures de travail, Gilets et matériel réfléchissant, Gyrophare, Panneaux de signalisation, Panneaux d'information, Lunettes de protection, Protection auditive, Vêtement de travail, Extincteur

### **Cas spécifique des Autoroutes :**

En ce qui concerne le traitement sur les voies autoroutières il est nécessaire d'ajouter à ces EPI classiques des éléments supplémentaires lorsqu'il s'agit du traitement des accotements : plots et bornes, gyrophare, 2 flèches lumineuses de rabattement pour l'intervention.

#### **6.2.1. Modélisation des EPI**

La composition des EPI (matériaux constitutifs) a été établie sur la base de données sur catalogue (fournisseurs, revendeurs) et/ou d'estimations jugées les plus probables (estimations Eeva).

Les masses des matériaux constitutifs ont été relevées d'après les données catalogue ou mesurées par Eeva.

Les valeurs de durée de vie des EPI ont été validées par les membres du comité de pilotage du projet COMPAMED ZNA composé de professionnels de l'application et gestionnaires d'espaces verts (dires d'experts). Le Tableau 3 ci-dessous présente les hypothèses de modélisation qui ont été réalisées concernant les EPI.

**Tableau 3. Hypothèses de modélisation des EPI et équipements de sécurité**

EPI				
Type	Matériaux	Poids	Durée de vie	Source
Gants jetables	Latex	16 g/ paire	durée de l'intervention	Documents fournisseur (Castorama)
Gants réutilisables	Polyamide doublage coton	100 g/ paire	600 h	Documents fournisseur (Diall)
Masque à cartouches	Masque : silicone; Oculaire: PC; Serre-tête: PP; Filtre: charbon actif.	380 g	2500 h + changement des cartouches	Documents fournisseur (Castorama)
Cartouches pour masque	Plastique (coque), charbon actif	210 g	max 8 h	Documents fournisseurs (Priorisk)
Lunettes	Oculaire: PC; Branches : polyamide.	40 g	300 h	Documents fournisseur (Castorama)

Compamed ZNA

Chaussures de sécurités	Semelle : caoutchouc, liège, acier; Forme : PVC + Fibres PET; Coque : acier	1,2 kg/ paire	2800 h	Documents fournisseur (Castorama)
Protection auditive (bouchons)	Mousse polyuréthane	3 g/ paire	durée de l'intervention	Documents fournisseur (Castorama)
Protection auditive (casque)	Serre-tête: PP Coussinets : PVC	230 g	300 h	Documents fournisseurs (Castorama)
Bleu de travail	Coton, teinture	340 g/m <sup>2</sup>	600 h	Documents fournisseurs (Modyf)
Protège tibias	En ABS, avec lien en caoutchouc pour le réglage, coup de pied en croûte de cuir.	1,2 kg/ paire	600 h	Documents fournisseurs (Équipements de protection)
Gants ignifugés	croûte de bovin, molleton coton, traitement ignifugation au phosphate diammonium	600 g/ paire	600 h	Documents fournisseurs (Singer)
Pantalon ignifugé	100% Coton, 350 g/m <sup>2</sup> PYROVATEX®, Anti-static fibre. Traitement ignifugation au phosphate diammonium		600 h	Documents fournisseurs (cube- protection)
Chaussures ignifugées	Chaussure de travail et traitement ignifugation au phosphate diammonium	1,2 kg/ paire	2800 h	
Combinaison catégorie 3	Plusieurs couches de PP	0,234 kg	Une utilisation	Documents fournisseurs (Vousser)
Gant spécifique chimique	Néoprène (polychloroprène, 1,23 g/cm <sup>3</sup> ) (estimation de la taille de la main : rectangle 30x20cm, 2 épaisseurs de 0,75mm)	221,4	150 h	Documents fournisseurs
<b>Équipements de sécurité</b>				
Type	Matériaux	Poids	Durée de vie	
Gilet réfléchissant	Maille en fibres PET	70 g	2800 h (2 ans, 7 h/j, 200 j/an)	Documents fournisseur
Plot	PE	3 kg	5000 h (10 ans)	Documents fournisseur
Gyrophare	Cabochoon: PC; Socle: Aluminium; Cordon d'alimentation ; Ampoule	750 g	2500 h 5 ans	Documents fournisseur
Rubalise	PE + rouleau en carton	185 g	durée de l'intervention	Documents fournisseur
Panneaux de signalisation	PP	3,5 kg	2500 h (5 ans)	Documents fournisseur (Seton)
Camion autoroute (Flèches lumineuses de rabattement)	Véhicule tractant, Panneau de signalisation	Cf. plus haut	Cf. plus haut	Cf. plus haut
Panneau d'information	polypropylène	3,5 kg	2500h (5 ans)	Documents fournisseur (Seton)
Extincteur	Composition : Poudre sèche de monophosphate d'ammonium. Nature du réservoir : 2 embouts acier. Protection extérieur : Epoxy polyester rouge.	1,35 kg	2500 h (5 ans)	Documents fournisseurs (castorama)

Compamed ZNA

### 6.2.2. Choix des matériels et situations modélisées

Les situations disponibles ainsi que les valeurs par défaut proposées dans l'outil se basent sur un observatoire national réalisé auprès d'opérateurs volontaires<sup>13</sup>. L'objectif de ce suivi était d'identifier les techniques employées, les types de terrains sur lesquelles elles sont utilisées et les rendements obtenus dans chacun de ces cas. Les pratiques identifiées comme étant les plus rares ont été volontairement exclues des possibilités proposées par l'outil. Le Tableau 4 ci-dessous présente les situations modélisables dans l'outil.

**Tableau 4. Situations modélisables dans l'outil**

	Imperméable	Perméable	Caniveau imperméable <sup>14</sup>	Caniveau perméable
[MECA] Brosseuse sur module tracté	x			
[MECA] Brosseuse poussée	x		x	
[MECA] Binette	x	x	x	X
[CHIM] Pulvérisateur à dos	x	X		
[CHIM] Pulvérisateur DOE	x	X		
[CHIM] Pulvérisateur sur cadre	x	x		
[GAZ] Four sur Chariot Poussé	x	x		
[GAZ] Lance portée	x	x	x	x
[GAZ] Lance sur Chariot Tracté à Pied	x	x	X	x
[GAZ] Rampe 4 brûleurs sur chariot poussé	x	x		
[EAU] Eau Chaude Gasoil	x	x	x	X
[EAU] Eau Chaude Électrique	x	x	x	X
[EAU] Vapeur petit format	x	x	X	X
[EAU] Vapeur grand format	x	x	x	X

NB : Pour le contexte autoroutier, pour des raisons de confidentialité, aucune donnée par défaut n'est disponible (en effet, les données relevées dans l'observatoire proviennent d'un unique acteur et ne peuvent donc pas garantir leur confidentialité).

### 6.2.3. Transport jusqu'au site de désherbage

Pour chaque action de désherbage, les opérateurs doivent se rendre sur le lieu à traiter en transportant le matériel nécessaire, puis en revenir. Ce trajet est pris en compte dans l'évaluation environnementale. Une distance aller-retour standard de 10 km a été retenue par défaut dans cette étude. Cette distance correspond à une observation moyenne, validée par les membres du comité de

<sup>13</sup> Plante & Cité. Observatoire nationale des pratiques de désherbage en zones non agricoles. Rapport d'étude. Compamed ZNA, Octobre 2012.

<sup>14</sup> Distinction de la situation caniveau car il s'agit de mètre linéaires.

pilotage du projet COMPAMED ZNA (dires d'experts). Cette distance peut être modifiée à volonté dans l'outil.

Par ailleurs, certaines techniques requièrent l'emploi d'un véhicule tractant, de type petit tracteur ou camionnette selon la taille du matériel. Dans ces cas, il a été estimé que les opérateurs se rendent sur le site à désherber à l'aide des véhicules tractant eux-mêmes, sans utiliser de véhicule supplémentaire. Le tableau 4 ci-dessous présente les modes de déplacements retenus pour chaque technique.

**Tableau 5. Modes de déplacement retenus pour chaque technique**

	Véhicule utilisé pour le trajet jusqu'au site	Véhicule tractant
[MECA] Brosseuse module tracté	Véhicule tractant (petit tracteur)	Petit tracteur
[MECA] Brosseuse poussée	Utilitaire (camionnette)	-
[MECA] Binette	Utilitaire (camionnette)	-
[CHIM] Pulvérisateur à dos	Utilitaire (camionnette)	-
[CHIM] Pulvérisateur DOE	Véhicule tractant (petit tracteur)	Petit tracteur
[CHIM] Pulvérisateur sur cadre	Véhicule tractant (petit tracteur)	Petit tracteur
[GAZ] Four sur Chariot Poussé	Utilitaire (camionnette)	-
[GAZ] Lance portée	Utilitaire (camionnette)	-
[GAZ] Lance sur Chariot Tracté à Pied	Utilitaire (camionnette)	-
[GAZ] Rampe 4 brûleurs sur chariot poussé	Utilitaire (camionnette)	-
[EAU] Eau Chaude Gasoil	Véhicule tractant (camionnette)	Camionnette
[EAU] Eau Chaude Électrique	Véhicule tractant (camionnette)	Camionnette
[EAU] Vapeur petit format	Utilitaire (camionnette)	-
[EAU] Vapeur grand format	Véhicule tractant (camionnette)	Camionnette

Les déplacements sont modélisés pour chacun des modes de transport à l'aide de modules de la base de données Ecoinvent. Le tableau ci-dessous présente les données utilisées pour le transport et les quantités associées par défaut.

**Tableau 6. Modélisation des moyens de transport**

	Donnée Ecoinvent	Quantité modélisée
Transport Camionnette	Operation, Transport, van <3.5t/RER U	10 km
Transport Petit tracteur	Donnée adaptée Tractor and Trailer (Consommations et emissions)	10 km
Transport voiture	Operation, passenger car/RER	10km

Tractage Camionnette	Van <3.5t/RER/I U + consommation et émissions de gasoil et fin de vie	Quantité rapportée au temps d'utilisation nécessaire pour 1 m <sup>2</sup> par rapport à la durée de vie du véhicule
Tractage Petit tracteur	Tractor, production/CH/I U+ consommation et émissions de gasoil et fin de vie	Quantité rapportée au temps d'utilisation nécessaire pour 1 m <sup>2</sup> par rapport à la durée de vie du véhicule

### **Cas spécifique des Autoroutes :**

Pour les autoroutes les véhicules tractants sont des véhicules plus lourds du type camion-benne (15 t). Dans ce cas, la donnée Ecoinvent prise en compte est donc : *Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER*.

Dans l'outil l'utilisateur a le choix du mode de transport.

#### **6.2.4. Données concernant le véhicule tractant**

Pour les techniques de désherbage nécessitant un petit tracteur comme véhicule tractant, c'est un tracteur de type KUBOTA avec une puissance développée de 17 kW qui a été considéré. La consommation de ce type de tracteur a été estimée à 1,7 L/h. Cette même consommation a été considérée pour un véhicule utilitaire ou une camionnette roulant au pas.

#### **6.2.5. Données combustion gasoil dans les matériels**

Les techniques étudiées nécessitent parfois une consommation de gasoil, qui peut intervenir pour plusieurs fonctions : le fonctionnement du véhicule tractant, le chauffage de l'eau, le fonctionnement d'une pompe via un groupe électrogène pour les techniques à eau ou vapeur. Ces régimes de fonctionnement correspondent à des émissions spécifiques, qui ont été modélisées en utilisant les données décrites dans le tableau-ci dessous.

**Tableau 7. Modélisation des données de combustion du gasoil dans les matériels**

<b>TYPE DE COMBUSTION DE GASOIL</b>	<b>DONNÉE ECOINVENT</b>
Consommations et émissions de gasoil du véhicule tractant	Diesel, burned in building machine/GLO Light fuel oil, at regional storage/RER
Consommations et émissions des chaudières gasoil	Light fuel oil, burned in boiler 10kW, non-modulating/MJ
Consommations et émissions des petits moteurs thermiques (groupe électrogène et pompe)	Mowing, by motor mower/ha/CH

### 6.2.6. Durée totale d'utilisation des matériels

Les durées totales d'utilisation des matériels ont été validées par les membres du comité de pilotage du projet COMPAMED ZNA (dires d'experts).

Type de matériel	Durée de vie	Matériels correspondants
Matériels de grande taille	5000 h (environ 10 ans)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Brosseuse montée sur module tracté</li><li>• Désherbeur vapeur grand format</li><li>• Pulvérisateur mécanisé avec détection optoélectronique</li><li>• Pulvérisateur sur cadre</li><li>• Désherbeur Eau chaude</li></ul>
Petits matériels	2500 h (environ 5 ans)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Brosseuse poussée</li><li>• Binette</li><li>• Lance portée</li><li>• Lance sur chariot tracté à pied</li><li>• Four sur chariot poussé</li><li>• Rampe 4 brûleurs sur chariot poussé à pied</li><li>• Désherbeur vapeur petit format</li><li>• Pulvérisateur à dos</li></ul>
Véhicules tractants	5000 h (environ 10 ans)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Camionnette</li><li>• Petit tracteur</li><li>• Camion 15t (pour autoroutes)</li></ul>

### 6.2.7. Modélisation de la Fin de vie

On appelle fin de vie le scénario de traitement suivi par un élément une fois sa durée de vie achevée. La fin de vie peut avoir une influence non négligeable sur les impacts environnementaux, selon la filière de traitement suivie. Le tableau ci-dessous présente les scénarios de fin de vie suivis par chacun des matériels utilisés pour les opérations de désherbage.

Les fins de vie des matériels ont été validées par les membres du comité de pilotage du projet COMPAMED ZNA (dires d'experts).

**Tableau 8. Modélisation des scénarios de fin de vie.**

Matériel	Scénario de fin de vie	
EPI	47% Décharge	Déchets non dangereux, suivent la filière des ordures ménagères.  (Données ADEME pour les ordures ménagères) <sup>15</sup>
	53% Incinération	
EPI Phyto	100% Incinération	Déchets dangereux, suivent la filière ADIVALOR
Bouteille de gaz	Fin de vie négligée car 40 ans de durée de vie d'après ACV affichage environnemental Butagaz	
Matériel	Métaux : 90 % de recyclage Plastiques : 100 % incinération	
Véhicules	Métaux : 90 % de recyclage Plastiques, verre, peintures : 100% Incinération	

En ce qui concerne le transport des déchets, toutes les fins de vie sont assorties d'un transport en camion vers la déchetterie municipale sur une distance de 30km<sup>16</sup>.

Le recyclage des métaux a été modélisé selon la méthode des stocks (seul le transport d'acheminement jusqu'au site de recyclage est pris en compte).

### 6.3. HYPOTHESES SPECIFIQUES AUX TECHNIQUES ET VALEURS PAR DEFAUT UTILISEES DANS L'OUTIL

#### 6.3.1. Détermination des valeurs par défaut

L'observatoire réalisé en action 2 du projet COMPAMED ZNA a permis de collecter un grand nombre de données de rendement et de consommation par type de site et par technique. Cependant, l'exploitation de ces relevés pour déterminer des valeurs moyennes, qui pourraient être utilisables comme valeurs par défaut dans l'outil, s'est heurtée à plusieurs obstacles :

- Les terrains à désherber ont des caractéristiques très variables qui vont influencer les rendements et les quantités de consommables nécessaires.

<sup>15</sup> ADEME 2008, Synthèse Emballages industriels, commerciaux et ménagers.

<sup>16</sup> Étude RECORD n°07-1017/1A, Application de la méthode Bilan Carbone® aux activités de gestion des déchets. Rapport final décembre 2008.

- Les communes ont des critères d'exigence et d'efficacité qui leur sont propres : certaines tolèrent une petite quantité de végétation, d'autres vont envoyer des opérateurs pour traitement au moindre signe de repousse.
- Les opérateurs eux-mêmes ont leur propre interprétation des consignes qui leur sont données et du respect des bonnes pratiques.

Ainsi, des écarts parfois très importants ont été constatés entre des valeurs relevées pour une même technique sur des terrains a priori comparables.

Le comité de pilotage a donc eu recours à un arbre de décision (figure 6) pour pouvoir déterminer, malgré ces obstacles, des valeurs représentatives de consommations d'intrants. Toutes les valeurs par défaut sont données pour un taux d'enherbement défini par défaut à 10 pour un sol imperméable et 30% pour un sol perméable.

