

MENS :
une vision incisive
et éducative sur
l'environnement

Approche
didactique
et scientifique

48

Juil-Août-Sept 10

MENS

Revue scientifique populaire trimestrielle

PVC: durabilité et design en harmonie

Milieu-
Education,
Nature &
Société

 Universiteit
Antwerpen

Loterie Nationale
créateur de chances 

Table des matières

À la recherche du matériau adapté	3
Matières synthétiques	4
La préparation industrielle du PVC	6
Adjonction d'additifs	8
Matériau composite contenant du PVC	9
Pulvérisation, pétrissage, pressage et autres techniques	9
À quoi peut servir le PVC ?	10
Sécurité pour l'homme et l'environnement	12
Et tous ces déchets	13
Beau et inventif : design	15

Avant-propos

Chers lecteurs,

Nous sommes à un tournant.

Nous venons de traverser une crise financière sans précédent qui a affecté l'ensemble de l'économie mondiale. Progressivement, la reprise s'amorce. Progressivement, les entreprises recommencent à engager du personnel.

Ce serait cependant une erreur de faire croire que nous en sommes sortis, que la crise est derrière nous. Les effets vont encore se faire sentir et ce, tant en Flandre qu'en Wallonie et à Bruxelles.

Aussi, il convient de tirer les leçons de ce que nous venons de traverser. J'en suis convaincu, nous disposons aujourd'hui d'une opportunité pour reconstruire notre économie sur des bases plus durables. De deux choses l'une : soit l'on se cantonne à reconstruire notre économie telle qu'elle était, soit on la réoriente et la renforce dans des secteurs dits d'avenir.

Car, parallèlement à ce contexte économique, nous sommes confrontés à un défi dont les enjeux sont aussi importants : le défi environnemental.

Négliger ce défi au profit de la sortie de crise ou l'inverse serait irresponsable. Nous devons donc y travailler simultanément.

Si sortir définitivement de la crise économique prendra du temps, amorcer et ancrer une dynamique de changement en Wallonie constituera l'un des outils majeurs pour en réduire la durée.

A cet égard, le domaine du développement durable est un secteur d'avenir qui possède une haute valeur technologique ajoutée et un potentiel de croissance, comme en atteste le dossier que la rédaction de Mens a pris soin de rédiger.

L'investissement dans ce secteur constitue un axe important de l'alliance emploi-environnement que nous entendons mettre en œuvre dans le cadre du Plan Marshall 2.vert.

Cette réorientation de notre économie doit nous permettre de sortir renforcés de la crise. Cela doit nous permettre d'ancrer la Wallonie dans une logique de croissance durable.

C'est en ce sens, autour de cette dynamique, que j'ai entrepris d'articuler l'action de mes gouvernements.



Cette dynamique se doit d'être collective pour gagner en force. Nous pouvons faire de la Wallonie un véritable leader dans le secteur du développement durable. Et vous, lecteurs, par les projets que vous mettez en œuvre, avez la possibilité d'y contribuer. Ce numéro de Mens vous donnera, quoiqu'il en soit, quelques clés pour y parvenir. Je vous en souhaite dès lors bonne lecture.

Rudi Demotte,
Ministre-Président du Gouvernement wallon
et de la Communauté française



© Tous droits réservés Bio-MENS 2010

'MENS' est une édition de l'asbl Bio-MENS. A la lumière du modèle de société actuel, elle considère une éducation scientifique objective comme l'un de ses objectifs de base.

www.biomens.eu

Coordination académique :

Prof. Dr Roland Caubergs, UA
roland.caubergs@ua.ac.be

Rédacteur en chef et rédaction finale :

Dr. Ing. Joeri Horvath, UA
joeri.horvath@ua.ac.be
Jan 't Sas, Klasse

Rédaction centrale :

Lic. Karel Bruggemans
Prof. Dr Roland Caubergs
Dr Guido François
Dr. Geert Potters
Lic. Liesbeth Hens
Dr Lieve Maesele
Lic. Els Grieten
Lic. Chris Thoen
Dr. vet. Mark Lauwerys
Dr Sonja De Nollin

Abonnements et infos :

Corry De Buysscher
Herrystraat 8b, 2140 Antwerpen
Tél.: +32 (0)486 93 57 97
Fax: +32 (0)3 309 95 59
Corry.mens@telenet.be

Abonnement:

€22 sur le numéro de compte 777-5921345-56

Abonnement éducatif: €14

Ou numéros distincts: €4
(moyennant la mention du numéro d'établissement)

Coordination communication Bio-MENS :

Kaat Vervoort
Herrystraat 8b, 2140 Antwerpen
Tél.: +32 (0)3 609 52 30 - Fax +32 (0)3 609 52 37
contact@biomens.eu

Coordination :

Dr Sonja De Nollin
Tél.: +32 (0)495 23 99 45
sonja.denollin@ua.ac.be

Illustrations:

Mens, Wikipedia Commons, iStockphoto, Dreamstime, Google, PvcDesign, SolVin, Nitto, Federplast.be, Matus Prochaczka, Deceuninck, Designboom, Seaman Corporation, Hexis AMR racing team, Photobucket, De Morgen.

