LUMIÈRE SUR LA RECHERCHE AU CReSP

NUMÉRO 8
Octobre 2025

CReSP Centre de recherche en santé publique

Comment remplacer les solvants toxiques par des solvants verts ?

SOLUB ET L'ACCOMPAGNEMENT DES INTERVENANT·E·S EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL DANS L'IMPLANTATION DE SOLUTIONS DE SUBSTITUTION

L'exposition aux solvants organiques est une préoccupation majeure en santé et en sécurité du travail (SST). Environ 300 000 travailleur·euse·s québécois·e·s sont exposé·e·s régulièrement à de tels solvants, incluant des solvants chlorés comme le dichlorométhane, et des hydrocarbures comme le toluène et le styrène.

Depuis plusieurs années, les chercheur·euse·s du thème Travail et santé du CReSP se penchent sur la substitution des solvants organiques afin d'éliminer à la source des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleur·euse·s. Leurs recherches s'inscrivent également dans une démarche de développement durable pour plusieurs entreprises désireuses d'utiliser des solvants qualifiés de « verts ». Dans quelle mesure ces solvants sont-ils véritablement respectueux de l'environnement et sans danger pour les travailleur·euse·s ? La réponse n'est pas toujours claire.

La substitution est un moyen de maîtriser l'exposition aux substances dangereuses en remplaçant un produit dangereux par un produit moins nocif ou en changeant de procédé. Cette approche de prévention implique une procédure de substitution en neuf étapes présentée dans le site web Solub (solub.irsst.qc.ca), pour éliminer des contaminants dans des environnements spécifiques.

Les organisations qui entreprennent une démarche de substitution de solvants trouveront dans Solub une mine de renseignements et d'outils pour les guider vers la réussite. Elles y trouveront notamment des études de cas inspirantes et des rapports scientifiques détaillés sur les solvants verts.

Projet rendu possible grâce au soutien de :

CReSP Centre de recherche en santé publique
École de santé publique Université de Montréal
irsst

EN BREF

L'utilisation des solvants industriels est une préoccupation majeure des intervenant·e·s en SST. Les risques qu'ils présentent pour la santé et la sécurité des personnes et de l'environnement sont bien documentés. Cesser d'utiliser des substances dangereuses nécessite toutefois d'envisager une analyse de substitution.

La démarche Solub en neuf étapes permet d'accompagner les intervenant·e·s en SST dans la réussite d'un projet de substitution de solvants organiques. Elle mène à l'implantation d'une solution adaptée à un milieu de travail donné. Pour chacune des étapes, des outils pratiques et des ressources pertinentes sont proposés, ainsi que des exemples de substitution.

Substituer un solvant par un solvant dit vert apporte son lot de défis. Plusieurs de ces produits de remplacement ne sont pas sans danger pour les travailleur·euse·s. Il importe donc d'analyser les effets potentiels sur la santé et sur la sécurité dans tous les projets de substitution, d'où l'intérêt de la démarche Solub.

Il n'existe pas de réglementation qui s'appliquerait spécifiquement aux solvants verts. Afin de favoriser au Québec le remplacement des solvants traditionnels par des options vertes, le législateur pourrait s'inspirer de lois ou de règlements qui existent dans d'autres territoires.

Qu'est-ce qu'un solvant ?

Les solvants sont des substances chimiques qui servent à extraire, dissoudre ou suspendre d'autres substances. À l'échelle mondiale, la production annuelle de solvants est évaluée à 30 millions de tonnes, ce qui les place parmi les substances les plus répandues dans la société.

Un **solvant organique** est un composé chimique ou un mélange qui reste à l'état liquide entre 0 et 200 °C environ. Il est relativement volatil et inerte chimiquement. Pour qu'un solvant soit organique, il faut que sa structure moléculaire contienne au moins un atome de carbone.

LES QUATRE FAMILLES DE SOLVANTS ORGANIQUES

Hydrocarbures

Ex : aliphatiques, cycliques, aromatiques, mélanges complexes.

- Composés constitués uniquement de carbone et d'hydrogène.
- Produits de pétrochimie (pour la plupart).
- Extraits de végétaux (terpènes).

Solvants halogénés

Ex : solvants bromés, chlorés, fluorés et iodés.

- Hydrocarbures dans lesquels un ou plusieurs atomes d'hydrogène ont été remplacés par des atomes d'halogènes (brome, chlore, fluor, iode).
- Propriétés sécuritaires intéressantes (ininflammabilité et incombustibilité).
- Pouvoir de dissolution incomparable (solvants chlorés).
- Usage répandu en milieu de travail.