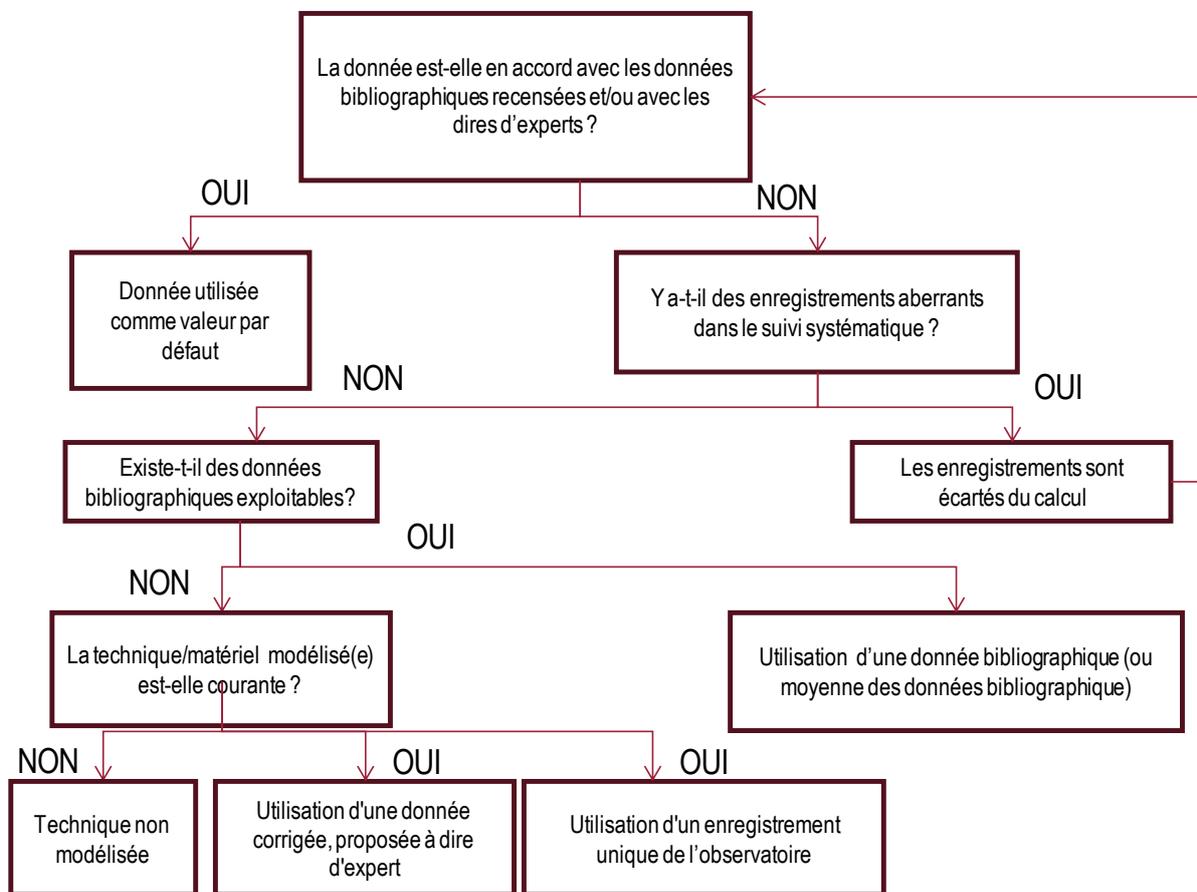


Figure 6. Arbre de décision pour la traduction des valeurs de l'observatoire en valeur par défaut dans l'outil.

### 6.3.2. Techniques mécaniques (brosseuses, binettes)

#### 6.3.2.1. Hypothèses communes aux techniques mécaniques

Les frottements auxquels sont soumises les brosses entraînent une perte de matière vers l'environnement qui nécessite leur changement régulier.

Il a été estimé, d'après des essais du CETEV (Action 1) que la brosseuse montée sur module tracté consomme 2,26 g d'acier par m<sup>2</sup> tandis que la brosseuse poussée, de petite taille, en consomme 1,20 g/m<sup>2</sup>.

Sur ces quantités, perdues pendant l'opération, la répartition suivante a été modélisée 96% se retrouve in fine dans le sol et 4% dans les aquifères<sup>17</sup>(modélisés sous la forme d'émissions directes dans le milieu « eau » et « sol » de fer.

### 6.3.2.2. Choix des valeurs par défaut utilisées pour les paramètres

Le tableau ci-dessous présente les valeurs par défaut qui seront proposées dans l'outil pour les techniques mécaniques.

**Tableau 9. Valeurs de rendements et quantités de consommables déterminées pour les techniques mécaniques**

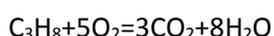
Type de matériel	Type de site	Paramètres	Valeur	Unité	Source
Brosseuse montée sur module tracté	Imperméable	Acier	2,3	g.m <sup>2</sup>	Donnée Expérimentation Action 1 <sup>18</sup>
Brosseuse poussée	Imperméable	Acier	1,2	g/m <sup>2</sup>	Donnée corrigée, proposée à dire d'expert

### 6.3.3. Techniques thermiques (gaz)

#### 6.3.3.1. Hypothèses communes aux techniques thermiques gaz

##### Combustion du propane

Dans une combustion en excès d'air, comme c'est le cas des matériels au gaz, la réaction est la suivante :



En d'autres termes, les produits de combustion sont essentiellement composés de dioxyde de carbone et d'eau. Ainsi pour 1 kg de propane brûlé on obtient 3 kg de CO<sub>2</sub> et 4 kg de vapeur d'eau.

#### 6.3.3.2. Choix des valeurs par défaut utilisées pour les paramètres prédéfinis

Le tableau ci-dessous présente, pour les techniques thermiques gaz, les valeurs par défaut qui sont proposées dans l'outil.

<sup>17</sup> Hypothèses EVEA validées par le comité de pilotage.

<sup>18</sup> CETEV. Evaluation du nombre d'interventions nécessaire pour un seuil d'intervention donné (contraignant et non contraignant) en fonction de niveaux d'acceptabilité de la flore spontanée sur support perméable et imperméable. Action 1, Protocole 2. Rapport d'essai, juin 2013. Compamed ZNA.

**Tableau 10. Valeurs de rendements et quantités de consommables déterminées pour les techniques thermiques gaz (tous sites)**

Type de matériel	Paramètre	Valeur	Unité	Source
Four sur chariot poussé	Entrant Gaz	900	g/h	Observatoire Action 2, moyenne perméable et imperméable
Lance portée	Entrant Gaz	900	g/h	Observatoire Action 2 moyenne perméable et imperméable
Lance sur chariot tracté	Entrant Gaz	900	g/h	Bibliographie : Angoujard Neyret <sup>19</sup>
Rampe 4 brûleurs sur chariot poussé	Entrant Gaz	7,0	kg/h	Bibliographie : Angoujard Neyret
	Entrant Gaz	7,0	kg/h	Bibliographie : Angoujard Neyret

#### 6.3.4. Techniques thermiques (eau chaude et vapeur)

##### 6.3.4.1. Hypothèses communes aux techniques thermiques eau chaude et vapeur

Les quantités de consommables retenues comme valeurs moyennes représentatives pour les techniques eau chaude et vapeur sont présentées dans le tableau ci-dessous (d'après des essais du CETEV, Action 1 : cf. *rapport d'essai juin 2013, action 1 , protocole 2*).

**Tableau 11. Consommations de consommables pour les techniques eau chaude et vapeur**

Consommation de gasoil de la pompe vapeur	0,008 l/min
Consommation de la chaudière vapeur	0,017 l. gasoil/l. eau chauffée
Consommation de gasoil de la pompe eau chaude	0,005 l/min
Consommation de la chaudière eau chaude	0,021 l. gasoil/l. eau chauffée

##### 6.3.4.2. Choix des valeurs par défaut utilisées pour les paramètres prédéfinis

Le tableau ci-dessous présente, pour les techniques thermiques eau chaude et vapeur, les valeurs par défaut qui sont proposées dans l'outil.

La consommation d'électricité pour le désherbeur eau chaude électrique est de 0,36 kWh/litre d'eau (source : fabricant).

<sup>19</sup> Etude comparative des caractéristiques techniques réelles de 15 modèles de désherbeurs thermiques à gaz, à eau chaude et à mousse chaude. FEDEREC Bretagne, 2009.

**Tableau 12. Valeurs de rendements et quantités de consommables déterminées pour les techniques thermiques eau chaude et vapeur**

Type de matériel	Type de site	Paramètre	Valeur	Unité	Source
<b>Eau chaude électrique ou gasoil</b>	Caniveau Imperméable	Consommation d'eau	<b>531,2</b>	kg/h	Observatoire Action 2
		Conso de gasoil (pour eau chaude gasoil uniquement)	<b>11,4</b>	l/h	Calculé à partir de Action 1 et Action 2
	Perméable	Consommation d'eau	<b>446,3</b>	kg/h	Observatoire Action 2
		Conso de gasoil (pour eau chaude gasoil uniquement)	<b>9,67</b>	l/h	Calculé à partir de Action 1 et Action 2
	Imperméable	Consommation d'eau	<b>446,3</b>	kg/h	Observatoire Action 2
		Conso de gasoil (pour eau chaude gasoil uniquement)	<b>9,67</b>	l/h	Calculé à partir de Action 1 et Action 2
<b>Vapeur petit format</b>	Imperméable	Eau consommée	<b>11,8</b>	kg/h	Observatoire Action 2
		Gasoil (chaudière)	<b>0,21</b>	l/h	Observatoire Action 2
	Perméable	Eau consommée	<b>11,8</b>	kg/h	Observatoire Action 2
		Gasoil (chaudière)	<b>0,21</b>	l/h	Observatoire Action 2
<b>Vapeur grand format</b>	Perméable	Eau consommée	<b>283,3</b>	kg/h	Observatoire Action 2
		Gasoil (chaudière)	<b>4,95</b>		Calculé à partir de Action 1 et Action 2
	Imperméable	Eau consommée	<b>283,3</b>	kg/h	Observatoire Action 2
		Gasoil (chaudière)	<b>4,95</b>		Calculé à partir de Action 1 et Action 2

### 6.3.5. Techniques chimiques

#### 6.3.5.1. Fin de vie des emballages de produits phytosanitaires.

La fin de vie considérée pour les emballages de produits phytosanitaires correspond à la filière ADIVALOR<sup>20</sup> (respect des bonnes pratiques, la totalité des emballages est incinérée).

#### 6.3.5.2. Composition du produit chimique pulvérisé

Par hypothèse<sup>21</sup>, le désherbant chimique utilisé dans le cadre de COMPAMED ZNA est un désherbant curatif sans fonction anti-germinative. En l'absence d'information précise<sup>22</sup> concernant les

<sup>20</sup> [http://www.adivalor.fr/collectes/petits\\_bidons.html](http://www.adivalor.fr/collectes/petits_bidons.html), [http://www.adivalor.fr/collectes/gros\\_bidons.html](http://www.adivalor.fr/collectes/gros_bidons.html),  
<http://www.adivalor.fr/collectes/containers.html>

<sup>21</sup> Puisque l'objectif du projet Compamed ZNA est la comparaison des techniques de désherbage, il ne peut être comparé par hypothèse que des solutions apportant des fonctions identiques. Les méthodes thermiques et mécaniques n'ayant pas

désherbants chimiques les plus couramment utilisés, un désherbant chimique « type » à base de glyphosate a été modélisé. Ainsi, le désherbant type modélisé est composé, par hypothèse, de glyphosate, surfactant, et eau (cf. Tableau 13-dessous).

Le glyphosate est une substance active qui, une fois pulvérisée et absorbée par la plante, va inhiber certaines réactions métaboliques et ainsi entraîner sa dégradation. Le surfactant améliore l'absorption du glyphosate par la plante.

Le produit est utilisé en fonction du nombre de passages et du rendement pour atteindre un épandage limite de 2880 g de glyphosate par hectare et par an (limite fixée par la réglementation). En absence de donnée générique concernant les désherbants, les données ont été tirées d'une fiche de données de sécurité (FDS) d'un produit commercial, à savoir le Roundup Turbovert de l'entreprise Monsanto.

**Tableau 13. Composition du désherbant (source : FDS du Roundup® Turbovert DT, MONSANTO)**

Substance	Quantité	Donnée ecoinvent utilisée
Glyphosate	51%	Glyphosate, at regional storehouse/RER S
Surfactant	7,5%	(voir ci-dessous)
Eau	41,5%	Tap water, at user/RER S

### 6.3.5.3. Modélisation du surfactant

#### Description de la molécule

Le nom chimique du surfactant présent dans le Roundup Turbovert DT est le suivant :

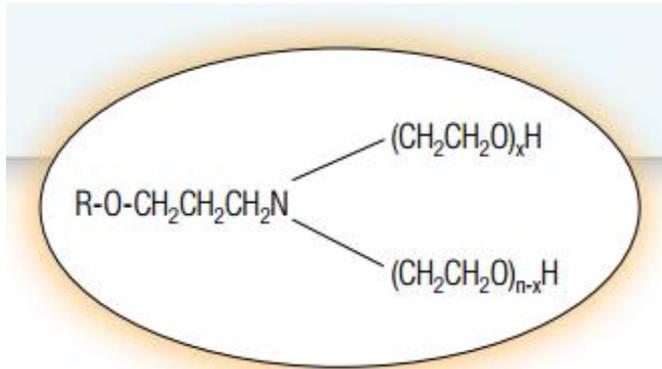
1-Propanamine, 3-((C12-C15)alkyloxy) derivs, ethoxylated

Il ne s'agit donc pas d'une seule molécule mais d'une famille de molécules dont la structure est présentée dans la figure ci-dessous :

---

de fonction préventive anti-germinative, seuls ont été considérés des désherbants sans fonction anti-germinative. Cela ne signifie pas que ce sont les désherbants utilisés dans la réalité.

<sup>22</sup> En dehors des FDS existantes pour les produits phytosanitaires commercialisés, aucune information n'a pu être trouvée ni fournie par les membres du comité de pilotage concernant la composition chimique d'un désherbant « classique ». Evea a donc proposé par défaut une composition très simplifiée.



**Figure 7. Structure chimique du surfactant du produit phytosanitaire**

*R : groupe alkyl*

*N : degré d'éthoxylation*

Tel que mentionné dans la FDS, le groupement alkyl du surfactant est une chaîne carbonée comprenant 12 à 15 atomes de carbone.

Dans le cadre du projet, R est pris tel que :  $R=C_{15}H_{31}$

Ce choix a été réalisé suite à une analyse de sensibilité qui révèle que  $R=C_{15}H_{31}$  est plus impactant que  $R=C_{12}H_{25}$ .

Par ailleurs, la FDS ne donne aucune information sur le degré d'éthoxylation du surfactant. Ce paramètre n est très variable.

Selon le document présentant cette famille chimique, plusieurs produits commerciaux présentent des degrés d'éthoxylation de 2 et 5, dont par exemple :

- n=2, bis-(2-hydroxyethyl) isopentadecyloxypropylamine.
- n=5, poly (5) oxyethylene isopentadecyloxypropylamine.

Afin de choisir entre ces deux valeurs potentielles de n, une analyse de sensibilité a été réalisée pour identifier la substance ayant le facteur de caractérisation le plus élevé (et ainsi la retenir dans le cadre de l'étude).

Le facteur de caractérisation pour  $R=C_{12}H_{25}$  (degré d'éthoxylation n=2) vaut  $6,08 \times 10^3$  [PAF.m3.day.kg-1] contre  $1,3 \times 10^5$  pour  $R = C_{15}H_{31}$  (n=2). Afin de rester dans une hypothèse conservatrice, le composé  $R=C_{15}H_{31}$  a été retenu.

Une fois la structure chimique d'une substance chimique bien déterminée, les facteurs de caractérisation de l'émission de cette substance sur l'écotoxicité des organismes aquatiques d'eau douce sont déterminés à partir du logiciel USEtox v1.01 en respectant la méthodologie proposée par les concepteurs de ce modèle. Les données d'entrée du logiciel USEtox sont des paramètres physico-chimiques d'une part, et les résultats de tests d'écotoxicité d'autre part.

