

PARTIE 1 - LA VEILLE  
BIBLIOGRAPHIQUE

# Un élément de surveillance

Dans cette première de quatre parties, un réseau francophone multidisciplinaire présente les principaux résultats d'une veille bibliographique sur la surveillance biologique de l'exposition aux produits chimiques en milieu de travail.

Par JEAN PASSERON<sup>1</sup>, GINETTE TRUCHON<sup>1</sup>, FLORENCE PILLIÈRE<sup>2</sup>, PERRINE HOET<sup>3</sup>, MICHÈLE BERODE<sup>4</sup>, ANNIE BIJAOU<sup>2</sup>, ALINE SAGER<sup>4</sup>, ALINE DETORRENTÉ<sup>4</sup>, MARYSE GAGNON<sup>1</sup> et GINETTE VADNAIS<sup>1</sup>



Jean Passeron<sup>1</sup>

1. INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST) [JEANPASSERON@GMAIL.COM] [GINETTE.TRUCHON@IRSST.QC.CA].
2. INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE EN FRANCE (INRS).
3. UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN (UCL).
4. INSTITUT UNIVERSITAIRE ROMAND DE SANTÉ AU TRAVAIL EN SUISSE (IST).

La surveillance biologique de l'exposition aux produits chimiques en milieu de travail (SBEPc MT) est un des éléments d'évaluation de l'exposition des travailleurs manipulant des produits chimiques. On peut la définir comme l'identification et la mesure des substances de l'environnement du poste de travail ou de leurs métabolites dans les tissus, les sécrétions ou l'air expiré des salariés exposés, pour évaluer l'exposition et les risques pour la santé, en comparant les valeurs mesurées à des valeurs de référence appropriées. Elle participe donc à la démarche d'évaluation du risque chimique, à la gestion et à la prévention de celui-ci, mais aussi à la traçabilité de l'exposition. Elle est le plus souvent complémentaire de la métrologie atmosphérique pour

évaluer les niveaux d'exposition professionnels à des substances.

La mesure des indicateurs biologiques d'exposition constitue la méthode de choix pour l'estimation des risques sanitaires des populations professionnellement exposées. En effet, l'un des principaux avantages de la SBEPc MT consiste à évaluer l'exposition globale des travailleurs en intégrant les différentes voies d'exposition possibles, soit pulmonaire, cutanée et digestive. Cette approche permet

également l'intégration temporelle des expositions et tient compte de plusieurs facteurs reliés à la tâche, aux conditions réelles d'exposition ou à l'individu lui-même, lesquels peuvent influencer l'absorption, le métabolisme ou l'excrétion des xénobiotiques. Cependant, certaines limites s'appliquent à la SBEPc MT, car elle n'est, en effet, pas adaptée à la surveillance des effets locaux. De plus, la forte variabilité biologique affectant les indicateurs biologiques de courte

**Tableau 1.** Nombre d'articles en fonction des principaux mots clés (subdivisé en 13 sections).

**SECTION 1 DU TABLEAU 1**

Type d'article	Nb total	2012	2011	2010	2009
Article original	305	117	69	66	51
Revue générale	46	9	12	15	10
Communication	13	5	6	2	0
Acte	7	2	3	1	1
Lettre	5	3	1	0	1
Revue systématique	3	2	0	0	1
Éditorial	4	4	0	0	0
Chapitre de livre	2	1	0	1	0
Méta-analyse	1	0	0	0	1
Commentaire	1	0	1	0	0
Non classé	50	0	0	23	27
<b>Total</b>	<b>435</b>	<b>143</b>	<b>92</b>	<b>108</b>	<b>92</b>

**SECTION 2 DU TABLEAU 1**

Type de population	Nb total	2012	2011	2010	2009
Travailleurs	223	61	50	62	50
Population générale	121	56	25	23	17
Volontaires	19	10	3	4	2
Animaux	15	7	1	4	3
Étude de cas	7	1	2	3	1
Cellules	1	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>386</b>	<b>136</b>	<b>81</b>	<b>96</b>	<b>73</b>