Solvants oxygénés

Ex. : alcools, cétones, esters, éthers (dont anisole), éthers de glycol.

- Structure moléculaire contenant des atomes d'oxygène en plus des atomes de carbone et d'hydrogène.
- Propriétés amphiphiles de certains solvants oxygénés, c'est-à-dire qu'ils sont à la fois hydrophiles (solubles dans l'eau) et lipophiles (solubles dans les graisses).

Autres solvants

Ex. : disulfure de carbone, N,N-diméthylformamide.

- Plusieurs sont utilisés comme solvants réactionnels en synthèse chimique, dans des procédés en circuit fermé ou en laboratoire.

LES APPLICATIONS DES SOLVANTS

Leurs applications sont très diversifiées, mais leur utilisation en circuit ouvert intéresse tout particulièrement les expert·e·s en SST. L'exposition professionnelle est généralement moins importante dans les procédés en circuit fermé (p. ex., synthèse de produits pharmaceutiques), comparativement à ceux en circuit ouvert (p. ex., dégraissage manuel de pièces métalliques). L'emploi répandu des solvants pour les usages suivants est souvent problématique d'un point de vue sanitaire :

- Adhésif (colle contact dans la pose de revêtements souples)
- Décapant (décapage de meubles en bois)
- Dégraissant (fontaine de dégraissage dans les ateliers d'entretien mécanique)
- Fabrication d'objets en polyester renforcé de fibre de verre
- Nettoyant (nettoyage de presses à imprimer)
- Peinture (pulvérisation sur les carrosseries)

Une préoccupation majeure en santé au travail

Le risque pour la santé au travail associé aux solvants est la probabilité qu'un effet délétère ou indésirable survienne dans une situation de travail.

Le risque prend en compte le niveau d'exposition :

RISQUE = DANGER X EXPOSITION

DANGERS POUR LA SANTÉ

Les solvants ont des effets délétères possibles sur plusieurs organes, notamment la peau, les poumons, les systèmes nerveux central et périphérique, les reins et le foie. Ils peuvent aussi causer des malformations congénitales chez l'enfant, suivant l'exposition professionnelle régulière de la mère.

Les solvants sont à l'origine de maladies professionnelles, telles que la dermatose, la polynévrite (n-hexane), la leucémie (benzène), l'encéphalopathie toxique chronique, l'hépatopathie (tétrachlorure de carbone) et la tubulopathie (éthylène glycol) toxiques.

LA SUBSTITUTION PAR UTILISATION

Éliminer l'utilisation de substances dangereuses nécessite d'envisager une analyse de substitution. Il est possible de trouver des solutions de remplacement de solvant en cherchant dans Solub par procédé utilisé ou par secteur industriel concerné :

- **Les fiches Solub de substitution par utilisation renferment une mine de renseignements.** Elles présentent la problématique SST par utilisation, les solvants dangereux (leurs niveaux d'exposition et effets), les solutions de rechange, les actions de prévention et des recommandations. Elles fournissent également des références bibliographiques.
- **D'autres références externes sont également citées en ligne.** Elles présentent des avenues de réduction d'émissions industrielles et des technologies de remplacement ou de réduction des composés organiques volatils pour divers procédés ou industries.

LA DÉFINITION DE LA COTE DE RISQUE (VHR ET P2OASys)

Une étude récente a mis en lumière deux outils d'analyse comparative des options de remplacement du dichlorométhane :

- **L'indice *Vapour Hazard Ratio* ou VHR** est une mesure qui informe sur le potentiel d'une substance à s'évaporer et à dépasser sa valeur limite d'exposition. Cette mesure est utilisée pour comparer le potentiel de surexposition de différentes substances.
- **Le P2OASys** (*Pollution Prevention Option Analysis System*) est un outil destiné aux entreprises pour déterminer si les options de remplacement qu'elles envisagent amélioreront leur processus en matière d'environnement, de santé et de sécurité. L'objectif de cet outil est de comparer différentes substances et non pas d'attribuer une cote absolue à une substance en particulier.

Sécurité et environnement

DANGERS POUR LA SÉCURITÉ

L'inflammabilité de nombreux solvants engendre des risques d'incendie et d'explosion.

L'explosion désastreuse survenue en 2012 dans une usine québécoise à la suite d'un déversement d'acétone en est une tragique illustration. Les sources d'ignition des solvants incluent notamment l'électricité statique. Pour bien gérer ces risques, il est primordial de connaître les caractéristiques d'inflammabilité et de combustibilité des solvants utilisés (point d'éclair, limites inférieures et supérieures d'inflammabilité et de combustibilité, température d'auto-ignition).

