



Rendez-vous
de la science

Maximilien Debia et Denis Bégin

Substitution des solvants

1^{er} février 2022



PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Contexte de la substitution des solvants
2. Démarche de substitution
3. Solvants verts
4. Fiches de substitution par utilisation
5. Solub

DÉFINITION D'UN SOLVANT



- Un **solvant organique** est une substance pure ou un mélange qui est liquide entre 0 et 25°C, qui est volatil et relativement inerte chimiquement.
- Ils sont utilisés pour extraire, dissoudre ou suspendre des substances.

UTILISATIONS PRIORITAIRES DES SOLVANTS

- Peintures, vernis et laques
- Imprimerie
- Dégraissage/nettoyage des surfaces métalliques
- Décapage
- Adhésifs
- Polyesters stratifiés

**300 000 travailleurs
exposés au Québec**

DANGERS DES SOLVANTS



DANGERS DES SOLVANTS

Santé

- Système nerveux
- Peau
- Irritations
- Cancer
- Reproduction

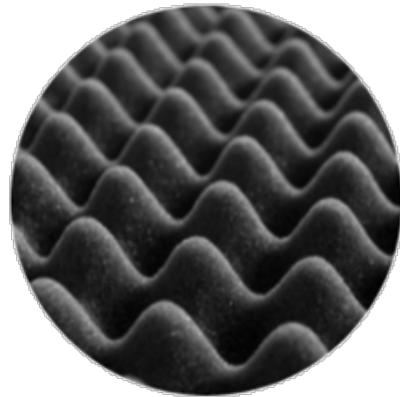
Sécurité

- Inflammables
- Explosions

Environnement

- Air extérieur
- Smog
- Eaux
- Sols

CANCÉROGÉNICITÉ



**INDUSTRIAL CHEMICALS –
POSSIBLE CARCINOGEN (IARC
2B)**

CONTENTS 

[General Information](#)

[Regulations and Guidelines](#)

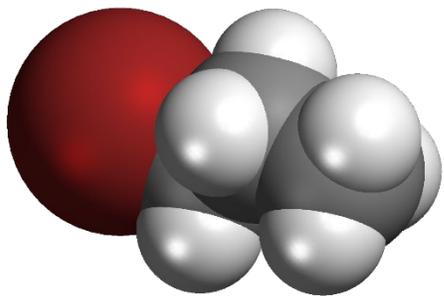
[Main Uses](#)

1-Bromopropane Profile

General Information

1-Bromopropane is an organic solvent that is a colourless or pale yellow liquid with a strong, sweet odour.^[1] It is used as a solvent in many industries, and in the past it has also been used as a chemical intermediate to produce other substances, including pesticides and fragrances.^[2] 1-Bromopropane may also be referred to as propyl bromide or n-propyl bromide. There are numerous other synonyms and product names; see the Hazardous Substances Data Bank for more information.^[3]

In 2016, 1-bromopropane was classified by the International Agency for Research on Cancer as *possibly carcinogenic to humans* (Group 2B).^[4] This decision was based on sufficient evidence of the carcinogenicity of 1-bromopropane in experimental animal studies.^[5] Other health impacts associated with 1-bromopropane exposure include neurological deficits with low-level exposure (e.g. decreased vibration sensation, burning or prickling sensation in the extremities), neurotoxic effects with higher level exposure (e.g. incoordination, inability to walk, and nerve damage), and nose and throat irritation.^[6,4] Adverse reproductive effects are also suspected.^[6]

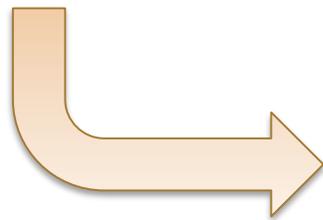


LA SUBSTITUTION

Définition

Méthode de **prévention primaire** consistant à éliminer l'utilisation d'une substance dangereuse en la **remplaçant** par une autre qui l'est moins ou par un autre procédé.

Analyse fonctionnelle du procédé ...



