



■ L'utilisation des solvants en entreprise

Par Cosmin Patrascu
Ingénieur Chimiste
Cosmin.patrascu@inrs.fr

Département Expertise et conseil Technique
INRS
30 Rue Olivier-Noyer 75680 Paris Cedex 14



■ Sommaire

- ▶ Généralités
- ▶ Définition
- ▶ Comment ça marche
- ▶ Caractéristiques
- ▶ Classement
- ▶ Utilisation
- ▶ Réglementation
- ▶ Sources d'information

■ Les solvants organiques en France

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

- ▶ « Panorama de l'utilisation des solvants organiques en France fin 2004 » INRS ND 2230
- ▶ Consommation globale de 548 000 tonnes (de solvants neufs)
- ▶ 60% sont utilisés dans des préparations (mélanges), 40% utilisés tels quels

■ Définitions du solvant

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

▶ Les solvants :

- > substances, généralement liquides
- > liquide qui a la propriété de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres substances sans provoquer de modification chimique de ces substances et sans lui-même se modifier

▶ Solvant organique :

- > contient au moins un atome de carbone

■ Rôle du solvant

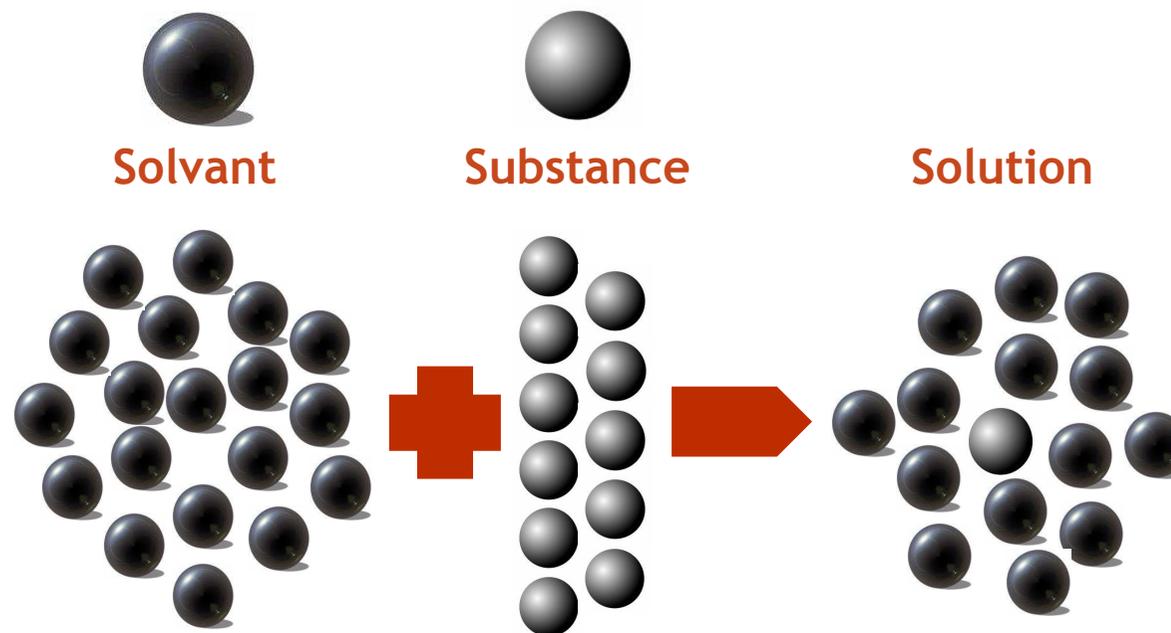
- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

- ▶ Dissolution : homogénéisation
- ▶ Suspension : particules solides insolubles
- ▶ Dilution : modification de la texture
- ▶ Extraction, purification : séparation de substances
- ▶ Milieu réactionnel : milieu homogène facilitant le contact des réactifs et de contrôler la vitesse de réaction