Le transvasement des solvants doit, par exemple, se faire selon certaines règles de sécurité. L'entreposage des solvants doit également respecter le Code des liquides inflammables et combustibles. Une fiche sur la manipulation sécuritaire des solvants a été produite par l'association sectorielle paritaire MultiPrévention.

DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT

Favorisée par leur volatilité, la migration des solvants dans l'atmosphère peut contribuer à **l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique** et à la production de **smog photochimique**. Des déversements accidentels peuvent également mener à la **contamination des sols et des eaux.**

PISTES D'ACTION

L'étape de la comparaison des solvants (étape 7 de la démarche présentée en p. 4) est souvent perçue comme la plus difficile, particulièrement pour les questions de SST. Des outils reconnus doivent être utilisés afin d'évaluer les dangers potentiels et d'estimer les risques sanitaires.

- Le **VHR** est l'outil d'aide à la décision tout indiqué dans les projets de substitution afin de se prononcer sur une solution de rechange minimisant le risque sanitaire.
- Quant au **P2OASys**, il permet d'avoir le détail de l'évaluation par catégorie d'impacts et, ainsi, d'identifier les éléments préoccupants.

Les solvants verts

De plus en plus d'entreprises veulent prendre le virage vert, afin que leurs activités et leurs produits s'inscrivent dans une démarche de développement durable. Ce contexte a entraîné l'apparition de solvants diversement qualifiés de verts, écologiques, biodégradables, durables. Il n'est toutefois pas toujours clair si ces « solvants verts » sont véritablement respectueux de l'environnement et sans danger pour les personnes qui y sont exposées.

L'équipe de recherche du CReSP a rédigé une monographie sur les solvants verts, qui les classe d'après l'origine des matières premières utilisées pour les fabriquer. Cette monographie présente de façon synthétique et critique les connaissances sur les aspects sanitaires, sécuritaires, environnementaux, techniques, réglementaires et normatifs des solvants verts.

CLASSIFICATION DES SOLVANTS VERTS

Catégories	Exemples	Exemples d'application
Eau	Eau	Nettoyants aqueux, peintures en phase aqueuse
Solvants dérivés des glucides	γ-Butyrolactone	Décapant de masque lithographique (électronique, circuits imprimés)
Solvants dérivés des lipides	Soyate de méthyle	Dégraissant et nettoyant de surfaces métalliques
Solvants dérivés de la lignine	Phénols alkylés	Extraction par solvant
Solvants eutectiques profonds	Chlorure de choline + chlorure chromique	Chromage (dépôt électrolytique de chrome)
Solvants obtenus par extraction	d-Limonène	Dégraissant
Liquides ioniques	Acétate de 1,5-diazabicyclo [4.3.0]non-5-ène	Dissolution de la cellulose (fabrication de fibre textile cellulosique)
Dioxyde de carbone	CO_2 liquide	Nettoyage à sec
Solvants issus de matières résiduelles	2-Méthyltétra-hydrofurane	Synthèse chimique
Solvants d'origine pétrochimique	Carbonate de propylène	Nettoyage d'outils (fabrication d'objets en fibre de verre)

LA SUBSTITUTION PAR DES SOLVANTS VERTS

Comme plusieurs solvants dits verts utilisés en remplacement des solvants traditionnels ne sont pas sans danger pour les travailleur·euse·s, **il importe d'analyser leurs effets potentiels sur la santé et sur la sécurité dans tous les projets de substitution**, pour éviter de faire un transfert de risque d'une catégorie d'impacts à une autre. Pour s'en assurer, la démarche de substitution en 9 étapes demeure la solution à appliquer, que l'on soit face à un solvant prétendument vert ou non.

Présentation de la démarche Solub

La démarche de substitution des solvants organiques en milieu de travail comprend neuf étapes.

Elle guide les intervenant·e·s en santé et sécurité du travail dans l'implantation d'une solution adaptée à leur milieu.

⊕ Des exemples de substitution associés à chacune des étapes sont présentés à la fin de chaque étape ci-dessous.

Design graphique : IRSST

1 IDENTIFICATION DU PROBLÈME

Pour circonscrire le problème, il faut comprendre les raisons qui motivent l'entreprise à vouloir éliminer le solvant mis en cause : santé, sécurité, environnement, réglementation, coûts ou autres.

Lors d'une visite de reconnaissance des lieux de travail, des rencontres avec les personnes intéressées, telles que les ingénieur·e·s, les contremaîtres et les travailleur·euse·s utilisant le solvant visé, servent à mieux saisir les enjeux.

