



## ACTIVITE DE DESHERBAGE ETUDE DES RISQUES ET DE L'ORGANISATION DU TRAVAIL PRECONISATIONS

Rapport final

**Auteurs :**

Gaëla Brohan\*, Willy Buchmann\*\*, Pauline Laïlle\*\*\*, Delphine Teigné\* et Viviane Le Gall\*.

**Avril 2015**

**le cnam**  
Pays de la Loire

Mise à jour : juillet 2015

**Plante&Cité**  
Ingénierie de la nature **en ville**  
Center for landscape and urban horticulture

Financé par



\* Conservatoire National des Arts et Métiers des Pays de la Loire - Institut d'Hygiène Industrielle et de l'Environnement - Ouest

\*\* Conservatoire National des Arts et Métiers des Pays de la Loire - Pôle Travail et Développement

\*\*\* Plante & Cité

## RESUME

La réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques dans les zones non agricoles imposée par la réglementation liée à leur impact potentiel sur la santé et l'environnement a engendré l'émergence de techniques de désherbage alternatives notamment par l'usage de procédés thermiques ou mécaniques.

L'objectif de l'étude était d'investiguer les problématiques de risques professionnels engendrés par l'évolution des pratiques de désherbage en évaluant les risques générés par l'usage de différents matériels de désherbage mais aussi, en prenant en compte l'impact des choix organisationnels et stratégiques des structures sur la santé des travailleurs.

Les observations et entretiens menés sur le terrain, la constitution de groupes de travail de professionnels, la recherche bibliographique et la réalisation de campagnes de mesurages pour caractériser les expositions à certains facteurs de risques ont permis d'identifier les différentes situations et les risques associés aux conditions d'utilisation des techniques de désherbage investiguées. La réalisation d'une enquête par questionnaire a permis également de prendre en compte l'avis des agents en charge de la mise en œuvre de ces techniques. Enfin, la prise en compte de l'activité des gestionnaires, tout particulièrement des paramètres qu'ils prennent en compte dans la planification et l'organisation des opérations de désherbage, a permis de compléter l'étude par les aspects humains et organisationnels.

Les différentes techniques de désherbage peuvent présenter des risques pour la santé dont les dommages engendrés sont de gravité variable. L'étude présente des niveaux d'exposition à plusieurs facteurs de risque lors de l'usage de certains matériels de désherbage et précise les mesures de prévention à mettre en œuvre. Ces données pourront être utiles aux structures lors de l'évaluation des risques ou lors du choix d'un nouveau matériel.

Les modes de mise en œuvre (MMO) manuels sont les plus utilisés, et à tout âge. Ces mêmes MMO sont en proportion les plus impliqués par les jardiniers en termes de postures contraignantes, sollicitations répétées au niveau des membres supérieurs, y compris en termes de difficultés ou pénibilité associées. Ces résultats renvoient la nécessité de faire évoluer les organisations du travail pour protéger les jardiniers. Leur activité présente une grande variabilité liée à une multitude de déterminants qui s'influencent mutuellement, et qui auront un impact (positif ou négatif) sur le travail et la santé des jardiniers. Nous avons identifié six familles de déterminants : techniques, organisationnels, humains, climatiques, environnementaux, contractuels. Chaque déterminant identifié dans l'étude est susceptible d'être une cible d'amélioration des conditions de travail. Par ailleurs, en tenant compte des objectifs fixés, des moyens disponibles et des résultats attendus, les gestionnaires de ZNA ont une influence considérable sur le travail des jardiniers. Ils sont donc une ressource à privilégier pour la prévention des risques.

L'équipe projet a produit 11 livrables opérationnels :

- des fiches de synthèse hygiène et sécurité : 7 fiches relatives à chaque technique utilisée, 1 fiche concernant l'exposition aux facteurs de risque bruit, vibrations, poussières réputées sans effet spécifique et gaz d'échappement et 1 fiche relative aux risques transversaux ;
- 3 « fiches repère » sur l'organisation du travail à destination principalement des managers de proximité ;
- 1 application informatique « Management du désherbage et santé », aide à la conception et à l'organisation du travail à destination des gestionnaires et managers de proximité ([www.compamed.fr/compamed-santé](http://www.compamed.fr/compamed-santé)).

Les matériels de désherbage investigués peuvent présenter des niveaux d'exposition importants aux différents facteurs de risque. Une démarche d'évaluation et de prévention efficace doit donc être mise en place. Des préconisations de prévention sont proposées pour chacune de techniques étudiées. En complément, nous avons constaté que les difficultés rencontrées par les gestionnaires pour mobiliser des moyens, associées aux évolutions des pratiques, des espaces et des attentes sociales, remettent en question les modes de gestion des ZNA. Ainsi, des pistes se dégagent autour d'une gestion différente, encourageant la prise en compte du désherbage dès la conception des espaces, de manière à ne faire intervenir le désherbage curatif que lorsqu'il n'y a pas d'autre alternative.

## SOMMAIRE

Résumé .....	2
Sommaire .....	3
Liste des tableaux .....	6
Liste des figures .....	8
Partenaires .....	9
Remerciements.....	10
Acronymes, sigles et abréviations.....	11
Lexique.....	12
<b>1. Introduction et contexte du projet .....</b>	<b>15</b>
<b>2. Objectifs et finalités du projet.....</b>	<b>16</b>
<b>3. Eléments de cadrage et de conduite de projet .....</b>	<b>16</b>
3.1. Pilotage scientifique .....	16
3.2. Périmètre du projet.....	17
3.3. Phasage du projet.....	26
<b>4. Méthodologie.....</b>	<b>27</b>
4.1. Le groupe de travail.....	27
4.2. Les échelles d'investigation .....	28
4.3. Étude des facteurs de risque hygiène et sécurité .....	29
4.4. Étude de la charge physique ressentie.....	33
4.5. Étude des conséquences des choix organisationnels et structurels liés à l'entretien des espaces végétalisés .....	35
<b>5. Résultats .....</b>	<b>41</b>
5.1. Hygiène et sécurité.....	41
5.2. Charge physique ressentie .....	52
5.3. Approche ergonomique.....	60
<b>6. Discussion – bilan du projet .....</b>	<b>67</b>
6.1. Objectifs initiaux et résultats attendus .....	67
<b>7. Conclusion et perspectives.....</b>	<b>69</b>
<b>8. Liste des références bibliographiques .....</b>	<b>70</b>
<b>ANNEXES</b>	
<b>1. Annexe - Les matériels de désherbage.....</b>	<b>78</b>
<b>2. Annexe - La fiche de présentation du projet .....</b>	<b>79</b>
<b>3. Annexe - Le questionnaire d'évaluation de la charge physique ressentie .....</b>	<b>81</b>
3.1. La note d'information à destination du relais .....	83
3.2. La note d'information à destination des répondants.....	85

<b>4. Annexe - Le bruit .....</b>	<b>86</b>
4.1. Contexte et objectifs .....	86
4.2. Définition du bruit .....	86
4.3. Effets sanitaires de l'exposition au bruit .....	86
4.4. Paramètres physiques mesurés.....	87
4.5. Valeurs réglementaires.....	87
4.6. Matériel et méthode .....	88
4.7. Traitement des résultats .....	88
4.8. Résultats matériels de désherbage .....	88
4.9. Interprétation des résultats.....	92
4.10. Préconisations générales.....	92
4.11. Préconisations spécifiques .....	94
<b>5. Annexe - Les vibrations corps entier et mains-bras .....</b>	<b>95</b>
5.1. Contexte et objectifs .....	95
5.2. Définition des vibrations .....	95
5.3. Paramètres physiques mesurés.....	95
5.4. Effets sur la santé de l'exposition aux vibrations corps entier et mains-bras.....	96
5.5. Valeurs réglementaires.....	96
5.6. Matériel et méthode .....	97
5.7. Traitement des résultats .....	97
5.8. Résultats corps entier .....	97
5.9. Résultats mains-bras .....	100
5.10. Préconisations générales.....	103
5.11. Préconisations spécifiques .....	104
<b>6. Annexe - Les poussières réputées sans effet spécifique .....</b>	<b>106</b>
6.1. Contexte et objectifs .....	106
6.2. Définition des poussières recherchées et effet sanitaire .....	106
6.3. Paramètres physiques mesurés.....	106
6.4. Valeurs réglementaires.....	106
6.5. Matériel, méthode.....	107
6.6. Résultats .....	107
6.7. Préconisations générales.....	108
<b>7. Annexe - Les gaz d'échappement.....</b>	<b>109</b>
7.1. Contexte et objectifs .....	109
7.2. Les moteurs thermiques – définition .....	109
7.3. Les moteurs des machines portatives , 2 temps et 4 temps .....	110

7.4.	Réglementation des véhicules et appareils.....	110
7.5.	Effets sanitaires de l'exposition aux gaz d'échappement .....	111
7.6.	Composition des gaz d'échappement des moteurs diesel et essence.....	111
7.7.	Méthode.....	111
7.8.	Résultats .....	112
7.9.	Interprétations.....	118
7.10.	Préconisations pour les véhicules et appareils.....	119
<b>8.</b>	<b>Annexe - Le glyphosate .....</b>	<b>121</b>
8.1.	Contexte et objectifs .....	121
8.2.	Définition du glyphosate .....	121
8.3.	Effets sanitaires de l'exposition au glyphosate .....	122
8.4.	Matériels et méthodes de mesurage de l'exposition individuelle .....	123
8.5.	Mesurages réalisés .....	124
8.6.	Performances analytiques des méthodes .....	125
8.7.	Traitement des données de mesurage relatives à l'exposition individuelle .....	125
8.8.	Résultats .....	127
8.9.	Analyse des résultats.....	128
8.10.	Analyse statistique des déterminants des expositions .....	132
8.11.	Préconisations .....	133
<b>9.</b>	<b>Annexe - La fiche - lien entre les fiches .....</b>	<b>134</b>
<b>10.</b>	<b>Annexe - La fiche – technique thermique (flamme / air chaud / ir) .....</b>	<b>135</b>
<b>11.</b>	<b>Annexe - La fiche – technique thermique (eau / vapeur) .....</b>	<b>137</b>
<b>12.</b>	<b>Annexe - La fiche – technique mécanique .....</b>	<b>139</b>
<b>13.</b>	<b>Annexe - La fiche – technique manuel .....</b>	<b>141</b>
<b>14.</b>	<b>Annexe - La fiche – technique chimique.....</b>	<b>143</b>
<b>15.</b>	<b>Annexe - La fiche BVPG .....</b>	<b>149</b>
<b>16.</b>	<b>Annexe - La fiche risques transversaux .....</b>	<b>154</b>
<b>17.</b>	<b>Annexe - Résultats de l'évaluation de la charge ressentie par questionnaire.....</b>	<b>158</b>
<b>18.</b>	<b>Annexe - La fiche repère - conception des plans de charge et attribution des chantiers.....</b>	<b>180</b>
<b>19.</b>	<b>Annexe - La fiche repère - constitution des équipes .....</b>	<b>183</b>
<b>20.</b>	<b>Annexe - La fiche repère - transmission des informations.....</b>	<b>186</b>
<b>21.</b>	<b>Annexe - L'application management du désherbage et santé .....</b>	<b>189</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Types de matériels de désherbage chimique rencontrés.....	17
Tableau 2 : Types de matériels de désherbage thermique à gaz rencontrés.....	18
Tableau 3 : Types de matériels de désherbage à air chaud rencontrés.....	19
Tableau 4 : Types de matériels de désherbage thermique à eau rencontrés.....	20
Tableau 5 : Types de matériels de désherbage mécanique rencontrés.....	21
Tableau 6 : Types de désherbage manuel rencontrés.....	22
Tableau 7 : Liste des structures.....	27
Tableau 8 : Liste des observations réalisées par les hygiénistes.....	29
Tableau 9 : Liste des facteurs de risque.....	30
Tableau 10 : Approche conventionnelle.....	32
Tableau 11 : Récapitulatif des observations de terrain.....	39
Tableau 12 : Valeurs réglementaires françaises - bruit.....	42
Tableau 13 : Valeurs réglementaires françaises - vibrations corps entier.....	43
Tableau 14 : Valeurs réglementaires françaises – vibrations mains-bras.....	45
Tableau 15 : Niveaux d'exposition aux poussières en fonction du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition (sol sable et gravillons).....	47
Tableau 16 : Résultats des données d'expositions individuelles selon les modalités matériel d'application et activité de l'agent.....	49
Tableau 17 : Valeurs réglementaires françaises - bruit.....	88
Tableau 18 : Niveau de bruit en fonction du matériel - comparaison aux valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action de prévention.....	89
Tableau 19 : Niveaux de bruit de différents tracteurs.....	91
Tableau 20 : Valeurs réglementaires françaises - vibrations corps entier.....	97
Tableau 21 : Niveaux d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition.....	98
Tableau 22 : Valeurs réglementaires françaises – vibrations mains-bras.....	100
Tableau 23 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du véhicule - comparaison aux valeurs limites d'exposition.....	100
Tableau 24 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition.....	101
Tableau 25 : Niveaux d'exposition aux poussières en fonction du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition.....	107
Tableau 26 : Extrait d'un tableau repris d'une présentation de l'étude de Surot et al. (2009)......	110
Tableau 27 : Ordre de grandeur des principaux polluants produits par les moteurs thermiques d'engins.....	111
Tableau 28 : Classification des substances selon le règlement CLP.....	112
Tableau 29 : Type de valeur limite selon la substance.....	112
Tableau 30 : Niveaux d'exposition au benzène - Tondeuse marchant essence 4 temps - comparaison aux valeurs limites d'exposition.....	113
Tableau 31 : Niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement - Débroussailleuse essence 2 temps - Mélange essence huile à faire soi-même - comparaison aux valeurs limites d'exposition.....	114
Tableau 32 : Niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement - Débroussailleuse essence 2 temps - Mélange tout prêt - comparaison aux valeurs limites d'exposition.....	114
Tableau 33 : Niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement - Divers engins diesel - Comparaison aux valeurs limites d'exposition - Groupe comprenant des professionnels travaillant à l'intérieur et autour de tracteurs agricoles, camions et locomotives de manœuvre- sans trafic aux alentours.....	115
Tableau 34 : Valeurs d'immission du carbone élémentaire - mesurages sur 4 stations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	116

Tableau 35 : Niveaux d'exposition aux particules diesel - Population de professionnels travaillant à l'extérieur - Angers - comparaison aux valeurs limites d'exposition - Groupe comprenant des agents d'entretien parcs et jardins, agents de maîtrise, policiers et agents d'entretien de la ville.....	116
Tableau 36 : Présentation des traitements ayant fait l'objet de mesurages selon les modalités pulvérisateur à dos; applicateur et aide-applicateur .....	124
Tableau 37 : Présentation des traitements ayant fait l'objet de mesurages selon les modalités pulvérisateur motorisé; applicateur et aide-applicateur.....	124
Tableau 38 : Méthodes d'extraction et d'analyses développées pour l'ensemble des compartiments étudiés	125
Tableau 39 : Performances analytiques des méthodes d'analyse .....	125
Tableau 40 : Résultats des données d'expositions individuelles selon les modalités matériel d'application et activité de l'agent .....	127
Tableau 41 : Résultats des données d'expositions individuelles quels que soient l'activité ou le matériel utilisé .....	127
Tableau 42 : Résultats des données d'exposition cutanée individuelle au glyphosate et AMPA <sup>1</sup> en fonction du matériel et de l'activité de l'agent - comparaison à l'AOEL <sup>2</sup> .....	129
Tableau 43 : Résultats d'analyse statistique des déterminants de l'exposition cutanée totale et de l'imprégnation .....	132

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Exemples de matériels de désherbage chimique .....	18
Figure 2 : Exemples de matériels de désherbage à flamme directe et indirecte .....	19
Figure 3 : Exemples de matériels de désherbage à air chaud .....	19
Figure 4 : Exemples de matériels de désherbage à eau chaude et à vapeur .....	20
Figure 5 : Exemples de matériels de désherbage mécanique .....	21
Figure 6 : Exemples de désherbage manuel.....	22
Figure 7 : Les échelles d'investigation .....	28
Figure 8 : Représentation schématique de l'approche ergonomique, d'après Buchmann et Landry, 2010 .....	35
Figure 9 : Modèle « classique » gestionnaire (Bourgeois et Hubault, 2005).....	37
Figure 10 : Niveaux de bruit en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires.....	43
Figure 11 : Niveaux d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires .....	44
Figure 12 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du véhicule - comparaison aux valeurs réglementaires.....	45
Figure 13 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires.....	46
Figure 14 : Pourcentage du nombre de fois que chacune des 4 zones étudiées ressort comme étant la zone la plus exposée .....	50
Figure 15 : Cinétiques d'élimination du glyphosate pour 10 Hommes-Traitements en µg/L d'urine.....	51
Figure 16 : Localisation des douleurs articulaires liées au travail .....	52
Figure 17 : Douleurs articulaires liées au travail ces 7 derniers jours, selon l'âge .....	53
Figure 18 : Nombre de modes de mise en œuvre utilisés.....	54
Figure 19 : MMO qui entraînent des postures contraignantes, difficiles ou pénibles .....	55
Figure 20 : MMO qui entraînent des efforts ou ports de charges lourdes difficiles ou pénibles.....	55
Figure 21 : MMO qui entraînent des sollicitations répétées épaules/coudes/mains difficiles ou pénibles .....	56
Figure 22: Schéma corporel proposé pour la localisation des douleurs ressenties .....	57
Figure 23: Nombre de réponses sur les douleurs associées au désherbage, par technique x MMO .....	57
Figure 24: Nombre de sièges de douleurs déclarés .....	58
Figure 25 : Fréquence de déclaration des sièges de douleurs, par technique et MMO étudiés .....	58
Figure 26 : Les déterminants du travail des jardiniers .....	60
Figure 27 : Les parties prenantes de la gestion d'une ZNA, et leurs relations .....	63
Figure 28 : Reconstitution graphique des évolutions de contexte de gestion des espaces verts.....	65
Figure 29 : Niveaux de bruit en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires.....	90
Figure 30 : Niveaux d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires .....	99
Figure 31 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du véhicule - comparaison aux valeurs réglementaires.....	100
Figure 32 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires.....	102
Figure 33 : Photo d'un applicateur et d'un aide applicateur.....	121
Figure 34 : Exemple de lecture des tableaux.....	124
Figure 35 : Exemple de calcul utilisé pour exprimer l'exposition cutanée du corps. ....	126
Figure 36 : Pourcentage du nombre de fois que chacune des 4 zones étudiées ressort comme étant la zone la plus exposée glyphosate+AMPA (b), légende utilisée (a). ....	128
Figure 37 : Cinétiques d'élimination du glyphosate pour 10 Hommes-Traitements en µg/L d'urine.....	130
Figure 38 : Cinétiques d'élimination du glyphosate pour 10 Hommes-Traitements en µg/g de créatinine.....	131

## **PARTENAIRES**

### **Conservatoire National des Arts et Métiers des Pays de la Loire – Institut d’Hygiène Industrielle et de l’Environnement - Ouest**

- Direction scientifique : Nathalie Faisant (2013 – 2014) – Viviane Le Gall (2014 –2015)
- Hygiénistes du travail : Delphine Teigné (2013 – 2014) – Gaëla Brohan (2014 –2015)

#### **Cnam - IHIE - Ouest**

165 rue de la barre  
Cs 108 44  
49 008 Angers cedex 01

### **Conservatoire National des Arts et Métiers des Pays de la Loire - Pôle Travail et Développement**

- Ergonomes : Willy Buchmann (2013 – 2015) – Christophe Réal (2013 – 2015)

#### **Cnam - PTD**

25 boulevard Guy Mollet  
44 311 Nantes cedex 3

#### **Plante et Cité**

- Direction : Caroline Gutleben (2013 – 2015)
- Ingénieur agronome : Pauline Laille (2013 – 2015)

#### **Plante et Cité**

3 rue Fleming  
49 066 Angers cedex 1

*Sources des photographies : Cnam IHIE et PTD, Plante et cité et Droits réservés.*

## REMERCIEMENTS

Nous remercions les financeurs de ce projet ainsi que les professionnels pour leur contribution à ce projet :

Institutionnels financeurs de ce projet :

- Fédération Val'hor représentée par Monsieur Philippe Douard,
- Ministère chargé de l'Agriculture représenté pour le suivi du projet par Monsieur Olivier Briand,
- Mutualité Sociale Agricole du Maine et Loire représentée pour le suivi du projet par Madame Séverine Giacomini.

Professionnels membres du groupe de travail, impliqués dans ce projet :

- Monsieur Stéphane Anclin (Ville du Havre),
- Madame Sarah André (Ville du Paris),
- Monsieur Philippe Beuste (AAPP),
- Monsieur Hassane Bouyahia (Euro Disney),
- Monsieur Alexis Duconseil (groupe Sanef),
- Monsieur Dominique Foulonneau (Ville de Briollay),
- Madame Mélanie Viaud et Monsieur Pascal Franchomme (Arbora),
- Monsieur Christian Griffon (Ville d'Angers),
- Monsieur François Lauzeral (SNCF),
- Monsieur Jean Pierre Mauduit (Ville de Nantes),
- Madame Jocelyne Myslinski (Conseil Général de l'Oise),
- Monsieur Gérard Pidoux, (Forêt Assistance),
- Monsieur Olivier Planchenault (SARL Planchenault),
- Monsieur Robert Romain (SNCF),
- Monsieur Olivier Toulic (Groupe Sanef, autoroute SAPN).

Nous remercions également,

- les agents de terrain qui ont participé au projet lors des travaux d'observations et des mesures ainsi qu'à l'enquête sur l'évaluation de la charge physique ressentie,
- les agents du CNFPT (Centre National de la Fonction Publique Territoriale) qui ont contribué à la diffusion du questionnaire d'enquête sur l'évaluation de la charge physique ressentie,
- Thomas Bazin, élève ingénieur, qui a contribué en tant que stagiaire à l'IHIE à l'analyse des risques professionnels des jardiniers lors des travaux de désherbage.

## ACRONYMES, SIGLES ET ABREVIATIONS

- AMPL** : AMPLitude urinaire
- BVPG** : Bruit, Vibrations, Poussières réputées sans effet spécifique et Gaz d'échappement
- CIRC** : Centre International de Recherche contre le Cancer
- CLP** : Classification, Labelling, Packaging (classification et étiquetage des produits)
- COMPAMED** : COMPArison des MÉthodes de Désherbage
- DL** : Dose Létale
- ETG** : Écart Type Géométrique
- GNR** : Gazole Non Routier
- HJT** : Homme-Jour-Traitement
- HT** : Homme-Traitement
- HTS** : Homme-Traitement-Substance
- LC/MS** : Liquid Chromatography (chromatographie en phase liquide) / Mass Spectrometry (spectrométrie de masse)
- LD** : Limite de Détection
- LQ** : Limite de Quantification
- MG** : Moyenne Géométrique
- MMO** : Mode de Mise en Œuvre
- MS** : Mass Spectrometry (spectrométrie de masse)
- MS/MS** : Mass Spectrometry/Mass Spectrometry (spectrométrie de masse en tandem)
- OCDE (OECD)** : Organisation for Economic Co-opération and Development
- PICB** : Protecteurs Individuels Contre le Bruit
- SCOEL** : Scientific Committee on Occupational Exposure Limits - Valeur limite - Europe
- T** : Traitement
- TMS** : Troubles Musculo Squelettiques
- TRK** : Technische RichtKonzentrationen - Concentrations techniques de référence - Allemagne
- VDA inf.** : Valeur d'exposition inférieure Déclenchant l'Action de prévention
- VDA sup.** : Valeur d'exposition supérieure Déclenchant l'Action de prévention
- VDV** : Valeur de la Dose de Vibrations
- VLE** : Valeur Limite d'Exposition
- ZNA** : Zone Non Agricole

### Activité de travail

En ergonomie, l'activité correspond à la mobilisation du sujet pour réaliser une tâche. Cette mobilisation ne résulte qu'indirectement de la tâche. L'opérateur couple la tâche prescrite avec des éléments qui lui sont propres (ses compétences, ses représentations du métier, son état du moment) (Falzon, 2013).

### Appareil de désherbage

Machine telle qu'elle est vendue servant à désherber (pulvérisateur, brûleur, etc. L'appareil fait référence aux systèmes techniques mettant en œuvre le principe de désherbage, aux systèmes de génération de la chaleur ou de stockage des produits (ex : gaz, chaudières fonctionnant avec un groupe électrogène ou au carburant, système de dilution), aux systèmes éventuels de détection utilisés (opto électronique), aux systèmes d'applications (buse, rampe, lance, soufflerie, rotation d'un outil, etc.).

### Astreinte

Avec une vision d'un opérateur actif dans son environnement, l'ergonome appréhende l'astreinte comme une combinaison entre les contraintes de la situation de travail et les manières dont celles-ci sont vécues, perçues ou régulées par l'opérateur ou le collectif (Buchmann, 2013).

### Contrainte

L'ensemble des influences physiques imposées à l'Homme par le milieu dans lequel il séjourne (...). L'analyse du travail a conduit à élargir cette acception de la notion de contrainte en y intégrant l'ensemble des exigences induites par le poste de travail et des conditions prescrites de réalisation de la tâche (Darses, 1997).

### Désherbage

Le désherbage est l'action qui consiste à supprimer les végétaux non désirés. Cette action peut être **curative** lorsque l'objectif est l'élimination, la destruction des végétaux déjà présents. Elle peut être **préventive** lorsque l'objectif est d'empêcher en amont le développement des végétaux. Le point d'entrée du projet Compamed Santé (tout comme Compamed ZNA) est le désherbage au sens curatif du terme, c'est-à-dire lorsque le végétal est visible et doit être supprimé. Le désherbage préventif n'est pas pris en compte dans le projet Compamed Santé.

### Déterminant du travail

Éléments de l'organisation ou du contexte, extérieurs au travailleur, et qui déterminent, conditionnent, contraignent son activité, à la fois à un instant t. mais aussi à moyen ou long terme.

### Ergonomie : Définition de l'ergonomie de l'International Ergonomics Association

L'ergonomie est :

- la discipline scientifique qui s'occupe de la compréhension des interactions entre les hommes et les autres éléments d'un système,
- la profession qui applique les théories, les principes, les données, et les méthodes pour concevoir dans le but d'optimiser le bien-être des hommes et la performance du système dans son ensemble.

L'ergonomie favorise une approche holistique dans laquelle des considérations physiques, cognitives, sociales, organisationnelles et environnementales sont prises en compte.

## **Exposition**

Situation dans laquelle un travailleur peut subir l'effet d'une nuisance du fait de son activité professionnelle. Dans le cas d'une exposition à un polluant (nuisance échantillonnable), cette situation comporte un risque de pénétration dans l'organisme, que ce soit par voie respiratoire, orale ou parfois cutanée (AFNOR, norme XP X 43-244).

## **Facteur de risque**

Aspect du comportement personnel ou des habitudes de vie, exposition à des dangers dans l'environnement ou caractéristique innée ou héréditaire qui, selon les données épidémiologiques, est reconnu pour être associé à des états de santé qu'il est jugé important de prévenir.

L'usage du terme facteur de risque est plutôt imprécis et peut désigner l'une ou l'autre des réalités suivantes :

1. Un attribut ou une exposition associé à une probabilité accrue d'un résultat particulier, comme la survenue d'une maladie. Il ne s'agit pas nécessairement d'un facteur causal. On l'appelle aussi Marqueur de risque.
2. Un attribut ou une exposition qui augmente la probabilité de survenue d'une maladie ou d'un autre résultat particulier. Il s'agit alors d'un déterminant.
3. Un déterminant qui peut être modifié par une intervention, ce qui a pour effet de réduire la probabilité de survenue d'une maladie ou d'autres résultats déterminés. Pour éviter la confusion, on pourra parler de facteur de risque modifiable (<https://lecnam.net/>).

## **Hygiène du travail**

L'hygiène du travail est la science de l'anticipation, de l'identification, de l'évaluation et de la maîtrise des risques professionnels qui pourraient nuire à la santé et au bien-être des travailleurs. Elle prend également en compte l'impact éventuel de ces risques sur les collectivités avoisinantes et sur l'environnement en général.

Le rôle de l'hygiène du travail est précisément de prévenir et de maîtriser les risques liés aux activités professionnelles. L'hygiène du travail a notamment pour objectif de protéger et de promouvoir la santé des travailleurs, de protéger l'environnement et de favoriser un développement sûr et durable (Berenice, 2000).

## **Matériel de désherbage**

Le matériel de désherbage a été défini comme résultant du croisement de la technique de désherbage (chimique, thermique, mécanique) avec la façon dont elle est mise en œuvre (par un véhicule tout terrain, par un appareil à pousser/tirer ou à porter, etc.).

## **Méthode de désherbage**

Le mode d'emploi, la procédure théorique explicitant l'utilisation du matériel de désherbage. La méthode renferme donc les recommandations et aspects réglementaires.

## **Mode de mise en œuvre**

Le mode de mise en œuvre est la façon dont les appareils de désherbage sont **mis en œuvre** (*via* un tracteur, un appareil à pousser, sur le dos, etc.), en fonction notamment du type de sol et de la surface à traiter.

## **Outil de désherbage**

Objet qui permet de supprimer les végétaux en les arrachant, coupant, retournant (ex : coupole, brosse, couteau, etc.).

## Plan de gestion différenciée

Outil managérial qui aide à faire évoluer le modèle horticole standard en intégrant à la gestion des espaces verts un souci écologique. Il permet de gérer au mieux le patrimoine vert d'une ville avec des objectifs précis et en tenant compte des moyens humains. Il crée de nouveaux types d'espaces plus libres correspondant à une utilisation contemporaine aux fonctions plus variées ([www.gestiondifferentiee.org](http://www.gestiondifferentiee.org)).

## Pratique de désherbage

La pratique de désherbage se définit comme la façon dont **le travailleur** s'approprie, utilise le matériel de désherbage et s'organise. Elle intègre les réglages que le travailleur peut faire, les protections qu'il peut utiliser, etc. La pratique de désherbage conduit à des **situations de travail** singulières. La pratique de désherbage dépend de la **stratégie** mise en œuvre par l'individu.

Mise en œuvre réelle du matériel de désherbage, en adéquation ou non avec la méthode prescrite.

## Principe de désherbage (=Procédé de désherbage)

Le principe de désherbage fait référence aux possibilités pour supprimer des végétaux non désirés. Trois principes font partie du périmètre de COMPAMED Santé. Les végétaux peuvent être détruits au moyen d'un (1) produit chimique, (2) d'une source de chaleur. Ils peuvent également être arrachés/éliminés par une (3) force mécanique.

## Risque

Le risque est la probabilité d'apparition d'un dommage occasionné par le potentiel dangereux ou encore de survenue d'un effet non désiré. Pour qu'il y ait risque, il faut qu'il y ait exposition au danger (prendre un risque = s'exposer à un danger).

## Situation dangereuse

La situation dangereuse est lorsque l'individu est exposé à un danger. L'exposition peut entraîner un dommage immédiatement ou à plus long terme (AFNOR, norme NF EN ISO 12100-1).

## Situation de travail

L'ensemble des éléments qui composent les conditions de travail, l'activité de travail et les résultats du travail (Guérin, Laville et Daniellou, 2007)

## Technique de désherbage

Dans le cadre du projet Compamed Santé, différentes techniques ont été retenues répondant aux trois principes cités précédemment. Ces techniques sont :

- L'utilisation de produits phytopharmaceutiques (PP) bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) ; plus spécifiquement les PP contenant du glyphosate (substance active permettant un désherbage curatif).
- L'utilisation de l'air chaud, de la vapeur d'eau, de l'eau chaude, d'une flamme (mono ou multi), et d'un rayonnement infrarouge comme sources de chaleur.
- L'utilisation de différents outils (coupole, couteau, racloir, lame, etc. ou la main quand c'est elle qui arrache le végétal) comme forces mécaniques.

## 1. INTRODUCTION ET CONTEXTE DU PROJET

Après plus de 50 ans d'utilisation intensive, les substances actives qui composent les produits phytopharmaceutiques font parties des substances chimiques qui suscitent le plus d'interrogations quant aux risques qu'elles présentent pour la santé humaine et pour l'environnement (Ineris, 2007).

Les professionnels des Zones Non Agricoles (ZNA) ont développé, en complément des méthodes chimiques traditionnelles, de nouvelles stratégies pour le désherbage curatif, en faisant appel à des procédés thermiques et/ou mécaniques diversifiés.

L'évolution des pratiques de désherbage, en faveur de la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, prend des orientations variées dont il n'a pas encore été fait preuve qu'elles menaient aux objectifs de réduction des impacts sur l'ensemble des compartiments de l'environnement comme sur la santé des opérateurs.

Les conditions techniques optimales d'utilisation des méthodes de désherbage, les coûts économiques de mise en œuvre et le rapport coûts-avantages pour l'environnement ont fait l'objet d'acquisition de données dans le cadre du programme Compamed ZNA sur la comparaison des méthodes de désherbage utilisées en ZNA.

Les problématiques de risque sanitaire liées aux techniques de désherbage n'ont encore jamais été étudiées dans leur globalité que ce soit dans la comparaison des techniques chimiques, thermiques et mécaniques ou dans la prise en compte de l'ensemble des dimensions sanitaires. Elles répondent à une forte demande des utilisateurs professionnels et donneurs d'ordre. On estime en effet que 80 000 agents des collectivités territoriales et 80 000 emplois des 20 000 entreprises du paysage prestataires (Unep, 2010) sont concernés par les problématiques de désherbage, ce qui laisse entrevoir l'importance des enjeux sanitaires. Le point d'entrée du projet COMPAMED Santé (tout comme COMPAMED ZNA) est le désherbage au sens curatif du terme, c'est-à-dire lorsque le végétal est visible et doit être supprimé. Le désherbage préventif n'est pas pris en compte dans le projet COMPAMED Santé.

Ainsi, le projet Compamed Santé (2013-2015) propose d'apporter une dimension complémentaire au programme de recherche Compamed ZNA pour évaluer et comparer les risques professionnels associés aux différentes méthodes de désherbage. Il s'appuie d'une part sur le comité de pilotage technique du programme Compamed ZNA, et d'autre part sur les compétences complémentaires des différents partenaires de Compamed Santé.

Ce rapport constitue un premier recueil de données sur le sujet de l'évaluation des risques des différentes techniques de désherbage et apporte des outils pour aider les décideurs dans leur choix au niveau de la stratégie de gestion des espaces verts et de la mise en œuvre de techniques.

Peu de données existent sur le sujet de l'évaluation des risques des différentes techniques de désherbage, aussi ce rapport a pour objectif d'apporter un premier état de la situation. Il permet d'identifier également les pistes d'approfondissement qui restent à investiguer.

## 2. OBJECTIFS ET FINALITES DU PROJET

L'objet de ce projet est d'étudier les risques professionnels liés au désherbage, par la comparaison des techniques chimiques, thermiques et mécaniques et la prise en compte de l'ensemble des dimensions du travail et de son organisation.

L'étude Compamed Santé propose :

- de documenter, d'évaluer et de comparer, dans une approche pluridisciplinaire, les risques liés à l'usage professionnel des techniques de désherbage chimiques, thermiques et mécaniques utilisées en Zones Non Agricoles (ZNA),
- de compléter un outil d'aide à la décision élaboré dans le cadre du projet Compamed ZNA prenant en compte les enjeux du désherbage, les facteurs de risque et de construction de la santé et les leviers d'action,
- de développer des préconisations en matière de prévention des risques professionnels auprès des utilisateurs et des gestionnaires de ZNA.

Ce projet a bénéficié d'un soutien financier : action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture (sur l'axe 9 du plan Ecophyto), avec l'appui financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto 2018 et action aidée financièrement par la MSA (Mutualité Sociale Agricole) et l'interprofession Val'Hor.

Le projet a commencé en février 2013 et s'est terminé en décembre 2014 (23 mois).

## 3. ELEMENTS DE CADRAGE ET DE CONDUITE DE PROJET

### 3.1. PILOTAGE SCIENTIFIQUE

Les différents partenaires du programme apportent chacun des compétences complémentaires pour l'analyse des situations de travail.

L'Institut d'Hygiène Industrielle et de l'environnement (IHIE) du Cnam des Pays de la Loire propose une étude des facteurs de risques sanitaires potentiels provoqués par la mise en œuvre des techniques de désherbage (bruit, vibrations, etc.).

Le pôle Travail et Développement (PTD) du Cnam des Pays de la Loire propose une approche ergonomique systémique du travail et de l'activité de désherbage pour identifier chez les jardiniers :

- les facteurs de risque et de construction de la santé,
- les leviers d'action pour améliorer les résultats du travail, tant du point de vue de l'efficacité du désherbage que de la santé des jardiniers.

L'association Plante & Cité assure la coordination avec le programme Compamed ZNA.

Afin d'assurer le suivi et le bon déroulement de l'étude dans sa réalisation, un comité de pilotage a été créé. Il est composé de deux représentants de chacun des partenaires du projet Compamed Santé (Cnam IHIE, Cnam PTD, Plante et Cité). Des représentants de la MSA 49 et du bureau de santé sécurité au travail du Ministère chargé de l'Agriculture, co-financeurs du projet ont été sollicités pour fournir un avis d'expert.

## 3.2. PERIMETRE DU PROJET

### 3.2.1. Matériels de désherbage concernés

Le matériel de désherbage a été défini comme résultant du croisement de la technique de désherbage (chimique, thermique, mécanique) avec la façon dont elle est mise en œuvre (par un véhicule tout terrain, par un appareil à pousser/tirer ou à porter, etc.).

Le tableau en annexe 1 présente les techniques de désherbage existantes et les matériels associés, par mode de mise en œuvre, de léger (1ère ligne) à lourd (dernière ligne). Les visuels y figurent pour illustration, l'offre commerciale française étant variée pour la plupart de ces catégories.

Les paragraphes suivants décrivent le matériel pris en compte dans le cadre de Compamed Santé.

#### 3.2.1.1. Désherbage chimique

Le tableau 1 et les photos qui suivent présentent les types de pulvérisateurs rencontrés, par gabarit, du plus léger au plus lourd.

Tableau 1 : Types de matériels de désherbage chimique rencontrés

Photo	Type d'appareil	Description
1	Pulvérisateur à dos	Réservoir d'une vingtaine de litres, lance permettant une application au sol sans se baisser.
2	Brouette de pulvérisation	Réservoir 50 à 200 L, conducteur marchant
3, 4	Pulvérisateur à détection infrarouge	Cuve > 100 L embarquée sur un utilitaire type petit tracteur, muni d'une rampe à détection infrarouge et parfois d'une lance en appont. Selon les cas, nécessite 1 ou 2 agent(s) (rampe avec ou sans lance actionnée par le conducteur, ou lance actionnée par un 2 <sup>e</sup> agent)
5, 6	Pulvérisateur sur cadre ou tracté	Cuve > 100 L embarquée ou remorquée, munie d'une ou deux lance(s). Nécessite 1 conducteur + 1 ou 2 applicateur(s), selon le nombre de lance(s) et les caractéristiques du lieu à traiter.





Figure 1 : Exemples de matériels de désherbage chimique

### 3.2.1.2. Désherbage thermique à flamme

Le tableau 2 et les photos qui suivent présentent les types de brûleurs rencontrés, par gabarit, du plus léger au plus lourd.

Tableau 2 : Types de matériels de désherbage thermique à gaz rencontrés

Photo	Type d'appareil	Description
1, 2	Lance portée	Bouteille de gaz (6kg) placée dans un harnais, parfois combiné avec chariot léger pour tirer la charge au sol ; manipulé par un agent seul.
2, 3	Lance sur chariot tracté	Bouteille de gaz (13kg) installée sur un chariot métallique ; manipulé par un agent seul.
4, 5	Rampe sur chariot poussé (4) ou autotracté (5) ( <i>flamme directe</i> )	1 ou 2 bouteille(s) montée(s) sur un chariot métallique, portant une rampe de 3 à 5 brûleurs, parfois combinée avec une lance ; manipulé par un agent seul.
6	Four sur chariot poussé ( <i>flamme indirecte</i> )	1 ou 2 bouteille(s) montée(s) sur un chariot relativement lourd, portant un four de largeur variable ; manipulé par un agent seul.

Nécessite 2 personnes pour charger / décharger l'appareil sur un utilitaire.

Refroidit plus lentement que les autres appareils.





Figure 2 : Exemples de matériels de désherbage à flamme directe et indirecte

### 3.2.1.3. Désherbage thermique à air chaud

Le tableau 3 et les photos qui suivent présentent des désherbeurs à air chaud du gabarit de ceux rencontrés sur le terrain pendant l'étude.

Tableau 3 : Types de matériels de désherbage à air chaud rencontrés

Photo	Type d'appareil	Description
1, 2	Air chaud	Air chaud entre 370 et 420°C projeté sur le sol par une turbine entraînée par un moteur hydraulique. Conducteur marchant, autotracteur. Manipulé par un agent seul, peut nécessiter une 2 <sup>e</sup> personne pour charger-décharger l'appareil.



Figure 3 : Exemples de matériels de désherbage à air chaud

### 3.2.1.4. Désherbage thermique à eau

Le tableau 4 et les photos qui suivent présentent les types de désherbeurs à eau rencontrés, par type d'action et par gabarit lorsque le cas se présente. Pour ces techniques, un temps de chauffe doit être respecté, afin d'atteindre une température et une pression d'eau ou de vapeur d'eau adéquates.

Tableau 4 : Types de matériels de désherbage thermique à eau rencontrés

Photo	Type d'appareil	Description
1	Vapeur	Cuve < 100 L montée sur un chariot comportant pompe et chaudière, alimentées par batterie, et muni d'une lance. Manipulé par un agent seul.
2	Vapeur	Cuve > 100 L chargée sur un utilitaire, munie d'une ou deux lance(s). Un groupe électrogène alimente une chaudière et une pompe. Manipulé par 1 à 3 agent(s).
3	Eau chaude	Cuve > 100 L chargée sur un 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).



Figure 4 : Exemples de matériels de désherbage à eau chaude et à vapeur

### 3.2.1.5. Désherbage mécanique

Le tableau 5 et les photos qui suivent présentent les types de désherbeurs mécanique rencontrés, par type d'action et par gabarit lorsque le cas se présente.

Tableau 5 : Types de matériels de désherbage mécanique rencontrés

Photo	Type d'appareil	Description
1	Outil mécanisé	Ici, une binette-sarcluse comportant un moteur. Certains appareils tels que celui-ci sont très proches des outils à main dont ils sont dérivés, et assurent la même fonction.
2, 3, 4	Brossage	Il est possible d'adapter des brosses de désherbage, en acier, à des appareils prévus initialement pour d'autres usages, tels qu'une débroussailluse ou une balayeuse. Il existe également des appareils dédiés, type brosseuse conducteur marchant.
5, 6	Travail du sol	Module tracté par un utilitaire, généralement un petit tracteur, et muni de lames, griffes, rouleaux...
7	Travail du sol	Râteau bunker : équivalent à une grille, pour ratisser et déchausser les adventices.



Figure 5 : Exemples de matériels de désherbage mécanique

### 3.2.1.6. Désherbage manuel

Le tableau 6 et les photos qui suivent présentent les outils à main rencontrés sur le terrain pendant l'étude, ainsi que le désherbage manuel.

Tableau 6 : Types de désherbage manuel rencontrés

Photo	Type d'appareil	Description
1, 2	Outils à main	Binette, couteau, piochon, sarcloir...
3	Arrachage manuel	Désherbage manuel pratiqué sans outil.

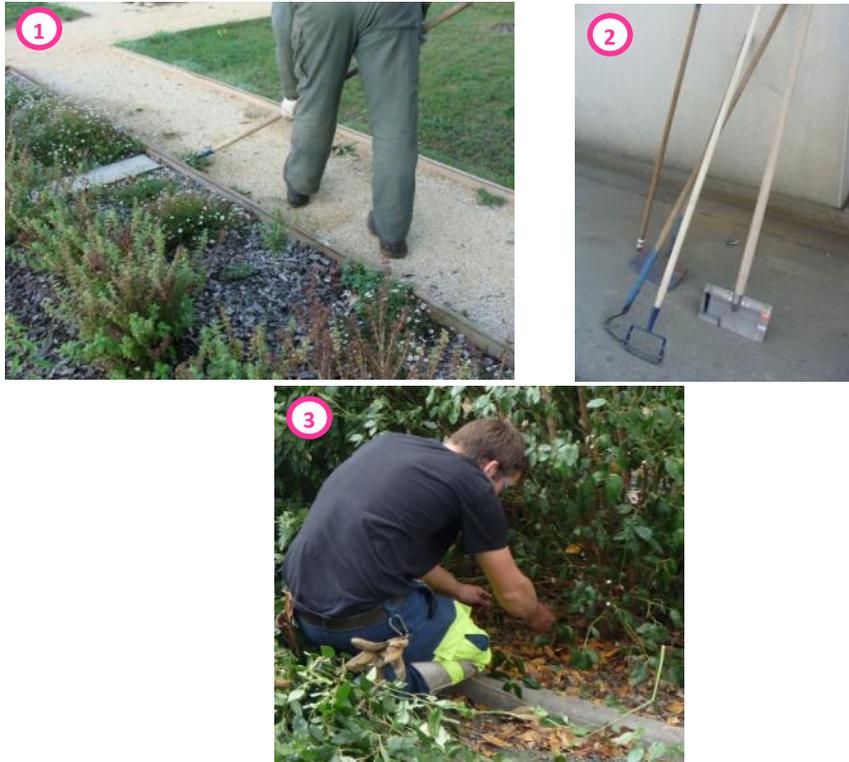


Figure 6 : Exemples de désherbage manuel

### 3.2.2. Population de jardiniers professionnels

Dans le cadre de notre étude, nous nous intéresserons uniquement aux populations professionnelles concernées par le désherbage des zones non agricoles. Elles sont variées, et présentes partout où l'entretien d'espaces extérieurs est nécessaire : gestionnaire d'espace public, privé, prestataire de service à la personne, site industriel, réseaux (transports routier, ferré ; électricité, etc.). Dans Compamed Santé, les chargés de projet ont tâché d'approcher les organisations et contraintes spécifiques à chacun de ces secteurs en impliquant des représentants des professions concernées dans les travaux (voir la composition du groupe de travail *Décisionnaires*, cf paragraphe 4.1).

Il est difficile de quantifier exactement ces populations, car le désherbage est une tâche qui se retrouve dans de nombreuses filières. Les chiffres dont nous disposons concernent la fonction publique et les entreprises du paysage, et permettent d'approcher « par le bas » la taille de la métapopulation *travailleurs concernés par le désherbage des ZNA*. Autrement dit, les chiffres suivants caractérisent les travailleurs concernés par le désherbage, sans qu'il soit possible d'estimer la population totale.

D'après l'Unep (2013), en 2012, la France compte 28 400 entreprises du paysage, pour 92 500 actifs. 63% sont des entrepreneurs individuels. D'après cette même source, 85% des 66 300 salariés sont affectés à des postes de terrain et sont donc susceptibles de désherber directement. Le reste des actifs est également concerné par le désherbage via les choix de management et de positionnement de leur structure.

D'après le CNFPT(2009), la fonction publique territoriale comporte, en 2009 :

- 47 865 jardiniers des espaces horticoles et naturels,
- 4 600 chargés de travaux espaces verts,
- 1 750 agents de production végétale,
- 760 coordonnateurs gestion des espaces verts,
- 740 responsables de parc animalier,
- 740 directeurs des espaces verts,
- Etc. (postes de gestion d'espaces ouverts ou de management d'équipes de terrain).

Ces chiffres permettent de donner un ordre de grandeur des populations concernées. En complément, quelques chiffres sur les ZNA françaises concernées par le désherbage :

- 30 000 terrains de sport et de loisirs, dont 600 golfs occupant 33 000 ha (Chaigneau et Chauvel, 2004) ;
- 293 100 ha de jardins d'agrément en 2004 (Agreste, enquête Teruti-Lucas, 2011) ;
- Au minimum 43 500 cimetières (*calculé à partir des données de Fauconnier et Lehuède, 2003*), soit une surface totale de 21 200 ha en 2004 (Agreste, enquête Teruti-Lucas, 2011) ;
- 378 000 km de routes départementales (CGDD, 2014) ;
- 666 000 km de réseau routier communal (CGDD, 2014) ;
- 12 600 km de réseau routier géré par les 11 DIR (Pineau et Bertier, 2013) ;
- 9 048 km d'autoroutes en gestion privée (ASFA, 2014) ;
- Près de 30 000 km de lignes de chemin de fer, et 53 000 ha de dépendances vertes à la charge de la SNCF (CGDD, 2014) ;
- 8 500 km de voies navigables (CGDD, 2014) ;
- Etc.

L'information disponible ne permet pas d'être exhaustif, cependant, on observe que les territoires et populations professionnelles concernés sont étendus et nombreux. Il paraît donc justifié de s'intéresser à la santé de ces populations lors de l'activité de désherbage. Notons tout de même que le désherbage n'est qu'une tâche parmi d'autres pour les jardiniers ou les agents d'entretien d'espaces.

### 3.2.3. Positionnement du projet par rapport à la santé

Afin de comprendre la méthodologie qui a guidé nos investigations, un rappel de quelques socles théoriques semble indispensable.

L'Homme dispose de quatre niveaux de fonctionnement :

- Biologique, physique
- Cognitif, c'est-à-dire les grandes fonctions de l'esprit (perception, langage, mémoire, raisonnement, décision, mouvement, etc.).
- Psychique ( ou subjectif)
- Social

L'Homme au travail utilise ces quatre ressources en permanence. La distinction travail physique/travail intellectuel est artificielle, et résulte d'un découpage disciplinaire. L'étude de l'Homme en situation de travail nécessite une prise en compte globale, transversale de ces quatre niveaux, sans se laisser enfermer dans un niveau particulier.

Pour ces raisons, nous ne parlerons pas spécifiquement, par exemple, de facteur de risque musculo-squelettique ou psychosocial, mais de facteur de risque pour la santé.

Pour ce qui concerne la notion ou concept de santé, les définitions de la santé sur lesquelles nous nous appuyons sont les suivantes :

- Un premier point d'appui est la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé pour qui la Santé est un « état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en l'absence de maladie ou d'infirmité ». On retrouve bien ici les différentes dimensions de l'Homme, mais cette définition présente la santé dans sa vision statique : elle ne fait pas intervenir l'aspect dynamique de la santé (être en plus ou moins bonne santé). Sur ce point, la définition de l'OMS semble incomplète.
- Pour pallier cela, Rabardel et al. (1998) ont défini la santé comme un équilibre dynamique entre le bien-être physique, psychique et social tout au long de la vie. Ces auteurs dépassent donc bien ici le caractère statique de la santé.
- En complément, nous prenons aussi en compte la définition de Christophe Dejours (1995), pour qui : « La santé, c'est pour chaque homme, chaque femme, chaque enfant, d'avoir les moyens de tracer un chemin personnel et original vers un état de bien-être physique, psychique, moral ». Ainsi, pour l'auteur la santé est une conquête permanente pour surmonter, supprimer ou cohabiter avec la maladie. La santé est considérée dans une vision positive, dynamique, offensive, comme le résultat d'un processus de construction, dans lequel le travail occupe une place privilégiée : celle de la conquête de l'identité dans le champ social, celle de l'accomplissement. Dans ce cas, du point de vue du travail : les situations négatives sont celles dans lesquelles il n'y a plus moyen d'avancer, ou tout est bloqué. Au contraire, les situations favorables à la santé sont celles qui présentent des issues, ou quelque chose est possible.
- C'est aussi ce que l'on retrouve de manière complémentaire chez Maurice de Montmollin (1993) pour qui « la santé cognitive c'est être compétent, c'est-à-dire disposer de compétences qui permettent d'être embauché, de réussir, de progresser face aux variabilités du milieu de travail ».

En synthèse, retenons que le modèle de la santé à partir duquel nous avons construit notre méthodologie de recueil et d'analyse des données s'appuie sur ces définitions. Ce modèle de la santé entraîne par conséquent un basculement dans la vision de l'Homme au travail : dépassant l'image d'un sujet exécutant, passif, simple « effecteur » d'une tâche prescrite par l'organisation, **nous appréhendons le travailleur comme un « sujet actif, engagé à la fois dans la réalisation du travail et dans la préservation/transformation de lui-même »** (Falzon, 2013).

### 3.2.3.1. Focus sur les Troubles Musculo Squelettiques

Dans ce projet, les ergonomes ont porté une attention particulière aux troubles musculo squelettiques liés au travail. D'un point de vue légal, seules les pathologies musculo-squelettiques déclarées par le salarié et reconnues par l'assurance maladie sont appelées TMS. Notre étude s'intéresse à ce stade de l'affection, mais peut-être plus encore aux phases amont de la maladie professionnelle c'est-à-dire, toutes les gênes, douleurs et plaintes, même sans pathologie suffisamment avancée pour faire l'objet d'une déclaration. Dans cette étude, nous désignerons par l'acronyme TMS tout désagrément de santé relatif au travail et d'ordre musculaire, squelettique ou tendineux.

Par ailleurs, pour comprendre l'étiologie des TMS et ne pas faire de raccourcis rapides, il semble utile de rappeler deux points de connaissances scientifiques majeurs :

- Les TMS ne résultent pas seulement d'une hyper-sollicitation biomécanique. Cette affirmation renvoie à l'idée de la seule dimension physique de l'Homme au travail. Or nous avons vu par les définitions de la santé ci-dessus, qu'il est méthodologiquement incorrect de n'intégrer qu'une seule des quatre dimensions de l'Homme au travail pour comprendre (et résoudre) un problème de santé au travail. Bien évidemment, l'influence des facteurs biomécaniques est majeure, mais la littérature scientifique sur le sujet s'accorde à rappeler l'influence d'autres facteurs :
  - o mécaniques, environnementaux, individuels (Franchi, 1997 ; Aptel et Vézina, 2008 ; Bellemare et al. 2002 ; Buchmann et Landry, 2010, etc.),
  - o des aspects cognitifs et psychosociaux (Clot et Fernandez, 2005 ; Bourgeois et Hubault, 2005 ; Stock et al., 2013, etc.).

Ainsi, la seule analyse des gestes et postures de travail au cours du désherbage ne suffit pas à produire des pronostics sur la probabilité d'apparition d'un problème musculo squelettique. Pour ces raisons, nous n'avons pas pris cette direction méthodologique.

- Du point de vue de la réalité de terrain, la littérature scientifique a montré que les TMS résultent « d'un problème d'organisation du travail » (Bourgeois et al., 2000 ; Caroly et al, 2007 ; Bernon, Escriva et Schweitzer, 2011, etc.). C'est un ensemble de déterminants du travail imposés par l'organisation qui conditionne l'exposition des jardiniers aux facteurs de risques TMS.

En conséquence, pour comprendre l'origine des TMS (et plus généralement des problèmes de santé au travail) que peuvent rapporter les jardiniers, mais aussi et surtout pour produire des résultats utiles pour la prévention des risques professionnels, nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux déterminants du travail qui influencent l'activité des jardiniers et par effet ricochet, leur santé dans toute ses dimensions. Ces aspects méthodologiques sont plus particulièrement développés dans la partie « démarche ergonomique ».

#### 3.2.4. Positionnement du projet par rapport à la pénibilité

L'analyse des 10 facteurs de risque de pénibilité listés dans le cadre de la loi du 9 novembre 2010 n'est pas l'objet de Compamed Santé. Le projet est centré sur les activités de désherbage qui représentent environ 10 à 20% des activités réalisées annuellement par les travailleurs.

Compamed Santé va cependant apporter des éléments qualitatifs et quantitatifs sur les risques, qui pourront aider à la caractérisation des facteurs de pénibilité. Il sera alors du ressort des entreprises ou des collectivités de prendre en compte dans leur démarche pénibilité ces éléments et, de fixer leurs propres seuils pour répondre aux obligations réglementaires.

### 3.3. PHASAGE DU PROJET

Le projet est découpé en 3 phases :

La phase 1 se définit par la caractérisation des différentes pratiques de désherbage à travers les différentes approches des partenaires dans le but d'identifier les facteurs de risques potentiels pour la santé dans les différentes situations de désherbage.

La phase 2 se distingue par l'investigation de certaines pratiques. Il est aussi prévu de réaliser une étude sur une population large de jardiniers sous la forme d'enquêtes, via des questionnaires auprès des services de gestion des espaces verts.

La phase 3 se traduit par l'élaboration et la synthèse des résultats, la proposition de préconisations et la réalisation d'outils de communication.

## 4. METHODOLOGIE

Afin de collecter les informations nécessaires à la conduite de l'étude, des recherches bibliographiques ont été menées et un groupe de travail nommé « Décisionnaires » a été créé.

### 4.1. LE GROUPE DE TRAVAIL

Différents contacts ont été pris pour constituer le groupe, issus de plusieurs sources :

- l'observatoire des pratiques de désherbage mené en 2011 par Plante et Cité dans le cadre du projet Compamed ZNA,
- le réseau proche des chargés de projets et des partenaires/co-financeurs du projet.

Les gestionnaires ont été sollicités par mail et/ou téléphone. Une fiche de présentation du projet a été élaborée à cet effet (annexe 2). Les différentes participations envisageables s'offrant aux gestionnaires leur ont été indiquées : mise à disposition de terrains d'observation auprès des ergonomes et hygiénistes, participation à des groupes de travail, passation de questionnaires, etc.

Les personnes membres du groupe projet « Décisionnaires » sont en charge du choix et du déploiement des techniques de désherbage.

Ils apportent leur expérience en termes de :

- stratégie de choix et de politique en matière de désherbage,
- démarche de recherche d'informations pour le choix des techniques,
- programmation de l'utilisation des techniques selon la configuration des différents sites,
- organisation du travail et des équipes,
- moyens matériels et/ou humains nécessaires pour ces tâches de désherbage.

Ce groupe de travail se compose de 14 participants. La diversité des structures représentées dans le groupe de travail et leurs compétences respectives enrichissent les échanges.

La liste complète des structures du groupe est présentée dans le tableau 7.

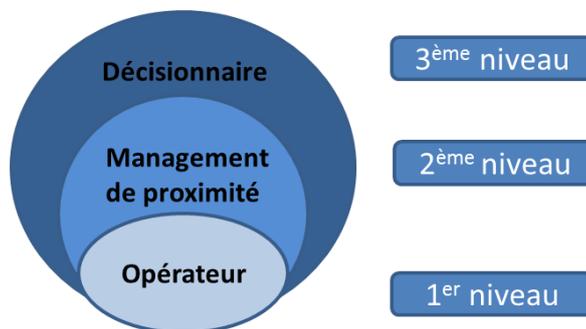
Tableau 7 : Liste des structures

Groupe "Décisionnaires" - Les structures
Association des Applicateurs de Produits Phytopharmaceutiques
Arbora Torfou
Autoroute SAPN- IDF Ouest et Normandie
Conseil général de l'Oise
EURO DISNEY
Groupe Sanef
MSA 49
SARL Planchenault
SNCF-Infrastructure
Société Forêt assistance
Ville Angers
Ville de Briollay
Ville du Havre
Ville Nantes
Ville Paris

## 4.2. LES ECHELLES D'INVESTIGATION

L'étude a été menée selon différentes échelles d'investigation présentées dans la figure 7.

Figure 7 : Les échelles d'investigation



Niveau opérateur : Il s'agit de recenser, documenter, évaluer les risques de l'usage des différents matériels de désherbage.

Cette échelle d'investigation est assurée par les hygiénistes (évaluation des risques) et les ergonomes (questionnaire d'évaluation de la charge physique ressentie) :

- Pour les hygiénistes, l'objectif était de réaliser une évaluation comparative des niveaux d'exposition à différents risques, pour les techniques de désherbage et leurs mises en œuvre étudiées. Le terme *évaluation* signifie qu'on va se référer à des valeurs réglementaires d'exposition définies en France ou à l'étranger. La notion de *comparaison* fait référence à la comparaison d'un même risque entre différentes techniques de désherbage (ex : bruit, vibrations, etc.).
- L'approche par questionnaire avait pour but d'identifier quantitativement le ressenti des jardiniers suite ou à l'occasion du désherbage.

Niveau management de proximité : Il s'agit d'identifier d'une part les liens entre les choix organisationnels faits par le management de proximité et l'activité réelle des jardiniers sur le terrain, et d'autre part les ressources, contraintes et marges de manœuvre des managers de proximité pour organiser le travail des jardiniers.

Les finalités de l'approche ergonomique à ce niveau sont doubles :

- produire un ensemble de connaissances sur l'activité des managers,
- produire des recommandations générales utiles au développement de la performance de la structure et à la construction de la santé des agents.

Cette échelle d'investigation est assurée par les ergonomes.

Niveau décisionnaire / stratégie : Il s'agit d'identifier les liens entre les stratégies de gestion des ZNA et leurs conséquences sur la ZNA, sur l'activité des agents et hiérarchies, et sur leur santé.

Cette échelle d'investigation est assurée par les ergonomes.

Les méthodes et résultats liés à ces différentes échelles d'investigation sont présentés dans les parties suivantes du rapport.

## 4.3. ÉTUDE DES FACTEURS DE RISQUE HYGIENE ET SECURITE

### 4.3.1. Identification des facteurs de risque et périmètre d'investigation

Dans le cadre de l'étude Compamed santé, la sélection des facteurs de risque à prendre en compte, a été réalisée selon les observations et échanges effectués sur le terrain et les recherches bibliographiques.

Le tableau 8 indique les observations réalisées par les hygiénistes.

Tableau 8 : Liste des observations réalisées par les hygiénistes

Date	Structure	Personnes suivies	Techniques de désherbage observées	Lieu
juillet 2013	Ville d'Angers	Chef d'équipe	thermique multi-flamme (Herbiogaz- Rabaud) mécanique tracteur avec un rabet (Irval) mécanique arrachage à la main	Parc public
septembre 2013	Ville d'Angers	3 agents en charge de la taille et du désherbage	mécanique arrachage à la main	Jardin d'enfants Allée d'un lotissement
septembre 2013	Ville d'Angers	3 agents en charge du désherbage	thermique multi-flamme (Herbiogaz- Rabaud) mécanique tracteur avec un rabet (Irval)	Parc public Allée d'un lotissement
septembre 2013	Entreprise partenaire	2 jardiniers	mécanique un tracteur avec une herse (Actisol) mécanique désherbage manuel avec racloir mécanique arrachage à la main	Site naturel Jardin d'enfants Aire de lotissement
novembre 2013	Entreprise partenaire	4 jardiniers	chimique système de détection (Weed-it)	Centre-ville d'une petite commune
2013	Collectivité Entreprises	Divers	thermique mono flamme thermique vapeur grand format mécanique débroussailleuse à brosse dure chimique pulvérisateur dosal	Pays de La Loire
juin 2014	Ville de Nantes	1 jardinier	râteau bunker	Parc public

Le périmètre d'investigation comprend deux niveaux :

- les risques spécifiques à l'activité de désherbage,

Ces risques, inhérents à l'activité de désherbage, ont été investigués afin de les caractériser et de les quantifier.

- les risques non spécifiques à l'activité de désherbage appelés risques transversaux.

Les principaux risques transversaux sont liés aux différentes mises en œuvre possibles durant l'activité de désherbage telles que : l'utilisation de véhicules tout terrain, d'appareils à pousser ou à porter, etc. Certains risques transversaux sont mentionnés dans le cadre de l'étude car ceux-ci ont été observés sur le terrain ou mentionnés dans la littérature. Cette présentation ne saurait être exhaustive du fait de la variabilité des situations de travail qui dépendent notamment de l'environnement et de la structure concernée.

Les risques inhérents à l'environnement dans lequel les matériels de désherbage sont mis en œuvre sont exclus du champ de l'étude à savoir : les risques biologiques (allergènes, manipulation de terre, piqûres d'insectes, contact avec des déchets contaminés, etc.), le risque d'accident si le travail est proche de la voirie, le risque de noyade si le travail est à proximité d'une étendue d'eau, les risques liés aux conditions météorologiques, etc.

Sont aussi exclues du champ de l'étude toutes les expositions aux facteurs de risque ayant lieu en dehors de la réalisation des opérations de désherbage telles que : l'exposition au bruit liée au trajet à effectuer jusqu'au lieu à désherber, le risque routier, etc.

Ces risques ne sont pas inhérents à l'activité de désherbage et non donc pas été investigués. Cependant, ils doivent être analysés et répertoriés dans le document unique de la structure dans l'objectif de mettre en place des actions de prévention.

Le tableau 9 répertorie la liste des facteurs de risque.

Tableau 9 : Liste des facteurs de risque

	Risques	Éléments d'aide à l'identification (non exhaustif)
Risques spécifiques à l'activité de désherbage	Produit chimique contact cutané	Pulvérisation de produits phytopharmaceutiques, projections, etc.
	Produit chimique inhalation	Vapeur de produits phytopharmaceutiques, etc.
		Émissions des moteurs thermiques : gaz d'échappement
		Remise en suspension de poussières, etc.
	Bruit	/
	Vibrations corps entier	Conduite d'un véhicule tout terrain, etc.
	Vibrations mains bras	Utilisation de machine portative, etc.
Risques transversaux	Activité physique	Manutentions manuelles, port de charge, gestes répétitifs, postures contraignantes, etc.
	Equipements de travail	Utilisation d'outils, de machines, etc. → blessures, coupures, etc.
	Chute de plain pied	Sol inégal, encombré, glissant, etc.
	Circulation sur le chantier	Mauvaise visibilité, vitesse excessive, zone de manoeuvre exigüe, etc. → heurt, collision, etc.
	Incendie, Explosion	Vapeurs inflammables + source d'ignition, etc.
	Electricité	Câble détérioré, etc.