**SECTION 3 DU TABLEAU 1**

Familles chimiques	Nb total	2012	2011	2010	2009
Métaux	97	33	24	25	15
Pesticides	67	23	14	19	11
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs)	50	19	8	14	9
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs)	43	11	8	8	16
Solvants	34	9	5	14	6
Cytostatiques	15	5	4	5	1
Phtalates	15	11	3	1	0
Isocyanates	11	3	3	2	3
Phénols et dérivés	10	3	1	2	4
Hydrocarbures aliphatiques	9	3	2	1	3
Hydrocarbures aromatiques halogénés	7	4	1	0	2
Hydrocarbures aliphatiques halogénés	6	1	3	2	0
HAPs halogénés	8	4	2	1	1
Amines aromatiques	8	1	3	4	0
Amides	6	2	1	3	0
Acrylamides	6	3	0	3	0
Dioxines	6	5	1	0	0
Glycols et dérivés	4	1	1	1	1
Acides	4	2	0	1	1
Brome et dérivés	4	1	0	2	1
Azote et dérivés	3	0	1	1	1
Perfluorés	3	3	0	0	0
Furanes	2	2	0	0	0
Aldéhydes	2	1	0	0	1
Mycotoxines	2	0	1	1	0
Alcools	1	1	0	0	0
Opioides	1	0	0	0	1
Oxygène et dérivés	1	1	0	0	0
Phosphore et dérivés	2	1	0	1	0
<b>Total</b>	<b>427</b>	<b>153</b>	<b>86</b>	<b>111</b>	<b>77</b>

**SECTION 4 DU TABLEAU 1**

Milieu analysé	Nb total	2012	2011	2010	2009
Urine	273	81	65	67	60
Sang	152	60	31	33	28
Phanères	19	6	5	6	2
Air expiré	10	3	1	1	5
Condensat d'air expiré	8	2	2	4	0
Salive	8	3	0	0	1
Muqueuse buccale	3	1	0	1	1
Lait	3	1	1	0	1
Selles	3	2	0	1	0
Tissu	3	0	1	0	0
Sperme	2	1	1	0	0
Expectoration	2	0	2	0	0
Lavage broncho-alvéolaire	1	0	1	0	0
<b>Total</b>	<b>487</b>	<b>160</b>	<b>110</b>	<b>113</b>	<b>98</b>

**SECTION 5 DU TABLEAU 1**

Vole d'absorption	Nb total	2012	2011	2010	2009
Respiratoire	119	33	27	35	24
Cutanée	52	14	12	15	11
Orale	37	14	8	12	3
Multiple	16	4	5	4	3
<b>Total</b>	<b>224</b>	<b>65</b>	<b>52</b>	<b>66</b>	<b>41</b>

**SECTION 6 DU TABLEAU 1**

Type de biomarqueur (BM)	Nb total	2012	2011	2010	2009
BM d'exposition	304	134	80	64	26
BM d'effet	63	16	19	19	9
BM de susceptibilité	8	1	4	2	1
<b>Total</b>	<b>375</b>	<b>151</b>	<b>103</b>	<b>85</b>	<b>36</b>

demi-vie en limite l'utilisation, car la SBEP MT pourrait, lors de prélèvements tardifs, sous-estimer l'exposition ou au contraire la surestimer en cas de hausses de concentrations en fin de journée. Il faut également noter que peu de valeurs de référence existent à ce jour et le nombre de substances pour lesquelles une biométrie est disponible est encore limité.

SECTION 7 DU TABLEAU 1

Secteur d'activité	Nb total	2012	2011	2010	2009
Agriculture	38	11	10	9	8
Industrie chimique/pharmaceutique	21	8	2	3	8
Personnel soignant	13	4	4	4	1
Industrie pétrochimique	13	7	1	4	1
Industrie des métaux	11	1	4	2	4
Industrie des plastiques	11	4	3	2	2
Industrie automobile	10	3	2	2	3
Fonderie	5	0	2	3	0
Industrie des déchets	6	2	1	1	2
Industrie minière	4	0	0	2	2
Armée	4	0	2	1	1
Nettoyage à sec	3	0	2	1	0
Cokerie	3	1	1	1	0
Autres	22	1	5	12	7
<b>Total</b>	<b>164</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>47</b>	<b>39</b>