⊕ **Remplacement du trichloréthylène (TCE) dans l'usine de Cleyn & Tinker à Huntingdon** (voir la section 1 de l'annexe II, p. 43) [1]

2 FORMATION D'UN COMITÉ DE SUBSTITUTION

Dans le but d'assurer une assise administrative solide au projet de remplacement de solvants, il est nécessaire de former un comité de substitution. Obtenir l'appui ferme de la haute direction de l'entreprise pour la réalisation du projet est essentiel.

Le comité de substitution est composé au minimum d'un·e responsable de l'entreprise (idéalement technique) ainsi que d'un·e hygiéniste ou d'un·e technicien·ne en hygiène du travail. D'autres personnes peuvent être appelées à s'impliquer de façon ponctuelle (contremaître, délégué·e des employé·e·s, représentant·e du service de l'assurance-qualité, représentant·e du service des achats ou spécialiste du service des finances de l'entreprise, par exemple).

⊕ **Remplacement d'un mélange de solvants utilisé pour le lavage des planchers dans l'usine de Sico de Longueuil** (voir la section 2 de l'annexe III, p. 63) [1]

3 ÉTUDE DU PROBLÈME ET DÉFINITION DES CRITÈRES DE SÉLECTION

Le comité de substitution effectue une analyse fonctionnelle du solvant à remplacer. Plusieurs visites d'usine sont nécessaires afin d'observer le procédé et les employé·e·s à différents moments. S'ensuivent diverses actions : entrevues, étude des rapports d'hygiène du travail, mesurages des niveaux d'exposition des travailleur·euse·s au solvant visé et obtention des données quantitatives sur son utilisation.

Les résultats ainsi recueillis servent à élaborer un document décrivant le procédé et les méthodes de travail, l'utilisation du solvant et l'exposition des travailleur·euse·s. Le comité de substitution peut alors définir les critères de sélection d'un nouveau solvant, ou d'un changement de procédé, à la lumière des aspects techniques du procédé, des coûts, du cahier des charges des produits finis, ainsi que des facteurs sanitaires, sécuritaires et environnementaux.

⊕ **Étude d'un procédé de fabrication complexe chez un manufacturier de circuits imprimés** (voir la section 3 de l'annexe VII, p. 131) [1]

Un aide-mémoire téléchargeable est offert.

4 PROPOSITION D'OPTIONS DE RECHANGE

C'est le moment de dresser un inventaire aussi large que possible des solutions de substitution envisageables, tant en matière de produits de remplacement que de procédés de rechange. Pour y arriver, de multiples actions sont mises en œuvre, de la recherche documentaire et la consultation d'une panoplie de sources d'information et d'outils comme les études de cas jusqu'à la multiplication de contacts avec des personnes-ressources (personnel technique de l'entreprise et d'autres usines affiliées, travailleur·euse·s utilisant les solvants visés, compétiteurs, membres d'associations industrielles et spécialistes chez les fournisseurs de solvants).

Les options sont ensuite sélectionnées selon des critères sécuritaires, sanitaires, environnementaux ou techniques évidents, tels que l'inflammabilité de l'acétone, la cancérogénicité du dichlorométhane, ou le temps de gommage inadéquat d'un adhésif.

⊕ **Remplacement du dichlorométhane par un adhésif en phase aqueuse** (voir la section 4 de l'annexe V, p. 90) [1]

5 ESSAIS À PETITE ÉCHELLE

De l'analyse réalisée à l'étape précédente peut découler une multiplicité d'options. Pour en réduire le nombre, l'on peut procéder à des essais en laboratoire à petite échelle, selon un protocole établi par le comité de substitution en collaboration avec le laboratoire de recherche et développement ou celui du contrôle de la qualité de l'entreprise. Toutes les précautions nécessaires pour éviter une exposition indue aux solvants étudiés sont mises en place dans le cadre de ces essais.

Les options sont alors sélectionnées selon leur capacité à répondre aux exigences techniques de l'entreprise. En outre, certains paramètres subjectifs comme l'odeur sont parfois jugés primordiaux au moment des essais.

⊕ **Essais en laboratoire de 20 solvants de substitution pour le nettoyage des cuves de peinture de l'entreprise Les Revêtements Polyval** (voir le tableau XXVI de l'annexe VI, p. 119) [1]

6 ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES DES OPTIONS RETENUES

Les impacts potentiels des options retenues sont évalués en fonction des facteurs suivants : santé et sécurité du travail, ergonomie, environnement, qualité technique, coûts, méthode de travail, organisation du travail, formation des employé·e·s.