⇒ sans subir de modification chimique

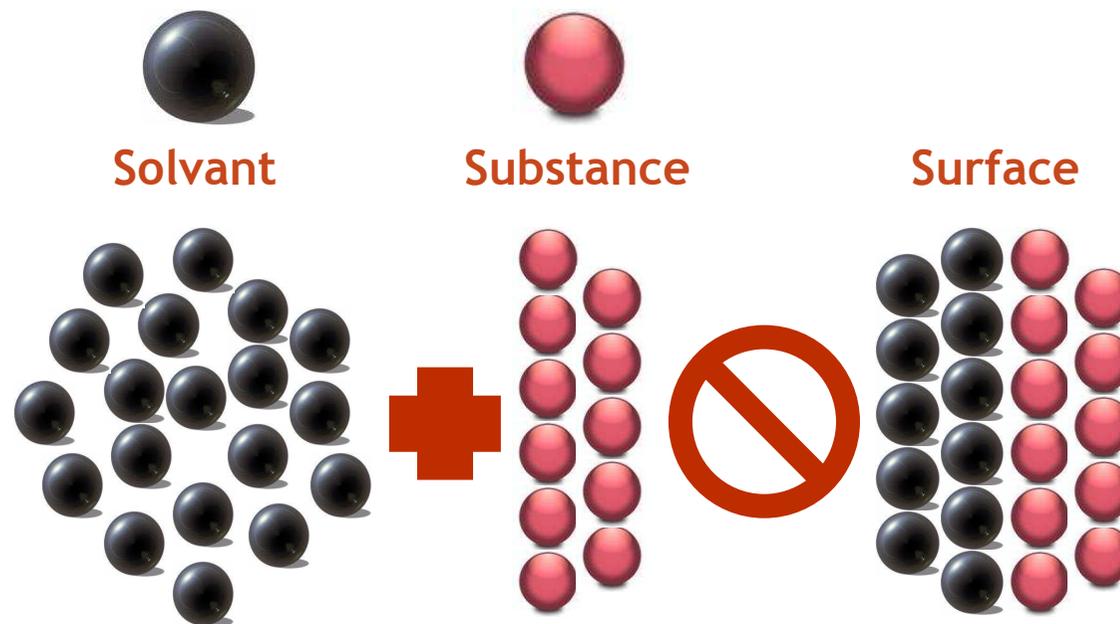
■ Comment ça marche

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information



■ Comment ça marche

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information



■ Comment ça marche

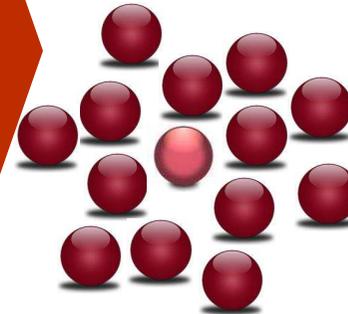
- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

Propriétés physico-chimiques

- taille
- forme
- nature chimique

Les molécules de solvant doivent avoir une affinité avec la substance à dissoudre

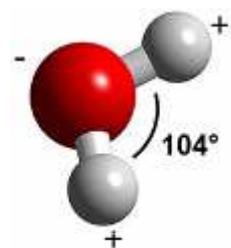
Solution



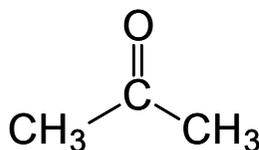
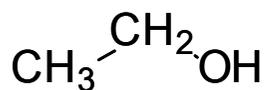
■ Affinités ou mécanismes d'action du solvant

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

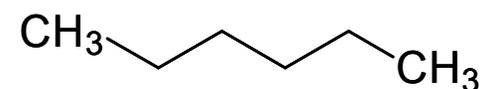
La polarité



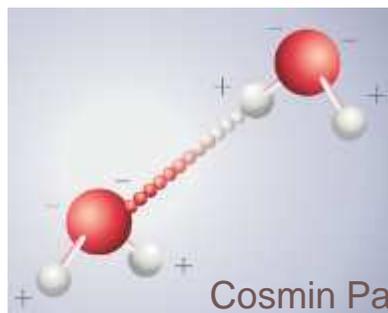
- Eau
- Alcools
- Cétones
- Éthers



- Hydrocarbures
 - linéaires
 - cyclique
 - aromatiques



Les liaisons d'Hydrogène



Cosmin Patrascu 09/03/2010

■ Affinités ou mécanismes d'action du solvant

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

Risque = Danger + Exposition

- ▶ Danger – intrinsèque à la substance
- ▶ Exposition – physchem + conditions
 - > Respiratoire
 - > Cutanée
 - > Ingestion