#### 4.3.2. Caractérisation et quantification des niveaux d'exposition

Une qualification de l'ensemble des expositions des travailleurs aux risques spécifiques à l'activité de désherbage a été réalisée (pas d'exposition, exposition possible, exposition certaine).

Lorsqu'une exposition était qualifiée de possible ou certaine, des recherches bibliographiques ont été entreprises pour caractériser et quantifier ces expositions.

Ces recherches ont porté sur les études d'exposition aux facteurs de risque réalisées lors de l'utilisation de véhicules et d'appareils comparables à ceux étudiés dans le projet Compamed Santé.

Les données sont issues de la littérature scientifique et de bases de recherche. Elles ont été sélectionnées selon leur fiabilité et leur cohérence avec les matériels investigués. Certaines données sont issues de campagnes de mesurages effectuées par une collectivité, ces résultats sont précisés à titre indicatif.

Pour les matériels de désherbage qui ne disposaient d'aucune donnée exploitable dans la littérature, des mesurages ont été envisagés à chaque fois que cela a été possible selon le parc d'appareils disponibles auprès de nos partenaires.

### 4.3.3. Stratégie d'échantillonnage et protocoles de mesurages

La réalisation de mesurage n'étant pas possible pour chaque facteur de risque et pour chaque matériel de désherbage pour des raisons budgétaires, certains facteurs de risque ont été privilégiés.

Les facteurs de risque ciblés pour la réalisation de mesurage étaient : le bruit, les vibrations corps entier, les vibrations mains-bras, les poussières réputées sans effet spécifique et le glyphosate (désherbant chimique).

Lorsque l'exposition au facteur de risque n'était pas certaine, c'est le cas des poussières réputées sans effet spécifique, des mesurages à titre exploratoire ont été réalisés dans des conditions d'exposition élevée.

Il n'a pas été retenu, dans le cadre de l'étude, de réaliser des mesurages des expositions des travailleurs aux émissions des moteurs thermiques, mais plutôt de compiler un ensemble de données déjà existantes.

Les protocoles de mesurages ont été élaborés à partir de recherches bibliographiques.

### 4.3.4. Traitement des résultats

L'objectif était de réaliser une évaluation comparative. La notion de comparaison fait référence à la comparaison d'un même risque entre les différentes méthodes de désherbage à savoir : le bruit, les vibrations corps entier, les vibrations mains-bras, les poussières réputées sans effet spécifique, les gaz d'échappement et le glyphosate.

Les résultats issus des mesurages ou de la bibliographie ont été comparés aux valeurs limites existantes en France ou à l'étranger selon différentes modalités.

Les résultats ont été traités différemment selon le facteur de risque concerné.

#### Traitement des résultats - agents physiques

Pour le bruit, les résultats ont été comparés à la valeur déclenchant l'action supérieure (VDA sup.); la valeur limite (VLE) prenant en compte le port de protections auditives. En ce qui concerne les vibrations corps entier et mains-bras, les résultats ont été comparés aux VLE. Cette comparaison a été effectuée en calculant le pourcentage que représente la valeur mesurée par rapport à la VDA sup. ou à la VLE.

Lorsque nous disposons d'un ensemble de valeurs mesurées sur un même matériel de désherbage (cas des vibrations), c'est la valeur maximale qui a été prise en compte pour calculer le pourcentage de la VLE.

Les durées pendant lesquelles un opérateur peut travailler sans dépasser la VDA sup. pour le bruit et les VLE pour les vibrations corps entier et mains-bras ont été précisées.

#### Traitement des résultats - agents chimiques – poussières réputées sans effet spécifique et gaz d'échappement

Plusieurs types d'approches de traitement des résultats de mesurage d'exposition existent pour les agents chimiques afin d'établir un diagnostic de dépassement ou non de la VLE. Ces approches sont détaillées dans les fiches Métropol (INRS, fiches Métropol). Le choix de l'approche est fonction du nombre de mesurages réalisés.

L'approche probabiliste consiste à déterminer la probabilité de dépassement de la VLE en fonction d'un nombre important de données ( $\geq 6$  mesures). Cette approche prend en compte la dispersion des données d'exposition et est donc à privilégier.

L'approche conventionnelle consiste à comparer la valeur maximale mesurée à une fraction de la VLE en fonction d'un nombre limité de données ( $< 6$  mesures).

Selon le faible nombre de données disponibles dans l'ensemble des études investiguées et, dans un souci d'homogénéité de traitement des données entre les différentes études, c'est l'approche conventionnelle qui a été choisie pour traiter l'ensemble des résultats. Cette approche est construite selon un certain nombre d'hypothèses statistiques sur la courbe de distribution des valeurs d'exposition pour tenter de prendre en compte les incertitudes environnementales inconnues (variations spatiales et temporelles de la concentration des agents) malgré le faible nombre de mesurages.

On suppose que si une valeur mesurée sur un petit échantillon est supérieure à 30% de la VLE, « la probabilité est forte qu'une mesure ultérieure dépasse la VLE » (INRS, fiche Métropol A1, 2005).

Le seuil proposé par l'INRS et le Ministère du travail pour diagnostiquer une exposition inférieure à la VLE est de 30%. Ce seuil a été établi en supposant un écart type géométrique (ETG) de 2 or, cette valeur sous-estime probablement dans certains cas l'ETG réel. Ce seuil est donc probablement théoriquement trop élevé aussi, c'est le seuil de 10% qui est retenu ici pour diagnostiquer une exposition inférieure à la VLE (INRS, fiche Métropol A3, 2008).

Le tableau 10 présente les seuils et diagnostics selon l'approche conventionnelle.

Tableau 10 : Approche conventionnelle

Seuil	Diagnostic
Si les mesures sont $\leq 10\%$ VLE	L'exposition est inférieure à la valeur limite
Si une mesure est $> 30\%$ VLE	L'exposition est supérieure à la valeur limite
Autres cas	Pas de diagnostic possible, faire des mesurages supplémentaires

Pour diagnostiquer un dépassement de VLE, il suffit qu'une seule valeur de la série de mesurage soit supérieure à 30% de la VLE. C'est donc la valeur maximale mesurée qui a été prise en compte pour être comparée aux seuils.

Si les études investiguées avaient disposé d'un nombre de données suffisant, l'approche probabiliste aurait été utilisée ce qui aurait permis de fiabiliser le diagnostic de dépassement de la VLE.

#### Traitement des résultats - agents chimiques - glyphosate

Pour le glyphosate, les résultats ont été comparés à la valeur toxicologique de référence : l'AOEL (Acceptable Operator Exposure Level).

Cette comparaison a été effectuée en calculant le pourcentage que représente la valeur mesurée par rapport à l'AOEL.

Lorsque nous disposons d'un ensemble de valeurs mesurées sur un même matériel de désherbage, c'est la valeur maximale qui a été prise en compte pour calculer le pourcentage de l'AOEL.

#### 4.3.5. Préconisations

Les préconisations ont été élaborées selon l'observation des situations de travail, les échanges avec les professionnels et les recherches bibliographiques.

Elles sont classées selon 3 catégories :

- Préconisations techniques
- Préconisations organisationnelles
- Préconisations concernant les individus

Ces préconisations ne sont pas exhaustives mais pourront servir de guide pour mettre en place une démarche de prévention des risques. Elles sont à adapter en fonction des situations de travail réelles rencontrées par chaque structure.

#### 4.3.6. Livrables opérationnels

Les livrables opérationnels sont constitués de fiches concernant les risques associés aux différentes techniques de désherbage. Les professionnels issus de services des espaces verts des collectivités et d'entreprises du paysage, ainsi que des institutionnels dont les financeurs du projet, ont participé à la validation de ces livrables.

## 4.4. ÉTUDE DE LA CHARGE PHYSIQUE RESSENTIE

### 4.4.1. Une approche par questionnaires

Parmi les objectifs du projet, figure l'élaboration d'outils méthodologiques permettant de recueillir des données dont l'analyse complète les connaissances sur les méthodes de désherbage utilisées en ZNA, leurs conditions de mise en œuvre, et leurs conséquences sur la santé des utilisateurs.

En complément des analyses fines en situation de travail (observations et entretiens, cf. chapitre 4.3.), l'équipe projet a fait le choix d'une approche quantitative impliquant le réseau de l'Observatoire national des pratiques de désherbage, mobilisé en 2012 dans le cadre du programme Compamed ZNA. Un questionnaire a été élaboré et exploité dans le but de compléter l'analyse relative aux relations qu'entretiennent les travailleurs avec les techniques de désherbage et leur mise en œuvre (perception de son travail, évolution du métier, sens du travail, etc.). Ce questionnaire s'est focalisé sur la fréquence d'utilisation des techniques, sur les modes de mise en œuvre, sur les astreintes associées aux gestes et postures, sur le ressenti des jardiniers suite ou à l'occasion de la mise en œuvre des techniques utilisées et enfin sur le ressenti général des jardiniers vis-à-vis des tâches de désherbage.

### 4.4.2. Construction du questionnaire

Dans le souci d'utiliser un outil qui soit le plus précis possible au regard des objectifs visés, l'équipe projet a fait le choix de construire un questionnaire spécifique à l'étude. Pour cela, l'équipe s'est appuyée :

- sur les analyses de terrain déjà réalisées,
- sur deux questionnaires validés dont la qualité scientifique est reconnue : EVREST (Molinié et Leroyer, 2011) et le questionnaire nordique sur les TMS (Kuorinka et al., 1987).

Le projet de questionnaire a été testé à plusieurs stades de son élaboration, de manière à identifier et modifier les incohérences et incompréhensions possibles. Le panel test a été constitué grâce aux membres du groupe de travail *Décisionnaires* (cf paragraphe 4.1) et de l'observatoire national des pratiques de désherbage.

Le questionnaire final se présente sous la forme d'un document en 4 pages (1 feuille A3 pliée). Il est accompagné d'une note d'information à destination des répondants et des relais (annexe 3), les informant de l'origine, des objectifs et des modalités de passation du questionnaire.

### 4.4.3. Passation du questionnaire et codage des résultats

#### Passation

Dans le souci de recueillir un nombre conséquent de réponses, mais dans des conditions maîtrisées, deux modalités de passation ont été adoptées :

- Le chercheur se déplace sur le terrain (en services espaces verts volontaires) et présente le questionnaire aux jardiniers qui le remplissent en sa compagnie (18 questionnaires ont été collectés ainsi)
- Les questionnaires sont envoyés par la poste aux relais terrain (membres de l'observatoire national des pratiques de désherbage, volontaires et informés de la démarche) qui font remplir les questionnaires aux jardiniers et qui renvoient par voie postale les questionnaires complétés au Cnam.

#### Codage

Les questionnaires complétés ont été encodés dans un tableau Excel. Les trois personnes qui ont réalisé ce codage ne sont intervenues dans l'étude que pour cette mission et n'ont participé ni à l'élaboration du questionnaire, ni à sa passation ou à son exploitation. La base de données ainsi obtenue a ensuite été « nettoyée » afin d'en assurer la bonne exploitation et d'en éliminer les incohérences et réponses inexploitables.

### Nombre de questionnaires exploitables

370 questionnaires ont été envoyés ou déposés aux relais terrain, pour un retour de 223 questionnaires reçus, soit un taux de retour de plus de 60%.

Après une première analyse, tous les questionnaires se sont avérés exploitables.

La base de données finale a donc regroupé un ensemble de 223 questionnaires. Notons dès à présent une précaution à prendre vis-à-vis de la généralisation des résultats de ce questionnaire, puisque sur les 223 réponses, 178 proviennent de collectivités locales, dont 87 pour une même ville.

#### **4.4.4. Exploitation des données**

L'équipe projet a travaillé en collaboration avec une statisticienne chercheuse au CREAPT<sup>1</sup>, et spécialisée dans le traitement des questionnaires santé/travail. Cette collaboration a permis de produire des résultats exploitables au regard des problématiques de départ et de la taille de l'échantillon disponible.

---

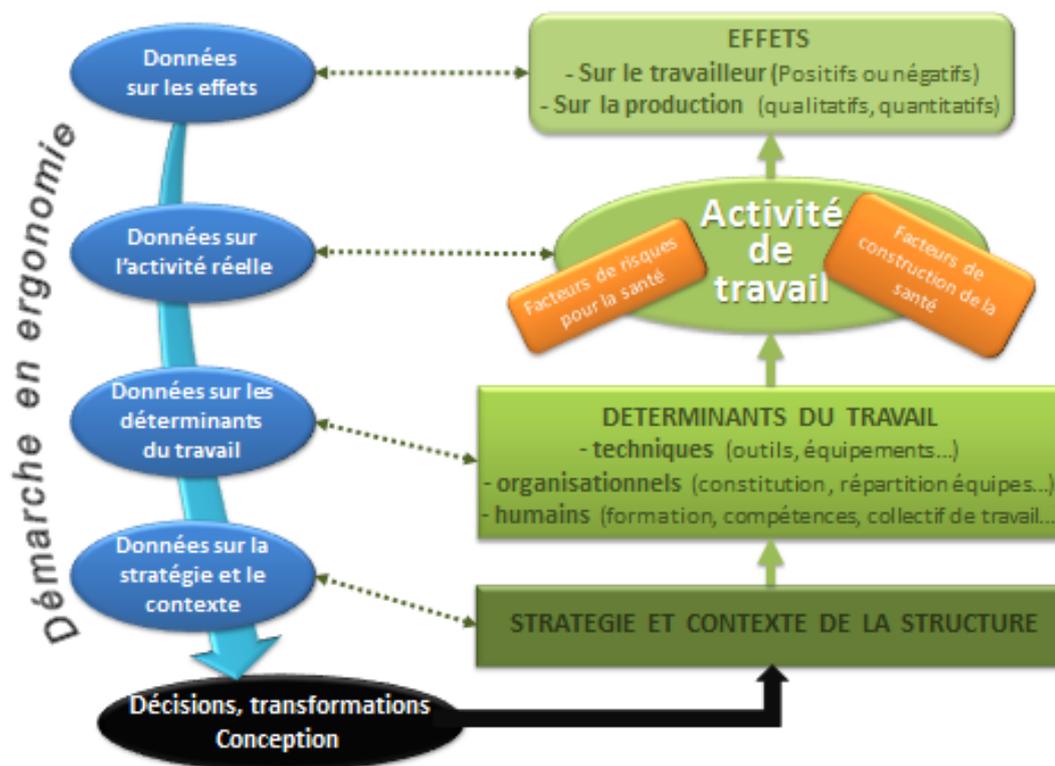
<sup>1</sup> CREAPT : Centre de Recherches sur l'Expérience l'Age et les Populations au Travail

## 4.5. ÉTUDE DES CONSEQUENCES DES CHOIX ORGANISATIONNELS ET STRUCTURELS LIES A L'ENTRETIEN DES ESPACES VEGETALISES

### 4.5.1. Approche générale

Le schéma ci-dessous (figure 8) illustre la démarche en ergonomie adoptée. Sur la droite du schéma, on considère la situation de travail, alors que l'on retrouve la démarche en ergonomie sur la gauche.

Figure 8 : Représentation schématique de l'approche ergonomique, d'après Buchmann et Landry, 2010



Sur la droite, on considère que ce sont les déterminants du travail qui conditionnent l'activité réelle de travail. Cette activité va produire des effets à la fois sur le travailleur et sur la production. Plus spécifiquement, on peut définir l'activité par la « manière dont un salarié atteint les objectifs qui lui ont été fixés » (Guérin et al., 2001). Cette activité peut exposer les jardiniers à (rectangles oranges de la figure) :

- des facteurs de risque pour leur santé (facteurs de risques biomécaniques, mécaniques, physiques, psychosociaux, etc.)
- mais aussi à des facteurs de construction de la santé (par exemple dans le cas d'un travail composé de difficultés « gérables et intéressantes » pour le salarié, d'un niveau d'exigence acceptable, appuyé par des ressources opérantes, et qui permettent un apprentissage) (Falzon, 2013).

Dans la bulle bleue « données sur les effets », on identifie les effets de cette activité (ou autrement dit, les résultats de l'activité), qui sont à mettre en relation :

- d'une part avec la production réalisée, aussi bien d'un point de vue quantitatif (efficacité du désherbage) que qualitatif (perception de la méthode ou du résultat par les clients ou usagers, par exemple),
- et d'autre part avec les conséquences sur les jardiniers. Ces conséquences peuvent être positives (développement des compétences, reconnaissance professionnelle, satisfaction au travail, etc.) ou négatives (usure professionnelle, douleurs physiques, ennui au travail, etc.). Les effets négatifs apparaissent lorsque le jardinier s'expose à trop de facteurs de risque, sans temps suffisant de récupération.

Qu'est-ce qui conditionne l'activité, et son corollaire d'exposition à des facteurs de risque ou de construction ?

La réponse se trouve dans les déterminants du travail. Ces déterminants sont à classer en 3 familles :

- Les déterminants techniques (outils ou matériels disponibles, fiabilité, maniabilité, efficacité, caractéristiques du site d'intervention, etc.)
- Les déterminants organisationnels (constitution des équipes, répartition des équipes selon les chantiers, gestion des urgences, heures de la journée, fréquence d'intervention souhaitée, nombre de salariés disponibles, planification de la journée, de la semaine, liens avec les usagers ou les clients, etc.)
- Les déterminants humains (méthodes de travail, expérience, compétences, formation/habilitation, maîtrise de la réglementation, collectif de travail, etc.)

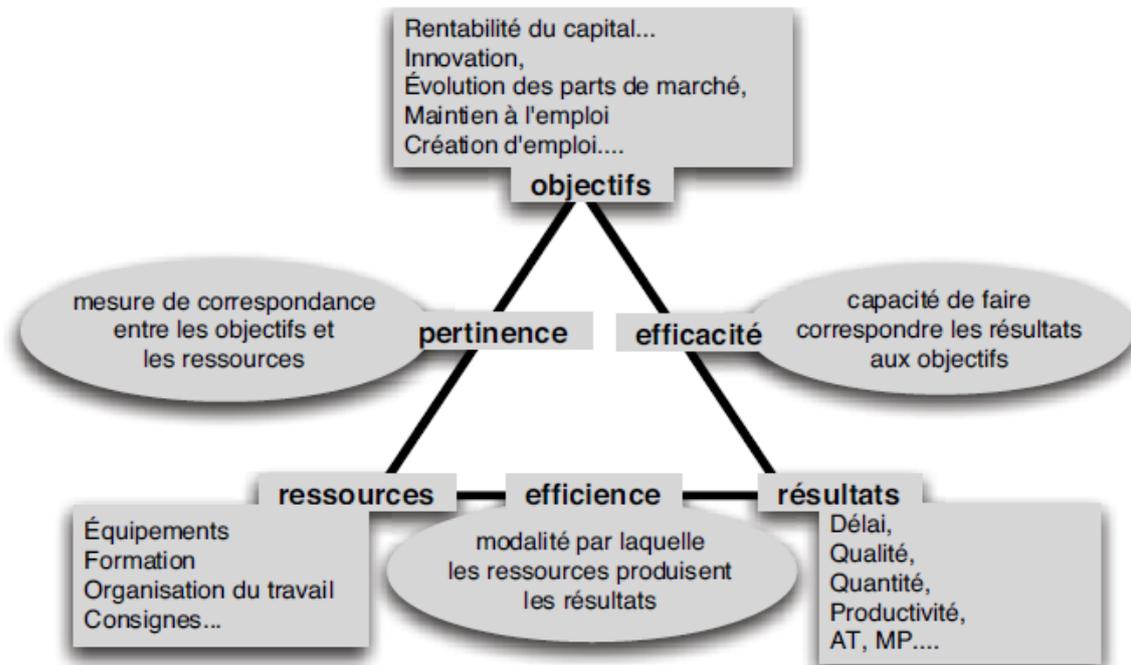
Ainsi cette partie du schéma illustre que l'activité de travail des jardiniers peut être reliée à une chaîne de déterminants. Cela montre l'importance de créer des liens entre les acteurs de l'entreprise (ou du service espace vert de la collectivité) ayant un pouvoir de décision sur les différents déterminants du travail.

En mettant en lien l'activité avec les déterminants du travail, ce modèle montre l'importance d'axer la recherche de solutions sur les déterminants du travail comme cible dans la maximisation des effets positifs, et la réduction des effets négatifs. Il est alors plus facile aux différents acteurs de l'entreprise de faire des liens entre leurs projets (marchés ou chantiers potentiels, organisation du travail, etc.) et les conséquences de ces projets sur les jardiniers.

Enfin, se pose la question de l'origine des déterminants du travail, ou de ce qui les détermine. Il s'agit d'un champ très large dans lequel les dirigeants peuvent décider eux-mêmes ou hériter d'une décision qu'ils sont chargés d'appliquer. Ce champ est défini par Buchmann et Landry (2010) comme « la stratégie, le contexte », de la structure étudiée ; nous pourrions dans notre cas précis y rajouter la politique.

Cette partie droite du schéma (figure 8) s'inspire du modèle « classique » gestionnaire présenté en figure 9 ( Bourgeois et Hubault, 2005).

Figure 9 : Modèle « classique » gestionnaire (Bourgeois et Hubault, 2005)



Ce modèle montre les liens entre les objectifs, les ressources et les résultats.

La démarche d'analyse ergonomique du travail est située sur la partie gauche de la figure 8, elle représente notre méthodologie d'analyse. Les « bulles » bleues indiquent que l'ergonome tout au long de sa démarche, cherche à relier, confronter, ou croiser des données issues de sources différentes :

- des données sur les effets du travail. Par exemple,
  - o Côté jardiniers : des symptômes et lésions, douleurs, plaintes, ou au contraire satisfaction, construction de savoir-faire, etc.
  - o Côté entreprise ou collectivité : qualité du désherbage, temps passé, image des travailleurs ou du désherbage vis-à-vis des clients ou usagers.
- des données sur l'activité réelle en situation : ce que les jardiniers réalisent effectivement
- des données sur les déterminants du travail : quels éléments déterminent l'activité à un instant t mais aussi à moyen/long terme ?
- des données sur la stratégie, le contexte ou la politique de la structure : quels éléments sont à l'origine des choix stratégiques d'organisation et de gestion des espaces ?

Enfin, divers retours d'expérience, mais aussi des écrits récents (Aptel et Vézina, 2008 ; Caroly et al., 2007) rappellent que pour inscrire durablement le développement des Hommes et des organisations, tant la démarche d'analyse que les cibles de transformation se devront d'être en cohérence avec le contexte, la stratégie de développement ou encore la politique de la structure. C'est ce qu'illustre la bulle noire « décisions, transformations, conception » en bas de la figure 8.

#### 4.5.2. Données collectées et modalités de recueil

Pour collecter les données sur les différentes focales citées, notre recueil a pris différentes formes, détaillées de la manière suivante :

##### Appui sur la littérature et diverses ressources web

- Littérature scientifique en ergonomie, ou en sciences de gestion,
- Littérature généraliste sur l'activité en zones non agricoles, sur le métier de jardinier et ses évolutions,
- Littérature scientifique ou non sur les alternatives au désherbage chimique,
- Littérature spécifique à la gestion des espaces verts (conception, gestion différenciée, désherbage, etc.)

##### Observations sur le terrain

Des observations ont été menées sur 6 terrains différents. Nous avons pu observer l'activité de jardiniers des services d'espaces verts de 2 communes, et de 3 entreprises du secteur privé. Nous avons majoritairement observé du désherbage manuel, mais aussi du désherbage mécanique sur tracteur, du désherbage chimique, ou encore du contrôle de végétation. Le tableau 11 en page suivante recense nos observations sur le terrain.

Tableau 11 : Récapitulatif des observations de terrain

Date	Structure	Personnes suivies	Nature du recueil de données	Lieu	Durée
juillet 2013	Ville Angers	chef d'équipe, responsable secteur	-Entretien informel avec le chef d'équipe -Visite de sites à désherber -démonstration de 2 techniques utilisées (bruleur thermique gaz + rabot mécanique 3 pts) -recensement du matériel de désherbage utilisé -observations (20min) d'agents en charge d'arrachage manuel	Local de service, Lotissement, Parc public	3h00 (9h00-12h00)
Septembre 2013	Ville Angers	3 agents en charge de la taille + désherbage.	Observations taille + désherbage manuel - entretiens informels avec les agents - verbalisations de leur activité	Jardin d'enfants, Allée (massifs + passage émulsion)	7h20 (7h40-12h00 + 13h00-16h00)
Septembre 2013	Entreprise partenaire	2 jardiniers	-Observations désherbage manuel+ désherbage avec tracteur et herse (actisol) - entretiens informels avec les agents - verbalisations de leur activité	Jardin d'enfants, Autour d'un bâtiment accueillant du public, Espace minéral dans un lotissement	8h15 (8h00-16h15)
Novembre 2013	Entreprise partenaire	2 jardiniers	-Observations désherbage chimique (quad+ weed it)	Centre-ville d'une petite commune	3h30 (13h30-17h)
Avril 2014	Ville Nantes	4 jardiniers	- Observations désherbage manuel - entretiens informels avec les agents - verbalisations de leur activité	Cimetière	5h30 (9h00-12h00+13h30-16h)
Juillet 2014	Entreprise partenaire	1 manager	- Entretien avec le manager - Observations dans l'entreprise : organisation spatiale, rangements, répartition du matériel	Dans l'entreprise	3h30 (9h00-12h30)

### Analyses photos et vidéos

Les journées d'observations ont aussi permis l'acquisition de données sous forme de photos ou vidéos. 86 photos et 27 rushes vidéo (pour un total de plus de 12 minutes) ont été récoltés. Ces données se sont avérées utiles pour construire les exercices et réflexions proposés au groupe de travail décisionnaire, pour favoriser les verbalisations des jardiniers ou encore pour nous aider à construire nos axes de travail.

### Entretiens en situation et rendez-vous avec les gestionnaires

Les observations ont été complétées d'un recueil manuel de données verbales, essentiellement sous quatre formes :

- les communications entre jardiniers,
- les verbalisations des jardiniers à notre destination, simultanées à leur travail,
- des entretiens avec les jardiniers, convenus à l'avance, et menés sur des temps informels (par exemple au cours des déplacements en véhicule pour aller d'un site à un autre, pendant les pauses),
- des entretiens individuels avec trois managers : 2 responsables d'équipes de services espaces verts (ville de Nantes et ville d'Angers) et un responsable d'entreprise (12 salariés). Ces entretiens ont duré entre 60 et 120 minutes. Ils avaient pour but de recueillir des informations sur le contexte socio-organisationnel de la structure et ses évolutions. Lors des entrevues, 10 grands thèmes ont été abordés : la place de l'entretien des espaces verts dans la structure ; les objectifs de gestion des espaces verts ; les moyens matériels ; les ressources humaines ; l'organisation du travail ; communication interne et externe ; recherche de solutions et innovation ; réglementation phytosanitaire et plan Ecophyto ; recherche de solutions et innovation ; sensibilisation sanitaire.

Ces données ont alimenté la construction de nos hypothèses, et de nos résultats tant sur le fond que sur la forme.

### Groupe de travail décisionnaires

Afin de compléter notre recueil de données, un groupe de travail a été constitué (cf. paragraphe 4.1).

Notre hypothèse initiale étant que le désherbage se décide à un niveau décisionnaire, selon la stratégie et le contexte de la structure, le public ciblé pour ce groupe de travail devait avoir des fonctions de direction. Ce groupe s'est réuni à 4 reprises : en septembre puis décembre 2013, et en juin puis novembre 2014. Les réunions duraient 1 journée.

En réunion, les membres du groupe avaient pour missions de compléter, nuancer, éclairer nos analyses de terrain. Entre les réunions, les membres ont joué le rôle de relais avec les acteurs terrain, ou d'enquêteurs lors d'investigations rapides de questions soulevées par le groupe.

L'analyse et la confrontation de l'ensemble des données recueillies ont permis la production de résultats (« Pistes pour aider le management de proximité » et « Outil d'aide à la décision ») développés dans le chapitre 5.3.

## 5. RESULTATS

### 5.1. HYGIENE ET SECURITE

#### 5.1.1. Les différents livrables

##### Les risques spécifiques à l'activité de désherbage

###### Résultats relatifs à l'hygiène du travail

Le périmètre d'investigation comprend deux niveaux, premièrement, les risques spécifiques à l'activité de désherbage. Ces risques, inhérents à l'activité de désherbage, ont été investigués afin de les caractériser et de les quantifier.

L'ensemble des résultats relatifs à l'hygiène du travail se trouve en annexe du rapport. En effet, une annexe a été rédigée pour chacun des facteurs de risque suivants :

- ✓ bruit (annexe 4)
- ✓ vibrations corps entier et mains-bras (annexe 5)
- ✓ poussières sans effet spécifiques (annexe 6)
- ✓ gaz d'échappement (annexe 7)
- ✓ glyphosate (annexe 8)

Ces annexes présentent pour chaque facteur de risque les points suivants :

- ✓ Définition du facteur de risque
- ✓ Effets sanitaires
- ✓ Paramètres de caractérisation
- ✓ Valeurs limites
- ✓ Matériel et méthode
- ✓ Résultats
- ✓ Préconisations

Une synthèse des résultats hygiène est présentée dans le paragraphe 5.1.2 ci-dessous.

Une fiche synthétique nommée « Fiche BVPG » (annexe 15) a été rédigée afin de récapituler les préconisations lorsqu'il y a une exposition aux facteurs de risque suivants : Bruit, Vibrations, Poussières sans effet spécifique et Gaz d'échappement, indépendamment de la technique de désherbage utilisée.

###### Résultats relatifs à la sécurité au travail

L'ensemble des résultats relatifs à la sécurité au travail se trouve en annexe du rapport. En effet, une fiche a été élaborée pour chaque technique de désherbage :

- 1 fiche technique thermique : flamme, air chaud et IR (annexe 10)
- 1 fiche technique thermique : vapeur, eau chaude (annexe 11)
- 1 fiche technique mécanique : brossage, machines portatives, etc. (annexe 12)
- 1 fiche technique manuelle : outils, désherbage manuel, etc. (annexe 13)
- 1 fiche technique phytopharmaceutique (annexe 14)

Ces fiches indiquent les situations dangereuses liées à l'usage des techniques et les préconisations à mettre en œuvre. Sur chaque fiche, un tableau nommé diagnostic « BVPG » pour Bruit, Vibrations, Poussières réputées sans effet spécifique et Gaz d'échappement a été créé. Ce tableau permet d'identifier s'il y a une exposition potentielle à ces facteurs de risque lors de l'usage des techniques. Si une exposition est possible, le lecteur peut se référer à la fiche « BVPG » (annexe 15) qui indique les préconisations relatives aux différents facteurs de risque.

L'articulation entre les différents documents (fiches et annexes) est présentée en annexe 9.

### **Les risques transversaux**

Le périmètre d'investigation comprend un deuxième niveau, les risques non spécifiques à l'activité de désherbage appelés risques transversaux.

Pour les répertorier, une fiche « Risques transversaux » a été élaborée (annexe 16).

#### **5.1.2. Résultats relatifs à l'hygiène du travail**

##### **Comparaison d'un même facteur de risque entre les différentes techniques de désherbage - Synthèse des résultats**

L'objectif est de réaliser une évaluation comparative. La notion de comparaison fait référence à la comparaison d'un même risque entre les différentes méthodes de désherbage (ex : bruit, vibrations, etc.). Les résultats issus de la bibliographie ou des mesurages ont été comparés aux valeurs limites existantes en France ou à l'étranger.

L'ensemble des résultats par facteur de risque est présenté dans les annexes numérotées de 4 à 8.

##### **5.1.2.1. Le bruit**

Pour rappel, les valeurs seuils sont indiquées dans le tableau 12.

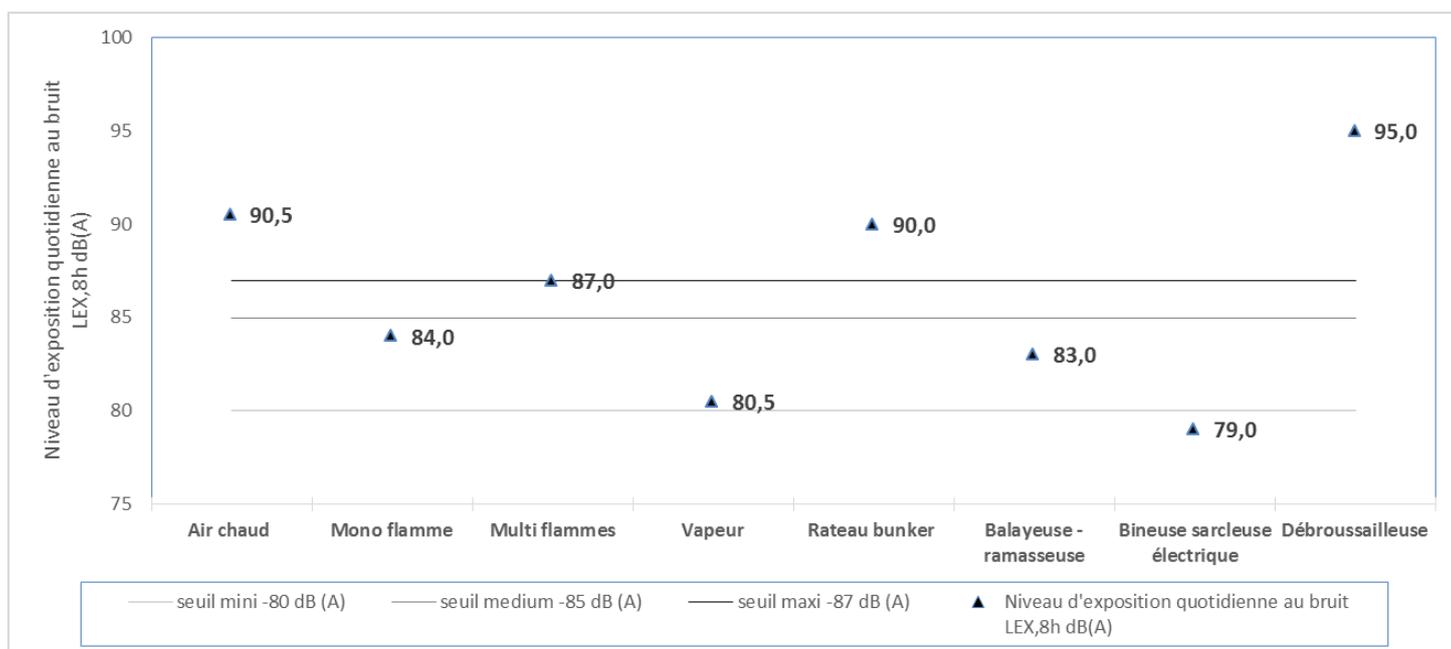
Tableau 12 : Valeurs réglementaires françaises - bruit

<b>Type de valeur</b>	<b>Abréviation</b>	<b>Seuil dB(A)</b>	<b>Seuil dB(C)</b>
Valeur limite d'exposition avec protecteurs	VLE	87	140
Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action de prévention	VDA sup.	85	137
Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action de prévention	VDA inf.	80	135

Sur l'ensemble des mesurages réalisés le niveau de pression acoustique de crête est inférieur à 135 dB(C) (VDA inf.).

La figure 10 présente les niveaux d'exposition quotidien au bruit en fonction du matériel.

Figure 10 : Niveaux de bruit en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires



L'ensemble des matériels étudiés présente des niveaux de bruit relativement importants (supérieur à la VDA inf. de 80 dB(A)) nécessitant la mise en place d'actions de prévention. Seule la bineuse sarclieuse électrique a un niveau inférieur à 80 dB(A). Ce résultat illustre le fait que les moteurs électriques sont moins bruyants que les moteurs thermiques.

Plusieurs matériels engendrent des niveaux de bruit supérieurs à 85 dB(A) imposant le port de protections auditives lors de leur usage.

Les appareils à air chaud et multi flamme génèrent des niveaux de bruit importants, de la même façon que les engins et appareils à moteur thermique (râteau bunker et débroussailleuse).

Pour les appareils mono et multi flamme, le débit de gaz et le nombre de brûleurs en fonctionnement semblent influencer le niveau de bruit.

Ces interprétations se basent sur un nombre de données limitées et mériteraient d'être complétées par une nouvelle campagne de mesure pour chaque situation de travail.

Enfin, le nettoyage avec une soufflette à air comprimé est fortement générateur de bruit et doit être évité.

### 5.1.2.2. Les vibrations

#### 5.1.2.2.1. Les vibrations corps entier

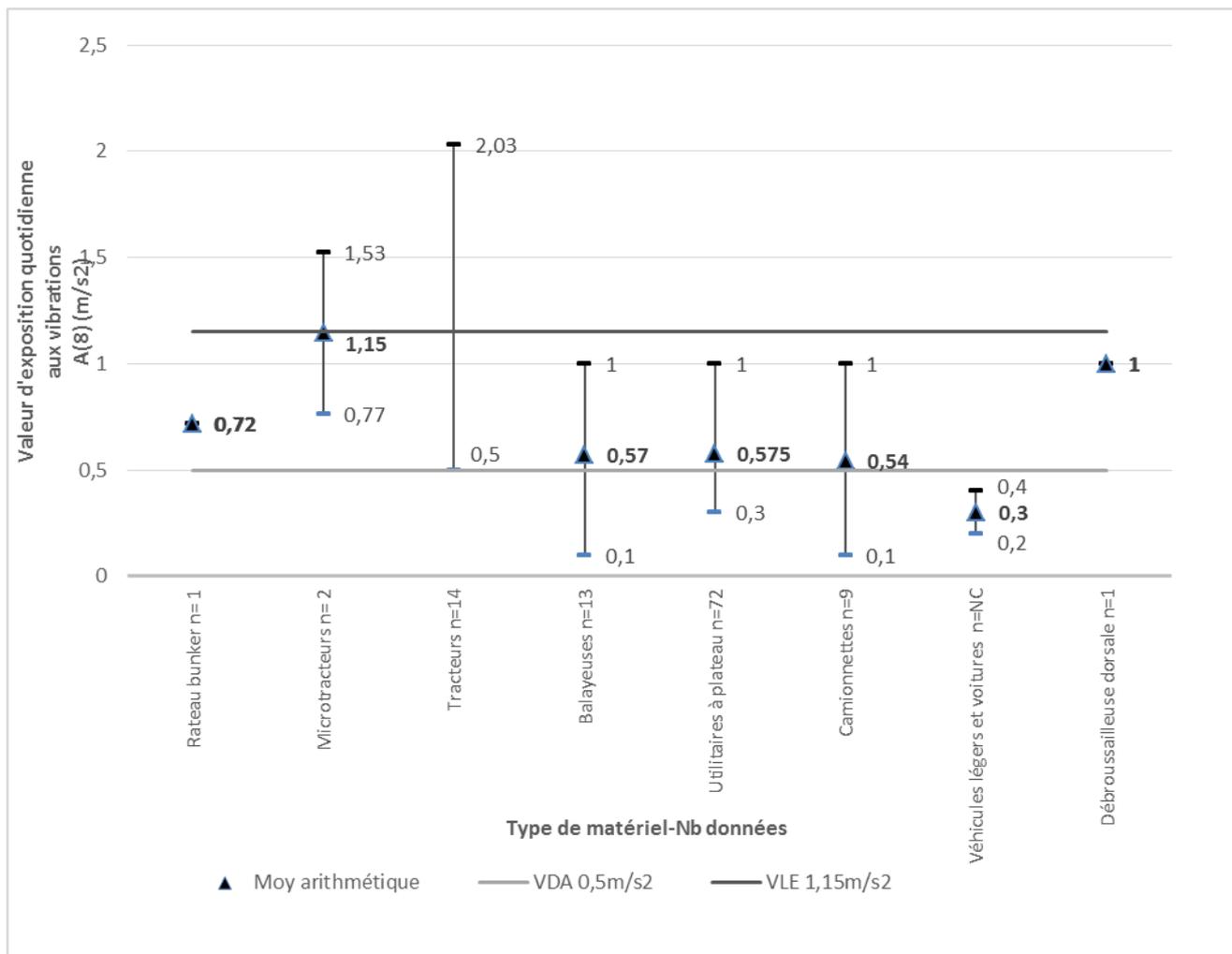
Pour rappel, les valeurs seuils sont indiquées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Valeurs réglementaires françaises - vibrations corps entier

Type de valeur	Abréviation	Seuil m/s <sup>2</sup>
Valeur limite d'exposition	VLE	1,15
Valeur d'exposition déclenchant l'action de prévention	VDA	0,5

La figure 11 présente les fourchettes de niveau d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel.

Figure 11 : Niveaux d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires



L'ensemble des véhicules et appareils étudiés génère des vibrations corps entier.

La totalité des véhicules tout terrain génère des niveaux de vibrations supérieurs ou égales à la VDA. Ce sont les tracteurs et microtracteurs qui semblent les plus exposants pouvant conduire dans certains cas au dépassement de la VLE.

En ce qui concerne les autres types de véhicules, le niveau moyen est aux alentours de 0,5 m/s² (excepté pour les véhicules légers et les voitures), les niveaux maximums restent inférieurs à la VLE.

Il faut noter que même un équipement porté sur le dos génère des vibrations corps entier. Cependant, le faible nombre de mesurages n'est pas suffisant pour conclure.

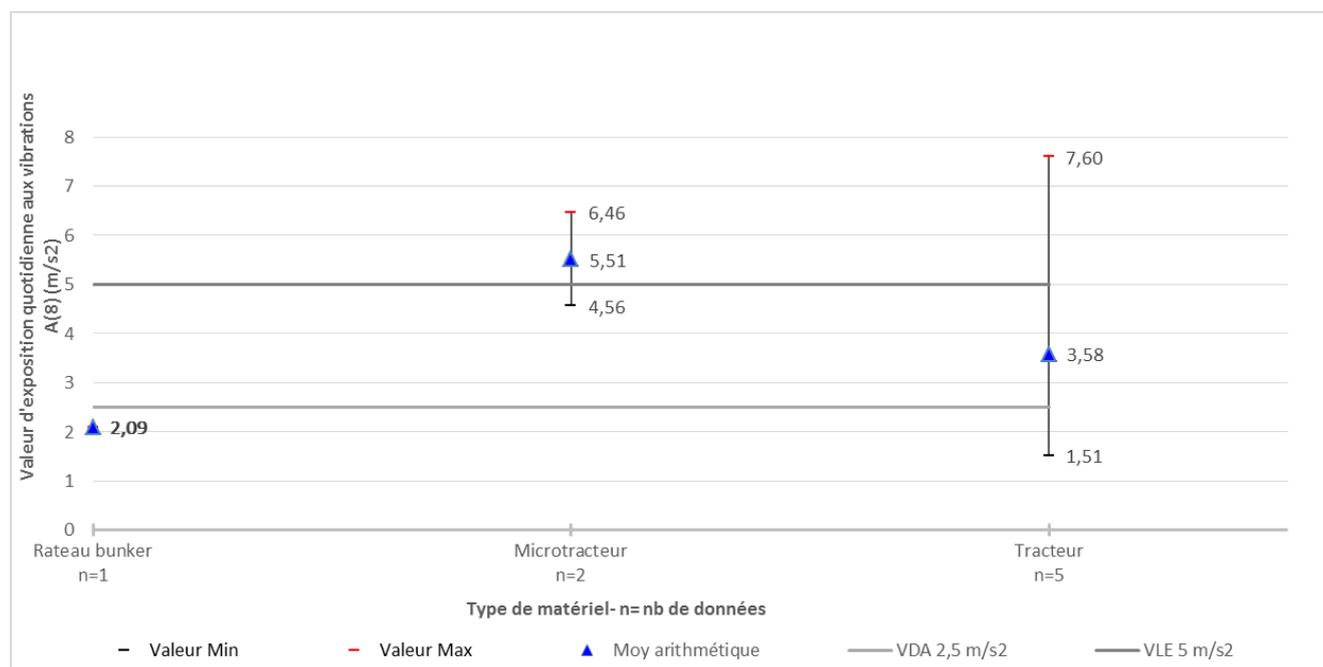
Pour rappel, les valeurs seuils sont indiquées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Valeurs réglementaires françaises – vibrations mains-bras

Type de valeur	Abréviation	Seuil m/s <sup>2</sup>
Valeur limite d'exposition	VLE	5
Valeur d'exposition déclenchant l'action de prévention	VDA	2,5

La figure 12 présente les fourchettes de niveau d'exposition aux vibrations mains-bras en fonction du véhicule.

Figure 12 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du véhicule - comparaison aux valeurs réglementaires



Les résultats des mesurages mains-bras confirment l'observation faite sur les tracteurs et micro tracteurs concernant les niveaux importants de vibrations corps entier. Ces engins sont manifestement plus exposants et conduisent à des dépassements de VLE.

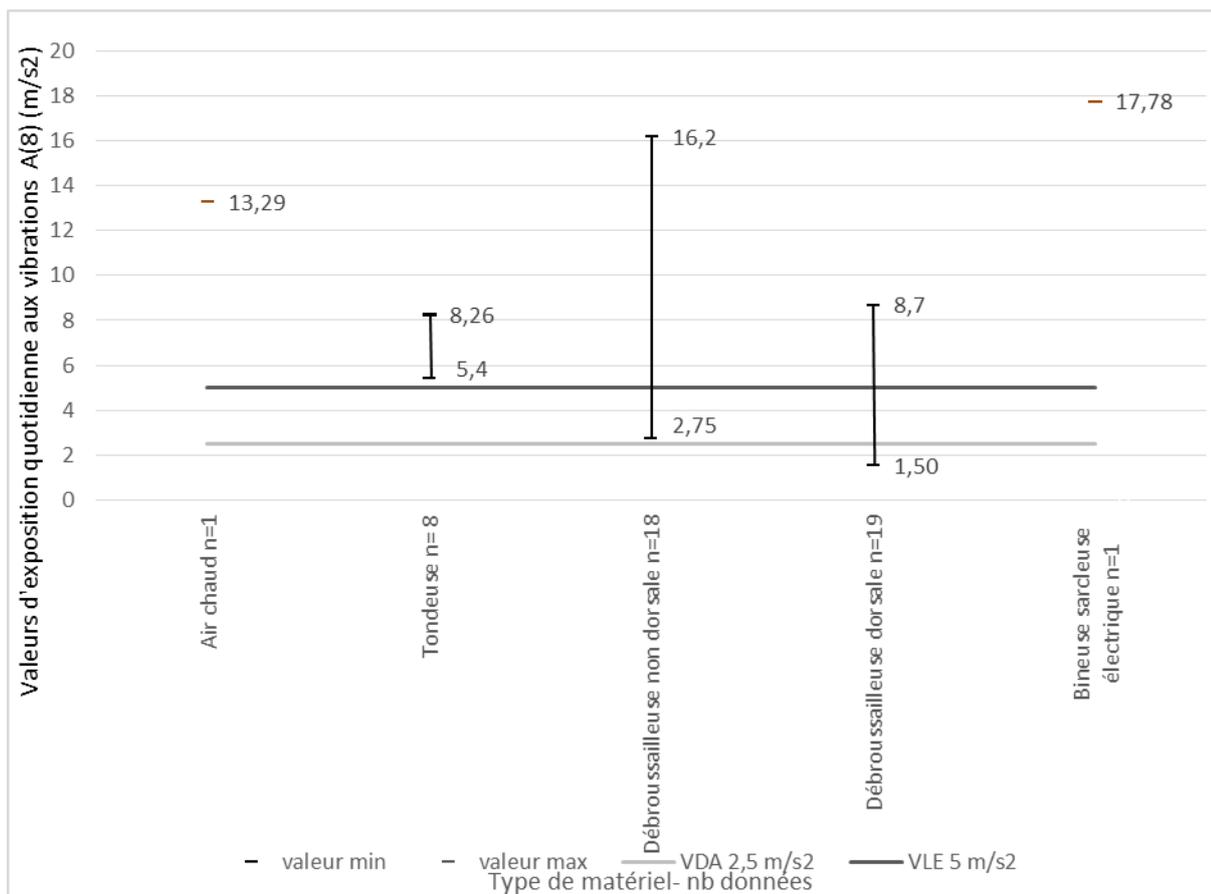
L'unique mesurage réalisé sur le râteau bunker présente une valeur inférieure à la VDA.

Cependant, le faible nombre de mesurages n'est pas suffisant pour conclure.

La figure 13 présente les fourchettes de niveau d'exposition aux vibrations mains-bras en fonction du matériel.

Des valeurs d'exposition mains-bras de tondeuse sont précisées afin d'avoir un ordre de grandeur des niveaux d'exposition pour les appareils à pousser/tirer de type brosseuse. Les niveaux trouvés dans la littérature sur les débroussailleuses concernent la réalisation d'activités de débroussaillage et non de désherbage (avec l'ajout d'une brosse).

Figure 13 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires



La fourchette des niveaux de vibrations mains-bras des tondeuses varie de 5.4 à 8.26 m/s<sup>2</sup>. La VLE est dépassée sur les 4 modèles étudiés.

La débroussailleuse non dorsale et la débroussailleuse dorsale ont respectivement des fourchettes de niveaux de 2.75 à 16.2 m/s<sup>2</sup> et de 1.5 à 8.7 m/s<sup>2</sup>. La débroussailleuse non dorsale est plus exposante que la dorsale (facteur 2). La valeur déclenchant l'action de prévention (2.5 m/s<sup>2</sup>) est dépassée pour la majorité des débroussailleuses (13 modèles sur 14). La VLE est dépassée pour 10 modèles de débroussailleuse sur les 14 investigués. On ne peut conclure sur ce point car ces données sont issues de mesurages réalisés lors de débroussaillage et non d'activité de désherbage avec le rajout d'une brosse sur l'arbre de la débroussailleuse.

L'air chaud et la bineuse sarclieuse électrique présentent des niveaux très importants, au-delà de la VLE. La bineuse sarclieuse génère un niveau de vibrations main-bras supérieur à 350% de la VLE avec la vitesse minimale et un terrain humide. Le faible nombre de mesurages concernant ces appareils ne permet cependant pas de conclure.

L'ensemble des appareils étudiés, à pousser ou à porter, semblent très exposants.

### 5.1.3. Les poussières réputées sans effet spécifique

Les mesurages ont été réalisés sur une période relativement ensoleillée durant le mois de juin 2014.

Le tableau 15 présente les niveaux d'exposition aux poussières en fonction du matériel.

Tableau 15 : Niveaux d'exposition aux poussières en fonction du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition (sol sable et gravillons)

Type Référence du matériel	Ville Date Plage horaire du mesurage	Plage Humidité (%) Température (°C)	Fraction	Durée du prélèvement (heure)	Concentration par prélèvement (mg/m <sup>3</sup> )	VLE (mg/m <sup>3</sup> )	% VLE	Seuil par rapport à la VLE	Sources
Rateau bunker Toro Sawd Pro 5040	Nantes 26 juin 2014 9h00 à 16h00	91 - 50 % 17,2 - 23,3 °C	Alvéolaire	2,4	1,4	5	28	<30% VLE	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
			Inhalable	2,4	30,5	10	305	>100% VLE	
Microtracteur sans cabine Kubota STV40 38,3 cv équipé d'un rabot mécanique à coupoles : Irrval	Angers 18 juin 2014 8h19 à 10h30	88 - 82 % 12,3 - 13,8 °C	Alvéolaire	1,23	2	5	40	>30%	
			Inhalable	2,27	27,5	10	275	>100% VLE	

Ces résultats donnent des valeurs toutes supérieures à 10% de la VLE.

Concernant la fraction inhalable, les concentrations sont très élevées (>250% de la VLE) mettant en évidence une exposition importante. Ces résultats sont confirmés par l'observation d'un important nuage de poussières lors de l'exécution de la tâche de désherbage avec les deux matériels.

Concernant la fraction alvéolaire, l'exposition est moindre que celle de la fraction inhalable. Cependant, dans le cas du microtracteur l'exposition est supérieure à 30% de la VLE laissant supposer un dépassement de la valeur limite.

Cependant, le faible nombre de mesurages effectué exclusivement durant une période relativement ensoleillée n'est pas suffisant pour conclure.

#### 5.1.4. Les gaz d'échappement

La comparaison entre les différentes techniques de désherbage pour le facteur de risque gaz d'échappement est complexe à réaliser. En effet, il existe peu d'études pour caractériser et quantifier les niveaux d'exposition lors de l'utilisation de matériel de désherbage hors, ces expositions mériteraient d'être mieux documentées.

Certains matériels de désherbage nécessitent le fonctionnement simultané de deux moteurs, le moteur du véhicule et celui de l'équipement (groupe motopompe ou groupe électrogène) durant une part variable de la durée de l'intervention ; c'est le cas des pulvérisateurs motorisés et des désherbeurs vapeur, eau chaude de grand format. Ces expositions « double moteurs » n'ont pu être caractérisées ni quantifiées par manque de données.

Des études d'exposition devraient donc être effectuées lors de l'usage de matériels de désherbage (véhicule et appareil) afin de permettre la comparaison des matériels entre eux. Ces études pourraient inclure d'autres types de carburant tel que le biodiesel pour quantifier leur impact sur l'exposition (Jen-Hsiung et al., 2013).

On notera que lors de la réalisation d'opérations de désherbage, les opérateurs peuvent aussi être exposés aux gaz d'échappement issus du trafic routier à proximité.

Les résultats montrent, pour les substances caractérisées, que l'exposition lors de l'usage d'un appareil essence (tondeuse et débroussailleuse) s'avèrent être inférieurs à 10% de la VLE. Cependant, il n'est pas possible de généraliser cette conclusion car le nombre de données concernant les appareils est faible.

Les résultats des études portant sur des groupes de professionnels potentiellement exposés aux composants de gaz d'échappement de véhicules diesel (Lewné et al., 2007 et Blanchard, 2001) montrent des expositions supérieures aux VLE (>30% VLE).

Plusieurs des substances quantifiées dans ces études n'ont pas de VLE.

Cependant, quel que soit le niveau d'exposition, il s'agit ici de gaz d'échappement classés cancérigènes avérés (diesel) et cancérigènes possibles (essence) aussi, il est nécessaire de supprimer ou à défaut d'abaisser l'exposition au niveau le plus bas possible.

Pour un agent cancérigène, il n'existe pas systématiquement de seuil de concentration au-dessous duquel on peut garantir l'absence de risque d'atteinte à la santé. Les VLE doivent donc être considérées comme des objectifs minimaux de prévention.

En effet, les VLE sont déterminées pour une substance pure et, de ce fait, elles ne prennent pas en compte l'exposition à des mélanges complexes pouvant avoir des effets synergiques notamment avec les produits phytopharmaceutiques. De plus, les VLE sont fixées en prenant en compte essentiellement la voie respiratoire, cependant le passage de la substance par voie cutanée et orale est possible.

Il est donc très important de noter que le respect de ces valeurs limites ne protège pas nécessairement d'un risque cancérigène ou allergique les personnes exposées (INRS, ED984, 2012).

Ce risque sanitaire doit être impérativement pris en compte pour la population étudiée dans le cadre de Compamed Santé car l'étude Compamed ZNA a prouvé que ce sont des véhicules diesel qui sont majoritairement utilisés en collectivité ou en entreprise de gestion des espaces verts.

### 5.1.5. Le glyphosate

Une étude a été réalisée par l'IHIE Ouest de 2007 à 2011 afin d'estimer les expositions aux produits phytopharmaceutiques dans une population de professionnels non agricoles à savoir : les personnels territoriaux de la ville d'Angers chargés de l'entretien de différents espaces (parcs, jardins, voiries, cimetières, etc.) (Teigné, 2011). L'étude avait pour objectif de caractériser les niveaux d'exposition respiratoire, cutanée et d'imprégnation urinaire des travailleurs et d'identifier les déterminants des expositions.

Dans cette partie du rapport, il sera présenté uniquement, les résultats pour le glyphosate, cette substance étant l'herbicide majoritairement utilisé<sup>2</sup>.

Des mesurages ont été réalisés sur les applicateurs et aide applicateurs lors de l'utilisation de pulvérisateurs motorisés et de pulvérisateurs à dos. L'applicateur est la personne qui dépose le produit phytopharmaceutique sur la zone à traiter, elle effectue en général aussi la préparation et le nettoyage. L'aide-applicateur participe aux traitements sans être lui-même applicateur, il peut intervenir lors de la préparation, du nettoyage, de la conduite d'engin, etc.

#### 5.1.5.1. Résultats des données d'exposition cutanée et d'imprégnation

Tableau 16 : Résultats des données d'expositions individuelles selon les modalités matériel d'application et activité de l'agent

Substance / Matériel d'application	Activité			
	applicateur		aide-applicateur	
	Exposition cutanée totale (*) (µg)	Biomonitoring urinaire (**) AMPL (µg/L)	Exposition cutanée totale (*) (µg)	Biomonitoring urinaire (**) AMPL (µg/L)
	MG (***) (min – max)	MG (min – max)	MG (min – max)	MG (min – max)
Pulvérisateur motorisé glyphosate+AMPA	n=5 3630,1 (291 ; 32148)	n=6 4,3 (2,1 ; 11,5)	n=4 329,4 (62 ; 1117)	n=6 5,0 (2,1 ; 71,3)
Pulvérisateur à dos glyphosate+AMPA	n=4 2981,8 (1205 ; 10580)	n=6 35,5 (7,1 ; 168,0)	non analysé	non analysé

(\*) l'exposition cutanée totale est calculée par rapport à la surface totale des parties du corps mesurées

(\*\*) l'AMPL (ou amplitude d'excrétion urinaire) est utilisée pour caractériser l'imprégnation totale

(\*\*\*) MG Moyenne géométrique

#### 5.1.5.2. Analyse des données d'exposition cutanée individuelle

Pour le cas du glyphosate +AMPA, l'étendue des valeurs est de : 62 µg à 32 mg. La moyenne géométrique est de 1,6 mg.

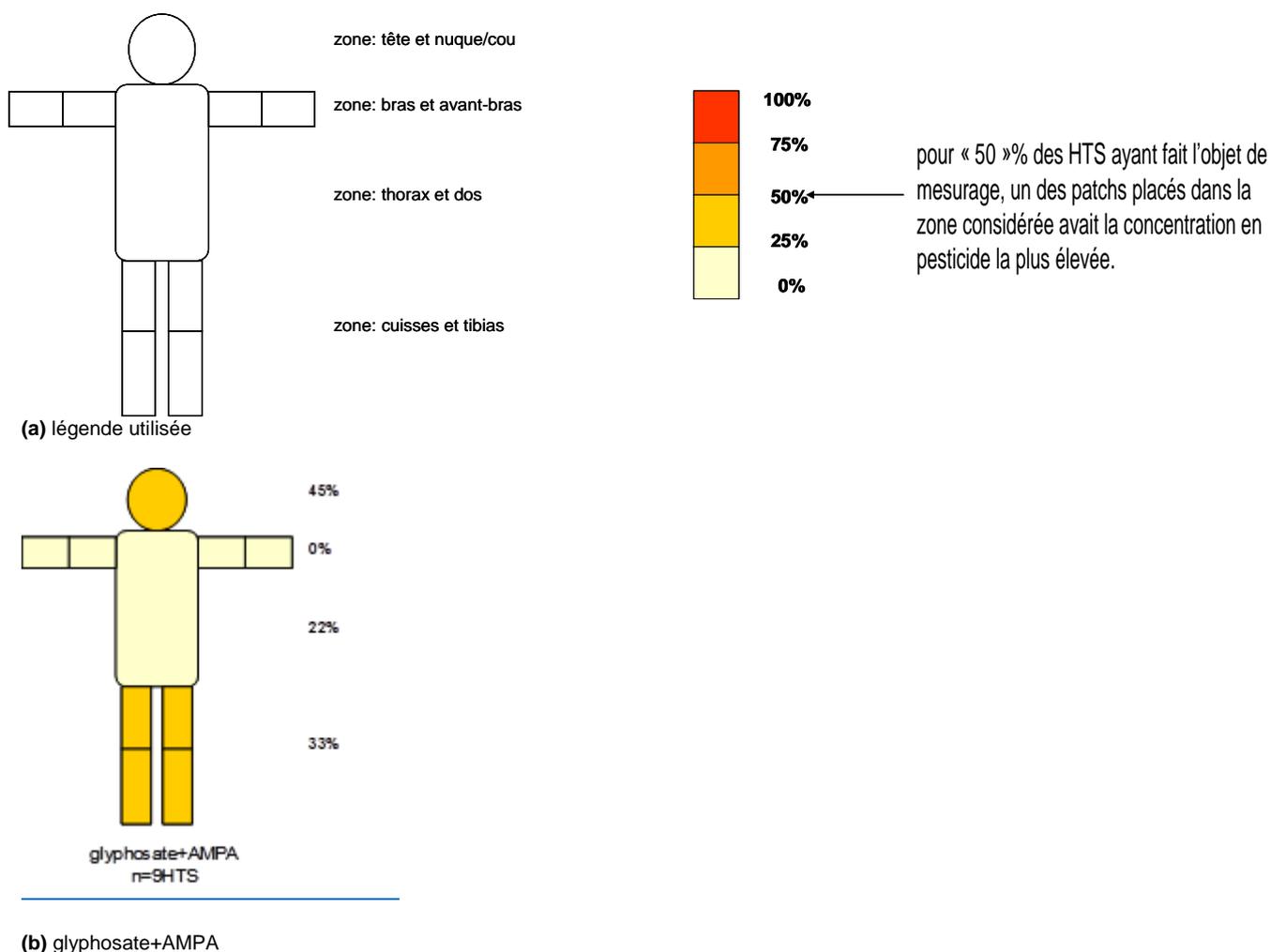
Pour cette étude, l'ensemble des parties du corps échantillonnées a été classé par ordre d'exposition croissante pour chaque Homme-Traitement-Substance suivi. Plusieurs zones échantillonnées ont été regroupées en fonction de leur proximité (tête et nuque ; AVB<sup>3</sup>s et bras ; thorax et dos ; cuisses et tibias). A été comptabilisé pour chacune de ces zones, le nombre de fois qu'une des parties du corps était la plus exposée. Cette étude a été réalisée quel que soit le matériel mis en œuvre. En effet, le fait d'utiliser un pulvérisateur à dos n'est pas apparu représenter un biais ; le dos n'ayant jamais été observé comme étant la zone la plus exposée.

<sup>2</sup> D'autres substances que le glyphosate sont utilisées et peuvent potentiellement engendrer des effets sur la santé. Sont aussi à prendre en compte les effets de la préparation et les synergies possibles dus à l'usage d'autres substances.

<sup>3</sup> AVant-Bras

La figure 14 présente le pourcentage du nombre de fois que chacune des 4 zones étudiées ressort comme étant la zone la plus exposée pour le glyphosate + AMPA.

Figure 14 : Pourcentage du nombre de fois que chacune des 4 zones étudiées ressort comme étant la zone la plus exposée glyphosate+AMPA (b), légende utilisée (a)



Dans le cas du glyphosate (+AMPA) ce sont les zones « tête et nuque/cou » et « cuisses et tibias » qui ont été classées comme étant les zones les plus exposées (pour respectivement 45% et 33% des HTS).

Des explications plausibles seraient (i) la capuche de la combinaison non portée, (ii) des contaminations de cette zone *via* des gestes mains-tête ou mains-nuque/cou, (iii) le type de matériel utilisé ou (iv) la méthode de traitement employée par l'agent (tuyau posé sur l'épaule).