En plus de s'appuyer sur des recherches dans les bases de données, des fiches techniques et des fiches de données de sécurité pour chacune des solutions envisagées, l'évaluation fait état de l'expérience d'hygiénistes du travail, d'ingénieur·e·s et de chimistes. Les fournisseurs de solvants peuvent également servir à établir des contacts avec des entreprises où le solvant ou le procédé envisagé a déjà été mis en œuvre avec succès.

⊕ **Évaluation de trois solvants substitutifs pour le nettoyage de disjoncteurs haute tension** (voir la section « Évaluation des conséquences des options retenues [étape 6] *OS-20* », p. 5) [2]

7 COMPARAISON DES OPTIONS ET CHOIX

Pour en arriver au choix final, les diverses solutions sont comparées les unes aux autres et aussi à la situation originale. De façon à faire ressortir les principaux avantages et inconvénients de chaque solution, l'information récoltée au cours de la démarche est synthétisée, notamment sous la forme de tableaux.

La meilleure option est sélectionnée en fonction des critères définis à l'étape 3, étude du problème et définition des critères de sélection.

⊕ **Comparaison de divers solvants dans le cadre du remplacement d'un mélange commercial utilisé pour l'entretien de disjoncteurs** (voir section « Comparaison des options et choix [étape 7] », p. 5) [2]

8 IMPLANTATION

Pour assurer la mise en œuvre de la solution retenue, l'entreprise sollicite l'appui du fournisseur pour former les utilisateur·rice·s. L'implantation se fait de façon graduelle, en commençant par un poste de travail, avant d'en généraliser l'utilisation. Afin de s'assurer de la salubrité du milieu de travail, l'exposition des travailleur·euse·s au nouveau produit est évaluée quantitativement ou qualitativement. La collecte des commentaires sur l'utilisation du nouveau produit ou procédé est effectuée systématiquement.

Lors de l'implantation, étape essentiellement technique, il faut néanmoins s'assurer de respecter l'ensemble des règles d'hygiène et de sécurité du travail applicables à la nouvelle situation : ventilation, manipulation et stockage, protections oculaire, respiratoire et cutanée.

⊕ **Installation d'un nouvel équipement utilisé pour la pulvérisation d'une colle en phase aqueuse** (voir la section 8 de l'annexe V, p. 107) [1]

9 ÉVALUATION

Les objectifs de départ ont-ils été atteints ? D'éventuelles corrections sont-elles à apporter ? L'heure est au bilan. La nouvelle procédure est analysée selon divers aspects et comparée à la situation antérieure.

L'apparition éventuelle de nouveaux problèmes de santé ou de sécurité du travail doit être documentée et la surveillance médicale des travailleur·euse·s exposé·e·s aux solvants peut être effectuée au besoin. Dans le même ordre d'idée, les responsables de l'entreprise doivent être à l'affût de tout problème environnemental généré par l'utilisation du nouveau solvant ou procédé.

⊕ **Bilans de substitution de solvants réalisés dans différents secteurs par IRTA, organisme sans but lucratif de Californie** (irta.us/reports.html)

1. Bégin, D. et Gérin, M. (2001). *Substitution de solvants : études de cas d'implantation* (Rapport n° R-269). IRSST. [pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique/676]
2. Debia, M., Bégin, D., et Gérin, M. « Étude de cas de substitution de solvant pour le nettoyage de disjoncteurs haute tension », *Travail et santé*, sept. 2008, vol. 24, n° 3, pp. 30-36.

LA PERTINENCE DES ÉTUDES DE CAS DANS UNE DÉMARCHE DE SUBSTITUTION DE SOLVANTS

Les études de cas présentent des analyses plus ou moins approfondies de situations précises et réelles en milieu de travail. Elles mettent en valeur des éléments clés qui s'avèrent utiles dans la réalisation de projets de substitution dans d'autres milieux de travail. Dans l'exemple ci-dessous, la démarche Solub en neuf étapes a été appliquée.

EXEMPLE : étude de cas sur la substitution d'un solvant utilisé pour le nettoyage de graisse de silicone lors de la maintenance de disjoncteurs haute tension.

ÉTAPE 1 Le solvant Securo (mélange de trichloréthylène, perchloréthylène et hydrocarbures saturés) a été identifié comme la source de problèmes d'irritation des muqueuses relevés chez plusieurs travailleur·euse·s.

ÉTAPE 2 Un comité de substitution a été formé.

ÉTAPE 3 Des mesurages ont mis en évidence un potentiel de surexposition. À noter que le trichloréthylène et le perchloréthylène sont classés comme cancérogènes.