■ Les données physico-chimiques importantes pour la prévention

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

- ▶ Point de fusion : température de transition de la phase solide à la phase liquide
- ▶ Point d'ébullition : température de transition de la phase liquide à la phase gaz
- ▶ Viscosité : l'écoulement des liquides
- ▶ Volatilité :
 - > Tension ou pression de vapeur : pression à laquelle s'échappe la vapeur d'un liquide
 - > Indice d'évaporation : vitesse d'évaporation, par rapport à l'oxyde de diéthyle ou l'acétate de n-butyle

■ Classement indicatif des tensions de vapeurs

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

Pression de vapeur (Pa à 20° C)	P < 5	5 < P < 1000	1000 < P < 5000	P > 5000
Classement	Très peu volatil	Modérément volatil	Volatil	Très volatil
Exemples	DEGBE (2,7) DEGBEA (0,8)	DBE (27) NMP (39) EGBE (100)	Xylène (1080)	Ethanol (5850) Trichlo (8600) Benzène (9970) Acétone (24700) Acétate d'éthyle (10 000)

Rappel : Limite COV : 10 Pa

$$1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa} = 1013 \text{ bar} = 760 \text{ mm Hg}$$

Cosmin Patrascu 09/03/2010

■ Les données importantes

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

- ▶ VLEP (Valeurs limites d'exposition professionnelles): concentration maximale admissible dans l'air de l'atelier
 - > VLCT (valeur limite court terme) : mesure sur 15 min
 - > VME (valeur de moyenne d'exposition) ou VL 8h : mesure sur 8 heures
- ▶ Seuil olfactif : concentration pour laquelle la moitié d'un jury perçoit l'odeur

⇒ **le seuil olfactif n'est pas un indicateur d'exposition**

■ Comparaison VLEP / seuil olfactif

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

	Seuil olfactif (ppm)	VLEP (ppm)
Acétate d'éthyle	1	400
Acétone	13	500
Chloroforme	2,4	1
Hexane	80	20
Trichloroéthylène	27	50

■ Les données physico-chimiques importantes

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

► Inflammabilité :

- > Point d'éclair (PE): température à laquelle un liquide dégage des vapeurs susceptibles de s'enflammer. Base de la classification :
 - $PE < 0^{\circ}\text{C}$ et température ébullition $< 35^{\circ}\text{C}$ → extrêmement inflammable
 - $PE < 21^{\circ}\text{C}$ → facilement inflammable
 - $21^{\circ}\text{C} < PE < 55^{\circ}\text{C}$ → inflammable
- > Limites d'explosivité (LIE, LSE) : concentrations entre lesquelles le mélange air/vapeur est explosif

■ Les données physico-chimiques importantes

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

► Pouvoir solvant :

- > Coefficient de partage : $\text{LogP} = \text{Log}(C_{\text{oct}}/C_{\text{eau}})$
- > Paramètres de solubilité (Hildebrand, Hansen) : mesure des forces d'attraction entre les molécules d'une substance
- > Indice Kauri-butanol (Kb) : mesure indirecte de la force d'un solvant, volume (ml) de solvant nécessaire pour casser une solution de gomme Kauri dans du butanol.
 - $\text{Kb} > 100$: bon pouvoir solvant (toluène, dichlorométhane)
 - $\text{Kb} < 30$: pouvoir solvant faible (hexane, solvants fluorés)

■ Classement des solvants

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

Par similitude de groupement chimique ou appellation

- ⇒ 9 familles de solvants organiques
- ⇒ Les solutions aqueuses lessivielles
- ⇒ Les mélanges
- ⇒ Les solvants « agro »
- ⇒ Les solvants ioniques