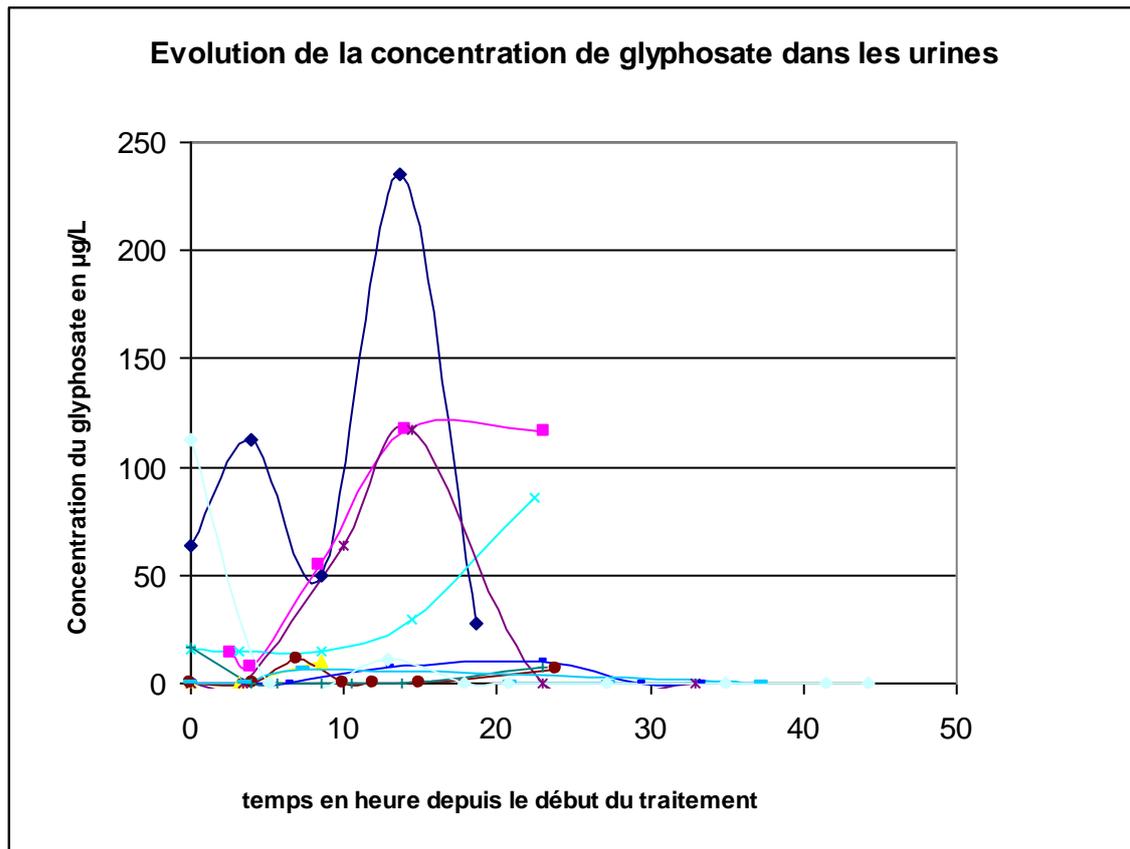
### 5.1.5.3. Description des données d'imprégnation

Pour le glyphosate, l'étendue des valeurs des AMPL est de 2,12 à 168 µg/L (n=18). La moyenne géométrique est de 9,15 µg/L. Concernant les valeurs exprimées en µg/g créatinine (n=11), les valeurs varient de 3,61 à 157 µg/g créatinine ; la moyenne géométrique est de 13,2 µg/g créatinine.

- **une variabilité inter-individus des cinétiques d'excrétion des xénobiotiques est observée.**

A titre d'exemple, la figure 15 présente les cinétiques d'élimination du glyphosate (+AMPA) pour 10 Hommes-Traitements suivis dans ce projet. Il semblerait qu'un maximum d'excrétion urinaire puisse se situer 14 heures après le début de l'exposition pour 5 Hommes-Traitements. Pour 3 Hommes-Traitements, ce maximum d'excrétion est situé aux environs de 7 heures après le début de la réalisation du traitement ; pour les 2 autres Hommes-Traitements il est situé à 23 heures.

Figure 15 : Cinétiques d'élimination du glyphosate pour 10 Hommes-Traitements en µg/L d'urine



Quant aux concentrations observées pour le glyphosate excrété (figure 15), leur variabilité et leur intensité sont comparables à celles mesurées dans le cadre de l'étude d'Acquavella et al. (2004) qui avait noté, le jour de l'application, des concentrations urinaires moyennes de glyphosate pour des agriculteurs de  $3,2 \pm 6,4$  µg/L (extrêmes 1 à 233 µg/L).

Cependant, quel que soit le niveau d'exposition, il s'agit ici du mesurage de la substance seule. Hors administrées à des doses équivalentes, les préparations sont plus toxiques que le glyphosate. En effet, la toxicité chronique de la préparation commerciale à l'égard du système nerveux central est à prendre en compte (Malhotra et al., 2010) et, se pose la question, comme pour d'autres produits phytopharmaceutiques, d'une relation entre exposition aux glyphosate et maladie de Parkinson (Wang et al., 2011). Depuis 2012 la maladie de Parkinson a été reconnue comme maladie professionnelle en lien possible avec les produits phytopharmaceutiques. De plus, des effets synergiques sont possibles dus à l'usage d'autres molécules.

Le glyphosate est depuis le 20 mars 2015 classé par le CIRC cancérogène probable pour l'Homme, groupe 2 A.

Ce risque sanitaire doit donc être impérativement pris en compte pour la population étudiée dans le cadre de Compamed Santé.

## 5.2. CHARGE PHYSIQUE RESENTIE

L'exploitation des données du questionnaire s'est focalisée sur la fréquence d'utilisation des techniques de désherbage, sur les gestes et postures, sur le ressenti des jardiniers suite ou à l'occasion de la mise en œuvre des techniques utilisées et enfin sur les contraintes liées au désherbage.

Nous ne présentons ci-dessous que quelques résultats saillants, l'ensemble des résultats est présenté en annexe 17.

### 5.2.1. Informations générales

Le questionnaire Compamed a été complété par 223 jardiniers concernés par l'activité de désherbage. La taille de cet échantillon demeure modeste. De plus, le recueil n'ayant pas été aléatoire, se pose la question de la représentativité.

La prudence s'impose donc vis-à-vis de l'interprétation des résultats issus des traitements statistiques de cet échantillon. Notamment, les résultats en niveaux sont à manier avec précaution : ils précisent les caractéristiques de l'échantillon obtenu mais ne peuvent être généralisés à l'ensemble des jardiniers accomplissant des tâches de désherbage. En revanche il n'y a pas de raison pour que les différences entre sous-populations qu'on observe ici (par âge, par technique de mise en œuvre, etc.) soient fausses.

L'échantillon sur lequel portent les résultats présentés ici est constitué d'une majorité de collectivité (82,5%), de très peu de femmes (7%) et surtout de droitiers (80%).

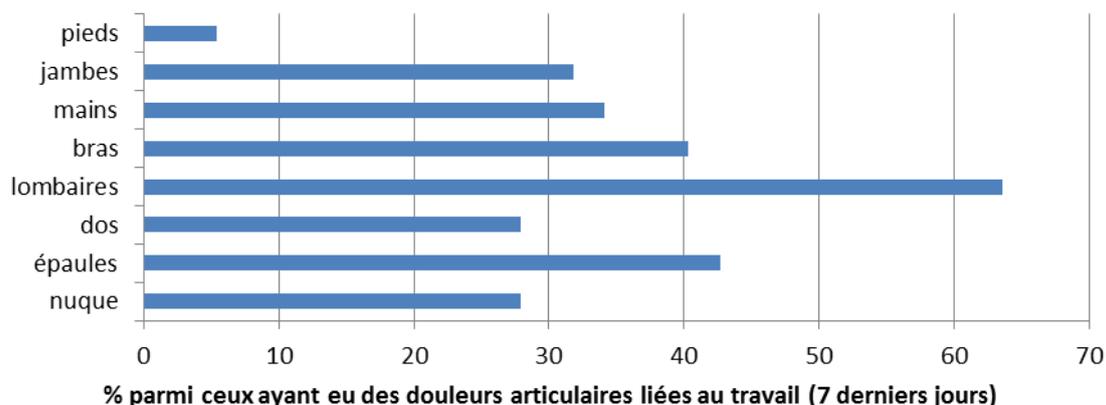
L'âge a été renseigné en classes décennales. L'échantillon est notamment composé de jardiniers d'âges intermédiaires : 174 d'entre eux ont entre 26 et 55 ans (ils représentent 78% de l'échantillon). Seuls 17 individus sont plus âgés (8%), et 31 ont entre 15 et 25 ans (14%).

### 5.2.2. Douleurs articulaires liées au travail au cours des 7 derniers jours

Près de 60% des jardiniers interrogés déclarent avoir eu des « douleurs articulaires liées au travail au cours des 7 derniers jours ». Mais le questionnaire ne permet pas de déterminer si des activités de désherbage ont été menées dans les jours précédant la passation du questionnaire.

Sur la figure 16 ci-dessous, on constate que les lombaires sont le siège le plus fréquent des douleurs « actuelles » rapportées par les jardiniers et qu'ils relient au travail. Les membres supérieurs (main/bras/épaule) sont aussi largement représentés.

Figure 16 : Localisation des douleurs articulaires liées au travail

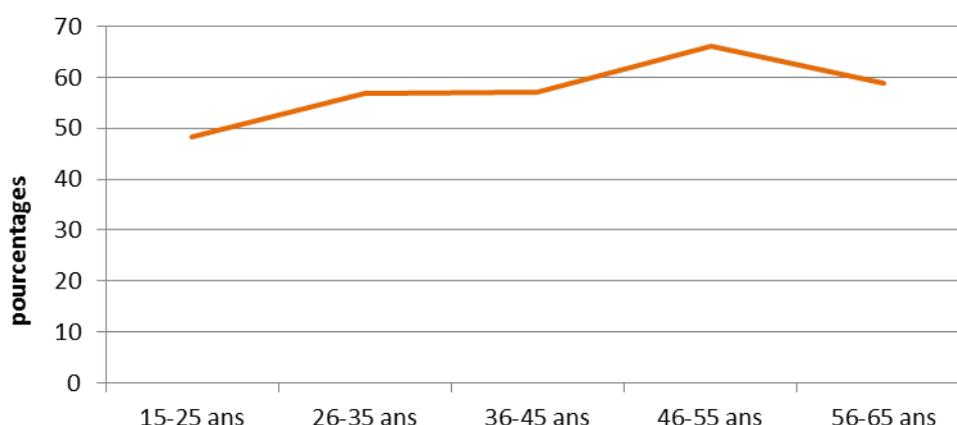


Pour les membres supérieurs, si l'on s'intéresse à la distinction entre côtés droit et gauche, on constate que le côté droit est systématiquement plus souvent cité en proportion par les répondants. Sans pouvoir la valider, on peut faire l'hypothèse d'un lien fort avec la latéralité prépondérante de ces jardiniers (pour rappel, l'échantillon est composé à 80% de droitiers).

### 5.2.3. Douleurs déclarées et âge

Nous retenons essentiellement de la figure 17 ci-dessous d'une part que tous les âges sont touchés par des douleurs articulaires, puisque près de 50% des 15-25 ans déclarent des douleurs, et d'autre part qu'avoir des douleurs semble plutôt augmenter avec l'âge (il y a plus de 20% de différence entre les 15-25 ans et les 46-55 ans) bien que les plus âgés « cassent » cette tendance. On peut faire l'hypothèse de l'existence de phénomènes de sélection (comme l'effet « travailleur sain » : seuls ceux qui sont à même d'assurer le travail de par leur état de santé restent au travail, les autres en sont sortis) ou d'une différence de « composition sociale » dans les classes d'âge (par exemple si les plus âgés ont un niveau, grade ou autre qui les affectent à d'autres tâches, réduisant leur participation aux activités les plus astreignantes).

Figure 17 : Douleurs articulaires liées au travail ces 7 derniers jours, selon l'âge



### 5.2.4. Fréquence des techniques de désherbage, selon le mode de mise en œuvre (MMO)<sup>4</sup>

Dans l'échantillon constitué par les répondants au questionnaire, les différentes techniques de désherbage sont peu répandues, exceptées les techniques manuelles qui sont les seules à être très utilisées (près de 60% des répondants les utilisent au moins quelques jours par semaine). Les autres techniques qui concernent un effectif un tant soit peu notable sont :

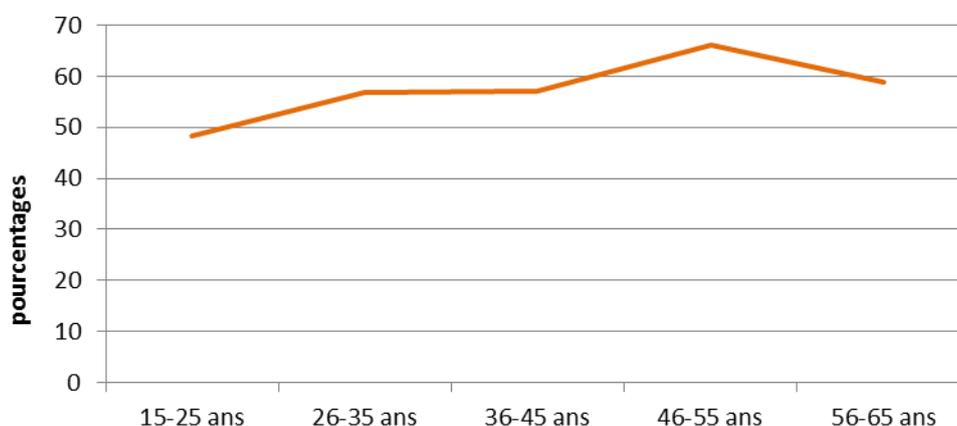
- Le poussé-tiré en mono/multiflamme : 23% des répondants l'utilisent au moins quelques jours par mois (il s'agit de 51 individus), 33% au moins rarement (73 individus concernés)
- Sur le dos en chimique : 16% l'utilisent au moins quelques jours par mois (soit 36 personnes), 31% au moins rarement (70 individus)

Les techniques restantes sont rarement utilisées par les répondants. Dans un souci de rigueur scientifique et au regard de l'échantillon disponible, il était plus raisonnable de faire des regroupements non pas par technique (chimique, mécanique, thermique), mais par mode de mise en œuvre (manuel, sur le dos, à pousser ou à tirer, autotracté, tracteur ou autre véhicule).

<sup>4</sup> Le terme « mode de mise en œuvre » sera souvent utilisé dans cette partie. Pour faciliter la lecture, nous utiliserons l'abréviation « MMO ».

De plus, si l'on regarde sur la figure 18 ci-dessous le nombre de MMO cumulés par les jardiniers dans leur activité, on constate qu'ils sont très peu nombreux à n'en utiliser qu'un seul (seulement 25, soit 11% d'entre eux). Près de 80% des jardiniers utilise au moins 2 MMO, parmi les 6 catégories suivantes : arrachage à la main, binette/racloir/autres outils, sur le dos, à pousser ou à tirer, autotracté, tracteur ou autre véhicule.

Figure 18 : Nombre de modes de mise en œuvre utilisés



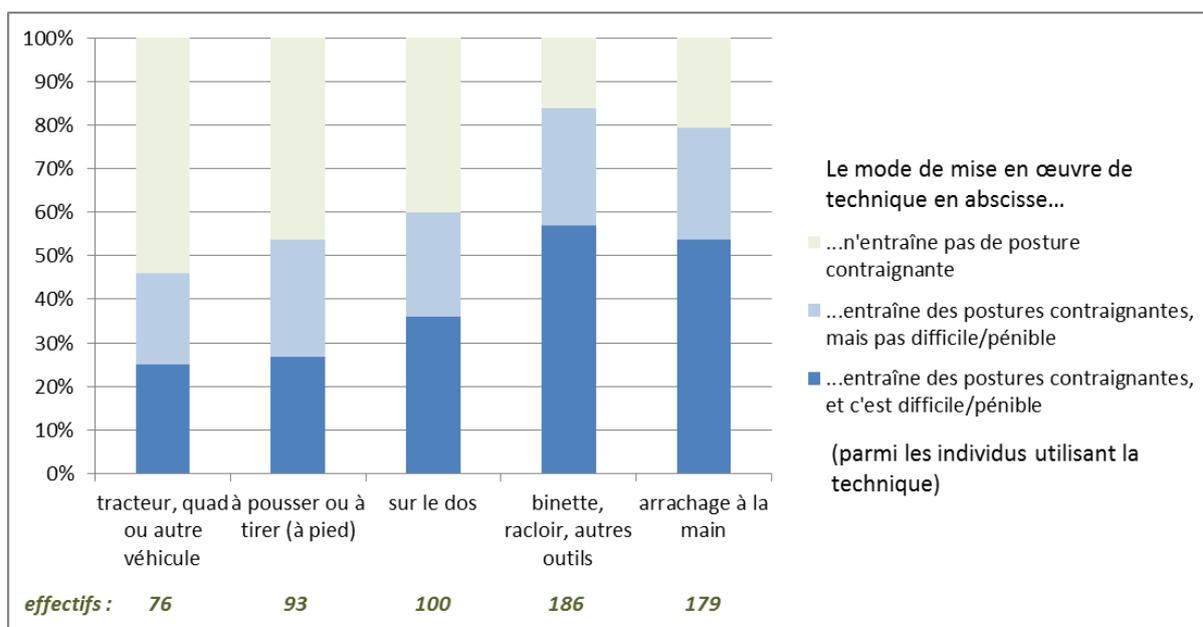
Enfin, en croisant ces données avec l'âge des répondants, on constate que les méthodes manuelles (arrachage à la main, binette/racloir/autres outils) et « sur le dos » sont plus prégnantes chez les plus jeunes, et qu'en proportion « tracteur, quad ou autre véhicule » et « poussé/tiré » sont plus utilisés à partir de la tranche d'âge 36-46 ans. En dépit des très faibles effectifs par sous-catégories qui nous incitent à la prudence concernant les conclusions que l'on peut en tirer, on peut faire l'hypothèse que certaines organisations du travail offrent des marges de manœuvre aux équipes de jardiniers pour protéger les plus usés des MMO les plus astreignants physiquement.

#### 5.2.5. Posture difficile ou pénible selon le mode de mise en œuvre

Il s'agit maintenant de voir, au sein des sous-populations qui utilisent tel ou tel MMO, quelle est la proportion des jardiniers qui indique un lien avec des postures contraignantes et si cela est vécu comme difficile ou pénible.

Dans la figure 19, le « 100% » correspond aux jardiniers qui utilisent le MMO considéré, qu'il induit selon eux des postures contraignantes ou pas. On ne représente pas ici le MMO « autotracté », qui n'est quasiment pas utilisé par les répondants de notre échantillon (effectifs faibles).

Figure 19 : MMO qui entraînent des postures contraignantes, difficiles ou pénibles

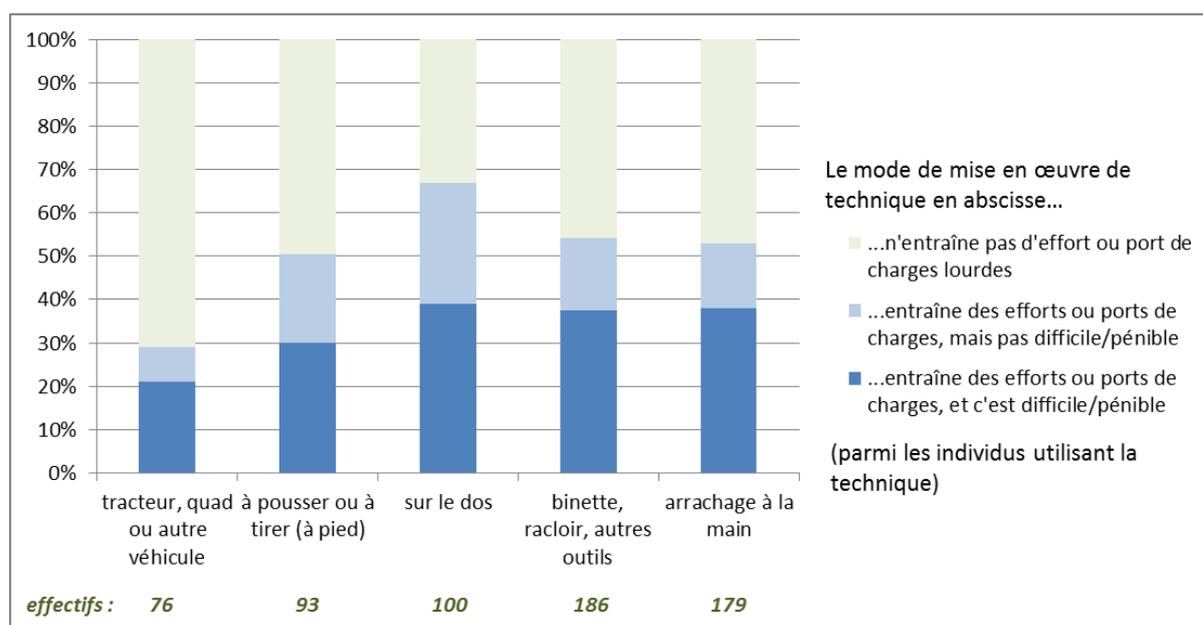


On constate que l'ensemble des MMO étudiés entraîne des postures contraignantes pour au moins 45% des jardiniers (mini : tracteur quad, maxi : outils à main tels que racloir ou binette). Pour les jardiniers les mettant en œuvre, l'arrachage à la main ainsi que l'usage d'outils à main demeurent les MMO entraînant le plus de postures contraignantes difficiles ou pénibles. Notons aussi que même le « tracteur/quad » ou « à pousser ou à tirer » sont ressenties comme difficile/pénible pour au moins 25% des jardiniers.

#### 5.2.6. Efforts ou ports de charges lourdes difficiles ou pénibles selon le mode de mise en œuvre

Les résultats montrent que les efforts et ports de charges lourdes induits par la mise en œuvre du désherbage manuel sont considérés comme pénibles pour près de 50% des répondants concernés (4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> colonnes de la figure 20). Par comparaison, les techniques mises en œuvre par des appareils portés sur le dos sont plus fréquemment citées comme demandant des efforts (zones bleu foncé + bleu clair) mais les répondants ne les trouvent pas plus pénibles (zone bleu foncé).

Figure 20 : MMO qui entraînent des efforts ou ports de charges lourdes difficiles ou pénibles

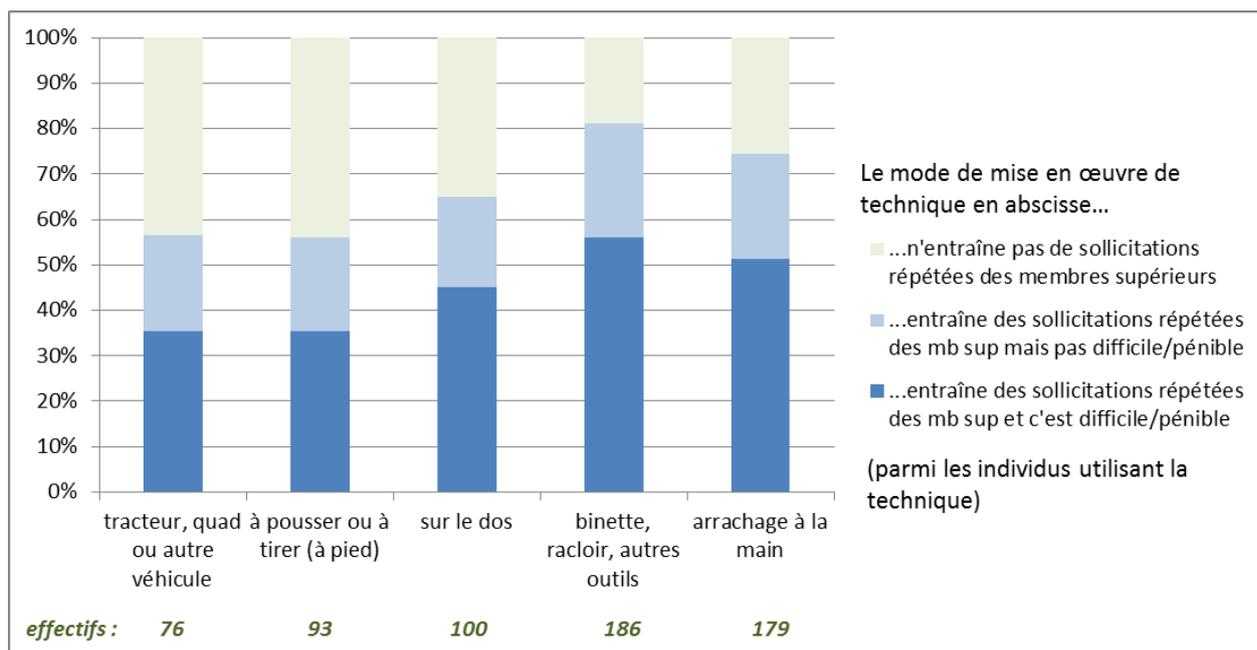


### 5.2.7. Sollicitations répétées épaules/coudes/mains difficiles ou pénibles selon les modes de mise en œuvre

Les MMO manuels sont les plus cités en termes de sollicitations répétées des épaules, coudes et mains des jardiniers. C'est le cas aussi en termes de difficulté/pénibilité associée à ces sollicitations répétées difficiles ou pénibles.

On peut noter que c'est sur cette question que le MMO « tracteur ou autre véhicule » amène le plus de contraintes physiques déclarées (du moins parmi celles investiguées), et de difficultés/pénibilité.

Figure 21 : MMO qui entraînent des sollicitations répétées épaules/coudes/mains difficiles ou pénibles

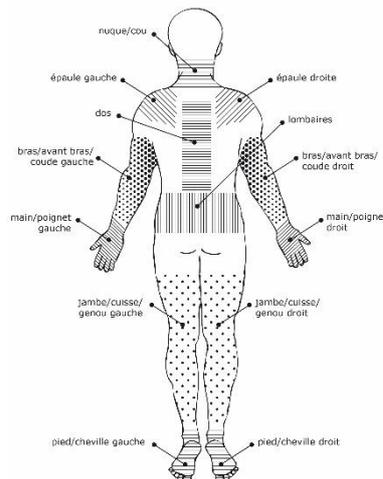


### 5.2.8. Douleurs articulaires ou musculaires associées au désherbage

La fin du questionnaire s'intéresse aux douleurs articulaires ou musculaires ressenties par les jardiniers et associées aux opérations de désherbage. Pour chaque technique et MMO, le répondant devait pointer sur un schéma représentant un Homme de dos les sièges de ses douleurs.

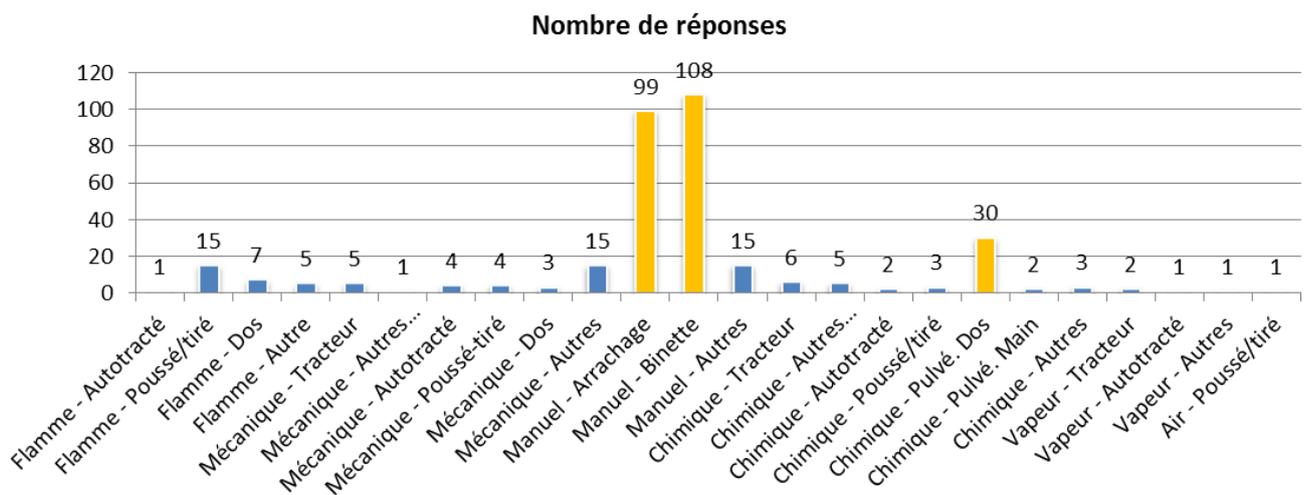
Sur le schéma corporel (figure 22), au total, 14 sièges de douleurs potentiels étaient proposés aux répondants<sup>5</sup>.

Figure 22: Schéma corporel proposé pour la localisation des douleurs ressenties



Comme le montre la figure 23, toutes les techniques et MMO ne sont pas utilisés par les répondants. Le nombre de réponses à cette question ne permet pas de traiter les résultats pour l'ensemble des MMO proposés. Les résultats ci-après exploitent donc les réponses des sous-populations de répondants les plus fournies, marquées en orange sur le graphique. Il s'agit du désherbage manuel par arrachage, à l'aide d'une binette, et chimique avec un pulvérisateur à dos.

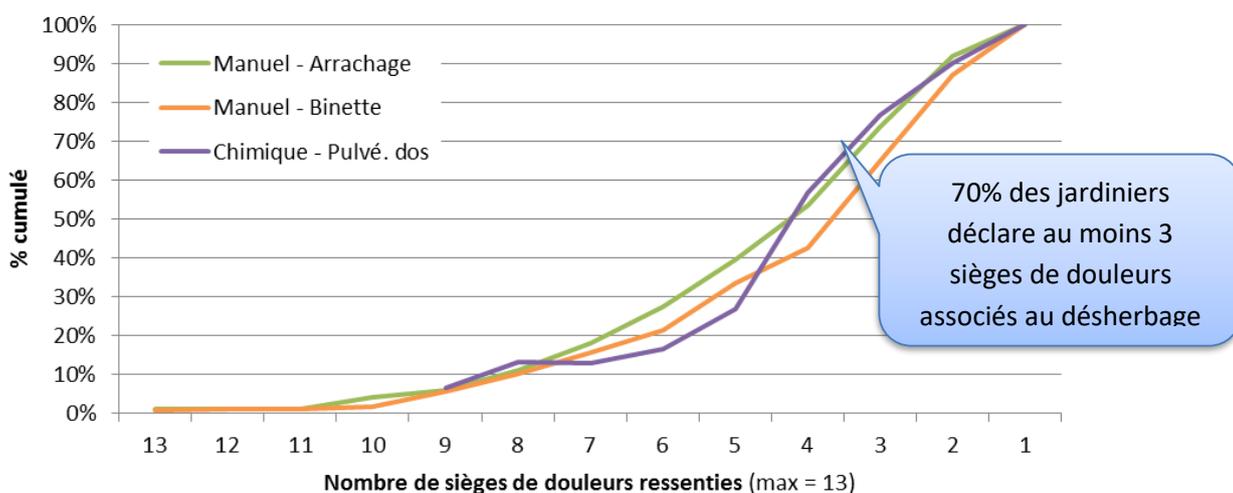
Figure 23: Nombre de réponses sur les douleurs associées au désherbage, par technique et MMO



<sup>5</sup> Nuque, cou, dos, lombaires, épaule droite, épaule gauche, bras/avant-bras droit, avant-bras/bras gauche, main droite, main gauche, jambe/cuisse droite, jambe/cuisse gauche, pied droit, pied gauche.

La figure 24 montre que pour les trois types de désherbage retenus, tous les répondants déclarent au moins un siège de douleurs articulaires ou musculaires. Plus encore, la majorité fait état de douleurs multiples, puisque 70% des répondants déclarent au moins trois sièges de douleurs, et 50% en déclarent au moins quatre.

Figure 24: Nombre de sièges de douleurs déclarés

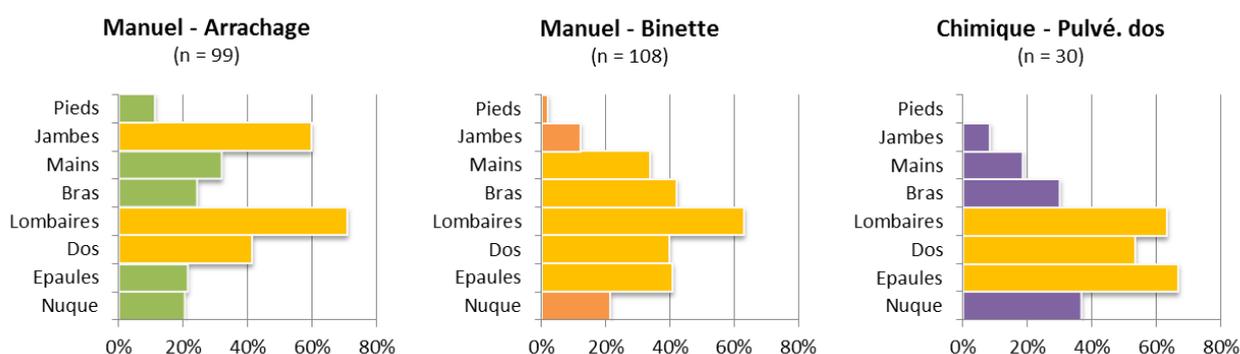


Les résultats ne permettent pas de dégager de différence significative entre le nombre de sièges de douleurs déclarées et le type de technique et MMO utilisés (c'est-à-dire qu'on ne peut pas dire qu'une technique et MMO provoquent plus de siège de douleurs qu'une autre).

La figure 25 montre, pour chacune des techniques et MMO étudiés, la fréquence de déclaration des sièges de douleurs. Dans chaque graphique, les réponses citées par plus d'un tiers des répondants sont signalées en orange.

On voit que les techniques et MMO étudiés ne semblent pas provoquer les mêmes douleurs. On constate tout d'abord que lombaires et dos sont majoritairement cités comme étant le siège de douleurs, pour les trois techniques investiguées. En plus, le désherbage manuel par arrachage semble douloureux pour les membres inférieurs, alors que le désherbage manuel à l'aide d'outils (racloir, binette, etc.) est aussi douloureux pour les membres supérieurs (épaule, bras, mains). Enfin, bien que moins sollicitant pour les bras et les mains que les techniques manuelles, le désherbage chimique par pulvérisateur à dos est très souvent cité comme à l'origine de douleurs aux épaules.

Figure 25 : Fréquence de déclaration des sièges de douleurs, par technique et MMO étudiés



On peut regretter que les effectifs n'aient pas été plus fournis pour explorer les sièges des douleurs lors de l'usage des autres techniques et MMO. Néanmoins, les résultats sont bien disponibles sur les modalités les plus utilisées par nos répondants et permettent de mettre en lumière les spécificités de chacune en termes de localisation des douleurs.

Les résultats précédents montrent que les tâches de désherbage sont perçues comme pénibles par une majorité de répondants. Le nombre important de sièges de douleurs associés aux trois modalités étudiées indique que ces opérations semblent particulièrement usantes, et pointent la nécessité d'une démarche de prévention.

#### 5.2.9. Synthèse

Dans notre échantillon, quelle que soit la technique, les modes de mise en œuvre manuels sont les plus utilisés, et à tout âge. Ces mêmes MMO sont en proportion les plus impliqués par les jardiniers en termes de :

- postures contraignantes,
- sollicitations répétées au niveau des membres supérieurs,
- y compris en termes de difficultés ou pénibilité associées.

Le MMO « sur le dos » est en proportion un peu plus souvent que les autres lié aux efforts et ports de charges lourdes par les jardiniers.

La proportion de MMO manuels déclarés comme entraînant des douleurs articulaires ou musculaires est élevée.

#### 5.2.10. Limites de cette approche

L'exploitation des données du questionnaire présente un certain nombre de limites :

- Les effectifs des sous-catégories sont inégalement répartis, notamment sur les techniques de désherbage, le sexe, la latéralité, empêchant les croisements permettant de comparer des sous catégories de l'échantillon de jardiniers constitué. C'est pourtant ce qui aurait permis de contourner le problème de la représentativité de l'échantillon, non assurée par le mode de recueil, comme on le précisait en introduction de cette partie.
- Certaines informations absentes du questionnement, comme l'ancienneté ou encore des informations sur d'autres activités des jardiniers en sus du désherbage, auraient permis d'affiner et de compléter nos résultats.
- La formulation des questions dont les réponses devaient être exprimées en fréquence ainsi que la période de passation du questionnaire ont une probabilité non négligeable d'avoir entraîné des biais, dans la mesure où les jardiniers n'ont peut-être pas tous répondu de la même manière à ces questions. Notamment, l'utilisation de techniques et ce qu'elles entraînent n'est pas cadrée dans le temps alors que le désherbage est une activité saisonnière. Ainsi, la réponse donnée peut être, selon les jardiniers : une « moyenne » sur l'année, par rapport à une « période intense de désherbage », ou par rapport à « ces temps-ci ».

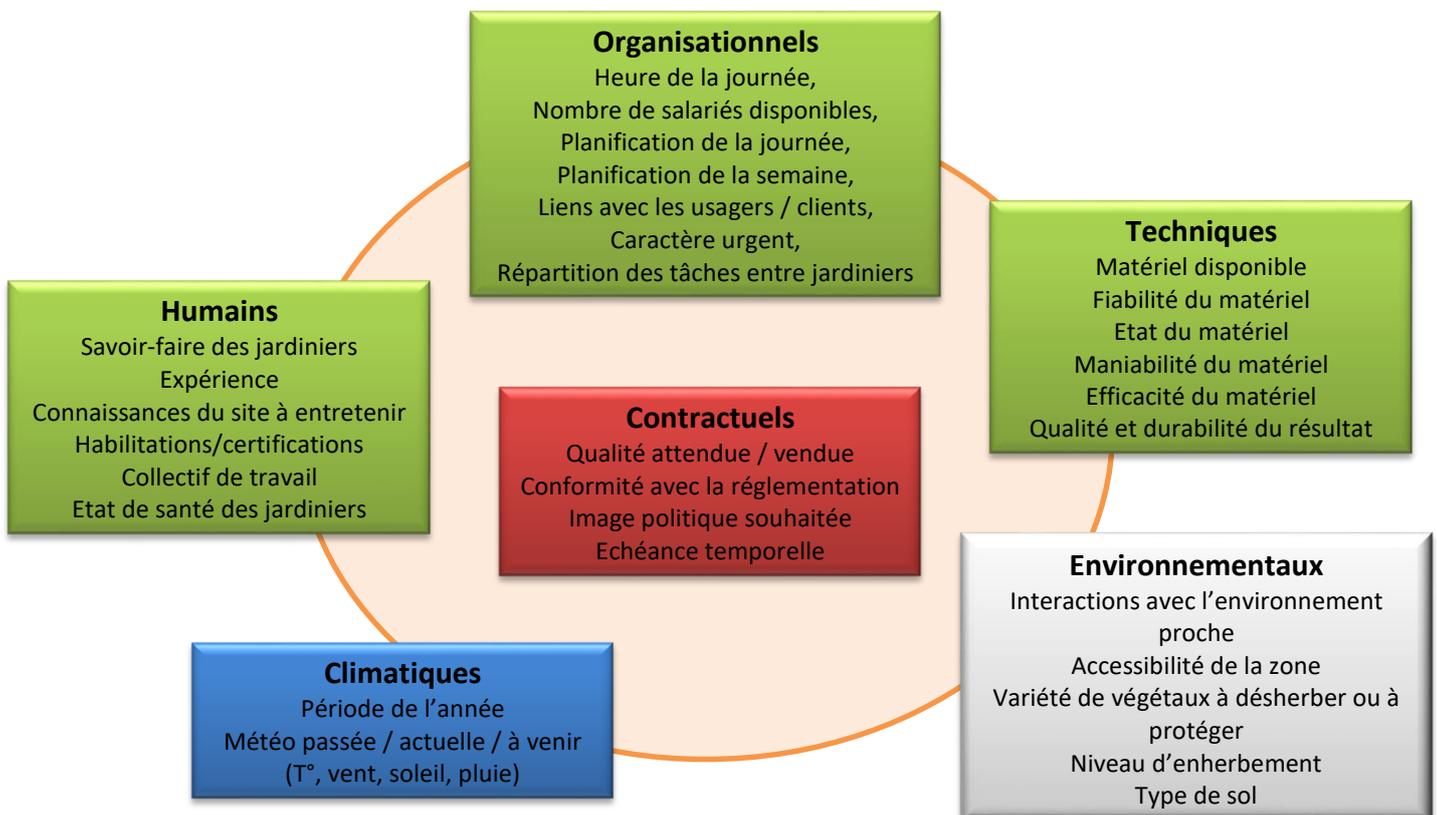
## 5.3. APPROCHE ERGONOMIQUE

### 5.3.1. Les déterminants du travail des jardiniers

Les premières investigations de terrain ont permis d'identifier les déterminants qui conditionnent l'activité réelle de travail du personnel préposé au désherbage. Nous retenons que l'activité des jardiniers est la résultante de choix techniques, organisationnels et humains explicités dans la figure 26 ci-dessous, tels qu'imaginés dans la méthodologie initiale. A ces déterminants, s'en rajoutent d'autres de natures différentes :

- des déterminants contractuels : qualité attendue ou vendue, obligations de conformité avec la législation en termes de sécurité des lieux ou de traitements phytosanitaires, image politique de l'entretien des espaces publics renvoyée aux usagers, échéance temporelle fixe (par exemple une manifestation culturelle ou sportive), etc.,
- des déterminants environnementaux : l'accessibilité de la zone à désherber, les variétés de végétaux à désherber ou à protéger, ou encore les interactions avec l'environnement proche de type école, route, zone humide, etc. influenceront par exemple le type de matériel utilisé, le nombre de jardiniers mobilisés, ou encore l'heure d'intervention,
- des déterminants climatiques : ces éléments ont une influence significative sur l'activité des jardiniers. Dans la mesure du possible, ils sont pris en compte par les managers et selon trois modalités :
  - o après une longue période de pluie ou de sécheresse, le matériel utilisé ou les tâches à réaliser ne seront pas les mêmes (par exemple le matériel de désherbage par flamme peut être dangereux en période de sécheresse, en raison du risque de départ de feu),
  - o au quotidien, un changement météo peut nécessiter un réajustement des tâches à effectuer,
  - o l'annonce de plusieurs jours de beau temps ou au contraire de météo pluvieuse dans les jours à venir pourra influencer le manager à revoir l'ordonnancement des chantiers prévus ou les horaires de travail.

Figure 26 : Les déterminants du travail des jardiniers



Cette représentation graphique ne doit pas laisser penser en une indépendance des familles de déterminants entre elles. Bien évidemment, elles s'influencent mutuellement. Cette interdépendance est représentée graphiquement par le cercle orange. Un exemple de cette interdépendance est développé par Guéret et Joubert (2009) qui ont procédé à l'analyse ergonomique d'un accident du travail chez des ouvriers du paysage : contrairement à l'hypothèse initiale de la direction qui argumentait pour une erreur humaine (une faute d'inattention), les ergonomes ont mis en cause des déterminants temporels, matériels, spatiaux, environnementaux et météorologiques à l'origine de l'accident.

Dans la perspective d'un désherbage efficient tout en préservant au mieux la santé des jardiniers, il peut être utile d'appréhender chacun des éléments de ces familles de déterminants comme un levier d'action potentiel.

### 5.3.2. Conséquences de la diminution du désherbage chimique

Aujourd'hui, pour désherber sans produits phytosanitaires, à iso moyens et objectifs (c'est-à-dire, avec les mêmes temps/homme, coût du matériel et consommables, efficacité du résultat), nous n'avons pas observé ou identifié de matériel, de technique ou de mise en œuvre qui permette d'obtenir les mêmes résultats qu'avec l'usage de produits phytosanitaires. Non seulement nous n'avons pas identifié cette technique mais en plus l'alternative la plus efficace et la plus répandue (c'est-à-dire le désherbage manuel) semble la plus usante pour les jardiniers<sup>6</sup>. Ces observations sont cohérentes avec les résultats de Compamed ZNA, qui montrent que l'efficacité du désherbage chimique n'est comparable à celle de certaines alternatives (eau chaude notamment) qu'au prix d'une fréquence d'intervention plus élevée et donc d'une augmentation du temps de travail.

Ce constat n'est pas inédit : en groupes de travail les gestionnaires ont mentionné la recherche de méthodes alternatives efficaces et économiquement viables depuis plusieurs années, voire la fin des années 90 pour certains. Ainsi, lors du choix (souhaité ou non) d'évoluer vers des pratiques consommant moins de produits phytosanitaires, la première approche des gestionnaires a consisté à travailler ou négocier sur les moyens et les objectifs : soit l'augmentation de ces moyens (plus de jardiniers, de matériel, de temps passé), soit plus marginalement l'optimisation des moyens (formation des agents pour des pratiques plus efficaces, ajustement des modes de gestion de l'espace public<sup>7</sup>). Mais cette stratégie a rapidement touché ses limites, notamment financières : par exemple dans le secteur privé, il est difficile de facturer plus cher pour venir plus souvent, à plus nombreux, et passer plus de temps, même si les sensibilités et consentements à payer des clients évoluent. L'autre stratégie consistant à facturer un entretien en « zéro phyto » au même tarif qu'un entretien traditionnel n'est pas viable économiquement. Pour contourner cette limite, les gestionnaires travaillent à présent sur les deux autres pôles du triangle gestionnaire (présenté en chapitre 4.5.1.) : les objectifs et les résultats. Nous pouvons étayer ce constat par l'extrait d'entretien suivant, réalisé auprès d'un responsable de service espace verts dans une grande ville :

*« l'arrêt de l'utilisation des produits phyto a forcé à changer notre vision de la gestion des espaces »*

---

<sup>6</sup> Nous n'avons pas procédé à des mesurages spécifiques de l'astreinte liée au désherbage manuel. Nous appuyons toutefois cette affirmation sur les résultats du questionnaire (cf. chapitre précédent), sur les observations réalisées ainsi que sur les entretiens avec les jardiniers et les gestionnaires : l'arrachage à la main ou à la binette est plus long, les plantes repoussent plus vite, les jardiniers adoptent des postures contraignantes, forcent pour arracher, se sentent dévalorisés, et contrairement aux autres techniques ensuite il faut ramasser et jeter les végétaux extraits.

<sup>7</sup> Citons la gestion différenciée par exemple, qui remplace une gestion uniforme de l'espace urbain par plusieurs classes de gestion (d'intensif à extensif ou rustique), tenant compte des usages et paysages souhaités sur chaque zone considérée. Ce mode de gestion permet de recentrer l'effort du personnel sur des zones ciblées.

Cette remarque illustre le basculement de point de vue et de stratégie des managers et donneurs d'ordre : Est-ce que l'objectif est le désherbage ? N'y a-t-il pas des objectifs plus généraux sur lesquels travailler pour dépasser les contraintes liées à la diminution de la consommation de produits phytosanitaires ? Ce résultat conforte notre démarche méthodologique qui consiste à mieux comprendre ce qui conditionne l'activité des jardiniers, c'est-à-dire les stratégies, ressources et contraintes de ceux qui conçoivent le travail des jardiniers.

### **5.3.3. Est-ce réellement un problème de technique de désherbage ? Une révision des objectifs**

Les conclusions des investigations présentées ci-dessus nous ont conduit à travailler avec les gestionnaires de ZNA, cette fois non pas sur l'identification des moyens dont ils disposent, mais sur les objectifs de gestion de ZNA qui leurs sont fixés. Nous avons identifié trois objectifs que nous définirons comme principaux et trois objectifs plus secondaires. Les objectifs principaux sont les suivants :

- satisfaction client, usager, donneur d'ordre,
- sécurité - fonctionnalité des lieux (pour les clients, les usagers et les personnels qui interviennent),
- un entretien peu coûteux (sur les plans humain, temporel, matériel, consommables).

Les objectifs secondaires identifiés sont :

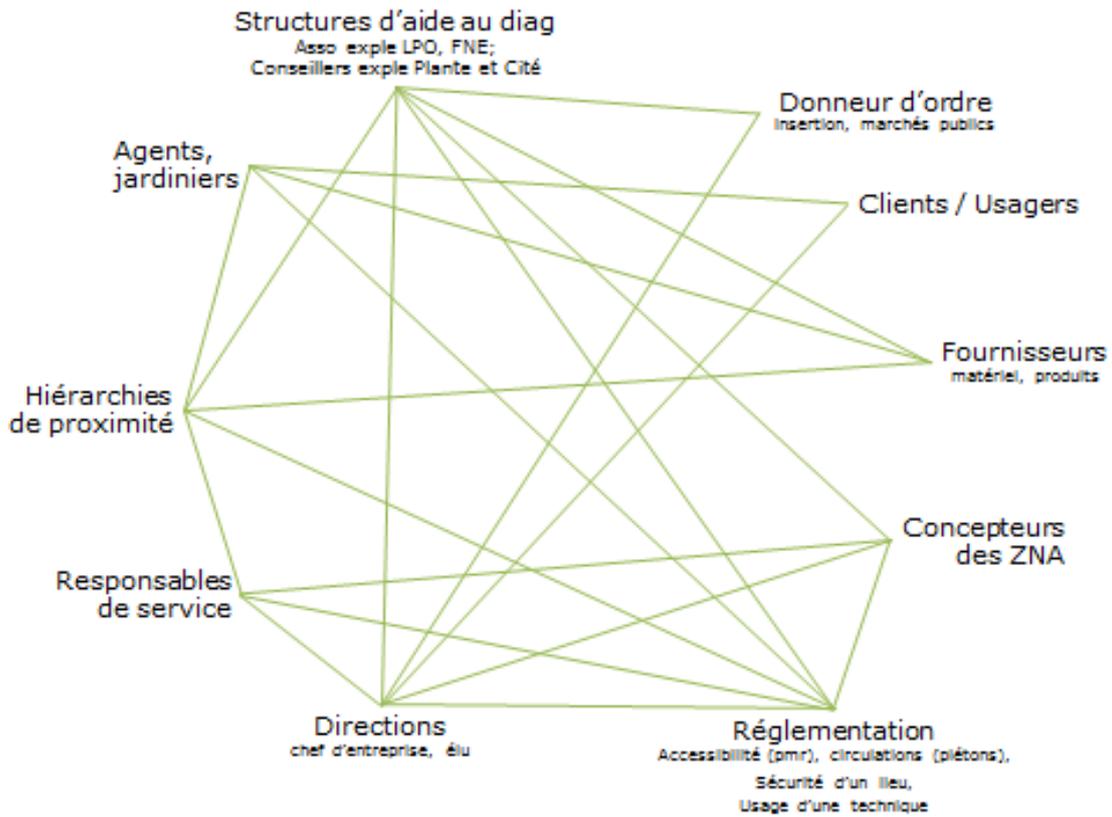
- s'assurer du respect de la réglementation,
- conservation du patrimoine (bâti - biodiversité),
- tenir compte du métier des opérationnels.

Ce résultat montre que les objectifs des gestionnaires dépassent le seul problème du désherbage. Dans cette logique de compréhension des contraintes et ressources pour atteindre les objectifs qui leur sont fixés, et compte tenu des moyens non extensibles à leur disposition, nous allons à présent développer les leviers qu'ils actionnent.

### **5.3.4. De multiples parties prenantes dans la conception et la gestion d'une ZNA**

Pour comprendre les leviers d'action possibles pour la gestion d'une ZNA, un premier travail a consisté à identifier les parties prenantes à cette gestion, et leurs relations. La figure ci-dessous synthétise cette investigation.

Figure 27 : Les parties prenantes de la gestion d'une ZNA, et leurs relations



La figure 27 nous permet de constater que la conception et la gestion d'une ZNA se pilotent en prenant en compte une multiplicité d'acteurs, plus ou moins incontournables et dont les attributions sont identifiées par les gestionnaires comme des ressources, des contraintes, ou les deux. Ce champ d'investigation dépassant pour partie le cadre de notre étude, nous n'avons pas approfondi la nature, la qualité ou la quantité des relations, les jeux d'influence entre ces différentes parties prenantes sur la gestion d'une ZNA, mais nous pouvons faire l'hypothèse de leur forte influence sur l'évolution des espaces non agricoles et par conséquent sur l'activité des gestionnaires et des jardiniers. Cette piste d'investigation paraît pertinente dans la perspective d'études complémentaires.

### 5.3.5. Travailler sur les résultats : des alternatives au désherbage ?

En complément du travail d'optimisation des ressources et de spécification des objectifs, les gestionnaires tentent d'actionner des leviers en termes de résultats. Ou autrement dit, les gestionnaires se posent la question suivante : s'il est si coûteux (au sens large du terme) de désherber, que peut-on faire pour moins désherber, voire ne plus désherber du tout ? Les observations du travail des jardiniers, les entretiens, les rencontres avec le groupe de travail décisionnaires, et la recherche bibliographique<sup>8</sup> ont permis de capitaliser un ensemble de stratégies testées ou mises en œuvre et qui permettent aux jardiniers de moins désherber :

<sup>8</sup> Cf. par exemple : Morin et al., 2013 ; Angoujard et al., 2013 ; Mazaubert et al., 2013 ; Pineau et Bertier, 2013 ; Bouedec, 2013 ; Mantovani, 2013 ; Bernard, 2013 ; Canet et Sirven, 2013

- **Innover**

- Pour les entreprises prestataires : chercher de nouveaux marchés autres que le désherbage, diversifier l'offre de services (conception de jardins, pose de piscines, petite maçonnerie, etc.) de manière à diminuer significativement la part du désherbage dans l'activité
- Pour tous : chercher, tester, mettre en œuvre des stratégies alternatives pour limiter ou éviter le désherbage :
  - Enherbement (total ou partiel), spontané ou « assisté » par semis et/ou amendements ;
  - Plantation de couvre-sols ;
  - Contrôle de la végétation spontanée (tonte, fauche, débroussaillage) ;
  - Tolérance des friches ;
  - Paillage des massifs ;
  - Minéralisation (bétonnage, goudronnage, rejointement, etc.) ;
  - Balayage, soufflage des graines pour éviter la repousse ;
  - Eco-paturage ;
  - Travail sur la conception des espaces (voir ci-après)

- **Changer de regard, former les clients ou/et usagers** : les collectivités développent des campagnes d'affichage, participent aux réunions de quartiers, les gestionnaires d'entreprises du secteur privé travaillent la communication auprès de leurs clients pour expliquer les évolutions réglementaires, les nouvelles pratiques, ou encore échanger sur : Qu'est-ce qu'une mauvaise herbe ? Pourquoi laisse-t-on des herbes le long des murs, etc. de manière à faire évoluer les regards sur la végétation spontanée et ainsi faire comprendre et accepter les nouvelles pratiques de gestion de l'espace (Provendier, Chassaing et Lanez, 2013 ; Duhamel et al., 2013).

- **Travailler en conception des espaces** : « *Au fil des années, les parcs ont été conçus avec une certaine vision du beau. Mais cette vision a changé, et il y a maintenant un décalage entre les lieux sur lesquels on travaille, ce que l'on plante maintenant, les moyens disponibles, et les contraintes du zéro phyto* ». Ce constat verbalisé par un chef d'équipe en collectivité illustre certaines difficultés rencontrées par les jardiniers, et justifie tout l'intérêt pour les gestionnaires à travailler avec les différentes parties prenantes dès la conception des espaces verts. Au-delà de la vision du beau évoquée par ce chef d'équipe, nous avons constaté des choix de conception qui mettent directement en danger les jardiniers, tels que des petits ronds-points conçus de telle sorte que les jardiniers doivent travailler à genoux sur la route ou n'ont pas de place pour garer le camion de matériel. En plus des éléments de bâtis tels que nous venons de l'illustrer, certaines collectivités ont enclenché un travail de conception et de mise en application de plans de gestion différenciée, dont le but est de « faire évoluer le modèle horticole standard en intégrant à la gestion des espaces verts un souci écologique. Elle permet de gérer au mieux le patrimoine vert d'une ville avec des objectifs précis et en tenant compte des moyens humains. Elle crée de nouveaux types d'espaces plus libres correspondant à une utilisation contemporaine aux fonctions plus variées » (Définition de la Mission pour la gestion différenciée). Ce travail de création puis de diffusion d'un référentiel commun aux acteurs locaux en termes d'attentes de rendus du végétal en ville, et validé par les élus semble une bonne piste pour concevoir et entretenir les espaces verts avec la raréfaction des ressources et l'augmentation des contraintes actuelles.

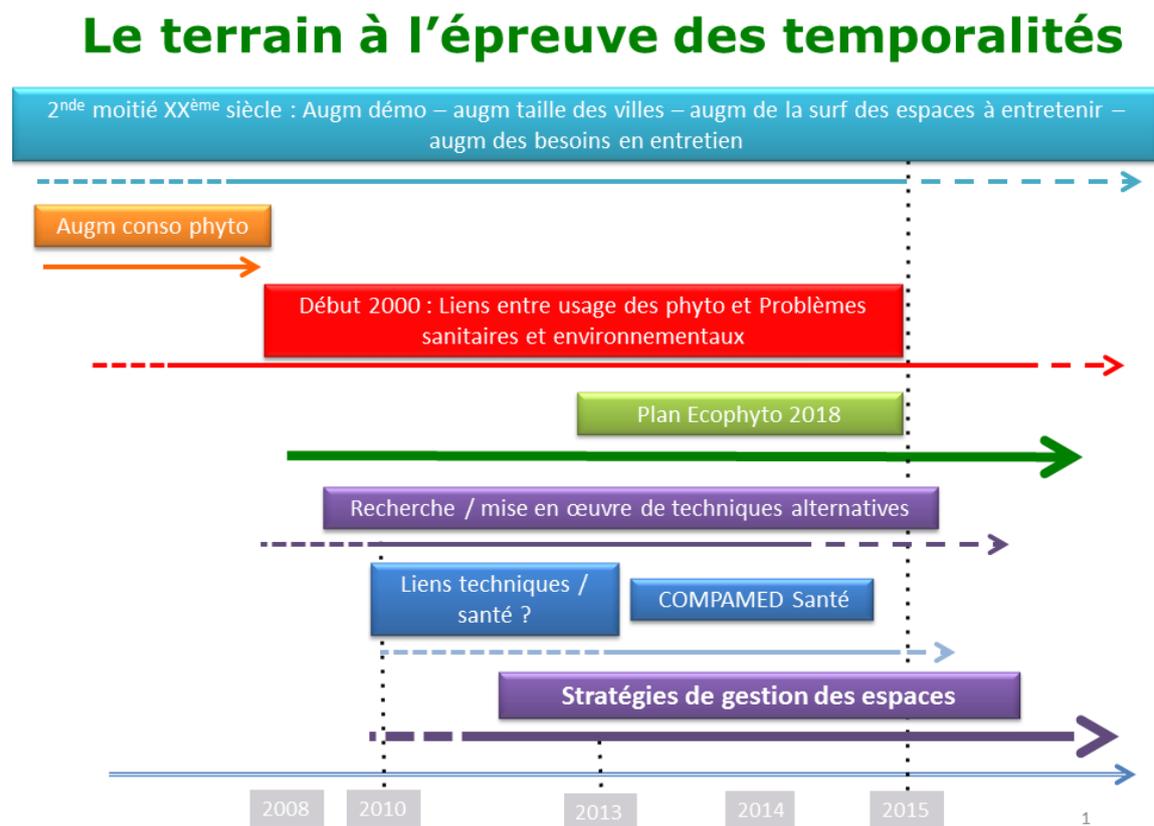
D'une manière plus générale, dans le souci de respecter les ressources (sous-entendu l'eau, le matériel, les consommables tels que le carburant, mais aussi et surtout les jardiniers), dès la conception ou la re-conception de massifs existants, les concepteurs de ZNA ne doivent plus pouvoir faire l'économie de la question de l'entretien.

Les structures fonctionnent en permanence avec une combinaison de toutes ces options, dans des proportions variables selon des marges de manœuvres propres à chaque situation et elles-mêmes évolutives dans le temps.

### 5.3.6. Approche diachronique pour une compréhension de l'évolution des pratiques

Pour comprendre ces évolutions dans le temps, et ce basculement d'un problème de technique de désherbage vers une préoccupation de gestion des espaces, nous avons construit la figure 28, validée par les gestionnaires :

Figure 28 : Reconstitution graphique des évolutions de contexte de gestion des espaces verts



2008 : Grenelle de l'environnement : plan Ecophyto 2018 : objectif de réduction de 50% de la quantité de produits phytopharmaceutiques utilisés. Trois facteurs (au moins) sont à l'origine du plan Ecophyto :

- La 2<sup>nd</sup>e moitié du XX<sup>ème</sup> siècle est marquée par une augmentation démographique et l'exode rural qui participent à l'augmentation de la taille des villes, et de leurs espaces verts. L'augmentation de la superficie des espaces verts entraîne une augmentation des besoins en entretien.
- Cette augmentation des besoins en entretien a occasionné une augmentation de la consommation et des usages des produits phytopharmaceutiques.
- Début 2000 : Des premières études épidémiologiques font état d'associations entre différents problèmes de santé et une exposition aux produits phytopharmaceutiques dans des populations professionnellement exposées : cancers, troubles de la reproduction et troubles neurologiques. Des études environnementales commencent à alarmer les pouvoirs publics sur les liens entre usages des produits phyto et qualité de l'eau (pollution). En parallèle, de nombreux points de collecte d'eau potable présentent des traces de pollution résiduelle aux pesticides, ce qui en fait également un enjeu de santé publique.

En conséquences, sur le terrain, les jardiniers et gestionnaires commencent dès la fin des années 90 à rechercher, tester, mettre en œuvre des alternatives au désherbage chimique. Rapidement, les utilisateurs constatent qu'il est difficile de trouver une technique alternative aussi efficace que les produits phytopharmaceutiques (cf. 5.3.2.). Il faut trouver d'autres solutions, ailleurs que dans le matériel, pour entretenir les espaces verts. Les décisionnaires et les jardiniers cherchent des solutions alternatives non pas au chimique, mais pour ne plus avoir à désherber.

Parallèlement, début 2010, la branche professionnelle se questionne sur les effets (performance et santé) de la mise en œuvre de ces techniques alternatives de désherbage. C'est l'objet d'étude d'abord du projet Compamed ZNA, puis du projet Compamed Santé. Mais entre la conception (2011) et le démarrage du projet Compamed santé (2013), une partie de l'activité des acteurs terrain a évolué avec le constat que la solution n'est peut-être pas à chercher dans les techniques, mais dans la conception et la gestion des espaces. C'est cette évolution dans l'activité des gestionnaires qui nous a encouragé à aller instruire non seulement le problème du désherbage, mais plus généralement la problématique de gestion des espaces.

### 5.3.7. Deux supports à destination des gestionnaires de ZNA

En complément à ce rapport, les résultats issus de nos investigations nous ont servi à produire deux livrables, construits comme des aides :

- 3 « fiches repère » à destination principalement des managers de proximité pour la conception de l'organisation du travail des jardiniers, sur les thèmes suivants : « conception des plans de charge et attribution des chantiers », « constitution des équipes » et « transmission des informations » (annexes 18 à 20).
- une application informatique à destination des chefs d'entreprise, chefs de service, managers, préventeurs. En effet, l'obligation de réduction des usages des produits phytosanitaires engendre une double difficulté : re-construire une cohérence entre objectifs de gestion des espaces, ressources disponibles et résultats obtenus, mais aussi trouver des stratégies alternatives de gestion des espaces pour limiter le désherbage. L'aide à la décision développée en association avec les ingénieurs agronomes de Plante et Cité (disponible en libre accès sur le site Compamed.fr <http://www.compamed.fr/compamed-sante/>) dotera le public visé d'un ensemble de repères utiles à leur quotidien et orientera leur réflexion pour tenir à la fois objectifs de gestion des espaces et la santé des jardiniers. A titre d'exemples, la page d'accueil de l'application ainsi qu'un thème à compléter et une page de résultats sont présentés en annexe 21.

Notre travail de recueil et d'analyse des données a été guidé par la volonté de produire des ressources opérantes à la fois pour aider les managers/gestionnaires à concevoir et organiser le travail, et pour améliorer les conditions de travail des jardiniers. Nous avons donc consacré un temps conséquent à la construction, au développement, aux tests de l'application informatique. Tout comme les « fiches repère », ces dernières doivent être appréhendées comme des résultats de l'approche ergonomique.

## 6. DISCUSSION – BILAN DU PROJET

Le bilan du projet a été effectué en examinant la cohérence entre les objectifs, les résultats attendus définis dans le protocole de recherche initial et le livrable final.

### 6.1. OBJECTIFS INITIAUX ET RESULTATS ATTENDUS

#### 6.1.1. Documenter, évaluer et comparer les risques

Le premier objectif était de documenter, évaluer et comparer dans une approche pluridisciplinaire, les risques physico-chimiques, psychosociaux et biomécaniques et les impacts sociaux organisationnels liés à l'usage professionnel des techniques de désherbage chimiques, thermiques et mécaniques utilisées en Zones Non Agricoles (ZNA).

La démarche d'investigation des risques biomécaniques a finalement été effectuée d'une part via l'enquête réalisée auprès des opérateurs et d'autre part, par le travail effectué dans le cadre de l'évaluation des différents risques associés à chaque technique. L'étude a permis l'élaboration de recommandations concernant notamment l'organisation du travail ou le choix des matériels de désherbage qui peuvent contribuer à réduire la fréquence d'exposition ou la gravité des dommages engendrés par ces risques.

Les autres risques ont été documentés et évalués excepté ceux liés à l'inhalation de gaz en combustion (butane, propane) relatifs à l'usage de technique thermique flamme et air chaud qui mériteraient d'être étudiés.

Il existe un nombre important de matériels de désherbage pour chacune des trois techniques étudiées (chimique, thermique, mécanique). Tous les matériels n'ont pas pu être investigués pour chaque facteur de risque du fait de la multiplicité des mesurages que cela aurait engendrée. A l'avenir, des campagnes de mesurages d'exposition lors de l'usage de certains appareils comme le système de pulvérisation par détection ou pour certains facteurs de risque comme les gaz d'échappement (qui ont fait l'objet d'une approche bibliographique) permettraient de compléter cette étude. De plus, des campagnes de mesurages plus conséquentes auraient permis d'affiner les diagnostics de comparaison aux valeurs limites d'exposition (VLE) pour l'ensemble des facteurs de risque investigués. Il est souhaitable que ces points soient documentés lors de travaux complémentaires.

En réponse à ce premier objectif, des éléments permettant la comparaison de matériels de désherbage entre eux pour un même facteur de risque sont indiqués dans l'étude pour guider les décisionnaires et les préventeurs dans leur choix, tout en précisant les limites de chaque résultat notamment en terme de nombre de données disponibles.