Substitution « **fonctionnelle** »

LA SUBSTITUTION

Enjeux Réglementaires

LSST

Art 2 : Elle « a pour objet **l'élimination à la source** même des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs. »

RSST

Art 39 : « Remplacement: Autant que possible, les matières dangereuses qui sont sources de gaz, de fumées, de vapeurs, de poussières ou de brouillards **doivent être remplacées par des matières** qui ne le sont pas ou, encore, qui le sont moins ».

Art 42 : « Substances cancérogènes et isocyanates: Lorsqu'un travailleur est exposé à une substance identifiée à l'annexe I comme ayant un **effet cancérogène** démontré ou soupçonné chez l'humain ou comme étant un diisocyanate ou des oligomères d'isocyanate, une telle **exposition doit être réduite au minimum** »

ABAISSSEMENT DES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION

Solvant	N° CAS	France (8h, ppm)	ACGIH (8h, ppm)	Québec (8h, ppm)
Acétate d'éthyle	141-78-6	200	400	400
Acétate de 2-butoxyéthyle	112-07-2	10	20	20
Chloroforme	67-66-3	2	10	5
Cumène	98-82-8	20	50	50
Cyclohexane	110-82-7	200	100	300
Cyclohexanone	108-94-1	10	20	25
N,N-Diméthylacétamide	127-19-5	2	10	10
N,N-Diméthylformamide	68-12-2	5	5	10
n-Hexane	110-54-3	20	50	50
Xylènes (o, m, p)	95-47-6 108-38-3 106-42-3	50	100	100

LA SUBSTITUTION et l'environnement

- Écotoxicité, réactivité photochimique, appauvrissement de la couche d'ozone, persistance dans l'environnement
- 1987: protocole de Montréal, relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone
- Liste des substances toxiques de la LCPE
(dizaines de solvants: composés organiques volatils (COV), trichloréthylène, benzène, dichlorométhane)
- Bannissement de certains solvants
 - Chlorofluorocarbones (CFC)
 - 1,1,1-trichloroéthane et tétrachlorométhane

As OSHA Emphasizes Safety, Long-Term Health Risks Fester



« Trouver une colle conforme aux règles fédérales était une lutte continue. Au début des années 1980, de nombreuses entreprises utilisaient de la colle avec un produit chimique appelé **1,1,1-trichloroéthane**.

Mais les États-Unis et d'autres pays l'ont ensuite interdit car il endommage la couche d'ozone, et les entreprises se sont tournées vers le **chlorure de méthylène (dichlorométhane)**.

Surnommé par les fabricants de coussins methyl ethyl bad stuff [...]. OSHA a resserré les règles de sécurité du produit chimique, de sorte que les entreprises ont cherché une nouvelle option.

En peu de temps, environ un tiers de l'industrie de la fabrication de coussins était passée aux colles à base de **1-bromopropane**. »

OSHA, the watchdog agency that many Americans love to hate and industry often faults as overzealous, has largely ignored long-term threats.

By IAN URBINA
Published: March 30, 2013

TAYLORSVILLE, N.C. — Sheri Farley walks with a limp. The only job she could hold would be one where she does not have to stand or sit longer than 20 minutes, otherwise pain screams down her spine and up her legs.

“Damaged goods,” Ms. Farley describes herself, recalling how she recently overheard a child whispering to her mother about whether the “crippled lady” was a meth addict.

For about five years, Ms. Farley, 45, stood alongside about a dozen other workers, spray gun in hand, gluing together foam cushions for chairs and couches sold under brand names like

30 ANS DE RECHERCHES À L'UdeM



- Bilans de connaissances
- Études de cas
- Démarche de substitution en 9 étapes
- Monographies nouveaux solvants et solvants verts
- Outils de comparaison des options de remplacement
- Fiches de substitution par utilisations
- Livre et chapitres de livre

Chapitre Substitution



Maximilien Debia

Denis Bégin

Michel Gérin

Substitution.
pp. 617-640.