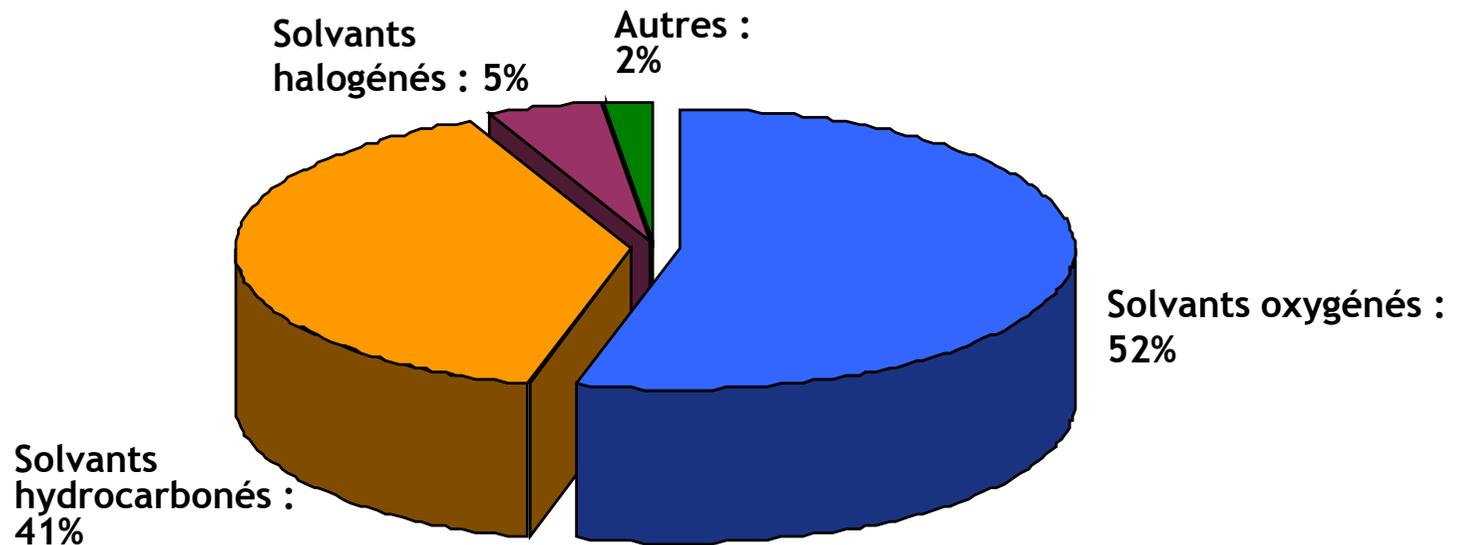
■ Les 9 familles de solvants organiques

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

- ▶ Solvants oxygénés (contient un atome d'oxygène)
 - Alcools (-OH)
 - Esters (-CO-O-)
 - Cétones (-C=O)
 - Éthers de glycol (-O-CH₂-CH₂-OH)
 - Éthers (-C-O-C-)
- ▶ Solvants hydrocarbonés
 - Solvants pétroliers (hors aromatiques)
 - Solvants aromatiques
- ▶ Solvants halogénés (contient un atome de chlore, brome ou fluor)
- ▶ Solvants particuliers

■ Répartition de la consommation globale

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information



■ Solvants particuliers

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

▶ Inclassables dans les familles précédentes :

- > NMP ou N-méthylpyrrolidone : vernis, peintures, décapants
- > DMF ou diméthylformamide : pesticides, matières plastiques
- > DMSO ou diméthylsulfoxyde : nettoyant de dérivés cellulosiques ou polyuréthanes
- > Terpènes : nettoyant, insecticide, parfums, peintures, ...

■ Les nouveaux solvants

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

▶ Les solutions aqueuses lessivielles

- > Utilisées essentiellement en nettoyage/dégraissage
- > Formulations complexes : composés alcalins, tensioactifs, additifs (Détergence)
- > Fontaines biologiques : ajout de micro-organismes (bactéries essentiellement)

▶ Les mélanges ou préparations solvantées

- > Obtenir une meilleure efficacité
- > Élargir la gamme d'application
- > Rendre ininflammable (point d'éclair masqué)

▶ Organosiloxane

- > Composé de silicium, oxygène, carbone et hydrogène
- > Nettoyage de précision, un application en substitution du perchloroéthylène