### 6.1.2. Compléter un outil d'aide à la décision

Le deuxième objectif était de compléter un outil d'aide à la décision pour le choix des techniques de désherbage pour permettre de prendre en considération leurs impacts potentiels sur la santé des utilisateurs.

Un outil pédagogique a été développé permettant de prendre en compte les enjeux du désherbage (et de santé) qui dépassent la seule comparaison des matériels pour s'intéresser à plusieurs dimensions de la situation de travail (aspects organisationnels, humains, etc.) et à plusieurs acteurs (opérateur, manager de proximité, décisionnaire). L'application est disponible en libre accès sur le site Compamed.fr (<http://www.compamed.fr/compamed-sante/>).

### 6.1.3. Proposer des préconisations en matière de prévention des risques professionnels

Le troisième objectif était de développer des préconisations en matière de prévention des risques professionnels auprès des utilisateurs et des décideurs, d'une part, et des fabricants de matériels et d'équipements de protections individuelles (EPI) d'autre part.

Des préconisations relatives à l'usage des différentes techniques de désherbage ont été élaborées pour les professionnels de gestion des espaces verts. Ces préconisations n'ont pas pour vocation d'être exhaustives mais plutôt de servir de guide à une démarche d'analyse des risques dont la structure est responsable. De plus, l'outil pédagogique comprend un ensemble de recommandations pour améliorer le fonctionnement de la structure et préserver la santé des opérateurs.

Pour ce qui est des fabricants de matériels, les données issues des mesurages montrent des expositions à l'ensemble des facteurs de risque, avec parfois des niveaux importants. Il est donc nécessaire d'améliorer dès la conception les matériels pour l'ensemble des facteurs de risque investigués. Les paramètres à prendre compte par les fabricants portent sur la réduction du bruit, des vibrations et de l'empoussièrement et, l'usage de moteurs électriques pour supprimer les risques liés à l'exposition aux émissions des moteurs thermiques. Ces matériels devraient être légers, facilement manipulables et pourvus de dispositifs de réglage pour s'adapter à toutes les morphologies. Afin d'éclairer le choix du décideur lors de l'achat d'un matériel, une information fiable devrait lui être fournie concernant notamment les niveaux de bruit et de vibrations (INRS, projet Nomad, NS296, 2012).

Il se pose la question de la conformité à la réglementation « machine » pour un matériel dont la fonction première est détournée à savoir l'utilisation d'une débroussailleuse avec un accessoire non prévu à l'origine : la brosse à désherber.

Il n'a pas été développé de préconisations pour les fabricants d'EPI dans le cadre du projet dû à la multiplicité des situations de travail, la priorité était l'évaluation des différents risques. Des études supplémentaires pourraient permettre de traiter cette question.

### 6.1.4. Proposer des outils méthodologiques pour le suivi des expositions professionnelles

Il avait été initialement envisagé de proposer, à l'issue de ce projet, des outils méthodologiques pour l'analyse des pratiques de désherbage et le suivi sur le long terme des expositions professionnelles. Un calendrier de suivi des activités avait en effet été développé dans le cadre d'une étude précédente concernant le désherbage chimique (Teigné, 2011). Compte tenu de la diversité des situations de travail rencontrées dans le présent projet, la priorité a été donnée à l'analyse et à l'évaluation des différents risques liés aux techniques ou à leur mise en œuvre. Les éléments rassemblés ainsi devraient permettre aux évaluateurs de risques de construire des grilles d'analyses mieux adaptées aux structures et aux situations rencontrées.

## 7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Lors de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles (Toulouse octobre 2013), Poujeaux<sup>9</sup> rappelait l'intérêt et les enjeux de l'axe 7 du plan Ecophyto : « même si l'usage des produits phytopharmaceutiques en ZNA demeure modeste en quantité par rapport aux usages agricoles, ces produits sont souvent épandus en ville au plus près de la population. (...) La diminution de l'usage de ces produits doit permettre de réduire significativement les impacts sur l'Homme et l'environnement ».

Le contexte réglementaire de plus en plus contraignant et la prise de conscience de l'impact de ces produits sur la santé et l'environnement poussent de plus en plus de gestionnaires de ZNA et des chefs d'entreprises du secteur du paysage à tester ou développer des matériels et stratégies alternatives. Dans ce contexte, et avec la volonté de prendre en compte à la fois les ressources disponibles, la santé des jardiniers, et la satisfaction des clients et donneurs d'ordre, l'anticipation des enjeux de désherbage et d'entretien des espaces dès la conception semble une piste à suivre.

Au-delà de la conception des espaces, la remise en question des pratiques et leur évolution vont jusqu'au changement de regard et de modes de gestion de l'espace urbain. On se pose de plus en plus la question « faut-il désherber ? », en lien avec la raréfaction des moyens qui oblige à les organiser différemment. Ainsi, les pistes peuvent être également une gestion différente, ne faisant intervenir le désherbage curatif que lorsqu'il est vraiment nécessaire.

Dans les petites collectivités, le responsable hiérarchique des agents est souvent un élu (adjoint ou maire) qui n'a pas la formation, les compétences, les connaissances terrain, et le temps pour mettre en œuvre efficacement une démarche visant à diminuer, voire supprimer l'emploi des produits phytopharmaceutiques. Les élus, les agents et les administrés ont souvent besoin d'un accompagnement dans le cadre d'une démarche durable (Morin et al., 2013). Ce besoin d'accompagnement pose de nouvelles problématiques de recherche : comment accompagner la transition vers des pratiques de gestion durable ? Comment favoriser l'émergence de nouveaux métiers ou de nouvelles dynamiques collectives ? Comment cette transition conduit-elle à repenser les connaissances et outils utiles pour la mise en œuvre d'une gestion durable des ZNA ? L'ergonomie peut aider à instruire ces différentes questions en mettant l'activité des différents acteurs au cœur de la problématique de développement d'une gestion durable des ZNA.

Pour ce qui est de l'hygiène du travail, des campagnes de mesurages couvrant l'ensemble des facteurs de risque, portant sur un nombre de matériels de désherbage plus conséquent et prenant en compte les durées d'exposition réelles des agents permettraient de faire un état des lieux plus précis des impacts sanitaires potentiels liés à l'usage des différentes techniques. Ces données supplémentaires permettraient de mieux caractériser les risques et ainsi de mettre en œuvre une démarche de prévention plus pertinente.

L'étude Compamed Santé a pris en compte différentes échelles d'organisation du travail autour du désherbage, mais n'a pu aborder la temporalité de ces tâches que de façon partielle. Le caractère saisonnier ou annuel de l'entretien des espaces extérieurs n'a pas été abordé. Une investigation plus approfondie permettrait en effet, de réfléchir sur la planification à court et moyen terme et son lien avec la question qui nous occupe. Il serait intéressant d'étudier les pratiques de désherbage vues comme un ensemble de tâches intégrées et en interaction avec toutes les autres tâches des jardiniers sur la journée, selon la saison et à l'échelle annuelle, afin de mieux caractériser les contraintes et expositions déjà identifiées, et ainsi, d'améliorer les outils d'aide à la décision ou de prévention.

---

<sup>9</sup> Chargé de mission Pesticides au Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE).

## 8. LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acquavella, J.F., Alexander, B.H., Mandel, J.S., Gustin, C., Baker, B., Chapman, P. and Bleeke, M. (2004) Glyphosate biomonitoring for farmers and their families: results from the farm family exposure study, *Environmental Health Perspectives*, vol 112, n°3, pp. 321-326.
- ADEME (2014). Émissions de particules et de NOx par les véhicules routiers. *Les avis de l'Ademe*.
- Agreste (Service statistique du Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt).(2011). *Teruti-Lucas : Répartition physique du territoire de 1992 à 2004*.  
[http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf\\_teruti2011T1.pdf](http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_teruti2011T1.pdf)
- Angoujard, G., Bras, C. Le portal, Y., Gal, M., Pollen, C. (2013, oct.). L'aménagement urbain : l'alternative durable au désherbage. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse, France.
- ANSES (2001). Base agritox. <http://www.agritox.anses.fr/php/sa.php?sa=91#toxico>
- ANSES (2012). Guide agritox. <http://www.agritox.anses.fr/guides/guide-agritox.html>
- Aptel, M., & Vézina, N. (2008). Quels modèles pour comprendre et prévenir les TMS ? Pour une approche holistique et dynamique. *Actes du 2<sup>ème</sup> congrès francophone sur les TMS*, Montréal, Canada.
- ASFA (Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes). (2014). *Chiffres clés 2014*.  
[http://www.autoroutes.fr/FCKeditor/UserFiles/File/ASFA\\_cles14\\_BD.pdf](http://www.autoroutes.fr/FCKeditor/UserFiles/File/ASFA_cles14_BD.pdf)
- Aybek, A., Kamer, A. and Arslan, S. (2009). Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. *Applied Ergonomics*, 41 (2010), 274-281.
- Bellemare, M., Marier, M., Montreuil, S., Allard, D., & Prévost, J. (2002). *La transformation des situations de travail par une approche participative en ergonomie : une recherche intervention pour la prévention des troubles musculo-squelettiques* (Rapport R-292). Montréal, Canada : IRSST.
- Benachour, N. and Seralini, G. E. (2009) Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic and placental cells. *Chem Res Toxicol*. 22, 97-105.
- Berenice, I. (2000). Objectifs, définitions et informations d'ordre général. Dans *Encyclopédie de sécurité et de santé au travail* (3<sup>e</sup> éd., vol.1, p. 30.2-30.3). Genève : Bureau international du Travail.
- Bernard, V. (2013, oct.). Alternatives aux produits phytosanitaires pour le désherbage des voies ferrées en Languedo-Roussillon. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.
- Bernon, J., Escriva, E., Schweitzer, J.M. (2011). *La prévention durable des TMS*. Lyon : ANACT, 121p.
- Bilski, B. (2012). Exposure to audible and infrasonic noise by modern agricultural tractors operators. *Applied Ergonomics*, 44 (2013), 210-214.
- Blanchard, O. (2001). *Évaluation de l'exposition des citoyens aux particules diesel* (Rapport INERIS-DRC-01-20887-ERSA-OBI/52). Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air. Unité d'évaluation des risques sanitaires.

- Bouédec, N. (2013, oct.). Objectif zéro pesticide dans nos villes et villages du Lubéron. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.
- Bourgeois, F., Lemarchand, C., Hubault, F., Brun, C., Polin, A., & Fauchoux, J-M. (2000). *Troubles musculosquelettiques et travail. Quand la santé interroge l'organisation*. Lyon : ANACT, Collection outils et méthodes.
- Bourgeois, F., & Hubault, F. (2005). Prévenir les TMS. De la biomécanique à la revalorisation du travail, l'analyse du geste dans toutes ses dimensions *Activités*, 2 (1), 19-36.
- Buchmann, W. & Landry, A. (2010). Intervenir sur les TMS. Un modèle des Troubles Musculo-squelettiques comme objet intermédiaire entre ergonomes et acteurs de l'entreprise. *Activités*, 7(2), 84-103.
- Buchmann, W. (2013). *Aspects de moyen et long termes dans la genèse et l'évolution des Troubles Musculo-Squelettiques au travail* (thèse de doctorat d'ergonomie du CNAM). Paris : France.
- Canet, A. et Sirven, B. (2013, oct.). La ronce, berceau du chêne ou la végétalisation du pays, gage d'efficacité et de durabilité. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.
- Caroly, S., Coutarel, F., Escriva, E., Roquelaure, Y., & Schweitzer, J.M. (2007). *La prévention durable des TMS. Quels freins? Quels leviers d'action?* Rapport DGT de la recherche-action 2004-2007.
- CGDD (Commissariat Général au Développement Durable, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie). (2014). *Chiffres clés du transport : Édition 2014*. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publications/p/2113/873/chiffres-cles-transport-edition-2014.html>
- Chaigneau, A. et Chauvel, G. (2004). *Les transferts de pesticides utilisés sur gazon en France et la contamination des joueurs*. [http://ecoumenegolf.org/transferts\\_pesticides\\_gazon.pdf](http://ecoumenegolf.org/transferts_pesticides_gazon.pdf)
- Clot, Y., & Fernandez, G. (2005). Analyse psychologique du mouvement : apport à la compréhension des TMS. *Activités*, 2 (2), 69-78.
- CNFPT (Centre National de la Fonction Publique Territoriale). (2009). *Répertoire des métiers territoriaux*. <http://www.cnfpt.fr/repertoire-metiers/?q=NmQOYzY2NTM>
- Commission européenne (2008). Guide de bonnes pratiques à caractère non contraignant pour l'application de la directive 2002/44/CE (« vibrations sur le lieu de travail »).
- Commission européenne (2009). Guide de bonnes pratiques à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la directive 2003/10/CE (« bruit sur le lieu de travail »).
- CRAMIF (2011). Guide pour le choix et l'installation d'un filtre à particules sur les engins de chantier.
- Darses, F. (1997). Contraintes. In Maurice de Montmollin (coord). *Vocabulaire de l'ergonomie*. Toulouse : Octarès.
- Dejours, C. (1995). Comment formuler une problématique de la santé en ergonomie et en médecine du travail ? *Le Travail humain*, 58 (1), 1-16.

Dewangan, K.N., Prassanna Kumar and Tewari, V.K. (2005). Noise characteristics of tractors and health effect on farmers. *Applied acoustics*, 66 (2005) 1049-1062.

Duhamel, G. Provendier, D., Cochereau, A., Tocco, A., Salinier, J. (2013, oct.). Programme « florilèges », volet « rues » : observatoire de la flore spontanée urbaine des rues par les gestionnaires d'espaces verts. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.

Falzon, P. (2013). *Ergonomie constructive*. Paris : PUF.

Farmer, D. (2010) Inhibitors of aromatic acid biosynthesis, in: *KRIEGER, R., Hayes'Handbook of produit phytopharmaceutique toxicology*, 92, 1967-1972.

Fauconnier, N. et Lehuede, F. (2003). *Gestion et devenir des cimetières : Rapport d'étude réalisé pour la chambre syndicale nationale de l'art funéraire*. CREDOC (Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de vie). [http://csnaf.fr/sites/csnaf.fr/files/publications/csnaf\\_rapport\\_etude\\_gestion\\_et\\_devenir\\_des\\_cimetieres\\_juin\\_2003\\_-\\_partie\\_1.pdf](http://csnaf.fr/sites/csnaf.fr/files/publications/csnaf_rapport_etude_gestion_et_devenir_des_cimetieres_juin_2003_-_partie_1.pdf)

Franchi, P. (1997). *Les maladies professionnelles : l'exemple des troubles musculosquelettiques (TMS)*. Lyon: ANACT, Collection Agir sur...

Guéret, L. et Joubert, S. (2009, sept.). Le rôle des facteurs organisationnels dans les accidents du travail chez les ouvriers du paysage. *Actes du 44<sup>ème</sup> congrès de la SELF*. Toulouse, France.

Guérin F., Laville A., Daniellou F., Duraffourg J., Kerguelen A. (2001) *Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie*. (1ère édition. 1991) 3ème édition. Lyon : ANACT. 287 pages.

Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F. et Kerguelen, A. (2007). *Comprendre le travail pour le transformer*. Lyon : ANACT.

HSE, Health and Safety Executive (n.d.). Hand-Arm Vibration calculator

<http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/calculator.htm>

HSE, Health and Safety Executive (n.d.). Whole Body Vibration calculator.

<http://www.hse.gov.uk/vibration/wbv/calculator.htm>

IARC (2013). *Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes*. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 105.

Inail, Base de données vibrations corps entier.

[http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_wbv\\_list\\_macchinari\\_avanzata.php?lg=EN&page=0](http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_list_macchinari_avanzata.php?lg=EN&page=0)

Inail, Base de données vibrations mains-bras.

[http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_hav\\_list\\_macchinari\\_avanzata.php?lg=EN&page=0](http://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_list_macchinari_avanzata.php?lg=EN&page=0)

INERIS (2007). Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides. *Colloque de restitution*. Reims.

INRS, Formulaire estimation d'une exposition aux vibrations

<http://www.inrs.fr/vda/vda.nsf/FormulaireVibrations?OpenForm>

INRS (2005). Moteur diesel et pollution en espace confiné, ND 2239 – 201 - 05, cahiers de notes documentaires.

INRS (2005). Stratégie d'évaluation de l'exposition et comparaison aux valeurs limites, fiche Métropol A1/V01.

INRS (2005). Valeurs limites « poussières totales et alvéolaires » : nécessité d'une ré-évaluation, PR 16 – 198 - 05, cahiers de notes documentaires.

INRS (2006). Limites d'exposition aux infrasons et aux ultrasons, Étude bibliographique, ND 2250, cahiers de notes documentaires.

INRS (2007). Techniques de réduction du bruit en entreprise, Exemples de réalisation, ED 997.

INRS (2007). Le bruit, TJ 16, aide-mémoire juridique.

INRS (2008). Aide au diagnostic dépassement/non dépassement de la VLEP dans l'évaluation de l'exposition professionnelle, fiche Métropol A3/V02.

INRS (2008). Les appareils de protection respiratoire, ED 98, fiche pratique de sécurité.

INRS (2009). Concentration pondérale d'un aérosol, fiche Métropol 002/V01.02.

INRS (2009). Évaluer et mesurer l'exposition professionnelle au bruit, ED 6035.

INRS (2010). Étude au laboratoire de quelques échantillonneurs individuels de la fraction inhalable, ND 2327.

INRS (2011). Les appareils de protection respiratoire, Choix et utilisation, ED 6106.

INRS (2012). OSEV, Outil Simplifié d'Évaluation de l'exposition aux Vibrations.

<http://193.203.109.50/accueil/media.html?refINRS=outil39>

INRS (2012). Rapport sur le projet « NOMAD » Enquête sur l'application des exigences essentielles de la Directive Machines relatives à l'information sur le risque bruit fournie dans les notices d'instructions par les fabricants, NS 296, note scientifique et technique.

INRS (2012). Valeurs limites d'exposition au bruit et port de protecteurs individuels, Préconisations de l'Inrs, ED 133, fiche pratique de sécurité.

INRS (2012). Valeurs limites professionnelles aux agents chimiques en France, ED 984, aide-mémoire technique.

INRS (2012). Vibrations et mal de dos, Guide des bonnes pratiques en application du décret « Vibrations », ED 6018.

INRS (2013). Les expositions aux produits chimiques cancérogènes en 2010, TF 211, référence en santé au travail, n°135.

INRS (2014). Fiche biotox benzène.

[http://www.inrs.fr/INRSPUB/inrs01.nsf/inrs01\\_biotoxsubs\\_view\\_view/57CB3B1359D11057C1256D9F00407B36/\\$FILE/visu.html?OpenElement](http://www.inrs.fr/INRSPUB/inrs01.nsf/inrs01_biotoxsubs_view_view/57CB3B1359D11057C1256D9F00407B36/$FILE/visu.html?OpenElement)

INRS (2014). Fiche biotox glyphosate. [http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/BIO\\_SD\\_401/\\$File/Visu.html](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/BIO_SD_401/$File/Visu.html)

IPCS (International Programme on Chemical Safety). (2010). *The WHO recommended classification of produits phytopharmaceutiques by hazard and guidelines to classification 2009*. Health Organization Press, Geneva.

Jen-Hsiung, T., Shui-Jen, C., Kuo-Lin, H., Wen-Yinn, L., Wen-Jhy, L., Chih-Chung, L.,...Wen-Chien, K. (2013). Emissions from a generator fueled by blends of diesel, biodiesel, acetone, and isopropyl alcohol : Analyses of emitted PM, particulate carbon, and PAHs. *Science of the total environment*, 466-467 (2014) 195-202.

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, .F, Andersson, G., Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18, 3, 233-7.

Lagneau, M. (2010). *Étude de l'exposition au benzène lors de travaux en espaces verts avec des outils et machines à moteur thermique* (mémoire pour l'obtention du diplôme de médecin agricole de l'INMA). France.

Lebailly, P., Bouchart, V., Baldi, I., Lecluse, Y., Heutte, N., Gislard, A. and Malas, J.P. (2008) Exposure to produits phytopharmaceutiques in open-field farming in France, *Ann. occup. Hyg.*, pp. 1-13.

Lewné, M., Plato, N. and Gustavsson, P. (2007). Exposure to particles, elemental carbon and nitrogen dioxide in workers exposed to motor exhaust. *Ann. Occup. Hyg.* (2007) Vol. 51, No. 8, pp. 693–701.

Malhotra, R.C., Ghia, D.K., Cordato, D.J. and Beran, R.G. (2010) Glyphosate-surfactant herbicide induced reversible encephalopathy, *Journal of Clinical Neurosciences*. 17(11), 1472-1473.

Mallick, Z., Badruddin, IA., Khalleed Hussain, MT., Salman Ahmed, NJ. and Kanesan, J. (2009). Noise characteristics of grass-trimming machine engines and their effects on operators. *Noise health*. (2009) 43, 98-102.

Mantovani, Y. (2013, oct.). Utilisation des produits phytosanitaires dans l'entretien routier. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.

Mazaubert, E., Dutartre, A., Poulet, N., Fernandez, S. (2013, oct). Guide de bonnes pratiques de gestion des plantes invasives en milieux aquatiques. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse, France.

Molinié, A.-F. & Leroyer, A. (2011). Suivre les évolutions du travail et de la santé : Evrest, un dispositif commun pour des usages diversifiés. *PISTES*. 13(2).

Montmollin, M. de (1993, sept.). Compétences, charge mentale, stress : peut-on parler de santé « cognitive » ? *Actes du 28<sup>ème</sup> congrès de la SELF*. Genève, Suisse.

Morin, L., Gratier, S., Lafon, C., Llobet, S., Mercier, D., Renaud, X., Roy, E. (2013, oct.). Ecophyto dans les collectivités : un accompagnement au quotidien dans une démarche de progrès. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse, France.

MSA (2010). Vibrations et mal de dos, Choix et utilisation d'un siège à suspension. Réf 11204.

Ndao, T. (2008) *Etude des principaux paramètres permettant une évaluation et une réduction des risques d'expositions des opérateurs lors de l'application de traitements phytopharmaceutiques en culture maraîchère et cotonnière au Sénégal*. Thèse d'exercice, sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Gembloux, 195p.

OCDE Environmental Health and Safety publications. Series on Testing and Assessment n° 9. *Guidance document for the conduct of occupational exposure to pesticides during agricultural application*. Paris 1997.

Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., Lopez, L.H. and Carrasco, A.E. (2010) Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling, *Chem Res Toxicol*. 23, 1586-1595.

Pessina, D. and Guerretti, M. (1999). Effectiveness of hearing protection devices in the hazard reduction of noise from used tractors. *J.agric.Engng Res.* (2000) 75, 73-80.

Pineau, C. et Bertier, N. (2013, oct.). Les techniques de gestion alternatives aux phytosanitaires sur le réseau routier national non concédé. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.

Poujeaux, D. (2013, oct.). Le plan écophyto et son axe 7 pour réduire l'usage des pesticides en zones non agricoles. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.

Provendier, D., Chassaing, B., Lanez, G. (2013, oct.). Outils de sensibilisation de la galerie Acceptaflore. *Actes de la 3<sup>ème</sup> conférence sur l'entretien des espaces verts, gazons, forêts, zones aquatiques et autres zones non agricoles*. Toulouse.

Rabardel, P., Carlin, N., Chesnais, M. & Lang, N. (1998). *Ergonomie : concepts et méthodes*. Toulouse : Octarès.

Romano, R.M., Romano, M.A., Bernardi, M.M., Furtado, P.V. and Oliveira, C.A. (2010), Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology, *Arch Toxicol*, 84, 309-317.

Stock, S., Nicolakakis, N., Messing, K., Turcot, A. et Raiq, H. (2013). Quelle est la relation entre les troubles musculo-squelettiques (TMS) liés au travail et les facteurs psychosociaux ? *PISTES*. 15-2

Surot O, Scherding F, Dufour M. et Maitre A. (2009, juin). Evaluation de l'exposition aux HAP des utilisateurs d'outils portatifs à moteur 2 temps. *Actes des 23<sup>èmes</sup> Journées Franco-Suisses de Médecine et Santé au Travail*. Chambéry.

SUVA (2014). Tableaux de niveaux sonores : régie des administrations publiques. Réf 86402-2014.  
[https://extra.suva.ch/suva/b2c/b2c/start.do;jsessionid=tZYx5\\_bBEnYl1pV0gFmZwID8-lt0TAFzkRoe\\_SAP3dXd-ylUyuaZSLuU3pKCCisU;saplb\\_\\*\(J2EE505057620\)505057651](https://extra.suva.ch/suva/b2c/b2c/start.do;jsessionid=tZYx5_bBEnYl1pV0gFmZwID8-lt0TAFzkRoe_SAP3dXd-ylUyuaZSLuU3pKCCisU;saplb_*(J2EE505057620)505057651)

Teigné, D. (2011). *Développement d'une méthode intégrée pour l'estimation des expositions aux produits phytopharmaceutiques dans une population de professionnels non agricoles* (Rapport pour l'ANSES). Diffusion restreinte.

Testud, F. (2007). Aminophosphonates. Dans F Testud et J.P. Grillet (dir.) *Produits phytopharmaceutiques, intoxications aiguës et risques professionnels* (p.245-254). Paris : ESKA Ed.

UMEA, base de données vibrations corps entier.

<http://www.vibration.db.umu.se/HkvSok.aspx?lang=en>

UNEP (Les entreprises du paysage). (2010). *Les chiffres clés 2009 du secteur du paysage*.

<http://www.entreprisesdupaysage.org/les-entreprises-du-paysage/les-chiffres-cles>

UNEP (Les entreprises du paysage). (2013). *Chiffres-clés 2013 des entreprises du paysage*.  
<http://www.entreprisesdupaysage.org/les-entreprises-du-paysage/les-chiffres-cles/30-chiffres-cles-2013-du-secteur-du-paysage>

Wang, G., Fan, X.N., Tan, Y.Y., Cheng, Q. and Chen, S.D. (2011) Parkinsonism after chronic occupational exposure to glyphosate, *Parkinsonism and Related Disorders*, 17(6), 486-487.

Wester, R.C., Melendres, J., Sarason, R., McMaster, J. and Maibach, H.I. (1991) Glyphosate skin binding, absorption, residual tissue distribution and skin decontamination, *Fundam Appl Toxicol*, 16, 725-32.

# LES ANNEXES

# 1. ANNEXE - LES MATERIELS DE DESHERBAGE

		TECHNIQUE DE DESHERBAGE						MECANIQUE	
		CHIMIQUE	THERMIQUE						
		Pulvérisation	Flamme directe	Flamme indirecte	Air chaud	Vapeur	Eau chaude	Brossage	Travail du sol
MODE DE MISE EN ŒUVRE	main, outils à main								
	porté sur le dos								
	poussé ou tiré, à pied								
	autottracté, conducteur marchant								
	tracté, attelé, porté, autoporté								

## 2. ANNEXE - LA FICHE DE PRESENTATION DU PROJET

**Plante&Cité**  
Ingénierie de la nature **en ville**  
Center for landscape and **urban** horticulture

**le cnam**  
Pays de la Loire



### **Projet Compamed santé** **Méthodes de désherbage** **en zones non agricoles :** **évaluation comparative des risques** **sur la santé des travailleurs**

Complément à l'approche environnementale et technico-économique du programme Compamed ZNA.

Un projet en partenariat entre le Cnam des Pays de la Loire (Institut d'hygiène industrielle et de l'environnement à Angers et pôle travail et Développement à Nantes) et Plante & Cité avec la collaboration du Laboratoire d'ergonomie et épidémiologie en santé au travail (université d'Angers).



**ihie-sset**

Projet soutenu par :



Ce projet fait l'objet d'un soutien financier de la part de plusieurs organismes :



## Un projet inscrit dans le cadre du plan Ecophyto

Le plan Ecophyto a pour objet la réduction et l'encadrement de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. Un de ses axes d'action est dédié à la « **Santé et protection des applicateurs** » pour sécuriser l'utilisation de ces produits.

En **zones non agricoles**, le désherbage représente plus de 90 % des interventions phytosanitaires. Dans ce contexte, les professionnels ont développé, en complément des méthodes chimiques traditionnelles, de nouvelles stratégies pour le désherbage curatif, en faisant appel à des procédés mécaniques et/ou thermiques diversifiés.

L'objet de ce projet est **d'étudier les risques professionnels liés au désherbage**, par la comparaison des techniques chimiques, thermiques et mécaniques et la prise en compte de **l'ensemble des dimensions du travail** et de son organisation.

Les résultats seront intégrés au guide d'aide à la décision prévu dans le cadre du projet Compamed ZNA et permettront également de faire ressortir des **préconisations en matière de prévention** des risques professionnels auprès des utilisateurs et des fabricants de matériels et d'équipements.

## Un projet mené en partenariat avec les professionnels, en lien avec le terrain

Les différents partenaires du programme apportent chacun **des compétences complémentaires** pour l'approche des différentes situations de travail à analyser.

- Le Cnam des Pays de la Loire propose d'une part **une étude des dangers et des situations à risques** potentiellement provoquées par la mise en œuvre des techniques de désherbage (bruit, vibration, explosion...) et d'autre part **une étude ergonomique socio-organisationnelle** des conditions de travail générées par les techniques (contrainte de temps, apprentissage, prescription/travail réel...).
- Plante & Cité assure la coordination avec le programme Compamed ZNA et anime le réseau de partenaires impliqué dans les phases d'observation terrain.
- Le laboratoire d'ergonomie et d'épidémiologie en santé au travail (Université d'Angers) développe un outil d'auto-évaluation de la charge de travail.

Les professionnels pourront **apporter leur contribution à l'étude** :

- en ouvrant leurs sites pour des **observations de terrain** qui seront prévues durant l'étude ;
- en répondant à des **questionnaires sur les pratiques** ;
- en participant à un **groupe de travail** afin de partager les différentes expériences et d'apporter des regards critiques sur les analyses des situations de travail.

Contactez le Cnam pour plus d'informations.



## Les différentes phases du projet

- **Phase 1** : caractérisation des différentes pratiques de désherbage grâce aux différentes approches des partenaires. Objectif : **identifier les différents facteurs de risques** potentiels pour la santé dans les différentes situations de désherbage.
- **Phase 2** : investigation de certaines pratiques en mettant en œuvre les outils développés en phase 1. Il est prévu de réaliser une étude sur une population large sous la forme d'enquêtes, via des questionnaires auprès des services.
- **Phase 3** : synthèse et élaboration des résultats, propositions de préconisations et communications.

### Contacts

➔ **CNAM** • 18 rue de Nazareth, Angers • tél. 02 41 66 10 65 • n.faisant@cnam-paysdelaloire.fr

➔ **PLANTE & CITÉ** • 3 rue Fleming, Angers • tél. 02 41 72 17 37 • pauline.laillie@plante-et-cite.fr

[www.cnam-paysdelaloire.fr](http://www.cnam-paysdelaloire.fr)

### 3. ANNEXE - LE QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DE LA CHARGE PHYSIQUE RESENTIE

Reportez sur les schémas ci-dessous vos douleurs articulaires ou musculaires ressenties, en indiquant la technique et mise en oeuvre de désherbage.

<p>Technique : .....</p> <p>Mise en oeuvre : .....</p>	<p>Technique : .....</p> <p>Mise en oeuvre : .....</p>	<p>Technique : .....</p> <p>Mise en oeuvre : .....</p>
<p>Technique : .....</p> <p>Mise en oeuvre : .....</p>	<p>Technique : .....</p> <p>Mise en oeuvre : .....</p>	<p>Technique : .....</p> <p>Mise en oeuvre : .....</p>

12. Si vous le souhaitez, écrivez sur les lignes ci-dessous des précisions, commentaires qui nous aideront à mieux comprendre ce qui fait la pénibilité, la charge physique, les contraintes liées au désherbage :

.....

.....

.....

.....

.....

Questionnaire à retourner à Delphine Teigné  
 Cnam Pays de la Loire • 165, rue de la Barre - Angers  
 tél : 02 41 66 10 61 • d.teigne@cnam-paysdelaloire.fr

..... [www.cnam-paysdelaloire.fr](http://www.cnam-paysdelaloire.fr)

Service communication Cnam Pays de la Loire - 30 sept 2015 - Cédric Proust - Nantes 024

**Plante&Cité**  
 Ingénierie de la nature en ville  
 Center for landscape and urban horticulture

**le cnam**  
 Pays de la Loire



### Questionnaire sur l'évaluation de la charge physique des travailleurs en situation de désherbage

Ce questionnaire est réalisé dans le cadre du projet Compamed santé qui vise à comparer les risques sur la santé des méthodes de désherbage.

Le temps nécessaire est estimé à 10/15 minutes.

Ce questionnaire concerne uniquement le désherbage curatif qui consiste à supprimer les végétaux présents et non désirés.

Un projet en partenariat entre le Cnam des Pays de la Loire (Institut d'hygiène industrielle et de l'environnement à Angers et pôle travail et Développement à Nantes) et Plante & Cité avec la collaboration du Laboratoire d'ergonomie et épidémiologie en santé au travail (université d'Angers).



Ce projet fait l'objet d'un soutien financier de la part de plusieurs organismes :



**ihie-sset**

Projet soutenu par :





### 3.1. LA NOTE D'INFORMATION A DESTINATION DU RELAIS

Madame, Monsieur,

Vous êtes notre relais pour la passation du questionnaire sur l'évaluation de la charge physique des travailleurs en situation de désherbage auprès des travailleurs de votre structure ; nous vous en remercions.

Vous trouverez ci-après les principales consignes concernant le mode de passation, de remplissage et de restitution du questionnaire :

#### **Vous proposez aux personnes en charge du désherbage de participer au remplissage du questionnaire :**

- Précisez-leur qu'ils sont libres d'accepter ou de refuser.
- Précisez-leur que le questionnaire est anonyme.
- Présentez-leur le contexte. Ce questionnaire entre dans le cadre d'un projet de recherche qui vise à comparer les risques sur la santé des travailleurs de l'ensemble des méthodes de désherbage. Ce projet est complémentaire de celui de COMPAMED ZNA.

#### **Les personnes remplissent le questionnaire :**

- Précisez-leur que le questionnaire est personnel ; veuillez à ce qu'ils répondent seuls.
- Présentez-leur succinctement la structuration du questionnaire :
  - première page du livret : informations générales concernant le questionnaire
  - à l'intérieur du livret : informations générales concernant le travailleur (à gauche), questions concernant les méthodes utilisées de désherbage et le ressenti physique du travailleur (tableau à droite).
  - au dos du livret : schémas sur lesquels ils pourront indiquer leurs douleurs ressenties en fonction des méthodes de désherbage utilisées.
- Encouragez-les à répondre à toutes les questions et à ne pas omettre de reporter au verso du questionnaire et en haut de chaque carré rouge 'les techniques et les mises en œuvre concernées'.
- N'orientez pas les réponses des personnes en essayant d'expliquer les questions ou de donner des exemples.
- Tenez-vous à distance de la personne en train de remplir le questionnaire et ne regardez pas ce qu'elle répond ; il s'agit bien d'un questionnaire anonyme.

#### **Les personnes ont rempli le questionnaire :**

- Ne regardez pas les réponses. Les questionnaires doivent être directement mis dans une enveloppe cachetée.
- Remettez-nous l'enveloppe (Cnam – Delphine Teigné – 165 rue de la barre – CS 10844 – 49008 Angers).

- Veuillez remplir le tableau joint pour les travailleurs qui ont des activités de désherbage et qui n'ont pu (quel que soit le motif) remplir le questionnaire. Ce tableau nous permettra de disposer de caractéristiques de ces travailleurs.
- Retournez-nous le tableau joint rempli en même temps que l'ensemble des questionnaires (Cnam – Delphine Teigné – 165 rue de la barre – CS 10844 – 49008 Angers).

Nous vous remercions pour votre participation à l'étude COMPAMED Santé.

Les données enregistrées à l'occasion de cette étude feront l'objet d'un traitement informatisé par le promoteur de l'étude (Conservatoire National des Arts et Métiers). Il ne s'agira pas de données nominatives, puisque le questionnaire est anonyme. Aucune demande auprès de la CNIL (Commission Nationale de l'Informatiques et des Libertés) n'a donc été réalisée. Les résultats globaux de l'étude pourront vous être communiqués si vous le souhaitez.

Si vous avez des questions pendant votre participation à cette étude, vous pourrez contacter Delphine Teigné, hygiéniste du travail au Cnam au tél: 02 41 66 10 61.

**TABLEAU DE RECENSEMENT DES CARACTERISTIQUES GENERALES DES TRAVAILLEURS AMENES A DESHERBER**

**Vous êtes notre relais pour la passation du questionnaire sur l'évaluation de la charge physique des travailleurs en situation de désherbage. Nous vous remercions de bien vouloir remplir le tableau ci-après pour les personnes qui n'ont pas complété le questionnaire quel que soit le motif.**

Travailleurs	Tranche d'âge	Sexe	Ancienneté dans la structure
N°1	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°2	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°3	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°4	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°5	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°6	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°7	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°8	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°9	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans
N°10	<input type="checkbox"/> 15-25 ans <input type="checkbox"/> 26-35 ans <input type="checkbox"/> 36-45 ans <input type="checkbox"/> 46-55 ans <input type="checkbox"/> 56-65 ans	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	<input type="checkbox"/> < 5 ans ; <input type="checkbox"/> entre 5 et 15 ans ; <input type="checkbox"/> > 15 ans

## 3.2. LA NOTE D'INFORMATION A DESTINATION DES REpondANTS

Madame, Monsieur,

Dans le cas de notre étude, nous avons besoin de votre expérience des situations de désherbage, nous vous remercions par avance du temps que vous consacrerez au remplissage de ce questionnaire. Ce questionnaire concerne l'évaluation de la charge physique des travailleurs en situation de désherbage.

Vous trouverez ci-après les principales consignes concernant le mode de passation, de remplissage et de restitution du questionnaire :

### **On vous a proposé de participer au remplissage du questionnaire :**

- Vous êtes libre d'accepter ou de refuser.

### **Vous avez décidé de répondre au questionnaire :**

- Le questionnaire est anonyme ; ne mettez pas votre nom.
- Le questionnaire est personnel ; répondez seul et essayez de ne pas être influencé par votre entourage.
- Répondez à toutes les questions.
- N'oubliez pas de reporter au verso du questionnaire et dans les carrés rouges 'les techniques et les mises en œuvre concernées'.

### **Vous avez répondu au questionnaire :**

- Mettez le questionnaire dans une enveloppe cachetée (afin de garantir l'anonymat du questionnaire),
- Remettez l'enveloppe à la personne qui vous a remis le questionnaire, c'est notre relais dans votre structure. Elle nous la fera parvenir.

Les données enregistrées à l'occasion de cette étude feront l'objet d'un traitement informatisé par le promoteur de l'étude (Conservatoire National des Arts et Métiers). Il ne s'agira pas de données nominatives, puisque le questionnaire est anonyme. Aucune demande auprès de la CNIL (Commission Nationale de l'Informatiques et des Libertés) n'a donc été réalisée. Les résultats globaux de l'étude pourront vous être communiqués si vous le souhaitez.

Si vous avez des questions pendant votre participation à cette étude, vous pourrez contacter Delphine Teigné, hygiéniste du travail au Cnam au tél: 02 41 66 10 61.

Nous vous remercions pour votre participation à l'étude COMPAMED Santé.

## 4. ANNEXE - LE BRUIT

### 4.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Certains matériels de désherbage sont sources de bruit de par la façon dont ils sont mis en œuvre (par un tracteur, utilitaire, etc.) ou de par la technique utilisée (brossage, flamme, etc.). Le but, ici, de la caractérisation de l'exposition au bruit est de pouvoir donner des ordres de grandeur de ce que peut être l'exposition des travailleurs au bruit lors de l'utilisation de certaines mises en œuvre et/ou techniques.

Les résultats sont issus de mesurages normalisés réalisés sur le terrain en conditions réelles et d'articles scientifiques, de bases de données et de guides normalisés.

### 4.2. DEFINITION DU BRUIT

Un son est une variation de pression qui se propage dans l'air. Cette onde acoustique est perceptible par l'oreille. Le bruit se caractérise par son niveau en décibels (dB) et sa fréquence en Hertz (Hz).

La sensibilité de l'oreille au bruit varie selon le niveau et la fréquence. Pour prendre en compte cet effet, il existe différentes courbes de pondération notamment de type « A » pour les niveaux de bruit courants et « C » pour les niveaux élevés. Selon la courbe utilisée, le bruit sera exprimé en dB(A) ou en dB(C) (INRS, TJ16, 2007).

Le spectre des bruits considérés audibles pour un être humain se situe entre 20 Hz et 20 kHz. L'oreille est plus sensible aux fréquences entre 1000 et 5000 Hz, particulièrement à 4000 Hz (Aybek et al., 2009). Lorsque le spectre est inférieur à 20 Hz, il s'agit d'infrasons qui s'expriment en dB(G). Ceux-ci peuvent être perçus par d'autres voies que le système auditif (INRS, TJ16, 2007).

### 4.3. EFFETS SANITAIRES DE L'EXPOSITION AU BRUIT

Le bruit peut altérer la santé et affecter le comportement du travailleur. Des effets sanitaires sont possibles selon la durée d'exposition et le niveau de bruit tels que des maux de tête, vertiges et nausées.

Les traumatismes et pertes auditives peuvent se produire suite une exposition à un niveau élevé de bruit durant un temps bref ou à une exposition sur la durée à un certain niveau de bruit.

L'exposition au bruit peut engendrer des problèmes de sommeil, de la fatigue et de la nervosité.

Une étude de Sabanci et Uz en 1984 (cité par Aybek et al., 2009) a démontré que des niveaux de bruit de 90 dB(A) pouvaient provoquer l'augmentation de la pression sanguine, l'accélération des battements cardiaques et de la respiration ainsi qu'une tension musculaire. L'exposition à des niveaux élevés de bruit peut induire des effets sur le fœtus d'où l'importance d'une surveillance médicale renforcée pour les femmes enceintes (Bilski, 2012).

Des effets spécifiques dû à l'exposition à des infrasons de faibles niveaux ont été relatés tels que : fatigue, nervosité, stress, dépression, maux de tête et nausées. Ces effets seraient dus à la mise en vibration de certains organes internes (digestifs, cardio-vasculaires, respiratoires, globes oculaires, etc.)(INRS, ND2250, 2006). Une diminution de l'acuité, du champ visuel et des troubles de la vigilance ont été rapportés. Le temps de réaction est plus long de 30 à 40% à un niveau de pression acoustique de 115-120 dB(G) et à une fréquence comprise entre 2 et 20Hz (Bilski, 2012).

Les résultats de certaines recherches présentées ci-dessous montrent que l'exposition au bruit peut avoir une influence sur le comportement de l'opérateur.

Une baisse de concentration est possible et peut engendrer de la négligence, une augmentation des erreurs et ainsi affecter la performance. L'opérateur peut éprouver des difficultés à analyser des informations complexes et à gérer des événements inhabituels. Une étude de Noweir en 1984 (cité par Aybek et al., 2009) a démontré que des personnes exposées à des niveaux de bruit entre 90-99 dB(A) étaient moins efficaces, moins disciplinées et moins assidues.

De plus, le conducteur d'un véhicule bruyant a une perception limitée des signaux externes (klaxon, bruits d'alarme, cris, etc.) ce qui peut potentiellement augmenter les risques d'accidents.

Enfin, la communication (physique ou par téléphone) et la compréhension d'informations avec d'autres individus ne sont pas aisées dans un environnement bruyant et peuvent engendrer des erreurs et des accidents (Bilski, 2012).

#### 4.4. PARAMETRES PHYSIQUES MESURES

Les paramètres mesurés représentent la dose de bruit reçue pendant une période de référence et le niveau sonore instantané maximum.

Ces paramètres sont notés avec la codification suivante :

- la lettre L signifie niveau (level),
- l'indice Ex signifie exposition,
- l'indice C signifie crête.

L'exposition est caractérisée selon :

- le niveau d'exposition quotidienne au bruit noté  $L_{EX,8h}$  en dB(A) représentant la «dose journalière» de bruit reçue durant 8 heures de travail,
- le niveau de pression acoustique de crête noté  $L_{pC}$  en dB(C) indiquant le niveau maximal instantané du bruit pendant une période de mesure donnée.

Ces niveaux sont comparables aux valeurs limites réglementaires.

#### 4.5. VALEURS REGLEMENTAIRES

Les valeurs limites d'exposition (VLE) sont un niveau d'exposition quotidienne au bruit de 87 dB(A) ou un niveau de pression acoustique de crête de 140 dB(C) avec prise en compte de l'atténuation assurée par les protecteurs auditifs individuels portés par le travailleur (Décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006).

Les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action de prévention sont un niveau d'exposition quotidienne au bruit de 85 dB(A) ou un niveau de pression acoustique de crête de 137 dB(C).

Les valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action de prévention sont un niveau d'exposition quotidienne au bruit de 80 dB(A) ou un niveau de pression acoustique de crête de 135 dB(C).

Des actions sont imposées par le décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 en fonction des niveaux de bruit. En effet, il est nécessaire de mettre à disposition des salariés des protecteurs auditifs appropriés et adaptés à partir du seuil de 80 dB(A) / 135 dB(C), le port est obligatoire à partir du seuil de 85 dB(A) / 137 dB(C) au-delà de 87 dB(A) / 140 dB(C) des actions spécifiques doivent immédiatement être engagées par l'employeur pour réduire l'exposition à un niveau inférieur à la VLE.

Il n'y a pas de valeurs limites françaises pour les infrasons, cependant une étude de Pawlaczyk-Luszczynska et al. en 2000 (cité par l'INRS, ND2250, 2006) préconise une valeur maximale sur 8h de 102 dB(G).

## 4.6. MATERIEL ET METHODE

Les données sont issues de recherches bibliographiques et de mesurages.

Les mesurages ont été réalisés selon la norme NF S 31-084.

La stratégie de mesurage choisie est une approche par tâche (*versus* métier ou journée entière). En effet, cette méthode est recommandée pour des postes de travail dont la localisation est multiple et dont le nombre de tâches est réduit. Durant la tâche, le niveau de bruit doit être constant et représentatif (INRS, ED 60035, 2009).

Au moins cinq mesurages d'une durée minimale de 5 min ont été effectués durant l'utilisation de chaque appareil de désherbage étudié (5 mesurages par tâche).

Le matériel de mesure a été calibré avant la réalisation des mesurages (calibrateur 01dB Cal 21). L'appareil utilisé était un exposimètre dont le microphone était fixé sur le col du vêtement du travailleur à proximité de l'oreille (exposimètre classe 2 01dB WED007). L'incertitude de mesure liée à l'appareil est de 1.5 dB(A).

Le niveau de bruit mesuré durant la tâche permet de calculer l'exposition quotidienne au bruit de l'opérateur selon la durée de la tâche. C'est l'exposition sur 8 heures, additionnée de la valeur de l'incertitude globale (U) qui est à comparer aux valeurs réglementaires.

## 4.7. TRAITEMENT DES RESULTATS

Ce sont les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action de prévention 85 dB(A) et 135 dB(C) qui ont été prises en compte pour interpréter les résultats car, les valeurs limites 87 dB(A) et 140 dB(C) sont fixées en prenant en compte l'atténuation assurée par les protecteurs auditifs.

La méthode des points (INRS, ED 60035, 2009) a été utilisée car elle permet de déterminer à partir du niveau de bruit, les durées quotidiennes des tâches à respecter pour ne pas exposer le salarié à des niveaux de bruit au-dessus des valeurs seuils.

Lorsque des niveaux d'exposition quotidienne de bruit ont pu être déterminés, la durée d'utilisation maximale avant le dépassement de la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action de prévention a été indiquée dans le tableau 18.

## 4.8. RESULTATS MATERIELS DE DESHERBAGE

Pour rappel, les valeurs seuils sont indiquées dans le tableau 17.

Tableau 17 : Valeurs réglementaires françaises - bruit

Type de valeur	Abréviation	Seuil dB(A)	Seuil dB(C)
Valeur limite d'exposition avec protecteurs	VLE	87	140
Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action de prévention	VDA sup.	85	137
Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action de prévention	VDA inf.	80	135

Le tableau 18 présente les niveaux d'exposition quotidien au bruit en fonction du matériel.

Tableau 18 : Niveau de bruit en fonction du matériel - comparaison aux valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action de prévention

Technique	Type Référence du matériel	Réglages	Type de sol	Distance travailleur/ machine	Nombre de mesures	Niveau d'exposition quotidienne au bruit L <sub>Ex,8h</sub> dB(A)	VDA sup. 8h dB(A)	% VDA sup.	Durée en heure avant dépassement VDA sup. sur une journée de 8H	Niveau de pression acoustique de crête L <sub>pc</sub> dB(C)	VDA sup. dB(C)	% VDA sup.	Sources
Thermique	Air chaud Cmar DT 650 - version gaz - autotracté	Débit : max	Herbe rase humide	1m	1	90,5	85	106	≥ 2h	121	137	88	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Mono flamme Herbio gaz junior city porté Rabaud	Débit : max	Herbe sèche haute	1m	1	84,0	85	99	> 8h	115	137	84	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Multi flammes Herbio gaz 5 flammes Rabaud	Débit : 15 bar	Gravier	1m	1	87,0	85	102	≥ 4h	115	137	84	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Vapeur Aquacide ECO355	Température eau : 100°C	Herbe sèche haute	de 2 à 10m	1	80,5	85	95	> 8h	114	137	83	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
Mécanique	Rateau bunker Toro Sawd Pro 5040	30 km/h	Gravier	<1m	1	90,0	85	106	≥ 2h	121	137	88	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Bineuse sarcleuse électrique Pellenc Cultivon	Vitesse 1 : minimale (800 coups/min)	Terre humide	<1m	1	79,0	85	93	> 8h	114	137	83	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Balayeuse -ramasseuse NC <sup>1</sup>		NC <sup>1</sup>			83,0 <sup>2</sup>	85			-			SuvaPro - Suisse (2014)
	Débroussailluse NC <sup>1</sup>		NC <sup>1</sup>			95,0 <sup>2</sup>	85			-			SuvaPro - Suisse (2014)
Nettoyage	Soufflette à air comprimé NC <sup>1</sup>		NC <sup>1</sup>			100-105 <sup>3</sup>	85			-			Inrs - ED6035 (2009)

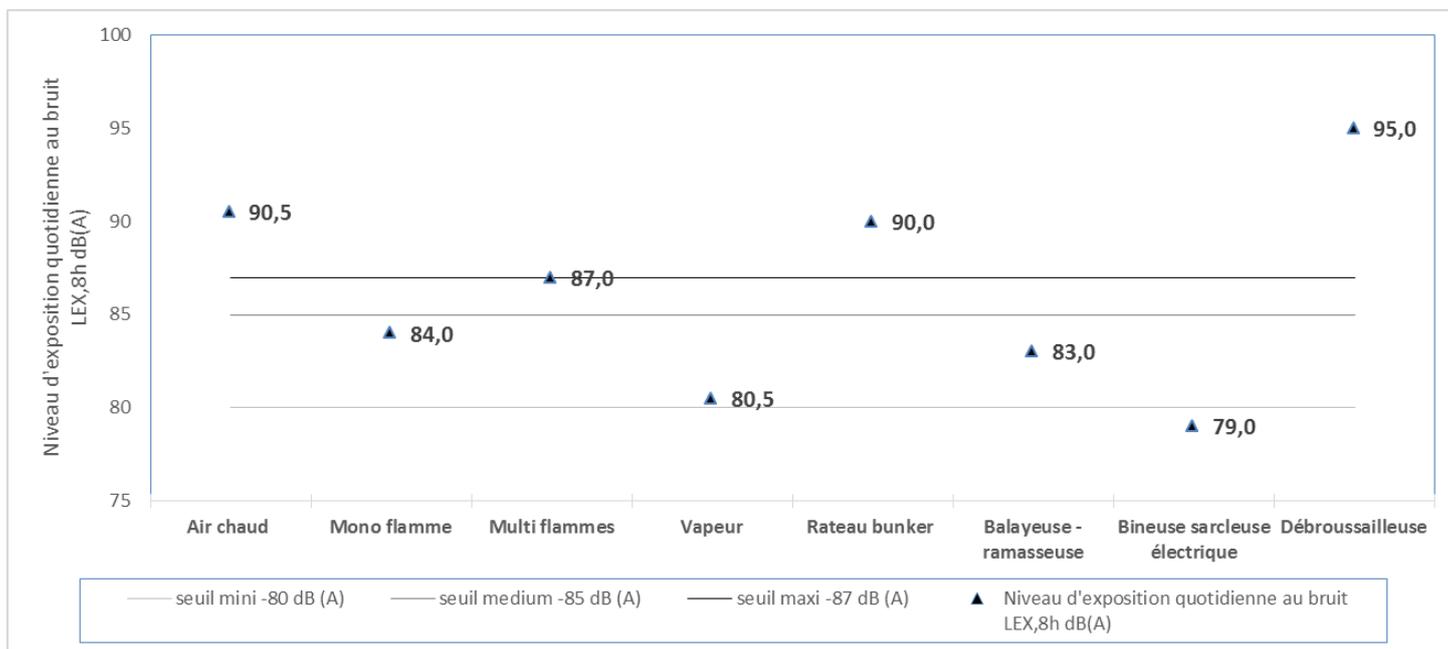
<sup>1</sup> NC : non connu

<sup>2</sup> Niveau de bruit au poste de travail (Leq dB(A))

<sup>3</sup> Niveau de bruit sur une durée d'intégration T d'environ une minute (Lp,A,eqT dB(A) )

Sur l'ensemble des mesurages réalisés le niveau de pression acoustique de crête est inférieur à 135 dB(C) (VDA inf.). La figure 29 présente les niveaux quotidiens d'exposition au bruit en fonction du matériel.

Figure 29 : Niveaux de bruit en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires



L'ensemble des matériels étudiés présente des niveaux de bruit relativement importants (supérieur à la VDA inf. de 80 dB(A)) nécessitant la mise en place d'actions de prévention. Seule la bineuse sarcleuse électrique a un niveau inférieur à 80 dB(A). Ce résultat illustre le fait que les moteurs électriques sont moins bruyants que les moteurs thermiques.

Plusieurs matériels engendrent des niveaux de bruit supérieurs à 85 dB(A) imposant le port de protections auditives lors de leur usage.

Les appareils à air chaud et multi flamme génèrent des niveaux de bruit importants, de la même façon que les engins et appareils à moteur thermique (râteau bunker et débroussailleuse).

Pour les appareils mono et multi flamme, le débit de gaz et le nombre de brûleurs en fonctionnement semblent influencer le niveau de bruit.

Ces interprétations se basent sur un nombre de données limitées et mériteraient d'être complétées par une nouvelle campagne de mesurage pour chaque situation de travail.

Enfin, le nettoyage avec une soufflette à air comprimé est fortement générateur de bruit et doit être évité.

#### 4.8.1. Résultats tracteurs

Des niveaux de bruit issus de la littérature sont précisés ici (tableau 19) pour donner un ordre d'idée de l'exposition des travailleurs lors de l'usage de tracteurs durant les opérations de désherbage.

Tableau 19 : Niveaux de bruit de différents tracteurs

Secteur Pays	Nombre de tracteurs Caractéristiques	Équipement / Tâche	Niveau de bruit dB(A)			Sources
			Minimum	Moyen	Maximum	
Agriculture Italie	60 tracteurs anciens et usagés de <45 kw à >75 kw	Sans cabine ou cabine non d'origine travail dans une ferme tracteurs au ralenti et se déplaçant à vitesse réduite	-	91-95	> 100	Pessina <i>et al.</i> (1999)
		Cabine d'origine (silencieuse) travail dans une ferme tracteurs au ralenti	72	84.0	90	
Agriculture Turquie	3 tracteurs (1 de 1988, 2 de 2001) de 44 à 70 kW	Tracteurs sans cabine différents équipements adaptés sur les tracteurs	-	89.81 ± 0.59	-	Aybek <i>et al.</i> (2009)
		Tracteurs avec cabine d'origine différents équipements adaptés sur les tracteurs	-	86.7 ± 0.30	-	
Agriculture Pologne	32 tracteurs modernes avec cabines utilisés depuis moins de 4 ans de 51 kW à 228 kW	Tracteurs avec cabine d'origine à l'extérieur (mesurage à 1 m du front du tracteur) avec moteur au ralenti pas d'exposition à d'autres sources de bruit	79	82	86	Bilski (2012)
		Tracteurs avec cabine d'origine à l'intérieur et à l'extérieur (mesurage à 1 m du front du tracteur)	62,3	-	84,7	
		en conditions normales de travail (cabine fermée)	83,8 <sup>1</sup>	-	111,4 <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> Niveau d'infrasons en dB(G)

Ces données mettent en évidence la grande variabilité des niveaux d'exposition au bruit lors de l'usage d'un tracteur.

Les tracteurs présentent des niveaux de bruit qui diffèrent selon la présence ou non de cabine et les modalités d'utilisation (type d'équipements attelés, moteur au ralenti, etc.). La fourchette des niveaux de bruit varie de 62,3 dB(A) à des niveaux supérieurs à 100 dB(A). Les niveaux les plus bas sont observés avec les tracteurs modernes équipés de cabine d'origine.

En ce qui concerne les infrasons, les résultats pour des tracteurs modernes avec cabine varient de 83.8 à 111.4 dB(G). La valeur limite préconisée est de 102 dB(G), (Pawlaczyk-Luszczynska *et al.*, 2000 cité par l'INRS, ND2250, 2006), on constate donc que dans certains cas la VLE est dépassée. L'exposition aux infrasons augmenterait significativement lorsque le tracteur se déplace (Bilski, 2012).

## 4.9. INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans le cas de certains matériels de désherbage (notamment ceux équipés d'un moteur), il peut y avoir co-exposition bruit et vibrations. Il est dans ce cas préconisé un abaissement des seuils d'actions de 5 dB(A), tout en s'assurant du respect des valeurs limites d'exposition aux vibrations (directive 2002/44/CE) (Commission européenne, guide bruit sur le lieu de travail, 2009).

On notera que lors de la réalisation d'opérations de désherbage, les opérateurs peuvent aussi être exposés à d'autres sources de bruit notamment le bruit issu du trafic routier à proximité.

## 4.10. PRECONISATIONS GENERALES

Pour les appareils déjà en usage ou les futures acquisitions, il existe différentes préconisations :

### 4.10.1. Préconisations Organisationnelles

Il s'agit de réduire la durée d'exposition au bruit en organisant la répartition des tâches et en planifiant des rotations de poste pour éviter d'exposer toujours les mêmes salariés. Lorsqu'un véhicule est utilisé durant l'opération de désherbage (ex : tracteur, utilitaire, etc.), il faut couper le moteur dès que cela est possible.

Lorsque plusieurs opérateurs travaillent simultanément sur la même zone avec des engins et appareils bruyants, le niveau de bruit augmente (pour rappel les dB ne s'additionnent pas mais se combinent, par exemple, le niveau global résultant de deux sources sonores de 80 dB est 83 dB). Il faut donc éviter de travailler à plusieurs sur le même espace. Si cela est impossible, il est nécessaire de maintenir une distance minimale de quinze mètres entre les travailleurs pour éviter la combinaison des niveaux de bruit (Mallick et al., 2009).

Il est nécessaire d'assurer un entretien régulier et une bonne maintenance des équipements. Afin d'évaluer les risques et de vérifier l'efficacité des dispositifs réduisant le bruit (cabine, silencieux, etc.) il est important de réaliser régulièrement des campagnes de mesurages.

### 4.10.2. Préconisations concernant les individus

Il est important de former le personnel au risque bruit et aux mesures de prévention qui permettront de réduire leur exposition. Il est nécessaire de former les techniciens de maintenance au contrôle, à la maintenance et au remplacement des dispositifs influençant l'exposition au bruit.

### 4.10.3. Préconisations Techniques

Il existe différents dispositifs techniques sur un équipement qui peuvent réduire la transmission et la propagation du bruit. La présence de ces éléments est à vérifier lors du choix d'un nouvel équipement. Il peut aussi être envisagé de modifier l'appareil après achat en rajoutant les dispositifs adéquats. Ces interventions doivent être réalisées par le fabricant ou avec son accord par des personnes compétentes afin de maintenir en bon état les organes sécurité et la garantie de l'équipement.

Afin de réduire la transmission du bruit, il faut isoler les vibrations par des dispositifs tels que des plots anti-vibratiles, des fixations souples, des amortisseurs, des revêtements spécifiques, etc. Pour limiter la propagation aérienne du bruit, certains éléments de l'équipement peuvent être encoffrés (ex : cabine pour le tracteur, groupe motopompe d'appareil encoffré, etc.).

L'échappement de l'air étant une source importante de bruit, il est important d'acquérir des véhicules ou appareils équipés de silencieux d'échappement. Il est aussi parfois possible de rajouter ces silencieux sur les équipements déjà en usage (contacter le fabricant).

L'utilisation de la soufflette pour le nettoyage est fortement déconseillée car le niveau de bruit émis est élevé. Il est donc préférable de supprimer l'usage de la soufflette et de nettoyer par d'autres procédés comme l'aspiration. Si cette suppression est impossible, il est recommandé de remplacer la buse de soufflage par une buse plus silencieuse ou d'acquérir des soufflettes dites « silencieuses » (INRS, ED997, 2007).

Les protecteurs individuels contre le bruit (PICB) sont à utiliser en dernier recours pour respecter la valeur limite d'exposition si aucun autre moyen n'a pu être mis en place pour réduire l'exposition au bruit (directive 2003/10/CE). En moyenne, le port de protection auditive classique peut atténuer le niveau de bruit de 10 dB(A) (Pessina et al., 1999). On privilégiera cependant, les protections auditives réalisées sur mesure avec filtres sélectifs.

Les PICB doivent être sélectionnés selon plusieurs critères : la certification CE, l'atténuation indiquée, les conditions de travail, la compatibilité avec les autres EPI, le confort, etc. Des guides pour le choix de PICB existent (INRS, ED 133, 2012 et Commission européenne, guide bruit sur le lieu de travail, chapitre 5, 2009).

#### 4.10.4. Choix d'un nouvel équipement

Il faut systématiquement privilégier les équipements électriques aux engins ou appareils à moteurs thermiques.

Le guide de la commission européenne recense les différents éléments à prendre en compte lors de l'achat d'un équipement de travail (Commission européenne, guide bruit sur le lieu de travail, chapitre 6, 2009).

Il est utile de demander au fabricant le prêt de la machine avant son achat pour la tester en conditions réelles avec l'ensemble des opérateurs concernés pour vérifier son adéquation.

La directive 2000/14/CE présente les normes et codes d'essais sur les émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur (débroussailleuse, balayeuse, etc.). La standardisation des méthodes de mesurages des émissions sonores par famille de machine (normes et codes d'essai) a pour objectif de permettre la comparaison des valeurs d'émissions de bruit de machines entre elles.

Selon les exigences de la directive 2006/42/CE, les fabricants de machines sont tenus de fournir des valeurs d'émission de bruit aérien. Ces valeurs doivent être indiquées dans la déclaration d'émissions sonores et dans la notice d'instruction. Les conditions de fonctionnement de la machine et la méthode utilisée durant les mesurages doivent être mentionnées.

Ces valeurs caractérisent les émissions sonores de la machine déterminées en champs libre (indépendantes de l'environnement). Elles ne sont pas comparables aux valeurs limites d'exposition professionnelles au bruit (directive 2003/10/CE).

Avant l'achat d'un nouvel équipement, il est donc important de demander aux différents fournisseurs la déclaration d'émissions sonores basée sur les normes européennes pour comparer les valeurs et choisir le matériel le plus silencieux.

Il existe certaines bases de données qui répertorient les valeurs d'émissions sonores par machine notamment le site internet « Europa » ([http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/noise-outdoor-equipment/database/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/noise-outdoor-equipment/database/index_en.htm)).

L'obligation de fournir les valeurs caractérisant les émissions sonores de la machine n'est pas encore appliquée par l'ensemble des fabricants et il se pose parfois la question de leur traçabilité et de leur crédibilité (INRS, projet Nomad, NS296, 2012). Le projet Nomad (INRS, NS296, 2012) indique des recommandations pour améliorer cette situation et ainsi favoriser le respect des exigences de la directive 2006/42/CE.

## 4.11. PRECONISATIONS SPECIFIQUES

### 4.11.1. Tracteur

Afin de réduire le niveau de bruit pour les conducteurs de tracteurs, il s'agit d'acquérir des modèles avec une cabine insonorisée d'origine. Sinon, il peut être rajouté une cabine sur un tracteur déjà en usage. La cabine permettra de réduire le niveau de bruit mais aussi protégera l'opérateur de la poussière, du soleil, des intempéries, etc.

Une cabine d'origine a un impact majeur sur la diminution des niveaux de bruit comparé à une cabine rajoutée qui est tout de même préférable à un tracteur sans cabine. En effet, à la fréquence de 4000 Hz les niveaux de pression sont réduits de 4–18 dB(A) avec une cabine d'origine et de 2–13 dB(A) avec une cabine rajoutée (Aybek et al., 2009).

Une étude de 1995 (Febo et al., 1995, cité par Dewangan et al., 2005) montre que le niveau de bruit d'un ancien tracteur comparé à un modèle récent est toujours supérieur de 1–3 dB(A).