En l'absence de telles données dans la bibliographie pour les substances chimiques analysées, l'estimation des paramètres physico-chimique et des résultats de tests d'écotoxicité sur les organismes aquatiques a été réalisée à l'aide du logiciel EPI suite développé par l'EPA<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Environmental Protection Agency (USA) : [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

Les facteurs de caractérisation pour une émission dans l'eau obtenus sont les suivants :

$$F(n=2) = 1.3 \text{ E}+5 \text{ [PAF.m}^3\text{.day.kg}^{-1}\text{]}$$

$$F(n=5) = 2.7 \text{ E}+4 \text{ [PAF.m}^3\text{.day.kg}^{-1}\text{]}$$

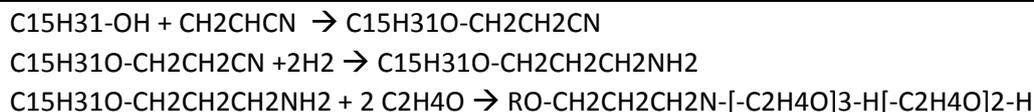
La molécule comportant 2 groupes d'oxyde d'éthylène est donc plus impactante et sera considérée dans la suite de l'étude (hypothèse de maximisation de l'impact du surfactant)

### **Synthèse du surfactant**

La synthèse du surfactant de l'herbicide est présentée figure 8 ci-dessous. Cette représentation de la synthèse du surfactant du glyphosate sert de base à la modélisation. Il s'agit d'une voie de synthèse proposée à partir de recherches bibliographiques. Aucune collecte de données primaires n'a été réalisée auprès d'industriels fabricant ce type de composé. Il s'agit donc d'une voie de synthèse plausible, mais les seuls éléments à disposition ne permettent pas d'assurer que cette voie de synthèse représente la réalité industrielle.

Les étapes de la synthèse du surfactant représentée figure 8 sont les suivantes :

- La réaction de pentadecanol sur de l'acrylonitrile forme un composé intermédiaire 1.
- Ce composé intermédiaire 1 réagit avec du dihydrogène pour former un composé intermédiaire 2.
- Ce composé intermédiaire 2 réagit avec de l'oxyde d'éthylène pour former le bis-(2-hydroxyethyl) isopentadecyloxypropylamine



**Figure 8. Représentation de la voie de synthèse du surfactant modélisée**

### **Inventaire de la synthèse du surfactant**

Les consommations d'énergie et d'eau sont des consommations standards, utilisées pour la modélisation d'un certain nombre de données présentes dans la base de données Ecoinvent. Ces consommations représentent des consommations moyennes par kilogramme de produits chimiques fabriqués sur une très grande unité allemande de production de divers produits chimiques. Il en est de même pour les distances de transport et les rendements de réactions, fixés à 95%<sup>24</sup>.

La figure ci-dessous donne une représentation schématique d'une étape de la synthèse du surfactant avec les différentes allocations réalisées autour de cette étape de synthèse.

---

<sup>24</sup> Rapport Ecoinvent N°8 : Life Cycle Inventories of Chemicals Data v2.0 (2007).

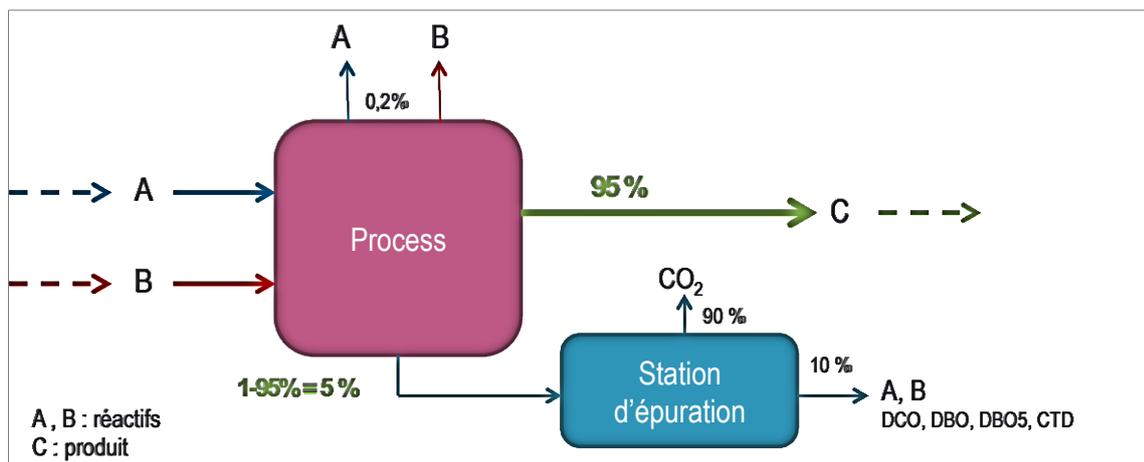


Figure 9. Représentation schématique d'une étape de synthèse du surfactant

Tableau 14 . Inventaire des intermédiaires 1 et 2 et du surfactant pour N=2

<i>Intermédiaire 1</i>			
<b>Sortant</b>			
Intermédiaire 1	1	kg	
<b>Entrants</b>			
<i>Entrants</i>	<i>Résultat</i>	<i>Unité</i>	<i>Commentaires</i>
Eau	6,00E+00	kg	
Alcool gras	8,54E-01	kg	Prise en compte de la stœchiométrie de réaction + rendement 95%, Approximation pour le réactif (pentadecanol)
Acrylonitrile	1.99E-01	kg	Prise en compte de la stœchiométrie de réaction + rendement 95%
Transport, train	6,32E+02	kg.km	Distance standard
Transport, camion >32t	1,05E+02	kg.km	Distance standard
Infrastructures usine de produits chimiques	4,00E-10	p	Occupation standard
Electricité	1,20E+00	MJ	Consommation standard
Chaleur	2,00E+00	MJ	Consommation standard
<b>Emissions vers l'air</b>			
<i>Emissions vers l'air</i>	<i>Résultat</i>	<i>Unité</i>	<i>Commentaires</i>
Dioxyde de carbone	1,27E-01	kg	Emissions de la STEP
Isotridecanol	1,71E-03	kg	Approximation pour le réactif (pentadecanol)
Acrylonitrile	3.97E-04	kg	

Compamed ZNA

**Emissions vers l'eau**                      **Résultat**   **Unité**   **Commentaires**

Isotridecanol	4,27E-03	kg	Approximation pour le réactif (pentadecanol)
Acrylonitrile	9,93E-04	kg	
COD, Demande Chimique en Oxygène	1,42E-02	kg	
TOC, Carbone Organique Total	3,84E-03	kg	
DOC, Carbone Organique Dissout	3,84E-03	kg	
BOD5, Demande biologique en Oxygène	1,42E-02	kg	

**Intermédiaire 2**

**Sortant**

Intermédiaire 2	1	kg
-----------------	---	----

**Entrants**                                      **Résultat**   **Unité**   **Commentaires**

Eau	6,00E+00	kg	
Intermédiaire 1	1,04E+00	kg	Prise en compte de la stœchiométrie de réaction + rendement 95%
Dihydrogène	1,48E-02	kg	Prise en compte de la stœchiométrie de réaction + rendement 95%
Transport, train	6,32E+02	kg.km	Distance standard
Transport, camion >32t	1,05E+02	kg.km	Distance standard
Infrastructures usine de produits chimiques	4,00E-10	p	Occupation standard
Electricité	1,20E+00	MJ	Consommation standard
Chaleur	2,00E+00	MJ	Consommation standard

**Emissions vers l'air**                      **Résultat**   **Unité**   **Commentaires**

Dioxyde de carbone	1,25E-01	kg	Emission de la STEP
Octadécylamine	2,08E-03	kg	Approximation pour le réactif (intermédiaire 1)
Dihydrogène	2,95E-05	kg	

**Emissions vers l'eau**                      **Résultat**   **Unité**   **Commentaires**

Octadécylamine	5,19E-03	kg	Approximation pour le réactif (intermédiaire 1)
Dihydrogène	7,39E-05	kg	
COD, Demande Chimique en Oxygène	1,43E-02	kg	
TOC, Carbone Organique Total	3,79E-03	kg	

Compamed ZNA

DOC, Carbone Organique Dissout	3,79E-03	kg	
BOD5, Demande biologique en Oxygène	1,43E-02	kg	

### Surfactant n=2

#### Sortant

Surfactant n=2	1	kg
----------------	---	----

#### Entrants

#### Résultat Unité Commentaires

	Résultat	Unité	Commentaires
Eau	6,00E+00	kg	
Intermédiaire 2	8,04E-01	kg	Prise en compte de la stœchiométrie de réaction + rendement 95%
Oxyde d'éthylène	2,48E-01	kg	Prise en compte de la stœchiométrie de réaction + rendement 95%
Transport, train	6,32E+01	kg.km	Distance standard
Transport, camion >32t	1,05E+01	kg.km	Distance standard
Infrastructures usine de produits chimiques	4,00E-10	p	Occupation standard
Electricité	1,20E+00	MJ	Consommation standard
Chaleur	2,00E+00	MJ	Consommation standard

#### Emissions vers l'air

#### Résultat Unité Commentaires

	Résultat	Unité	Commentaires
Dioxyde de carbone	1,17E-01	kg	Emission de la STEP
Octadécylamine	1,61E-03	kg	Approximation pour le réactif (intermédiaire 2)
Oxyde d'éthylène	4,97E-04	kg	

#### Emissions vers l'eau

#### Résultat Unité Commentaires

	Résultat	Unité	Commentaires
Octadécylamine	4,02E-03	kg	Approximation pour le réactif (intermédiaire 2)
Oxyde d'éthylène	1,24E-03	kg	
COD, Demande Chimique en Oxygène	1,30E-02	kg	
TOC, Carbone Organique Total	3,54E-03	kg	
DOC, Carbone Organique Dissout	3,54E-03	kg	
BOD5, Demande biologique en Oxygène	1,30E-02	kg	

#### 6.3.5.4. Migration des substances actives de la bouillie phytosanitaire (PEST LCI)

Afin de caractériser les émissions dans le milieu lors de l'application du phytosanitaire, le modèle PEST-LCI<sup>25</sup> a, dans un premier temps, été utilisé. La revue critique a mis en évidence des lacunes sur ce modèle pour des applications en ZNA (puisque PEST-LCI a été construit pour des applications agricoles). Le modèle décrit ci-après a donc été construit et utilisé. Malgré une recherche bibliographique, certains éléments ont dû être estimés faute de données plus précises. Ces éléments sont explicités dans la colonne « commentaires » du tableau ci-dessous.

8 situations ont été définies au vu des combinaisons possibles entre :

- 2 seuils d'intervention (contraignant et non contraignant),
- type de matériels (détection optoélectronique et pulvérisation à dos ou cadre)
- type de sol (perméable ou imperméable)

Lorsqu'un flux passe de la technosphère (bleu) à l'écosphère (orange) il génère un impact.

---

<sup>25</sup> PestLCI 2.0: A second generation model for estimating emissions of pesticides from arable land in LCA, T. J. Dijkman, M. Birkved, M. Z. Hauschild.

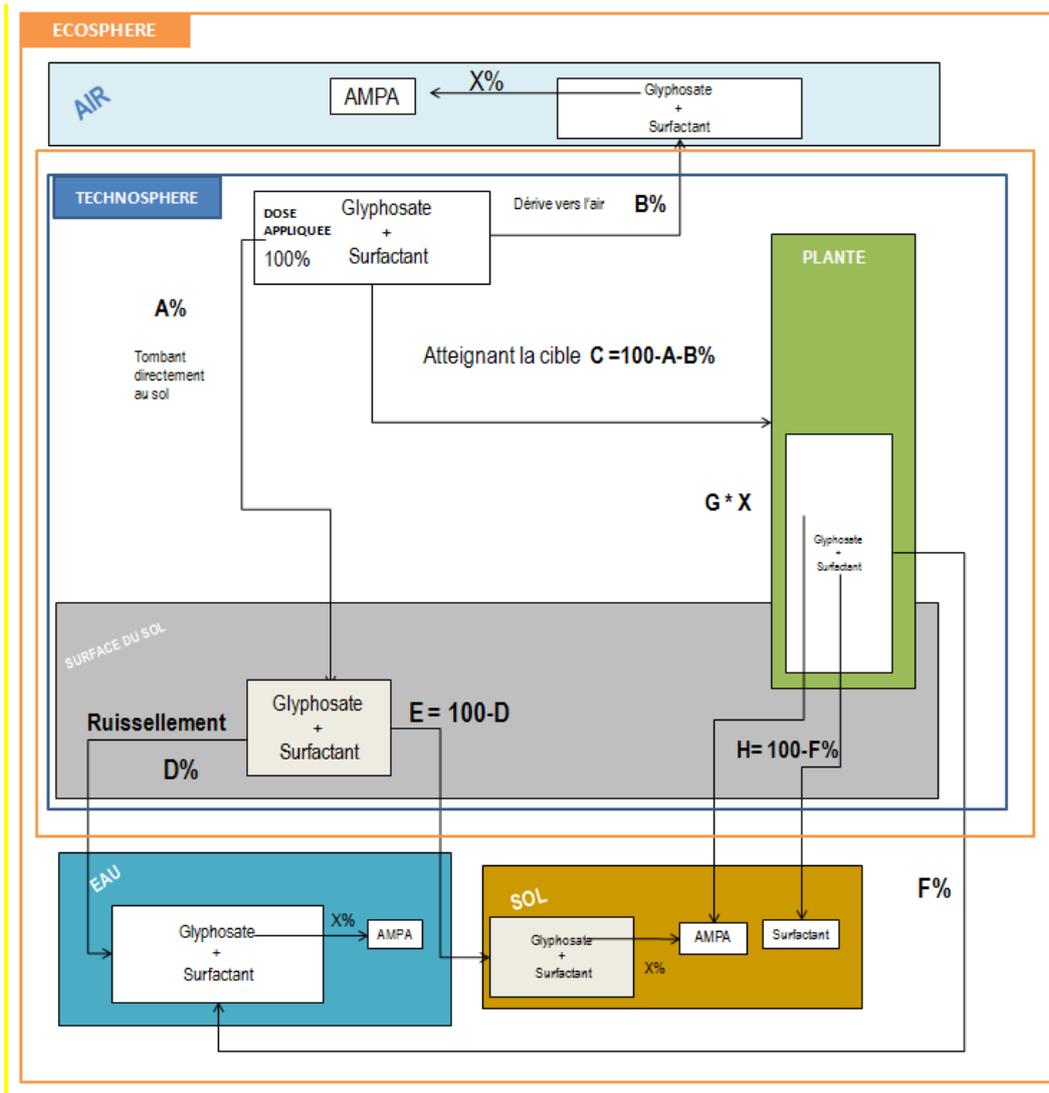


Figure 10. Modèle d'émissions dans le milieu (écosphère).

Tableau 15. Paramètres du modèle d'émission dans le milieu.

Paramètre	Description	PULVE DOS				PULVE DOE				Commentaire
		C		MC		C		MC		
		PE	IM	PE	IM	PE	IM	PE	IM	
X	Part du glyphosate dégradé en AMPA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	Hypothèse conservatrice - Tout le glyphosate est dégradé en AMPA
B	Dérive vers l'air	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	Valeur issue du modèle Pest LCI (cohérente avec la situation puisque la dérive vers l'air est un phénomène faible vu le matériel utilisé en ZNA)
A	Part du phytosanitaire tombant directement au sol	90%	90%	30%	30%	70%	70%	15%	15%	Estimations de pourcentages établis à dire d'expert
C	Part du phytosanitaire atteignant la plante = 100-B-C	9%	9%	69%	69%	29%	29%	84%	84%	Pourcentage calculé
D	Part du glyphosate ruisselant directement dans l'eau suite à l'application au sol	10%	30%	10%	30%	10%	30%	10%	30%	Sheperd & Heather 1999
E	Part du glyphosate allant dans le sol suite à l'application au sol =100-D	90%	70%	90%	70%	90%	70%	90%	70%	Pourcentage calculé
F	Part du glyphosate ayant atteint la plante ruisselant suite à un épisode pluvieux	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	Risque d'un épisode pluvieux dans les estimé à 1/3, 50% et divisé par 2 pour produit systémique (contribution revue critique)
G	Glyphosate dégradé par la plante G=100-F	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	Pourcentage calculé
H	Surfactant allant dans le sol	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	Pourcentage calculé

C = Seuil Contraignant ; MC = Seuil Moins Contraignant ; PE = Sol Perméable ; IM = Sol Imperméable

Une fois ce modèle appliqué, on obtient les pourcentages d'émissions dans chaque milieu, tels que présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 16. Répartition des émissions dans le milieu selon les différents scénarios**

		PULVE DOS				PULVE DOE			
		C		MC		C		MC	
		IM	PE	IM	PE	IM	PE	IM	PE
EAU	Glyphosate	9,7%	27,7%	8,5%	14,5%	9,3%	23,3%	8,2%	11,2%
	Surfactant	9,7%	27,7%	8,5%	14,5%	9,3%	23,3%	8,2%	11,2%
	AMPA	6,4%	18,2%	5,6%	9,5%	6,1%	15,3%	5,4%	7,4%
SOL	Glyphosate	81,0%	63,0%	27,0%	21,0%	63,0%	49,0%	13,5%	10,5%
	Surfactant	89,3%	71,3%	90,5%	84,5%	89,7%	75,7%	90,8%	87,8%
	AMPA	58,7%	46,8%	59,4%	55,5%	58,9%	49,7%	59,6%	57,7%
AIR	Glyphosate	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
	Surfactant	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
	AMPA	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%

*C = Seuil Contraignant ; MC = Seuil Moins Contraignant ; PE = Sol Perméable ; IM = Sol Imperméable*

On obtient donc, selon les cas, des contaminations du milieu « eau » cohérentes avec les publications où des mesures sur des bassins versants ont été réalisées vis-à-vis du taux de glyphosate et AMPA provenant de la ZNA (entre 10 et 40% de la dose appliquée)<sup>26</sup>.