▶ Carbonate de propylène

- > Ester cyclique, soluble dans l'eau et les solvants organiques, peu volatil
- > Dans préparations de décapage ou nettoyage d'outils de peinture ou application de polyesters

■ Les nouveaux solvants

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

- ▶ **HFE (hydrofluoroéther) ou HFC(hydrofluorocarbures)**
 - > Faible pouvoir de dissolution
 - > Utilisation en mélange azéotropique avec du trans-1,2 dichloroéthylène ou alcool
 - > Applications en nettoyage (microélectronique, technologies de pointe,...)
- ▶ **DBE (dibasicesters) :**
 - > Sous-produits de la synthèse du nylon
 - > Peu volatils
 - > Utilisés dans préparations décapantes ou nettoyants pour équipements de fabrication de polyester stratifié ou polyuréthannes

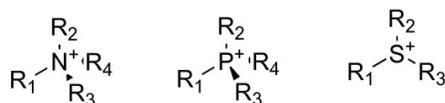
■ Les nouveaux solvants : « BIO », « verts », « agrosolvants »

- Généralités
 - Définition
 - Comment ça marche
 - Caractéristiques
 - Classement
 - Utilisation
 - Réglementation
 - Sources d'information
- ▶ Appellations non réglementées, souvent abusives
 - !!!! Noms commerciaux
 - ▶ Substances issues de ressources renouvelables ou impact sur l'environnement réduit
 - ⇒ ne préjuge pas de l'impact « santé »
 - ▶ A signaler
 - > Esters d'acides gras dérivés du colza ou soja utilisés en tant que nettoyeurs
 - > Lactate d'éthyle issu de la fermentation du sucre
 - > Terpènes issus des écorces d'orange, de citron ou de pin
 - > Solvants ioniques

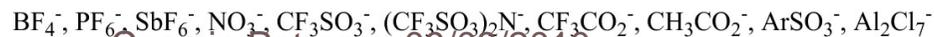
■ Les solvants ioniques

- Généralités
 - Définition
 - Comment ça marche
 - Caractéristiques
 - Classement
 - Utilisation
 - Réglementation
 - Sources d'information
- ▶ Sels fondus, composés souvent d'un cation organique (dérivés de l'imidazole par ex.) et d'un anion inorganique (BF₄, PF₆)
 - ▶ Liquides à température ambiante, « non-volatils », ininflammables, bon pouvoir solvant
 - ▶ Utilisés en synthèse organique, comme solvants d'extraction ou catalyseurs

Cations



Anions



Cosmin Patrascu 09/03/2010

■ Principaux secteurs utilisateurs:

- Généralités
 - Définition
 - Comment ça marche
 - Caractéristiques
 - Classement
 - Utilisation
 - Réglementation
 - Sources d'information
- Industrie chimique
 - Nettoyage
 - Industrie des plastiques
 - Métallurgie et mécanique (traitement de surface, dégraissage,...)
 - Industrie alimentaire et pharmaceutique
 - Agrochimie
 - BTP
 - ...