Les tracteurs émettent des infrasons. Une étude de Bilski réalisée sur 32 tracteurs récents indique des résultats allant de 83.8 à 111.4 dB(G) à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine. La valeur limite préconisée sur 8 heures est de 102 dB(G) (Pawlaczyk-Luszczynska et al., 2000 cité par l'INRS, ND2250, 2006). Les infrasons sont perçus par d'autres voies que le système auditif, de ce fait, les mesures de protection habituelles contre le bruit telles que les matériaux isolants, absorbants ou les PICB sont peu adaptées à cette gamme de fréquence.

Les mesures à envisager porteront sur la mise en place de dispositif technique réduisant le niveau de bruit à la source (INRS, ND2250, 2006).

Aussi, il serait bénéfique de tester le niveau d'infrason engendré par ce type de véhicule avant leur commercialisation en respectant des méthodes de mesurages standards (Bilski, 2012).

## 5. ANNEXE - LES VIBRATIONS CORPS ENTIER ET MAINS-BRAS

### 5.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Certains matériels de désherbage engendrent des vibrations corps entier et mains-bras. Le but, ici, de la caractérisation de l'exposition est de pouvoir donner des ordres de grandeur de ce que peut être l'exposition des travailleurs à ces vibrations lors de l'utilisation de certaines mises en œuvre ou techniques.

Les résultats sont issus de mesurages normalisés réalisés sur le terrain en conditions réelles et de différentes bases de données.

### 5.2. DEFINITION DES VIBRATIONS

On différencie les vibrations transmises à l'ensemble du corps de celles transmises aux membres supérieurs.

Les secousses transmises par les véhicules en mouvement engendrent des vibrations corps entier et des vibrations mains-bras au niveau du volant. Les machines à moteur tenues ou guidées à la main peuvent engendrer une exposition aux vibrations mains-bras (ou membres supérieurs).

Une vibration se caractérise par son amplitude et sa fréquence.

L'accélération de la vibration s'exprime en mètres par seconde au carré ( $m/s^2$ ) et se mesure sur les 3 axes (x : longitudinal, y : transversal, z : vertical).

### 5.3. PARAMETRES PHYSIQUES MESURES

La grandeur mesurée pour représenter les vibrations est l'accélération efficace pondérée en fréquence sur chaque axe. Pour tenir compte de la réponse du corps humain à l'excitation vibratoire, on utilise une pondération fréquentielle (symbolisée  $w$ ).

Pour évaluer les risques sur la santé, l'accélération efficace pondérée en fréquence de chaque axe est multipliée par un facteur multiplicatif ( $1,4a_{wx}$ ,  $1,4a_{wy}$  ou  $1 a_{wz}$ ).

Pour l'évaluation de l'exposition des membres supérieurs, on calcule la racine de la somme des carrés des accélérations pondérées en fréquence sur les trois axes. Pour l'évaluation de l'exposition des vibrations corps entier, on utilise la plus grande des trois valeurs mesurées sur les axes orthogonaux.

Le conducteur est soumis à des vibrations corps entier mais aussi à des chocs. Ce phénomène se mesure par la Valeur de la Dose de Vibrations (ou VDV, *Vibration Dose Value*) qui s'exprime en mètre par seconde à la puissance 1,75 ( $m/s^{1,75}$ ). On utilise la plus grande des trois valeurs mesurées sur les axes orthogonaux ( $1,4VDV_{wx}$ ,  $1,4VDV_{wy}$  ou  $1VDV_{wz}$ ) pour évaluer l'exposition (Commission européenne, guide vibrations sur le lieu de travail, 2008).

## 5.4. EFFETS SUR LA SANTE DE L'EXPOSITION AUX VIBRATIONS CORPS ENTIER ET MAINS-BRAS

Les travailleurs utilisant des véhicules sont exposés à des chocs et des vibrations transmises à l'ensemble du corps par le siège. Ces vibrations peuvent entraîner des effets à court et long terme tels que : inconfort, tensions musculaires, douleurs lombaires, pathologies du dos, du cou et des épaules. Il a été démontré dans certaines études des effets sur le système digestif, une insuffisance veineuse et des risques pour le fœtus (INRS, ED 6018, 2012). Les postures contraignantes (position assise prolongée, torsion, etc.) adoptées par le salarié lors de la conduite ou la réalisation de manœuvres sont des facteurs aggravants.

Les travailleurs manipulant ou guidant des machines vibrantes sont exposés à des vibrations transmises aux membres supérieurs. Ces vibrations peuvent entraîner des effets à court et long terme tels que : engourdissement et picotement des doigts et des mains, troubles vasculaires engendrant le blanchissement des doigts (syndrome de Raynaud), diminution de la sensibilité tactile, de la dextérité et de la force de préhension. De plus, des lésions osseuses, articulaires, musculaires et des tendinites sont possibles. Lorsqu'une exposition mains-bras est associée à des gestes répétitifs, des postures contraignantes, une force de préhension importante et du port de charge cela peut favoriser la survenue d'un syndrome du canal carpien (Commission européenne, guide vibrations sur le lieu de travail, 2008).

## 5.5. VALEURS REGLEMENTAIRES

La directive 2002/44/EC du 25 juin 2002 fixe des prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux vibrations. Les exigences de cette directive européenne sont transposées dans le décret 2005-746 et dans son arrêté associé du 6 juillet 2005.

Des actions sont imposées par ce décret 2005-746 en fonction des niveaux de vibrations.

Il existe deux types de valeurs limites à savoir, la Valeur Déclenchant l'Action (VDA) et la Valeur Limite d'Exposition (VLE).

Pour les vibrations corps entier, deux méthodes d'évaluation sont possibles :

L'accélération continue équivalente, normalisée pour une journée de 8 heures en  $m/s^2$  :

- 0,5  $m/s^2$  déclenche l'action de prévention et impose de contrôler les risques de vibrations globales du corps chez les travailleurs (VDA),
- 1,15  $m/s^2$  correspond à la valeur limite d'exposition journalière au-dessus de laquelle les travailleurs ne doivent pas être exposés (VLE).

La valeur de dose de vibration (VDV - valeur cumulative selon la durée) en  $m/s^{1,75}$  :

- 9,1  $m/s^{1,75}$  déclenche l'action(VDA),
- 21  $m/s^{1,75}$  correspond à la valeur limite(VLE).

Pour les vibrations mains-bras, les valeurs d'exposition journalière sont de :

- 2,5  $m/s^2$ , valeur déclenchant l'action de prévention (VDA),
- 5  $m/s^2$ , valeur correspondant à la valeur limite(VLE).

## 5.6. MATERIEL ET METHODE

Les données sont issues de recherches bibliographiques et de mesurages.

Les mesurages ont été réalisés selon la norme NF EN ISO 14253+A1 et ISO 5349-2 respectivement pour les vibrations corps entier et mains-bras. Seuls des mesurages d'accélération continue équivalente ont été réalisés pour caractériser le niveau de vibrations corps entier, bien qu'il eut été intéressant de mesurer la VDV.

Le mesurage des amplitudes vibratoires a été effectué par mesurage continu sur une phase d'une durée minimale de 15 min durant l'utilisation des appareils de désherbage étudiés.

Les matériels de mesure utilisés étaient une chaîne de mesure (01 dB Metravib VIB 008) et des accéléromètres triaxiaux :

- un capteur « assiette » corps complet positionné au niveau du siège, maintenu par l'opérateur assis dessus (capteur 01dB Metravib WBA 001),
- un capteur main bras positionné au niveau de la zone de préhension fixé sur la poignée par un collier serré (capteur Aptech AP 2042).

Les incertitudes de mesure intègrent les incertitudes dues à l'appareillage, à l'échantillonnage et au temps d'exposition.

Le niveau d'amplitude vibratoire est mesuré durant la tâche sur chaque axe. Il permet de calculer l'exposition quotidienne aux vibrations de l'opérateur selon la durée de la tâche.

## 5.7. TRAITEMENT DES RESULTATS

Il existe différents calculateurs permettant d'estimer ou de calculer l'exposition quotidienne vibratoire et de la comparer aux valeurs limites à l'aide de méthode simplifiée ou complète.

Pour estimer les niveaux d'exposition vibrations corps entier, la méthode simple (INRS, OSEV, 2012) utilise des accélérations équivalentes moyennes par famille d'engin. La méthode complète (HSE, WBV and HAV calculators) permet la saisie des résultats de mesurages (accélérations efficaces pondérées par axe) afin de déterminer les niveaux d'exposition selon la durée de la tâche. Ces calculatrices indiquent les durées quotidiennes des tâches à respecter pour ne pas exposer le salarié à des vibrations au-dessus des valeurs seuils d'action et limites.

Lorsque des niveaux d'exposition aux vibrations corps entier et mains-bras ont pu être déterminés, la durée d'utilisation maximale avant le dépassement de la valeur limite a été indiquée.

## 5.8. RESULTATS CORPS ENTIER

Pour rappel, les valeurs seuils sont indiquées dans le tableau 20.

Tableau 20 : Valeurs réglementaires françaises - vibrations corps entier

Type de valeur	Abréviation	Seuil m/s <sup>2</sup>
Valeur limite d'exposition	VLE	1,15
Valeur d'exposition déclenchant l'action de prévention	VDA	0,5

Le tableau 21 présente les niveaux d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel.

Tableau 21 : Niveaux d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition

Mise en œuvre	Type Référence du matériel	Nombre de modèles de véhicules	Nombre de mesures	Valeur d'exposition quotidienne aux vibrations A(8) (m/s <sup>2</sup> )			VLE (m/s <sup>2</sup> )	% VLE si valeur maximale	Durée en heure avant dépassement de la VLE en fonction de la valeur maximale	Sources
				Min	Moy arithmétique	Max				
Véhicules tout terrain	Rateau bunker 30 km/h Toro Sawd Pro 5040	1	1	0,72			1,15	62,6	>8h	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Microtracteurs	2	2	0,77	1,15	1,53	1,15	132,7	04:42	Mesurage Ville du Havre <sup>1</sup> (2011)
	Tracteurs	5	5	1,17	1,59	2,03	1,15	176,6	02:38	Mesurage Ville du Havre <sup>1</sup> (2011)
	Tracteurs (secteur agricole - pulvérisation)	7	9	0,5	0,84	1,3	1,15	113	06:15	Base de données Umea Suède
	Tracteurs agricoles	NC <sup>2</sup>		0,55 <sup>3</sup>	0,7 <sup>3</sup>	0,85 <sup>3</sup>	1,15	73,9	>8h	Formulaire vibrations Inrs
Autres véhicules	Balayeuses	6	13	0,1	0,57	1	1,15	87,0	>8h	Base de données Inail Italie
	Utilitaires à plateau	46	72	0,3	0,575	1	1,15	87	>8h	Base de données Inail Italie
	Camionnettes	6	9	0,1	0,54	1	1,15	87	>8h	Base de données Inail Italie
	Véhicules légers et voitures	NC <sup>2</sup>		0,2	0,3	0,4	1,15	34,8	>8h	Formulaire vibrations Inrs
Porté	Débroussailleuse dorsale Stihl FR450 - 2,1 kW	1	1	1			1,15	87,0	>8h	Mesurage Ville du Havre <sup>1</sup> (2011)

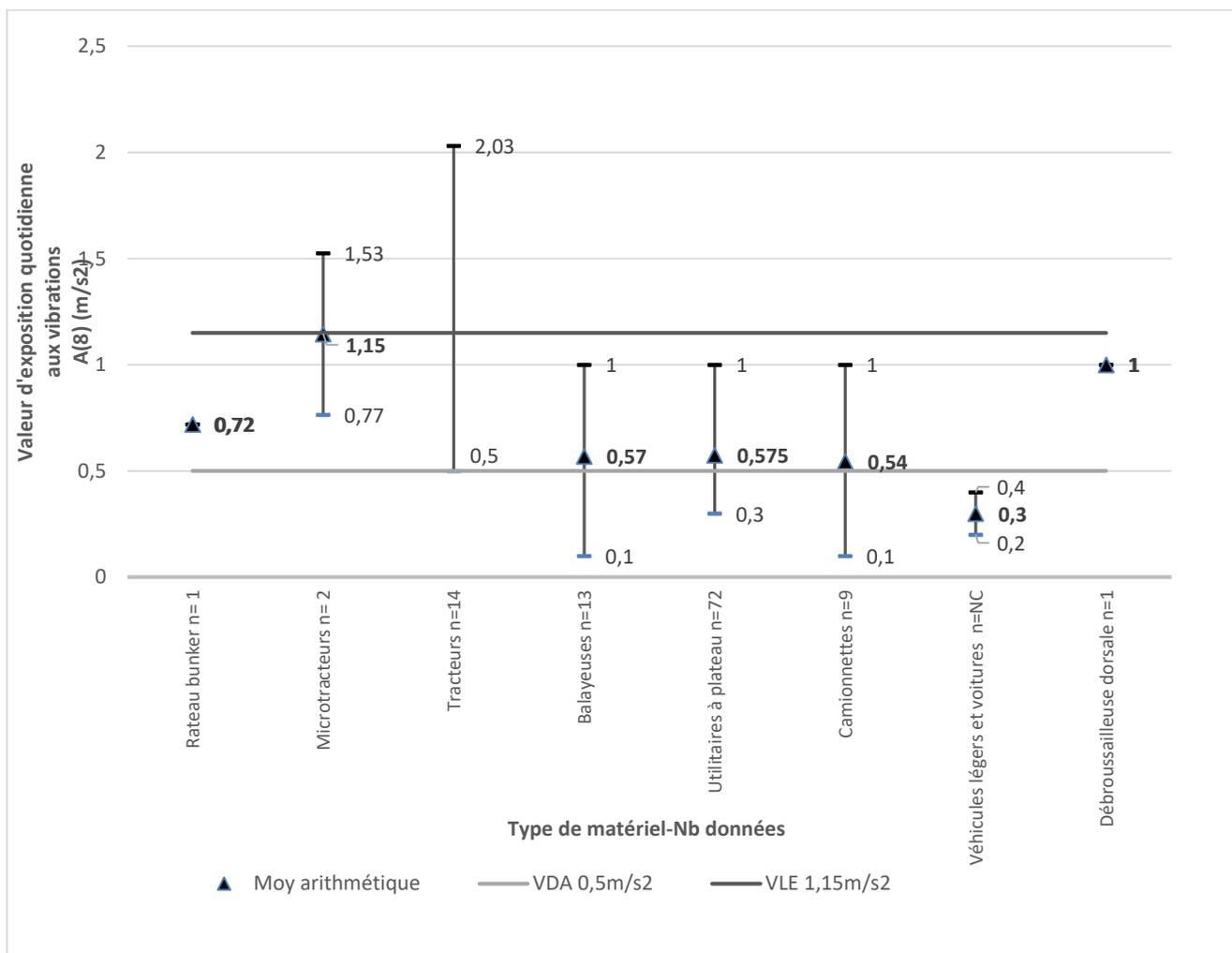
<sup>1</sup> Ville du Havre, mesure indicative : données non publiées

<sup>2</sup> NC : non connu

<sup>3</sup> Valeurs indiquées selon différentes conditions : favorables, normales et sévères

La figure 30 présente les fourchettes de niveau d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel.

Figure 30 : Niveaux d'exposition aux vibrations corps entier en fonction du véhicule ou du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires



L'ensemble des véhicules et appareils étudiés génère des vibrations corps entier.

La totalité des véhicules tout terrain génère des niveaux de vibrations supérieurs ou égaux à la VDA. Ce sont les tracteurs et microtracteurs qui semblent les plus exposés pouvant conduire dans certains cas au dépassement de la VLE.

En ce qui concerne les autres types de véhicules, le niveau moyen est aux alentours de 0,5 m/s² (excepté pour les véhicules légers et les voitures), les niveaux maximums restent inférieurs à la VLE.

Il faut noter que même un équipement porté sur le dos génère des vibrations corps entier.

Cependant, le faible nombre de mesurages n'est pas suffisant pour conclure.

## 5.9. RESULTATS MAINS-BRAS

Pour rappel, les valeurs seuils sont indiquées dans le tableau 22.

Tableau 22 : Valeurs réglementaires françaises – vibrations mains-bras

Type de valeur	Abréviation	Seuil m/s <sup>2</sup>
Valeur limite d'exposition	VLE	5
Valeur d'exposition déclenchant l'action de prévention	VDA	2,5

Le tableau 23 présente les niveaux d'exposition aux vibrations mains-bras en fonction du véhicule.

Tableau 23 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du véhicule - comparaison aux valeurs limites d'exposition

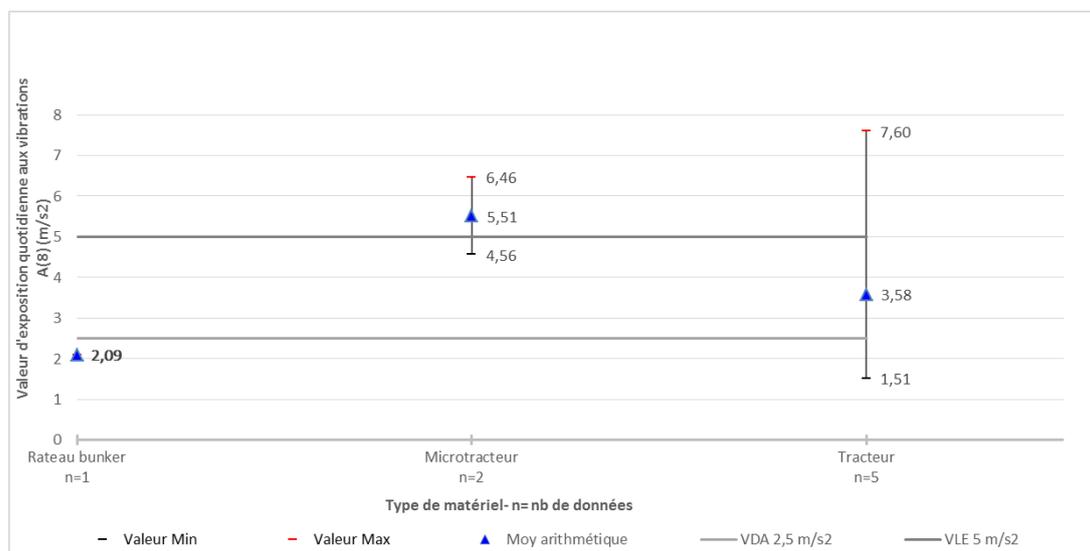
Mise en œuvre	Type Référence du matériel	Vitesse type de sol	Nombre de modèles de véhicules	Nombre de mesures	Valeur d'exposition quotidienne aux vibrations			VLE (m/s <sup>2</sup> )	% VLE si valeur maximale	Durée en heure avant dépassement de la VLE en fonction de la valeur maximale	Sources
					Min	Moy arithmétique	Max				
Véhicules tout terrain	Râteau bunker Toro Sawd Pro 5040	30 km/h gravier	1	1	2,09			5	41,8	>8h	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Microtracteur	NC <sup>1</sup>	2	2	4,56	5,51	6,46	5	129,3	04:47	Mesurage Ville du Havre <sup>2</sup> (2011)
	Tracteur	NC <sup>1</sup>	5	5	1,51	3,58	7,60	5	152,0	03:28	Mesurage Ville du Havre <sup>2</sup> (2011)

<sup>1</sup> NC : non connu

<sup>2</sup> Ville du Havre, données non publiées

La figure 31 présente les fourchettes de niveau d'exposition aux vibrations mains-bras en fonction du véhicule.

Figure 31 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du véhicule - comparaison aux valeurs réglementaires



Les résultats des mesurages mains-bras confirment l'observation faite sur les tracteurs et micro tracteurs concernant les niveaux importants de vibrations corps entier. Ces engins sont manifestement plus exposants et conduisent à des dépassements de VLE. L'unique mesurage réalisé sur le râteau bunker présente une valeur inférieure à la VDA.

Cependant, le faible nombre de mesurages n'est pas suffisant pour conclure.

Le tableau 24 présente les niveaux d'exposition aux vibrations mains-bras en fonction du matériel. Des valeurs d'exposition mains-bras de tondeuse sont précisées afin d'avoir un ordre de grandeur des niveaux d'exposition pour les appareils à pousser/tirer de type brosseuse. Les niveaux trouvés dans la littérature sur les débroussailleuses concernent la réalisation d'activités de débroussaillage et non de désherbage (avec l'ajout d'une brosse).

Tableau 24 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition

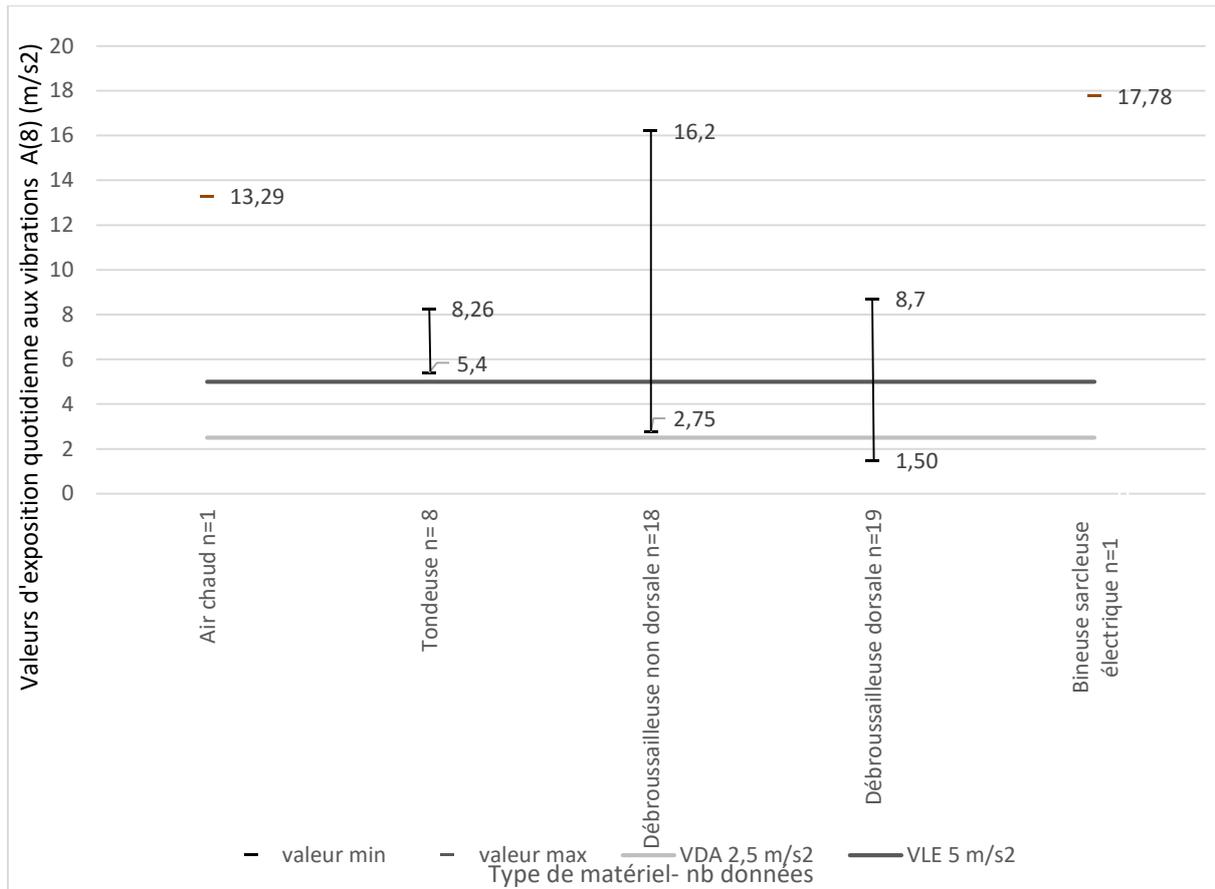
Mise en œuvre	Type de matériel	Référence du matériel réglage type de sol	Nombre de mesures	Main ou poignée <sup>1</sup>	Valeur d'exposition quotidienne aux vibrations A(8) (m/s <sup>2</sup> )	VLE (m/s <sup>2</sup> )	%VLE	Durée en heure avant dépassement de la VLE h:min	Sources
A pousser ou tirer	Air chaud	CMAR DT 650 - version gaz autotracté débit : max herbe rase humide	1	Gauche	13,29	5	266	01:08	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
	Tondeuse	John Deere - JX90C	1	Droite	6,25	5	125	05:07	Mesurage Ville du Havre <sup>2</sup> (2011)
			1	Gauche	8,26	5	165	02:56	Mesurage Ville du Havre <sup>2</sup> (2011)
		Honda - HRB 536C	2	Droite	5,6	5	112	06:23	Base de données Inail Italie
		Honda - HRH 536	2	Droite	5,4	5	108	06:52	Base de données Inail Italie
		Ibea - IB 55095B	2	Centrale	7,8	5	156	03:17	Base de données Inail Italie
Porté par l'utilisateur	Débroussailleuse non dorsale	Stihl - FS 450	1	Droite	2,75	5	55	>8h	Mesurage Ville du Havre <sup>2</sup> (2011)
			1	Gauche	3,69	5	74	>8h	Mesurage Ville du Havre <sup>2</sup> (2011)
		Active - BIG 5,5	2	Antérieur	14	5	280	01:01	Base de données Inail Italie
		Husqvarna - RL 22	2	Postérieur	10,5	5	210	01:49	Base de données Inail Italie
		Kawasaki - Decespugliatore N.I	2	Droite	4,7	5	94	>8h	Base de données Inail Italie
		Komatsu - BC435DLM-1	2	Postérieur	9,3	5	186	02:19	Base de données Inail Italie
		Mecho - SRM250SI	2	Gauche	16,2	5	324	00:46	Base de données Inail Italie
		Oleomac - 735 S	2	Droite	8,9	5	178	02:31	Base de données Inail Italie
		Promac - 3500	2	Gauche	14	5	280	01:01	Base de données Inail Italie
		Débroussailleuse dorsale	Stihl - FR450	1	Droite	3,40	5	68	>8h
	1			Gauche	4,21	5	84	>8h	Mesurage Ville du Havre <sup>2</sup> (2011)
	Efco - 8400		2	Gauche	1,5	5	30	>8h	Base de données Inail Italie
	Alpina - VIP52		2	Postérieur	4,4	5	88	>8h	Base de données Inail Italie
			2	Antérieur	4,5	5	90	>8h	Base de données Inail Italie
	Husqvarna - 240RBD		2	Antérieur	5,5	5	110	06:37	Base de données Inail Italie
	Mitsubishi - TL43RX43		2	Postérieur	6,7	5	134	04:27	Base de données Inail Italie
			2	Antérieur	8,7	5	174	02:39	Base de données Inail Italie
	STIHL -FR450		2	Antérieur	4,7	5	94	>8h	Base de données Inail Italie
			2	Gauche	6,3	5	126	05:02	Base de données Inail Italie
	Bineuse sarclieuse électrique	Pellenc Cultivon vitesse 1 : minimale (800 coups/min) terre humide	1	Droite	17,78	5	356	0h38	Mesurage Cnam - IHIE (2014)

<sup>1</sup> Lorsqu'une seule valeur est indiquée pour un appareil, c'est le cas le plus défavorable (worst case handle)

<sup>2</sup> Ville du Havre, données non publiées

Le figure 32 présente les fourchettes de niveau d'exposition aux vibrations mains-bras en fonction du matériel.

Figure 32 : Niveaux d'exposition aux vibrations main bras en fonction du matériel - comparaison aux valeurs réglementaires



La fourchette des niveaux de vibrations mains-bras des tondeuses varie de 5.4 à 8.26 m/s<sup>2</sup>. La VLE est dépassée sur les 4 modèles étudiés.

La débroussailleuse non dorsale et la débroussailleuse dorsale ont respectivement des fourchettes de niveaux de 2.75 à 16.2 m/s<sup>2</sup> et de 1.5 à 8.7 m/s<sup>2</sup>. La débroussailleuse non dorsale est plus exposante que la dorsale (facteur 2). La valeur déclenchant l'action de prévention (2.5 m/s<sup>2</sup>) est dépassée pour la majorité des débroussailleuses (13 modèles sur 14). La VLE est dépassée pour 10 modèles de débroussailleuse sur les 14 investigués. On ne peut conclure sur ce point car ces données sont issues de mesurages réalisés lors de débroussaillage et non d'activité de désherbage avec le rajout d'une brosse sur l'arbre de la débroussailleuse.

L'appareil à air chaud et la bineuse sarcleuse électrique présentent des niveaux très importants, au-delà de la VLE. La bineuse sarcleuse génère un niveau de vibrations main-bras supérieur à 350% de la VLE avec la vitesse minimale et un terrain humide. Le faible nombre de mesurages concernant ces appareils ne permet cependant pas de conclure.

L'ensemble des appareils étudiés, à pousser ou à porter, semblent très exposants.

## 5.10. PRECONISATIONS GENERALES

Pour les véhicules ou appareils déjà en usage ou les futures acquisitions, il existe différentes préconisations :

### 5.10.1. Préconisations Organisationnelles

Il s'agit de réduire la durée d'exposition aux vibrations en organisant la répartition des tâches et en planifiant des rotations de poste pour éviter d'exposer toujours les mêmes salariés.

Lors de la conduite de véhicule, il peut être envisagé de réduire les distances de déplacement et de limiter la vitesse selon le type de sol (nid de poule, dénivelé, etc.).

Lorsqu'un véhicule ou appareil engendrant des vibrations est utilisé durant l'opération de désherbage, il faut couper le moteur dès que cela est possible.

Il est nécessaire d'assurer un entretien régulier et une bonne maintenance des équipements.

Afin d'évaluer les risques et de vérifier l'efficacité des dispositifs réduisant les vibrations, il est important de réaliser régulièrement les campagnes de mesurages. L'efficacité des sièges peut être vérifiée en mesurant le Seat « Seat Effective Acceleration Transmissibility » qui est le rapport entre l'accélération mesurée au niveau du siège et celle mesurée sur le sol du véhicule selon l'axe Z.

### 5.10.2. Préconisations concernant les individus

Il est important de former le personnel au risque vibrations et aux mesures de prévention qui permettront de réduire leur exposition.

Il est nécessaire de former les techniciens de maintenance au contrôle, à la maintenance et au remplacement des dispositifs influençant l'exposition aux vibrations (suspensions, pièces de réglage des sièges, pneumatiques, poignées « anti-vibrations », etc.).

Les conducteurs doivent être formés au réglage du siège selon leur poids et taille (suspensions, position avant-arrière et hauteur du siège, inclinaison du dossier, etc.)(MSA, réf 11204, 2010). Il faut aussi insister sur le fait de limiter la vitesse selon le type de sol (nids- de-poule, etc.), d'adopter une conduite plus souple et de porter la ceinture de sécurité. En effet, le port de la ceinture permet de maintenir le conducteur correctement dans son siège en cas de fortes secousses.

Les utilisateurs d'appareils tenus ou guidés par les mains devraient être sensibilisés au fait d'utiliser la force minimale de préhension et de poussée nécessaire sur l'appareil.

### 5.10.3. Préconisations Techniques

Il existe différents dispositifs techniques sur un équipement qui peuvent réduire la transmission des vibrations. La présence de ces éléments est à vérifier lors du choix d'un nouvel équipement. Il peut aussi être envisagé de modifier l'appareil après achat en rajoutant les dispositifs adéquats. Ces interventions doivent être réalisées par le fabricant ou avec son accord par des personnes compétentes afin de maintenir en bon état les organes sécurité et la garantie de l'équipement.

Afin de réduire la transmission, il faut isoler les vibrations par des dispositifs tels que des plots anti-vibratiles, des fixations souples, des amortisseurs adaptés, des pneumatiques plus souples, une cabine suspendue pour réduire les basses fréquences, etc.

## 5.11. PRECONISATIONS SPECIFIQUES

### 5.11.1. Préconisations pour les véhicules

Le siège et ses suspensions doivent être adaptés au véhicule, à la tâche à effectuer et à l'ensemble des conducteurs concernés (MSA, réf 11204, 2010). L'accès aux commandes doit être aisé et n'engendrer aucun effort ni posture contraignante (élongations, force de préhension, etc.). Le réglage du siège doit pouvoir se faire facilement à chaque changement de conducteur. Des postures contraignantes (ex : torsions) peuvent parfois être adoptées par le conducteur à cause d'une mauvaise visibilité vers l'arrière. Afin de faciliter ses manœuvres, il peut être rajouté des rétroviseurs adaptés et une caméra de recul.

### 5.11.2. Préconisations pour appareils

Les appareils de désherbage tenus ou guidés par les mains peuvent être équipés de poignées « anti-vibrations ». Il est nécessaire d'équiper la machine exclusivement avec des poignées homologuées par le fabricant de l'appareil. En effet, des poignées inadaptées peuvent engendrer une augmentation des vibrations au niveau des mains. Il faut aussi prendre en compte la forme, le revêtement et le confort de la poignée.

Aussi, afin de protéger les mains de l'opérateur du froid, il peut être envisagé de recouvrir les éléments de préhension d'une isolation thermique adaptée. Il existe aussi certains équipements avec des poignées chauffantes.

Pour limiter les forces de préhension et de poussée, le poids de l'appareil doit être pris en compte, celui-ci peut être équipé de dispositifs facilitant son maniement et son guidage (pneumatiques tout terrain, appareil autotracté, modification du matériau de la surface de préhension, etc.). Il faut aussi s'assurer que les postures adoptées (angles poignets, bras, épaules, tronc, etc.) respectent les angles de confort de l'ensemble des salariés quelques soient leurs morphologies. On prévoira donc des dispositifs réglables par chaque opérateur (ex : hauteur de guidon réglable).

Des gants anti-vibratiles existent mais ne sont pas efficaces sur les basses fréquences. Ils doivent être complets (main et doigts), labellisés CE, conformes à la norme ISO 10819 et compatibles avec l'activité réalisée et les autres EPI.

De façon générale, afin de limiter les pathologies liées aux vibrations, il est nécessaire de réduire les autres sollicitations (efforts, port de charge, postures contraignantes, position assise prolongée, etc.).

### 5.11.3. Préconisations relatives au terrain

Si possible, des travaux pour améliorer la surface des sols peuvent être engagés pour éliminer les nids-de-poule et bosses qui engendrent des chocs à chaque passage.

#### 5.11.4. Choix d'un nouvel équipement

Le guide de la commission européenne recense les différents éléments à prendre en compte lors de l'achat d'un équipement de travail (Commission européenne, guide vibrations sur le lieu de travail, chapitre 3, 2008).

Il est utile de demander au fabricant le prêt de la machine avant son achat pour la tester en conditions réelles avec l'ensemble des opérateurs concernés pour vérifier son adéquation.

Selon les exigences de la directive 2006/42/CE, les fabricants de machines sont tenus de fournir les niveaux vibratoires transmis au système main-bras et corps entier. Ces valeurs doivent être indiquées dans la déclaration de l'émission vibratoire et dans la notice d'instruction.

Les conditions de fonctionnement de la machine et la méthode utilisée durant les mesurages doivent être mentionnées. Ces valeurs ne sont pas comparables aux valeurs limites d'exposition professionnelle car elles peuvent varier selon l'environnement dans lequel la machine est utilisée.

Avant l'achat d'un nouvel équipement, il est donc important de demander aux différents fournisseurs la déclaration de l'émission vibratoire basée sur les normes européennes pour comparer les valeurs et choisir le matériel ayant l'amplitude vibratoire minimale. Il est à noter que l'homologation des sièges est obligatoire pour les tracteurs agricoles neufs.

La standardisation des méthodes de mesurages des vibrations (normes et codes d'essai) a pour objectif de permettre la comparaison des machines entre elles. Cependant, il n'existe pas encore de codes d'essai pour l'ensemble des machines existantes ; des codes existent notamment pour les chariots élévateurs. Les valeurs indiquées pour les autres machines sont donc indicatives (INRS, ED 6018, 2012).

## 6. ANNEXE - LES POUSSIÈRES REPUTÉES SANS EFFET SPECIFIQUE

### 6.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Certains matériels de désherbage engendrent un empoussièrément de par la façon dont ils sont mis en œuvre (par exemple par un tracteur) ou de par la technique utilisée (ex : mécanique). Le but, ici, de la caractérisation de l'exposition aux poussières est de pouvoir donner des ordres de grandeur de ce que peut être l'exposition des travailleurs lors de l'utilisation de certaines mises en œuvre et/ou techniques.

Les résultats sont issus de mesurages réalisés sur le terrain en conditions réelles.

### 6.2. DEFINITION DES POUSSIÈRES RECHERCHEES ET EFFET SANITAIRE

« Les poussières sont des dispersions de particules solides dans l'atmosphère formées par un procédé mécanique ou par la remise en suspension depuis les lieux de dépôt » (INRS, ED984, 2012). Il en existe de différents types, parmi elles, les poussières réputées sans effet spécifique, c'est-à-dire qui « ne sont pas en mesure de provoquer seules sur les poumons, ou sur tout autre organe ou système du corps humain, d'autre effet que celui de surcharge » (*circulaire du ministère du travail du 9 mai 1985*).

### 6.3. PARAMETRES PHYSIQUES MESURES

La concentration en poussières en milligramme par mètre cube d'air inhalé est mesurée pour caractériser l'exposition.

Les fractions d'intérêt à prélever pour les poussières réputées sans effet spécifique sont les fractions inhalables et alvéolaires (INRS, fiche Métropol 002, 2009). La fraction inhalable est la fraction massique des particules totales en suspension dans l'air inhalé par le nez et la bouche. La fraction alvéolaire est la fraction massique des particules inhalées qui se déposent dans la région des échanges gazeux.

### 6.4. VALEURS REGLEMENTAIRES

Les valeurs réglementaires contraignantes sur une période de 8 h sont :

- fraction inhalable : 10 mg/m<sup>3</sup> d'air
- fraction alvéolaire : 5 mg/m<sup>3</sup> d'air

Une étude de Bazin (INRS, PR16, 2005) propose de ré-évaluer les valeurs limites datant de 1984. En effet, l'auteur précise que ces valeurs ne prennent pas en compte l'évolution des connaissances et « correspondent à des empoussièrlements considérés maintenant comme excessifs par les professionnels en matière d'hygiène (dépôts de matières pulvérulentes dans tout l'environnement du poste de travail, sur les vêtements et dans les cheveux ; vue gênée par un nuage de poussières ; gênes oculaires, nasales, et respiratoires)». Il indique aussi que « ces valeurs ne reposent sur aucune base toxicologique objective ». D'ailleurs, certains pays comme l'Allemagne ont abaissé ces valeurs depuis 1997 avec une valeur limite pour la fraction inhalable de 4 mg/m<sup>3</sup> et de 1,5 mg/m<sup>3</sup> pour la fraction alvéolaire.

## 6.5. MATERIEL, METHODE

Les données sont issues de mesurages.

Le mesurage a été effectué sur une phase d'une durée minimale de 1 h durant l'utilisation des appareils de désherbage étudiés.

Le matériel de mesure utilisé était un capteur individuel de poussière, le CIP 10 (Tecora Licence Ineris) avec un débit d'aspiration réglé à 10 l.min<sup>-1</sup>. Les sélecteurs utilisés étaient le CIP 10-R (fraction alvéolaire) et le CIP 10-I (fraction inhalable).

Le principe de l'échantillonneur CIP 10 est basé sur l'aspiration d'un aérosol à travers une fente annulaire et une filtration de l'air par un filtre rotatif en mousse poreuse (Görner et al., 1990 cité par INRS, ND2327, 2010).

Les deux fractions ont été mesurées simultanément sur un même travailleur à l'aide de deux CIP 10 positionnés au niveau des voies respiratoires au moyen de baudriers.

Avant leur utilisation, les CIP 10 ont fait l'objet d'une vérification technique et d'un étalonnage.

## 6.6. RESULTATS

Les mesurages ont été réalisés sur une période relativement ensoleillée durant le mois de juin 2014.

Le tableau 25 présente les niveaux d'exposition aux poussières en fonction du matériel.

Tableau 25 : Niveaux d'exposition aux poussières en fonction du matériel - comparaison aux valeurs limites d'exposition (sol sable et gravillons)

Type Référence du matériel	Ville Date Plage horaire du mesurage	Plage Humidité (%) Température (°C)	Fraction	Durée du prélèvement (heure)	Concentration par prélèvement (mg/m <sup>3</sup> )	VLE (mg/m <sup>3</sup> )	% VLE	Seuil par rapport à la VLE	Sources
Rateau bunker Toro Sawd Pro 5040	Nantes 26 juin 2014 9h00 à 16h00	91 - 50 % 17,2 - 23,3 °C	Alvéolaire	2,4	1,4	5	28	<30% VLE	Mesurage Cnam - IHIE (2014)
			Inhalable	2,4	30,5	10	305	>100% VLE	
Microtracteur sans cabine Kubota STV40 38,3 cv équipé d'un rabet mécanique à coupoles : Irral	Angers 18 juin 2014 8h19 à 10h30	88 - 82 % 12,3 - 13,8 °C	Alvéolaire	1,23	2	5	40	>30%	
			Inhalable	2,27	27,5	10	275	>100% VLE	

Ces résultats donnent des valeurs toutes supérieures à 10% de la VLE.

Concernant la fraction inhalable, les concentrations sont très élevées (>250% de la VLE) mettant en évidence une exposition importante. Ces résultats sont confirmés par l'observation d'un important nuage de poussières lors de l'exécution de la tâche de désherbage avec les deux matériels.

Concernant la fraction alvéolaire, l'exposition est moindre que pour la fraction inhalable. Cependant, dans le cas du microtracteur l'exposition est supérieure à 30% de la VLE laissant supposer un dépassement de la valeur limite.

Cependant, le faible nombre de mesurages effectué exclusivement durant une période relativement ensoleillée n'est pas suffisant pour conclure.

## 6.7. PRECONISATIONS GENERALES

Pour les véhicules ou appareils déjà en usage ou les futures acquisitions, il existe différentes préconisations :

### 6.7.1. Préconisations Organisationnelles

Il s'agit de réduire la durée d'exposition aux poussières en organisant la répartition des tâches et en planifiant des rotations de poste pour éviter d'exposer toujours les mêmes salariés.

Lorsque plusieurs opérateurs travaillent simultanément sur la même zone avec des engins et appareils, l'empoussièrément peut augmenter. Il faut donc éviter de travailler à plusieurs sur le même espace sinon, il est nécessaire de maintenir une distance raisonnable entre les différents travailleurs. Le conducteur veillera à maintenir fermées les portes et fenêtres pour limiter son exposition. Il réfléchira à l'avance au chemin qui sera emprunté pour ne pas faire demi-tour et être ainsi exposé au nuage de poussières qu'il aura engendré. Il peut aussi être utile de prendre en compte le sens du vent.

Pour limiter la remise en suspension des poussières lors des passages, la tâche peut être effectuée tôt le matin (rosée) ou suite à une averse pour profiter d'un sol humide. De plus, il faut limiter la vitesse de l'engin.

Il est nécessaire d'assurer un entretien régulier et une bonne maintenance des équipements. Afin d'évaluer les risques, il est important de réaliser régulièrement les campagnes de mesurages.

### 6.7.2. Préconisations concernant les individus

Il est important de former le personnel au risque lié aux poussières sans effet spécifique et aux mesures de prévention qui permettront de réduire leur exposition.

Il est nécessaire de former les techniciens de maintenance au contrôle, à la maintenance et au remplacement des dispositifs influençant l'exposition aux poussières.

### 6.7.3. Préconisations techniques

Il existe différents dispositifs techniques sur un équipement qui peuvent limiter l'empoussièrément. La présence de ces éléments est à vérifier lors du choix d'un nouvel équipement. Il peut aussi être envisagé de modifier l'appareil après achat en rajoutant les dispositifs adéquats. Ces interventions doivent être réalisées par le fabricant ou avec son accord par des personnes compétentes afin de maintenir en bon état les organes sécurité et la garantie de l'équipement.

Afin de réduire l'empoussièrément, certains matériels tels que les balayeuses sont équipés d'un dispositif d'arrosage et d'un système d'aspiration.

L'utilisation de la soufflette pour le nettoyage est fortement déconseillée car la remise en suspension des poussières est favorisée. Il est donc préférable de supprimer l'usage de la soufflette et de nettoyer par d'autres procédés comme l'aspiration.

Le port d'un demi-masque jetable à ventilation libre avec un filtre « anti-poussières » marqués P1 ou FFP1 (INRS, ED 98, 2008 et INRS, ED6106, 2011) est à préconiser en dernier recours pour respecter la valeur limite d'exposition si aucun autre moyen n'a pu être mis en place pour réduire l'exposition.

### 6.7.4. Choix d'un nouvel équipement

Lors de l'achat d'un nouveau véhicule ou appareil, il est utile de s'informer auprès du constructeur sur les systèmes limitant l'empoussièrément existants selon l'activité et l'environnement d'utilisation afin, d'acquérir l'équipement avec la meilleure technique disponible. Il est important de choisir un véhicule équipé de la climatisation pour éviter l'augmentation de la pollution à l'intérieur du véhicule liée aux fenêtres ouvertes.

## 7. ANNEXE - LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

### 7.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Certains matériels de désherbage sont équipés de moteurs thermiques qui émettent des gaz d'échappement. Les émissions peuvent provenir de deux sources distinctes :

1 – Le moteur du véhicule tractant mis en marche durant l'opération de désherbage.

Ce moteur engendre une exposition des travailleurs aux gaz d'échappement soit :

- dans l'habitacle du véhicule, pour le travailleur qui reste au poste de conduite,
- à l'extérieur du véhicule, pour les opérateurs travaillant à proximité.

Dans le cadre de l'étude Compamed ZNA, il a été observé que le véhicule le plus couramment utilisé est un utilitaire à plateau (ou une camionnette du même gabarit) type 6t.

2 – Le moteur de l'appareil de désherbage, par exemple :

- moteur de machines portatives
- moteur de brosseuse

Le but, ici, de la caractérisation de l'exposition aux gaz d'échappement est de pouvoir donner des ordres de grandeur de ce que peut être l'exposition des travailleurs aux gaz d'échappement lors de l'utilisation de certaines mises en œuvre et/ou techniques.

Il n'a pas été retenu, dans le cadre du projet, de réaliser des mesurages des expositions des travailleurs aux émissions des moteurs thermiques, mais plutôt de compiler un ensemble de données déjà existantes. Certains appareils de désherbage fonctionnent avec des groupes motopompes ou des groupes électrogènes, aucune donnée sur les niveaux d'exposition de dispositifs similaires n'a été trouvée dans la littérature.

### 7.2. LES MOTEURS THERMIQUES – DEFINITION

Il existe deux types de moteurs à combustion interne qui se différencient selon le mode d'allumage de la charge combustible et le carburant utilisé :

- le moteur à allumage commandé avec carburant essence (ou gaz de pétrole liquéfié ou comprimé), une étincelle électrique enflamme le mélange air-carburant dans les cylindres,
- le moteur à allumage par compression avec carburant gazole (diesel), la température de l'air comprimé dans le cylindre provoque l'auto inflammation du mélange lors de l'injection du carburant.

### 7.3. LES MOTEURS DES MACHINES PORTATIVES , 2 TEMPS ET 4 TEMPS

Un moteur 2 temps est alimenté par un mélange d'essence et d'huile alors qu'un moteur 4 temps est alimenté par de l'essence. Sur les machines portatives, on trouve majoritairement des moteurs 2 temps qui polluent davantage que les moteurs 4 temps.

En effet, le moteur 2 temps brûle un mélange essence et huile et rejette beaucoup d'imbrûlés engendrant la création d'hydrocarbures polycycliques insaturés. L'huile ne brûle pas dans les moteurs 4 temps donc il y a moins de fumée.

Les moteurs essence rejettent principalement du monoxyde de carbone et des hydrocarbures.

Le tableau 26 présente certaines caractéristiques des moteurs 2 et 4 temps.

Tableau 26 : Extrait d'un tableau repris d'une présentation de l'étude de Surot et al. (2009).

Moteur 2 temps	Moteur 4 temps
Léger, maniable, insensible à l'inclinaison	Lourd, doit rester horizontal
Brûle le mélange essence et huile : rejet d'imbrûlés : création d'HAP	Brûle l'essence
Produit beaucoup de fumée	Produit peu de fumée

### 7.4. REGLEMENTATION DES VEHICULES ET APPAREILS

#### 7.4.1. Réglementation des engins mobiles routiers

Les normes européennes (norme Euro) fixent les émissions maximales des polluants pour les moteurs à allumage commandé et les moteurs à allumage par compression. Les procédures d'essai sont standardisées. Les polluants réglementés sont les suivants : monoxyde carbone (CO), hydrocarbures non méthaniques et hydrocarbures totaux, oxydes d'azote (NOx) et particules (PM).

Afin de respecter ces normes les constructeurs sont contraints d'ajouter des systèmes spécifiques comme les filtres à particules, le recyclage des gaz d'échappement, l'emploi d'un additif à base d'urée, etc. Les normes évoluent afin de prendre en compte la concentration en nombre de particules émises et non plus uniquement la masse des particules.

#### 7.4.2. Réglementation des engins mobiles non routiers EMNR

La directive 97/68/CE fixe les limites d'émissions des engins mobiles non routiers (directive EMNR).

Les engins mobiles non routiers comprennent des matériels motorisés portables ou non tels que : débroussailleuse, tondeuse, tracteur, etc.

Les niveaux admissibles des polluants réglementés des moteurs de tracteurs sont indiqués dans la directive 2000/25/CE qui reprend les valeurs limites d'émissions de la directive 97/68/CE.

Les limites d'émissions pour les moteurs (<19kW) de petits matériels portables (ex : débroussailleuse) ou non portables (ex : tondeuse) sont aussi indiquées dans les directives sur les émissions des engins mobiles non routiers.

La réglementation sur les niveaux d'émissions d'hydrocarbures devenant plus drastique en Europe, on peut s'attendre à une augmentation de la production de moteur 4 temps comparé à celle des moteurs 2 temps.

## 7.5. EFFETS SANITAIRES DE L'EXPOSITION AUX GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Des irritations des yeux, des voies respiratoires supérieures ainsi que des maux de tête ou nausées peuvent être observées suite à une exposition importante aux gaz d'échappement diesel.

Les gaz d'échappement contiennent du monoxyde de carbone pouvant entraîner une intoxication aiguë dont les signes cliniques sont : maux de tête, nausée, malaise, vomissements, perte de connaissance pouvant engendrer coma et décès.

Des intoxications chroniques suite à une exposition fréquente aux gaz d'échappement sont dues entre autres, aux particules diesel qui pénètrent dans l'appareil respiratoire engendrant des irritations et infections et favorisant les mécanismes allergiques (INRS, ND 2239, 2005).

Le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) a classé les gaz d'échappement des moteurs diesel comme cancérogènes avérés pour l'Homme (Groupe 1). Le Groupe de Travail du CIRC a constaté que les gaz d'échappement des moteurs diesel provoquaient le cancer du poumon (indications suffisantes) et a également noté une association positive (indications limitées) à un risque accru de cancer de la vessie. Les gaz d'échappement des moteurs essence sont classés comme cancérogènes possibles pour l'Homme (Groupe 2B) (IARC, 2013).

L'exposition aux gaz d'échappement diesel est estimée comme l'exposition à un cancérogène la plus fréquente sur les lieux de travail en France (INRS, TF 211, 2013).

## 7.6. COMPOSITION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT DES MOTEURS DIESEL ET ESSENCE

« Les émissions provenant de ces moteurs sont complexes et leur composition chimique variable. La phase gazeuse se compose de monoxyde de carbone, d'oxyde d'azote et de composés organiques volatiles comme le benzène et le formaldéhyde. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les nitroarènes sont répartis entre la phase gazeuse et la phase particulaire. Les particules se composent de carbone élémentaire et organique, cendres, sulfate et métaux. » (IARC, 2013).

On distingue 2 types de particules :

Les particules primaires, émises à l'échappement des véhicules (principalement diesel).

Les particules secondaires se forment par réaction chimique dans l'atmosphère à partir des gaz précurseurs émis par les véhicules diesel et essence. Ces particules uniquement émises après l'échappement ne peuvent pas être filtrées (ADEME, 2014).

Les émissions des moteurs selon le carburant utilisé sont de nature et de concentrations différentes (tableau 27).

Tableau 27 : Ordre de grandeur des principaux polluants produits par les moteurs thermiques d'engins

Extrait d'un tableau publié par l'INRS, ND2239, 2005.

	Monoxyde de carbone (CO) (ppm <sup>1</sup> )	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) (en NO) (ppm)	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) (ppm)	Hydrocarbures (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> ) (ppm)	Aldéhydes (R-CHO) (ppm)	Particules (mg/m <sup>3</sup> )
Diesel	300 à 10 000	300 à 2 000	50 à 200	200 à 1 100	10 à 300	20 à 200
Essence	10 000 à 70 000	300 à 2 000	Traces	500 à 10 000	100 à 300	Faible

1 ppm : partie par million soit 1 cm<sup>3</sup> du gaz en question dans 1 m<sup>3</sup> d'air.

## 7.7. METHODE

Une revue bibliographique a été réalisée pour estimer les niveaux d'exposition aux émissions des moteurs thermiques des travailleurs de la population d'étude concernée (hors expositions de l'environnement). Les recherches bibliographiques ont porté sur les études d'exposition aux gaz d'échappement réalisées lors de l'utilisation de véhicules et d'appareils comparables à ceux étudiés dans le projet Compamed.

## 7.8. RESULTATS

Des données relatives à l'exposition aux gaz d'échappement sur des engins ou matériels comparables à ceux étudiés dans le projet Compamed Santé ont été trouvées dans la littérature.

Le tableau 28 précise la classification selon le règlement CLP<sup>10</sup> des substances quantifiées lors de ces études.

Tableau 28 : Classification des substances selon le règlement CLP

Substance	Classification selon le règlement CLP
Benzène	Cancérogénicité catégorie 1A Mutagénicité sur les cellules germinales catégorie 1B
Naphtalène	Cancérogénicité catégorie 2
Benzoapyrène	Cancérogénicité catégorie 1B Mutagénicité sur les cellules germinales catégorie 1B Toxicité pour la reproduction catégorie 1B
Dioxyde d'azote	Non classé CMR - Toxicité aiguë - H 330 Mortel par inhalation

Les résultats des mesurages sont comparés aux valeurs limites professionnelles existantes.

Il n'existe pas de valeur limite pour les particules diesel en France, de ce fait, les résultats ont été comparés à la valeur limite technique allemande (TRK) pour le carbone élémentaire. Pour le dioxyde d'azote, les résultats ont été comparés à la valeur sur 8 heures proposée par le SCOEL ; le système français n'ayant qu'une valeur limite sur 15 min.

Le tableau 29 indique le type de valeur limite selon la substance concernée.

Tableau 29 : Type de valeur limite selon la substance

Substance	Type de valeur limite - Origine
Benzène	Valeur limite réglementaire contraignante - France
Naphtalène	Valeur limite réglementaire indicative - France
Benzo[a]pyrène	Recommandation CNAM - France
Dioxyde d'azote	SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits) Valeur limite - Europe
Carbone élémentaire	TRK (Technische Richtkonzentrationen) Concentrations techniques de référence - Allemagne

<sup>10</sup> Règlement CLP (Classification, Labelling, Packaging) : règlement européen relatif à la classification et à l'étiquetage des produits.

## 7.8.1. Appareils de désherbage - résultats

### 7.8.1.1. Tondeuse essence 4 temps

L'étude de Lagneau (2010) porte sur la caractérisation du niveau d'exposition et d'imprégnation au benzène lors de l'usage d'une tondeuse marchant par un non-fumeur (le tabagisme étant également une source d'exposition au benzène).

Ces données sont indiquées afin d'avoir un ordre de grandeur des niveaux d'exposition pour les appareils à pousser/tirer de type Brosseuse. En effet, les moteurs utilisés sur les tondeuses « marchant » sont comparables (carburant et puissance) aux moteurs des autres appareils à pousser. Il est à noter que depuis 2000, la teneur en benzène de l'essence ne doit pas dépasser 1% du volume (directive 1998/70/CE).

Le dosage de l'acide trans, trans-muconique (t,t-MA, métabolite du benzène), dans les urines en fin de poste est un bon indicateur de l'exposition au benzène pour des concentrations atmosphériques supérieures à 0.1 ppm.

Pour des expositions inférieures à ce seuil (cas de l'étude) ce n'est pas le marqueur à privilégier car il manque de spécificité et de sensibilité. En effet, l'acide sorbique (additif alimentaire, conservateur de produits cosmétique et pharmaceutique) est aussi métabolisé en t,t-MA et peut donc interférer en augmentant la concentration de t,t-MA.

La valeur de référence pour le t,t-MA est de 1.2 mg/L d'urine (0.9 mg/g de créatinine) correspondant à la VLE de 1 ppm (3.25 mg/m<sup>3</sup>) édictée pour les concentrations atmosphériques.

Le dosage du benzène dans les urines en fin de poste est un bon indicateur de l'exposition au benzène même pour des expositions faibles (INRS, fiche biotox du benzène, 2014).

Le tableau 30 présente les niveaux d'exposition au benzène lors de l'usage d'une tondeuse.

Tableau 30 : Niveaux d'exposition au benzène - Tondeuse marchant essence 4 temps - comparaison aux valeurs limites d'exposition

Type de mesures	Nombre de travailleurs ; nombre de mesures	Concentrations (DP début de poste - FP fin de poste)	VLE	% de la VLE	Seuil par rapport à la VLE	Sources
Benzène voie respiratoire	(1;1)	20 µg/m <sup>3</sup>	3250 µg/m <sup>3</sup>	0,6	≤10%	Lagneau (2010)
t,t-MA <sup>1</sup> urine	(1;1)	2 mg/L (FP)	1,2 mg/L	-	-	
		1 mg/g de créatinine <sup>2</sup> (FP)	0,9 mg/ g de créatinine	-	-	
Benzénurie <sup>3</sup> urine	(1;2)	<57 (DP) - 137 ng/g de créatinine (FP)	Absence de valeur limite de référence			

<sup>1</sup> t,t-MA : acide trans, trans muconique, métabolite du benzène

<sup>2</sup> Le dosage par rapport à la créatinine prend en compte la dilution de l'urine liée à la diurèse

<sup>3</sup> Benzénurie : marqueur urinaire de l'exposition au benzène

La concentration en benzène mesurée au niveau des voies respiratoires est de 20 µg/m<sup>3</sup> correspondant à moins de 1% de la VLE.

La concentration urinaire de t,t-MA en fin de poste est supérieure à la valeur de référence de 1.2 mg/L.

On observe une augmentation de la concentration de benzène dans les urines de l'ordre de 80 ng/g de créatinine entre le début et la fin de poste.

Les concentrations mesurées indiquent une exposition réelle au benzène lors de l'usage d'une tondeuse.

Le nombre de mesurage est cependant insuffisant pour conclure.

### 7.8.1.2. Débroussailleuse essence 2 temps

L'étude de Lagneau (2010) porte sur la caractérisation du niveau d'exposition au benzène lors de l'usage d'une débroussailleuse « mélange à faire soi-même ».

L'étude de Surot et al. (2009) porte sur la caractérisation des niveaux d'exposition par prélèvement au niveau des voies respiratoires des HAP gazeux et particulaires lors de l'usage de débroussailleuse « mélange à faire soi-même » et « mélange tout prêt ».

Ces données sont indiquées afin d'avoir un ordre de grandeur des niveaux d'exposition lors de l'usage de machine portable à moteur thermique telle que la débroussailleuse à brosse.

Les tableaux 31 et 32 présentent les niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement lors de l'usage d'une débroussailleuse selon deux types de mélanges.

**Tableau 31 : Niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement - Débroussailleuse essence 2 temps - Mélange essence huile à faire soi-même - comparaison aux valeurs limites d'exposition**

Substance	Nombre de travailleurs ; nombre de mesures	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Min - Max	Concentration max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	VLE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la VLE en fonction de la concentration max	Seuil par rapport à la VLE	Sources
Benzène	(2;2)	30-40	40	3250	1,2	$\leq 10\%$	Lagneau (2010)
HAP <sup>1</sup> Gazeux	(3;3)	0,798 - 1,107	1,107	Absence de valeur limite de référence			Données issues de l'étude de Surot <i>et al.</i> (2009)
HAP Gazeux : Naphtalène	(3;3)	0,758 - 1,052	1,052	50000	0,002	$\leq 10\%$	
HAP Particulaire	(3;3)	0,011 - 0,021	0,021	Absence de valeur limite de référence			
HAP Particulaire $\Sigma$ HAP cancérigènes	(3;3)	0,0025 <sup>2</sup>	-	Absence de valeur limite de référence			
HAP Particulaire : Benzo[a]pyrène	(3;3)	0,0015 <sup>3</sup>	-	0,15	1	$\leq 10\%$	

**Tableau 32 : Niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement - Débroussailleuse essence 2 temps - Mélange tout prêt - comparaison aux valeurs limites d'exposition**

Substance	Nombre de travailleurs ; nombre de mesures	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Min - Max	Concentration max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	VLE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la VLE en fonction de la concentration max	Seuil par rapport à la VLE	Sources
HAP <sup>1</sup> Gazeux	(3;3)	0,669 - 0,731	0,731	Absence de valeur limite de référence			Données issues de l'étude de Surot <i>et al.</i> (2009)
HAP Gazeux : Naphtalène	(3;3)	0,635- 0,694	0,694	50000	0,0014	$\leq 10\%$	
HAP Particulaire	(3;3)	0,028 - 0,069	0,069	Absence de valeur limite de référence			
HAP Particulaire $\Sigma$ HAP cancérigènes	(3;3)	0,01975 <sup>2</sup>	-	Absence de valeur limite de référence			
HAP Particulaire : Benzo[a]pyrène	(3;3)	0,0045 <sup>3</sup>	-	0,15	3	$\leq 10\%$	

<sup>1</sup> HAP : hydrocarbure aromatique polycyclique

<sup>2</sup> Médiane somme des HAP cancérigènes

<sup>3</sup> Valeur moyenne calculée à partir des données de l'étude

Les concentrations en benzène mesurées au niveau des voies respiratoires lors de l'usage d'une débroussailleuse sont de 30 et 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondant à environ 1% de la VLE. Il est à noter que ces mesurages concernent deux salariés qui travaillent souvent à proximité l'un de l'autre.

Les concentrations maximales de naphtalène (HAP gazeux majoritaire) mesurées au niveau des voies respiratoires sont de 1 µg/m<sup>3</sup> pour le « mélange à faire soi-même » et de 0.7 µg/m<sup>3</sup> pour le « mélange tout prêt ». Ces valeurs sont inférieures à 0.1% de la VLE.

Les sommes des HAP particuliers cancérigènes selon le « mélange à faire soi-même » et le « mélange tout prêt » sont respectivement de 0.0025 µg/m<sup>3</sup> et de 0.02 µg/m<sup>3</sup>. On observe un facteur 10 entre les deux mélanges.

La concentration moyenne du benzo(a)pyrène (Bap) est de 0.0015 µg/m<sup>3</sup> pour le « mélange à faire soi-même » et de 0.0045 µg/m<sup>3</sup> pour le « mélange tout prêt ». Bien qu'un facteur 3 entre les deux mélanges soit observé, les valeurs sont inférieures à 10% de la VLE.

L'exposition est modérée, mais non négligeable.

Le choix du carburant semble influencer sur le niveau d'exposition avec des concentrations d'HAP et de BAP plus élevées. Cependant, le faible nombre de mesurages réalisés ne permet pas de conclure.

## 7.8.2. Usage de véhicules diesel et population de professionnels- résultats

### 7.8.2.1. Usage de véhicules diesel

L'étude de Lewné et al. (2007) avait pour objectif de caractériser l'exposition de professionnels travaillant à l'intérieur ou autour de véhicules diesel tels que des tracteurs, des camions ou des locomotives de manœuvre.

Ces données sont indiquées afin d'avoir un ordre de grandeur des niveaux d'exposition des individus travaillant avec et à proximité de tracteurs diesel.

Le tableau 33 présente les niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement lors de l'usage de véhicule diesel.

Tableau 33 : Niveaux d'exposition à certains composants des gaz d'échappement - Divers engins diesel - Comparaison aux valeurs limites d'exposition - Groupe comprenant des professionnels travaillant à l'intérieur et autour de tracteurs agricoles, camions et locomotives de manœuvre- sans trafic aux alentours

Substance	Concentration (µg/m <sup>3</sup> ) MG (ETG) <sup>1</sup> n = 12	Concentration max calculée à 99,7% (µg/m <sup>3</sup> )	VLE (µg/m <sup>3</sup> )	% de la VLE en fonction de la concentration max	Seuil par rapport à la VLE	Sources
Dioxyde d'azote	32.2 (1.6)	131,89	400	33	>30%	Lewné et al. (2007)
Carbone élémentaire	4.1 (2.5)	64,06	100	64,1	>30%	
Carbone total	9.5 (2.3)	115,59	Absence de valeurs limites de référence			
PM <sup>2</sup> (entre 0,1 et 10 µm)	39.3 (2.4)	543,28				
PM 1 <sup>3</sup>	20.7 (1.8)	120,72				
PM 2.5 <sup>4</sup>	26.4 (1.8)	153,96				

<sup>1</sup> MG moyenne géométrique et ETG écart type géométrique (entre parenthèses)

<sup>2</sup> PM particulate matter, masse totale de particules

<sup>3</sup> PM 1 Particules avec un diamètre <1µm

<sup>4</sup> PM 2.5 Particules avec un diamètre <2,5µm

Cette étude montre que l'exposition au dioxyde d'azote et au carbone élémentaire est importante dans le cas d'activité en lien avec des véhicules diesel. En effet, les concentrations maximales mesurées sont supérieures à 30% de la VLE.