**NB :** Pour le calcul des impacts environnementaux dans l'outil d'autoévaluation c'est le scénario « non contraignant » qui est pris comme modèle de base, la distinction entre sol perméable et imperméable est conservée ainsi que la distinction entre les matériels (DOE d'une part et pulvérisateur à dos et cadre d'autre part).

<sup>26</sup> Botta F., Lavison-bompard G., Couturier G., Alliot F., Chevreuil M. « Contamination du bassin versant de l'Orge par les pesticides : caractérisation générale, dynamiques de transfert et apports du réseau d'assainissement de Ru de Fleury ». 2006, p. 1-30.

Botta F., Moreau-guigon E., Lavison G., Reynis E. « Etude de la contamination de l'Orge par les pesticides : mise en évidence de l'influence urbaine et des rejets de temps de pluie ». 2008, p. 1-19.

Etude de pollution des eaux par les produits phytosanitaires en Zones Non Agricoles Programme 2002 ». 2002, Programme Phyt'eaux

« Pesticides, Comment réduire les risques associés ? ». In : Pesticides, Comment réduire les risques associés: 2005.

## Dégradation du glyphosate en AMPA

Le modèle de dégradation du glyphosate en AMPA est modélisé figure 11 ci-dessous.

Dans le sol, le glyphosate est résistant à la dégradation chimique, il est stable à la lumière du soleil, est relativement non lessivable, et a une faible tendance au ruissellement (excepté lorsqu'il est adsorbé à des colloïdes). Il est relativement immobile dans le sol, en raison du fait qu'il est fortement adsorbé aux particules du sol. La voie principale de dégradation du glyphosate dans l'environnement est la dégradation microbienne qui a lieu dans le sol. L'herbicide est désactivé et biodégradé par les microbes du sol avec des taux de dégradation dépendant de l'activité microbienne du sol et des caractéristiques de la population microbienne. La dégradation biologique est menée sous des conditions à la fois aérobies et anaérobies. Le métabolite primaire du glyphosate est l'acide aminométhylphosphonique (AMPA). La dégradation de l'AMPA est généralement plus lente que celle du glyphosate. Ceci est vraisemblablement dû au fait que l'AMPA est plus fortement adsorbé que le glyphosate aux particules du sol, et au fait qu'il doit moins facilement diffuser à travers les membranes et murs cellulaires des micro-organismes du sol.

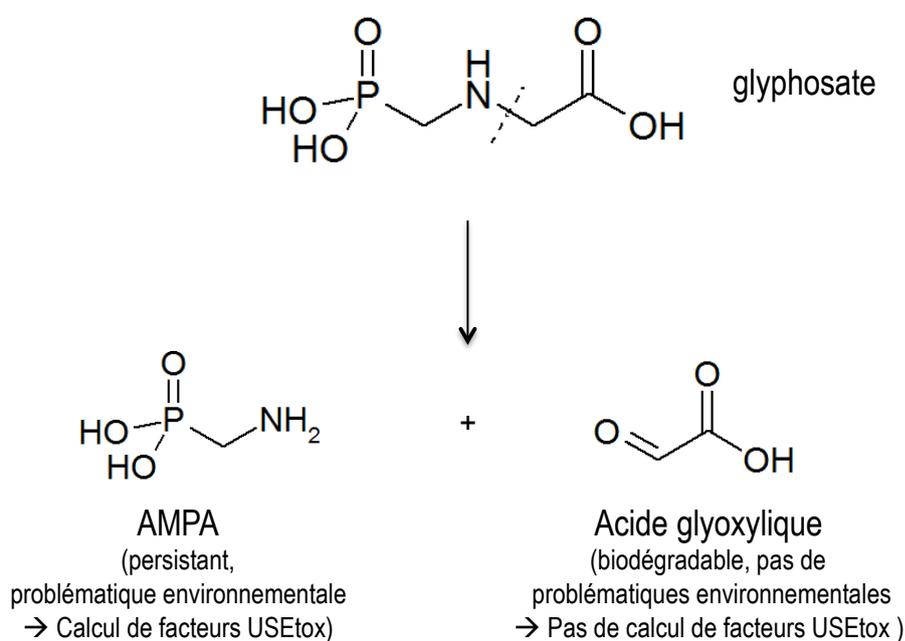


Figure 11 .Présentation schématique de la dégradation du glyphosate en AMPA

### 6.3.5.5. Facteurs de caractérisation d'écotoxicité aquatique de l'AMPA et du surfactant

Il est important de noter qu'il a été impossible de déterminer des facteurs de caractérisation pour modéliser la toxicité humaine de ces molécules car les bases de données toxicologiques ne présentent pas de résultats de test ni pour l'AMPA ni pour le surfactant. Ainsi, les facteurs de caractérisation déterminés et présentés ci-dessous sont uniquement des facteurs de caractérisation pour l'écotoxicité aquatique.

### **Valeurs d'entrées pour déterminer les facteurs de caractérisation écotoxicologiques de l'AMPA**

Les facteurs de caractérisation de l'AMPA ont été déterminés à partir du logiciel USEtox v1.01 en respectant la méthodologie proposée par les concepteurs de ce programme. Les données d'entrée du logiciel USEtox sont des paramètres physico-chimiques d'une part, et les résultats de tests écotoxicologiques d'autre part.

En raison du manque de données physico-chimiques ayant pu être répertoriées dans la littérature sur l'AMPA, la majorité de celles-ci ont été déterminées à partir du logiciel EPI Suite, logiciel dont l'utilisation est recommandée par USEtox.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs d'entrée de USEtox pour les paramètres physico-chimiques (obtenus grâce à EPI Suite) :

**Tableau 17. Valeurs des paramètres physico-chimiques de l'AMPA**

<b>Paramètre physico-chimique</b>	<b>Unité</b>	<b>Symbole</b>	<b>Valeur</b>
Masse Molaire	g/mol	MW	1,11E+02
Coefficient de Partition Octanol-Eau	-	Kow	6,76E-03
Coefficient de Partition entre le Carbone Organique et l'Eau	L/kg	Koc	2,20E-02
Constante de Henry à 25°C	Pa.m <sup>3</sup> /mol	KH25C	1,27E-10
Pression de Vapeur Saturante à 25°C	Pa	Pvap25	7,68E-03
Solubilité aqueuse à 25°C	mg/L	Sol25	1,00E+06
Coefficient de Partition entre le Carbone Organique dissous et l'Eau	L/kg	K <sub>DOC</sub>	5,41E-04
Constante de dégradation dans l'air	s <sup>-1</sup>	kdegA	2,25E-05
Constante de dégradation dans l'eau	s <sup>-1</sup>	kdegW	5,35E-07
Constante de dégradation dans les sédiments	s <sup>-1</sup>	kdegSd	3,60E+02
Constante de dégradation dans le sol	s <sup>-1</sup>	kdegSl	5,94E-08

Les résultats de tests écotoxicologiques sont quant à eux issus des bases de données de l'INERIS. La base de données utilisée ne donne qu'un seul résultat de test par niveau trophique considéré. Ces valeurs, ainsi que les calculs menant au paramètre d'entrée de USEtox sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 18. Détermination de avlogEC50 de l'AMPA en fonction de la valeur de n à partir de ECOSAR v1.00**

Niveau Trophique	algue	invertébré	poisson
EC50/LC50 (mg/l)	7,97E+01	6,90E+02	5,20E+02
Moyenne Géométrique du niveau trophique	7,97E+01	6,90E+02	5,20E+02
Log(Moyenne)	1,90	2,84	2,72
avlogEC50	2,49		

Pour la toxicité humaine, les résultats de tests menés sur des rats ont été utilisés (cf. le détail du calcul en annexe 2) :

- NOAEL (28jours, rats) = 100 mg/kg/j
- Ce qui donne un ED50<sub>h,j</sub>=196,30 kg/individu/vie.

#### Valeurs d'entrées pour déterminer les facteurs de caractérisation écotoxicologiques du surfactant

Les paramètres physico-chimiques du surfactant ont été déterminés de la même façon que pour l'AMPA. Une analyse de sensibilité a été réalisée sur la variation des paramètres déterminés par EPI Suite en fonction de la valeur de n.

**Tableau 19. Valeurs des paramètres physico-chimiques du surfactant en fonction de la valeur de n**

Paramètre physico-chimique	Unité	Symbole	Valeur n=2	Valeur n=5
Masse Molaire	g/mol	MW	3,74E+02	5,06E+02
Coefficient de Partition Octanol-Eau	-	Kow	3,89E+05	5,89E+04
Coefficient de Partition entre le Carbone Organique et l'Eau	l/kg	Koc	1,25E+03	4,84E+02
Constante de Henry à 25°C	Pa.m <sup>3</sup> /mol	KH25C	4,75E-06	1,79E-11
Pression de Vapeur Saturante à 25°C	Pa	Pvap25	4,24E-08	1,73E-11
Solubilité aqueuse à 25°C	mg/l	Sol25	2,69E+00	1,28E+01
Coefficient de Partition entre le Carbone Organique dissous et l'Eau	L/kg	K <sub>Doc</sub>	-	-
Constante de dégradation dans l'air	s <sup>-1</sup>	kdegA	1,09E-04	1,70E-04
Constante de dégradation dans l'eau	s <sup>-1</sup>	kdegW	2,14E-07	2,14E-07

Constante de dégradation dans les sédiments	s <sup>-1</sup>	kdegSd	6,69E-08	2,23E-08
Constante de dégradation dans le sol	s <sup>-1</sup>	kdegSI	1,48E-08	4,95E-09

Les résultats de tests écotoxicologiques sont eux aussi des estimations, réalisées grâce au module ECOSAR v1.00 présent dans EPI Suite. Ces estimations sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 20. Détermination de avlogEC50 du surfactant en fonction de la valeur de n à partir de ECOSAR v1.00**

	Niveau trophique	Algue verte	Invertébré	Poisson
Surfactant n=2	EC50 (mg/l)	9,45E-02	9,09E-2	0,24
	moy.géo/niv. <sup>27</sup>	9,45E-02	9,09E-2	0,24
	log(moy.)	-1,02	-1,04	-0,62
	avlogEC50	<b>-0,8955</b>		
Surfactant n=5	EC50 (mg/l)	0,48	0,49	1,42
	moy.géo/niv.	0,48	0,49	1,42
	log(moy.)	-0,32	-0,31	0,15
	avlogEC50	<b>-0,1594</b>		

### **Facteurs de caractérisation pour l'AMPA et le surfactant**

**Tableau 21. Facteurs de caractérisation de l'écotoxicité aquatique de l'AMPA et du surfactant en fonction de la valeur de n**

	<b>Ecotox. Charact. Factor [PAF.m<sup>3</sup>.day.kg<sup>-1</sup>]</b>					
	Em.airU	Em.airC	Em.fr. waterC	Em.sea waterC	Em.nat.soilC	Em.agr.soilC
	high pop	low pop	unspec	ocean	unsp	agric
AMPA	3,2E+00	3,2E+00	3,0E+01	7,3E-12	1,4E+01	1,4E+01
surfactant n=2	6,0E+03	4,1E+03	1,3E+05	5,3E-04	2,0E+03	2,0E+03
surfactant n=5	1,8E+03	1,4E+03	2,7E+04	6,4E-10	1,0E+03	1,0E+03

On constate que les facteurs d'émission du surfactant de l'herbicide dépendent de manière significative du facteur n, c'est à dire au degré d'éthoxylation. Alors que le facteur de caractérisation de l'émission de surfactant dans l'eau de rivière est égal à 2,7E+04 PAF. m<sup>3</sup>.day.kg<sup>-1</sup> quand n est égal à 5, ce même facteur devient égal à 1,3E+05 PAF.m<sup>3</sup>.day.kg<sup>-1</sup> quand n=2.

<sup>27</sup> La moyenne géométrique sur le niveau trophique correspond à la EC 50 car une seule valeur par niveau trophique est fournie par ECOSAR v1.00.

Même si cette étude est une étude multi-indicateur, l'indicateur sur lequel se concentrent les préoccupations autour de l'utilisation de surfactant est celui représentant l'écotoxicité aquatique. Ainsi, la valeur de n retenue pour la modélisation du surfactant est n=2, elle permet de maximiser les impacts du surfactant du glyphosate sur l'écotoxicité aquatique.

**Tableau 22. Facteurs de caractérisation de l'AMPA pour l'écotoxicité humaine**

	<b>Human health characterization factor [cases/kgemitted]</b>					
	Em.airU	Em.airC	Em.fr. waterC	Em.sea waterC	Em.nat.soilC	Em.agr.soilC
AMPA	1,2E-07	7,2E-08	9,8E-08	1,7E-11	4,4E-08	6,5E-08

### 6.3.5.6. Choix des valeurs par défaut utilisées pour les paramètres prédéfinis

Type de matériel	Type de site	Paramètre	Valeur	Unité	Source
<b>Pulvérisateur cadre</b>	Tous sites	Glyphosate pulvérisé	<b>2880</b>	g/ha/an	Dose maximale réglementaire
<b>Pulvérisateur dos</b>	Tous sites	Glyphosate pulvérisé	<b>2880</b>	g/ha/an	Dose maximale réglementaire
<b>Pulvérisateur optoélec.</b>	Tous sites	Glyphosate pulvérisé	<b>1094</b>	g/ha/an	Dose maximale réglementaire (2880 g) avec facteur correctif du Weed-it® (diminution de 62% de la quantité de glyphosate utilisé <sup>28</sup> ).

Il convient de se reporter au fichier Excel annexe 3 « *plages de valeurs des différents paramètres* » pour avoir connaissance des intervalles de valeurs constatées dans l'observatoire ou reportées dans la littérature.

<sup>28</sup> Donnée LAURAGRI, validée par le comité de pilotage Compamed ZNA.



## ANNEXE 1 : MODELISATION DES MATERIELS, EPI, ET EQUIPEMENTS DE SECURITE

Cette partie décrit en détail les données utilisées pour modéliser les éléments nécessaires à la réalisation de l'ACV et à l'exploitation de l'outil. Les matériaux et le poids global de chaque élément sont donnés par des fiches techniques de fournisseurs. Dans les éléments non mono-matériaux, la répartition des matières est estimée par EVEA faute d'information supplémentaire.