B. Roberge; G. Nadon; C. Gagné; É. Sirois, Éditeurs intellectuels.
2^e édition. Modulo,
TC Média Livres, Montréal, (2021)

Substitution hors solvants (exemples)

Contaminants	Industries - Procédés	Solutions de rechange
Chromate de zinc, de strontium	Pigment anticorrosion dans les peintures	Phosphate de zinc et d'aluminium, phosphate de zinc et de fer, phosphomolybdate de zinc
Chromate de plomb	Pigment de couleur jaune pour le marquage routier	Combinaison de pigments organiques et inorganiques
Produits siliceux	Abrasifs	Divers abrasifs sans silice cristalline, p. ex. alumine, olivine synthétique, grenaille d'acier, grenaille de verre



Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail

Microorganismes dans les fontaines biologiques de dégraissage Évaluation de l'exposition professionnelle dans les ateliers d'entretien mécanique

Carol-Anne Villeneuve
Geneviève Marchand
Marie Gardette
Jacques Lavoie
Denis Bégin
Maximilien Debia

RAPPORTS
SCIENTIFIQUES

R-992

Utilisez une biofontaine de façon sécuritaire



Vous utilisez une soufflette ?

- > Rincez les pièces nettoyées avec de l'eau propre, sinon
- > Portez un appareil de protection respiratoire à pièce faciale filtrante (masque jetable N-95)



Pression de l'air inférieure à 200 kPa.



Protégez vos yeux

- > Lunettes de sécurité



Protégez votre peau

- > Gants en nitrile
- > Vêtements de travail à manches longues
- > Visière-écran si des projections au visage sont possibles
- > Évitez tout contact avec des plaies