### 7.8.2.2. Population de professionnels

L'étude menée par Blanchard (2001) avait pour objectif de caractériser l'exposition de professionnels travaillant à l'extérieur dans une agglomération selon la saison. Le groupe comprenait des agents d'entretien des parcs et jardins, des agents de maîtrise, des policiers et des agents d'entretien de la ville. Afin de connaître les concentrations dans l'air du carbone élémentaire (CE) durant la période des mesurages individuels, des mesurages sur points fixes (4 stations) ont aussi été réalisés.

Les valeurs issues de cette étude sont précisées dans la cadre de Compamed Santé afin d'avoir un ordre de grandeur des niveaux d'exposition de ce type de population qui se rapproche de notre population d'étude.

Les tableaux 34 et 35 présentent respectivement les valeurs d'immission<sup>11</sup> sur points fixes et les niveaux d'exposition aux particules diesel pour une population de professionnels travaillant à l'extérieur.

Tableau 34 : Valeurs d'immission du carbone élémentaire - mesurages sur 4 stations (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Type de site	Site urbain de fond			Site urbain de proximité
N° de station	1	2	3	4
Été	<0,3	0,4	<0,3	3,5
Automne	<1	4,2	2,5	5,6

Tableau 35 : Niveaux d'exposition aux particules diesel - Population de professionnels travaillant à l'extérieur - Angers - comparaison aux valeurs limites d'exposition - Groupe comprenant des agents d'entretien parcs et jardins, agents de maîtrise, policiers et agents d'entretien de la ville

Saison	Substance	Nombre de travailleurs ; nombre de mesures	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Min - max Moyenne arithmétique $\pm$ écart type	Concentration max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	VLE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la VLE en fonction de la concentration max	Seuil par rapport à la VLE	Sources
Été	Carbone élémentaire	(10;40)	5,5 - 37,4 18.8 $\pm$ 10.2	37,4	100	37,4	>30%	Blanchard (2001)
	Masse totale des particules	(10;40)	<60-480 190 $\pm$ 130	480	Absence de valeur limite de référence			
Automne	Carbone élémentaire	(8;16)	4 - 40,5 16.7 $\pm$ 11.5	40,5	100	40,5	>30%	
	Carbone total <sup>1</sup>	(8;16)	8,7 - 81 38.1	81	Absence de valeur limite de référence			
	Masse totale des particules	(8;16)	50 - 360 180 $\pm$ 100	360				

<sup>1</sup> Concentration en carbone total calculée en additionnant les concentrations de carbone élémentaire et de carbone organique. Pour les mesurages individuels, les concentrations en carbone élémentaire (CE) présentent des niveaux sensiblement équivalents en été et en automne.

<sup>11</sup> L'immission caractérise la concentration des polluants dans l'air ambiant.

Les mesurages du CE réalisés en points fixes sur la même période que les prélèvements individuels permettent de connaître la part de concentration de CE attribuable à l'air ambiant et celle liée à l'activité professionnelle. Dans l'air ambiant, on observe les concentrations les plus importantes en CE en automne sur la station 4 (située dans une rue en centre-ville), avec un maximum de  $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentration moyenne en CE mesurée à la même période sur les professionnels est de  $16.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Cette étude montre que l'exposition au carbone élémentaire est importante pour les professionnels travaillant à l'extérieur dans une agglomération. En effet, les concentrations maximales mesurées quelle que soit la saison sont supérieures à 30% de la VLE.

## 7.9. INTERPRETATIONS

La comparaison entre les différentes techniques de désherbage pour le facteur de risque gaz d'échappement est complexe à réaliser. En effet, il existe peu d'études pour caractériser et quantifier les niveaux d'exposition lors de l'utilisation de matériel de désherbage hors, ces expositions mériteraient d'être mieux documentées.

Certains matériels de désherbage nécessitent le fonctionnement simultané de deux moteurs, le moteur du véhicule et celui de l'équipement (groupe motopompe ou groupe électrogène) durant une part variable de la durée de l'intervention ; c'est le cas des pulvérisateurs motorisés et des désherbeurs vapeur, eau chaude de grand format. Ces expositions « double moteurs » n'ont pu être caractérisées ni quantifiées par manque de données.

Des études d'exposition devraient donc être effectuées lors de l'usage de matériels de désherbage (véhicule et appareil) afin de permettre la comparaison des matériels entre eux. Ces études pourraient inclure d'autres types de carburant tel que le biodiesel pour quantifier leur impact sur l'exposition (Jen-Hsiung et al., 2013).

On notera que lors de la réalisation d'opérations de désherbage, les opérateurs peuvent aussi être exposés aux gaz d'échappement issus du trafic routier à proximité.

Les résultats montrent, pour les substances caractérisées, que l'exposition lors de l'usage d'un appareil essence (tondeuse et débroussailleuse) s'avèrent être inférieurs à 10% de la VLE. Cependant, il n'est pas possible de généraliser cette conclusion car le nombre de données concernant les appareils est faible.

Les résultats des études portant sur des groupes de professionnels potentiellement exposés aux composants de gaz d'échappement de véhicules diesel (Lewné et al., 2007, et Blanchard, 2001) montrent des expositions supérieures aux VLE (>30% VLE).

Plusieurs des substances quantifiées dans ces études n'ont pas de VLE.

Cependant, quel que soit le niveau d'exposition, il s'agit ici de gaz d'échappement classés cancérigènes avérés (diesel) et cancérigènes possibles (essence) aussi, il est nécessaire de supprimer ou à défaut d'abaisser l'exposition au niveau le plus bas possible.

Pour un agent cancérigène, il n'existe pas systématiquement de seuil de concentration au-dessous duquel on peut garantir l'absence de risque d'atteinte à la santé. Les VLE doivent donc être considérées comme des objectifs minimaux de prévention.

En effet, les VLE sont déterminées pour une substance pure et, de ce fait, elles ne prennent pas en compte l'exposition à des mélanges complexes pouvant avoir des effets synergiques notamment avec les produits phytopharmaceutiques. De plus, les VLE sont fixées en prenant en compte essentiellement la voie respiratoire, cependant le passage de la substance par voie cutanée et orale est possible.

Il est donc très important de noter que le respect de ces valeurs limites ne protège pas nécessairement d'un risque cancérigène ou allergique les personnes exposées (INRS, ED984, 2012).

Ce risque sanitaire doit être impérativement pris en compte pour la population étudiée dans le cadre de Compamed Santé car l'étude Compamed ZNA a prouvé que ce sont des véhicules diesel qui sont majoritairement utilisés en collectivité ou en entreprise de gestion des espaces verts.

## 7.10. PRECONISATIONS POUR LES VEHICULES ET APPAREILS

La composition qualitative et quantitative des gaz d'échappement dépend de plusieurs paramètres à savoir :

le type de moteur, le système d'injection, sa température, son ancienneté, le type et la qualité du carburant utilisé, le réglage du moteur et son entretien, les systèmes de dépollution présents, le régime moteur utilisé (ralenti, accélération, pleine charge, etc.).

L'exposition du travailleur varie selon certains éléments dont : l'ouverture ou non des fenêtres, le système de ventilation de l'habitacle, le nombre de sources d'émissions de gaz d'échappement et la distance par rapport à ces sources.

### 7.10.1. Préconisations générales

#### 7.10.1.1. Préconisations Organisationnelles

Pour diminuer les niveaux d'exposition aux gaz d'échappement, il faut choisir une technique de désherbage ne nécessitant pas la mise en marche d'un véhicule ou d'un appareil à moteur thermique durant l'opération de désherbage.

Si un équipement à moteur thermique est utilisé, il faut réduire la durée d'exposition et le nombre de salariés exposés. Il est indispensable de couper le moteur dès que possible (ne pas le laisser tourner inutilement au ralenti) ; cela permet aussi de réduire le gaspillage de carburant et l'usure des moteurs. Il est nécessaire de limiter au minimum le nombre de véhicules ou d'appareil équipés de moteurs thermiques en fonctionnement dans une même zone pour limiter la co-pollution. En ce qui concerne les véhicules, il est à noter que les fenêtres ouvertes ou de fréquents arrêts accompagnés de l'ouverture des portes engendrent une contribution accrue des sources extérieures (c.-à-d. de la circulation environnante) à la pollution intérieure du véhicule. De plus, il faut éviter de diriger la sortie des gaz vers un opérateur travaillant à proximité.

Les différentes préconisations liées à l'utilisation, au contrôle, à l'entretien et à la maintenance des véhicules, des appareils et des dispositifs de dépollution devront être rigoureusement respectées. Par exemple, pour éviter une dégradation du filtre ou du moteur, il est nécessaire de contrôler la contre-pression<sup>12</sup> et de la maintenir à la valeur recommandée par le constructeur (CRAMIF, 2011).

Il est aussi nécessaire de contrôler l'exposition des travailleurs aux émissions de gaz d'échappement selon la réglementation en vigueur.

#### 7.10.1.2. Préconisations techniques

##### Carburant

Il est important d'utiliser un carburant de bonne qualité (INRS, ND 2239, 2005 et CRAMIF, 2011). Les carburants à basse teneur en soufre sont désormais obligatoires et ont pour objectif de réduire les émissions de dioxyde de soufre et les particules. Le gazole routier et le gazole non routier (GNR) contiennent au maximum 10 ppm de soufre. Le GNR remplace le fioul rouge anciennement utilisé sur les tracteurs. Le GNR a un indice de cétane plus élevé que le fioul ce qui favorise la combustion et entraîne une réduction des émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures. Il peut aussi être envisagé d'utiliser des biocarburants afin de réduire les émissions (Jen-Hsiung et al., 2013).

---

<sup>12</sup> La contre-pression est la pression induite par le FAP dans le conduit, elle augmente lorsque les gaz ne peuvent plus passer à travers le filtre car celui-ci est encrassé ou colmaté.

## Huile

Choisir une huile moteur de bonne qualité et surveiller sa consommation est important pour les véhicules équipés de filtre à particules afin d'éviter son colmatage prématuré et ainsi limiter les émissions. Il est possible de se renseigner auprès du constructeur du véhicule ou du distributeur de lubrifiants (CRAMIF, 2011).

## Système de dépollution

Il existe plusieurs systèmes de dépollution des gaz d'échappement pour les moteurs diesel ou essence des véhicules. Ils sont rappelés très brièvement dans le paragraphe ci-dessous.

Pour le traitement des particules, il y a le filtre à particules de série. Dans certain cas, il peut être installé sur un véhicule déjà en usage (CRAMIF, 2011). L'ajout d'un pot catalytique dans la ligne d'échappement permet aussi de limiter la quantité de monoxyde de carbone, d'hydrocarbure imbrûlé et d'oxyde d'azote. De plus, il existe différents systèmes de dépollution pour le traitement des oxydes d'azote tels que l'EGR (recirculation des gaz d'échappement), la SCR (réduction catalytique sélective) et le piège à NOx. Le système d'injection diesel à rampe commune (common-rail), en améliorant la pulvérisation du carburant, engendre la réduction des émissions de CO, NOx et particules à la source. Enfin, il existe des filtres d'habitacle montés en amont de la climatisation ou du système de ventilation qui permettent différents niveaux de filtration. Certains systèmes peuvent se rajouter sur un véhicule déjà en usage, il est nécessaire de se renseigner auprès de votre constructeur.

En dernier recours, pour abaisser le niveau d'exposition, le port d'un masque avec filtres anti-aérosols et antigaz peut être envisagé (Lagneau, 2010).

### 7.10.1.3. Préconisations concernant les individus

Il est important de former le personnel au risque lié à l'exposition aux gaz d'échappement et aux mesures de prévention qui permettront de réduire leur exposition.

Les utilisateurs doivent être sensibilisés au fait de couper le moteur dès que possible et d'éviter de se trouver à proximité d'autres moteurs thermiques en fonctionnement. Ils doivent aussi être aptes à contrôler et identifier les anomalies des dispositifs de dépollution (signal d'alarme) afin d'en avertir le service maintenance. Les techniciens de maintenance seront formés au contrôle et à la maintenance des dispositifs de dépollution (CRAMIF, 2011).

### 7.10.2. Préconisations spécifiques appareils à moteur thermique

Pour limiter les émissions des appareils à moteur thermique 2 temps, il est conseillé de respecter les proportions de mélange indiquées.

Un catalyseur peut être installé sur certains appareils, il est nécessaire de se renseigner auprès du fabricant.

## Achat

Lorsque l'achat d'un véhicule (ou d'un appareil) est envisagé, le choix doit se porter en priorité vers des moteurs électriques, GPL ou gaz naturel. Si toutefois, la structure s'orientait vers le choix de carburant plus classique, il est préférable de s'orienter vers les moteurs essence plutôt que les moteurs diesel. Pour les équipements tels que : groupe moto pompe de pulvérisateur, groupe électrogène pour désherbeur vapeur/eau chaude, appareil autotracté ou à pousser et machines portatives, il est impératif de privilégier les moteurs électriques et, en dernier recours, les moteurs essence 4 temps puis les 2 temps.

Lors de l'achat d'un nouveau véhicule ou appareil, il est utile de s'informer auprès du constructeur sur les systèmes de dépollution existants selon le type de moteur, l'activité et l'environnement d'utilisation afin d'acquérir l'équipement avec la meilleure technique disponible relative aux émissions (CRAMIF, 2011). Il est aussi important de choisir un véhicule équipé de la climatisation pour éviter l'augmentation de la pollution à l'intérieur du véhicule liée aux fenêtres ouvertes.

L'acquisition d'un véhicule ou d'un appareil récent aura l'avantage d'être conforme aux dernières normes Euro ou directive EMNR.

## 8. ANNEXE - LE GLYPHOSATE

### 8.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Une étude a été réalisée par l'IHIE Ouest de 2007 à 2011 afin d'estimer les expositions aux produits phytopharmaceutiques dans une population de professionnels non agricoles à savoir : les personnels territoriaux de la ville d'Angers chargés de l'entretien de différents espaces (parcs, jardins, voiries, cimetières, etc.)(Teigné, 2011). L'étude avait pour objectif de caractériser les niveaux d'exposition respiratoire, cutanée et d'imprégnation urinaire des travailleurs et d'identifier les déterminants des expositions.

Dans ce rapport, il sera présenté uniquement

- i) les résultats pour le glyphosate, cette substance étant l'herbicide majoritairement utilisé<sup>13</sup> et
- ii) les déterminants des expositions qui ont été mis en exergue dans l'étude.

Des mesurages ont été réalisés sur les applicateurs et aide applicateurs lors de l'utilisation de pulvérisateurs motorisés et de pulvérisateurs à dos.

L'applicateur est la personne qui dépose le produit phytopharmaceutique sur la zone à traiter, elle effectue en général aussi la préparation et le nettoyage. L'aide-applicateur participe aux traitements sans être lui-même applicateur, il peut intervenir lors de la préparation, du nettoyage, de la conduite d'engin, etc. (figure 33).

Figure 33 : Photo d'un applicateur et d'un aide applicateur



### 8.2. DEFINITION DU GLYPHOSATE

Le glyphosate est un herbicide systémique à large spectre, non sélectif, qui agit en inhibant la biosynthèse des acides aminés aromatiques (tryptophane, phénylalanine, tyrosine) au niveau du chloroplaste, provoquant la désorganisation de la plante et sa mort. Il s'agit de l'herbicide le plus utilisé à l'échelle mondiale.

En milieu professionnel agricole, différentes études ont montré que l'exposition par contact cutané était la voie prépondérante de pénétration dans l'organisme des applicateurs, même si l'absorption cutanée du glyphosate est faible et lente selon les résultats d'études menées avec du Roundup MD chez des singes ou sur des échantillons de peau humaine (2,2 % de pénétration cutanée chez l'homme) (Wester et al., 1991).

Par voie orale, l'absorption du glyphosate est rapide, avec un pic plasmatique chez l'homme compris entre une et deux heures. Testud (2007) précise qu'en milieu professionnel, une contamination digestive par déglutition des microparticules inhalées est possible.

---

<sup>13</sup> D'autres substances que le glyphosate sont utilisées et peuvent potentiellement engendrer des effets sur la santé. Sont aussi à prendre en compte les effets de la préparation et les synergies possibles dus à l'usage d'autres substances.

Le glyphosate est principalement excrété dans les fèces (68 à 80 %) et à un niveau moindre dans l'urine (7 à 31%). Les études de métabolisme indiquent que le glyphosate est faiblement métabolisé par les mammifères et qu'il est excrété dans les urines presque exclusivement sous forme inchangée. Environ 0,5% sont métabolisés en acide aminométhyl phosphonique (AMPA). La demi-vie d'excrétion du glyphosate est courte, mais il n'existe pas de données de toxicocinétique chez l'homme. Lors d'une étude chez des rats, 95 % de la dose radioactive fut excrétée dans les 48 heures suivant l'administration et l'on considère que, chez l'homme, plus de 90 % d'une dose orale sont rapidement éliminés en 72 heures (Farmer, 2010).

Le glyphosate ne s'accumule pas dans l'organisme. Seule une très faible proportion fait l'objet d'une distribution et d'un stockage tissulaire, essentiellement au niveau des os (INRS, fiche biotox du glyphosate, 2014).

### 8.3. EFFETS SANITAIRES DE L'EXPOSITION AU GLYPHOSATE

Le glyphosate est considéré comme peu toxique ( $DL50^{14} > 5000$  mg/kg chez le rat) en dehors de cas d'ingestions accidentelles ou suicidaires pouvant conduire au décès par détresse respiratoire, acidose métabolique et troubles du rythme cardiaque. Mais administrées à des doses équivalentes, les préparations sont plus toxiques que le glyphosate et cette augmentation de toxicité peut s'expliquer par l'effet du tensioactif POAE (Polyoxyéthylène amine). En milieu professionnel sont essentiellement décrites des dermatites de contact après contact répété. Le glyphosate est classé par l'OMS en catégorie III (Slightly hazardous) (IPCS, 2010).

Pour ce qui est de la toxicité chronique et notamment des effets cancérogènes, des études cas-témoins en Suède et au Canada ont suggéré une association entre l'utilisation du glyphosate et le risque de lymphome non-Hodgkinien (Testud, 2007).

Le glyphosate est depuis le 20 mars 2015 classé par le CIRC cancérogène probable pour l'Homme, groupe 2 A.

De la même manière, des études ont été publiées récemment sur la toxicité du glyphosate pour la reproduction et le développement du fœtus. L'équipe du Professeur Séralini a présenté des résultats préoccupants sur 3 modèles cellulaires humains - lignée de cellules tumorales placentaires JEG3, lignée de cellules rénales embryonnaires 293 et cultures primaires de cellules endothéliales de la veine ombilicale HUVEC (Benachour, 2009). Ces publications ont entraîné une réponse de l'AFSSA (saisine n°2008-SA- 0034 – Glyphosate) qui juge que « ces travaux ne mettent en lumière aucun nouveau mécanisme d'action du glyphosate et des préparations contenant du glyphosate .... Au regard de ces éléments, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments estime que les effets cytotoxiques du glyphosate, de son métabolite AMPA, du tensioactif POAE et des préparations à base de glyphosate avancés dans cette publication n'apportent pas de nouveaux éléments pertinents qui soient de nature à remettre en cause les conclusions de l'évaluation européenne du glyphosate ni celles de l'évaluation nationale des préparations ». Il n'en demeure pas moins que d'autres équipes prenant en compte l'inhibition de l'aromatase présente dans les cellules placentaires,...suspectent le glyphosate de dérégulation hormonale et de perturbation de la reproduction et du développement fœtal (Romano et al., 2010 ; Paganelli et al., 2010).

La toxicité chronique de la préparation commerciale à l'égard du système nerveux central est à prendre en compte (Malhotra et al., 2010) et, se pose la question, comme pour d'autres produits phytopharmaceutiques, d'une relation entre exposition au glyphosate et maladie de Parkinson (Wang et al., 2011). Depuis 2012 la maladie de Parkinson a été reconnue comme maladie professionnelle en lien possible avec les produits phytopharmaceutiques.

---

<sup>14</sup> DL50 : Les lettres DL désignent la « dose létale ». La  $DL_{50}$  est la quantité d'une matière, administrée en une seule fois, qui cause la mort de 50 % (la moitié) d'un groupe d'animaux d'essai. La  $DL_{50}$  est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière.

## 8.4. MATERIELS ET METHODES DE MESURAGE DE L'EXPOSITION INDIVIDUELLE

### 8.4.1. Mesurage de l'exposition individuelle respiratoire en champ libre

Les prélèvements d'air individuels actifs ont été réalisés au moyen de tubes XAD-2 (Supelco orbo 609), maintenus au niveau des voies respiratoires des agents et reliés à une pompe portable (Gilian3500, Sensidyne®) calibrée à un débit de 1 l.min<sup>-1</sup>. Le débit de la pompe a été contrôlé avant et après mesurages et ajusté au besoin en utilisant le système de calibration de débit d'air Gilibrator®. Les tubes de résine ont été installés avant le début du traitement et retirés à la fin du traitement. Immédiatement après les essais, les tubes de résine ont été bouchés, protégés de la lumière par du papier aluminium puis congelés dans un délai inférieur à deux heures. Lorsque le traitement avait une durée supérieure à 4 heures, deux tubes de résine ont été successivement installés (tube de sorbant ôté et remplacé lors d'une pause).

### 8.4.2. Mesurage de l'exposition individuelle cutanée

Les prélèvements ont été réalisés au moyen de patches. Des gazes chirurgicales (Mesoft, Mölnlycke Healthcare, France) en coton de 100 cm<sup>2</sup> (10 x 10 cm) ont été placées sur la peau des agents avant la prise de poste selon les recommandations de l'OCDE.

Douze parties du corps ont été échantillonnées : tête, nuque, dos, thorax, avant-bras (droit et gauche), partie supérieure des bras (droite et gauche), tibias (droit et gauche), cuisses (droite et gauche).

Les compresses ont été retirées à la fin du traitement indépendamment de sa durée. Pour l'ensemble des traitements suivis, les expositions des mains ont été mesurées par essuyage : deux gazes humidifiées de propan-2-ol (GLC-Produit phytopharmaceutique residue grade, Fisher Scientific, France) par main. Cet essuyage a été réalisé à la fin de la période de travail et avant chaque pause.

Les patches (corps ou mains) ont été, à la fin de la réalisation du traitement, conditionnés dans des flacons de verre (Fisher Scientific, France), puis protégés de la lumière par du papier aluminium et congelés dans un délai inférieur à deux heures.

### 8.4.3. Suivi biométriologique urinaire

Deux xénobiotiques ont été recherchés : le glyphosate et AMPA. La durée de la phase de recueil urinaire était de 24h.

Un recueil urinaire à la prise de poste (avant le début du traitement phytopharmaceutique) a également été réalisé.

Les urines ont été collectées dans des flacons de 60 mL à usage unique en polyéthylène (laboratoires Humeau, France). Pendant la durée du traitement, les échantillons d'urine ont été conservés à 4°C, puis protégés de la lumière et congelés dans un délai inférieur à deux heures après la fin du traitement. Les urines du soir et du lendemain matin ont été immédiatement congelées à domicile par les agents.

## 8.5. MESURAGES REALISES

Figure 34 : Exemple de lecture des tableaux

ER : Exposition respiratoire    EC : Exposition cutanée    BM : Biométrie

ER (1 x 1 capteur) + EC (1 x 12 patches) + BM (3 ; 5 recueils ; 24h)

L'exposition par voie respiratoire a été évaluée pour 1 Homme-Traitement via 1 capteur de type Sorbant XAD-2.

L'exposition par voie cutanée a été évaluée pour 1 Homme-Traitement via 12 patches.

La biométrie a été évaluée pour 3 Homme-Traitement en moyenne 5 recueils ont été récoltés sur une plage de 24 heures.

Tableau 36 : Présentation des traitements ayant fait l'objet de mesurages selon les modalités pulvérisateur à dos; applicateur et aide-applicateur

Matériel	Activité	
	applicateur	aide applicateur
	<b>Citepro® (glyphosate) :</b> <b>2 Hommes-Traitements</b> Durée d'exposition : 5h00 Mesurages réalisés : ER (0) + EC (1 x 12 patches) + BM (2 ; 7 recueils ; 24h)	<b>Citepro® (glyphosate) :</b> <b>1 Homme-Traitement</b> Durée d'exposition : 00h10 Mesurages réalisés : ER (n) + EC (1 x 12 patches) + BM (1 ; 3 recueils ; 24h)
pulvérisateur à dos	<b>Oxalis® (glyphosate) :</b> <b>3 Hommes-Traitements</b> Durée d'exposition : min 3h10 ; max 6h00 Mesurages réalisés : ER (1 x 2 capteurs) + EC (1 x 12 patches) + BM (3 ; 6 recueils ; 24h)	non concerné
	<b>Round'up® (glyphosate) :</b> <b>1 Homme-Traitement</b> Durée d'exposition : 3h00 Mesurages réalisés : ER (0) + EC (1 x 12 patches) + BM (1 ; 8 recueils ; 24h)	non concerné

Tableau 37 : Présentation des traitements ayant fait l'objet de mesurages selon les modalités pulvérisateur motorisé; applicateur et aide-applicateur

Matériel	Activité	
	applicateur	aide applicateur
	<b>Canyon® + PistolEV® (diuron, glyphosate, diflufenicanil, glufosinate ammonium) :</b> <b>1 Homme-Traitement</b> Durée d'exposition : 5h30 Mesurages réalisés : ER (1 x 1 capteur) + EC (1 x 12 patches) + BM (1 ; 6 recueils ; 24h)	<b>Canyon® + PistolEV® (diuron, glyphosate, diflufenicanil, glufosinate ammonium) :</b> <b>1 Homme-Traitement</b> Durée d'exposition : 5h30 Mesurages réalisés : ER (1 x 1 capteur) + EC (1 x 12 patches) + BM (1 ; 7 recueils ; 24h)
pulvérisateur motorisé	<b>Oxalis® (glyphosate) :</b> <b>1 Homme-Traitement</b> Durée d'exposition : 6h00 Mesurages réalisés : ER (0) + EC (1 x 6 patches) + BM (1 ; 5 recueils ; 24h)	<b>Oxalis® (glyphosate) :</b> <b>1 Homme-Traitement</b> Durée d'exposition : 6h00 Mesurages réalisés : ER (0) + EC (1 x 6 patches) + BM 1 ; 3 recueils ; 24h)
	<b>PistolEV® (glyphosate, diflufenicanil) :</b> <b>4 Hommes-Traitements</b> Durée d'exposition : min 3h45 ; max 6h00 Mesurages réalisés : ER (1 x 1 capteur) + EC (1 x 6 patches ; 3 x 12 patches) + BM (4 ; 6 recueils ; 24h à 48h)	<b>PistolEV® (glyphosate, diflufenicanil) :</b> <b>4 Hommes-Traitements</b> Durée d'exposition : min 3h45 ; max 6h00 Mesurages réalisés : ER (1 x 1 capteur) + EC (1 x 6 patches ; 2 x 12 patches) + BM (4 ; 8 recueils ; 24h à 72h)

## 8.6. PERFORMANCES ANALYTIQUES DES METHODES

Le tableau 38 présente les méthodes d'extraction et d'analyse mises en œuvre dans le projet. Les techniques analytiques utilisées ont été la chromatographie liquide haute performance couplée à une détection fluorimétrique ainsi que la chromatographie liquide couplée à une détection par spectrométrie de masse en tandem.

Tableau 38 : Méthodes d'extraction et d'analyses développées pour l'ensemble des compartiments étudiés

Substance	Exposition cutanée		Exposition respiratoire		Biomonitoring urinaire	
	Méthode d'extraction	Méthode d'analyse	Méthode d'extraction	Méthode d'analyse	Méthode d'extraction	Méthode d'analyse
AMPA	Ultra-sons	LC/Fluo	Ultra-sons	LC/Fluo	Non dosé	/
glyphosate	Ultra-sons	LC/Fluo	Ultra-sons	LC/Fluo	LLE	LC/MS-MS

Légende :

LLE : extraction liquide-liquide

LC/Fluo : chromatographie en phase liquide couplée à une détection fluorométrique

LC/MS-MS : chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem

Les performances analytiques des méthodes sont résumées dans le tableau 39.

Tableau 39 : Performances analytiques des méthodes d'analyse

Substance	Exposition cutanée		Exposition respiratoire		Biomonitoring urinaire	
	LD ; LQ (pg/cm <sup>2</sup> )	Taux de recouvrement Domaine de linéarité	LD ; LQ (ng/m <sup>3</sup> )	Taux de recouvrement Domaine de linéarité	LD ; LQ (µg/L)	Domaine de linéarité (µg/L) (+++)
AMPA	7,5 ; 25	97,7±6	12 ; 40	97,7±6	non dosé	non dosé
glyphosate	10 ; 32,5	95,3±10	16 ; 52	95,3±10	3 ; 5	LQ à 500

Légende :

LD : limite de détection

LQ : limite de quantification

Taux de recouvrement : Le taux de recouvrement est aussi appelé rendement d'extraction. Il s'agit d'un paramètre indicatif qui n'intervient pas dans la quantification ; l'étalonnage ayant été systématiquement réalisé dans la matrice à analyser.

## 8.7. TRAITEMENT DES DONNEES DE MESURAGE RELATIVES A L'EXPOSITION INDIVIDUELLE

### 8.7.1. Traitement des mesures relatives à l'exposition par voie respiratoire

L'exposition respiratoire potentielle (PRE) est exprimée en ng/m<sup>3</sup> d'air. Elle est calculée selon la formule ci-après :

$$PRE = \left( \frac{\text{massedeSA}}{\text{Débit} \times \text{Temps}} \right) \times 1000$$

avec : la masse de substances actives exprimée en ng (SA)

le débit d'échantillonnage en l.min<sup>-1</sup> (Débit)

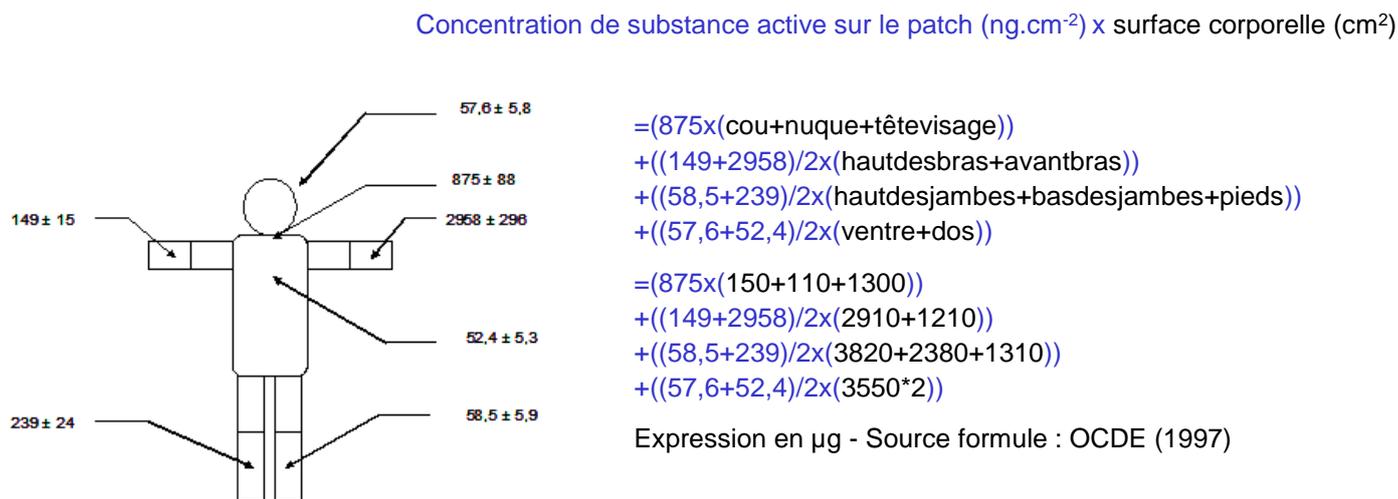
le temps d'échantillonnage en min (Temps)

## 8.7.2. Traitement des mesures relatives à l'exposition cutanée

### 8.7.2.1. Calcul de l'exposition totale cutanée

Les contaminations de chaque partie (= zone) du corps sont obtenues en multipliant la concentration en substances actives déterminées pour chaque patch ( $\text{ng.cm}^{-2}$ ) par la surface corporelle correspondante (exprimée en  $\text{cm}^2$ ) relatée dans la table de Lund et Browder (OCDE, 1997). L'exposition cutanée du corps est obtenue en additionnant les expositions de l'ensemble des zones du corps. Elle est exprimée en  $\mu\text{g}$ . Un exemple de calcul est présenté en figure 35.

Figure 35 : Exemple de calcul utilisé pour exprimer l'exposition cutanée du corps.



Les données de mesurage de l'exposition des mains sont directement exprimées en masse. L'exposition totale des mains est obtenue en additionnant l'exposition des deux mains. Elle est exprimée en  $\mu\text{g}$ .

L'exposition totale du corps est obtenue en additionnant l'exposition cutanée corporelle et l'exposition cutanée des mains. Elle est exprimée en  $\mu\text{g}$ .

Les expositions cutanées (corps, mains et corps+mains) pour le glyphosate ont été obtenues en prenant en compte les mesures de glyphosate ainsi que les mesures d'AMPA<sup>15</sup>. La formule ci-dessous a été utilisée :

$$\text{Exposition cutanée glyphosate} = \text{masse glyphosate} + \text{masse AMPA} \times \left( \frac{\text{PM}_{\text{glyphosate}}}{\text{PM}_{\text{AMPA}}} \right)$$

avec : la masse de glyphosate et d'AMPA en  $\mu\text{g}$

Poids moléculaire (PM) du glyphosate =  $169 \text{ g.mol}^{-1}$

Poids moléculaire (PM) de l'AMPA =  $111 \text{ g.mol}^{-1}$

### 8.7.3. Calcul de l'intensité de l'imprégnation (AMPL)

L'intensité de l'imprégnation aux xénobiotiques des agents a été déterminée par le calcul de la différence (appelée également AMPLitude) entre la concentration maximale ( $C_{\text{max}}$ ) et la concentration minimale ( $C_{\text{min}}$ ) en xénobiotique excrétée sur la durée de recueil déterminée. Cette différence est notée AMPL.

<sup>15</sup> L'AMPA est un produit de dégradation du glyphosate. Cette dégradation peut intervenir lors de la réalisation du traitement phytopharmaceutique et/ou au laboratoire lors de l'analyse des compresses.

## 8.8. RESULTATS

### 8.8.1. Description des données d'exposition respiratoire

La méthode consistant à prélever uniquement la phase gazeuse (tubes de sorbant XAD-2) a abouti à des résultats inférieurs aux limites de détection des méthodes pour la totalité des échantillonneurs analysés. Il n'est pas possible de considérer, à ce stade des connaissances, que les expositions respiratoires lors de l'application sont négligeables.

Les outils de mesurage de l'exposition respiratoire (méthodes de prélèvement et d'analyse) aux produits phytopharmaceutiques ne sont pas totalement adaptés à la problématique. Pour autant, il n'est pas possible d'affirmer que l'exposition respiratoire soit négligeable.

### 8.8.2. Résultats des données d'exposition cutanée et d'imprégnation

Tableau 40 : Résultats des données d'expositions individuelles selon les modalités matériel d'application et activité de l'agent

Substance / Matériel d'application	Activité			
	applicateur		aide-applicateur	
	Exposition cutanée totale (*) (µg)	Biomonitoring urinaire (**) AMPL (µg/L)	Exposition cutanée totale (*) (µg)	Biomonitoring urinaire (**) AMPL (µg/L)
	MG (***) (min – max)	MG (min – max)	MG (min – max)	MG (min – max)
Pulvérisateur motorisé glyphosate+AMPA	n=5 3630,1 (291 ; 32148)	n=6 4,3 (2,1 ; 11,5)	n=4 329,4 (62 ; 1117)	n=6 5,0 (2,1 ; 71,3)
Pulvérisateur à dos glyphosate+AMPA	n=4 2981,8 (1205 ; 10580)	n=6 35,5 (7,1 ; 168,0)	non analysé	non analysé

(\*) l'exposition cutanée totale est calculée par rapport à la surface totale des parties du corps mesurées

(\*\*) l'AMPL (ou amplitude d'excrétion urinaire) est utilisée pour caractériser l'imprégnation totale

(\*\*\*) MG Moyenne géométrique

Tableau 41 : Résultats des données d'expositions individuelles quels que soient l'activité ou le matériel utilisé

substance phytopharmaceutique	données à l'échelle de l'individu		
	nombre de journées consacrées à l'activité 'traitement'	Exposition cutanée totale (µg)	Imprégnation (µg/L)
		MG (min – max)	MG (min – max)
glyphosate+AMPA	65,5	1633 (61,9 – 32148)	9,1 (2,1 – 168)

## 8.9. ANALYSE DES RESULTATS

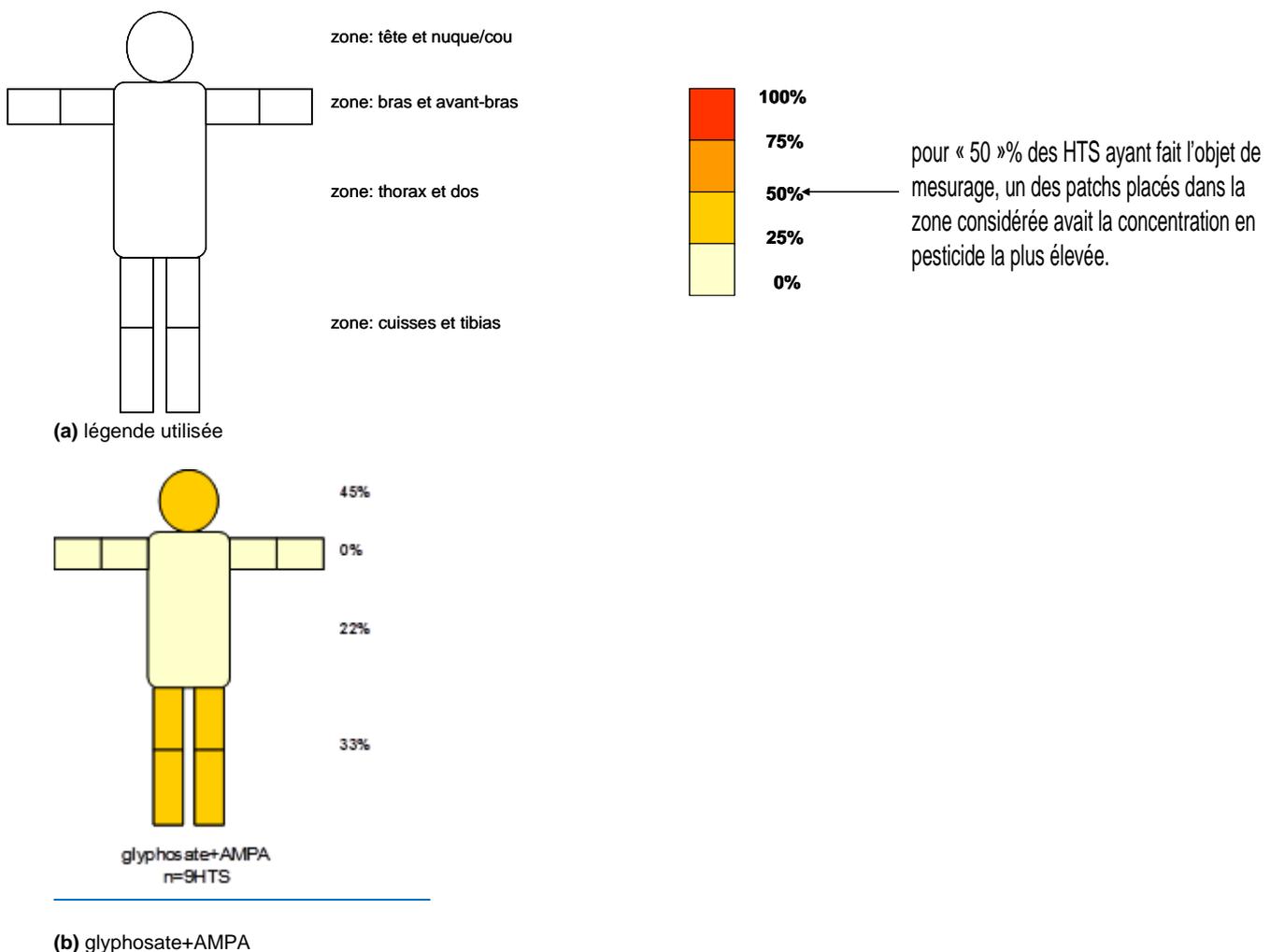
### 8.9.1. Analyse des données d'exposition cutanée individuelle

Pour le cas du glyphosate +AMPA, l'étendue des valeurs est de : 62 µg à 32 mg. La moyenne géométrique est de 1,6 mg (tableau 41).

Pour cette étude, l'ensemble des parties du corps échantillonnées a été classé par ordre d'exposition croissante pour chaque Homme-Traitement-Substance suivi. Plusieurs zones échantillonnées ont été regroupées en fonction de leur proximité (tête et nuque ; AVB<sup>16</sup>s et bras ; thorax et dos ; cuisses et tibias). A été comptabilisé pour chacune de ces zones, le nombre de fois qu'une des parties du corps était la plus exposée. Cette étude a été réalisée quel que soit le matériel mis en œuvre. En effet, le fait d'utiliser un pulvérisateur à dos n'est pas apparu représenter un biais ; le dos n'ayant jamais été observé comme étant la zone la plus exposée.

La figure 36 présente le pourcentage du nombre de fois que chacune des 4 zones étudiées ressort comme étant la zone la plus exposée pour le glyphosate + AMPA.

Figure 36 : Pourcentage du nombre de fois que chacune des 4 zones étudiées ressort comme étant la zone la plus exposée glyphosate+AMPA (b), légende utilisée (a).



<sup>16</sup> AVant-Bras

Dans le cas du glyphosate (+AMPA) ce sont les zones « tête et nuque/cou » et « cuisses et tibias » qui ont été classées comme étant les zones les plus exposées (pour respectivement 45% et 33% des HTS).

Des explications plausibles seraient (i) la capuche de la combinaison non portée, (ii) des contaminations de cette zone *via* des gestes mains-tête ou mains-nuque/cou, (iii) le type de matériel utilisé ou (iv) la méthode de traitement employée par l'agent (tuyau posé sur l'épaule).

### 8.9.2. Comparaison à la valeur toxicologique de référence

L'évaluation du risque repose sur la comparaison entre les quantités de matières actives susceptibles d'être absorbées par l'utilisateur et la valeur toxicologique de référence : l'AOEL (Acceptable Operator Exposure Level). L'AOEL désigne la quantité maximum de substance active à laquelle l'utilisateur peut être exposé quotidiennement, sans effet dangereux pour sa santé. Elle est exprimée en mg de substance active/kg de poids corporel/jour (ANSES, guide agritox, 2012). L'AOEL est établie, en prenant en compte des facteurs de correction, à partir d'un NOAEL animal (No Observed Adverse Effect Level) (mg de s.a./kg/jour) qui est la quantité maximale de substance active à laquelle l'animal peut être exposé sans effet néfaste observé (Ndao, 2008).

L'AOEL pour le glyphosate est de 0,2 mg/kg p.c./jour (Annexe 1 de la directive 91/414/CEE).

A partir de la dose externe reçue par voie respiratoire et cutanée, on calcule la dose interne potentielle reçue que l'on compare à l'AOEL. Durant l'étude, les mesurages par voie respiratoire ont abouti à des résultats inférieurs aux limites de détection. Le calcul de pourcentage de l'AOEL a donc été effectué exclusivement en prenant en compte l'exposition par voie cutanée. Pour autant, il n'est pas possible d'affirmer que l'exposition par voie respiratoire soit négligeable. Le calcul a été réalisé à partir de la concentration maximale mesurée pour un adulte de 70 kg. Le coefficient de pénétration cutané pour le glyphosate est de 3% (ANSES, base agritox, 2001).

Le tableau 42 présente les résultats des données d'exposition cutanée individuelle et la comparaison à l'AOEL.

Tableau 42 : Résultats des données d'exposition cutanée individuelle au glyphosate et AMPA<sup>1</sup> en fonction du matériel et de l'activité de l'agent - comparaison à l'AOEL<sup>2</sup>

Type de matériel	Activité	Nombre de mesures	Exposition cutanée totale (mg) Moyenne géométrique (min - max)	Valeur maximale (mg)	Dose interne calculée <sup>3</sup> (mg)	Dose interne par kilo de poids corporel <sup>4</sup> (mg/kg)	AOEL <sup>2</sup> (mg/kg p.c./jour)	% AOEL
Pulvérisateur motorisé	Applicateur	5	3,630 (0,291 ; 32,148)	32,148	0,964	0,0138	0,2	6,89
	Aide-applicateur	4	0,329 (0,062 ; 1,117)	1,117	0,034	0,0005	0,2	0,24
Pulvérisateur à dos	Applicateur	4	2,982 (1,205 ; 10,580)	10,580	0,317	0,0045	0,2	2,27
	Aide-applicateur	Non analysé						

<sup>1</sup> AMPA : L'acide aminométhyl phosphonique est un produit de dégradation du glyphosate. Cette dégradation peut intervenir lors de la réalisation du traitement phytopharmaceutique et/ou au laboratoire lors de l'analyse des compresses.

<sup>2</sup> AOEL : Acceptable Operator Exposure Level : quantité maximale de substance active à laquelle l'opérateur peut être exposé quotidiennement, sans effet néfaste pour sa santé (en mg de substance active par kg de poids corporel et par jour) - (ANSES, guide agritox, 2012)

<sup>3</sup> Dose interne calculée en prenant en compte le coefficient de pénétration cutanée du glyphosate à savoir : 3% - (ANSES, base agritox, 2001)

<sup>4</sup> Dose interne par kilo calculée pour un adulte de 70 kg.

L'individu le plus exposé par voie cutanée est l'applicateur avec pulvérisateur motorisé. Celui-ci présente une concentration cutanée totale maximale de 32,15 mg/m<sup>3</sup> soit 6.9% de l'AOEL. L'applicateur avec pulvérisateur à dos présente une concentration cutanée totale maximale de 10,58 mg/m<sup>3</sup> soit 2.3% de l'AOEL. Il faut rappeler que le pourcentage de l'AOEL a été calculé sans prendre en compte l'exposition par voie respiratoire.

Le faible nombre de mesurages n'est pas suffisant pour conclure.

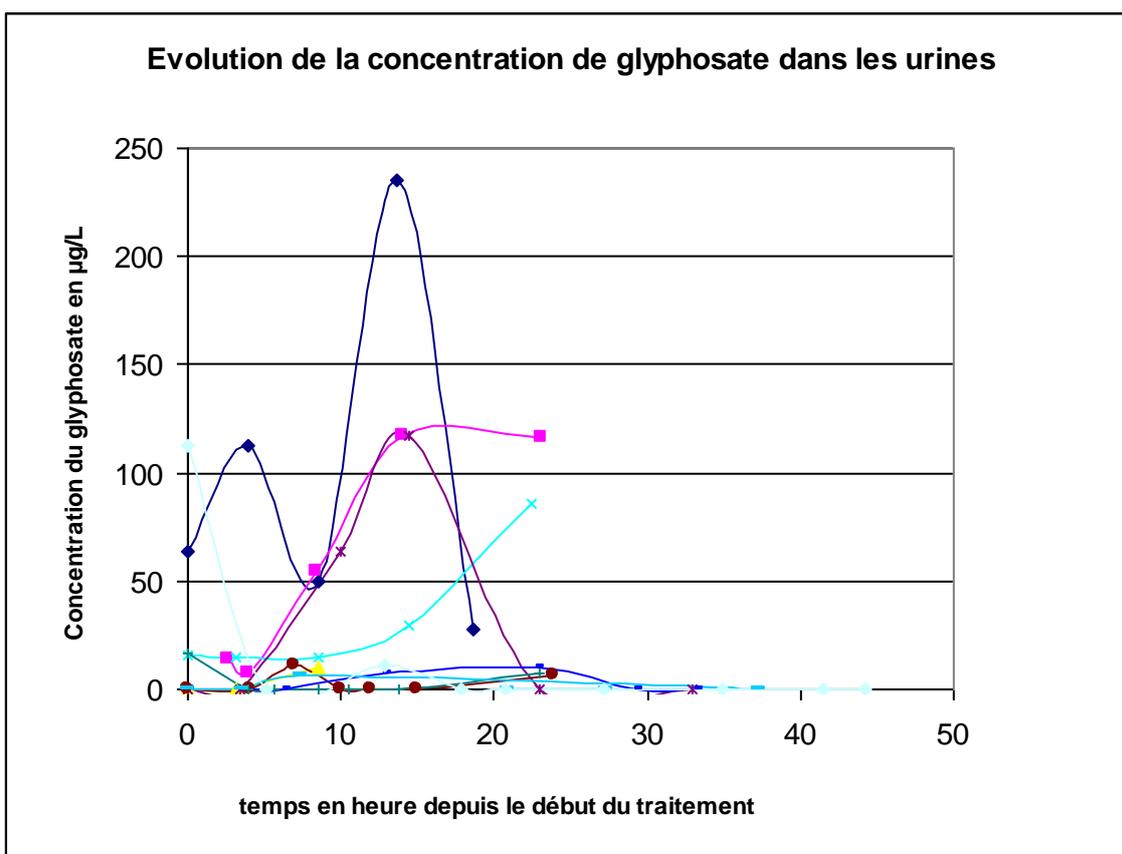
### 8.9.3. Description des données d'imprégnation

Pour le glyphosate, l'étendue des valeurs des AMPL est de 2,12 à 168 µg/L (n=18). La moyenne géométrique est de 9,15 µg/L. Concernant les valeurs exprimées en µg/g créatinine (n=11), les valeurs varient de 3,61 à 157 µg/g créatinine ; la moyenne géométrique est de 13,2 µg/g créatinine.

- une variabilité inter-individus des cinétiques d'excrétion des xénobiotiques est observée.

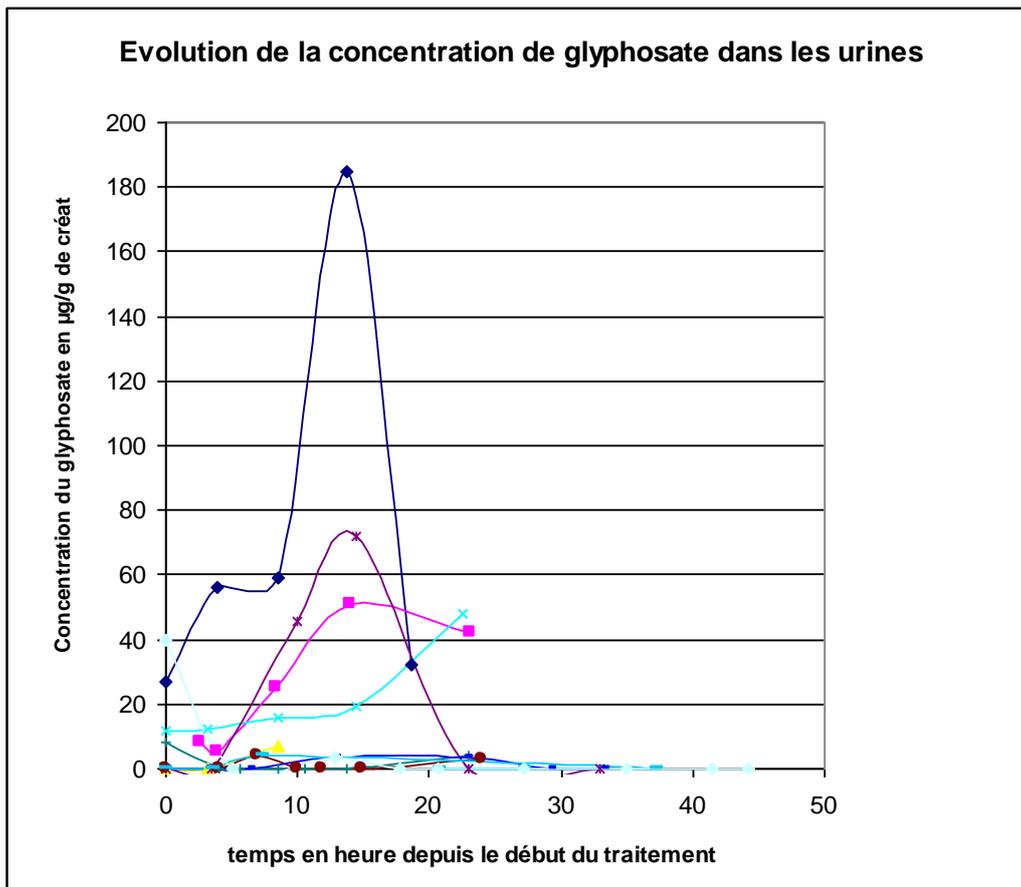
A titre d'exemple, la figure 37 présente les cinétiques d'élimination du glyphosate (+AMPA) pour 10 Hommes-Traitements suivis dans ce projet. Il semblerait qu'un maximum d'excrétion urinaire puisse se situer 14 heures après le début de l'exposition pour 5 Hommes-Traitements. Pour 3 Hommes-Traitements, ce maximum d'excrétion est situé aux environs de 7 heures après le début de la réalisation du traitement ; pour les 2 autres Hommes-Traitements il est situé à 23 heures (à noter que la figure 38 présente les variations d'excrétion urinaire du glyphosate pour les mêmes Hommes-Traitements avec les concentrations exprimées en fonction de la créatininurie).

Figure 37 : Cinétiques d'élimination du glyphosate pour 10 Hommes-Traitements en µg/L d'urine



Quant aux concentrations observées pour le glyphosate excrété (figure 37), leur variabilité et leur intensité sont comparables à celles mesurées dans le cadre de l'étude d'Acquavella et al. (2004) qui avait noté, le jour de l'application, des concentrations urinaires moyennes de glyphosate pour des agriculteurs de  $3,2 \pm 6,4$  µg/L (extrêmes 1 à 233 µg/L).

Figure 38 : Cinétiques d'élimination du glyphosate pour 10 Hommes-Traitements en µg/g de créatinine



Cependant, quel que soit le niveau d'exposition, il s'agit ici du mesurage de la substance seule. Hors administrées à des doses équivalentes, les préparations sont plus toxiques que le glyphosate. En effet, la toxicité chronique de la préparation commerciale à l'égard du système nerveux central est à prendre en compte (Malhotra et al., 2010) et, se pose la question, comme pour d'autres produits phytopharmaceutiques, d'une relation entre exposition aux glyphosate et maladie de Parkinson (Wang et al., 2011). Depuis 2012 la maladie de Parkinson a été reconnue comme maladie professionnelle en lien possible avec les produits phytopharmaceutiques.

De plus, des effets synergiques sont possibles dus à l'usage d'autres molécules.

Le glyphosate est depuis le 20 mars 2015 classé par le CIRC cancérogène probable pour l'Homme, groupe 2 A.

Ce risque sanitaire doit donc être impérativement pris en compte pour la population étudiée dans le cadre de Compamed Santé.

## 8.10. ANALYSE STATISTIQUE DES DETERMINANTS DES EXPOSITIONS

L'analyse statistique des déterminants des expositions a été réalisée au moyen de l'outil statistique Minitab (version PC 15.1). Elle a été menée 'toutes substances confondues'. L'approche 'substance par substance' n'a pas été envisageable du fait d'une matrice non équilibrée.

Les conclusions sont les suivantes :

- **quatre déterminants de l'exposition cutanée totale ont été mis en exergue :**
  - le matériel d'application,
  - le type de substances actives,
  - la concentration initiale de la substance active,
  - et la masse de substance active appliquée,
- **et deux déterminants des imprégnations**
  - le matériel d'application,
  - et la durée de traitement.

L'étude des déterminants a été effectuée à partir des résultats d'exposition totale cutanée et des résultats d'imprégnation (AMPL). Dix déterminants potentiels ont été retenus parmi l'ensemble des paramètres notés et mesurés au cours des observations des pratiques professionnelles. Les résultats sont présentés dans le tableau 43.

Tableau 43 : Résultats d'analyse statistique des déterminants de l'exposition cutanée totale et de l'imprégnation

Déterminants testés	Exposition cutanée totale		Imprégnation	
	Valeur de p	Valeur de R <sup>2</sup>	Valeur de p	Valeur de R <sup>2</sup>
Type de molécules	0,000	37,8%	0,9	1%
Concentration initiale de la substance active dans le produit commercial	0,000	15,8%	0,4	<1%
Masse de substance active appliquée	0,006	9,6%	0,5	0,6%
Masse préparée en substances actives	0,022	6,7%	0,8	0,0%
Matériel utilisé	0,010	8,3%	0,000	16,9%
Durée du traitement	0,5	<1%	0,000	16,5%
Activité de l'agent	0,023	4,6%	0,1	2,9%
Hygrométrie	0,5	<1%	0,9	0,0%
Vitesse du vent	0,3	1,3%	0,7	0,3%
Température	0,088	2,8%	0,9	0,0%

*En vert : les résultats dont les variables peuvent être considérées comme être des déterminants ;  
En rouge : les résultats dont les variables ne peuvent pas être considérées comme des déterminants.*

*la valeur de p (p value) ainsi que la valeur du R<sup>2</sup> (appelé aussi coefficient de détermination ou R-sq) permettent d'avoir une idée globale de l'ajustement du modèle. Un modèle est dit bien estimé lorsque la valeur de R<sup>2</sup> est élevée (proche de 100%) et que la valeur de la p value est faible et inférieure à 0,05 (seuil de risque 5%).*

Le type de molécules utilisées est le déterminant de l'exposition cutanée (corps, mains et exposition totale) qui apparaît prédominant. La concentration initiale de la substance utilisée apparaît, à l'issue de cette étude statistique, être un déterminant non négligeable de l'exposition cutanée.

Quelle que soit l'unité utilisée pour exprimer les valeurs d'imprégnation (µg/g creat ou µg/L) les conclusions sont similaires.

Les analyses des déterminants des expositions cutanées et des imprégnations se rejoignent quant à la variable « matériel ». L'utilisation d'un pulvérisateur à dos conduirait à des niveaux d'expositions et d'imprégnations statistiquement plus élevés que lors de l'utilisation d'un pulvérisateur motorisé.

Dans le cadre de cette étude, il n'a pas été mis en évidence de relation statistiquement significative entre les mesures d'imprégnations urinaires et les variables « molécules, concentrations initiales ou masse de substance appliquée ». Ces variables, à l'inverse, constituent des déterminants de l'exposition cutanée. L'existence de cofacteurs entre les variables et/ou le nombre restreint des biomarqueurs à partir desquels l'analyse statistique des données a été réalisée, peuvent également expliquer cette différence de résultats.

La durée de traitement, elle, serait un déterminant des niveaux d'imprégnation.

Ces résultats rejoignent ceux de travaux obtenus par d'autres équipes de recherche. Pour exemple, Lebailly et al. (2008), n'ont pas mis en évidence de corrélation significative entre l'exposition cutanée potentielle totale et la durée de pulvérisation, la surface traitée. Le matériel utilisé a lui été significativement corrélé au niveau d'exposition totale (matériels étudiés différents de ceux de ce projet car à usage viticole). A noter que dans ces travaux, la masse de principe actif (Isoproturon) appliqué n'avait pas été positivement corrélée avec l'exposition cutanée totale.

- **le port de combinaison (quel que soit le type) et le nombre de couches de vêtements portés n'influent pas sur le niveau d'exposition cutanée.**

Deux autres déterminants ont été étudiés sur les données « expositions du corps » (sans prise en compte des données de contamination des mains), à savoir l'influence du port de la combinaison et du nombre de couches supérieures (hors combinaison).

L'influence du port de la combinaison a été étudiée uniquement sur les résultats d'exposition cutanée du corps. Ont été mis en parallèle les niveaux d'exposition des agents ayant porté des combinaisons de type 3 et 4 (n = 49 pour 10 substances actives différentes), de type 5 et 6 (n = 18 pour 5 substances actives différentes) et n'ayant pas porté de combinaison (n = 23 pour 10 substances actives différentes). Quel que soit le moyen de protection cutanée utilisé, les moyennes d'exposition ne sont statistiquement pas différentes ( $p=0,5$  et  $R^2=1,7$ ).

L'influence du nombre de couches supérieures (hormis combinaison) portées par les agents a été étudiée pour les agents s'étant protégés au moyen d'une combinaison de type 3 et 4. A ainsi été comparée l'influence du port d'1 couche (n = 16), versus 2 couches (n = 23), versus plus de 2 couches (n = 11). Quel que soit le nombre de couches portées par les agents, les niveaux d'exposition de ces derniers ne sont statistiquement pas différents ( $p=0,6$  et  $R^2=1,9$ ).

#### 8.10.1. Analyse croisée Exposition cutanée totale et Imprégnation

L'étude des corrélations entre les données d'exposition cutanée totale (corps et mains) et urinaire a été menée. La conclusion suivante a été portée :

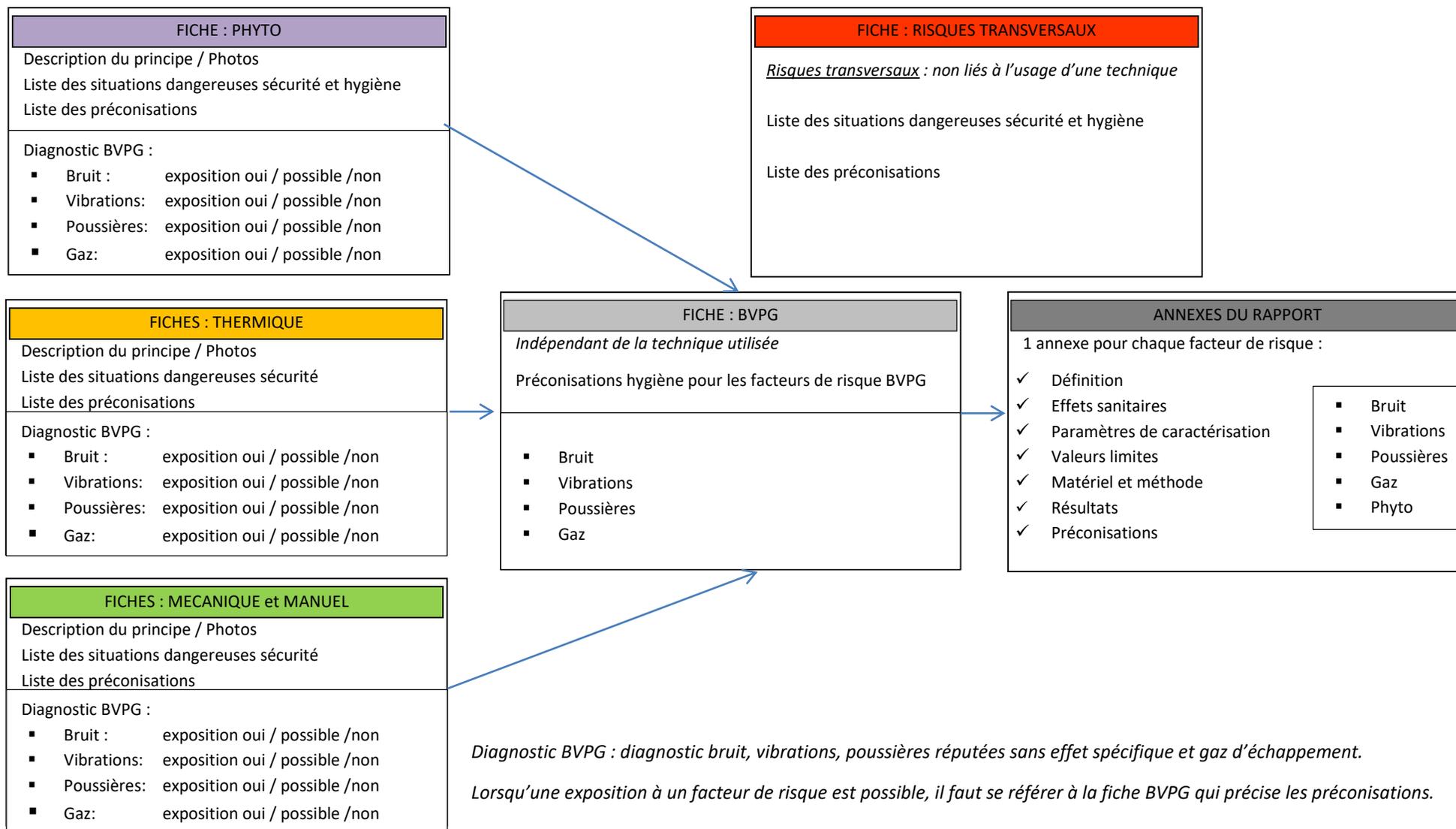
- **une relation statistiquement significative entre les niveaux d'expositions cutanées totaux (corps et mains) assujettis d'un coefficient de pénétration cutanée et les niveaux d'imprégnation urinaire a été définie.**

Pour les substances phytopharmaceutiques appliquées pour lesquelles un biomarqueur d'exposition a été défini, un coefficient d'absorption cutanée spécifique à chacune d'elles a été appliqué aux données d'exposition cutanée totale (corps et mains).