### EPI

Type	Durée d'utilisation	Description	Données Ecoinvent	Quantité
Gants jetables	durée de l'intervention	Latex : 16g/ paire	Blow moulding/RER S	16g
			Latex, at plant/RER S	16g
Gants réutilisables	600h	60g polyamide 40g coton	Nylon 66, at plant/RER S	60g
			Blow moulding/RER S	60g
			Viscose fibres, at plant/GLO S	40g
Combinaison jetable	durée de l'intervention	Polypropylène 250g	Polypropylene, granulate, at plant/RER S	250g
			Blow moulding/RER S	250g
Masque à cartouches	2500h + changement des cartouches	Masque : silicone 140g Oculaire: polycarbonate 40g Serre-tête : polypropylène 40g Toutes les matières sont injectées	Silicone product, at plant/RER S	140g
			Polycarbonate, at plant/RER S	40g
			Polypropylene, granulate, at plant/RER S	40 g
			Injection moulding/RER S	220 g
Cartouches pour masque	max 8 h	Plastique (coque) : 50 g Charbon actif : 160 g	Polypropylene, granulate, at plant/RER S	50 g
			Injection moulding/RER S	50 g
			Carbon black, at plant/GLO S	160 g
			Steam, for chemical processes, at plant/RER S	0,1 L
Lunettes	300 h	Oculaire: polycarbonate 30 g Branches : polyamide 10g Toutes les matières sont injectées	Polycarbonate, at plant/RER S	30 g
			Nylon 6, at plant/RER S	10 g
			Injection moulding/RER S	40 g
Chaussures de sécurités	2800 h	Pour une paire : Semelle : caoutchouc, liège, acier Forme : PVC + Fibres PET Coque : acier	Chromium steel 18/8, at plant/RER S )	200 g
			Synthetic rubber, at plant/RER S	400 g
			Raw cork, at forest road/RER S	100 g
			Polyvinylchloride, at regional storage/RER S	300 g
			Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, at plant/RER S	300 g

Compamed ZNA

		1,2 kg/ paire	Fleece production, polyethylene terephthalate/RER S	300 g
			Injection moulding/RER S	600 g
Protection auditive (casque)	300 h	Serre-tête: PP	Polypropylene, granulate, at plant/RER S	130 g
		Coussinets : PVC	Injection moulding/RER S	130 g
		230 g	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S	100 g
Bleu de travail	600 h	Viscose	Viscose fibres, at plant/GLO S	1090 g
		Quantité de tissu : 1,6x1 m x2 faces, fibre 340 g/m2		
Protège tibias	600 h	En ABS, avec lien en caoutchouc pour le réglage, coup de pied en croûte de cuir.	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer, ABS, at plant/RER S	700 g
		1,2 kg/paire	Injection moulding/RER S	700 g
			Leather I (USA input/output database)	400 cm2
			Synthetic rubber, at plant/RER S	100g
Gants ignifugés	600 h	croûte de bovin, molleton, traitement Ignifugation au phosphate diammonium.	Leather I (USA input/output database)	1800 cm2
		600 g/paire	Fleece production, polyethylene terephthalate/RER S	200 g
			Diammonium phosphate, as N, at regional storehouse/RER S	50 g
Pantalon ignifugé	600h	Viscose, 350 g/m <sup>2</sup> PYROVATEX®, traitement Ignifugation au phosphate diammonium	Viscose fibres, at plant/GLO U	544g
			Diammonium phosphate, as N, at regional storehouse/RER S	50g
Chaussures ignifugées	2800h	Chaussure de travail et traitement Ignifugation au phosphate diammonium.	(Copie de la donnée chaussure de travail)	
		1,2kg/paire	Diammonium phosphate, as N, at regional storehouse/RER S	50g
Gant spécifique chimique	150h	Néoprène (polychloroprène, 1,23g/cm <sup>3</sup> ).	Synthetic rubber, at plant/RER U	225g
		225g	Blow moulding/RER S	225g
		(estimation de la taille de la main : rectangle 30x20cm, 2 épaisseurs de 0,75mm)		

## Équipements de sécurité

Type	Durée de vie	Description	Données Ecoinvent
Gilet réfléchissant	2800 h	Maille en fibres PET 70 g	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, at plant/RER S
			Fleece production, polyethylene terephthalate/RER S
Plot	5000 h (10 ans)	Polyéthylène 3 kg	Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER S
			Injection moulding/RER S
Gyrophare	2500 h 5 ans	Cabochon: polycarbonate Socle: aluminium Cordon d'alimentation Ampoule 750 g	Polycarbonate, at plant/RER S
			Injection moulding/RER S
			Aluminium, production mix, at plant/RER S
			Light bulb 60 W de ETH-ESU
			Cable, connector for computer, without plugs, at plant/GLO S
Rubalise	durée de l'intervention	Film polyéthylène Rouleau en carton 185g	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
			Extrusion, plastic film/RER S
			Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER S
Panneaux de signalisation	2500 h (5 ans)	Polypropylène 3,5 kg	Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER S
			Injection moulding/RER S
Camion et flèches de signalisation autoroute		Véhicule tractant, Panneau de signalisation	
Panneau d'information	2500 h (5 ans)	Polyéthylène basse densité 3,5 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
			Calendering, rigid sheets/RER S
Extincteur	2500 h (5 ans)	Composition : Poudre sèche de monophosphate d'ammonium Nature du réservoir : 2 embouts acier Protection extérieure : Epoxy polyester rouge 1.35 kg	Steel product manufacturing, average metal working/RER S
			Steel, converter, low-alloyed, at plant/RER U
			Monoammonium phosphate, as N, at regional storehouse/RER S
			Epoxy resin, liquid, at plant/RER S

## Matériels

		<p><b>[MECA]</b></p> <p><b>Brosseuse montée sur module tracté (14kW)</b></p> <p>Modèle : Lipco 1,2m WED 125</p> <p><i>Matériel tracté par un petit tracteur Kubota (685 kg), puissance développée de 17kW (consommation horaire de gasoil : 1,7L/h)</i></p> <p><i>Branché sur la prise de force du tracteur</i></p>		
Sous-composants	Matériaux	Poids	Entretien/Durée de vie	Donnée Ecoinvent
Châssis	Acier	172 kg		Steel product manufacturing, average metal working/RER S
				Steel, low-alloyed, at plant/RER S
Roues	Caoutchouc	2 * 1,5 kg		Synthetic rubber, at plant/RER U
				Injection moulding/RER U
Brosses tressées	Acier	42 *1,5 kg	Pertes d'acier pendant l'utilisation	Steel product manufacturing, average metal working/RER S
				Steel, low-alloyed, at plant/RER S
<b>Ensemble</b>		265 kg	5000h	
Huile type U90 KAC1	Lubrifiant	7 kg	2 vidanges sur la durée de vie et 20% en ajout ponctuel	Lubricating oil, at plant/RER S
(Véhicule tractant : Petit tracteur)		685kg		Tractor, production, CH

Source : Manuel d'utilisation LIPCO Brosse désherbeuse modèle WED, Lipco GMBH, 09.07.2004.

Répartition des matières : estimations Eeva



**[MECA]**

**Module tracté (10kW)**

Modèle : Lipco rotative UK 125

*Matériel tracté par un petit tracteur Kubota (685 kg), puissance développée de 17kW (consommation horaire de gasoil : 1,7L/h)*

*Branché sur la prise de force du tracteur*

Sous-composants	Matériaux	Poids	Entretien/Durée de vie	Donnée Ecoinvent
Châssis	Acier	145 kg	5000h	Steel product manufacturing, average metal working/RER S
				Steel, low-alloyed, at plant/RER S
Huile type U90 KAC1	Lubrifiant	7kg	2 vidanges sur la durée de vie et 20% en ajout ponctuel	Lubricating oil, at plant/RER S
(Véhicule tractant : Petit tracteur)		685kg		Tractor, production, CH

Source : Manuel d'utilisation LIPCO Herse rotative modèle UK, Lipco GMBH, 13.07.2004.

Répartition des matières : estimation Evea



**[MECA]**

**Brosseuse poussée**

Modèle AS50B1/4T Wildkraut HEX

*Matériel poussé à pied par un opérateur*

Sous-composants	Entretien/Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Châssis		Acier	30 kg	Steel product manufacturing, average metal working/RER S Steel, low-alloyed, at plant/RER S
		Revêtement plastique	6,5 kg	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer, ABS, at plant/RER S Injection moulding/RER S
Roues et jantes (x3)		PP	1,7 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S Injection moulding/RER S
		Acier	0,8 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Moteur 4,4 kW		Acier, nickel	15 kg	Iron-nickel-chromium alloy, at plant/RER S Metal product manufacturing, average metal working/RER S
Brosses tressées (x2)	Pertes d'acier pendant l'utilisation	Acier	0,5 kg	Steel product manufacturing, average metal working/RER S Steel, low-alloyed, at plant/RER S
<b>Ensemble</b>	<b>2500h</b>		<b>68 kg</b>	
Huile	2 vidanges sur la durée de vie + 20% en ajout ponctuel		1 kg	Lubricating oil, at plant/RER S

Source : Fiche technique AS 50 Wildkraut-Hex AS-MOTOR, JLD Motoculture.

Répartition des matières : estimation Evea

		<p><b>[MECA]</b></p> <p><b>Binette</b></p> <p>Modèle Verve, Castorama</p> <p><i>Matériel manuel</i></p>		
Sous-composants	Entretien/Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Tête		0,5 kg	Acier inoxydable	Chromium steel 18/8, at plant/RER S Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
Manche		0,6 kg	Bois	Sawn timber, softwood, raw, forest-debarked, u=70%, at plant/RER S
Grip ergonomique		0,18 kg	PP	Polypropylene, granulate, at plant/RER S Injection moulding/RER S
<b>Ensemble</b>	<b>2500h</b>	<b>1,28 kg</b>		

Source : Castorama, marque Verve.

Répartition des matières : estimation Enea

		<p><b>[GAZ]</b></p> <p><b>Bouteille de gaz</b></p> <p>Modèle : Propane 13 kg</p>		
Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Gaz propane		Propane	13 kg	Propane/ butane, at refinery/RER S
Détendeur		Laiton	1 kg	Brass, at plant/CH S Turning, brass, conventional, average/RER S
Corps		Acier	13,5 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S Sheet rolling, steel/RER S
<b>Ensemble (avec bouteille de gaz)</b>	<b>Remplie 5 fois par ans pendant 40ans</b>		<b>27,5 kg</b>	

Source : Totalgaz.

Répartition des matières : estimation Enea



**[GAZ]**

**Lance portée**

Modèle : 2EBALM Manuflam

*Matériel porté par un utilisateur*

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
(Cube propane format 6 kg)		(la moitié d'une bouteille de gaz 13kg)	13,5 kg	Voir « bouteille de gaz »
Brûleur (détendeur, lance et buse)		Inox	0,5 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
Support sac à dos		Textile	0,6 kg	Viscose fibres, at plant/GLO S
		Acier	0,8 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Tuyau	2 ans	Caoutchouc NFEN 559 (PVC)	0,6 kg	Polyvinylchloride, at regional storage/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
<b>Ensemble (avec bouteille de gaz)</b>	<b>2500 h</b>		<b>15,5 kg</b>	

Source : fiche technique et fiche produit, Manuflam, 2EBALM, Mise à jour : 14/11/2011.

Répartition des matières : estimation Evea



## [GAZ]

### Lance sur chariot tracté à pied (Flamme directe)

Modèle : CORNU CFLAM PRO

Matériel tracté à pied par un utilisateur

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Châssis		Acier	11,2 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Roues et jantes (x2)		Acier	0,7 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
		PP	1,2 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Tuyau	2 ans	PU	1,5 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
Lance télescopique	2 ans	Aluminium	0,4 kg	Aluminium, production mix, at plant/RER S
				Aluminium product manufacturing, average metal working/RER S
<b>Ensemble (hors bouteille de gaz)</b>	<b>2500 h</b>		<b>15 kg</b>	
Bouteille de gaz propane (x1)			27,5 kg	Voir « bouteille de gaz »

Source : Fiche Constructeur « Désherbage thermique, l'alternative écologique », Pulvérisateur Cornu SAS, 2007.  
Répartition des matières : estimation Evea

	<p><b>[GAZ]</b></p> <p><b>Four sur chariot poussé</b></p> <p>Modèle : THERM HIT 75</p> <p><i>Matériel poussé à pied par un utilisateur</i></p>			
Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Châssis		Acier	17 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Roues et jantes (x2)		PP	1,2 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S Injection moulding/RER S
		Acier	0,7 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Tuyau	2 ans	PU	1 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S Extrusion, plastic pipes/RER S
Four acier chromé		Acier chromé	14 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
<b>Ensemble (hors bouteille de gaz)</b>	<b>2500 h</b>		<b>40 kg</b>	
Bouteille de gaz propane (x1)			27,5 kg	<i>Voir « bouteille de gaz »</i>

Source : Fiche technique thermHIT 75, HOAF Infrared Technologie, version 2007.

Répartition des matières : estimation Eeva



**[GAZ]**

**Rampe 4 brûleurs sur chariot poussé à pied (Infrarouge)**

Modèle : 2Ebalm Charoflam 186

*Matériel poussé à pied par un utilisateur*

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Châssis		Acier	26,2 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Roues et jantes (x4)		Polypropylène	1,2 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
		Acier	0,7 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Tuyau	2 ans	Polyuréthane	3 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
Lance télescopique	2 ans	Aluminium	0,8 kg	Aluminium, production mix, at plant/RER S
				Aluminium product manufacturing, average metal working/RER S
Panneaux rayonnants IR (x2)		Acier chromé	1,2 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
Bouteille de gaz propane (x2)			27,5kg	Voir « bouteille de gaz »
<b>Ensemble (hors bouteille de gaz)</b>	<b>2500 h</b>		<b>40 kg</b>	

Source : fiche technique 2Ebalm Charoflam 186, ProfilNature.

Répartition des matières : estimation Evea



[EAU]

## Désherbeur Eau chaude (électrique, résistance 15 – 20 kW)

Modèle : Electroclean

*Matériel monté sur une remorque, la charge électrique doit être réalisée à l'avance, tracté par un utilitaire/camionnette*

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Châssis et cage grillagé		Acier galvanisé	250 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
		(couche zinc)	16 m2	Zinc coating, coils/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Cuve calorifugée dont :			450 kg	Steel product manufacturing, average metal working/RER S
- carrosserie		Acier	175 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
- calorifuge		Mousse polyuréthane	100 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
- réservoir		Acier galvanisé	175 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
		(couche zinc)	11,2 m2	Zinc coating, coils/RER S
Tuyau calorifugé		Polyuréthane	1 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
Tableau électrique 20kW (branchement sur 380 volts pour chauffage)			30 kg	Voir « tableau électrique »
Vannes (x2)		Fonte	5,8 kg	Cast iron, at plant/RER S
				Metal product manufacturing, average metal working/RER S
		Acier inox	3,2 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
Clapets (x2)		Acier inox	2 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
<b>Ensemble (à vide)</b>	<b>2500h</b>		<b>750 kg</b>	

Source : Fiche technique Eletroclean, ICAM Pro, 2007.

Répartition des matières : estimations Eeva

## Modélisation d'un tableau électrique

	Matériaux	%
Composition massique	Acier	55
	Cuivre	10,9
	Aluminium	3
	Epoxy	16
	Thermoplast	15
	SF6	0,1



[EAU]

### Désherbeur Eau chaude (gasoil)

Modèle : Aquacide

Matériel monté sur une remorque alimenté par une chaudière gasoil, tracté par un utilitaire/camionnette

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Lance 2 à 4 buses (15 à 30 cm)		Aluminium	3 kg	Aluminium, production mix, at plant/RER S
				Aluminium product manufacturing, average metal working/RER S
Cloche pour massif		Aluminium	2 kg	Aluminium, production mix, at plant/RER S
				Aluminium product manufacturing, average metal working/RER S
Tuyau (15m)	2 ans	Polyuréthane	10 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
Cuve		Polypropylène	110 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Châssis		Acier galvanisé	10 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
		(couche zinc)	0,6m2	Zinc coating, coils/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Chaudière gasoil		Acier, nickel, Cuivre, alu	70 kg	Oil boiler 10kW/CH/I S
Groupe motopompe		Moteur 4,4 kW	15 kg	Iron-nickel-chromium alloy, at plant/RER S
		Pompe	35 kg	Metal product manufacturing, average metal working/RER S
<b>Ensemble (à vide)</b>	<b>2500h</b>		<b>255 kg</b>	
(Véhicule tractant : camionnette)				

Source : Guide d'aide à la décision sur les techniques de désherbage alternatives à la lutte chimique, ASCONIT, 2009.

Répartition matière : estimations EVEA



[EAU]

## Désherbeur Vapeur petit format (fioul)

Modèle : Auxiclean Auxigreen

Matériel tracté manuellement

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Carrosserie		Acier inoxydable	36 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
Corps de chauffe		Acier chromé	15 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
		Double isolation	5 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
Réservoir eau		Acier galvanisé	20 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
		(couche zinc)	1,2m2	Zinc coating, coils/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Réservoir fioul		Polyéthylène	2 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
				Blow moulding/RER S
Roues avant et jantes (x2)		Polypropylène	1,7kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S Injection moulding/RER S
		Acier	0,8 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Roues arrière et jantes (x2)		Polypropylène	1,2 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S Injection moulding/RER S
		Acier	0,7 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Lances et tuyaux (10 m)	2 ans	Aluminium	3 kg	Aluminium, production mix, at plant/RER S Aluminium product manufacturing, average metal working/RER S
		Polyuréthane	0,8 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
Commandes électriques			6 kg	Voir « tableau électrique »
batterie GEL12V 350W			4 kg	Battery, NiMH, rechargeable, prismatic, at plant/GLO S
<b>Ensemble (à vide)</b>	<b>2500h</b>		<b>100 kg</b>	

Source : Fiche technique Auxigreen II, Auxiclean Concept.