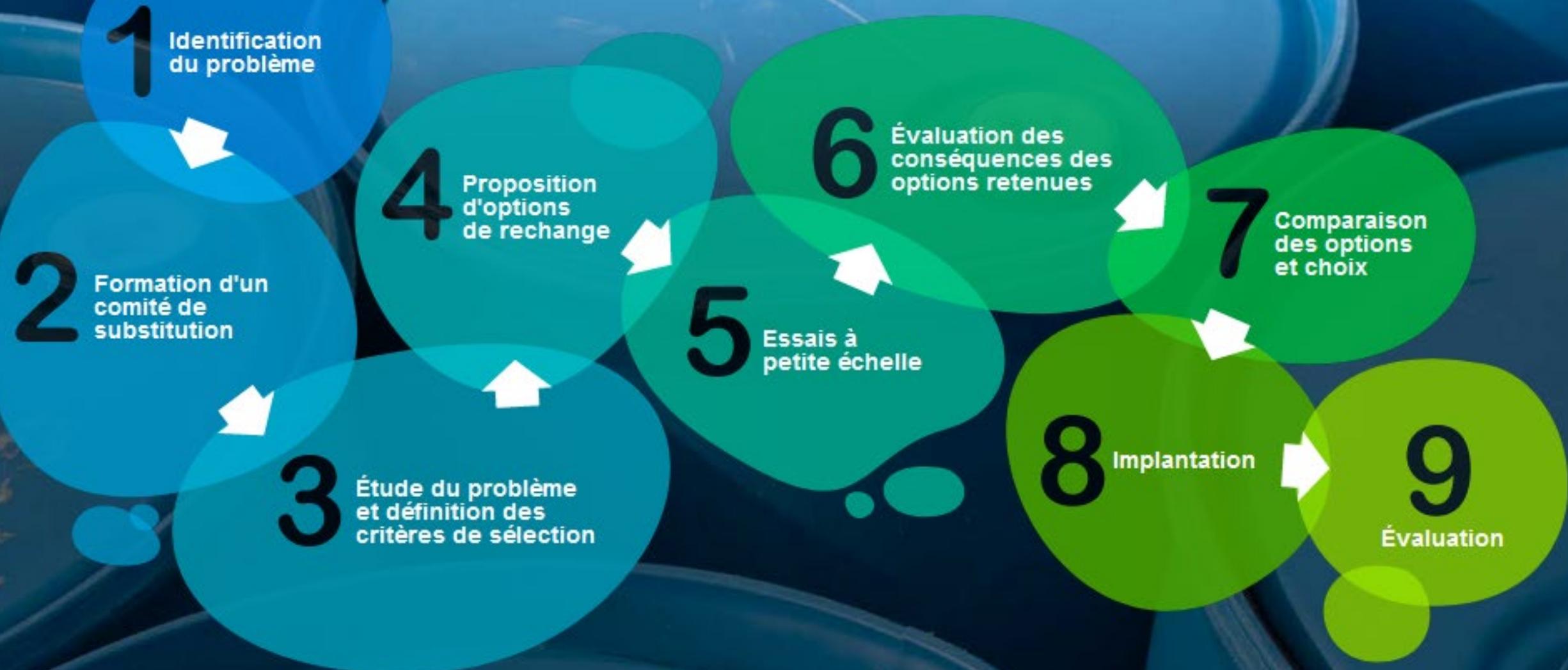


Lavez-vous les mains

- > Après avoir enlevé les gants
- > Avant de porter vos mains ou quelque chose à la bouche (boisson, nourriture, cigarette, crayon, etc.)
- > Avant et après le passage aux toilettes
- > Ne pas se laver les mains dans la biofontaine

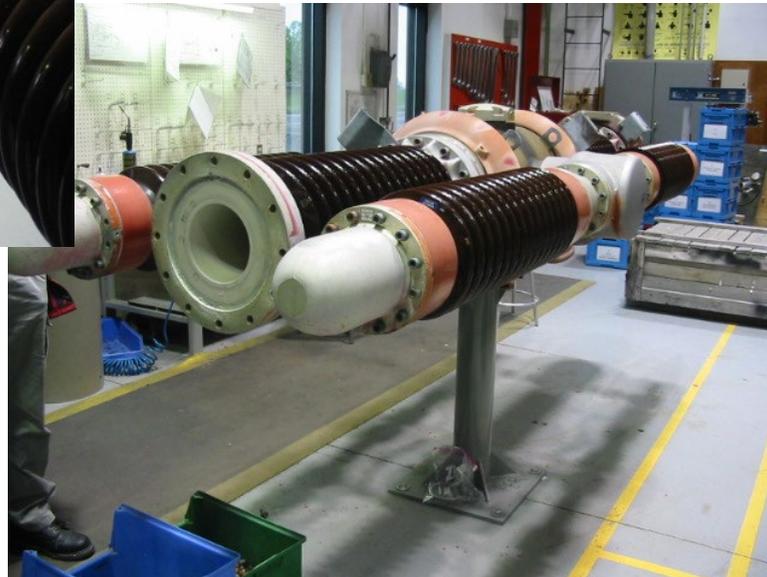
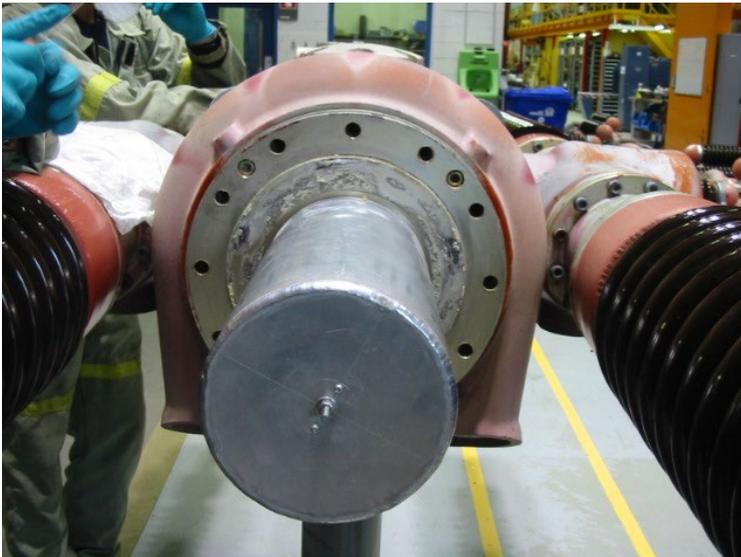
LA DÉMARCHE DE SUBSTITUTION