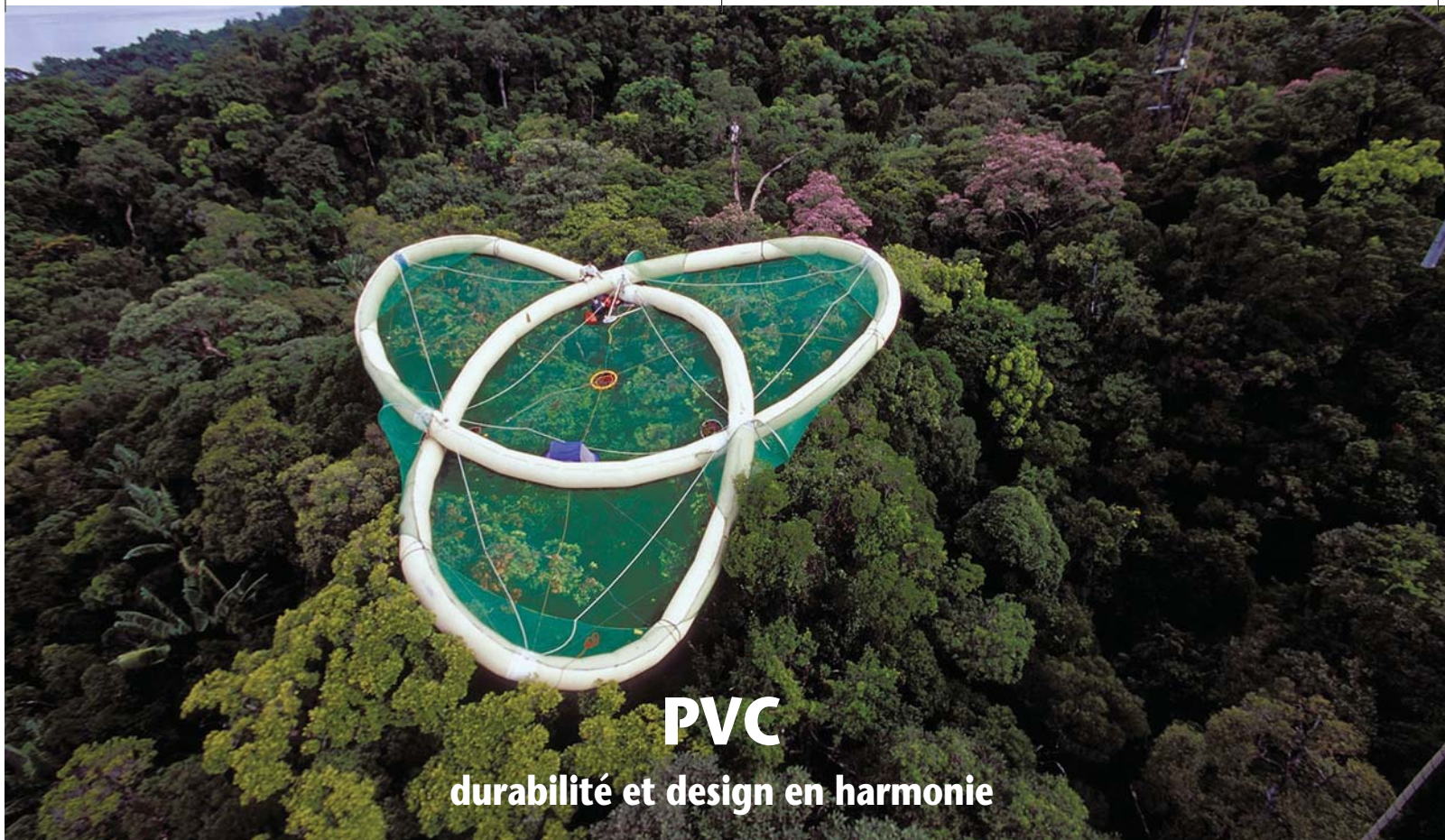
Editeur responsable :

Prof. Dr Roland Valcke, UH
Reimenhof 30, 3530 Houthalen
roland.valcke@uhasselt.be

ISSN 0778-1547



SolVin Lillo célèbre cette année son 40^{ème} anniversaire et est fier de soutenir l'information scientifique, comme le périodique MENS.



PVC

durabilité et design en harmonie

*Ce numéro de Mens a été réalisé et rédigé par Karel Bruggemans
avec la collaboration du Xavier van Kesteren: SolVin, Marina Goeyvaerts: SolVin, Jean-Marc Chamberland: SolVin
Petri Ven: Federplast.be, Geert Scheys: Federplast.be, Sabine Van Dael: Vlaams Kunststofcentrum*

À la recherche du matériau adapté

Au printemps, la vue d'un merle transportant une petite branche dans son bec peut nous attendre : il rassemble le matériau nécessaire à la construction d'un nid. Viendront également s'ajouter des brins d'herbe, des fragments de racines, de petites touffes de mousse et des gouttes de boues. L'oiseau, dans ce cas surtout la femelle du merle, construit un abri pour accueillir sa couvée en combinant divers éléments qu'il trouve dans la nature.

Les castors sont devenus particulièrement rares dans nos régions, mais nous savons qu'ils sont d'exceptionnels constructeurs de barrage. Avec des branches rongées sur mesure, des plantes arrachées de la terre et des pierres détachées, ils construisent un barrage dans des rivières à faible débit. Et lorsque l'eau atteint un niveau suffisant là derrière, ils y construisent leur château fort, le logement où leurs petits seront cachés et soignés quelque temps. À l'intérieur, la construction en branches est maçonnée avec de la boue.

D'une manière ou d'une autre, tous les animaux utilisent les éléments de la nature pour assurer la survie de leur espèce. Les hommes le font également, mais s'appuient surtout ce faisant sur

leur intelligence, car au fil de son évolution, notre espèce s'est beaucoup éloignée de son instinct. Nos besoins sont beaucoup plus vastes et plus variés que ceux des animaux. En effet, nous sommes par nature moins protégés contre l'environnement (températures variables, organismes hostiles, problèmes alimentaires spécifiques...) et nous recherchons continuellement plus de confort. Nous avons progressivement remplacé le manque d'instinct par de la technologie. Nous devrions également pouvoir dire que l'instinct qu'il nous reste nous guide dans l'utilisation de nos connaissances technologiques.

L'homme utilise de la matière végétale, animale et minérale pour en faire des 'matériaux' utiles. Des linters de coton, nous faisons des fibres de coton, des peaux d'animaux, nous faisons du cuir, des minerais nous retirons des métaux. La transformation de la matière première en un produit utile peut être relativement simple : le marbre est coupé aux bonnes dimensions, la laine est tissée et colorée, le diamant est taillé dans des formes spécifiques. Mais entre la matière de base et le matériau utilisé, un chemin long et complexe est bien souvent parcouru. Les matières dites synthétiques en sont des exemples frappants.



Un nid d'oiseau présente différentes fonctions successives, à savoir, accueillir les œufs, permettre qu'ils arrivent à éclosion et offrir une protection aux petits.



Un castor actif traîne des souches rongées sur mesure pour un barrage ou un château fort.



Une des rares forêts vierges qui subsistent, une portion de nature où l'homme n'est jamais intervenu.

Dans ce dossier, nous aimerions vous présenter plus en détail les matières synthétiques et en particulier une de leurs variantes les plus utilisées et les plus variées : le polychlorure de vinyle ou PVC.