SECTION 8 DU TABLEAU 1

Métier	Nb total	2012	2011	2010	2009
Pompiste	10	2	1	3	4
Peintre	9	0	4	2	3
Soudeur	7	4	0	2	1
Infirmier	6	3	1	1	1
Policier	6	3	0	3	0
Fondeur	5	1	1	2	1
Asphalteur	4	0	1	0	2
Cultivateur	4	0	0	2	2
Pharmacien	4	2	1	0	1
Lamineur	3	1	0	0	2
Laborantin	2	1	0	1	0
Cantonnier	2	2	0	0	0
Chromeur	2	0	0	2	0
Autres	10	2	3	2	3
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

La veille

Depuis 2005, une veille bibliographique sur la SBEP MT a été mise en place par un réseau francophone multidisciplinaire. Ce réseau comptait initialement quatre institutions du domaine de la santé au travail: l'INRS (France), l'IRSST (Québec), l'IST (Suisse) et l'UCL (Belgique). Aujourd'hui, l'INRS, l'IRSST et l'UCL continuent d'œuvrer conjointement. Dans un

SECTION 9 DU TABLEAU 1

Poste /procédé	Nb total	2012	2011	2010	2009
Chromage	0	0	0	0	0
Fabrication d'accumulateur	1	1	0	0	0
Maintenance	4	0	0	3	1
Nettoyage à sec	3	0	2	1	0
Traitement de surface	0	0	0	0	0
Usinage	1	0	0	0	1
Vulcanisation	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

SECTION 10 DU TABLEAU 1

Méthodes analytiques	Nb total	2012	2011	2010	2009
Chromatographie liquide à haute pression (HPLC)	89	22	17	28	22
Chromatographie en phase gazeuse (GC)	83	14	22	28	19
Plasma à couplage inductif (ICP)	25	4	9	8	4
Spectrométrie d'absorption atomique (AAS)	25	3	11	7	4
Spectrométrie de masse (MS)	140	32	37	43	28
Autres	8	1	4	2	1
<b>Total</b>	<b>370</b>	<b>76</b>	<b>100</b>	<b>116</b>	<b>78</b>

SECTION 11 DU TABLEAU 1

Organe/système cible	Nb total	2012	2011	2010	2009
Système nerveux	14	6	1	3	4
Appareil respiratoire	10	3	0	4	3
Appareil reproducteur	8	7	1	0	0
Appareil urinaire	8	3	3	2	0
Système endocrinien	5	3	1	0	1
Appareil digestif	3	2	1	0	0
Système sanguin	4	2	2	0	0
Appareil locomoteur	2	1	1	0	0
Système immunitaire	2	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

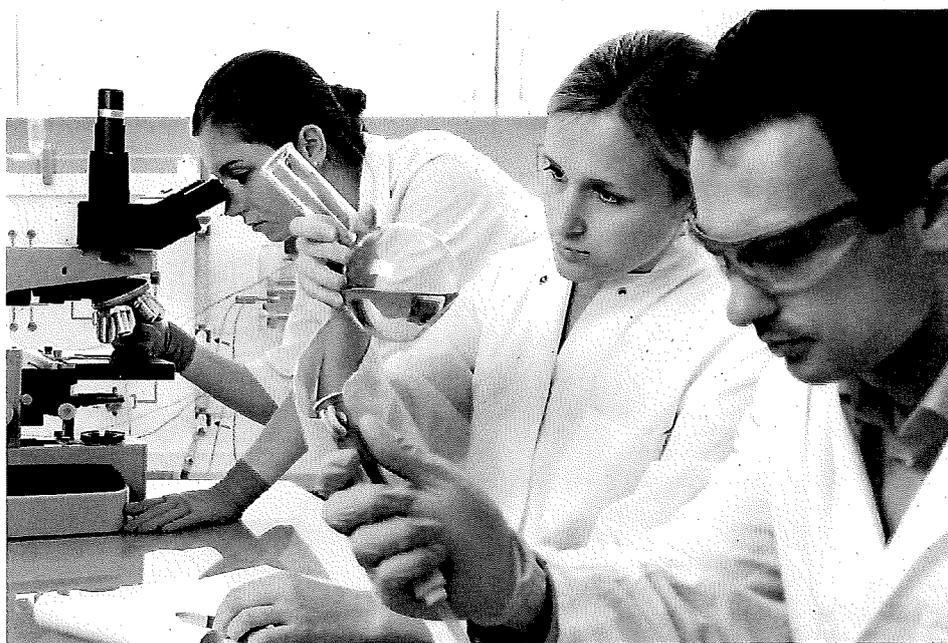
premier article intitulé «Veille bibliographique sur la surveillance biologique de l'exposition aux produits chimiques en milieu de travail» publié dans les *Documents pour le Médecin du travail* de l'INRS (1), les étapes de développement de la stratégie de recherche, de collecte des données et de téléchargement des titres référencés dans des bases *Reference Manager* pour un accès aisé aux chercheurs-lecteurs ont été décrites en détail.