Répartition matière : estimations EVEA

Compamed ZNA



**[EAU]**

### Désherbeur vapeur grand format (fioul)

Modèle : Steam-tech (Entech)

*Matériel monté sur une remorque alimenté par une chaudière fioul embarquée, tracté par un utilitaire/camionnette*

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Châssis et boulonnerie		inox	20kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Sheet rolling, chromium steel/RER S
Chaudière			40 kg	Oil boiler 10kW/CH/I U (adaptée)
Citerne (eau)		Inox	20 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Sheet rolling, chromium steel/RER S
Réservoir fioul unique pour moteur et chaudière (38 litres) avec filtre		Polyéthylène Haute Densité	7 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
				Blow moulding/RER S
Tuyau de sortie de chaudière à très haute résistance (250°C)	2 ans	Polyuréthane	5 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
Accessoires, lances et rampes de désherbage		Inox	10	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Sheet rolling, chromium steel/RER S
Groupe motopompe		Moteur 4,8 kW	15 kg	Iron-nickel-chromium alloy, at plant/RER S
		Pompe	10 kg	Metal product manufacturing, average metal working/RER S
Tableau de commande		(tableau électrique)	13	Voir « <i>tableau électrique</i> »
<b>Ensemble (à vide)</b>	<b>5000 h</b>		<b>140 kg</b>	

Source : Fiche technique Steam-Tech, Entech SARL et guide FEDEREC Bretagne.

Répartition matière estimée par EVEA



**[CHIMIE]**

**Pulvérisateur à dos**

Modèle : BERTHOUD Vermorel 2000 PRO (capacité 16 L)

*Matériel porté par un utilisateur*

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Réservoir		Polyéthylène	1,3 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
				Blow moulding/RER S
Double bretelle de portage		Fibres PES	1 kg	Fleece, polyethylene, at plant/RER S
Levier de pompage réversible		Polypropylène	0,2 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
		Acier inoxydable	0,2 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Chromium steel product manufacturing, average metal working/RER S
Armature et poignée		Polypropylène	2,5 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Lance télescopique		Aluminium	0,7 kg	Aluminium, production mix, at plant/RER S
				Aluminium product manufacturing, average metal working/RER S
Buses à jet plat	100 h	Acier inoxydable	0,1 kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER S
				Sheet rolling, chromium steel/RER S
Tuyau	2 ans	Polyuréthane	1,4 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
<b>Ensemble</b>	<b>1500h</b>		<b>6,125 kg</b>	

Source : fiche technique pulvérisateur à dos Vermorel 2000 Pro Confort à pression entretenue, Berthoud, plantes-et-jardins.com.

Répartition matière : estimations EVEA



## [CHIMIE]

### Pulvérisateur mécanisé avec détection opto-électronique

Modèle : Weed-it® 2008

Matériel monté sur un petit tracteur type Kubota (685 kg) , puissance développée de 17kW (consommation horaire de gasoil : 1,7L/h), branché sur la prise de force du tracteur.

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Cellule de détection (15)		(tableau électrique)	5 kg	Voir « tableau électrique »
Buses (15)		(tableau électrique)	5 kg	Voir « tableau électrique »
Boitier de régulation (DPAE)		(tableau électrique)	2 kg	Voir « tableau électrique »
Cuve 200 L (avec puisard, couvercle, vidange basse)		Polyéthylène	15 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Alimentation électrique : batterie 4,5A, 12V		Gel plomb	2,5kg	Battery, NiMH, rechargeable, prismatic, at plant/GLO S
Pompe		Polypropylène	0,6 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Structure d'attelage		Acier mécano soudé	25 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
<b>Ensemble</b>	<b>5000h</b>		<b>55 kg</b>	

Source : Fiche technique Weed-it® MKII, Catalogue Kuhn Blanchard 2010.

Répartition matière : estimations EVEA



**[CHIMIE]**

**Pulvérisateur sur cadre**

CORNU GAMME STANDARD 200L

*Matériel monté sur un petit tracteur type Kubota (685 kg), puissance développée de 17kW (consommation horaire de gasoil : 1,7L/h), branché sur la prise de force du tracteur.*

Sous-composants	Durée de vie	Matériaux	Poids	Donnée Ecoinvent
Cadre		Acier mécano soudé	35 kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER S
				Steel product manufacturing, average metal working/RER S
Cuve 200 L		Polyéthylène	15 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Pompe		Polypropylène	0,6 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Régulateur de pression		Polypropylène	0,2 kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Lave mains		Polyéthylène	1 kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
				Injection moulding/RER S
Tuyau	2 ans	Polyuréthane	3 kg	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S
				Extrusion, plastic pipes/RER S
Lance		Aluminium	0,8 kg	Aluminium, production mix, at plant/RER S
				Aluminium product manufacturing, average metal working/RER S
<b>Ensemble</b>	<b>2500 h</b>		<b>67 kg</b>	

Source : Fiche technique Cornu SAS, Groupe de pulvérisation, 2011.

Répartition matière estimée par EVEA

## ANNEXE 2 : MODELISATION DU SURFACTANT

### Inventaire de la synthèse du surfactant

#### Ether

##### Sortant

ether	1	kg
-------	---	----

Entrants	Calcul	Résultat	Unité	Commentaires
Water, unspecified natural origin/kg	6=	6,00E+00	kg	
Fatty alcohol, petrochemical, at plant/RER S	$216/243/0,95=$	9,36E-01	kg	prise en compte de la différence de masse molaire + rendement 95%
Monoethanolamine, at plant/RER S	$61/243/0,95=$	2,64E-01	kg	prise en compte de la différence de masse molaire + rendement 95%
Transport, freight, rail/RER S	$(216/243/0,95+61/243/0,95)*600=$	7,20E+02	kg	Distance standard
Transport, lorry >32t, EURO4/RER S	$(216/243/0,95+61/243/0,95)*100=$	1,20E+02	kg	Distance standard
Chemical plant, organics/RER/I S	0,0000000004=	4,00E-10	p	occupation standard
Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE S	1,2=	1,20E+00	MJ	consommation standard
Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER S	2=	2,00E+00	MJ	consommation standard

Emissions vers l'air	Calcul	Résultat	Unité	Commentaires
Carbon dioxide, fossil	$(1/243)*0,95*0,9*(13+2)*44=$	2,32E+00	kg	Emission de la STEP (issu du formaldéhyde et de l'isobutylène)
Monoethanolamine	$(1/243)*0,95*0,9*(13+2)*44=$	2,32E+00	kg	
Alcohols, c11-14-iso-, c13-rich	$216/243/0,95*0,002=$	1,87E-03	kg	

Emissions vers l'eau	Calcul	Résultat	Unité	Commentaires
Monoethanolamine	$61/243/0,95*0,005*0,1=$	1,32E-04	kg	
Alcohols, c11-14-iso-, c13-rich	$216/243/0,95*0,005*0,1=$	4,68E-04	kg	
COD, Chemical Oxygen Demand	$0,96*32*0,05*0,1*(19+2,5)/243=$	1,36E-02	kg	
TOC, Total Organic Carbon	$12*(13+2)*0,05*0,1/243=$	3,70E-03	kg	
DOC, Dissolved Organic Carbon	$12*(13+2)*0,05*0,1/243=$	3,70E-03	kg	
BOD5, Biological Oxygen Demand	$0,96*32*0,05*0,1*(19+2,5)/243=$	1,36E-02	kg	

#### Surfactant paramétré

**Sortant**

surfactant para	1	kg
-----------------	---	----

<b>Entrants</b>	<b>Calcul</b>	<b>Résultat</b>	<b>Unité</b>	<b>Commentaires</b>
Water, unspecified natural origin/kg		6= 6,00E+00	kg	
Ethylene oxide, at plant/RER S	$\text{surf} \cdot 44 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 =$	/	kg	prise en compte de la différence de masse molaire + rendement 95%
Ether	$243 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 =$	/	kg	prise en compte de la différence de masse molaire + rendement 95%
Transport, freight, rail/RER S	$\text{surf} \cdot 44 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 \cdot 600 =$	/	kgkm	Distance standard
Transport, lorry >32t, EURO4/RER S	$\text{surf} \cdot 44 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 \cdot 100 =$	/	kgkm	Distance standard
Chemical plant, organics/RER/I S		0,0000000004= 4,00E-10	p	occupation standard
Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE S		1,2= 1,20E+00	MJ	consommation standard
Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER S		2= 2,00E+00	MJ	consommation standard

<b>Emissions vers l'air</b>	<b>Calcul</b>	<b>Résultat</b>	<b>Unité</b>	<b>Commentaires</b>
Carbon dioxide, fossil	$(1 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44)) \cdot 0,95 \cdot 0,9 \cdot (15 + (\text{surf} / 2) \cdot 2) \cdot 44 =$	/	kg	Emission de la STEP (issu du formaldéhyde et de l'isobutylène)
Ethylene oxide	$\text{surf} \cdot 44 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 \cdot 0,002 =$	/	kg	
O-decylhydroxylamine	$243 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 \cdot 0,002 =$	/	kg	approximation pour le réactif (éther)

<b>Emissions vers l'eau</b>	<b>Calcul</b>	<b>Résultat</b>	<b>Unité</b>	<b>Commentaires</b>
Monoethanolamine	$8 \cdot 44 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 \cdot 0,005 \cdot 0,1 =$	/	kg	
O-decylhydroxylamine	$243 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) / 0,95 \cdot 0,005 \cdot 0,1 =$	/	kg	approximation pour le réactif (éther)
COD, Chemical Oxygen Demand	$0,96 \cdot 32 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot (22 + (\text{surf} / 2) \cdot 2,5) / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) =$	/	kg	
TOC, Total Organic Carbon	$12 \cdot (15 + (\text{surf} / 2) \cdot 2) \cdot 0,05 \cdot 0,1 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) =$	/	kg	
DOC, Dissolved Organic Carbon	$12 \cdot (15 + (\text{surf} / 2) \cdot 2) \cdot 0,05 \cdot 0,1 / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) =$	/	kg	
BOD5, Biological Oxygen Demand	$0,96 \cdot 32 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot (22 + (\text{surf} / 2) \cdot 2,5) / (333 + 2 \cdot n \cdot 44) =$	/	kg	

**Paramètre calculé**

surf	$(n+1)*2=$	/
------	------------	---

**Surfactant n = 3****Sortant**

surfactant para	1	kg
-----------------	---	----

<b>Entrants</b>	<b>Calcul</b>	<b>Résultat</b>	<b>Unité</b>	<b>Commentaires</b>
Water, unspecified natural origin/kg	6=	6,00E+00	kg	
Ethylene oxide, at plant/RER S	$8*44/(333+2*3*44)/0,95=$	6,21E-01	kg	prise en compte de la différence de masse molaire + rendement 95%
Monoethanolamine, at plant/RER S	$243/(333+2*3*44)/0,95=$	4,28E-01	kg	prise en compte de la différence de masse molaire + rendement 95%
Transport, freight, rail/RER S	$8*44/(333+2*3*44)/0,95*600=$	3,72E+02	kgkm	Distance standard
Transport, lorry >32t, EURO4/RER S	$8*44/(333+2*3*44)/0,95*100=$	6,21E+01	kgkm	Distance standard
Chemical plant, organics/RER/I S	0,0000000004=	4,00E-10	p	occupation standard
Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE S	1,2=	1,20E+00	MJ	consommation standard
Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER S	2=	2,00E+00	MJ	consommation standard

<b>Emissions vers l'air</b>	<b>Calcul</b>	<b>Résultat</b>	<b>Unité</b>	<b>Commentaires</b>
Carbon dioxide, fossil	$(1/(333+2*3*44))*0,95*0,9*(15+(8/2)*2)*44=$	1,45E+00	kg	Emission de la STEP (issu du formaldéhyde et de l'isobutylène)
Ethylene oxide	$8*44/(333+2*3*44)/0,95*0,002=$	1,24E-03	kg	
O-decylhydroxylamine	$243/(333+2*3*44)/0,95*0,002=$	8,57E-04	kg	approximation pour le réactif (éther)

<b>Emissions vers l'eau</b>	<b>Calcul</b>	<b>Résultat</b>	<b>Unité</b>	<b>Commentaires</b>
Monoethanolamine	$8*44/(333+2*3*44)/0,95*0,005*0,1=$	3,10E-04	kg	
O-decylhydroxylamine	$243/(333+2*3*44)/0,95*0,005*0,1=$	2,14E-04	kg	approximation pour le réactif (éther)
COD, Chemical Oxygen Demand	$0,96*32*0,05*0,1*(22+(8/2)*2,5)/(333+2*3*44)=$	8,23E-03	kg	
TOC, Total Organic Carbon	$12*(15+(8/2)*2)*0,05*0,1/(333+2*3*44)=$	2,31E-03	kg	
DOC, Dissolved Organic Carbon	$12*(15+(8/2)*2)*0,05*0,1/(333+2*3*44)=$	2,31E-03	kg	

BOD5, Biological Oxygen Demand	$0,96 \cdot 32 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot (22 + (8/2) \cdot 2,5) / (333 + 2 \cdot 3 \cdot 44) =$	8,23E-03	kg	
--------------------------------	--	----------	----	--

**Paramètre calculé**

surf	$(3+1) \cdot 2 =$	8		
------	-------------------	---	--	--

### **ANNEXE 3 : PLAGES DE VALEURS DES DIFFERENTS PARAMETRES**

Les tableaux de valeurs ci-dessous donnent les plages de valeurs relevées dans l'observatoire ou issues de la bibliographie pour les différents paramètres « rendement » et « consommations » relatifs aux différentes techniques.

## MECANIQUE – BROSSAGE

Type de matériel	Type de site	Paramètres	Valeur 1	Unité	Source	Autre source	Autre valeur
Brosseuse montée sur Balayeuse	Imperméable	Acier	<b>2,26</b>	g.m <sup>2</sup>	Essais CETEV- 1 m <sup>2</sup> associé à 3 caniveaux		
		Vitesse de traitement	<b>201,00</b>	m <sup>2</sup> /h	Donnée Cetev SNC	CETEV sc	189
Brosseuse poussée	Caniveau Imperméable	Acier	<b>0,80</b>	g/m	Règle COFIL		
		Vitesse de traitement	<b>300,00</b>	ML/h	Dire d'experts COFIL	Guide des alternatives au désherbage chimique dans les communes - FEDEREC Bretagne	2600 ML/h
	Imperméable	Acier	<b>1,20</b>	g/m <sup>2</sup>	Règle COFIL		
		Vitesse de traitement	<b>648,00</b>	m <sup>2</sup> /h	Suivi Systématique	Guide des alternatives au désherbage chimique dans les communes - FEDEREC Bretagne	1000m <sup>2</sup> /h sur pavés

## THERMIQUE – BRULEURS GAZ

Type de matériel	Type de site	Paramètre	Valeur 1	Unité	Source 1	Source 2	Valeur 2	Source 3	Valeur 3	Source 4	Valeur 4	Source 5	Valeur 5		
Four sur chariot poussé	Imperméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(1) Moyenne perméable + imperméable	(3)	1,5 - 6kg/h	(6)	2,2-4,4 kg/h	(7)	0,75kg/h	(8)	16,5g/m2		
		Vitesse de traitement	1000,00	m2/h	(1)	(3)	250 - 1500m2/h	(6)	250-700m2/h	(7)	1300 m2/h				
	Perméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(1) : 2,26 g/m2	(3)	1,5 - 6kg/h	(6)	2,2-4,4 kg/h	(7)	0,75kg/h	(8)	16,5g/m2		
		Vitesse de traitement	1000,00	m2/h	(1) Moyenne perméable + imperméable	(3)	250 - 1500m2/h	(6)	250-700m2/h	(7)	1300 m2/h				
Lance portée	Perméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(1): 9 g/m2	(3) 6 g/m2	0,6 - 3 kg/h	(6)	0,95 kg/h	(7)	2,5kg/h	(1) SNC 29 g/m2	0,725	(2) SC	0,715
		Vitesse de traitement	329,4	m2/h	(1) corrigé d'après copil (enherbement 30% passé à 15%)	(3)	200 - 400 m2/h	(6)	500 m2/h	(7)	200m2/h	(1) SNC	25	(2) SC	55
	Pieds d'arbre	Entrant Gaz	1,00	kg/h	(1)	(3)	0,6 - 3 kg/h	(6)	0,95 kg/h	(7)	2,5kg/h				
		Vitesse de traitement	10,00	pied/h	(1)	(3)	200 - 400 m2/h	(6)	500 m2/h	(7)	200m2/h				
	IMPerméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(1) Moyenne perméable + imperméable	(2) SC, 18 g/m2	0,936 kg/h	(6)							
		Vitesse de traitement	329,4	m2/h	(1) Moyenne perméable + imperméable	(2)	52 m2/h	(6)							
Lance sur chariot tracté	Caniveau Perméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(4)	(3)	0,6 - 3kg/h	(6)	5 - 19,2 kg/h	(7)	3kg/h	(8)	2,98 g/m2		
		Vitesse de traitement	220,0	ML/h	(1)	(3)	400 - 800 m2/h	(6)	625 - 2000 m2/h	(7)	400m2/h				
	Caniveau Imperméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(4)	(3)	0,6 - 3kg/h	(6)	5 - 19,2 kg/h	(7)	3kg/h	(8)	2,98 g/m2		
		Vitesse de traitement	220,0	ML/h	(1)	(3)	400 - 800 m2/h	(6)	625 - 2000 m2/h	(7)	400m2/h				
	Imperméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(4)	(3)	0,6 - 3kg/h	(6)	5 - 19,2 kg/h	(7)	3kg/h	(8)	2,98 g/m2		
		Vitesse de traitement	750,00	m2/h	(1) Moyenne perméable + imperméable	(3)	400 - 800 m2/h	(6)	625 - 2000 m2/h	(7)	400m2/h				
	Perméable	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(4)	(3)	0,6 - 3kg/h	(6)	5 - 19,2 kg/h	(7)	3kg/h	(8)	2,98 g/m2		
		Vitesse de traitement	750,00	m2/h	(1) Moyenne perméable + imperméable	(3)	400 - 800 m2/h	(6)	625 - 2000 m2/h	(7)	400m2/h				
	Pieds d'arbre	Entrant Gaz	0,90	kg/h	(4)	(3)	0,6 - 3kg/h	(6)	5 - 19,2 kg/h	(7)	3kg/h	(8)	2,98 g/m2		
		Vitesse de traitement	31,20	pied/h	(1)	(3)	400 - 800 m2/h	(6)	625 - 2000 m2/h	(7)	400m2/h				
Rampe 4 brûleurs sur chariot poussé	Imperméable	Entrant Gaz	7,00	kg/h	(4)	(6)	2,2-4,4 kg/h								
		Vitesse de traitement	600,00	m2/h	(5)	(6)	250-700m2/h								
	Perméable	Entrant Gaz	7,00	kg/h	(4)	(6)	2,2-4,4 kg/h								
		Vitesse de traitement	600,00	m2/h	(5)	(6)	250-700m2/h								
<b>Sources</b>															
1	Suivi systématique (Action 2). Compamed ZNA, Rapport de l'Action 2 (Plante et Cité)														
2	Suivi expérimental (Action 1). Compamed ZNA, rapport de l'Action 1 (Cetev)														
3	Guide des alternatives au desherbage chimique FEDEREC Bretagne														
4	Donnée Angoujard Neyret														
5	Avis d'expert(s) du comité de pilotage de Compamed ZNA														
6	Kristoffersen (Thesis) 2007														
7	Guide Maison de la Bio, Finistère (29)														
8	Rifai et al. Comparison of infrared, flame and steam units for their use in plant protection.														
SC	Seuil contraignant														
SNC	Seuil non contraignant														