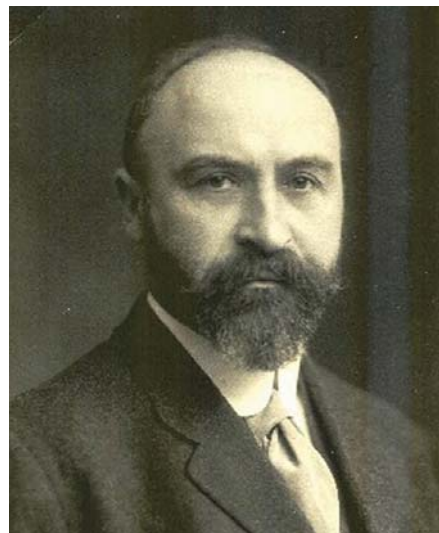
Matières synthétiques

En chimie, pour des raisons historiques, une distinction est établie entre les substances organiques et anorganiques. Les substances organiques sont le résultat d'activités biologiques, par ex. l'acide formique (dans les fourmis et les orties), l'alcool (formé par fermentation de sucre), l'acide acétique (résultant de l'oxydation bactérienne de l'alcool). Les substances anorganiques sont des minéraux ou peuvent être préparées à partir de minéraux. Au fil du temps, il s'est toutefois avéré que cette distinction entre les substances organiques et anorganiques n'est pas fondamentale. Toutes les sub-

stances organiques peuvent parfaitement être créées en laboratoire à partir d'une matière minérale pure. Une substance qui par nature provient uniquement de plantes ou d'animaux, mais qui est copiée par des manipulations chimiques à partir de composants minéraux est appelée une **matière synthétique identique à la matière naturelle**.

Nous pouvons extraire de l'insuline, de la vitamine C ou de la vanilline respectivement du sang, des citrons ou des gousses de vanille, mais également les composer en laboratoire. Dans ce dernier cas, il s'agit alors de matières synthétiques ou artificielles, même si elles ne diffèrent en rien des produits naturels. Les hormones synthétiques, les vitamines et les aromatisants en sont des exemples.

Par conséquent, les termes 'matière synthétique' sont généralement réservés aux polymères qui ne sont pas d'origine anima-



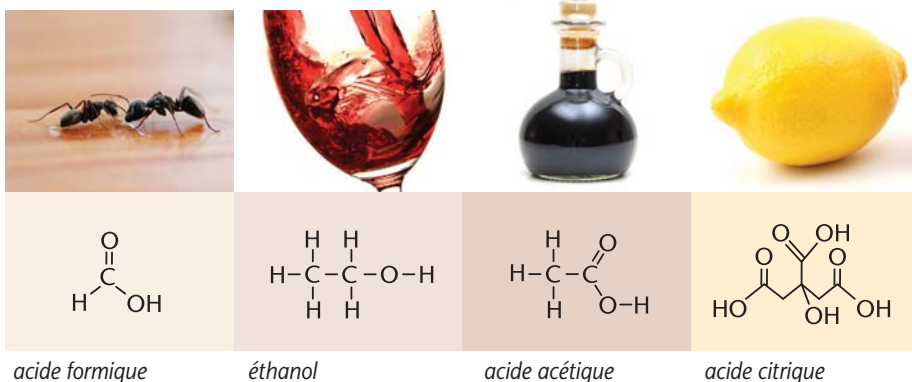
Leo Hendrik Baekeland

le ou végétale. Il s'agit des **plastiques**.

Les **polymères** (du grec 'poly' signifiant beaucoup et 'meros' signifiant partie) sont des substances composées de longues molécules (macromolécules), créées par l'enchaînement d'un grand nombre de molécules plus simples : les **monomères**. Un polymère est composé d'un seul ou de plusieurs types de monomères différents. L'amidon, le caoutchouc, la laine et les poils sont essentiellement composés de polymères naturels. La paroi cellulaire des plantes est surtout composée de cellulose, le polymère naturel le plus fréquent, dont nous fabriquons notamment du papier et du carton.

Nous utilisons donc encore toujours des polymères naturels, mais nous avons aussi massivement recours aux polymères synthétiques. Cette opportunité, nous la devons entre autres au Flamand Leo Hendrik Baekeland qui s'est exilé aux États-Unis et par sa découverte de la 'bakélite' y a donné le coup d'envoi de la croissance explosive d'une nouvelle branche industrielle : la technologie des polymères (synthétiques). Ce n'est pas un hasard si BioMENS a donné au prix jeunesse pour des innovations dans le domaine des sciences et de la technologie le nom 'De jonge Baekeland'. (Voir aussi le Dossier MENS 72 : Les jeunes osent innover)

La bakélite® est la première matière synthétique ayant été fabriquée à l'échelle



Différence entre 'matière', 'substance' et 'matériau'

Tout ce qui a une masse peut être appelé **matière**. Les substances et mélanges de substances sont donc de la matière.

La chimie est l'étude des **substances**, et en particulier la transformation des substances en d'autres substances.

Des objets ne sont pas réalisés avec toutes les substances. Beaucoup de substances sont liquides ou gazeuses à température ambiante. Par conséquent, elles ne permettent pas de fabriquer des objets. Pourtant, les liquides et les gaz sont également de la matière, car ils ont une masse.

Le concept de 'substance' est plus limité en chimie que dans le langage de tous les jours, à savoir, il est réservé aux substances pures, autrement dit, à la matière qui correspond à une formule chimique bien précise. Au sens strict du terme, un mélange n'est donc pas une substance en chimie : l'air, le pétrole, le lait, l'argile, le béton et le sang sont ainsi des substances dans le langage courant, mais pas en chimie.

L'ivoire, la corne, le bois, l'os, la laine, le coton et le papier ont (à l'origine tout au moins) une structure biologique et ne sont donc pas considérés comme une 'substance' chimique. Ils ne correspondent pas à une 'formule' univoque.

La matière avec laquelle des objets peuvent être fabriqués est appelée **matériau**.



Diamant



Coton



Minerai de fer



Marbre



Cuir



Bande PVC pour isolation électrique

industrielle et elle est encore produite aujourd'hui. Ce polymère (un phénoplaste, car les molécules contiennent des noyaux hexagonaux comme la substance 'phénol') est obtenu par réaction d'un grand nombre de molécules de phénol et de méthanal (= formaldéhyde). Cette réaction libère de petites molécules, dans ce cas, de 'l'eau'. Par conséquent, nous appelons cette réaction une polycondensation.

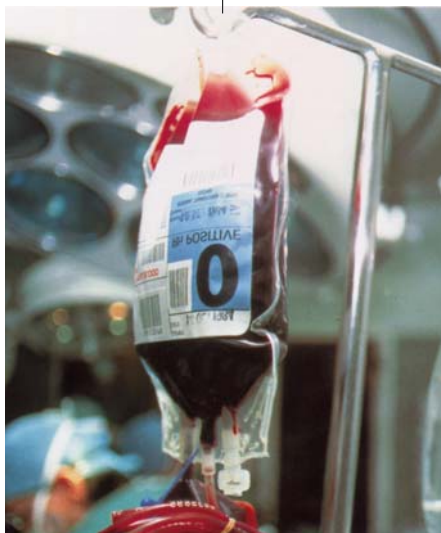
Depuis lors, le nombre de polymères synthétiques a augmenté de façon spectaculaire. Et parmi ceux-ci, le polychlorure de vinyle (PVC) occupe une place de premier plan. Tel qu'il ressort de son nom, le PVC est un enchaînement d'unités ou monomères de chlorure de vinyle.