L'objectif de cette collaboration est avant tout de favoriser la mise en commun de compétences afin de suivre en continu et d'échanger périodiquement l'information pertinente des publications récentes dans le domaine de la SBEP MT.

Il s'agit d'un processus de veille scientifique bibliographique active axée sur le suivi des thèmes de recherche propres à chaque institution, sur les tendances et les nouveautés, mais aussi d'une veille plus technique et méthodologique orientée sur l'évolution des dosages biologiques et des méthodes analytiques disponibles ainsi que sur les résultats d'études épidémiologiques fournissant des valeurs de référence et d'aide à l'interprétation des résultats. Ces données permettent ainsi de documenter ou diriger des projets de recherche, mais également de maintenir à jour des guides

SECTION 12 DU TABLEAU 1

Usages et autres	Nb total	2012	2011	2010	2009
Adhésif/colle	1	1	0	0	0
Anesthésique	0	0	0	0	0
Bois	4	1	0	2	1
Carburant Diesel	6	0	0	4	2
Composés organiques volatils	9	5	1	1	2
Créosote	0	0	0	0	0
Fibre	4	0	3	0	1
Fibre de verre	1	0	0	1	0
Fumée	10	4	2	2	2
Huile	0	0	0	0	0
Nanoparticule	1	1	0	0	0
Perturbateur endocrinien	1	1	0	0	0
Plastique	9	1	6	2	0
Poussière	4	0	1	0	3
Retardateur de flamme	4	2	1	0	1
Solvants	34	9	5	14	6
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>18</b>



#### SECTION 13 DU TABLEAU 1

Mots clés isolés	Nb total	2012	2011	2010	2009
Dosage atmosphérique	92	22	17	24	29
Dose interne-externe	61	21	10	12	18
Mise au point analytique	61	15	10	20	16
Absorption, distribution, métabolisme, excrétion (ADME)	59	28	13	9	9
Tabagisme	57	20	16	17	4
Valeur de référence	53	28	8	14	3
Facteur confondant	46	9	9	13	15
Évaluation du risque	44	26	1	7	10
Pollution environnementale	42	25	10	6	1
Relation dose-effet	42	14	6	13	9
Variabilité biologique	38	7	6	15	10
Contamination	37	9	14	7	7
Modélisation	35	20	3	9	3
Génotoxicité	32	12	6	7	7
Adduits	26	9	4	9	4
Exposition multiple	16	4	5	4	3
Adduits hémoglobine	12	4	2	5	1
Adduits ADN	6	2	1	2	1
Adduits albumine	5	2	2	1	0
Adduits protéine	4	0	1	2	1
Genre	21	11	9	1	0
Pollution atmosphérique	19	6	2	6	5
Surveillance médicale	17	9	1	2	5
Prévention	16	2	4	5	5
Frottis de surface	15	3	6	3	3
Dosage cutané	14	4	4	2	4