### 8.11. PRECONISATIONS

Les mesures de prévention majeures à mettre en œuvre lors de l'usage de produits phytopharmaceutiques sont indiquées dans la fiche « technique chimique » en annexe 14.

## 9. ANNEXE - LA FICHE - LIEN ENTRE LES FICHES





Fiche : Hygiène et sécurité

## DÉSHERBAGE THERMIQUE – FLAMME – AIR CHAUD

CompamedSanté

Principe

Application de chaleur sur la flore non désirée afin de provoquer un choc thermique. L'eau contenue dans les cellules entre alors en ébullition, dégradant les parois structurant la plante et éclatant les tissus touchés. Ce procédé cible les parties aériennes des végétaux. Les appareils à flamme n'ont pas pour objectif de brûler les végétaux mais uniquement de créer un choc thermique.

### EXEMPLES DE MATÉRIELS



Matériels rencontrés

### DIAGNOSTIC BVPG - BRUIT, VIBRATIONS, POUSSIÈRES RÉPUTÉES SANS EFFET SPÉCIFIQUE, GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Risque	Exposition	Source ou conditions
Bruit	oui	brûleurs / turbine de soufflage / si moteur (modèle autotracté)
Vibrations	oui	si moteur (modèle autotracté)
Poussières	possible	remise en suspension
Gaz	oui	si moteur (modèle autotracté)

✓ Consulter la fiche BVPG qui indiquera les préconisations relatives à l'exposition à ces facteurs de risque

### EPI



Pantalon ignifugé /  
Vêtement multirisques



### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

Vérifier l'état du matériel avant son stockage, son transport, son utilisation (état et date des flexibles, des branchements, des raccords, état des bouteilles, présence de la coiffe de sécurité, d'un extincteur, etc.)

### SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

#### Multiples phases

! Risque de brûlures par contact avec des surfaces chaudes (ou directement la flamme) ou par exposition aux rayonnements infrarouges

! Risque de brûlures par le froid par contact avec des surfaces givrées (bouteille de gaz, flexibles, raccords) suite à la détente du gaz

✓ Laisser l'appareil revenir à température ambiante avant de le manipuler

Réalisé par



Financé par



1

## → SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Préparation et (dé)chargement du matériel

! Risque lié à la manutention manuelle, au port de bouteilles de gaz lors de son remplacement sur l'appareil / (dé)chargement

! Risque de blessures / d'écrasement suite à la chute d'une bouteille de gaz lors de son remplacement sur l'appareil / (dé)chargement

- ✓ 2 types de bouteilles de gaz existent : 24kg (dont 13 kg de gaz) et 13,5 kg (dont 6 kg de gaz) quand les bouteilles sont pleines
- ✓ Privilégier des bouteilles de gaz plus légères et plus petites avec visibilité du niveau de gaz restant
- ✓ Utiliser un chariot de transport à roulettes pour éviter le port de la bouteille de gaz
- ✓ Etre à deux pour les opérations de (dé)chargement et de mise en place de la bouteille dans son emplacement sur l'appareil
- ✓ Bien sangler la bouteille de gaz sur le chariot de transport et l'appareil de désherbage pour éviter sa chute

### Exécution de la tâche de désherbage

! Risque de départ de feux lors de la combustion des végétaux et autres débris présents sur le sol. (Risque accru en présence de feuilles et d'herbes sèches, de copeaux de bois, proximité de haies, de flaque d'huile sur du bitume, etc.)

- ✓ Ne pas utiliser ce matériel par temps sec, retirer les matériaux inflammables tels que les feuilles mortes et débris présents sur le sol avant l'exécution de la tâche

! Risque d'inhalation de fumées de combustion des végétaux, de débris présents sur le sol, de bitume si position stationnaire

- ✓ Créer un choc thermique sur le végétal en circulant à vitesse constante, ne pas rester sur place
- ✓ Ne pas laisser l'appareil en fonctionnement ou juste après son arrêt près de matériaux inflammables (feuilles mortes, haies, herbes sèches, etc.)
- ✓ En cas d'incendie, si possible, éloigner l'appareil du feu et fermer la bouteille de gaz
- ✓ Disposer d'un extincteur à poudre type ABC sur l'appareil ou à proximité de la zone traitée

### Transport et stockage

! Risque d'asphyxie, d'intoxication suite à une fuite de gaz dans un véhicule / local clos

! Risque d'incendie voire d'explosion suite à une fuite de gaz combinée avec une énergie d'activation dans un véhicule / local clos

- ✓ Bien fermer les bouteilles de gaz après chaque usage
- ✓ Contrôler régulièrement l'étanchéité des flexibles et raccords
- ✓ S'assurer que les bouteilles ne peuvent pas tomber (heurts du détenteur, etc.)
- ✓ Stocker correctement les bouteilles de gaz [1]

## → ACHAT

Appareil équipé d'un système d'allumage intégré (étincelle provoquée par un bouton plutôt que d'allumer le brûleur avec un briquet)

## → RÉFÉRENCES

[1] Fiche stockage des bouteilles

<http://www.preventionbtp.fr/Documentation/Explorer-par-produit/Information/Fiches/Travaux-de-l-enveloppe-et-du-second-oeuvre/Serrurerie-Metallerie/Identification-manutention-et-stockage-des-bouteilles-de-gaz>

Pour des informations complémentaires sur les risques liés à vos pratiques de désherbage consultez le site :

<http://www.compamed.fr/>

2

Mai 2015

CompamedSanté



Fiche : Hygiène et sécurité

## DÉSHERBAGE THERMIQUE – EAU CHAUDE, VAPEUR

CompamedSanté

Principe

Application de chaleur sur la flore non désirée afin de provoquer un choc thermique. L'eau contenue dans les cellules entre alors en ébullition, dégradant les parois structurant la plante et éclatant les tissus touchés. Ce procédé cible les parties aériennes des végétaux.

### EXEMPLES DE MATÉRIELS



Matériels rencontrés

### DIAGNOSTIC BVPG - BRUIT, VIBRATIONS, POUSSIÈRES RÉPUTÉES SANS EFFET SPÉCIFIQUE, GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Risque	Exposition	Source ou conditions
Bruit	oui	si moteur en fonctionnement
Vibrations	possible	
Poussières	possible	remise en suspension
Gaz	oui	si moteur en fonctionnement

✓ Consulter la fiche BVPG qui indiquera les préconisations relatives à l'exposition à ces facteurs de risque

### EPI



### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

Vérifier l'état du matériel avant son stockage, son transport, son utilisation (état des flexibles, des branchements, des raccords, etc.)

### SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

#### Exécution de la tâche de désherbage

! Risque de brûlures par contact avec des surfaces chaudes (ou directement la vapeur, l'eau chaude)

! Risque de brûlures avec la vapeur, eau chaude si rupture de flexible ou raccord mal branché

! Risque de surchauffe de l'appareil si manque d'eau dans la cuve

✓ Vérifier avant l'utilisation l'état des flexibles et le branchement correct des raccords

✓ Surveiller le niveau d'eau restant dans le réservoir

Réalisé par



Financé par



1

## → ACHAT

Appareil équipé d'un manomètre, d'un thermomètre et d'un réservoir transparent avec une jauge.

Pour des informations complémentaires sur les risques liés à vos pratiques de désherbage  
consultez le site :

<http://www.compamed.fr/>

2

Mai 2015

CompamedSanté



Fiche : Hygiène et sécurité

# DÉSHERBAGE MÉCANIQUE

CompamedSanté

Principe

Action mécanique sur la partie superficielle du sol permettant d'éliminer les parties aériennes, voire racinaires, de la flore non désirée.

## EXEMPLES DE MATÉRIELS



Matériels rencontrés

## DIAGNOSTIC BVPG - BRUIT, VIBRATIONS, POUSSIÈRES RÉPUTÉES SANS EFFET SPÉCIFIQUE, GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Risque	Exposition	Source ou conditions
Bruit	oui	si moteur en fonctionnement
Vibrations	oui	si moteur en fonctionnement
Poussières	oui	remise en suspension
Gaz	oui	si moteur en fonctionnement

✓ Consulter la fiche BVPG qui indiquera les préconisations relatives à l'exposition à ces facteurs de risque

## EPI



## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Préparation et exécution de la tâche de désherbage

#### Désherbage avec un véhicule ou un appareil/outil à moteur

! Risque de projection de gravillons, cailloux, petites branches, etc.

- ✓ Choisir le véhicule et/ou un appareil adaptés au terrain (véhicule doté d'une cabine fermée avec fenêtres fermées)
- ✓ Si possible, dégager le terrain à traiter (exempt d'objets pouvant être projetés)
- ✓ Vérifier et régler les systèmes anti projection (bavettes de protection)
- ✓ Faire respecter une distance de sécurité suffisante autour de la zone de travail
- ✓ Maintenir une vitesse adaptée

Réalisé par



Financé par



1

## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Gestion des déchets végétaux

! Activité physique liée à l'étape de ramassage des végétaux dans la brouette, le camion ou la benne à déchets

- ✓ Solution adaptée à déterminer par la structure (ex : broyage sur place, etc.)

## ACHAT

### Véhicule ou appareil équipé :

- ✓ d'une cabine fermée
- ✓ d'un système anti-projection (bavettes, etc.)
- ✓ d'un système d'aspiration de l'herbe et d'un bac de ramassage équipé d'un système de bennage à hauteur

### Systèmes de bennage à hauteur :



## RÉFÉRENCES

MSA / DIRECTE Auvergne (2012) - Jardins-Espaces verts – Equipements de travail et conseils pour limiter l'apparition des troubles musculo-squelettiques

MSA (2010) – Guide d'aide à la manutention en entreprise du paysage – Dossier technique n°26 – Réf. 11238

Pour des informations complémentaires sur les risques liés à vos pratiques de désherbage consultez le site :

<http://www.compamed.fr/>

2

Mai 2014

CompamedSanté



Fiche : Hygiène et sécurité

# DÉSHERBAGE MANUEL, BINETTE

CompamedSanté

Principe

Action manuelle, à l'aide ou non d'un outil, permettant d'éliminer les parties aériennes voire les parties racinaires de la végétation non désirée.

## EXEMPLES DE MATÉRIELS



Matériels rencontrés

## DIAGNOSTIC BVPG - BRUIT, VIBRATIONS, POUSSIÈRES RÉPUTÉES SANS EFFET SPÉCIFIQUE, GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Risque	Exposition	Source ou conditions
Bruit	possible	
Vibrations	non	
Poussières	possible	remise en suspension
Gaz	non	

✓ Consulter la fiche BVPG qui indiquera les préconisations relatives à l'exposition à ces facteurs de risque

## EPI



→ Renforts coudes  
→ Protèges genoux



## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

Préparation et exécution de la tâche de désherbage

### Désherbage avec un outil manuel

! Risque de blessures lors de l'utilisation des outils

! Postures contraignantes (penchée, etc.)

! Sollicitations répétées de différentes articulations, muscles, etc.

- ✓ Choisir des outils adaptés (longueur de manche, etc.)
- ✓ Effectuer des exercices d'échauffement avant le début des opérations [1]
- ✓ Faire des pauses régulièrement

! Chocs répétés sur les articulations de l'opérateur dûs aux coups réguliers donnés sur le sol (ex : terrain pierreux)

- ✓ Choisir un terrain adapté
- ✓ Privilégier un terrain humide

Réalisé par



Financé par



1

## → SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Désherbage à la main

! Risque de blessures par contact avec les végétaux ou les débris présents sur le sol

✓ Enlever les débris présents sur le sol avant de commencer les opérations avec les gants adaptés

! Postures contraignantes (penchée, accroupie, à genoux, etc.)

! Effort de préhension pour arracher les végétaux non désirés

✓ Choisir d'intervenir sur des périodes où le sol est humide pour limiter les efforts liés à l'arrachage manuel

### Gestion des déchets végétaux

! Activité physique liée à l'étape de ramassage des végétaux dans la brouette, le camion ou la benne à déchets

✓ Solution adaptée à déterminer par la structure (ex : broyage sur place, etc.)

## → RÉFÉRENCES

[1] MSA / DIRECTE Auvergne (2012) - Jardins-Espaces verts – Equipements de travail et conseils pour limiter l'apparition des troubles musculo-squelettiques

[2] MSA (2010) – Guide d'aide à la manutention en entreprise du paysage – Dossier technique n°26 – Réf. 11238

Pour des informations complémentaires sur les risques liés à vos pratiques de désherbage consultez le site :

<http://www.compamed.fr/>

2

Mai 2015

CompamedSanté



Fiche : Hygiène et sécurité

## DÉSHERBAGE CHIMIQUE

CompamedSanté

Principe

Destruction de la flore non désirée grâce à l'application de substances actives. Ces substances peuvent cibler de manière spécifique différents organes, ou présenter une action foliaire systémique, ce qui est généralement le cas pour le désherbage des zones non agricoles. Certaines spécialités commerciales ont également une action antigerminative.

### EXEMPLES DE MATÉRIELS



### DIAGNOSTIC BVPG - BRUIT, VIBRATIONS, POUSSIÈRES RÉPUTÉES SANS EFFET SPÉCIFIQUE, GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Risque	Exposition	Source ou conditions
Bruit	oui	si moteur en fonctionnement
Vibrations	oui	si moteur en fonctionnement
Poussières	possible	remise en suspension
Gaz	oui	si moteur en fonctionnement

✓ Consulter la fiche BVPG qui indiquera les préconisations relatives à l'exposition à ces facteurs de risque

### EPI



### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

- ✓ Réduire l'utilisation de produits phytopharmaceutiques, respecter les doses à utiliser
- ✓ Raisonner le volume de bouillie
- ✓ Favoriser le traitement par tâche
- ✓ Choisir judicieusement le moment du traitement (risque lié à la co-activité, présence de public)
- ✓ Limiter le nombre de personnes exposées et la durée d'exposition

Réalisé par



Financé par



1

## PRÉCONISATIONS CONCERNANT LES INDIVIDUS

- ✓ Agréments et certificats individuels obligatoires (Décret n°2011-1325 du 18 octobre 2011)[1]
- ✓ Formation sur la conduite à tenir en cas d'incident, d'accident (projections, ingestion accidentelle, etc.)
- ✓ Organisation d'exercices de sensibilisation aux risques liés à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques grâce à un traitement factice à base d'eau et de colorant (contacter votre MSA)

## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Multiplés phases

! Contact cutané / inhalation suite à la manipulation d'éléments souillés (gants, bidons sales, mal fermés, percés, matériel non rincé, déchets souillés, gestion d'une fuite, maintenance de pièces souillées, etc.)

! Contact cutané / inhalation suite à des projections de produit (ex: chute de bidon mal fermé, rupture de flexible, etc.)

- ✓ Éviter les transvasements inutiles

### Base phytopharmaceutique

- ✓ Mettre en place une base phytopharmaceutique (local de stockage, plateforme de remplissage-rinçage, système de ventilation adapté) correctement conçue et équipée [2][3]

### Bidons

- ✓ Contrôler l'état et la propreté des bidons avant manipulation et stockage, toujours bien les refermer
- ✓ Prendre les précautions nécessaires pour éviter la détérioration ou le renversement des bidons durant le stockage, la préparation, le transport, etc.

### EPI

- ✓ Respecter la procédure d'habillage et de déshabillage [4]
- ✓ Porter les EPI adaptés → attention les matériels avec système de détection IR ne dispensent pas de porter des EPI

### Gestes d'auto-contamination

- ✓ Règles d'hygiène à respecter : ne pas fumer, boire, manger, mâcher du chewing-gum durant toute la manipulation du produit, ne pas porter ses mains à la bouche ou au visage, ne pas se ronger les ongles, etc.

### Préparation de l'intervention

#### Conditions météorologiques

- ✓ Consulter les prévisions météorologiques avant chaque traitement
- ✓ Ne pas traiter :
  - S'il pleut ou si une pluie, même faible, est annoncée dans les heures qui suivent le traitement
  - En cas de forte chaleur (température >25°C)
  - En cas de vent supérieur à 19 km/h

#### Information sur le produit et premiers secours

- ✓ Lire attentivement l'étiquette, les pictogrammes, la Fiche de Données Sécurité (FDS) avant d'utiliser le produit et connaître le mode d'emploi des matériels
- ✓ Avoir toujours à sa disposition une trousse de secours et les informations « premiers secours » issues des FDS des produits utilisés

#### Choix du produit

- ✓ Choisir le produit le moins dangereux et ayant un court délai de réentrée en consultant la FDS et l'étiquette du produit, (l'usage de produits Cancérogènes Mutagènes Reprotoxiques (CMR) est interdit en ZNA – Arrêté du 27 juin 2011)[5]
- ✓ Avoir connaissance des délais de réentrée et les respecter (Cf. étiquette et FDS)

#### Choix du matériel

- ✓ Choisir le matériel de préparation et d'application adaptés au chantier / choisir les buses en fonction du produit utilisé et du site traité
- ✓ Avoir toujours à sa disposition un réservoir d'eau suffisant sur le lieu de traitement pour diluer le reste de bouillie et rincer les éléments souillés et du savon pour se laver

## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Entretien et contrôle du matériel

- ✓ Contrôler avant chaque traitement l'étanchéité du pulvérisateur en effectuant un test à l'eau claire
- ✓ Vérifier l'état et l'efficacité des dispositifs tels que les joints, tuyaux (pliures, écrasement, etc.), filtres, raccords, pompe, manomètre, cloche à air, etc.
- ✓ Contrôler l'état et le débit des buses, les nettoyer à l'aide d'une brosse adaptée ou d'une bombe à air comprimé, les changer régulièrement
- ✓ Contrôler la pression de gonflage de la cloche à air
- ✓ Calibrer le manomètre
- ✓ Faire inspecter son matériel par un organisme agréé s'il est assujéti à la réglementation (Directive 2009 128 Art 8)

### Trajet emprunté

- ✓ Fixer à l'avance le chemin qui sera emprunté durant la pulvérisation pour ne pas faire demi-tour et ainsi repasser dans les zones traitées

### Préparation de la bouillie

! Contact cutané / inhalation durant la préparation de la bouillie

! Contact cutané / inhalation suite au débordement du récipient lors du remplissage

! Contact cutané / inhalation suite à de mauvaises manipulations (ex : renversement du récipient lors du remplissage)

- ✓ Vérifier que le mélange souhaité est autorisé et respecter l'ordre d'incorporation [6] [7] (arrêté du 7 avril 2010)
- ✓ Préparer la bouillie dans une base phyto (à l'extérieur ou avec un système de captation des émissions à la source) correctement équipée (réservoir translucide, jauge lisible, balance, pompe doseuse, support enrouleur de tuyau, etc.) [2] [3]
- ✓ Positionner les récipients sur une surface plane pour éviter les renversements
- ✓ Manipuler les sacs et les bidons avec précaution
- ✓ Préparer uniquement la quantité nécessaire de bouillie à l'intervention (ne jamais préparer de la bouillie pour la stocker)
- ✓ Ne jamais mettre un tuyau en contact direct avec la bouillie
- ✓ Éviter le débordement lors du remplissage du pulvérisateur en surveillant attentivement
- ✓ Régler soigneusement la vitesse d'agitation
- ✓ Utiliser un anti-mousse ou un système anti-débordement pour éviter les débordements
- ✓ Rincer immédiatement les bidons vides, 3 fois de suite (s'équiper d'un rince bidon) et les mettre à égoutter à l'abri en dehors du local phyto avant leur enlèvement par le gestionnaire de déchets → attention : obligation de traiter les eaux de rinçage (Arrêté du 12 septembre 2006 – code rural et de la pêche maritime)
- ✓ Mettre les eaux de rinçage dans la cuve du pulvérisateur et épandre à grande vitesse sur la surface traitée ou mettre les eaux de rinçage dans le système de traitement des effluents
- ✓ Se laver les mains et le visage après la préparation

### Transport du matériel (avant / après traitement)

! Contact cutané / inhalation dans un véhicule si présence d'éléments souillés (EPI, bidons sales, etc.)

! Contact cutané / inhalation dans un véhicule suite à une fuite de produit (bidon percé, mal fermé)

- ✓ Respecter la réglementation pour le transport des produits et la gestion des déchets (Règlement ADR et FDS)
- ✓ Transporter les produits et EPI dans un compartiment séparé des passagers (ex : cloison)
- ✓ Disposer d'un caisson de secours étanche fermé à clef contenant une réserve de matière absorbante pour transporter les produits
- ✓ Avoir à sa disposition des suremballages de secours et un kit de déversement d'urgence
- ✓ Ne surtout pas salir le véhicule (mains souillées, combinaison ou chaussures souillées portées par le chauffeur, EPI ou bidons souillés entreposés dans le véhicule, etc.)
- ✓ Mettre les EPI usagés à jeter et autres déchets souillés dans des sacs poubelles spécifiques
- ✓ Mettre les EPI réutilisables correctement rincés dans un sac spécifique

## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Traitement

! Contact cutané / inhalation durant sa pulvérisation

! Contact cutané / inhalation suite à une fuite sur le pulvérisateur

! Contact cutané / inhalation suite à des projections (rupture du flexible, flexible percé, mauvais branchement, etc.)

- ✓ Etalonner et régler correctement son pulvérisateur [8]
- ✓ Maintenir une vitesse de travail constante durant la pulvérisation
- ✓ Utiliser si possible, un cache herbicide qui évite la déviation du produit pulvérisé

### Cache herbicide :



- ✓ Avoir toujours à sa disposition des buses de rechange pour remplacer une buse bouchée
- ✓ Toujours s'assurer que la dose appliquée ne dépasse pas la dose maximale autorisée pour l'usage considéré du produit

### Gestion des incidents durant le traitement avec un véhicule

- ✓ Eviter toutes sorties du véhicule au cours du traitement

Si une sortie est nécessaire :

- ✓ attendre que le produit se soit déposé avant de sortir
- ✓ avancer le véhicule pour intervenir sur une zone non traitée
- ✓ utiliser des gants (NF EN 374-1) pour la manipulation des produits (gants jetables qui seront enlevés avant de remonter dans la cabine et jetés dans un sac poubelle spécifique) et le réglage du matériel
- ✓ remplacer la buse bouchée plutôt qu'essayer de la déboucher

### L'après traitement: Nettoyage et gestion des effluents – délai de réentrée

! Contact cutané / inhalation avec les eaux de lavage contaminées

! Contact cutané / inhalation par non-respect du délai de réentrée

- ✓ Attention : obligation de traiter les effluents phyto (Arrêté du 12 septembre 2006 – code rural et de la pêche maritime)
- ✓ Éliminer la pression du pulvérisateur en appuyant sur la gâchette avant de l'ouvrir ou de desserrer sa poignée

### Gestion des fonds de cuve

- ✓ Diluer le reste de bouillie avec de l'eau claire (au moins 5 volumes d'eau pour un volume de bouillie restante) et épandre à grande vitesse sur la surface traitée ou mettre les eaux de rinçage dans le système de traitement des effluents

### Gestion des eaux de rinçage

- ✓ Rincer correctement à l'eau la pompe, les tuyaux, buses, filtres et la cuve (cuve : à rincer après chaque usage pour éviter le dépôt des résidus de produit qui obstruent les filtres et buses)
- ✓ Mettre les eaux de rinçage dans la cuve du pulvérisateur et épandre à grande vitesse sur la surface traitée ou mettre les eaux de rinçage dans le système de traitement des effluents
- ✓ Laisser sécher les éléments à l'air libre à la base

### Délai de réentrée

- ✓ Fermer l'accès à la zone et apposer un affichage « Interdiction d'entrer » durant le délai de réentrée

### Stockage du matériel

! Contact cutané / inhalation dans un local clos si présence d'éléments souillés (EPI, bidons sales, etc.)

! Contact cutané / inhalation dans un local clos suite à une fuite de produit (bidon percé, mal fermé)

- ✓ Ne ranger dans le local que des éléments propres
- ✓ Prendre les précautions nécessaires pour éviter la détérioration ou le renversement des bidons durant le stockage

## EPI

EPI jetables ou réutilisables avec le marquage CE [9]

### Combinaison / tablier

Combinaison catégorie III (protection chimique) type 3 (étanche aux liquides) ou type 4 (étanche aux brouillards)  
Tablier imperméable catégorie III type 3 (PB 3) → durant la préparation de la bouillie

### Gant

Gants NF EN 374-1 nitrile ou néoprène avec manchettes imperméables aux produits chimiques

### Masque [10]

Masque type A2P3 demi-masque filtres gaz et poussières avec lunettes à ventilation naturelle ou assistée → durant la préparation de la bouillie et l'application sauf si l'application est réalisée avec un tracteur comportant une cabine et un filtre à charbon conforme et non saturé

### Lunettes

Visière ou écran facial anti-buée de protection étanche en résine polymérisée ou en acétate

### Bottes

Bottes marquage S5 imperméable en caoutchouc et nitrile

### Gestion et entretien des EPI

- ✓ Choisir la taille des EPI en fonction des caractéristiques de chaque opérateur
- ✓ Avoir toujours à sa disposition des EPI en plusieurs exemplaires (plusieurs combinaisons et paires de gants, etc.) pour en changer dès que nécessaire
- ✓ Vérifier l'état des EPI avant utilisation (absence de détérioration, d'usure, de traces de souillure) sinon les jeter en respectant les prescriptions réglementaires
- ✓ Respecter la procédure d'habillage et de déshabillage [4]
- ✓ Ne jamais contaminer l'intérieur des gants
- ✓ Jeter impérativement les EPI à usage unique après leur première utilisation dans la poubelle appropriée (filière déchets spéciaux)
- ✓ Jeter impérativement les EPI détériorés (gants perforés, souillés à l'intérieur, etc.) dans la poubelle appropriée (filière déchets spéciaux)
- ✓ Faire sécher les EPI à l'air libre à l'abri du soleil
- ✓ Stocker les EPI propres et secs dans une armoire spécifique destinée à ce seul usage dans un autre local que celui des produits phytopharmaceutiques

### Les gants

- ✓ Mettre les gants sur des mains propres
- ✓ Après utilisation :
  - jeter impérativement les gants jetables après une utilisation dans la poubelle appropriée
  - rincer l'extérieur des gants réutilisables, puis les enlever sans en toucher l'extérieur
  - se laver les mains

### La combinaison

- ✓ Jeter impérativement la combinaison jetable après une utilisation
- ✓ Rincer le tablier puis la combinaison après utilisation

### Visières, écran facial

- ✓ Rincer puis laver à l'eau savonneuse

### Les bottes

- ✓ Rincer l'extérieur

### Masques et cartouches

- ✓ Contrôler les dates de péremption des masques et des cartouches avant usage
- ✓ Noter les dates et le temps d'utilisation des cartouches : les changer régulièrement en règle générale au bout de 40h d'utilisation en extérieur (attention : ne pas attendre de sentir une odeur pour les changer!) [12]
- ✓ Retirer les cartouches après utilisation, les ranger dans une boîte ou un sac hermétique propre pour éviter leur saturation
- ✓ Nettoyer le masque avec un chiffon humide en prenant soin de ne pas toucher à la partie filtrante

### Hygiène corporelle

- ✓ Prendre une douche pour éliminer les résidus présents sur la peau et changer de vêtement

## ➔ RÉFÉRENCES

- [1] Ecophytozna : <http://www.ecophytozna-pro.fr/n/presentation/n:177>
- [2] et [4] Le Cnfpt – INSET Montpellier (2012)- Certificat individuel professionnel pour l'activité « Utilisation de produits phytopharmaceutiques » dans la catégorie « applicateur opérationnel en collectivité territoriale » - support pédagogique
- [2] Fiche - Local/armoire phytosanitaire  
[4] Fiche - Équipements de protection individuelle
- [3] MSA (2004) – La base phytosanitaire - comment la concevoir ? Réf.10355
- [5] Chambre d'agriculture des Pays de la Loire (2014) - Savoir identifier les CMR sur l'étiquette – Édition décembre 2014
- [6] E-phy - Catalogue des produits phytopharmaceutiques
- [7] Index phytosanitaire ACTA 2015
- [8] Écophyto 2018 - Guide de bonnes pratiques phytosanitaires – Entretien des espaces verts et voiries
- [9] Chambre d'agriculture des Pays de la Loire - Équipements de protection individuelle, comment les choisir – Édition décembre 2014
- [10] MSA - Appareil de protection respiratoire et filtres – Comment choisir ? ref 10318
- [11] Chambre d'agriculture des Pays de la Loire (2014) - Comment choisir et entretenir sa cabine de filtration - Édition décembre 2014
- [12] Chambre d'agriculture des Pays de la Loire (2014)- Comment entretenir mes EPI pour qu'ils gardent leur efficacité - Édition décembre 2014

Pour des informations complémentaires sur les risques liés à vos pratiques de désherbage consultez le site :

<http://www.compamed.fr/>

6

Sources des photographies : Cram JHE et FTD, Florie et Océ et Droits réservés

Juillet 2015



Fiche : Hygiène et sécurité

# BVPG : BRUIT, VIBRATIONS, POUSSIÈRES\* ET GAZ D'ÉCHAPPEMENT

CompamedSanté

Liste des préconisations relatives à l'exposition aux facteurs de risque bruit, vibrations, poussières\* réputées sans effet spécifique et gaz d'échappement.

## POUR L'ENSEMBLE DES FACTEURS DE RISQUE

- ✓ Choisir une technique de désherbage ne nécessitant pas la mise en marche d'un véhicule ou d'un appareil à moteur thermique durant l'opération de désherbage
- ✓ Réduire la durée d'exposition et le nombre de salariés exposés (répartition des tâches, rotation de poste)
- ✓ Former le personnel aux différents facteurs de risque et aux mesures de prévention à respecter
- ✓ Former les techniciens de maintenance au contrôle, à la maintenance et au remplacement des dispositifs influençant les expositions aux différents facteurs de risque :
  - ✓ bruit : cabine, silencieux, etc.
  - ✓ vibrations : suspensions, pièces de réglage des sièges, pneumatiques, etc.
  - ✓ poussières : système d'aspiration, d'arrosage, etc.
  - ✓ gaz d'échappement : dispositifs de dépollution, etc.
- ✓ Réaliser régulièrement des campagnes de mesurage pour quantifier l'exposition des salariés aux différents facteurs de risque (contacter le médecin du travail)

## EPI

- ✓ Mettre à disposition des salariés des EPI adaptés
- ✓ Vérifier la compatibilité des EPI avec l'activité à réaliser et les autres EPI à porter

Les EPI sont à utiliser en dernier recours si aucun autre moyen n'a pu être mis en place pour supprimer ou réduire les risques.

Réalisé par



Financé par



1

#### Préconisations organisationnelles

- ✓ Éviter de travailler à plusieurs sur la même zone avec ou auprès d'engins et appareils bruyants sinon, maintenir une distance minimale de 15 mètres entre les travailleurs
- ✓ Couper le moteur dès que possible
- ✓ Supprimer l'usage de la soufflette

#### Préconisations techniques

- ✓ Réduire la transmission et la propagation du bruit à l'aide de dispositifs techniques :
  - se renseigner lors du choix d'un nouvel équipement
  - à rajouter sur un équipement déjà en usage (contacter le fabricant)
- ✓ Réduire la transmission du bruit en isolant les vibrations par des dispositifs tels que des plots anti-vibratiles, des fixations souples, des amortisseurs, des revêtements spécifiques, etc.
- ✓ Limiter la propagation aérienne du bruit en encoffrant certains éléments de l'équipement (ex : cabine pour le tracteur, groupe motopompe d'appareil encoffré, etc.)
- ✓ Acquérir des véhicules ou appareils équipés de silencieux d'échappement ou rajouter ces silencieux sur les équipements déjà en usage
- ✓ Supprimer l'usage de la soufflette et nettoyer par d'autres procédés
  - Si la suppression de la soufflette est impossible, remplacer la buse de soufflage par une buse plus silencieuse ou acquérir des soufflettes dites « silencieuses »

#### Préconisations spécifiques pour les tracteurs

- ✓ Acquérir des modèles avec une cabine insonorisée d'origine ou rajouter une cabine sur un tracteur déjà en usage, la cabine permettra de réduire le niveau de bruit mais aussi protégera l'opérateur de la poussière, du soleil, des intempéries, etc.

#### Déclaration d'émissions sonores

- ✓ Avant l'achat d'un nouvel équipement, demander à différents fournisseurs la déclaration d'émissions sonores basée sur les normes européennes pour comparer les valeurs et choisir le matériel le plus silencieux

#### EPI

- ✓ Protecteurs individuels contre le bruit (PICB) adaptés, privilégier les protections auditives réalisées sur mesure avec filtres sélectifs

## VIBRATIONS

### Préconisations organisationnelles

- ✓ Limiter la vitesse selon le type de sol (nid de poule, dénivelé, etc.) et réduire les distances de déplacement si possible
- ✓ Adopter une conduite plus souple
- ✓ Porter la ceinture de sécurité afin de maintenir le conducteur correctement dans son siège
- ✓ Couper le moteur dès que possible
- ✓ Réduire les autres sollicitations (efforts, port de charge, postures contraignantes, etc.)

### Préconisations concernant les individus

- ✓ Former les conducteurs au réglage du siège selon leur poids et taille (suspensions, position avant-arrière et hauteur du siège, inclinaison du dossier, etc.) [1]
- ✓ Sensibiliser les utilisateurs d'appareils tenus ou guidés par les mains au fait d'utiliser la force minimale de préhension et de poussée nécessaire sur l'appareil

### Préconisations techniques

- ✓ Réduire la transmission des vibrations à l'aide de dispositifs techniques :
  - se renseigner lors du choix d'un nouvel équipement
  - à rajouter sur un équipement déjà en usage (contacter le fabricant)
- ✓ Isoler les vibrations par des dispositifs tels que des plots anti-vibratiles, des fixations souples, des amortisseurs adaptés, des pneumatiques plus souples, une cabine suspendue pour réduire les basses fréquences, etc.

### Préconisations spécifiques pour les véhicules

- ✓ Choisir un siège avec des suspensions adaptées au véhicule, à la tâche à effectuer et à l'ensemble des conducteurs concernés. L'accès aux commandes doit être aisé.

### Préconisations spécifiques pour les appareils

- ✓ Acquérir des appareils avec des poignées « anti-vibration » homologuées par le fabricant (attention car des poignées non homologuées peuvent augmenter les vibrations au niveau des mains)
- ✓ Prendre en compte la forme, le revêtement et le confort de la poignée lors du choix
- ✓ Recouvrir les éléments de préhension d'une isolation thermique adaptée (existence d'équipements avec des poignées chauffantes) pour protéger les mains de l'opérateur du froid

### Déclaration

Avant l'achat d'un nouvel équipement, demander à différents fournisseurs la déclaration de l'émission vibratoire basée sur les normes européennes pour comparer les valeurs et choisir le matériel ayant l'amplitude vibratoire minimale.

Il est à noter que l'homologation des sièges est obligatoire pour les tracteurs agricoles neufs.

### Terrain

- ✓ Engager, si possible, des travaux visant l'amélioration de la surface des sols à désherber (combler les nids de poule, etc.)

### EPI

- ✓ Gants anti-vibratiles complets (main et doigts) labellisés CE, conformes à la norme ISO 10819 (à noter que ces gants ne sont pas efficaces sur les basses fréquences)

### Référence

[1] MSA (2010). Vibrations et mal de dos, Choix et utilisation d'un siège à suspension. Réf 11204.

3

## POUSSIÈRES RÉPUTÉES SANS EFFET SPÉCIFIQUE

### Préconisations organisationnelles

- ✓ Effectuer les tâches tôt le matin (rosée) ou sur sol humide
- ✓ Repérer avant l'intervention le chemin qui sera emprunté pour ne pas faire demi-tour dans le nuage de poussières
- ✓ Éviter de travailler à plusieurs sur la même zone avec ou auprès d'engins et appareils pouvant engendrer de l'empoussièrement
- ✓ Limiter la vitesse selon le type de sol (sable, gravillons, etc.)
- ✓ Maintenir les portes et fenêtres des engins fermées
- ✓ Couper le moteur dès que possible
- ✓ Supprimer l'usage de la soufflette et nettoyer par d'autres procédés comme l'aspiration

### Préconisations techniques

- ✓ Limiter l'empoussièrement à l'aide de dispositifs techniques
  - se renseigner lors du choix d'un nouvel équipement
  - à rajouter sur un équipement déjà en usage (contacter le fabricant)
- ✓ Afin de réduire l'empoussièrement, certains matériels tels que les balayeuses sont équipés d'un système d'aspiration et d'un dispositif d'arrosage.
- ✓ Lors de l'achat d'un nouveau véhicule ou appareil, il est utile de s'informer auprès du constructeur sur les systèmes limitant l'empoussièrement existants selon l'activité et l'environnement d'utilisation afin d'acquérir l'équipement avec la meilleure technique disponible.

### Préconisations spécifiques pour les véhicules

- ✓ Choisir un véhicule équipé de la climatisation pour éviter que la poussière ne rentre à l'intérieur du véhicule via des fenêtres ouvertes

### EPI

- ✓ Demi-masque jetable à ventilation libre avec un filtre « anti-poussières » marqués P1 ou FFP1

## GAZ D'ÉCHAPPEMENT

### Préconisations organisationnelles

- ✓ Limiter au minimum le nombre de véhicules ou d'appareils équipés de moteurs thermiques en fonctionnement dans une même zone
- ✓ Couper le moteur dès que possible
- ✓ Maintenir les fenêtres du véhicule fermées et limiter le nombre d'arrêt avec ouverture de portes
- ✓ Éviter de diriger la sortie des gaz vers un opérateur travaillant à proximité

### Préconisations concernant les individus

#### Formation des conducteurs :

- ✓ Savoir contrôler régulièrement la contre-pression pour éviter la dégradation du filtre ou du moteur
- ✓ Savoir identifier les anomalies des dispositifs de dépollution pour avertir le service maintenance

### Préconisations techniques

#### Appareils

##### Préconisations spécifiques pour le choix d'un appareil

- ✓ Privilégier les moteurs électriques et, en dernier recours, les moteurs 4 temps (essence) puis, les 2 temps (essence) et enfin les moteurs diesel

##### Préconisations spécifiques pour les appareils à moteur thermique déjà en usage

- ✓ Respecter les proportions de mélange (essence et huile) indiquées pour les appareils à moteur 2 temps
- ✓ Certains systèmes de dépollution peuvent être rajoutés sur un appareil déjà en usage (ex : catalyseur), se renseigner auprès du fabricant et choisir la meilleure technique disponible

#### Véhicule

##### Préconisations spécifiques pour le choix d'un véhicule

- ✓ Choisir en priorité un véhicule avec un moteur électrique (ou GPL ou gaz naturel).
- ✓ Si le choix se porte sur un véhicule avec carburant classique, choisir en priorité un moteur essence par opposition à un moteur diesel.
- ✓ Se renseigner auprès du fabricant lors du choix sur les systèmes de dépollution existants et choisir la meilleure technique disponible
- ✓ Choisir un véhicule équipé de la climatisation pour éviter l'augmentation de la pollution à l'intérieur du véhicule liée aux fenêtres ouvertes

##### Préconisations spécifiques pour les véhicules essence ou diesel déjà en usage

#### Systèmes de dépollution

- ✓ Certains systèmes de dépollution peuvent être rajoutés sur un équipement déjà en usage, se renseigner auprès du fabricant et choisir la meilleure technique disponible

#### Carburant/ Huile

- ✓ Utiliser un carburant et une huile moteur de bonne qualité
- ✓ Surveiller la consommation d'huile pour les véhicules équipés de filtre à particules pour éviter son colmatage prématuré

#### EPI

- ✓ Masque avec filtres anti-aérosols et antigaz

Pour des informations complémentaires sur les risques liés à vos pratiques de désherbage consultez le site :

<http://www.compamed.fr/>

5

Mai 2015

CompamedSanté



## RISQUES TRANSVERSAUX

Certains risques transversaux (risques non spécifiques aux activités de désherbage) sont mentionnés dans cette fiche. Ce relevé ne saurait être exhaustif du fait de la variabilité des situations de travail qui dépendent notamment de l'environnement et de la structure concernée.

La démarche de prévention est de la responsabilité de la structure et, doit impérativement s'appuyer sur les **neuf grands principes généraux de prévention** (L.4121-2 du Code du travail) qui régissent l'organisation de la prévention (<http://www.inrs.fr>) :

**Éviter les risques, c'est supprimer le danger ou l'exposition au danger.**

**Évaluer les risques, c'est apprécier l'exposition au danger et l'importance du risque afin de prioriser les actions de prévention à mener.**

**Combattre les risques à la source, c'est intégrer la prévention le plus en amont possible, notamment dès la conception des lieux de travail, des équipements ou des modes opératoires.**

**Adapter le travail à l'Homme, en tenant compte des différences interindividuelles, dans le but de réduire les effets du travail sur la santé.**

**Tenir compte de l'évolution de la technique, c'est adapter la prévention aux évolutions techniques et organisationnelles.**

**Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins, c'est éviter l'utilisation de procédés ou de produits dangereux lorsqu'un même résultat peut être obtenu avec une méthode présentant des dangers moindres.**

**Planifier la prévention** en intégrant technique, organisation et conditions de travail, relations sociales et environnement.

**Donner la priorité aux mesures de protection collective** et n'utiliser les équipements de protection individuelle qu'en complément des protections collectives si elles se révèlent insuffisantes.

**Donner les instructions appropriées aux salariés, c'est former et informer les salariés afin qu'ils connaissent les risques et les mesures de prévention.**

Les 9 principes de prévention

### EPI

Les EPI sont à utiliser en dernier recours si aucun autre moyen n'a pu être mis en place pour supprimer ou réduire les risques.

### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

- ✓ Prendre en compte les aspects hygiène et sécurité dès la conception des espaces verts (conditions d'accès au site, mobiliers urbains, etc.)
- ✓ Disposer et tenir à jour le document unique d'évaluation des risques professionnels
- ✓ Etablir des modes opératoires comprenant les consignes hygiène et sécurité, les éléments importants à contrôler et élaborer le plan de maintenance associé
- ✓ Maintenir en bon état les véhicules, les appareils, les outils et équipements (ex : entretenir et gonfler les pneumatiques selon les recommandations du constructeur)
- ✓ Assurer la surveillance médicale des salariés par le médecin du travail et l'informer des risques spécifiques du poste
- ✓ Faire des pauses régulièrement

### PRÉCONISATIONS CONCERNANT LES INDIVIDUS

Posséder le permis et l'autorisation de conduite adaptés au véhicule

Réalisé par



Financé par



## PRÉCONISATIONS CONCERNANT LES INDIVIDUS

Formation du personnel :

- ✓ Aux modes opératoires précisant les consignes à respecter en termes de prévention des risques et aux points importants à contrôler quotidiennement sur les équipements
- ✓ Aux différents risques (hygiène et sécurité) et aux mesures de prévention à respecter
- ✓ A l'utilisation, au réglage, au nettoyage, à l'entretien et à la maintenance de chaque catégorie de véhicules et d'appareils
- ✓ Aux gestes et postures
- ✓ Au choix et à l'utilisation des extincteurs
- ✓ Au port des EPI, à leur entretien et contrôle régulier

## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Multiplés phases

- ! Troubles musculo-squelettiques, postures contraignantes
- ! Blessures (coincement, coupure, brûlure, etc.) lors du réglage, de l'utilisation ou de la maintenance des appareils
- ! Risque d'électrisation suite au contact entre l'opérateur et une pièce sous tension
- ✓ Privilégier les moyens de manutention mécaniques pour éviter le port de charges
- ✓ Utiliser les dispositifs de réglage pour adopter une posture adéquate
- ✓ Limiter la durée des tâches contraignantes
- ✓ Couper le moteur dès que possible
- ✓ Laisser l'appareil revenir à température ambiante avant de le manipuler
- ✓ Ne pas agir dans la précipitation en s'organisant à l'avance
- ✓ Avoir à disposition de l'eau pour s'hydrater régulièrement

### Préparation de l'intervention

- ✓ Repérer le terrain avant l'intervention, identifier les dangers et points de vigilance (consulter les plans : présence de lignes électriques, proximité de cours d'eau, de sites sensibles tels que hôpitaux, aires de jeux, ...) et enlever les obstacles si possible
- ✓ Choisir un véhicule ou un appareil dont les roues sont adaptées au terrain à désherber
- ✓ Baliser le chantier (identification des dangers, voir et être vu, etc.)
- ✓ Organiser le chantier de façon à éviter le travail isolé
- ✓ Se préparer physiquement avant la prise de poste (ex : commencer sa journée, sa semaine par des tâches moins sollicitantes, faire des exercices d'échauffement, etc.) [1]
- ✓ Régler les dispositifs (hauteur du guidon, harnais, rétroviseurs, etc.) avant de commencer les opérations

### Transport du matériel

- ! Projection d'éléments entreposés dans le véhicule sur les personnes en cas de freinage brutal
- ✓ Disposer dans le véhicule d'un compartiment de stockage du matériel séparé des passagers
- ✓ Bien arrimer les charges dans le véhicule

### Déchargement du matériel

- ! Chute des matériels (renversement sur l'opérateur)
- ! Chute de plain-pied si déséquilibre lors du (dé)chargement
- ! Port de charge lourde
- ✓ Disposer de rampe d'accès permettant un (dé)chargement aisé
- ✓ S'entraider pour le port de charge lourde (ex : lors du (dé)chargement)

2

## SITUATIONS DANGEREUSES ET PRÉCONISATIONS

### Exécution de la tâche de désherbage

- ! Chute liée à des obstacles au sol (tuyaux de l'appareil, racines, etc.)
- ! Chute liée au sol glissant, en pente, accidenté, etc.
- ✓ Intervenir en journée ou sur un terrain bien éclairé
- ! Gestes répétitifs et force de préhension liés à l'appui sur une commande à action entretenue
- ! Risque lié à l'activité physique : matériel à pousser/tirer
- ! Risque lié à l'activité physique : port de l'appareil (ex : sac à dos et lance)
- ✓ Limiter la durée de l'intervention, faire des pauses régulièrement

### Plein de carburant

- ! Produit chimique contact cutané : projections de carburant liées au remplissage du réservoir chaud ou moteur en marche
- ✓ Moteur éteint, attendre le refroidissement complet avant de remplir le réservoir de carburant
- ✓ Utiliser un bidon anti-refoulement

### Nettoyage

- ! Projection de poussières dans les yeux
- ✓ Supprimer l'usage de la soufflette et nettoyer par d'autres procédés comme l'aspiration

### Stockage

- ! Intoxication au monoxyde de carbone si le moteur tourne dans un espace clos
- ✓ Ne pas faire tourner les moteurs à l'intérieur d'un local

### Utilisation d'un véhicule

- ! Accident : projection de personne hors du véhicule
- ! Renversement latéral si terrain escarpé, en pente, accidenté, glissant, présence d'obstacles, de dangers cachés
- ! Accident : collision / obstacle
- ! Accident : collision / humain
- ! Chute en montant ou descendant du véhicule (ex : marchepied glissant)
- ! Activité physique liée à la montée, descente du véhicule
- ! Postures contraignantes : assis prolongé
- ! Postures contraignantes : regarder en arrière pour surveiller le travail, la présence d'obstacles
- ✓ Ranger correctement le matériel sur le chantier pour favoriser les manœuvres, la visibilité, etc.
- ✓ Respecter les consignes d'utilisation des engins (ex : pente maximale, poids de charge utile autorisé, etc.)
- ✓ Bien régler son siège et ses rétroviseurs
- ✓ Porter la ceinture de sécurité
- ✓ Conduire dans le sens de la pente jamais en biais pour éviter les renversements
- ✓ Conduire lentement, braquer et manœuvrer avec précaution
- ✓ Maintenir en bon état et nettoyer régulièrement les marchepieds des véhicules pour éviter les chutes et glissades
- ✓ Limiter la durée de l'intervention
- ✓ Faire des pauses régulièrement

3

## EPI

- ✓ Vêtements de travail et EPI adaptés aux tâches à exécuter et aux conditions météorologiques
- ✓ Dispositif d'alarme du travailleur isolé (DATI) si nécessaire

Les EPI à utiliser lors de l'usage des différentes techniques sont mentionnés dans les fiches par technique

## ACHAT

- ✓ Faire des essais avant l'achat pour s'assurer de l'acceptation et de l'adéquation de l'équipement avec les besoins des utilisateurs

Choisir un matériel /outil :

- ✓ conforme à la réglementation
- ✓ pouvant s'adapter à toutes les morphologies
- ✓ facilement manipulable et le plus léger possible

Privilégier un matériel /outil équipé :

- ✓ d'un moteur électrique (privilégier les matériels avec batterie portée sur le dos)
- ✓ de dispositifs de réglage (ex : hauteur du guidon, bretelles, etc.)
- ✓ d'une lance dont le poids est équilibré
- ✓ d'une commande à action entretenue de forme et de poids adaptés ne demandant pas une forte force de préhension lors de l'appui
- ✓ de roues adaptées au terrain à désherber
- ✓ de flexibles pas trop long (<10m) pour éviter les chutes et simplifier les contrôles visuels
- ✓ d'un bon concept de portage (renfort dorsal, bretelles ou harnais réglables et rembourrés, etc.)
- ✓ d'un manche de longueur adaptée pour éviter au salarié de se baisser en désherbant

Choisir un véhicule :

- ✓ adapté à la charge et au terrain

Privilégier un véhicule équipé :

- ✓ d'une structure de protection contre le renversement (cabine ou arceau de sécurité)
- ✓ d'un siège à suspensions réglable
- ✓ de commandes aisément accessibles
- ✓ d'un marchepied à la bonne hauteur
- ✓ d'une poignée permettant de se tenir durant la montée et descente
- ✓ de rétroviseurs latéraux, d'un radar et avertisseur de recul

Choisir un équipement annexe au véhicule :

- ✓ remorque et rampe d'accès adaptées à la charge

## RÉFÉRENCES

[1] MSA / DIRRECTE Auvergne (2012) - Jardins-Espaces verts – Equipements de travail et conseils pour limiter l'apparition des troubles musculo-squelettiques

[2] MSA (2010) – Guide d'aide à la manutention en entreprise du paysage – Dossier technique n°26 – Réf. 11238

**Pour des informations complémentaires sur les risques liés à vos pratiques de désherbage consultez le site :**

<http://www.compamed.fr/>

4

Mai 2015

CompamedSanté

## 17. ANNEXE - RESULTATS DE L'EVALUATION DE LA CHARGE RESSENTIE PAR QUESTIONNAIRE

### COMPAMED

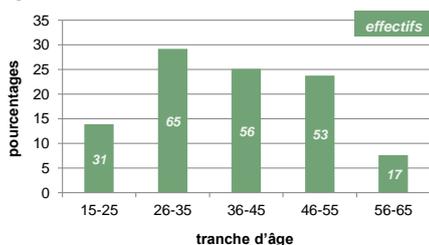
Exploitation du questionnaire sur l'évaluation de la charge physique des travailleurs en situation de désherbage



*L'équipe projet a travaillé en collaboration avec une statisticienne, Mme Mardon, chercheuse du Centre de Recherches sur l'Expérience l'Age et les Populations au Travail (CREAPT), et spécialisée dans le traitement des questionnaires santé/travail. Cette collaboration a permis de produire des résultats exploitables au regard des problématiques de départ et de la taille de l'échantillon disponible.*

## Informations générales

- 223 questionnaires récupérés
- Une majorité de collectivité (82,5%)
- Très peu de femmes (7,2%)
- Davantage de jardiniers d'âges intermédiaires que de moins de 26 ans et de plus de 55 ans :



- Une majorité de droitiers :

Êtes-vous ?	Fréquence	Pourcentage
Droitier-e	178	79,8
Gaucher-e	28	12,6
Les deux	16	7,2
NR	1	0,4

Le questionnaire COMPAMED Santé a été complété par 223 jardiniers concernés par l'activité de désherbage. La taille de cet échantillon demeure modeste. De plus, le recueil n'ayant pas été aléatoire, se pose la question de la représentativité.

La prudence s'impose donc vis-à-vis de l'interprétation des résultats issus des traitements statistiques de cet échantillon. Notamment, les résultats en niveaux sont à manier avec précaution : ils précisent les caractéristiques de l'échantillon obtenu mais ne peuvent être généralisés à l'ensemble des jardiniers accomplissant des tâches de désherbage. En revanche il n'y a pas de raison pour que les différences entre sous-populations qu'on observe ici (par âge, par technique de mise en œuvre...) soient fausses.

L'échantillon sur lequel portent les résultats présentés ici est constitué d'une majorité de collectivités (82,5%), de très peu de femmes (7%) et surtout de droitiers (80%).

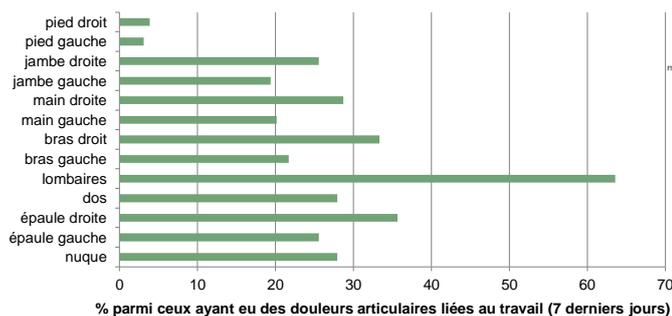
L'âge a été renseigné en classes décennales. L'échantillon est notamment composé de jardiniers d'âges intermédiaires : 174 d'entre eux ont entre 26 et 55 ans (ils représentent 78% de l'échantillon). Seuls 17 individus sont plus âgés (8%), et 31 ont entre 15 et 25 ans (14%).

# Douleurs articulaires liées au travail au cours des 7 derniers jours

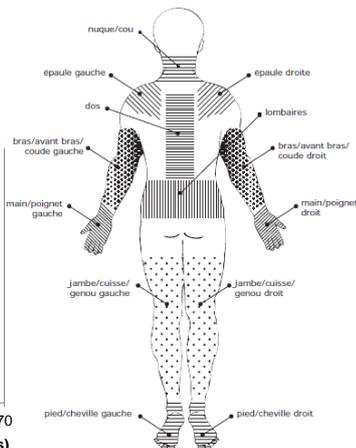
- Presque 60% des jardiniers déclarent de telles douleurs :

	Fréquence	Pourcentage
.	2	0,9
non	92	41,3
oui	129	57,8

- Localisation (v1) :



Si oui, entourez la zone ou les zones correspondantes à vos douleurs sur le schéma ci-dessous



57,8% des jardiniers interrogés déclarent avoir eu des « douleurs articulaires liées au travail au cours des 7 derniers jours ». Il n'est malheureusement pas possible de repérer par les données issues du questionnaire si des activités de désherbage ont été menées récemment.

La localisation dite v1 garde la distinction entre côtés droit et gauche sur épaule, bras/avant bras/coude, main/poignet, jambe/cuisse/genou, pied/cheville, pour la question des douleurs articulaires au cours des 7 derniers jours liées au travail. La localisation v2 ne fait pas cette distinction (Cf. diapo suivante).

On constate que les lombaires sont le siège le plus fréquent des douleurs « actuelles » rapportées par les jardiniers et qu'ils relient au travail. Les pieds et chevilles sont une localisation très peu citée.

Si l'on s'intéresse à la distinction entre côtés droit et gauche, on constate que le côté droit est systématiquement plus souvent cité en proportion par les répondants. L'hypothèse d'un lien fort avec la latéralité prépondérante de ces jardiniers (surtout des droitiers) n'est pas vérifiable avec les données quantitatives dont on dispose. On peut se poser la question des sollicitations plus ou moins délétères selon la latéralité, dans la mesure où les outils seraient standards. Les investigations qualitatives seraient peut-être à même d'apporter des réponses à ces questions, si elles ont lieu d'être.

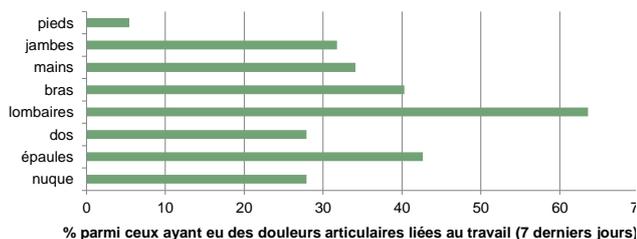
## Douleurs articulaires liées au travail au cours des 7 derniers jours

- Presque 60% des jardiniers déclarent de telles douleurs :

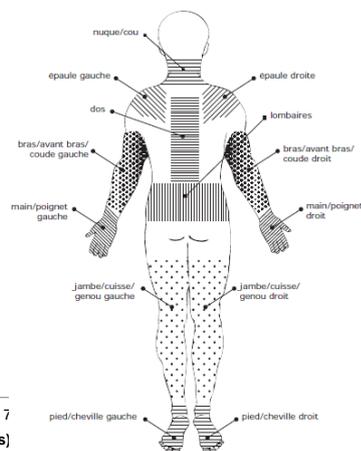
	Fréquence	Pourcentage
.	2	0,9
non	92	41,3
oui	129	57,8

- Localisation (v2)

En groupant les zones pour lesquelles droite et gauche étaient distinguées dans le questionnaire :



Si oui, entourez la zone ou les zones correspondantes à vos douleurs sur le schéma ci-dessous



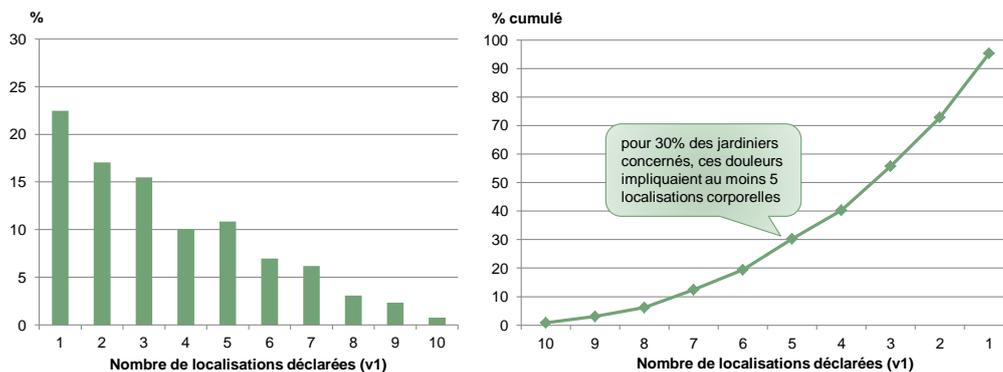
Le deuxième type de repérage des localisations des douleurs « actuelles » liées au travail, sans distinction entre droite et gauche du corps, fait apparaître des fréquences de sièges des douleurs dans cet ordre :

- Lombaires (cité par 63,6% des répondants)
- Épaules et bras/avant-bras/coudes (respectivement 42,6% et 40,3%)
- Mains/poignets et jambes/cuisses/genoux (respectivement 34,1% et 31,8%)
- Dos et nuque/cou (27,9% pour chacune de ces deux localisations)
- Pieds/chevilles (5,4%)

La question étant : « avez-vous eu des douleurs articulaires liées au travail ces 7 derniers jours ? », on peut se demander si les douleurs musculaires localisées par exemple au niveau d'une « cuisse » (siège de douleur stipulé sur le schéma) ont été incluses par les jardiniers en partie, systématiquement ou pas du tout dans leurs réponses.

## Poly-localisation des douleurs (v1)

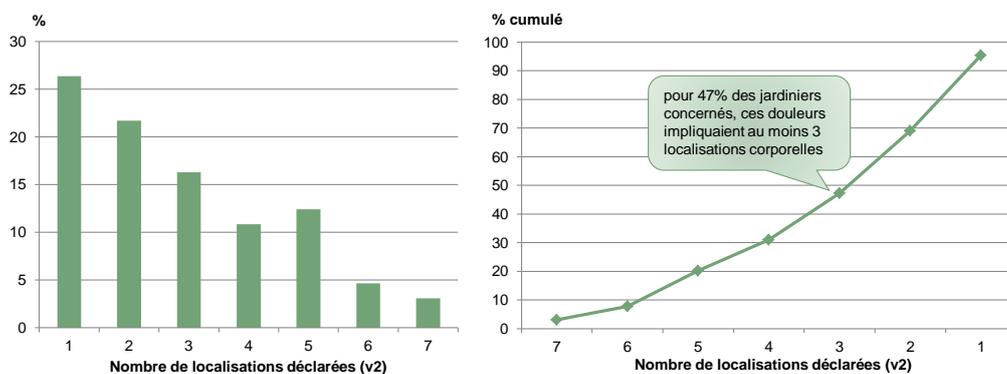
- Parmi les jardiniers ayant eu des douleurs articulaires liées au travail au cours des 7 derniers jours :



Ces graphiques illustrent le fait qu'une grande majorité de jardiniers rapportent de telles douleurs au niveau de plusieurs localisations du corps (ici avec la v1 de la localisation, soit 10 sièges possibles des douleurs déclarées).

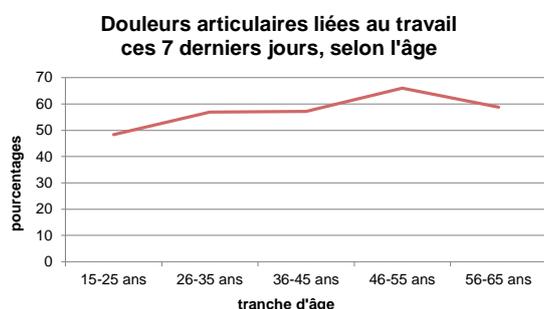
## Poly-localisation des douleurs (v2)

- Parmi les jardiniers ayant eu des douleurs articulaires liées au travail au cours des 7 derniers jours :



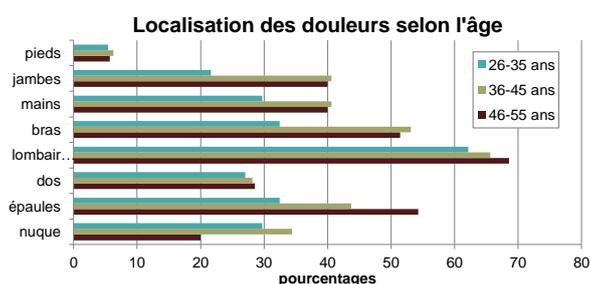
Il s'agit du même type de représentation, cette fois avec la v2 de la localisation (7 sièges possibles des douleurs déclarées).

# Douleurs déclarées et âge



⇒ Avoir des douleurs semble plutôt augmenter avec l'âge (>20% de différence entre les 15-25 ans et les 46-55 ans)

⇒ ...mais les plus âgés « cassent » cette tendance (sélection?)



⇒ La majorité des localisations présente un différentiel sur l'âge (def. v2)

⇒ ...sauf les localisations « pieds » et « dos » qui ne sont guère liées à l'âge

⇒ Effet de sélection et/ou mise à l'abri sur la localisation « nuque » ?

On s'intéresse ici aux liens entre l'âge et les douleurs articulaires liées au travail ces 7 derniers jours.

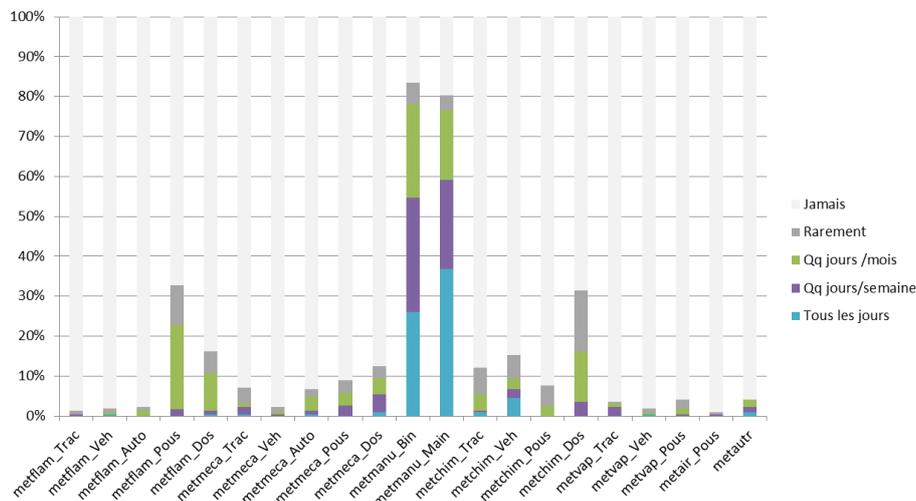
Avoir des douleurs semble plutôt augmenter avec l'âge (il y a plus de 20% de différence entre les 15-25 ans et les 46-55 ans) bien que les plus âgés « cassent » cette tendance. On peut faire l'hypothèse de l'existence de phénomènes de sélection (comme l'effet « travailleur sain » : seuls ceux qui sont à même d'assurer le travail de par leur état de santé restent au travail, les autres en sont sortis) ou d'une différence de « composition sociale » dans les classes d'âge (par exemple si les plus âgés ont un niveau, grade ou autre qui les affecte à d'autres tâches, réduisant leur participation au désherbage et autres activités les plus astreignantes).

Les localisations des douleurs (définition v2) sont croisées avec les 3 classes d'âge intermédiaires (les 2 extrêmes sont écartées car présentent des effectifs trop faibles). Ce croisement permet de faire les constats suivants :

- La majorité des localisations présente un différentiel sur l'âge
- sauf les localisations « pieds/chevilles » et « dos » qui ne sont guère liées à l'âge
- La localisation « nuque/cou » est la seule pour laquelle les 46-55 ans sont moins concernés que leurs cadets (dû à un effet de sélection et/ou de mise à l'abri ?)