Le nom scientifique du chlorure de vinyle est chloroéthylène. Il s'agit donc d'un dérivé d'alcène. Par la présence d'une double liaison entre deux atomes de carbone, un alcène ou un dérivé d'alcène convient pour former de longues chaînes, autrement dit, pour polymériser. Un monomère de vinyle présente donc une grande réactivité par la présence d'une double liaison.

Un monomère de dérivé d'éthylène (un monomère de vinyle) peut généralement être présenté comme $\text{YCH}=\text{CH}_2$.

La rupture des liaisons et l'apparition de nouvelles liaisons, entraînant la formation de molécules polyvinyliques à partir des monomères de vinyliques, peuvent être présentées comme suit.

Dans le chlorure de vinyle, $Y=Cl$.



Baxter et conduits transparents



Avion expérimental à l'énergie solaire

Quelques exemples concrets de ce type de polymères :

	Y dans le monomère de vinyle	formule	nom
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			
f)			
g)			
h)			
i)			
j)			
k)			
l)			
m)			
n)			
o)			
p)			
q)			
r)			
s)			
t)			
u)			
v)			
w)			
x)			
y)			
z)			


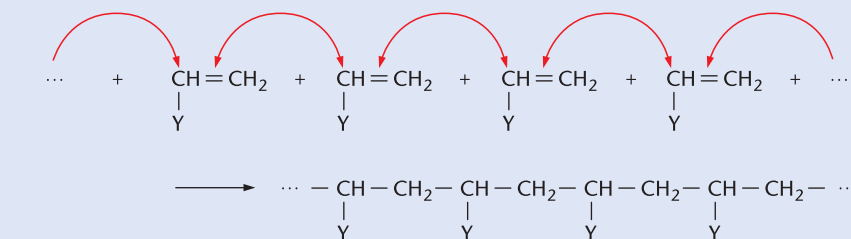
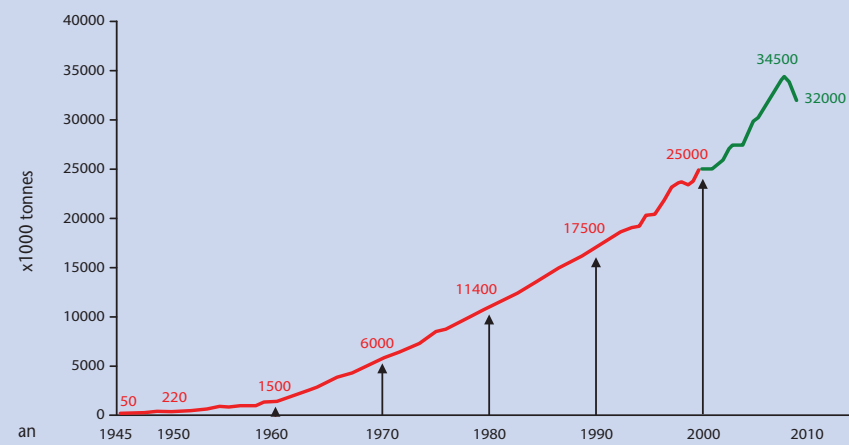
H	$(-\text{CH}_2-\text{CHv})_n$	polyéthène (également appelé polyéthylène ou polythène)
Cl	$(-\text{CH}_2-\text{CHCl})_n$	polychlorure de vinyle (PVC)
CH ₃	$(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3))_n$	polypropène (ou polypropylène)
C ₆ H ₅ ou 	$(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5))_n$	polystyrène
CN	$(-\text{CH}_2-\text{CHCN})_n$	polyacrylonitrile

Schéma général d'une polymérisation



En bref $n\text{YCH=CH}_2 \longrightarrow (-\text{YCH-CH}_2)_n$ avec n = degré de polymérisation

Production mondiale de PVC en millions de tonnes/an



Après le polyéthène et le polypropène, le PVC est la matière synthétique la plus utilisée avec une production mondiale de plus de 30 millions de tonnes par an.



Quelques exemples de l'utilisation de PVC

La préparation industrielle du PVC

Les matières premières pour la fabrication du PVC sont de nature très disparate. D'une part, nous avons une liaison minérale, anorganique : du chlorure de sodium ou sel de cuisine. D'autre part, nous avons un mélange de liaisons organiques, du pétrole brut. Et finalement, plus de la moitié de la masse du PVC provient du sel. Seule une petite partie de la consommation de pétrole brut et de gaz naturel est consacrée à la production de plastiques, à savoir, environ 4%.

Ci-dessous, nous décrivons brièvement les différentes étapes du processus de production du PVC. Vous constaterez qu'il existe pas mal de relations avec d'autres branches de l'industrie.

Électrolyse du sel de cuisine : préparation du gaz chloré

En laboratoire, vous avez vraisemblablement déjà fabriqué un gaz chloré (dichlorure) en oxydant un chlorure (par ex. NaCl) avec un dioxyde de manganèse en présence d'une solution concentrée d'acide sulfurique.

À l'échelle industrielle, le dichlorure est préparé par électrolyse d'une solution de sel de cuisine (saumure). Outre le gaz chlore, il en résulte également du sodium métallique.

En dissolvant du chlorure de sodium, sel de cuisine, dans de l'eau, on obtient par dissociation des ions de sodium et de chlorure :

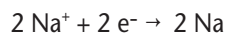


Sous l'influence d'une tension électrique, une électrolyse se produit :

Anode (liée au pôle positif de la source de courant) :

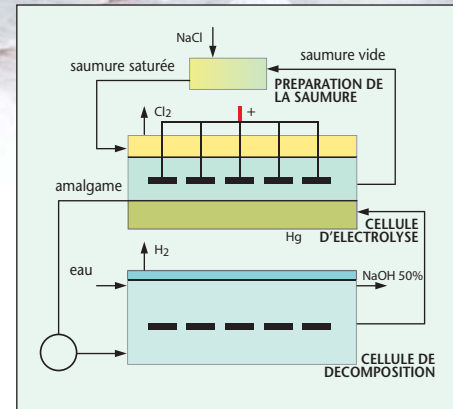


Cathode (liée au pôle négatif de la source de courant) :



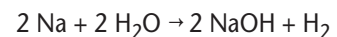
Dans la pratique, trois techniques sont utilisées.