## CHIMIQUE

Type de matériel	Type de site	Paramètre	Valeur 1	Unité	Source 1	Source 2	Valeur 2	Source 3	Valeur 3
Pulvé cadre	Perméable	Glyphosate pulvérisé	<b>0,42</b>	kg de glypho/h	(1)				
		Vitesse de traitement	<b>790</b>	m2/h	(2)				

Pulvé Dos	Perméable	Glyphosate pulvérisé	<b>1,17</b>	kg de glypho/h	(1)	(4) SC et SNC			
		Vitesse de traitement	<b>815,00</b>	m2/h	(2) corrigé, perméable + imperméable	(4) SC et SNC	<b>1043,5</b>		
	Pieds d'arbre	Glyphosate pulvérisé	<b>0,0028</b>	kg de glypho/h	(1)				
		Vitesse de traitement	<b>2,00</b>	piéd/h	(2)				
	Imperméable	Glyphosate pulvérisé	<b>1,17</b>	kg de glypho/h	(1)				

Pulvé IR	Caniveau Imperméable	Glyphosate pulvérisé	<b>0,29</b>	kg de glypho/h	(3) moyenne de produit pulvérisé, 0,5L/ha. dens. produit = 1,1	(1)	2,434 kg de glypho/h		
		Vitesse de traitement	<b>5200,00</b>	ML/h	(3) caniveau imperméable appliqué à caniveau perméable	(5)	5000-8000m2/h		
	Caniveau Perméable	Glyphosate pulvérisé	<b>0,29</b>	kg de glypho/h	(3) moyenne de produit pulvérisé, 0,5L/ha. dens. produit = 1,4	(5)	5000-8000m2/h		
		Vitesse de traitement	<b>5200,00</b>	ML/h	(2)				
	Imperméable	Glyphosate pulvérisé	<b>0,26</b>	kg de glypho/h	(3) moyenne de produit pulvérisé, 0,5L/ha. dens. produit = 1,4		2,33 kg de glypho/h	(3) pas de donnée conso	
		Vitesse de traitement	<b>4725,00</b>	m2/h	(3) moyenne perméable + imperméable, retiré 1 valeur extrême	(5)	5000-8000m2/h	(3) SC et SNC	3243 m2/h
	Perméable	Glyphosate pulvérisé	<b>0,26</b>	kg de glypho/h	(3) moyenne de produit pulvérisé, 0,5L/ha. dens. produit = 1,4		7,884 kg de glypho/h	(3) pas de donnée conso	
		Vitesse de traitement	<b>4725,00</b>	m2/h	(3) moyenne perméable + imperméable, retiré 1 valeur extrême	(5)	5000-8000m2/h	(3) SC et SNC	4930 m2/h

- (1) FT Roundup Turbover DT
- (2) Suivi systématique (Action 2). Compamed ZNA, Rapport de l'Action 2 (Plante et Cité)
- (3) Relevé "Le Passage", Agen. Suivi systématique Action 2.
- (4) Suivi expérimental (Action 1). Compamed ZNA, rapport de l'Action 1 (Cetev)
- (5) Plant Research International - Weed IT evaluation

Compamed ZNA

## THERMIQUE – EAU CHAUDE

Type de matériel	Type de site	Paramètre	Valeur 1	Unité	Source 1	Source 2	Valeur 2	Source 3	Valeur 3	Source 4	Valeur 4
<b>Eau chaude</b>	Caniveau Imperméable	Consommation d'eau	<b>531,24</b>	kg/h	(1)	(2)	250-500 L/h				
		Vitesse de traitement	<b>278,25</b>	ML/h	(1)	(2)	1000-1200ML/h				
	Perméable	Consommation d'eau	<b>446,25</b>	kg/h	(1)	(2)	250-500 L/h	(3) SNC 5,3 L/m2	482,9 kg/h	(3) SNC 3 L/m2	471,0 kg/h
		Vitesse de traitement	<b>350,00</b>	m2/h	(1) corrigé perméable + imperméable			(3) SNC	91,1 m2/h	(3) SC	157,0 kg/h
	Pieds d'arbre	Consommation d'eau	<b>281,67</b>	kg/h	(1)	(2)	250-500 L/h				
		Vitesse de traitement	<b>19,50</b>	pied/h	(1)						
	Imperméable	Consommation d'eau	<b>446,25</b>	kg/h	(1)	(3) SNC 14 L/m2	480,2 kg/h	(3) SC 6,4 L/m2	472,8 kg/h		
		Vitesse de traitement	<b>350,00</b>	m2/h	(1) corrigé perméable + imperméable	(3) SNC	91 m2/h	(3) SC	157,6 m2/h		

- (1) Suivi systématique (Action 2). Compamed ZNA, Rapport de l'Action 2 (Plante et Cité)  
 (2) ICAM Pro - Fiche electroClean et Aquacide - doc fabricant  
 (3) Suivi expérimental (Action 1). Compamed ZNA, rapport de l'Action 1 (Cetev)  
 (4) Guide des alternatives au desherbage chimique FEDEREC Bretagne

### Annexe : Consommation du système de chauffage

						CETEV SC perméable (l/m2)	0,064	CETEV SnC perméable (l/m2)	0,111
Chaudière thermique	Consommation de gazoil (hors conso véhicule)	5,27	kg/h de fonctionnement	Guide maison de la BIO 29	5L/h	CETEV SC imperméable (l/m2)	0,13	CETEV SnC imperméable (l/m2)	0,29
Chaudière électrique	Consommation électrique	90,00	kW/h de fonctionnement						

chaudière	5,09 L de gazoil pour 240, :	0,021181856							0,177
pompe (essence moteur)	0,00533 l/mn	0,3198	0,001066						
		25,16304519							

## THERMIQUE – VAPEUR

Type de matériel	Type de site	Paramètre	Valeur 1	Unité	Source 1	Source 2	Valeur 2	Source 3	Valeur 3	Source 4	Valeur 4	Source 5	Valeur 5
Vapeur Auxiclean	Imperméable	Eau consommée	11,75	kg/h	(1) 0,047 L/m2	(2)	70L/h			(5) SC ; 6,48 L/m2	492,00 kg/h	(5) SnC ; 7,389 l/m2	492,6 kg/h
		Chaudière Gazoil	0,21	L/h	(1)+(5)	(3)	2,45g/m2			(5) SC ; 0,065 l/m2	0,55 L/h	(5) SnC ; 0,115 L/m2	8,58 L/h
		Vitesse de traitement	444,50	m2/h	(1)	(2)	0,8-1 km/h	(4)	700 m2/h	(5) SC	75,93 m2/h	(5) SnC (m2/h)	66,67 m2/h
	Perméable	Eau consommée	11,75	kg/h	(1) 0,82 L/m2	(2)	70L/h						
		Chaudière Gazoil	0,21	L/h	(1)+(5)	(3)	2,45g/m2						
		Vitesse de traitement	444,50	m2/h	(1)	(2)	0,8-1 km/h	(4)	700 m2/h				
Vapeur Entech	Perméable	Eau consommée	283,33	kg/h	(1) 0,82 L/m2	(2)	70L/h			(5) SC ; 3,75 L/m2	491,25 kg/h	(5) SnC ; 6,62 L/m2	496,5 kg/h
		Chaudière Gazoil	4,95	L/h	(1)+(5)	(3)	2,45g/m2			(5) SC ; 0,113 L/m2	14,80 L/h	(5) SnC ; 0,128 L/m2	9,65 L/h
		Vitesse de traitement	347,08	m2/h	(1)	(2)	0,8-1 km/h	(4)	700 m2/h	(5) SC	131 m2/h	(5) SnC (m2/h)	75,00 m2/h
	Imperméable	Eau consommée	283,33	kg/h	(1) 0,82 L/m2	(2)	70L/h						
		Chaudière Gazoil	4,95	L/h	(1)+(5)	(3)	2,45g/m2						
		Vitesse de traitement	347,08	m2/h	(1)	(2)	0,8-1 km/h	(4)	700 m2/h				

chaudière	4,3 litres de gazoil pour 246,3 L d'eau, soit 0,017 L gazoil/L eau chauffée
pompe gazoil	0,008 l/min

Sources	
(1)	Suivi systématique (Action 2). Compamed ZNA, Rapport de l'Action 2 (Plante et Cité)
(2)	Guide des alternatives au desherbage chimique dans les communes. FEDEREC Bretagne
(3)	Rifai et al. Comparison of infrared, flame and steam units for their use in plant protection.
(4)	Kristoffersen (Thesis) 2007
(5)	Suivi expérimental (Action 1). Compamed ZNA, rapport de l'Action 1 (Cetev)
SC	Seuil contraignant
SNC	Seuil non contraignant

## MANUEL – BINETTE

Type de matériel	Type de site	Paramètre	Valeur 1	Unité	Source 1	Source 2	Valeur 2	Source 3	Valeur 3
<b>Binette et autres outils</b>	Caniveau Imperméable	Vitesse de traitement	<b>115,00</b>	ML/h	(1)				
	Caniveau Perméable	Vitesse de traitement	<b>30,00</b>	ML/h	(1)				
	Imperméable	Vitesse de traitement	<b>400,00</b>	m2/h	(1) moyenne perméable + imperméable	(2) SC	87,37m2/h	(2) SNC	55m2/h
	Perméable	Vitesse de traitement	<b>400,00</b>	m2/h	(1) moyenne perméable + imperméable	(2) SC	87,37m2/h	(2) SNC	55m2/h
	Pieds d'arbre	Vitesse de traitement	<b>21,00</b>	pied/h	(1)				
	(1)	Suivi systématique (Action 2). Compamed ZNA, Rapport de l'Action 2 (Plante et Cité)							
	(2)	Suivi expérimental (Action 1). Compamed ZNA, rapport de l'Action 1 (Cetev)							

## ANNEXE 4 : REVUE CRITIQUE

<b>Nom du relecteur</b>	Gérard PIDOUX
<b>Date</b>	25/10/2013

### Rapport Documentation outil

Page(s)	Paragraphe/ tableau/figure	Partie faisant l'objet de la remarque	Remarque/ proposition de modification	Réponses EVEA
11	Avertissement	Elle correspond à l'objectif de l'expérimentation de l'action...	Action 1	Modifié
	Avertissement	Dernière ligne : pratiques qui ne correspondent jamais à la réalité	La pratique « zéro herbe » nous est parfois demandée, elle correspond donc à une réalité qui nous est demandée en ZNA	Modifié en : "En revanche, cette approche expérimente des pratiques moins rencontrées, car en pratique les gestionnaires ne gèrent que rarement leurs sites avec un objectif de « zéro herbe » correspondant aux conditions expérimentales de l'Action 1. »
12	UF/auto évaluation	Pratiques qualifiées de réelles	Peut-être réelles mais surement pas pouvant servir de référence	Elles ne serviront pas de référence, les valeurs par défaut de rendements seront supprimées. L'outil développé par le programme COMPAMED ZNA s'attache donc à construire des données ACV permettant de modéliser des pratiques réelles : -en permettant à l'utilisateur d'utiliser ses données propres, -le cas échéant en proposant des valeurs correspondant à des situations bien précises et documentées (seuils d'intervention, technique et géographie).

12	UF	Tout le paragraphe	<p>Flou concernant le fait que les gestionnaires ne savent pas eux-mêmes définir le seuil de déclenchement → cela pose des questions quant à la valeur des données pour l'outil.</p> <p>Comment le gestionnaire sait quelle ACV regarder, ACV expérimentale ou observatoire via l'outil ?</p> <p>Questionnement vis-à-vis de l'interprétation de ce paragraphe :</p> <p>Pourquoi faire 2 études (ACV) qui n'ont pas de lien ?</p> <p>L'absence de notions de résultats est frustrante. D'emblée se dessine un flou artistique quant à la qualité de l'outil.</p>	L'outil a un objectif différent de l'ACV comparative, il permet d'évaluer des pratiques effectivement réalisées par le gestionnaire. L'ACV comparative permet de comparer, à seuil d'intervention égal les techniques (avec une variété de pratiques et de techniques limitées à celle de l'expérimentation)
14	1	Contexte et objectifs de l'évaluation environnementale	<p>On s'interroge sur la représentativité de l'observatoire : nombre et critères de choix des situations observées.</p> <p>Si les données expérimentales sont « relativement plus proches » de la réalité, c'est quand même la seule façon objective de comparer les techniques entre elles.</p> <p>Quel est le profil des « gestionnaires de zones non agricoles » : collectivités, sites industriels, autoroutes, forestiers ... ?</p> <p>Tous les compartiments des ZNA ont-ils été approchés ?</p>	Les données de l'observatoire ne seront pas prises par défaut dans l'outil mais des situations précises (enherbement, situation géographique) issues de l'observatoire seront présentées afin d'aiguiller l'utilisateur.
14		Pratiques réelles, pratiques peu proches	Toujours pas d'accord (confère ci-dessus)	Cf. commentaire ci-dessus.
15	1 <sup>er</sup> paragraphe	Sans performance définie	Quelles notions derrière ce terme ? S'il n'y a pas de dénominateur commun : quelle valeur la comparaison a-t-elle ?	L'outil permettra de comparer des techniques effectivement mises en œuvre par le gestionnaire.
		L'outil propose des valeurs par défaut :	Ok quand on connaît ses propres valeurs, très imprécis avec des valeurs par défaut	Les valeurs par défaut seront enlevées pour les rendements
	Dernière ligne	Réglementaires ou non	Plutôt : « réglementée ou non »	Modifié