Fiches de substitution par utilisation



ÉTUDE DE CAS : NETTOYAGE ET DÉGRAISSAGE DE DISJONCTEURS

Solvant à remplacer : **Trichloréthylène**



DOWSIL™ OS-10 Fluid

DOWSIL™ OS-20 Fluid

DOWSIL™ OS-30 Fluid

Ozone-safe compounds for a variety of applications

- Ozone-safe; do not deplete ozone
- Do not generate smog
- Negligible contribution to global warming
- In USA, classified as non-VOCs
- Clear and colorless
- Odorless
- Compatible with most plastics and surface coatings
- Low toxicity
- Low surface tension
- Evaporate completely at room temperature
- Surfaces cleaned with these fluids can subsequently be painted or coated
- High purity; very low residual nonvolatile content
- Non-irritating to skin

- Rinsing parts after cleaning with stronger cleaning agents; dry to leave no residues or spots
- Aerosols for cleaning industrial optics and spectacle lenses
- Impregnating "wipes" for cleaning applications where more aggressive solvents cannot be used
- Replacing organic fluids as carriers in some industrial processes
- Alternatives to hydrocarbon solvents in consumer product formulations
- Solvents or carriers for silicone oils or greases
- Cleaning contaminated surfaces prior to painting or bonding

SOLVANTS VERTS



Solvants verts
Fondements, santé, sécurité, environnement
et substitution

Denis Bégin
Caroline Couture
Michel Gérin
Maximilien Debia

RAPPORTS
SCIENTIFIQUES

R-1089

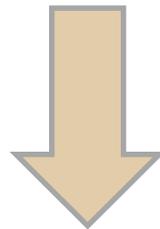
Fondements, santé, sécurité,
environnement et substitution
(2020)



Problématique

De plus en plus d'entreprises veulent prendre le virage vert

Faire en sorte que leurs activités et leurs produits s'inscrivent dans la démarche du développement durable



Apparition de solvants qualifiés de verts, écologiques, biologiques, biosourcés, biodégradables, naturels, durables

Solvants verts

Principes de la chimie verte

Principes du développement durable

Analyses de cycle de vie

12 critères qu'un solvant vert doit satisfaire

- Disponibilité
- Prix
- Recyclabilité
- Pureté
- Synthèse
- Toxicité
- Biodégradabilité
- Performance
- Stabilité
- Inflammabilité
- Stockage
- Renouvelabilité

L'écoblanchiment

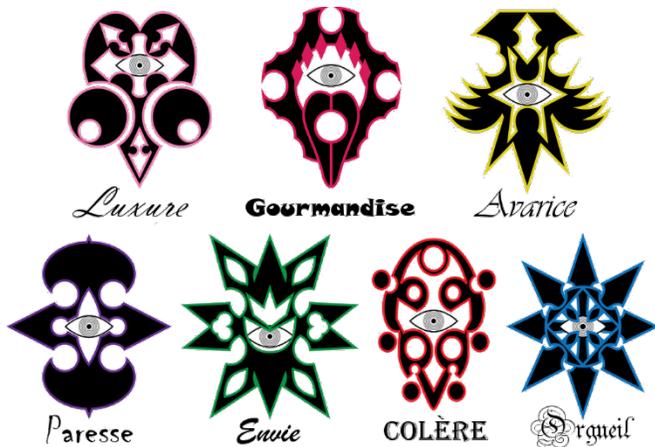
Définition

Opération de relations publiques menée par une organisation pour masquer ses activités polluantes et tenter de présenter un caractère écoresponsable (OQLF)

Synonymes

- mascarade écologique;
- blanchiment vert;
- verdissage d'image;
- spin vert
- Être prudent avec les étiquettes

Les sept « péchés » de l'écoblanchiment



- Compromis caché
- Absence de preuve
- Imprécision
- Non-pertinence
- Moindre de deux maux
- Mensonge
- Culte de l'étiquette mensongère