Le procédé d'électrolyse de mercure



La cellule d'électrolyse contient des anodes de titane et sur le fond s'écoule du mercure. La cellule est continuellement alimentée en saumure saturée. Entre l'anode et la cathode, une tension de 4 à 4,5 V est établie. Il circule donc un courant d'environ 250.000 A au travers de la solution. Le gaz chloré (chaud et humide) est recueilli, refroidi et séché, puis à nouveau refroidi sous pression pour devenir un liquide afin de pouvoir être transporté dans des réservoirs ou via des gazoducs.

Le sodium forme un amalgame avec le mercure qui est transféré vers la cellule de décomposition. Là, le sodium réagit à l'eau pour devenir de l'hydroxyde de sodium et de l'hydrogène :

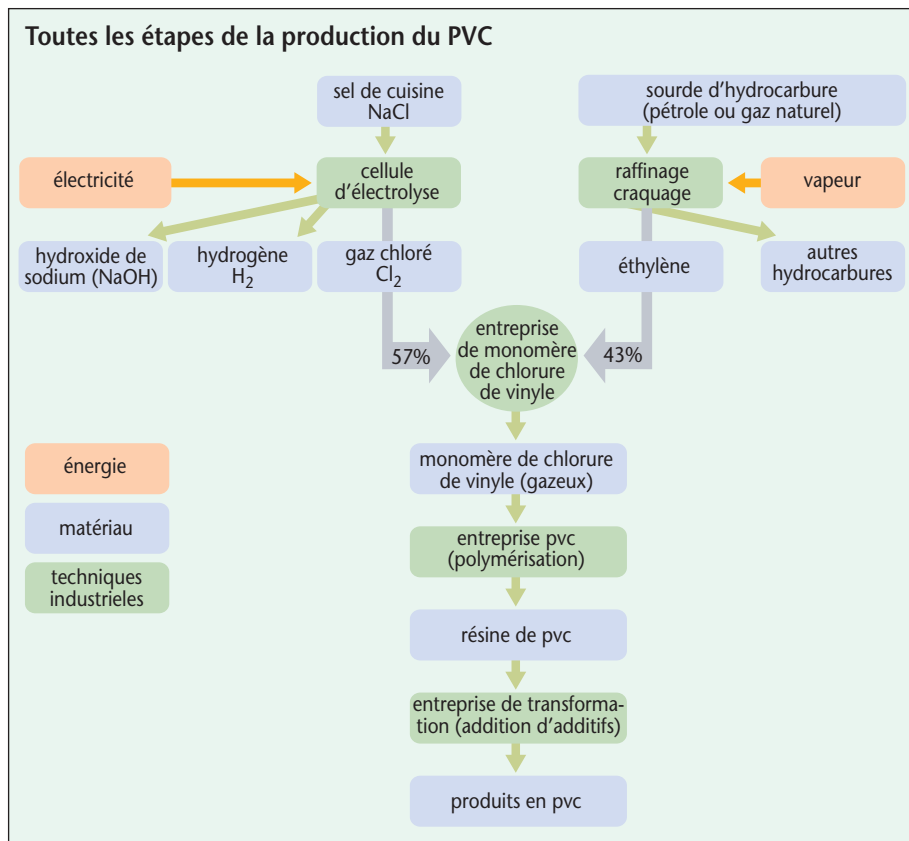


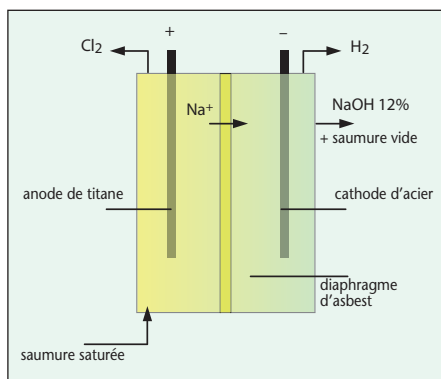
Cette méthode fournit des produits finis purs.

Par crainte d'une éventuelle contamination par des composés de mercure, l'industrie a décidé de remplacer à terme le procédé au mercure par des méthodes alternatives.

Le procédé du diaphragme

Dans ce procédé, le gaz chloré est maintenu séparé de la solution d'hydroxyde de sodium par un diaphragme en fibres d'amiante ou dans un matériau synthétique. À côté de la cathode, un réseau en acier, un mélange d'hydroxyde de sodium et de sel de cuisine est recueilli.



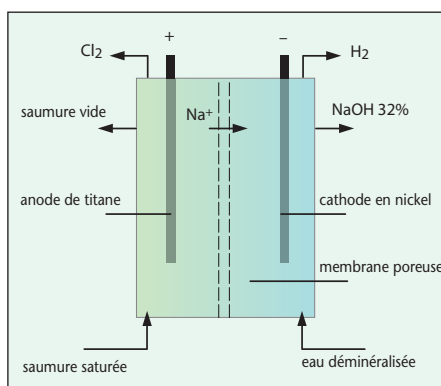


L'hydroxyde de sodium est alors concentré et on extrait à nouveau du sel cristallisé de la saumure.

Au niveau de l'anode de titane se dégage du gaz chloré.

Le gros avantage de cette méthode réside au niveau de la faible consommation énergétique. Toutefois, ce procédé n'est que peu utilisé.

Le procédé de la membrane



Il s'agit d'une variante du procédé du diaphragme. Entre les deux compartiments, une membrane poreuse est appliquée se composant d'une structure polymère sur laquelle sont fixés des échangeurs d'ions. Le compartiment de l'anode est alimenté en saumure, la partie cathode en eau déminéralisée.

Le produit dérivé, hydroxyde de sodium, est très pur dans ce cas.

Cette méthode est de loin la plus utilisée et s'étend encore.

Les produits dérivés de la préparation de chlore

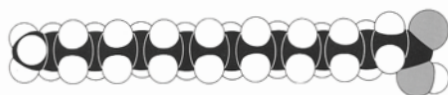
La préparation de gaz chloré constitue une première étape importante dans le processus de production du PVC, mais

l'électrolyse fournit donc également de l'hydroxyde de sodium et de l'hydrogène. Il s'agit de précieux produits dérivés.

L'**hydroxyde de sodium** permet la fabrication de pâte à papier, de savon et de fibres textiles. Il est utilisé dans des installations d'épuration des eaux pour neutraliser des solutions acides. Le NaOH est également utile pour nettoyer des bouteilles et des réservoirs, éliminer des colorants lors du recyclage du papier, laver des gaz de fumée dans des centrales thermiques et la production d'aluminium.