■ Réglementation risque chimique

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

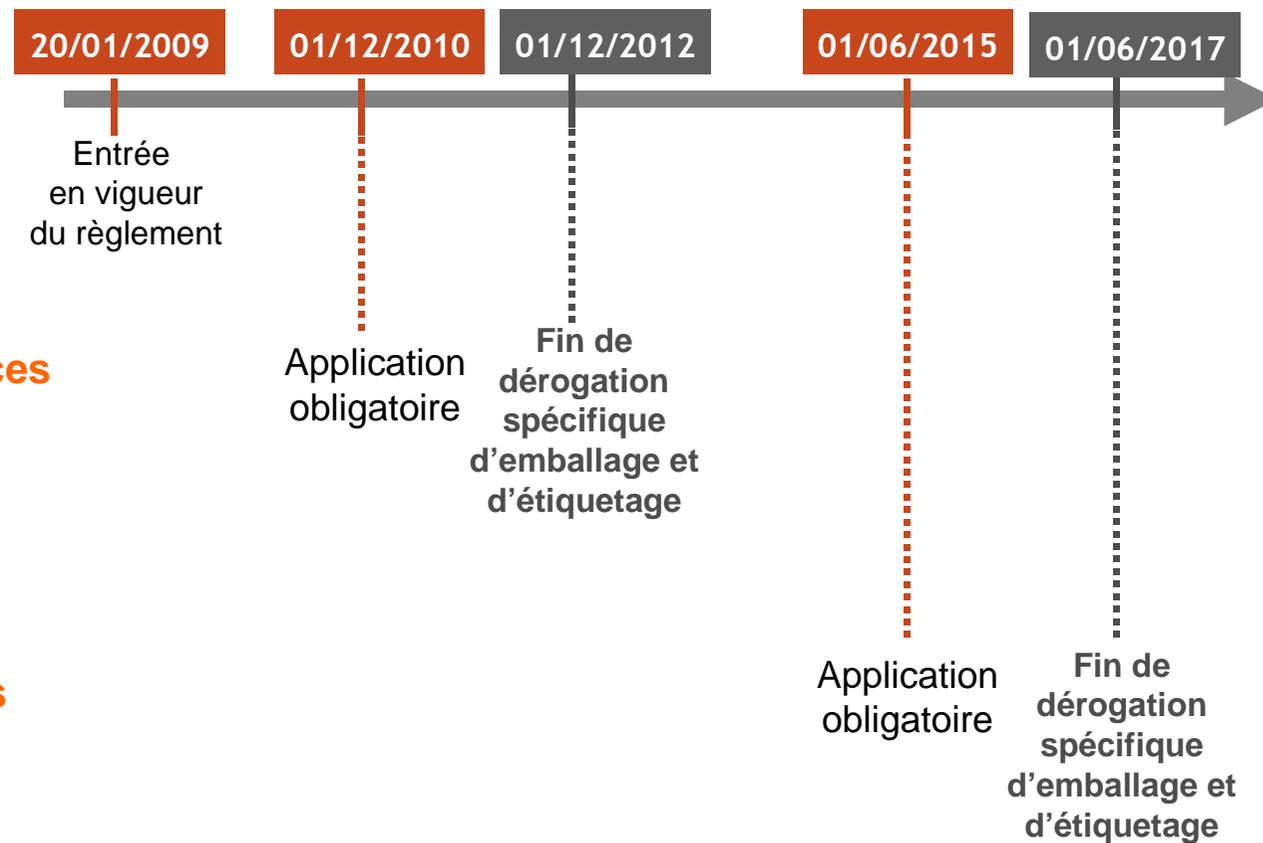
- Aération et assainissement des locaux (articles R4222-1 à R4222-26)
- Prévention du risque chimique (articles R4412-1 à R4412-164)
- Règles spécifiques liés aux agents cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction - CMR (articles R4412-59 à R4412-93)
- Tableaux de Maladies Professionnelles
 - N°84 solvants organiques
 - N°4 et 4bis benzène
 - N°12 hydrocarbures halogènes
- Derniers décrets notables :
 - décret CMR du 1er février 2001
 - décret agents chimiques du 23 décembre 2003