ÉTAPE 4 Des recherches documentaires et auprès de fournisseurs ont permis d'identifier sept substituts potentiels :

- OS-20 (octaméthyltrisiloxane)
- Lactate d'éthyle
- Varsol® 3139
- Skysol (mélange d'hydrocarbures saturés et de MMB [3-méthoxy-3-méthyl-1-butanol])
- Voltz Red (mélange d'hydrocarbures saturés et de d-limonène)
- Ultrasolv 221 (hydrocarbures saturés)
- Teksol (mélange d'hydrocarbures saturés et de lactate de n-butyle)

ÉTAPE 5 Après des tests à petite échelle, quatre solvants ont été écartés sur la base d'évaporation trop lente ou de leur odeur.

ÉTAPE 6 Ce sont les trois solvants Varsol® 3139, Skysol et OS-20 qui ont été sélectionnés en vue d'une évaluation plus approfondie des aspects santé, sécurité et environnement.

ÉTAPE 7 La recommandation finale a porté sur l'OS-20. Toutefois, cette option n'a pas été retenue par l'entreprise pour des raisons économiques.

L'utilisation du rapport de danger de vapeur ou *Vapour Hazard Ratio* (VHR) a facilité la comparaison des options de substitution, bien qu'elle se heurte à l'absence de valeur limite d'exposition pour certaines substances comme le MMB.

ÉTAPE 8 Le solvant Skysol a été préféré.

ÉTAPE 9 L'étape de l'évaluation n'a pas été effectuée par l'équipe de recherche.

Qu'est-ce que la chimie verte ?

En 1992, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Conférence de Rio) a débouché sur un plan de développement durable pour le 21e siècle, appelé Action 21. Ce plan présente notamment des recommandations visant à accroître la disponibilité des matières premières renouvelables et à **renforcer la recherche relative au remplacement des produits chimiques toxiques**. Quelques années plus tard, en 1998, les 12 principes de la chimie verte ont été définis. Dans le tableau ci-dessous, les 5e et 7e principes enjoignent aux chimistes, dans la mesure du possible, d'éliminer les solvants ou de les remplacer par des produits inoffensifs pour l'humain et pour l'environnement, de même que d'utiliser des matières premières renouvelables.

LES 12 PRINCIPES DE LA CHIMIE VERTE[3]

1	Il vaut mieux éviter de générer des déchets que d'avoir à les traiter ou à les nettoyer après leur production.
2	Les méthodes de synthèse devraient être conçues pour maximiser l'incorporation, dans le produit final, de toutes les matières utilisées dans le processus.
3	Dans la mesure du possible, les méthodes de synthèse devraient être conçues pour utiliser et générer des substances qui présentent peu ou pas de toxicité pour la santé humaine et l'environnement.
4	Les produits chimiques doivent être conçus pour accomplir efficacement leur fonction tout en minimisant leur toxicité.
5	L'utilisation de substances accessoires (comme les solvants et les agents de séparation) devrait être rendue inutile dans la mesure du possible. Lorsqu'elles sont employées, ces substances devraient être de nature inoffensive.
6	Les besoins énergétiques des procédés chimiques doivent être reconnus pour leurs impacts environnementaux et économiques et doivent être minimisés. Les synthèses devraient être réalisées à température et pression ambiantes.
7	Lorsque cela est techniquement et économiquement réalisable, il vaut mieux utiliser des matières premières renouvelables plutôt que non renouvelables.
8	Les dérivatisations inutiles (groupe protecteur, ajout de protection et son retrait, modification temporaire des processus physicochimiques) doivent être évitées dans la mesure du possible.
9	Les catalyseurs (aussi sélectifs que possible) sont supérieurs aux réactifs stœchiométriques.
10	Les produits chimiques doivent être conçus de telle sorte qu'à la fin de leur vie utile, ils ne persistent pas dans l'environnement et se décomposent en produits de dégradation inoffensifs.
11	Des méthodologies analytiques doivent être mises au point pour permettre une surveillance et un contrôle en temps réel avant la formation de substances dangereuses.
12	Les substances et leur forme utilisée dans un processus chimique devraient être choisies pour minimiser le potentiel d'accidents chimiques, y compris les rejets, les explosions et les incendies.

3. Traduction libre du texte original d'Anastas, P.T. et Warner, J.C. *Green chemistry. Theory and practice*. Oxford University Press, 1998.

Attention à l'écoblanchiment pour les solvants

L'écoblanchiment est une opération de relations publiques menée par une organisation ou une entreprise pour masquer ses activités polluantes et tenter de présenter un caractère écoresponsable.