L'**hydrogène** est utilisé pour durcir de l'huile végétale (pour en faire de la margarine), pour la synthèse de l'ammoniac, l'aniline, le peroxyde d'hydrogène,..., pour hydrogéner des dérivés du pétrole ou d'huiles végétales, etc. (Par hydrogénation, les molécules à liaisons multiples – des molécules insaturées comme les dérivés vinyliques susmentionnés – se chargent d'atomes d'hydrogène et sont ainsi transformées en molécules saturées. Les acides oléiques dans l'huile végétale contiennent essentiellement des doubles liaisons : ils sont insaturés. Par conséquent, l'huile est liquide, contrairement aux graisses animales : ces dernières contiennent des molécules saturées. En durcissant, autrement dit, en hydrogénant de l'huile végétale, on obtient un mélange tartina-ble : de la margarine végétale.)

Les acides gras insaturés : double liaison C=C (acide cis-9-octadécanoïque)



acide stéarique



acide oléique

Huile de palme, huile d'olive, huile d'arachide.

Étant donné que l'hydrogène se combine particulièrement bien avec l'oxygène et libère ce faisant beaucoup d'énergie, il s'agit d'un excellent moyen pour transformer de l'énergie chimique en électricité.



Pour ce faire, le gaz est brûlé et la chaleur qui en résulte est transformée via des turbines ou des moteurs et générateurs en électricité. Dans une technique plus récente, plus aucune combustion n'a lieu. Dans des piles à combustible, de l'électricité est obtenue par oxydation directe d'hydrogène avec le gaz d'oxygène de l'air, à l'aide d'un catalyseur.

Le gaz chloré lui-même n'est pas uniquement utilisé pour la production du PVC. Divers dérivés chlorés sont fabriqués à partir de celui-ci, dont :

Le **chlorure d'hydrogène** (HCl) est un gaz qui se dissout bien dans l'eau et est alors appelé acide chlorhydrique. Cette solution est très mordante et est utilisée pour éliminer les dépôts calcaires, pour neutraliser des solutions basiques et pour régénérer les résines dans des échangeurs d'ions.

L'**hypochlorite de sodium** (NaClO) est désinfectant et blanchissant. Il s'agit du principe actif de l'eau de javel.

Le **(mono)chlorométhane** (CH₃Cl) est un bon solvant pour les substances organiques. Il s'agit d'un liquide volatil qui convient par conséquent pour l'extraction de substances organiques qui doivent se dissocier à haute température.

Chloroforme (trichlorométhane CHCl₃) n'est déjà plus utilisé depuis longtemps comme anesthésique lors d'interventions chirurgicales, mais est un solvant important dans certaines préparations industrielles. Cela vaut également pour un grand nombre d'autres composés organiques chlorés, utilisés notamment dans le 'pressing'.



Préparer l'éthylène

Le volet organique de la production du PVC débute au niveau de l'extraction du pétrole.

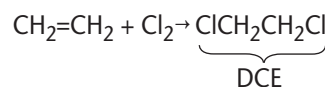
Un mélange d'hydrocarbures émanant de la distillation du pétrole et dont le point d'ébullition se situe entre 30°C et 200°C (naphtes) est mélangé dans un vapocraqueur (steam cracker) à de la vapeur et exposé pendant une fraction de seconde à une température élevée (jusqu'à 875°C). Ce faisant, les molécules d'hydrocarbure sont transformées en molécules plus petites, souvent avec des liaisons doubles. Ces hydrocarbures insaturés sont séparés les uns des autres par des distillations successives. L'éthylène en est un des produits finis.

Préparation et craquage de dichloroéthane en chlorure de vinyle

L'éthylène est transformé de deux façons en 1,2-dichloroéthane (DCE – suivant

l'ancienne dénomination dichlorure d'éthylène).

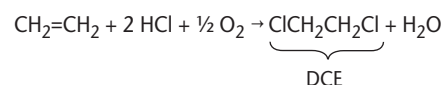
Lors de la chloration directe, le chlore et l'éthylène sont transformés en DCE sous l'influence de trichlorure de fer (catalyseur). Il s'agit d'une réaction exotherme, à savoir, une réaction qui libère de l'énergie.



Lors de ce processus, la vapeur d'eau et le catalyseur dissous doivent être ôtés du produit fini.

Actuellement, les entreprises de chlorure de vinyle fabriquent du 1,2-dichloroéthane à partir de chlorure d'hydrogène recyclé via le processus d'oxychloration (pas de panique : cela indique uniquement que tant de l'oxygène qu'un agent chlorant sont ajoutés) avec du dichlorure de cuivre comme catalyseur :

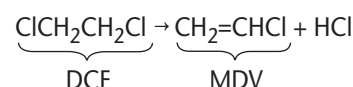
Il s'agit également d'une réaction exotherme.



Ces molécules de dichloroéthane doivent encore à présent être scindées en deux parties. Cette séparation des molécules en unités plus petites à haute température et sous pression est appelée 'craquage'.

Le 1,2-dichloroéthane épuré est craqué thermiquement (à 500°C et 1,5 à 3 MPa) en chlorure de vinyle, avec de l'HCl comme produit dérivé. On travaille dans un environnement contrôlé fermé de manière à ce que le plus grand soin puisse être accordé à éviter la libération de chlorure de vinyle dans l'air pour protéger les travailleurs et l'environnement.

Cette réaction est très endotherme et est donc exécutée à haute température, ce qui entraîne encore l'apparition de quelques produits secondaires. Le rendement n'est que de 50 à 60%.



Polymérisation en PVC

Nous disposons à présent du monomère de chlorure de vinyle souhaité. Lors de l'étape suivante, celui-ci est porté en suspension dans une cuve de réacteur dans un milieu aqueux puis polymérisé en PVC à une pression et une température relativement faibles.

Après séchage et tamisage, le PVC pur se présente sous la forme d'une poudre blanche et inerte. Suivant la destination finale du PVC, différents additifs doivent encore être ajoutés au matériau brut. En soi, le PVC polymère est une substance pure, ce qui signifie qu'il se compose d'un certain type de molécules. Mais le PVC prêt à l'emploi est toujours un mélange du polymère avec différentes concentrations par ex. de stabilisants, lubrifiants, plastifiants, pigments, retardateurs de flammes et charges. Ce sont surtout les stabilisants et les plastifiants qui déterminent les propriétés du produit fini.

Adjonction d'additifs

Des **stabilisants** sont ajoutés au PVC pour éviter qu'il ne se dégrade sous l'influence

Technologie de l'hydrogène

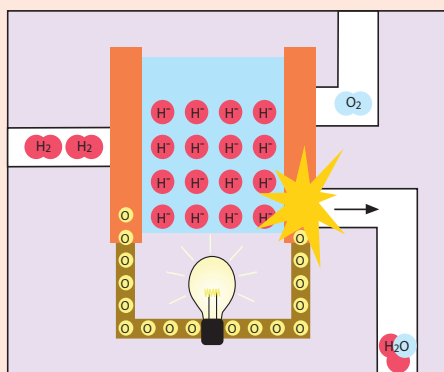
Bientôt à Anvers : la méga pile à combustible

La société Solvay a investi plus de 5 millions d'euros dans la construction d'une pile à combustible d'une puissance de plus de 1 mégawatt. Par la mise à profit du produit dérivé 'hydrogène', l'efficacité énergétique de l'électrolyse de sel de cuisine sera augmentée. Cette pile à combustible expérimentale à membranes polymères démontrera que la technologie de la pile à combustible peut être élevée jusqu'à une puissance maximale de 1,7 MW.