■ Le règlement CLP - Dates d'application

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information

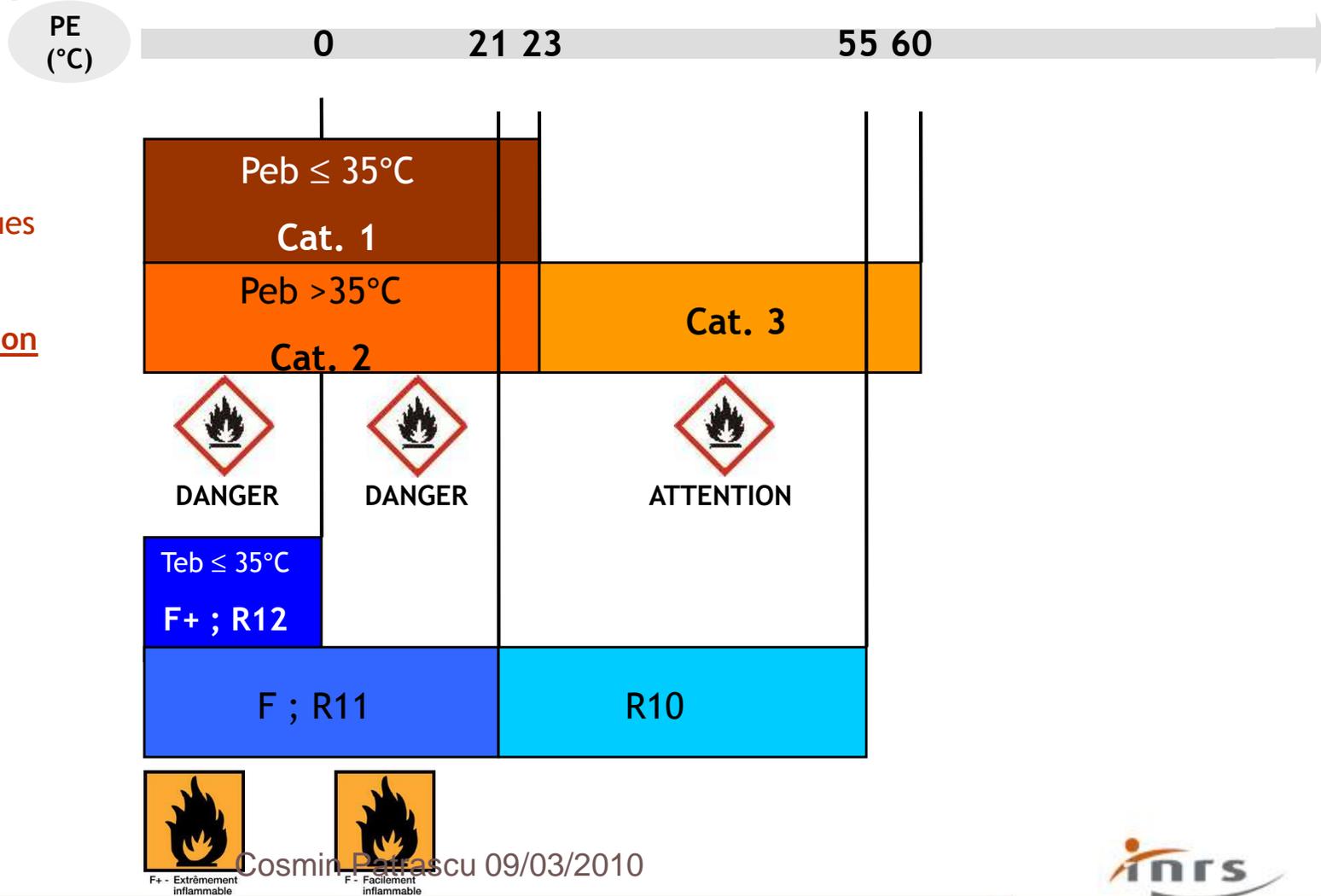
Substances

Mélanges



■ Le règlement CLP – Classification et point éclair

- Généralités
- Définition
- Comment ça marche
- Caractéristiques
- Classement
- Utilisation
- Réglementation
- Sources d'information



■ Identification des solvants

- Généralités
 - Définition
 - Comment ça marche
 - Caractéristiques
 - Classement
 - Utilisation
 - Réglementation
 - Sources d'information
- ▶ Nom officiel d'après les règles IUPAC
 - ▶ Nom commun et synonymes
 - ▶ Nom commercial
 - ▶ Numéro CAS (Chemical Abstract Services): identification sans ambiguïté
 - ▶ Numéro CE (EINECS ou ELINCS)
 - ▶ Numéro INDEX

■ Où trouver des informations ?

- Généralités
 - Définition
 - Comment ça marche
 - Caractéristiques
 - Classement
 - Utilisation
 - Réglementation
 - Sources d'information
- ▶ « Solvants industriels : santé, sécurité, substitution » M.Gérin, ed.Masson
 - ▶ INRS:
 - > Fiches solvants INRS: ED 4220 à 4229
 - > Fiches toxicologiques INRS : série FT
 - > Base données « Solvants »
 - > Base de données « Solvex »
 - ▶ CLP: <http://www.inrs.fr/focus/nouveletiquetage.html>
 - ▶ Fiches
 - > IPCS: <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnfrn/nfrncas.html>
 - > Iuclid: <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/>
 - > HSDB: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>