Le concept d'écoblanchiment est apparu au début du 21e siècle, mais la standardisation des outils pour évaluer l'impact réel d'un produit et l'arrivée des écoétiquettes auraient freiné le phénomène.

Toutefois, de fausses étiquettes ont fait leur apparition, comme d'autres stratégies mensongères, ce qui permet à l'écoblanchiment de perdurer.

PISTES D'ACTION

Il n'existe pas de réglementation qui s'appliquerait spécifiquement aux solvants verts. En fait, tous les règlements concernant les substances chimiques s'appliquent en théorie aux solvants verts, tout comme ils s'appliquent aux solvants en général.

De nombreux fabricants désirant « verdir » leurs produits se sont tournés vers la certification environnementale sous la forme d'étiquettes écologiques (écoétiquettes). La certification vise à assurer une impartialité dans l'évaluation des préparations commerciales et à garantir le respect de critères minimaux, tout en augmentant la transparence pour les consommateurs. Les étiquettes suivantes sont présentes en Amérique du Nord : ECOLOGO, Safer Choice, USDA BioPreferred et Green Seal®. Pour un usage professionnel au Québec, les produits certifiés Green Seal®, Safer Choice ou ECOLOGO devraient être privilégiés.

De plus, puisqu'il n'existe pas de norme au Canada ou au Québec concernant les solvants issus de matières premières renouvelables d'origine végétale (biosolvants) comme celle du Comité européen de normalisation (CEN, 2017), **il est souhaitable que l'Office des normes générales du Canada ou le Bureau de normalisation du Québec en développe une. L'existence d'une norme canadienne ou québécoise favoriserait l'utilisation des biosolvants.**

La prévention et la gestion des risques professionnels

L'équipe de recherche du CReSP s'est penchée sur cet enjeu dans des travaux sur les environnements de travail.

« La prévention des risques professionnels passe par une démarche intégrée de surveillance des milieux de travail, de surveillance de la santé des travailleurs et de l'implantation d'activités de prévention primordiale, primaire, secondaire et tertiaire.

Alors que les interventions de prévention secondaire et tertiaire portent sur le dépistage précoce, la surveillance d'effets sur la santé, la reconnaissance, le traitement et la réadaptation, **la prévention primordiale et la prévention primaire s'intéressent plus spécifiquement aux facteurs de risques et à l'environnement du travailleur** de façon à :

- éliminer les dangers pour la santé ;
- promouvoir des conditions de travail qui réduisent au minimum les dangers ;
- réduire les niveaux d'exposition. » [4]

4. Tiré de Debia, M., Vernez, D., Daubas-Letourneux, V., Stock, S. et Turcot, A. « Chapitre 23. Environnements de travail » . Dans *Environnement et santé publique*, 597-627. Presses de l'EHESP, 2023.

La présence des solvants au quotidien

En plus des quelque 300 000 travailleur·euse·s québécois·e·s exposé·e·s régulièrement aux solvants organiques, la population générale se retrouve elle aussi en présence de solvants dans son quotidien. Comptant parmi les classes de substances les plus répandues dans la société, les solvants se retrouvent dans nombre d'industries, telles que :

À titre d'exemple, l'émission de télévision *L'épicerie* diffusée sur Radio-Canada a révélé qu'une entreprise de Salaberry-de-Valleyfield était le seul fabricant au Canada à produire du café décaféiné en utilisant le dichlorométhane comme solvant d'extraction. Même si ce solvant n'est plus utilisé en France ni aux États-Unis pour décaféiner le café, Santé Canada exige que le café décaféiné et torréfié ne contienne pas plus de 10 ppm de dichlorométhane. En Europe, le maximum alloué est toutefois 2 ppm. Rappelons que le dichlorométhane est classé comme un cancérogène probable pour l'humain par le Centre international de Recherche sur le Cancer.

PISTES D'ACTION

Bien qu'elle ne soit pas toujours garante de la protection du public, **la réglementation est nécessaire et constitue une intervention de prévention primordiale**, qui vise à modifier et à éliminer des facteurs de risques à une échelle globale.

Une récente étude sur le remplacement du dichlorométhane a permis de mettre en évidence **trois actions à envisager sur le plan réglementaire :**

- Modifier le règlement canadien pour inclure le dichlorométhane parmi les composés organiques volatils.
- Modifier le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* pour abaisser la norme de 50 ppm, avec pour objectif de favoriser la substitution en milieu de travail.
- Interdire les décapants contenant du dichlorométhane.