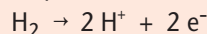
La pile à combustible à membrane polymère se compose d'un grand nombre d'unités successives d'assemblages de membranes parmi lesquelles un échange de protons est possible.

On s'attend à ce que cette unité de test de 1MW à Lillo (Anvers) contribue considérablement au développement ultérieur de la technologie des carburants.

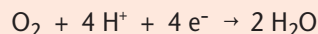
Op bijgaand schema wordt de werking van een brandstofcel toegelicht.



Gauche : Des molécules de dihydrogène (H_2) sont scindées par un catalyseur en protons (H^+) et électrons (e^-):



Droite : Des molécules de dihydrogène sont liées par un catalyseur à des protons de la cellule et des électrons d'un circuit externe :



Ce faisant, de l'énergie électrique est libérée ainsi que de l'eau.

Le petit film d'animation correspondant peut être visionné sur www.sepuplhs.org/hytec_animation2.png





de la chaleur et de la lumière (rayons UV). Les stabilisants à base de plomb, principalement le sulfate de plomb et le phosphite de plomb, étaient anciennement les plus utilisés, surtout dans les tuyaux, les profils et les câbles. En soi, aucun risque n'est lié à l'utilisation de plastiques contenant du plomb, car aucun plomb ne s'en dégage. Ce n'est que lors de la manipulation des sels de plomb pendant la production et durant la phase de mise au rebut qu'il existe un risque d'exposition ou de contamination. Par conséquent, le secteur des matières synthétiques a décidé de retirer progressivement les stabilisants à base de plomb d'ici 2015 et de ne plus les utiliser. Momentanément, on constate déjà une réduction de 60% par rapport à l'an 2000. Pour la même raison, les stabilisants à base de cadmium ne sont plus ajoutés dans le PVC depuis 2001. Sur la base d'une analyse européenne des risques, l'utilisation de stabilisants organiques à base d'étain est également limitée dans certains produits en PVC. Les composés de calcium et de zinc semblent adaptés et moins risqués, mais des raisons techniques et économiques entravent le remplacement immédiat et général des stabilisants à base de plomb.

Des **plastifiants** sont nécessaires pour fabriquer des produits en plastique souples et élastiques. Il s'agit de molécules relativement petites qui se fixent entre les chaînes polymères et les écartent quelque peu les unes des autres. De cette façon, elles glissent plus facilement les unes sur

les autres, ce qui se révèle par une certaine souplesse. Le plastifiant veille ainsi à ce qu'à température ambiante, la matière synthétique présente le même comportement que celui qui est normalement obtenu en le chauffant légèrement.

Suivant l'utilisation finale visée, la quantité de plastifiants ajoutés varie de 15% à 60% de la masse.

Plus de 90% des plastifiants utilisés sont des phtalates. Les principaux phtalates sont : le di-isodécyl phtalate – DIDP-, et le di-iso-nonyl phtalate – DINP. Ces plastifiants ne sont pas toxiques. L'utilisation de di(2-ethylhexyl) phtalate – DEHP – est fortement réduite en raison de propriétés reprotoxiques. D'autres plastifiants représentent une petite partie de l'utilisation : les adipates, les trimellitates, les citrates et les organophosphates. Une réglementation stricte détermine les types de plastifiants autorisés.

Matériau composite avec PVC

Lorsque deux ou plusieurs matériaux sont combinés l'un à l'autre d'une manière ou d'une autre pour obtenir un nouveau matériau, il est question de matériau composite. Le PVC convient parfaitement pour réaliser ce type de combinaison.

Ainsi, des fibres de bois sont mélangées à du PVC non seulement pour en modifier l'apparence, mais également au profit de propriétés spécifiques comme l'inaltérabilité et les possibilités de traitement.

'Twinson®' est un nouveau matériau composite en bois et PVC qui est utilisé dans les planches de terrasse et les panneaux de façade. Les fibres de bois sont extraites des chutes de sciage de feuillus européens. Grâce à la grande rigidité du matériau, les épaisseurs des parois des profils peuvent être plus fines. Ce maté-

riau ne doit plus être traité pour en conserver ou en augmenter la durabilité.

Tout comme le PVC pur, tous les profils peuvent après usage être entièrement broyés jusqu'à revenir à la matière première d'origine.

Le PVC dur renforcé avec des fibres de verre permet également des parois plus fines, un avantage pour l'économie et l'environnement.

Les gouttières en matériaux composites résistent aux acides, aux bases, aux pluies acides et aux liquides corrosifs.

Le matériau composite présente un faible coefficient de dilatation de sorte que les changements de température ne représentent pas une menace pour sa solidité.

Le secteur de la construction utilise des plaques métalliques dans lesquelles des couches de PVC sont incorporées. Les portes et fenêtres en PVC et aluminium ont beaucoup de succès.

Pulvérisation, pétrissage, pressage et autres techniques

Pour transformer le matériau PVC en objets utilisables, diverses techniques sont utilisées. Nous vous en présentons brièvement quelques exemples.

Extrusion

La technique de l'extrusion est essentiellement utilisée pour le traitement des applications de PVC dur comme les tuyaux et les profilés pour fenêtres et portes. Le composé de PVC granulé (mélange contenant les additifs souhaités) est fabriqué de cette façon. L'entonnoir est rempli du mélange PVC à extruder. Tandis que le mélange est propulsé via une vis d'Archimède, il est chauffé en une masse plastique et conduit au travers d'une matrice. Le produit est alors refroidi et scié sur mesure.

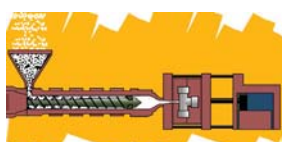


Des feuilles de PVC autocollantes rafraîchissent les trams

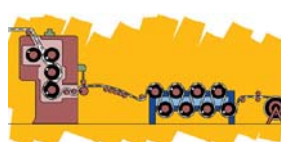




Extrusion



Moulage par injection



Calandrage

Moulage par rotation
(roto moulding)

Moulage par injection

À l'aide de la vis d'Archimède, le mélange de PVC liquide est directement déversé dans une matrice. Dès que le produit est suffisamment refroidi, il est sorti de la matrice.