Catégories de solvants verts

Catégories	Exemples	Applications
Eau	Eau	Nettoyants aqueux, peintures en phase aqueuse
Solvants dérivés des glucides	Lactate d'éthyle, butan-1-ol, xylène	Décapant (électronique, circuits imprimés)
Solvants dérivés des lipides	Ester méthylique d'acide gras (EMAG)	Dégraissant et nettoyant de surfaces métalliques
Solvants obtenus par extraction (végétaux)	d-Limonène, terpènes	Dégraissant
Dioxyde de carbone	CO ₂ liquide	Nettoyage à sec, solvant d'extraction agroalimentaire
Solvants obtenus de matières résiduelles	Divers alcools, terpènes, EMAG, 2-Méthyltétrahydrofurane	Synthèse chimique
Solvants d'origine pétrochimique avec caractéristiques vertes	Carbonate de propylène	Nettoyage d'outils (fabrication d'objets en fibre de verre)

Comparaison des différentes étiquettes

Étiquette/certification	Critères de SST	Critères d'efficacité du produit	Critères d'environnement	Critères de contenu minimal en produits biosourcés
Green Seal 	X	X	X	
Greenguard 	(COV)			
ECOLOGO 		X	(COV)	
Safer Choice 	X		X	
BioPreferred 				X
Ecolabel (europe) 	X		X	
Nordic Ecolabelling (europe) 	X		X	
Solvants biosourcés (EU)	X	X	X	X

Outils existants pour le choix d'un solvant vert

VHR
Vapor Hazard Ratio

- Potentiel de surexposition aux différents solvants en corrigeant les VLE pour la volatilité des solvants

- Acétate d'éthyle = 240
- DMF = 355
- n-hexane = 3260

PARIS III
(US EPA)

- Permet d'évaluer des mélanges
- Impacts environnementaux et sanitaires
- Logiciel qui intègre des paramètres de santé (VLE et DL_{50}), d'environnement et de sécurité (point d'éclair)

Outils existants pour le choix d'un solvant vert

P2Oasys

(TURI)

- Compare des substances chimiques pures ou des mélanges
- Environnement et santé
- Facteurs de pondération
- BD qui contient des solvants traditionnels, des solvants verts ainsi que des mélanges commerciaux de solvants

HSPiP

Hansen Solubility
Parameters in Practice

- Qualités techniques (les paramètres de solubilité tenant compte des forces polaires, de dispersion et des liaisons H)

Design for the Environment

- Intégré au programme Safer Choice du US EPA
- Risques environnementaux et sanitaires, performance, coûts et conservation des ressources

Réflexions sur les solvants verts

- Généralement présentés comme des solvants peu dangereux pour la santé, la sécurité et l'environnement
- Difficile de conclure sur la « **vertitude** » ou la durabilité d'un solvant particulier, car dépend toujours du contexte d'utilisation

Réflexions sur les solvants verts

Critères de Gu et Jérôme (2013)

**ne peuvent être tous
atteints simultanément**

- Solvant halogéné: ininflammable, mais souvent toxique et fait à partir de ressources non renouvelables
- d-Limonène: bon solvant substitutif, mais allergies cutanées possible et hépatotoxicité à forte dose
- Lactate d'éthyle: bon solvant, mais irritation des muqueuses possible
- Éthanol et acétate d'éthyle: très inflammables
- Eau: effluents aqueux contaminés
- Solvants aromatiques produits à partir de ressources renouvelables (glucides) comme le xylène = toxicité

FICHES DE SUBSTITUTION

- Procédés courants au Québec
- Utilisation de solvants dangereux
- Pistes de remplacement documentées
- Recherche bibliographique exhaustive

PLAN DES FICHES

- Introduction
- Solvants dangereux
 - (source, niveaux, toxicité)
- Pistes de solution de rechange
 - (p. ex. études de cas)
- Prévention et recommandations
 - (p. ex. moyens de protection, pistes privilégiées)

FICHES (1/2)

- Collage de mousse de polyuréthane – Meuble
- Décapage de baignoires
- Décapage de graffitis
- Décapage de meubles en bois
- Dégraissage de pièces mécaniques et de freins - Mécanique automobile
- Dégraissage de pièces métalliques – Fabrication et usinage

FICHES (2/2)