Afin de favoriser au Québec le remplacement des solvants traditionnels par des options vertes, le législateur pourrait s'inspirer de la loi *Toxics Use Reduction Act* du Massachusetts, qui offre des ressources pour aider concrètement les entreprises à mettre en œuvre leurs projets de substitution de substances toxiques.

Pour conclure

La substitution des solvants est une mesure de prévention primaire visant l'identification et l'élimination des dangers des milieux de travail tout en soutenant des conditions de travail favorables à la santé.

Des interventions structurées peuvent permettre d'identifier, d'évaluer et de maîtriser les facteurs de risque des milieux de travail. Par exemple, la démarche du site Solub et les ressources en substitution de solvants permettent de mettre en place des actions concertées. Ces éléments ainsi que l'interdiction de solvants toxiques permettront à long terme d'éliminer les dangers en milieu de travail.

À PROPOS DE LA RECHERCHE

OBJECTIFS

- Produire de la documentation présentant de façon synthétique et critique les connaissances sur les aspects sanitaires, sécuritaires, environnementaux, techniques, réglementaires et normatifs de divers solvants (verts, dichlorométhane).
- Réduire la confusion dans les milieux de travail concernant les solvants verts en outillant les intervenant·e·s en SST, qui pourront ainsi mieux discerner les enjeux de SST associés à ces substances en remplaçant les solvants toxiques.

MÉTHODE

- Une recherche exhaustive dans les bases de données bibliographiques PubMed (Medline et Pubmed central) et OVID (Embase) a permis d'identifier la plupart des articles scientifiques de première main.
- La recherche de la littérature grise, de la réglementation, des normes de certification (étiquettes écologiques), des fabricants de solvants et de leur littérature technique dans Internet a été réalisée à l'aide du moteur de recherche généraliste Google, incluant Google Scholar.
- Le potentiel de surexposition de différentes options de remplacement de solvants a été évalué en calculant le rapport de danger de vapeur (indice *Vapour Hazard Ratio*, VHR), alors que le degré d'innocuité des options de remplacement a été évalué par l'outil P2OASys et par leur appartenance à différentes étiquettes reconnues (Green Seal®, Safer Choice et ECOLOGO). Ces divers éléments ont permis de comparer différents solvants entre eux.

Financement : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) (IRSST-2013-0057, IRSST-2016-0041, IRSST-2019-0046).

Pour en savoir plus

- Sur la démarche Solub
- Sur les publications scientifiques
- Sur les environnements de travail
- Sur les études de cas
- Sur l'hygiène du travail

Veuillez consulter la page web de *Lumière sur :*

ÉQUIPE DE RECHERCHE

Denis Bégin, conseiller principal de recherche, Département de santé environnementale et santé au travail (DSEST), École de santé publique de l'Université de Montréal (ESPUM), Centre de recherche en santé publique (CReSP)

Caroline Couture, conseillère de recherche, DSEST, ESPUM, CReSP

Maximilien Debia, professeur titulaire, DSEST, ESPUM, CReSP

Michel Gérin, professeur associé, DSEST, ESPUM, CReSP

Jérôme Lavoué, professeur titulaire, DSEST, ESPUM, Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM)

Philippe Sarazin, professionnel chercheur, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, CReSP

Isabelle Valois, conseillère de recherche, DSEST, ESPUM, CReSP

PARTENAIRES

CReSP Centre de recherche en santé publique — École de santé publique Université de Montréal — irsst

RELECTURE

Direction de la veille et de la mobilisation des connaissances de l'IRSST

DIRECTION SCIENTIFIQUE

Caroline Couture, conseillère de recherche, DSEST, ESPUM, CReSP

Maximilien Debia, professeur titulaire, DSEST, ESPUM, CReSP

COORDINATION DE LA PRODUCTION

Patricia Dias da Silva, courtière de connaissances, CReSP

RÉVISION LINGUISTIQUE

Hélène Morin

RÉDACTION ET GRAPHISME

Samarkand, creation-samarkand.com

Une publication de l'équipe du projet Solub et du Centre de recherche en santé publique (CReSP). Issu d'un partenariat entre le CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal et l'Université de Montréal, le CReSP est financé par le Fonds de recherche du Québec — secteur Santé.

Dépôt légal :
ISSN 2817-6812 (imprimé) — ISSN 2817-6820 (en ligne)

Les reproductions de ce texte, en tout ou en partie, sont autorisées à condition d'en mentionner la source.

Pour citer ce document :
Équipe de recherche Solub. Comment remplacer les solvants toxiques par des solvants verts ? *Lumière sur la recherche au CReSP*, n° 8 ; octobre 2025.