Compamed ZNA

16		Types de sites	<p>Pourquoi faire une distinction caniveaux et voirie, cela est un ensemble jamais traité de façon différentielle</p> <p>Qu'en est-il des autres compartiments : voie ferrée, forêts, aquatique qui font partie des ZNA dans le catalogue des usages.</p> <p>Ainsi que certaines zones cultivées en ZNA (type rond-point, massif fleuri...) qui ont des TVA et des homologations différentes et qui sont des problématiques bien particulières.</p>	<p>Les deux surfaces seront traitées de la même façon. Les autres types de surfaces que vous citez ne sont pas traitées dans le projet COMPAMED, ceci sera précisé sur la plateforme internet créée pour le projet et intégrant les informations sur le projet.</p>
16		Enrobé dégradé = sol perméable	Ceci n'est pas « réglementaire » car un enrobé reste imperméable	Modifié par " Sol perméable : sont considérés comme tels une allée de parc, une surface sablée ou gravillonnée, un enrobé dégradé, ou des joints en sable."
17	1 <sup>er</sup> paragraphe	Un opérateur passe plus vite....	Mal dit. Exemple à titre d'image, mais cela ressemble plus à une affirmation ou à une évidence	Modifié
18		Brossage monté sur balayeuse	Se restreint aux caniveaux	Technique non modélisée dans l'outil - supprimée
		Brossage poussé	Est-ce réellement opérationnel ?	Technique présente dans l'outil et validée par le COPIL
		Eau chaude système électrique	Est-ce encore utilisé ?	Technique présente dans l'outil et validée par le COPIL
19		Pulvérisateur à dos	Applicateur en tee shirt ! Où sont les EPI ?	Photo modifiée
		Lance sur chariot	Pourquoi rudimentaire ?	Terme supprimé
		Rampe sur chariot poussé	Manque total de sélectivité, à proscrire	Technique présente dans l'outil et validée par le COPIL
		Four sur chariot	Idem, tout sauf précis.... Qu'en est-il du reste de la biodiversité ?	Technique présente dans l'outil et validée par le COPIL

Compamed ZNA

20		Taux moyen enherbement de 15 %	Beaucoup pour sol imperméable (10 %) peu pour sol perméable (30 %), mauvaise moyenne. Une moyenne par type de sol serait plus judicieuse	Les taux d'enherbement par défaut ont été modifiés selon ce commentaire (30% pour perméable et 10% pour imperméable)
	4.2		Un nombre passage à priori pour chaque technique ne permet pas de définir une efficacité/résultat	L'utilisateur modélise l'itinéraire technique qu'il prévoit d'appliquer sur son site ou qu'il a déjà réalisé et qui ont donc un efficacité/résultat connu.
	4.5	Affichage des résultats	Il est anormal de pouvoir sélectionner les indicateurs, il faut conserver le global pour rester objectif et ne pas orienter le choix des techniques	Dans l'outil seront présents 5 indicateurs par défaut inamovibles et des indicateurs environnementaux seront disponible pour approfondir la comparaison.
		Analyse contribution	Peut-on juxtaposer plusieurs techniques afin de visualiser les comparaisons	Oui cette fonction est prévue dans l'outil
29	6.2.1	EPI	Durées de vie pas assez importantes : cartouches, masques, protections auditives  Durées de vie trop importantes : - gants réutilisables (600 h) - masques à cartouches (2500 h) - chaussures de sécurité - gant chimique	Ces hypothèses n'ont pas été modifiées car validées avec le COPIL et ayant d'influence sur le résultat final
30		Equipement sécurité	Durée de vie improbable : - Gilet : perdu ou trop sale - Gyrophare : cassé ou perdu avant 5 ans	Ces hypothèses n'ont pas été modifiées car validées avec le COPIL et ayant d'influence sur le résultat final
30	6.2.2	Matériels et situations modélisées	Les techniques chimiques (pulvé dos et pulvé/cadre) ne conviennent pas pour les caniveaux. Pourquoi le pulvé	Erreur modifiée

			infrarouge est-il prévu ?	
32	6.2.5	Durée de vie des matériels	Surestimée quel que soit le matériel : 10 ans trop long (casse, obsolescence...) Idem pour les matériels amortis sur 5 ans (trop fragiles)	Ces hypothèses n'ont pas été modifiées car validées avec le COPIL et ayant d'influence sur le résultat final
33	6.2.6	Modélisation fin de vie	Le tableau 7 ci-dessous est le tableau 8	Modifié
34	6.3.1		C'est honnête de dire qu'il y a une hétérogénéité très importante dans les relevés (rendement et consos). Les valeurs par défaut sont donc très critiquables (de surcroît avec un taux d'enherbement batard de 15 % et en faisant la moyenne des surfaces perméables et imperméables. Ce ne sont plus des valeurs par défaut mais plutôt des défauts dans les valeurs).  <u>Pourquoi ne pas prendre les valeurs des rendements et consos de l'action 1 ?</u>	Les valeurs par défaut seront enlevées pour les rendements
36	6.3.2.2	Tableau 9	<u>Brosseuse poussée</u> : comment faire cohabiter 2 valeurs telles que : - caniveau imperméable : 300 ml/h - surface imperméable : 648 m <sup>2</sup> /h → la largeur de la brosseuse est-elle supérieure à 2 m ?  <u>Binette</u> : 400 m <sup>2</sup> /h (soit 3 000m <sup>2</sup> /j) très performant ! (ou pas beaucoup d'herbe)	Les valeurs par défaut pour les rendements ne seront plus proposées dans l'outil
36/37	6.3.3.2	Tableau 10	<u>Four sur chariot</u> : 1 000 m <sup>2</sup> /h inconcevable si on a la prétention de détruire l'herbe (avancement équivalent à 1 km/h)  <u>Lance sur chariot</u> : incohérence entre 220 ml/h (caniveau) et 750 m <sup>2</sup> /h (surface)	Les valeurs par défaut pour les rendements ne seront plus proposées dans l'outil

37/38		Tableaux 10 et 12	<p>La moyenne des valeurs entre surface perméable et imperméable nuit fortement à la qualité des informations et remet en cause gravement la validité des données fournies par l'observatoire</p> <p>Aberration entre les rendements de la vapeur petit format (tableau 12) 445 m<sup>2</sup>/h et de la vapeur grand format 347 m<sup>2</sup>/h. Pourquoi dépenser plus ?</p>	Les valeurs par défaut pour les rendements ne seront plus proposées dans l'outil
39	6.3.5.1	Composition désherbant	<p>- La dilution du produit ne dépend ni du rendement ni du nombre de passage. C'est une décision technique dépendant entre autre du mode de pulvérisation choisi, de l'importance de la végétation, de la météo...</p> <p>- FDS Roundup Turbovert 2003 : FDS très ancienne</p> <p>En ZNA c'est le Turbovert DT qui doit être utilisé (réglementaire)</p>	L'étude a été mise à jour avec la FDS du turbovert DT a été utilisée pour la modélisation de la spécialité. Il a été nécessaire de réaliser une hypothèse sur la dilution du produit basée sur la dose homologuée.
49		Choix des valeurs par défaut	<p>Pulvérisateur/cadre a un rendement &lt; pulvé à dos (790 m<sup>2</sup>/h contre 815 m<sup>2</sup>/h)</p> <p>Par ailleurs ces valeurs sont proches de celles fournies pour les techniques thermiques. Or, mon expérience personnelle sur chantiers réels me permet d'affirmer que le désherbage chimique est entre 5 à 20 fois plus rapide que toutes les autres techniques.</p> <p>Cet écart très important provient à la fois d'une surestimation des données thermiques et d'une sous-estimation des données chimiques</p>	Les valeurs par défaut pour les rendements ne seront plus proposées dans l'outil

Projet Compamed ZNA – Action 3 Evaluation environnementale

<b>Nom du relecteur</b>	Thybaud
<b>Date</b>	17 septembre 2013

## **Rapport Documentation outil**

<b>Page(s)</b>	<b>Paragraphe/ tableau/figure</b>	<b>Partie faisant l'objet de la remarque</b>	<b>Remarque/ proposition de modification</b>	<b>Réponses EVEA</b>
45	6.3.5.4	Facteurs de caractérisation d'écotoxicité de l'AMPA et du surfactant	Je trouve cette approche très compliquée pour son intégration dans l'outil d'auto-évaluation  Je comprends qu'il existe de nombreuses formulations de glyphosate et que leurs compositions peuvent être variables néanmoins ne faudrait' il pas se placer dans un pire cas et donner une valeur par défaut unique	Une seule formulation de glyphosate sera proposée dans l'outil. Le turbovert DT. Ces paragraphes visent à expliquer les calculs réalisés pour obtenir les facteurs de caractérisation du surfactant.
45	6.3.5.4	Facteurs de caractérisation d'écotoxicité de l'AMPA et du surfactant	Des données de toxicité sont disponibles pour l'AMPA  Une recherche rapide /  <b>NOAL 28 jours rats= 100 mg/kg/j</b> Heath, J., Strutt, A. & Iswariah, V. (1993) AMPA: 4 week dose range finding study in rats with administration by gavage. Unpublished report No. 7803, IRI project No. 450860, dated 16 March 1993, from Inveresk. Research International, Tranent, Scotland. Submitted to WHO by Cheminova A/S, Lemvig, Denmark.  cité dans : JMPR, 2004. Pesticides residues in food 2004. Joint FAO/WHO Meeting on pesticide residues. Evaluation 2004. Part II Toxicological. IPCS International Programme on Chemical Safety. Rome, Italy, 20-29 september 2004. WHO/PCS/06.1  <b>NOAL 90 jours chien = 300 mg/kg/j</b> Williams GM, Kroes R, Munco C,	Les valeurs de toxicité de l'AMPA ont été mises à jour avec ces éléments.  Sur la toxicité du glyphosate un facteur de caractérisation a également été ajouté.

Compamed ZNA

			<p>2000. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate for humans, Regulatory Toxicology and Pharmacology (31):117-65.</p> <p><b>NOAEL Toxicité sur le développement Rat = 1000 mg/kg/j</b> Hazelden, K.P. (1992) AMPA: teratogenicity study in rats. Unpublished report No 7891, IRI project No.</p> <p>490421, dated 29 December 1992, from Inveresk Research International, Tranent, Scotland. Submitted to WHO by Cheminova A/S, Lemvig, Denmark.</p> <p>Cité dans :JMPR, 2004. Pesticides residues in food 2004. Joint FAO/WHO Meeting on pesticide residues. Evaluation 2004. Part II Toxicological. IPCS International Programme on Chemical Safety. Rome, Italy, 20-29 september 2004. WHO/PCS/06.1</p> <p>Je pense que l'UPJ doit être capable de fournir des infos</p>	
--	--	--	---	--

<b>Nom du relecteur</b>	Philippe Roux
<b>Date</b>	31 novembre 2013

## Rapport Documentation outil

### Remarque générale :

L'exercice de revue critique qui nous est demandé repose sur plusieurs documents et fichiers listés ci après :

 COMPAMED ZNA _Validation vitesses et intrants.xlsx	11 oct. 2013 18:59
 Documentation ACV outil Compamed.pdf	8 oct. 2013 18:40
 Outil COMPAMED V4.xlsx	8 oct. 2013 18:40
 Rapport ACV Compamed.pdf	24 oct. 2013 16:10

Aucun de ces documents ne se suffit à lui même et les liens entre eux (références, etc.) ne sont pas toujours évidents pour le lecteur. Notamment, l'essentiel de la phase d'inventaire du cycle de vie (ICV) est décrite dans la documentation de l'outil et est absente du rapport d'ACV. A l'inverse, la description des modèles d'émissions des pesticides dans l'air, l'eau et les sols sont absents de la documentation de l'outil (ils se trouvent dans le chapitre 6-Analyse de sensibilité du rapport d'ACV) alors qu'il s'agit des paramètres les plus importants du comparatif techniques chimiques versus alternatives. Il serait donc probablement préférable, que tous les descriptifs, les hypothèses et modèles ainsi que les données d'inventaire (ICV) et les calculs spécifiques de facteurs de caractérisation se trouvent dans un seul et unique rapport. Ce rapport précisant toutes les hypothèses pourrait être le rapport d'ACV et dans ce cas, la documentation de l'outil ne reprendrait alors que la description des paramètres et des règles de calculs spécifiques à l'outil et ferait référence pour le reste au rapport d'ACV complet. La lisibilité d'ensemble en serait probablement améliorée.

Notons aussi, que les remarques du rapport d'ACV qui s'appliquent aussi à ce document « documentation outil » n'ont pas été reprises ici.

Page(s)	Paragraphe/ tableau/figure	Partie faisant l'objet de la remarque	Remarque/ proposition de modification	Réponse EVEA
16 -17	2.1	Types de site	Dans la description de la typologie des situations en désherbage non agricole, les notions de traitements « surfaciques » (surfaces pouvant être infestée) ou « linéiques » (bordures de trottoirs, joints entres dalles,	§ ajouté page 13 « Selon la perméabilité du site un traitement

			etc.) n'est pas abordée. Il convient de mieux situer les techniques qui ont été étudiées par rapport à ce critère surfacique/linéique. Voir aussi certaines remarques générales réalisés dans le rapport d'ACV (Commentaire2 en annexe) .	surfacique (toute la surface pouvant être infestée) ou linéique (seulement une fissure sera susceptible d'être infestée) sera mis en place. Selon le type d'infestation ce ne sont pas les mêmes techniques qui pourront être mises en place. »
21	§4.5	Affichage des résultats	<p>Une remarque expliquant pourquoi les résultats d'ACV sont présentés « en base 100% » pourrait être ajoutée :</p> <p>.../... en ACV, les unités quantifiant les différents indicateurs d'impacts sont très disparates (e.g. kg de CO2 équivalent pour le réchauffement climatique, m3 pour la consommation en eau et PAF pour l'écotoxicité). Il est donc impossible de les représenter sur un graphique avec la même échelle en ordonnée. C'est pour cela qu'en ACV on représente :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soit des comparaisons de systèmes rendant le même service pour lesquels, indicateur par indicateur, le plus impactant des systèmes est représenté à 100% (maxi).</li> <li>• Soit pour un système seul, pour chaque catégorie d'impact, les contributions en % du total de chaque étape du cycle de vie</li> </ul>	Remarque ajoutée dans l'interface de l'outil web
34	§6.3	Valeurs par défaut	<p>Il semble que certaines valeurs par défaut, tel que par exemple la distance jusqu'au site (10km) ne soit pas explicitées.</p> <p>Préciser d'autre part si les paramètres par défaut sont ceux utilisés pour réaliser l'ACV décrite dans le rapport d'ACV (i.e. ceux issus des expérimentations), notamment pour le tableau en 6.3.5.5 page 49.</p>	Les valeurs par défaut ne seront pas proposées dans l'outil suite à des remarques de revue critique. Des itinéraires précis (géographie, taux d'enherbement, matériel, rendements) seront présentés pour aiguiller l'utilisateur
33	§6.2.6	Modélisation de la fin de vie	<p>Il conviendrait d'ajouter des explications et éventuellement un ICV concernant la fin de vie des emballages de pesticides : voir notamment</p> <p><a href="http://www.adivalor.fr/collectes/petits_bidons.html">http://www.adivalor.fr/collectes/petits_bidons.html</a></p> <p><a href="http://www.adivalor.fr/collectes/gros_bidons.html">http://www.adivalor.fr/collectes/gros_bidons.html</a></p> <p><a href="http://www.adivalor.fr/collectes/containers.html">http://www.adivalor.fr/collectes/containers.html</a></p>	Un paragraphe a été ajouté. Un ICV spécifique n'a pu être trouvé. Une fin de vie 100% incinération a été prise en compte.
55 et 57			Pour les matériels portés ou tractés, la consommation horaire des tracteurs n'est pas précisée (seule sa masse 685 kg). De façon plus	Une partie a été ajoutée 6.2.4 sur les véhicules tractants.

Compamed ZNA

			générale, la description des systèmes étudiés doit impérativement être améliorée en précisant notamment si l'appareil est autonome, portée ou trainé par un tracteur (2x4 ou 4x4, de quel puissance ? avec quelle consommation horaire) ou un camion (de quel type, quelle consommation ?) ; si il utilise une source d'énergie externe ou pas (prise de force tracteur ? groupe hydraulique tracteur ou camion ?), l'ordre de grandeur des puissances des systèmes embarqués ou externes...	La description des matériels en annexe a été complétée avec les informations disponibles sur les fiches techniques (description détaillée, puissance des systèmes, source d'énergie).
--	--	--	--	---

## ANNEXE revue critique :

### Préambule

La présente revue critique a été réalisée par Philippe ROUX, ingénieur à Irstea, Etablissement Public Scientifique et Technique ([www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)). L'objectif de cette revue est conforme aux principes de la norme ISO 14040 et aux exigences de la norme ISO 14044 c'est-à-dire qu'elle doit s'assurer que la méthodologie et les données utilisées sont en adéquation avec les objectifs de l'étude et sont conformes aux principes de l'ACV. La présente vérification a porté exclusivement sur **l'analyse du calculateur (fichier excel « Outil COMPAMED V4.xlsx ») et de sa documentation de référence** fourni à Irstea par EVEA (version du 8 oct. 2013) et pas sur les fichiers et données informatiques telles qu'elles ont pu être modélisées et saisies dans le logiciel SimaPro qui a été utilisé en amont de cette étude. Les formules et macro excel n'ont d'autres part pas été vérifiées.