#### ... (SUITE)

Mots clés isolés	Nb total	2012	2011	2010	2009
Échantillonnage	13	3	1	7	2
Contrôle de qualité	12	3	2	6	1
Cancérogénicité	11	6	2	1	2
Test des comètes	11	4	5	1	1
Polymorphisme génétique	11	4	3	2	2
Âge	9	7	2	0	0
Spéciation	8	6	0	1	1
Épidémiologie	7	6	0	1	0
Acide mercapturique	7	1	1	5	0
Test des micronoyaux	6	3	1	1	1
Équivalent biomonitoring	3	3	0	0	0
Test de transformation lymphocytaire	3	0	1	0	2
Conservation	2	1	0	1	0
Éthique	2	1	0	1	0
Stabilité	2	1	0	0	1
Drogue illégale	1	1	0	0	0
Interférence analytique	1	0	1	0	0
Interférence cinétique	1	1	0	0	0
Interférence d'effet	1	0	0	1	0
Matrice emploi-exposition	1	0	0	0	1
Méthodologie	1	1	0	0	0
Rayonnement ionisant	1	0	0	1	0
Règlementation	1	1	0	0	0
Variabilité génétique	1	0	0	1	0
Protéomique	0	0	0	0	0

de surveillance biologique de l'INRS et de l'IRSST, et ainsi relayer l'information auprès des différents acteurs de santé au travail.

Les acteurs de cette collaboration sont d'une part les documentalistes qui collectent, organisent et transmettent l'information, d'autre part, les chercheurs-lecteurs (médecins, toxicologues et chimistes spécialisés en santé au travail), qui analysent, indexent et exploitent les données. La mise en commun des forces des différentes institutions a abouti au développement et à la mise en place d'une stratégie qui livre au chercheur de manière régulière une information ciblée en fonction de critères préétablis. Il reste alors au chercheur à évaluer cette information et à assurer la diffusion au travers du réseau des résultats qu'il juge pertinents.

### Organisation de la veille

Brièvement, cette veille consiste en l'interrogation de bases de données bibliographiques via le serveur *ProQuest Dialog*, anciennement *Datastar*, à l'aide de mots clés testés et jugés pertinents par les acteurs de la veille. Cette interrogation est réalisée trois fois par an. Les nouvelles références sélectionnées sont ensuite analysées par les membres collaborateurs puis indexées dans une base regroupant tous les articles issus des différentes veilles réalisées depuis 2006 et gérées par le logiciel *Reference Manager*. L'organisation et la méthodologie de recherche ont été décrites en détail dans l'article de Bijaoui et coll. (1).

Après une période de rodage, plusieurs modifications ont été introduites dans l'organisation globale de la veille. La principale modification concerne la suppression du libre-choix des articles à analyser par les chercheurs-lecteurs. En effet, dans un premier temps, afin de mettre à profit la diversité des intérêts individuels qui fait l'attrait de ce groupe pluridisciplinaire, chaque chercheur-lecteur avait le choix de sélectionner dans la base de données résultant de la veille en cours les articles qu'il désirait analyser. Le corolaire de ce libre-choix fait que ces critères de sélection ne sont pas nécessairement reproductibles dans le temps, mais fortement dépendants des « contextes » du moment de chacun des lecteurs par exemple, les projets de recherche en cours ou la mise à jour des guides de surveillance biologique de l'INRS et de

l'IRSS. Par la suite, il nous est apparu que cette option ne permettait pas d'avoir une vue d'ensemble des évolutions et des tendances sur la thématique de la SBEP MT ce qui était l'objectif principal de cette veille bibliographique. Il a donc été décidé d'analyser tous les articles issus d'une veille et un travail rétroactif a été réalisé sur les articles répertoriés

depuis 2009 qui ont été indexés avec des mots clés spécifiques et complétés d'un éventuel commentaire.

L'introduction d'une indexation systématique de mots clés a été faite sur la base d'une dizaine de sous-groupes de mots clés de façon à définir pour chaque article les principaux points abordés, à savoir :

- le type d'article;
- le type de population étudiée;
- la nature du toxique (famille chimique des substances);
- le milieu analysé (air ou biologique en prélevant sang, urine, air expiré, salive);
- les voies d'absorption;
- le type de biomarqueur étudié;
- le secteur d'activité professionnelle, métier ou poste étudié;
- les méthodes analytiques utilisées;
- l'organe ou système cible;
- les usages ou caractéristiques des substances étudiées.