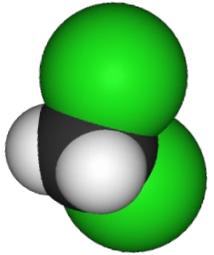
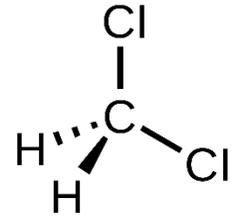
- Nettoyage à sec
- Nettoyage d'asphalte – Asphaltage de rue
- Nettoyage de presses – Imprimeries offset
- Nettoyage et décapage de cuves – Fabrication de peinture
- Remplacement de l'acétone dans la fabrication d'objets en fibre de verre
- Vernissage de planchers

DÉCAPAGE DE GRAFFITIS



DÉCAPAGE DE GRAFFITIS

Solvant à proscrire : Dichlorométhane



La méthode de gestion des graffitis dépend de la **surface sous-jacente**

- Surfaces poreuses (ex. brique)
- Métal (ex. panneau de signalisation)
- Plastique (ex. bardage en PVC)
- Verre (vitre de fenêtre)

DÉCAPAGE DE GRAFFITIS

Méthodes de gestion des graffitis

- Recouvrement par une couche de peinture en phase aqueuse (ex. béton peint)
- Pellicule protectrice pelable
(ex. vitres de véhicules de transport en commun)
- Application d'un revêtement antigraffitis
(ex. mur d'édifice) + nettoyant
- Application d'un revêtement sacrificiel
(ex. mur d'édifice) + décapant
- Grenailage* de verre concassé, glace sèche
- Décapage chimique

DÉCAPAGE DE GRAFFITIS

Solvants

retrouvés dans les
décapants de
nouvelle génération

(émulsions aqueuses)

- Esters méthyliques d'acides gras (EMAG)
- Esters d'acides dicarboxyliques (DBE)
- Alcool benzylique
- N-Méthyl-2-pyrrolidone (NMP)*

DÉCAPAGE DE GRAFFITIS

Prévention SST

- Lunettes, visière
- Gants et vêtements imperméables
- Protecteurs auditifs
- Appareil de protection respiratoire

Environnement

- Éviter le ruissellement des résidus de décapage dans les égouts

Solub

Il s'adresse aux intervenants en SST voulant entreprendre un projet de remplacement d'un solvant organique.

À propos de



La démarche de substitution proposée 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. Le tout est complété par des exemples de substitution.

<https://solub.irsst.qc.ca/>

Solub

Démarche de substitution des solvants en milieu de travail

La démarche de Solub permet d'accompagner les intervenants en santé et sécurité du travail 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.

<https://solub.irsst.qc.ca/>

Dernièrement, dans le monde de la substitution...

› Webinaire sur la substitution des solvants
19 janvier 2022

› CAREX-Canada publie une fiche sur le 1-bromopropane
21 décembre 2021

› Nouvelle certification pour nettoyeurs et dégraissants industriels
1 décembre 2021

Toutes les actualités



Conclusions

- Substitution est un moyen d'élimination à la source des dangers : une démarche essentielle de prévention des risques professionnels
- Démarche en 9 étapes
- Solub permettra aux intervenants d'aller chercher l'information sur la fonction du solvant, les procédés et les solvants de remplacement
- Mise à jour des connaissances
- Communauté de pratique

**Bonne
substitution !**

Questions ?

Remerciements :

Coauteurs : Caroline Couture et Michel Gérin

Coordination et production Solub : Gaëtan Boucher et Annie Mathieu

Soutien infographique de la présentation: Daniel Drolet

Solub

La démarche ▾ Actualités À propos 🔍



Solub

Démarche de substitution des solvants en milieu de travail

La démarche de Solub permet d'accompagner les intervenants en santé et sécurité du travail 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.

Dernièrement, dans le monde de la substitution...

> Webinaire sur la substitution des solvants
19 janvier 2022

> CAREX-Canada publie une fiche sur le 1-bromopropane
21 décembre 2021

> Nouvelle certification pour nettoyeurs et dégraissants industriels
1 décembre 2021

Toutes les actualités