NB : dans les traitements à suivre, il n'y aura pas de mise en relation entre ces douleurs liées au travail déclarées sur les 7 derniers jours et les techniques de désherbage, étant donné que le désherbage est une activité saisonnière, pas forcément réalisée par les jardiniers dans la semaine précédant la passation du questionnaire. Ce type de croisement n'aurait donc pas de sens ou du moins les résultats seraient impossibles à interpréter.

## Fréquence des techniques de désherbage selon leur mode de mise en œuvre



⇒ Des effectifs trop petits pour des exploitations à ce niveau de détail...

Les techniques de désherbage, dans le degré de détail offert par le questionnaire, sont très peu répandues, exceptées les techniques manuelles qui sont les seules à être très utilisées. Les autres qui concernent un effectif un tant soit peu notable sont :

- Le poussé-tiré en mono/multiflamme : 23% des répondants l'utilisent au moins quelques jours par mois (il s'agit de 51 individus), 33% au moins rarement (73 individus concernés)
- Sur le dos en chimique : 16% l'utilisent au moins quelques jours par mois (soit 36 personnes), 31% au moins rarement (70 individus)

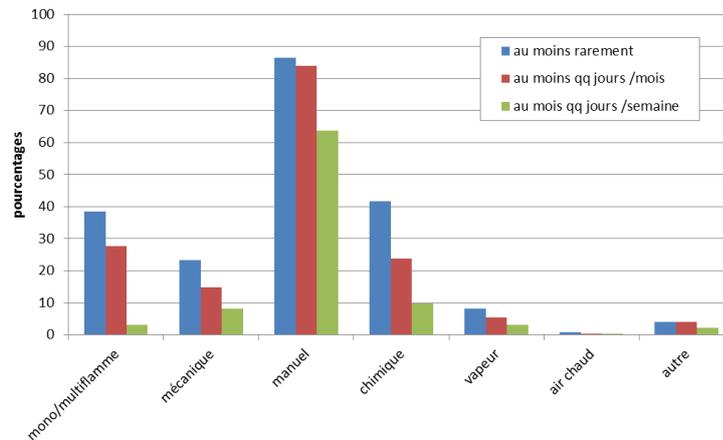
Les techniques restantes sont rarement utilisées par les répondants.

Les effectifs sont trop petits pour procéder à des exploitations plus détaillées en croisant ces différentes techniques avec d'autres variables du questionnaire. Pour tenter de retirer tout de même quelques informations des données quantitatives récoltées, on présente sur les diapositives suivantes des tentatives de regroupements :

- par techniques
- par modes de mise en œuvre

Si l'usage peu répandu de la plupart de ces techniques observé ici est représentatif de l'ensemble de la population des jardiniers (ce qu'on ne sait pas, rappelons-le), on peut s'interroger sur l'utilité de vouloir en comparer les effets vis-à-vis de la charge de travail, que ce soit par questionnaire ou avec d'autres méthodes. Le plus opérationnel semble être d'étudier les techniques (notamment les plus répandues, c'est-à-dire les manuelles) via des méthodes qualitatives de terrain.

## Regroupements par technique de désherbage



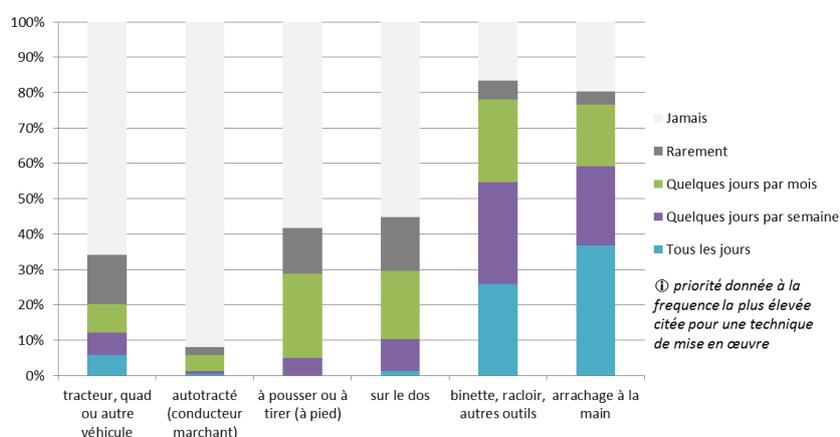
- Le « manuel » très employé : ressort de façon écrasante
- Des techniques rares dans les pratiques : vapeur, air chaud
- ou utilisées peu fréquemment : mono/multiflamme, chimique,...

Ce graphique présente le regroupement des réponses selon les techniques.

Lecture du graphique : la barre verte de l'histogramme (réponses « au moins quelques jours par semaine ») est incluse dans la barre rouge (« au moins quelques jours par mois»), elle-même incluse dans la barre bleue (« au moins rarement »).

- On constate que les techniques manuelles de désherbage sont massivement citées.
- Certaines techniques sont rares dans les pratiques : la vapeur, l'air chaud ou les techniques « autre » ne sont quasiment pas mentionnées.
- D'autres sont utilisées par un certain nombre de jardiniers, mais peu fréquemment : les techniques mono/multiflamme et chimique sont utilisées, mais pas souvent, puisque les fréquences d'utilisation d'au moins quelques jours par semaine sont très faibles.

## Regroupements par mode de mise en œuvre



- Les mises en œuvre correspondant aux techniques manuelles sont les plus utilisées et les plus fréquentes
- Les autres modes utilisés le sont moins fréquemment
- et l'autotracteur est un mode de mise en œuvre rare

Ce graphique présente le regroupement des réponses selon les modes de mise en œuvre. Les 6 catégories ainsi constituées sont les suivantes : « Tracteur ou autre véhicule », « Autotracteur », « À pousser ou à tirer », « Sur le dos », « Binette, racloir, autres outils », « Arrachage à la main » (ces deux dernières catégories ne sont pas issues de regroupements).

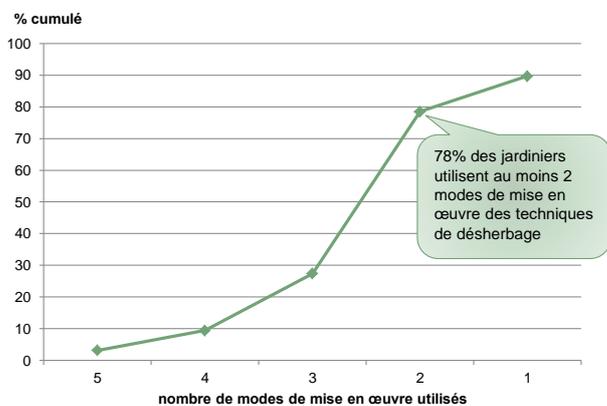
Lorsqu'un jardinier cite un même mode de mise en œuvre pour des techniques différentes, on a gardé la fréquence la plus élevée indiquée pour ce mode de mise en œuvre.

- Les mises en œuvre correspondant aux techniques manuelles sont les plus utilisées et les plus fréquentes : environ 80% des jardiniers les utilisent (au moins rarement), et 2/3 à 3/4 de ces derniers avec une fréquence d'au moins quelques jours par semaine.
- Les autres modes utilisés le sont moins fréquemment car la fréquence d'utilisation correspondant à au moins quelques jours par semaine (turquoise et violet) constitue une proportion moindre de l'ensemble des utilisations « au moins rarement »
- L'autotracteur est quant à lui un mode de mise en œuvre rare, quelle que soit la technique de désherbage considérée.

La suite de la présentation est basée sur ces regroupements par mise en œuvre (plutôt que par technique), car ils semblent plus pertinents vis-à-vis des problématiques de charge physique investiguées dans le projet.

## Nombre de modes de mise en œuvre utilisés

- Très peu de jardiniers n'utilisent qu'un mode de mise en œuvre (11%, soit 25)
- Un peu plus de la moitié des jardiniers interrogés (51%, soit 114 d'entre eux) utilisent exactement 2 modes de mise en œuvre parmi les 6 catégories suivantes :
  - Tracteur ou autre véhicule
  - Autotracté
  - À pousser ou à tirer
  - Sur le dos
  - Binette, racloir, autres outils
  - Arrachage à la main



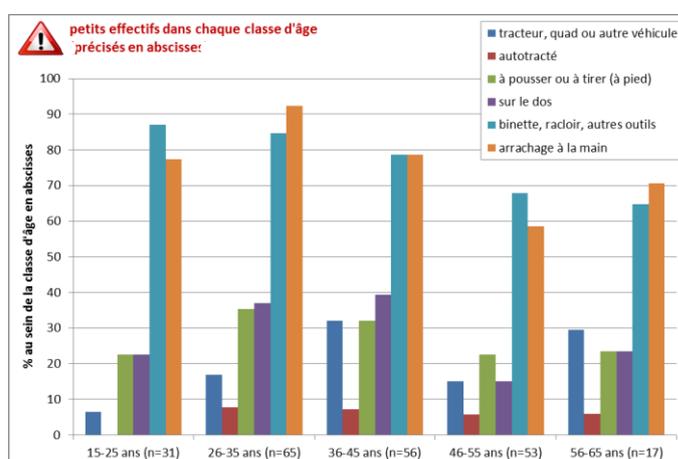
- ...dont un mode de mise en œuvre associé à une technique manuelle (tous sauf 1).

Si l'on regarde le nombre de modes de mise en œuvre cumulés par les jardiniers dans leur activité selon leurs dires, on constate qu'ils sont très peu nombreux à n'en utiliser qu'un seul (seulement 25, soit 11% d'entre eux).

Un peu plus de la moitié des jardiniers interrogés (51%, soit 114 d'entre eux) utilisent exactement 2 modes de mise en œuvre parmi les 6 catégories constituées, dont un mode de mise en œuvre associé à une technique manuelle (tous sauf 1).

Comparer des modes de mise en œuvre entre eux ne reviendrait donc pas nécessairement à comparer des groupes d'individus distincts.

## Mode de mise en œuvre et âge



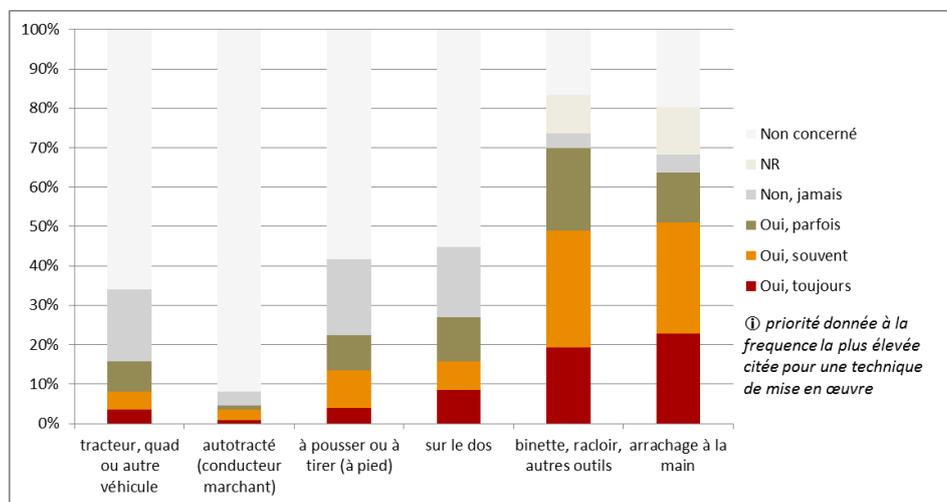
- Méthodes manuelles plus prégnantes chez les plus jeunes
- Le tracteur et autres véhicules moins que chez les plus de 35 ans

Ce graphique croise les modes de mise en œuvre avec l'âge. Il est à utiliser avec précaution du fait des très petits effectifs dans les sous-catégories représentées par chaque barre de l'histogramme (les pourcentages sont calculés sur des sous-groupes dont l'effectif est compris entre 17 et 65 individus).

Il permet de faire ressortir que :

- Les mises en œuvre manuelles de désherbage concernent quasiment tous les jardiniers de moins de 36 ans, et sont en proportion bien plus souvent utilisées que les autres techniques à ces âges.
- Le « tracteur, quad ou autre véhicule » est en proportion à peu près autant utilisé que le « poussé-tiré » et le « sur le dos » à partir de 36 ans, bien moins avant.

## Ces techniques entraînent-elles des postures contraignantes ? (Q7)



Lecture des graphiques de ce type :

- 100% = les 223 jardiniers, qu'ils utilisent la technique en abscisse ou non
- Non concernés = ceux qui n'utilisent pas la technique
- NR : lorsqu'on ne dispose pas de l'information (ne concerne que les 2 catégories sur le manuel, qui ne sont pas issues de regroupements)

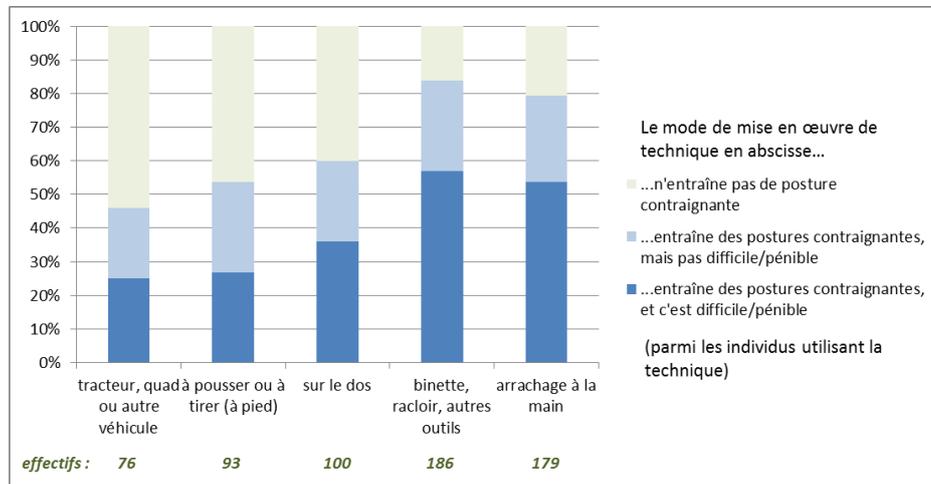
Les fréquences associées à la question des postures contraignantes induites par les techniques sont donc rapportées ici à l'ensemble des jardiniers et pas seulement à ceux qui utilisent la technique qu'on considère.

Par exemple, 23% des jardiniers interrogés pratiquent l'arrachage à la main et déclarent que cela entraîne toujours des postures contraignantes.

En termes de niveau global, si tant est que l'échantillon est représentatif (ce qui n'est pas assuré par le mode de recueil des données mis en œuvre), les techniques manuelles sont les plus impliquées dans les postures contraignantes des jardiniers.

Par ailleurs, au sein de ceux qui utilisent ces techniques, les postures contraignantes sont plus fréquentes : le « oui souvent » et « oui toujours » composent plus de la moitié des concernés par l'utilisation de la binette et de l'arrachage à la main.

## Techniques qui entraînent des postures contraignantes difficiles ou pénibles



Il s'agit maintenant de voir, au sein des sous-populations qui utilisent tel ou tel mode de mise en œuvre, quelle est la proportion des jardiniers qui indiquent un lien avec des postures contraignantes et si c'est vécu comme difficile ou pénible.

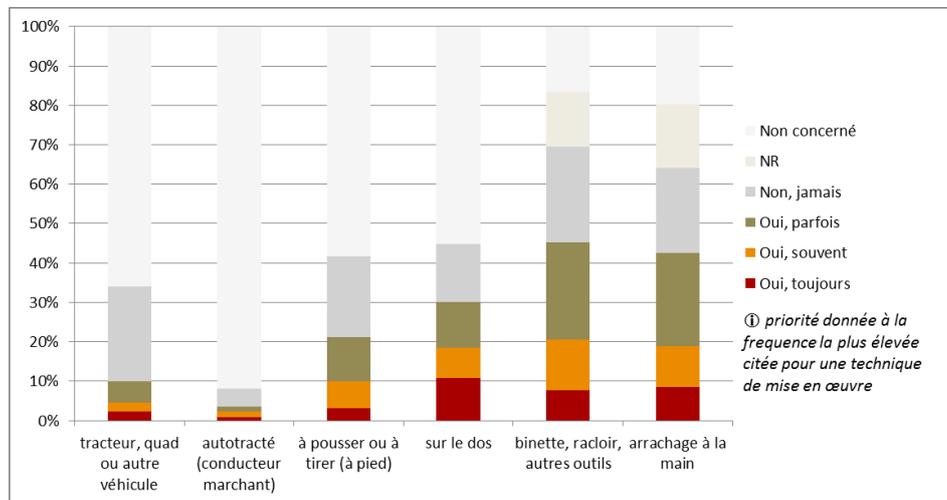
Contrairement au graphique précédent, ici le « 100% » correspond aux jardiniers qui utilisent la méthode considérée, qu'elle induise selon eux des postures contraignantes ou pas (le dénominateur est donc différent pour chaque barre de l'histogramme, et précisé sur le graphique)

On ne représente pas ici l'autotracteur, qui n'est quasiment pas utilisé (effectifs minuscules)

Le pourcentage de « difficile/pénible » est très proportionnel à la fréquence de postures contraignantes déclarées liées aux techniques.

Ce constat paraît assez logique, puisque la notion de « posture contraignante » peut être assez liée aux questions de pénibilité dans l'esprit des gens (il en va de même pour les questions sur les efforts et ports de charges lourdes ainsi que sur les sollicitations répétées des membres supérieurs que l'on verra ci-après).

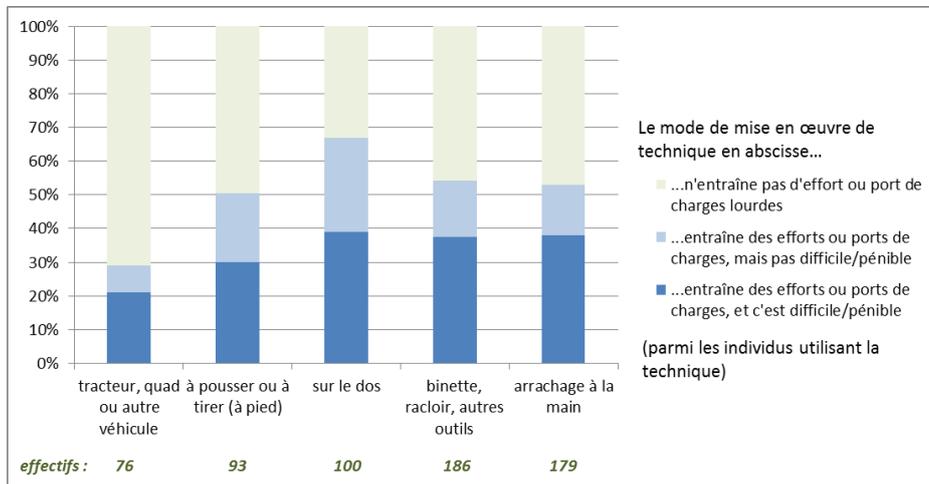
## Ces techniques entraînent-elles des efforts et/ou ports de charges lourdes ? (Q8)



À l'inverse de la question sur les postures contraignantes, les techniques manuelles sont ici moins liées par les jardiniers aux efforts et ports de charges lourdes :

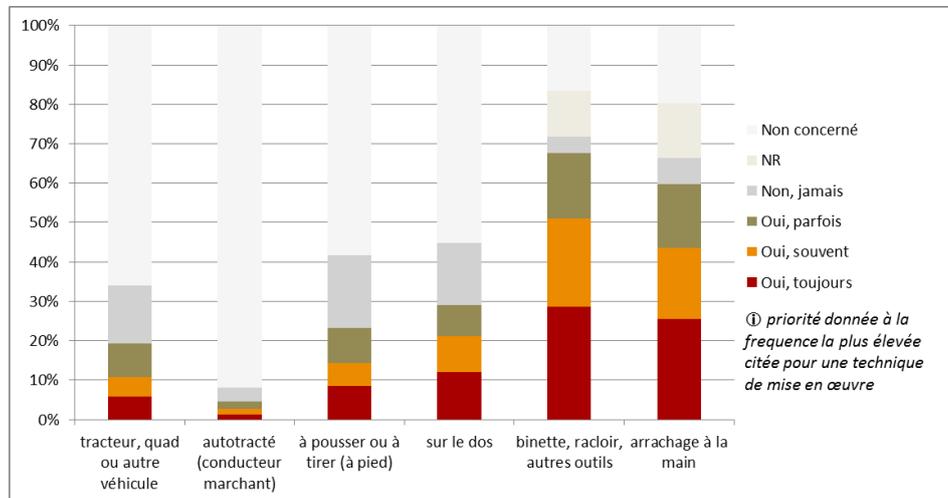
- En niveau global (c'est à dire sur l'ensemble des 223 jardiniers), la somme du « toujours » et du « souvent » n'est pas nécessairement plus répandue que pour d'autres modes de mise en œuvre, notamment les méthodes « sur le dos ».
- Si l'on se place au sein de ceux qui utilisent le mode de mise en œuvre, les efforts et ports de charges lourdes au moins souvent (rouge + orange sur le graphique) sont cités par environ le quart des « manuel », alors qu'il s'agit de la moitié des utilisateurs de « sur le dos ».

## Techniques qui entraînent des efforts ou ports de charges lourdes difficiles ou pénibles



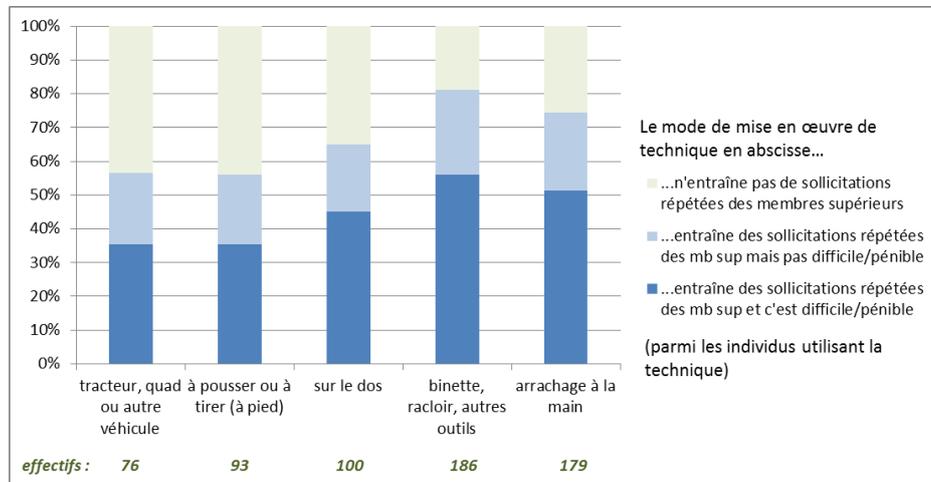
En revanche, la pénibilité en termes d'efforts induite par les modes de mise en œuvre des techniques manuelles semble plus systématique, puisqu'elle égale en proportion la pénibilité en lien avec la méthode sur le dos, qui est pourtant plus fréquemment citée en lien avec les efforts et ports de charges par les utilisateurs de la méthode. On le voit sur le graphique en faisant le rapport entre efforts ou ports de charges lourdes difficiles/pénibles (bleu foncé) sur l'existence d'efforts et port de charges lourdes (bleu clair + bleu foncé).

## Ces techniques entraînent-elles des sollicitations répétées des épaules et/ou coudes et/ou mains ? (Q9)



Les méthodes manuelles sont de nouveau prépondérantes en termes de sollicitations répétées des épaules, coudes et mains des jardiniers.

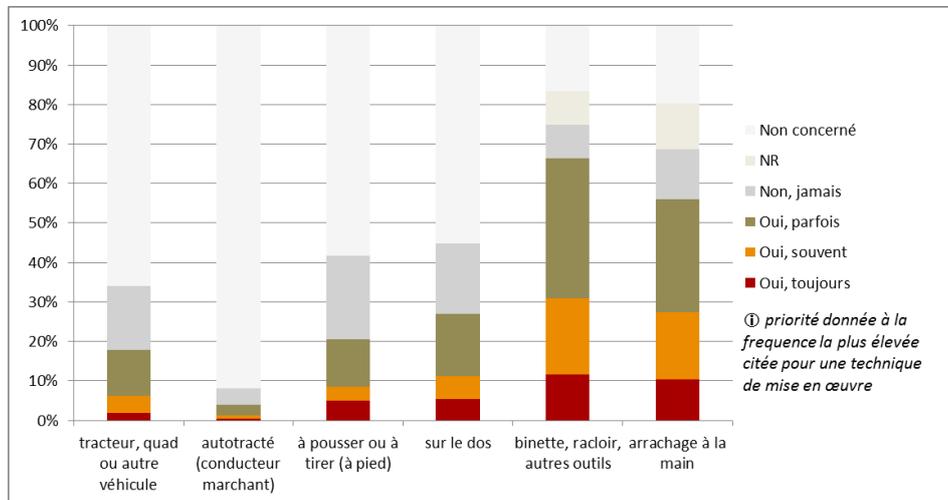
## Techniques qui entraînent des sollicitation répétées épaules/coudes/mains difficiles ou pénibles



C'est le cas aussi en termes de difficulté/pénibilité associée à ces sollicitations répétées des membres supérieurs.

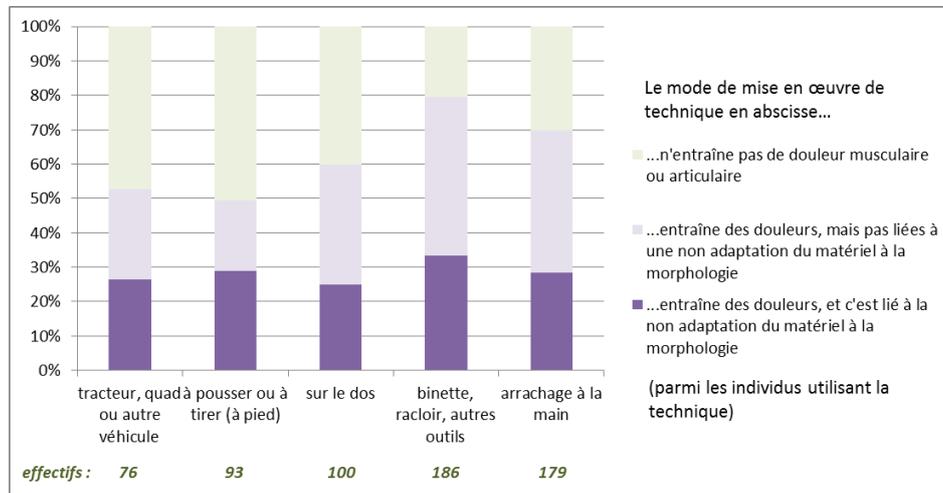
On peut noter que c'est sur cette question que le tracteur ou autre véhicule amène apparemment le plus de contraintes physiques (du moins parmi celles investiguées), et de difficultés avec.

## Ces techniques entraînent-elles des douleurs musculaires ou articulaires ? (Q10)



Des douleurs musculaires et articulaires entraînées souvent ou toujours par des méthodes manuelles de désherbage sont citées par environ le tiers des jardiniers interrogés.

## Techniques qui entraînent des douleurs liées à la non adaptation du matériel à la morphologie



On repère encore mieux sur ce graphique que sur le précédent que 70 à 80% des jardiniers concernés par les méthodes manuelles de désherbage font état de douleurs au moins rarement, de même que 60% de ceux qui font du « sur le dos », et la moitié de ceux qui utilisent les tracteurs ou autres véhicules et le « à pousser ou à tirer ».

Les modes de mise en œuvre des techniques de désherbage semblent dans l'ensemble très astreignantes pour les jardiniers qui les pratiquent. Les fréquences d'utilisation restent cependant à éclaircir : comme on l'a déjà souligné ci-avant, des biais sont possibles en lien avec la saisonnalité de l'activité, la période de passation du questionnaire et l'absence de période de référence au niveau des questions dont les réponses sont à exprimer en fréquence.

Il serait par ailleurs intéressant d'observer le cumul avec les sollicitations venant d'autres aspects de leur activité (pas disponible dans le questionnaire, mais éventuellement sur le terrain).

Un gros quart des jardiniers associant ce type de douleurs à des techniques qu'ils utilisent font le lien avec un matériel non adapté à leur morphologie.

## Synthèse sur les modes de mise en œuvre des techniques de désherbage

- Les techniques manuelles sont largement prépondérantes pour le désherbage
- ...et à tout âge
  
- Ces mêmes techniques sont en proportion des plus impliquées par les jardiniers en termes de :
  - Postures contraignantes
  - Sollicitations répétées au niveau des membres supérieurs
- ...y compris en termes de difficultés ou pénibilité associées
  
- Le mode de mise en œuvre « sur le dos » est en proportion un peu plus souvent que les autres lié aux efforts et ports de charges lourdes par les jardiniers
  
- La proportion de méthodes manuelles déclarées comme entraînant des douleurs articulaires ou musculaires est assez élevée
- ...mais pas tant reliée par les jardiniers à la non adaptation du matériel à leur morphologie que d'autres méthodes

Dans notre échantillon, quelle que soit la technique, les modes de mise en œuvre manuels sont les plus utilisés, et à tout âge. Ces mêmes MMO sont en proportion les plus impliqués par les jardiniers en termes de :

- Postures contraignantes
- Sollicitations répétées au niveau des membres supérieurs
- ...y compris en termes de difficultés ou pénibilité associées

Le MMO « sur le dos » est en proportion un peu plus souvent que les autres lié aux efforts et ports de charges lourdes par les jardiniers.

La proportion de MMO manuels déclarés comme entraînant des douleurs articulaires ou musculaires est élevée.

## Limites de cette approche par questionnaire

- Effectifs des sous-catégories : répartitions inégales
  - Techniques de désherbage
  - Sexe, latéralité
- Informations absentes des données
  - Ancienneté
  - Autres activités (élagage, etc.)
- Formulations + période de passation => biais ?
  - Utilisation techniques etc. pas cadrée dans le temps alors qu'il s'agit d'une activité saisonnière => la réponse donnée peut être :
    - Une « moyenne » sur l'année
    - Par rapport à une « période intense de désherbage »
    - Par rapport à « ces temps-ci »
- Codage des données (Q11)

L'exploitation des données du questionnaire présente un certain nombre de limites :

- Les effectifs des sous-catégories sont inégalement répartis, notamment sur les techniques de désherbage, le sexe, la latéralité, empêchant les croisements permettant de comparer des sous-catégories de l'échantillon de jardiniers constitué. C'est pourtant ce qui aurait permis de contourner le problème de la représentativité de l'échantillon, non assurée par le mode de recueil, comme on le précisait en introduction de cette partie.
- Certaines informations absentes du questionnement, comme l'ancienneté ou encore des informations sur d'autres activités des jardiniers en sus du désherbage, auraient permis d'affiner et de compléter nos résultats.
- La formulation des questions dont les réponses devaient être exprimées en fréquence ainsi que la période de passation du questionnaire ont une probabilité non négligeable d'avoir entraîné des biais, dans la mesure où les jardiniers n'ont peut-être pas tous répondu de la même manière à ces questions. Notamment, l'utilisation de techniques et ce qu'elles entraînent n'est pas cadrée dans le temps alors que le désherbage est une activité saisonnière. Ainsi, la réponse donnée peut être, selon les jardiniers : une « moyenne » sur l'année, par rapport à une « période intense de désherbage », ou par rapport à « ces temps-ci ».

Fiche : Management du désherbage et organisation du travail

CompamedSanté

## CONCEPTION DES PLANS DE CHARGE ATTRIBUTION DES CHANTIERS

### LES ENJEUX DE LA PRÉVENTION

La conception des plans de charge et l'attribution des chantiers à telle ou telle équipe de jardiniers est une dimension forte du travail du manager. Son niveau de connaissance sur les contrats ou chantiers prioritaires, sur la configuration des lieux d'intervention et sur les jardiniers eux mêmes (santé, connaissances, compétences) peut avoir une influence forte sur la planification, et en conséquence sur l'efficacité du travail des jardiniers et sur leur santé.

Une planification insuffisamment construite et/ou partagée avec les jardiniers pourra entraîner par exemple des pics d'activité, des urgences qui auraient pu être anticipées, une impossibilité d'optimiser les déplacements ou les mobilisations de matériel, une perte de flexibilité pour répondre à la demande des clients ou usagers, une mauvaise utilisation des compétences des jardiniers, etc. De leur côté, les jardiniers qui se voient attribuer des chantiers aux caractéristiques non connues ou non maîtrisées rencontreront des difficultés à optimiser leur action.

Ces situations peuvent exposer les jardiniers à un ensemble de facteurs de risques pour leur santé : travailler sous pression temporelle, réaliser des gestes répétitifs, supporter trop de postures pénibles, ressentir une monotonie dans le travail ou des incertitudes liées à la méconnaissance du planning ou du terrain d'intervention.

### OBJECTIFS POUR LE MANAGER

#### DIFFUSER LES PLANNINGS ET LES POSSIBILITÉS D'AJUSTEMENTS

Les jardiniers doivent pouvoir disposer d'une vision hebdomadaire, mensuelle voire saisonnière des chantiers à réaliser, et des possibilités de réajustement : la formalisation de plannings ne doit pas empêcher les managers et les jardiniers d'adapter, si cela est possible, l'ordre des chantiers en cas d'opportunité ou d'évènement non prévu (par exemple un évènement climatique, un problème de matériel ou de personnel).

#### DIFFUSER DES INFORMATIONS PRÉCISES SUR LES CONDITIONS D'INTERVENTION

Les jardiniers seront d'autant plus efficaces s'ils disposent d'une connaissance précise de la localisation exacte du chantier, de la surface à entretenir, du type de travail à réaliser, du niveau de qualité attendu, de l'accessibilité, des risques liés à l'environnement. Ces informations leur permettront d'anticiper, de se préparer au travail à réaliser et d'emporter le matériel adéquat (type et quantité).

#### EVALUER LES RESSOURCES DISPONIBLES

Le manager veillera à attribuer les chantiers à telle ou telle équipe en anticipant, à minima :

- le personnel disponible (nombre, compétences, expérience, habilitations)
- l'état de santé des jardiniers (pour protéger les plus usés des contraintes les plus lourdes, mais aussi pour ne pas attribuer systématiquement les chantiers les plus pénibles aux mêmes jardiniers)
- le matériel disponible (en quantité et en qualité)

Réalisé par



Financé par



1



## PISTES D' ACTIONS

### SE FORMER À LA SANTÉ-SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Les managers peuvent ne pas avoir été préparés à encadrer et surtout appréhender la dimension santé-sécurité au travail dans leur mission. Evaluer les besoins de formation visant une plus grande sensibilité aux connaissances sur le travail, aux liens santé-travail, aux conditions de travail des salariés ou encore au coût économique des mauvaises conditions de travail.

### CONSTRUIRE OU RENFORCER LA COMMUNICATION AVEC LA DIRECTION

Organiser des temps d'échanges réguliers avec les hiérarchies ou les différents services pour identifier les chantiers prioritaires, lisser (dans la mesure du possible) la charge de travail, adapter l'allocation des ressources.

### ANTICIPER LES ABSENCES DE PERSONNELS

Construire ou entretenir des points réguliers avec le service des ressources humaines ou le référent interne concerné, pour anticiper les absences prévues (congs, RTT, formations, délégations, etc.).

### ANTICIPER LES (IN)DISPONIBILITÉS DES MOYENS MATÉRIELS

Construire ou entretenir des points réguliers avec les jardiniers et le référent interne concerné, pour identifier le matériel spécifique disponible et son état de fonctionnement, et pour anticiper les périodes d'indisponibilités pour cause de maintenance.

### PRÉSERVER UN TEMPS DE RECONNAISSANCE SUR LE TERRAIN

Les exigences et tâches actuelles tendent à éloigner les managers des terrains d'intervention. Or, les managers seront d'autant plus efficaces dans leur planification et attribution des ressources s'ils préservent un temps d'investigation et de reconnaissance des lieux d'intervention.

### PLANIFIER ET CO-CONSTRUIRE LES PLANNINGS À COURT ET MOYEN TERMES

Construire des plannings hebdomadaires par équipes, construire des plannings mensuels voire saisonniers en identifiant les gros chantiers.

Il sera nécessaire de prévoir des temps d'échanges avec les jardiniers autour de ces plannings, afin de s'appuyer sur leur expérience du terrain, et de réajuster en cas de besoin.

Astuce pour la planification : en fonction de la saison et de la météo, les plannings peuvent vite se retrouver chamboulés. La réactivité est cruciale pour ne pas se laisser dépasser. On pourra ainsi construire les plannings en deux temps :

- positionner les tâches indispensables sur la semaine ou le mois, en bloquant des créneaux dédiés,
- lister les actions à mener quand la possibilité se présentera, par ordre de priorité (quand la météo s'y prêtera ou que le site sera libéré par exemple).

### RÉDUIRE LES SOURCES D'ALÉAS

Les actions de réduction des aléas prévisibles ont une forte efficacité de prévention. Le recensement systématique des incidents et leur analyse peuvent donner lieu à des actions pour les supprimer ou les réduire, à la fois au quotidien, à l'occasion de campagnes de maintenance, et à l'occasion des investissements. Cette réduction des aléas passe nécessairement par une meilleure écoute des jardiniers sur les difficultés qu'ils rencontrent et les pistes auxquelles ils pensent pour y pallier. Outre la réduction des incidents pour lesquels cela est possible, il est nécessaire de réfléchir aux moyens et procédures permettant de gérer ceux qui ne peuvent pas être éliminés.

## → PISTES D' ACTIONS

### CONSTRUIRE ET S'APPUYER SUR UN DOCUMENT DE SUIVI DES ZONES SENSIBLES OU CRITIQUES

Dans le cas où la gestion de certaines zones a été problématique, il peut être pertinent de garder la mémoire des interventions pour mieux planifier les interventions futures. Un "classeur de bord" peut remplir ce rôle. Il contiendra par exemple, pour chaque intervention : la date, le nombre d'agents concernés, la tâche réalisée, le temps passé, etc. Ces informations pourront être complétées de commentaires (éléments à penser pour la prochaine fois, difficultés rencontrées, changement de matériel envisagé pour mieux travailler, etc.) Ce document permettra également de consigner les éventuelles transformations des lieux, et de garantir la cohérence de l'entretien avec le projet d'origine.

### COMMUNIQUER AVEC LES JARDINIERS

La communication avec les jardiniers, formelle et informelle, individuelle et collective, est de toute importance. Et d'autant plus si les jardiniers travaillent souvent loin du siège de l'équipe, et que les rencontres avec eux sont rares. Il importe a minima d'échanger sur la construction des plannings, sur les ressources disponibles (jardiniers, matériel), sur les difficultés rencontrées sur le terrain ou encore sur les moyens qui permettraient au maximum d'éviter qu'une situation d'urgence, de crise ou d'accident ne se reproduise.

### S'APPUYER SUR L'AUTO-DIAGNOSTIC COMPAMED SANTÉ

L'auto-diagnostic Compamed Santé disponible sur [www.compamed.fr/compamed-sante/](http://www.compamed.fr/compamed-sante/) propose un ensemble de leviers d'action pour renforcer les liens entre management du désherbage et santé du personnel.

## → RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cette fiche s'appuie sur les références suivantes :

- Application informatique Compamed Santé : <http://www.compamed.fr/compamed-sante>
- Bernon, J., Escriva, E., Schweitzer, J.M. (2011). *La prévention durable des TMS*. Lyon : ANACT.
- Bourgeois, F., Lemarchand, C., Hubault, F., Brun, C., Polin, A., & Fauchoux, J-M. (2000). *Troubles musculosquelettiques et travail. Quand la santé interroge l'organisation*. Lyon : ANACT.
- Caroly, S., Coutarel, F., Escriva, E., Roquelaure, Y., & Schweitzer, J.M. (2007). *La prévention durable des TMS. Quels freins? Quels leviers d'action? Rapport DGT de la recherche-action 2004-2007*.

Fiche : Management du désherbage et organisation du travail

## CONSTITUTION DES ÉQUIPES

CompamedSanté

### LES ENJEUX DE LA PRÉVENTION

L'efficacité des équipes est une dimension forte du travail d'organisation du manager, car l'action collective des membres d'une équipe est centrale pour la qualité du travail réalisé et pour la prévention des risques professionnels. Le travail collectif correspond à la manière dont les jardiniers vont plus ou moins coopérer de manière efficace et efficiente dans une situation donnée.

De nombreuses recherches ont identifié les missions assurées par les collectifs :

- facilitation de l'ajustement aux difficultés, ou aux imprévus
- émergences de règles communes face à des contraintes extérieures
- gestion collective des perturbations extérieures au lieu d'une gestion individuelle : soutien et aide d'un membre du groupe soumis à des perturbations internes ou externes
- partage des points de vue et des divergences sur la « manière de bien faire » le travail
- équilibre des efforts individuels
- développement des compétences de chacun y compris sur le fonctionnement de la structure
- protection face aux contraintes physiques et psychologiques

### OBJECTIFS POUR LE MANAGER

#### FAVORISER LA CONSTRUCTION D'UN CADRE DE RÈGLES PARTAGÉES

Le manager doit encourager le débat sur les valeurs, sur les dimensions pertinentes de l'activité et sur les conditions du travail nécessaires pour réaliser un travail de qualité (liée à l'efficacité, à la préservation de la santé, à la construction du sens du travail).

Un « cadre de référence » émergera de ce débat. Ce cadre peut être compris comme un ensemble de repères sur lesquels les individus se mettent d'accord pour pouvoir réaliser leur activité. Il permettra à chacun de se situer sur une base commune et sur les ajustements individuels et collectifs possibles face aux événements potentiels que les jardiniers peuvent rencontrer.

C'est un axe majeur de prévention de la santé : il permet de renseigner sur les objectifs à tenir et sur les ajustements qui peuvent se mettre en place. Le collectif pourra gérer au mieux la diversité des situations possibles, prévoir des issues possibles lorsque la situation devient trop contraignante, et construire de nouveaux savoir-faire en y intégrant la question de la prévention.

#### IDENTIFIER, RECONNAÎTRE ET PARTAGER LES ATOUTS ET DIFFICULTÉS DE CHACUN

Pour constituer des équipes efficaces, il incombe au manager d'identifier les atouts et difficultés de chacun des membres de l'équipe ; ils peuvent être de différentes natures :

Domaine	Atouts	Difficultés
Travail	Compétences, savoir-faire, expérience, connaissances	Méconnaissance, inexpérience ou difficultés vis-à-vis de : - l'usage de certains matériels, - l'entretien de certains végétaux, - interventions dans des contextes identifiés pouvant être facteurs de stress (bords de route, bords de rivières, en présence d'animaux, etc.)
Santé	Capacités physiques ou sensorielles	Douleurs articulaires ou musculaires, lombalgies, problèmes de genoux, allergies, etc.

La connaissance de ces éléments devra permettre au manager d'équilibrer au mieux l'équation entre la charge de travail, les atouts et les faiblesses de chacun, d'argumenter ses choix et de faire connaître à l'équipe en quoi chacun peut être une ressource pour le groupe.

#### FACILITER LES CONDITIONS D'ENTRAIDE ET DE COOPÉRATION DANS LE TRAVAIL

Dans de nombreux modèles d'organisation, la prescription correspond à un travail individuel et surtout pas collectif. En conséquence, l'entraide est parfois non prévue. Il convient donc d'identifier les problèmes liés aux différentes consignes à respecter et aux tâches à réaliser, et chercher si elles sont cohérentes avec les besoins des jardiniers. Ils ne doivent pas faire un choix susceptible de leur faire prendre un risque qui pourrait être évité par l'aide d'un collègue.

Réalisé par



Financé par



1

## → PISTES D'ACTIONS

### SE FORMER À LA SANTÉ-SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Les managers peuvent ne pas avoir été préparés à encadrer et surtout appréhender la dimension santé-sécurité au travail dans leur mission. Evaluer les besoins de formation visant une plus grande sensibilité aux connaissances sur le travail, aux liens santé-travail, aux conditions de travail des salariés ou encore au coût économique des mauvaises conditions de travail.

### CONSTRUIRE OU RENFORCER LA COMMUNICATION AVEC LA DIRECTION

Organiser des temps d'échanges réguliers avec les hiérarchies ou les différents services pour identifier les chantiers prioritaires, lisser (dans la mesure du possible) la charge de travail, et ainsi adapter la constitution des équipes.

### CONSTRUIRE OU RENFORCER LES LIENS AVEC LE SERVICE DE SANTÉ AU TRAVAIL (OU LE RÉFÉRENT INTERNE CONCERNÉ)

Ces actions permettront de mieux prendre en considération dans la constitution des équipes les restrictions temporaires ou définitives, certaines précautions particulières telles que les allergies, etc.

### CONSTRUIRE OU RENFORCER LA COMMUNICATION AVEC LE SERVICE DES RESSOURCES HUMAINES (OU LE RÉFÉRENT INTERNE CONCERNÉ)

- Pour anticiper les absences de personnels prévues (congés, RTT, formations, délégations, etc.).
- Pour identifier chez chaque jardinier : les certifications, formations à jour ou à renouveler, possibilités et volontés d'évolutions de carrière. Cette capitalisation d'information permettra d'une part d'exploiter au mieux certaines compétences et d'autre part d'anticiper les besoins de formations.
- Pour évaluer ou négocier des possibilités de recrutement ou au contraire pour anticiper au mieux des diminutions d'effectifs

### ANTICIPER LES (IN)DISPONIBILITÉS DES MOYENS MATÉRIELS

Construire ou entretenir des points réguliers avec les jardiniers et le référent interne concerné, pour identifier le matériel nécessitant des formations ou certifications spécifiques et son état de fonctionnement, ceci afin de faire correspondre la constitution des équipes avec le matériel nécessaire aux chantiers.

### PRÉSERVER UN TEMPS DE RECONNAISSANCE TERRAIN

Les exigences et tâches actuelles tendent à éloigner les managers des terrains d'intervention. Or, les managers seront d'autant plus efficaces dans leur planification et attribution des ressources s'ils préservent un temps d'investigation et de reconnaissance des lieux d'intervention.

### COMMUNIQUER AVEC LES JARDINIERS

La communication avec les jardiniers, formelle et informelle, individuelle et collective, est de toute importance. Et d'autant plus si les jardiniers travaillent souvent en déplacement loin du siège de l'équipe, et que les rencontres avec eux sont rares. Il importe a minima de favoriser les retours d'informations des jardiniers autour des chantiers passés ou en cours, afin de mieux identifier les coopérations efficaces entre jardiniers, et les tâches que l'on peut attribuer à chacun.

### REPÉRER LES FORMES COLLECTIVES DU TRAVAIL, POUR LES CONSOLIDER

Identifier :

- la place de tel ou tel individu dans ce collectif
- les coopérations formelles et informelles établies entre les jardiniers
- les apports du collectif dans la réalisation du travail (points de repères, règles, régulations...)
- les coopérations reconnues comme importantes aux yeux des jardiniers

### STABILISER LES ÉQUIPES

Un collectif a besoin de stabilité pour se construire et fonctionner efficacement. Cette construction peut être mise à mal par une modification des places tenues par chacun des membres du groupe, par l'accroissement provisoire de l'effectif du groupe par de nouveaux arrivants (intérimaires, mobilité interne...), ou encore par la substitution d'un ou plusieurs membres de ce groupe par de nouveaux (intérimaires, remplaçants...). Le manager doit donc veiller à ne changer la constitution des équipes que lorsque le contexte le nécessite clairement (par exemple : chantier spécifique, tensions entre membres de l'équipe, volonté des jardiniers de changer).

## → PISTES D' ACTIONS

### ENCOURAGER LA COOPÉRATION

La prévention des risques passe aussi par une constitution des équipes, une répartition du travail, et le rappel de consignes favorables à l'entraide entre jardiniers : une organisation du travail qui permet la coopération favorisera la réduction de certains effets des conditions de travail accrus avec l'âge, et compensera chez les moins expérimentés, le manque de compétences. Par exemple, les plus expérimentés mais atteints de douleurs physiques se feront aider par leurs collègues dans les tâches les plus physiques. En retour, ceux-ci pourront faire profiter les moins expérimentés de leurs connaissances et savoir-faire.

### FACILITER LA TRANSMISSION DES SAVOIR-FAIRE DE PRUDENCE ET DE PROTECTION

Le travail en collectif peut être l'opportunité de développer des savoir-faire de prudence : d'une part en échangeant sur les pathologies et les risques liés à la situation de travail, et d'autre part en laissant les possibilités de guider son collègue vers les gestes les plus protecteurs.

Mais la transmission ne s'opérera que sous deux conditions :

- de laisser du temps aux jardiniers pour qu'ils puissent échanger,
- que cet échange puisse se dérouler dans un climat de confiance au sein des équipes.

En effet, chacun peut être amené à partager, avec ses collègues et son encadrement, les difficultés qu'il a pu rencontrer : cela peut être la manière dont il a résolu une situation problématique, en quoi il a dû éventuellement transgresser les règles pour trouver une solution satisfaisante, les douleurs qui peuvent être ressenties plus fortement dans tel ou tel cas de figure.

### RAPPELER RÉGULIÈREMENT LES RÈGLES DE COMPOSITION DES ÉQUIPES OU D'ATTRIBUTION DES LIEUX D'INTERVENTION

Afin de limiter les sentiments d'iniquité dans le travail, le manager doit être en capacité d'argumenter ses choix de constitution des équipes et d'attribution des chantiers sur la base d'un ensemble de règles explicites et connues par chacun.

### MAINTENIR UN ÉQUILIBRE ENTRE SPÉCIALISATION ET POLYVALENCE DU PERSONNEL, ENTRE STABILITÉ ET DIVERSITÉ DES TÂCHES

La monotonie dans le travail et à l'opposé le changement permanent sont sources d'usure et de de risques professionnels. Le manager alternera dans la mesure du possible des phases de changement et des phases de stabilisation des équipes et des tâches à réaliser. Pour construire cette alternance, il n'existe pas de règle applicable à toutes les situations. Le manager devra s'appuyer sur les échanges avec les jardiniers pour identifier les périodes propices au changement.

### S'APPUYER SUR L'AUTO-DIAGNOSTIC COMPAMED SANTÉ

L'auto-diagnostic Compamed Santé disponible sur [www.compamed.fr/compamed-sante/](http://www.compamed.fr/compamed-sante/) propose un ensemble de leviers d'action pour renforcer les liens entre management du désherbage et santé du personnel.

## → RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cette fiche s'appuie sur les références suivantes :

- Application informatique Compamed Santé : <http://www.compamed.fr/compamed-sante>
- Bernon, J., Escriva, E., Schweitzer, J.M. (2011). *La prévention durable des TMS*. Lyon : ANACT.
- Bourgeois, F., Lemarchand, C., Hubault, F., Brun, C., Polin, A., & Faucheux, J-M. (2000). *Troubles musculosquelettiques et travail. Quand la santé interroge l'organisation*. Lyon : ANACT.
- Caroly, S. et Barcellini, F. (2013) Le développement de l'activité collective. Dans P. Falzon (coord.). *Ergonomie constructive* (p. 33-46). Paris : PUF.
- Weill-Fassina, A. et Rabardel, P. (2011). Point de vue ergonomique sur les facteurs psycho-sociaux de risques pour la santé. Dans M. Gollac et M. Bodier (coord.). *Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser. Rapport du Collège d'expertise du suivi des RPS au travail*.

## TRANSMISSION DES INFORMATIONS

## LES ENJEUX DE LA PRÉVENTION

Le manager assure le rôle d'intermédiaire entre les dirigeants et les jardiniers. Il veille à ce que les attentes des dirigeants soient réalisées par l'équipe, mais également à ce que la réalité de terrain remonte aux dirigeants.

Son rôle dans la prévention se traduit essentiellement à travers quatre actions :

- identifier ce qui rend le travail difficile à réaliser,
- anticiper les besoins (affecter les compétences selon les travaux, entretenir et ajuster les moyens),
- soutenir les jardiniers particulièrement exposés (novices, jardiniers affectés à un chantier ou client difficile) en agissant sur les dysfonctionnements et les manques, ou encore sur les ressources mobilisées,
- faire remonter les difficultés à la direction : toutes les difficultés identifiées ne relèvent pas uniquement de la compétence du manager, mais il peut agir en instruisant les problèmes identifiés puis en demandant des actions correctives auprès des autorités compétentes.

L'analyse et la prévention des risques passent par la mise en mouvement progressive d'une dynamique de réflexion, d'action, et de débat collectifs. Ce travail de prévention ne peut donc pas se faire seul : la contribution des jardiniers est essentielle. Pour cela, il faut communiquer, c'est-à-dire « mettre en commun ». Le but des échanges n'est pas nécessairement d'aboutir à un accord unanime, mais plutôt de pouvoir s'accorder. Plus les situations sont ambiguës ou complexes et plus les échanges sont nécessaires. Le débat est aussi l'opportunité de confronter une diversité des logiques, dont la prise en compte est nécessaire à la vie de l'organisation. Ce temps d'échange devient ainsi stratégique pour le management, tant pour le pilotage des actions que pour l'évaluation de la contribution des jardiniers.

Les moments de transmission des informations aident les jardiniers et le manager à comprendre et à se repérer dans l'organisation, à trouver une place, à gérer plus collectivement les problèmes du travail... et de la santé. Mais cela exige des temps dédiés. L'absence ou le défaut de lieux et de moments d'échanges peut entraîner un isolement des jardiniers et des managers qui éprouvent alors des difficultés à faire face seuls aux contraintes auxquelles ils sont confrontés. L'isolement est véritablement générateur de souffrance.

Dans ce contexte, les jardiniers ne sont pas uniquement bénéficiaires de la prévention dans un cadre descendant, ils doivent aussi en être les acteurs, en participant au recueil et à la remontée d'informations utiles au manager. Cette contribution porte sur deux types de contenus :

- décrire les conditions dans lesquelles le travail peut être bien fait,
- faire des liens entre des éléments concrets du travail et la pénibilité.

## OBJECTIFS POUR LE MANAGER

## CONCEVOIR UNE ORGANISATION CAPABLE DE S'ADAPTER

Il s'agit de concevoir des environnements non seulement adaptés et adaptables mais pouvant faire l'objet de débats, où les contraintes, ressources et les « inventions » quotidiennes des jardiniers sont discutées et peuvent être intégrées à la structure. Une bonne organisation est alors celle qui est capable de s'adapter aux situations variées qu'il faut gérer .

Dans ce cadre, le manager pourra se fixer de :

- animer le dialogue entre les différentes parties prenantes du travail des jardiniers,
- construire et alimenter une dynamique d'échanges avec les jardiniers,
- faire contribuer les jardiniers à la conception du travail,
- faciliter la remontée d'informations des jardiniers,
- capitaliser des informations utiles aux projets à venir.

Réalisé par



Financé par



## → PISTES D' ACTIONS

### IDENTIFIER LA STRATÉGIE DE LA DIRECTION

La manager de proximité doit connaître, comprendre et être en capacité d'expliquer à ses équipes et interlocuteurs :

- les objectifs opérationnels, stratégiques ou politiques de la direction,
- les stratégies adoptées par la direction pour atteindre ces objectifs,
- sa propre place et celle des jardiniers dans ces stratégies.

### SE FORMER À LA CONDUITE DE RÉUNIONS

La formation des managers à la conduite de réunions favorisera la dynamique des échanges et une bonne transmission des informations.

### CO-CONSTRUIRE LES ÉCHANGES AVEC LES JARDINIERS

Par exemple, les jardiniers pourront participer à la construction de l'ordre du jour des contenus des réunions, au choix des supports d'échanges les plus propices à la diffusion des informations utiles, urgentes ou des comptes-rendus des réunions.

### PLANIFIER DES TEMPS D'ÉCHANGES FORMELS

Par exemple :

- réunions quotidiennes de lancement de la journée (5 min à l'embauche),
- réunions hebdomadaires : bilan de la semaine et de préparation de la semaine à venir (30 min),
- réunions bilan exceptionnelles : bilan annuel ou saisonnier ou d'un chantier particulier.

### VARIER LES MÉDIAS ET MODES DE COMMUNICATION

Par exemple :

- affichage, s'il est support à des échanges,
- réunions formelles et/ou informelles,
- réunions en petits groupes pour des aspects très pratiques, ou sur les problèmes de terrain,
- réunions en grands groupes pour la transmission d'informations plus générales.

### DIFFUSER LES COMPTES-RENDUS DES ÉCHANGES

Par exemple par un affichage ou un document de synthèse très court.

### EQUIPER LES JARDINIERS DE MOYENS DE COMMUNICATION

S'assurer que les jardiniers disposent de moyens de communication pour joindre le manager en cas de problème sur le terrain.

### TESTER DE NOUVEAUX MOYENS DE COMMUNICATION

Par exemple, certains logiciels de gestion permettent de transmettre des informations depuis le bureau vers les mobiles des salariés.

### S'APPUYER SUR L'AUTO-DIAGNOSTIC COMPAMED SANTÉ

L'auto-diagnostic Compamed Santé disponible sur [www.compamed.fr/compamed-sante/](http://www.compamed.fr/compamed-sante/) propose un ensemble de leviers d'action pour renforcer les liens entre management du désherbage et santé du personnel.

## → RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cette fiche s'appuie sur les références suivantes :

- Application informatique Compamed Santé : <http://www.compamed.fr/compamed-sante>
- Arnoud, J. et Falzon, P. (2013). La co-analyse constructive des pratiques, Dans P. Falzon (coord). Ergonomie Constructive (p.223-236). Paris : PUF.
- Bernon, J., Escriva, E., Schweitzer, J.M. (2011). La prévention durable des TMS. Lyon : ANACT.
- Bourgeois, F., Lemarchand, C., Hubault, F., Brun, C., Polin, A., & Faucheux, J-M. (2000). Troubles musculosquelettiques et travail. Quand la santé interroge l'organisation. Lyon : ANACT.
- Daniellou, F. (1998). Une contribution au nécessaire recensement des « repères pour affronter les TMS », Dans F. Bourgeois (Ed.), TMS et évolutions des conditions de travail. Lyon : ANACT.
- Hubault, F. (2013). Le travail de management. Travailler, 2013/1 n°29, p.81-96.
- Rocca, M. (2009). Le management de la performance du travail. Paris : L'harmattan.

## 21.ANNEXE - L'APPLICATION MANAGEMENT DU DESHERBAGE ET SANTE

L'application est disponible en libre accès sur le site Compamed.fr (<http://www.compamed.fr/compamed-sante/>)

A titre d'exemples, la page d'accueil de l'application ainsi qu'un thème à compléter et une page de résultats sont présentés ci-dessous :

La page d'accueil

The screenshot shows the home page of the 'Compamed Santé' application. On the left is a vertical sidebar with 9 menu items, each with a number in a circle and a description. Items 1 and 9 have a small asterisk icon. Below the sidebar is a progress bar showing 'Progression : 0%'. At the bottom of the sidebar are two buttons: 'VOIR MON DIAGNOSTIC' and 'AIDE'. The main content area has a blue header with a right-pointing arrow and the title 'Compamed Santé'. Below the title, there is a diagnostic question: ' Vos ressources sont-elles réellement adaptées à vos pratiques de désherbage ? Votre organisation du travail est-elle optimale ?'. This is followed by a paragraph: ' L'auto-diagnostic vous permet de vous pencher sur **les liens entre efficacité du désherbage et santé du personnel.** Découvrez les leviers d'action pour les renforcer.' Below this is a list of instructions: ' À tout moment, cliquez sur la liste ci-contre pour accéder au questionnaire correspondant.', ' Positionnez-vous parmi les réponses proposées.', and ' Obtenez automatiquement les recommandations les plus adaptées à votre profil.' At the bottom of the main content area is a pink button labeled 'COMMENCER' with a right-pointing arrow icon.

1 L'entretien des espaces extérieurs dans votre structure \*

2 Objectifs de gestion des espaces

3 Moyens matériels pour la gestion de la flore

4 Ressources humaines

5 L'organisation du travail : marges de liberté des managers de proximité

6 Communication interne et externe

7 Recherche de solutions & Innovation

8 Réglementation phytosanitaire & Plan Ecophyto

9 Sensibilisation interne sur les risques sur la santé liés au désherbage \*

Progression : 0%

VOIR MON DIAGNOSTIC

AIDE

Compamed Santé

Vos ressources sont-elles réellement adaptées à vos pratiques de désherbage ?  
Votre organisation du travail est-elle optimale ?

L'auto-diagnostic vous permet de vous pencher sur **les liens entre efficacité du désherbage et santé du personnel.**  
Découvrez les leviers d'action pour les renforcer.

- À tout moment, cliquez sur la liste ci-contre pour accéder au questionnaire correspondant.
- Positionnez-vous parmi les réponses proposées.
- Obtenez automatiquement les recommandations les plus adaptées à votre profil.

COMMENCER →

## Un thème à compléter

- 1 L'entretien des espaces extérieurs dans votre structure \*
- 2 Objectifs de gestion des espaces
- 3 Moyens matériels pour la gestion de la flore
- 4 Ressources humaines
- 5 L'organisation du travail : marges de liberté des managers de proximité**
- 6 Communication interne et externe
- 7 Recherche de solutions & Innovation
- 8 Réglementation phytosanitaire & Plan Ecophyto
- 9 Sensibilisation interne sur les risques sur la santé liés au désherbage \*

Progression : 44%

**VOIR MON DIAGNOSTIC**

AIDE

### 5 L'ORGANISATION DU TRAVAIL : MARGES DE LIBERTÉ DES MANAGERS DE PROXIMITÉ

TÉMOIGNAGES AFFICHER LES TÉMOIGNAGES +

EXPLICATIONS

*Les managers de proximité disposent-ils des informations et marges de manœuvre nécessaires pour prendre en compte l'efficacité et la santé des agents dans la conception des plans de charge, dans la constitution des équipes et dans les échanges avec les équipes ?*

#### Conception des plans de charge, attribution des chantiers 1/3

*Le manager dispose-t-il du temps et des informations nécessaires pour : Planifier, anticiper les chantiers ? Attribuer les chantiers à telle équipe ou à telle autre ?*

VÉRIFIEZ...

Confiez-vous le même chantier à la même équipe plusieurs fois d'affilée ?

La direction a-t-elle assez d'informations sur la charge de travail des jardiniers pour négocier avec un client ?

Avez-vous une visibilité suffisante sur vos plans de charge à court et moyen terme ?

De quelles informations disposez vos équipes concernant la planification ? (affichage, réunions)

Estimez-vous qu'un autre mode d'organisation permettrait d'éviter ou d'anticiper des situations d'urgence ou de crise ?

Estimez-vous être informé suffisamment tôt des événements ou manifestations sur vos lieux d'intervention ?

En cas de besoin, pouvez-vous mobiliser tous

CHOISISSEZ UNE RÉPONSE

**Le manager manque d'information ou de temps pour planifier efficacement les interventions. Il a peu de visibilité sur le plan de charge.**

**Le manager peut planifier les interventions** (en fonction des informations dont il dispose et de son expérience), mais il doit trop souvent réajuster au dernier moment. Il **donne aux équipes des éléments de planification, mais ils n'échangent pas à ce sujet.**

**Le manager peut adapter le plan de charge aux moyens matériels ou humains disponibles.** Il a assez d'informations, d'expérience et de temps pour construire

## Une page de résultats

1 L'entretien des espaces extérieurs dans votre structure \*

2 Objectifs de gestion des espaces

3 Moyens matériels pour la gestion de la flore

4 Ressources humaines

5 L'organisation du travail : marges de liberté des managers de proximité

6 Communication interne et externe

7 Recherche de solutions & Innovation

8 Réglementation phytosanitaire & Plan Ecophyto

9 Sensibilisation interne sur les risques sur la santé liés au désherbage \*

Progression : 100%

☰ VOIR MON DIAGNOSTIC

🔍 AIDE

### Mon Diagnostic

IMPRIMER

## CompamedSanté

AVANT DE POURSUIVRE, IMPRIMEZ CE RAPPORT DE DIAGNOSTIC pour pouvoir y retrouver les références qui vous intéressent et les discuter en équipe

Sur la base des réponses que vous avez choisies, l'outil Compamed Santé vous propose les recommandations les plus adaptées à votre situation. Elles vous donneront :

- Des pistes pour optimiser les liens entre efficacité et santé pour le désherbage,
- Les priorités pour chaque champ investigué dans le cadre du diagnostic.

Les références ci-dessous sont données à titre indicatif, et les listes proposées n'ont pas la prétention d'être exhaustives.

Vous pouvez à tout moment retourner dans les différentes sections du questionnaire en utilisant le menu ci-contre. Vos réponses sont conservées le temps de votre connexion.

### 1 L'entretien des espaces extérieurs dans votre structure

#### 1(2) DANS VOTRE CAS...

L'entretien représente un enjeu occasionnel pour votre structure, en termes de gestion des ressources et de développement de votre activité. Il peut s'agir de lieux particuliers qui requièrent votre attention, ou d'une activité saisonnière ou marginale. Dans tous les cas, **les recommandations ci-dessous pourront vous aider à améliorer les conditions de santé et l'efficacité de vos équipes** tout en prenant en compte la diversité des tâches dont elles ont la charge.

### 2 Objectifs de gestion des espaces