**Tableau 2.** Nombre d'articles en fonction des principales substances chimiques (subdivisé en 4 sections).

**SECTION 1 DU TABLEAU 2**

Métaux	Nb total	2012	2011	2010	2009
Cadmium	33	11	10	9	3
Plomb	32	8	13	7	4
Chrome	21	4	7	8	2
Arsenic	20	6	4	7	3
Nickel	17	4	4	6	3
Manganèse	17	4	7	3	3
Mercur	15	5	4	5	1
Cobalt	11	2	1	5	3
Uranium	8	0	3	3	2
Aluminium	8	2	0	2	4
Cuivre	6	1	2	1	2
Zinc	6	1	4	1	0
Indium	6	3	1	2	0
Vanadium	6	1	1	2	2
Aureus	5	0	0	4	1
Tungstène	5	0	1	2	2
Béryllium	4	0	1	1	2
Fer	4	1	1	2	0
Antimoine	3	1	0	1	1
Molybdène	3	1	1	1	0
Platine	3	1	1	1	0
Sélénium	3	1	1	0	1
Baryum	3	1	0	1	1
Bore	3	2	1	0	0
Étain	2	0	0	1	1
Éthyl/méthylmercure	2	2	0	0	0
Thallium	2	1	0	1	0
Samarium	1	1	0	0	0
Palladium	1	0	0	1	0
Rhodium	1	0	0	1	0
Iridium	1	0	0	1	0
Titane	1	0	1	0	0
Chlore	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>253</b>	<b>64</b>	<b>69</b>	<b>79</b>	<b>41</b>

**SECTION 2 DU TABLEAU 2**

Pesticides	Nb total	2012	2011	2010	2009
Organophosphorés	26	8	5	10	3
Organochlorés	10	6	2	2	0
Pyréthrinoides	9	2	4	2	1
Carbamates/ Dithiocarbamates	4	0	1	3	0
Autres	18				
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>4</b>

**SECTION 3 DU TABLEAU 2**

Hydrocarbures aromatiques	Nb total	2012	2011	2010	2009
Benzène	38	14	6	10	8
Toluène	25	9	5	3	8
Styrène	19	6	2	5	6
Xylènes	12	5	2	3	2
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>24</b>

**SECTION 4 DU TABLEAU 2**

Solvants	Nb total	2012	2011	2010	2009
Benzène	38	14	6	10	8
Toluène	25	9	5	3	8
Hexane	7	2	2	0	3
Perchloroéthylène	6	3	2	1	0
Trichloroéthylène	5	2	1	1	1
Acétone	4	2	1	0	1
Éthers de glycol	4	1	1	1	1
1,1,1-Trichloroéthane	3	1	1	1	0
Diméthylformamide	2	1	0	0	1
Méthanol	1	1	0	0	0
Éthanol	1	0	1	0	0
Dichlorométhane	1	0	1	0	0
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>36</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>23</b>

Une série de mots clés isolés permet d'ajouter un élément de description pour l'aide à l'interprétation, par exemple: valeur de référence, relation dose-effet, variabilité biologique, génotoxicité, dosage cutané.

**Bilan de la veille**

Le bilan suivant est établi sur la base des données des veilles allant de 2009 à 2012 qui regroupent un total de 435 articles. Compte tenu de la quantité de mots clés utilisés, seuls les principaux résultats seront discutés. La répartition du nombre d'articles publiés en fonction des différents mots clés (au sein de chaque sous-groupe de mots clés) est présentée aux tableaux 1 et 2. Seuls les substances chimiques et leurs différents métabolites n'ont pas été traités en totalité en raison de leur nombre trop important. Ces tableaux recensent le nombre d'articles total et par année au sein de différents sous-groupes de mots clés.

Tel que présenté dans ces tableaux, plusieurs thématiques ou axes de recherche ont été fréquemment discutés depuis quatre ans: pesticides, hydrocarbures aromatiques, benzène, manganèse, variabilité biologique, dosages cutanés et frotts de surfaces, dosages dans l'air expiré, spectrométrie de masse.

Les résultats de cette veille seront décrits et discutés plus en détail dans les prochaines parties de cet article.

**Référence bibliographique**

1. Bijaoui A, Pillière F, Gagnon M, Truchon G, Bérode M, De Torrente A, Sager A, Hoet P. Veille bibliographique sur la surveillance biologique de l'exposition aux produits chimiques en milieu de travail. Dossier médico technique TC 135. Doc Méd Trav. 2011;125(1): 37-48. ■