Calandrage

Une masse douce de PVC est pressée sur des cylindres métalliques chauffés successifs, de plus en plus proches les uns des autres. La feuille obtenue est alors refroidie entre d'autres calandres, coupée sur mesure et enroulée.

Moulage par rotation (roto moulding)

Un composé de PVC sous forme de poudre est amené dans une matrice chauffée. En faisant tourner rapidement celle-ci, le PVC

adhère à la paroi intérieure de la matrice. Les revêtements de tableau de bord sont notamment fabriqués de cette façon.

Moulage par soufflage de matériaux durs (blow moulding)

Un gaz est soufflé sous pression dans du PVC chauffé. Celui-ci se dilate et prend la forme de la matrice.

Soufflage de film (extrusion par soufflerie)

Le matériau est soufflé pour obtenir un long ballon aux parois fines puis coupé.

Plastage par immersion (dipping)

L'objet à recouvrir de PVC est plongé dans un composé de PVC liquide puis séché.



Photo de planches de caillebotis composites faites de bois et de matière synthétique



En Belgique, 400.000 tonnes de la production mondiale de résine de pvc sont fabriqués, à partir de matières premières jusqu'à la résine. En plus on produit des matières premières pour produire la même quantité de résine de pvc dans les pays voisins. Une grande partie des matières premières et des produits intermédiaires est transformée dans le port d'Anvers, mais aussi en Tessenderlo et Jemeppe. Un de ces fabricants occupant une place sérieuse en Belgique est SolVin, une collaboration entre Solvay (75%) et BASF (25%). SolVin est le troisième plus grand fabricant de PVC au monde avec son siège principal à Bruxelles. La société emploie 1600 personnes.

À quoi peut servir le PVC ?

Le PVC peut être doux ou dur, résistant à la chaleur et aux intempéries, aux chocs et aux rayures. Il retarde les flammes et depuis sa première production commerciale dans les années 30 du siècle dernier, il est une des substances thermoplastiques analysées avec la plus grande attention et les plus testées.

Étant donné que le PVC présente tellement de propriétés, il est possible de fabriquer grâce à lui les produits les plus variés. On peut composer du PVC de manière à ce qu'il réponde aux exigences spécifiques des soins de santé par exemple, de l'emballage de denrées alimentaires, du transport d'eau potable, du secteur de la construction ou encore de la construction automobile. Dans chacun de ces cas, vous pourrez opter pour un type de PVC qui satisfait au mieux aux exigences de qualité.





Moulage par soufflage de matériaux durs (blow moulding)



Soufflage de film (extrusion par soufflerie)



Plastage par immersion (dipping)

Santé publique

Le PVC présente une valeur inestimable pour la santé publique, et ce, sous des formes très variées. Plus de 25% du matériel médical est fabriqué en matière synthétique, composée de PVC.

La haute transparence des produits de PVC permet de suivre de près une perfusion, tant dans le support de la perfusion que dans les conduits. Les bulles d'air ou les obstructions peuvent directement être constatées, ce qui permet d'éviter des complications.

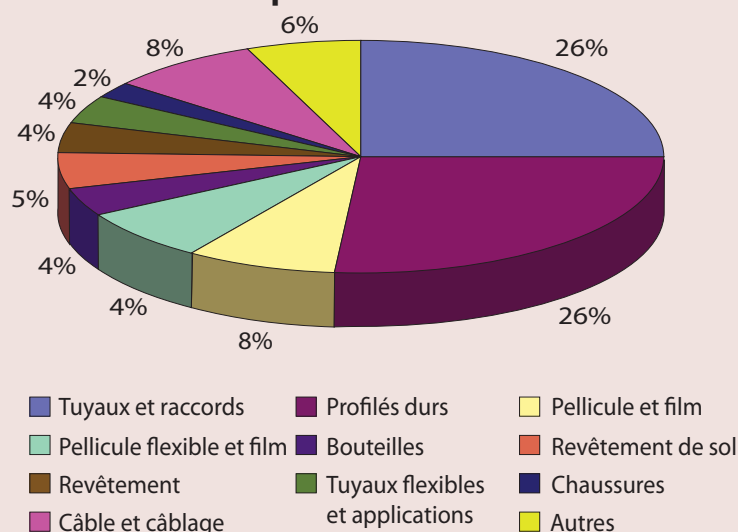
Étant donné que le PVC permet un système parfaitement fermé, il constitue la matière synthétique idéale pour l'emballage du sang. Les conduits qui fuient sont pratiquement exclus. La conservabilité des sacs de sang en PVC est supérieure à celle d'autres matériaux grâce à l'utilisation de di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) comme plastifiant. Il s'agit de la seule matière plastique que la pharmacopée européenne (l'ouvrage officiel contenant les prescriptions en matière de contrôle des médicaments) autorise pour l'emballage du sang. Pour les sacs de sang et les cathéters stériles, le PVC est provisoirement encore irremplaçable. Lors d'opérations susceptibles de sauver une vie comme la chirurgie à cœur ouvert ou le traitement des bébés, on a recours à des tubes et des cathéters en PVC, car ceux-ci ne s'écrasent pas, assurant ainsi une bonne circulation.

Parmi les produits médicaux en PVC, nous pouvons encore citer notamment : les blisters, les gants de chirurgie, les masques d'inhalation et l'emballage du matériel stérile.

L'emballage des denrées alimentaires

On n'emporte pas comme ça simplement un bifteck, une motte de beurre ou un poulet, rôti ou pas, du magasin. Il faut que ce soit emballé. Les denrées alimentaires et les boissons, vous souhaitez les transporter dans les enveloppes adaptées. Et de celles-ci, vous attendez qu'elles protègent l'aliment contre les corps étran-

Utilisation du PVC en Europe



Solvin récompense les nouvelles applications en PVC dans le domaine de la santé publique

Tous les trois ans, Solvin offre des prix sur la scène internationale pour récompenser les innovations dans la fabrication et les applications du PVC. Quelques exemples des projets introduits démontrent combien la variété et l'inventivité sont grandes dans ce domaine.

Une société de Norvège a développé un filtre à eau bon marché avec lequel les dangereux vers de Guinée peuvent être chassés de l'eau potable, notamment au Soudan.

En Allemagne, un coussin en PVC a été lancé sur le marché pour aider les pers-

onnes âgées à sortir de la baignoire. Après le bain, ce coussin est gonflé sous la personne avec de l'eau de manière à ce qu'il fasse office de levier.

En Allemagne encore, une méthode a été mise au point pour fabriquer des blisters qui soient résistants contre l'humidité et l'air, qui soient parfaitement transparents et soient faciles à manipuler tant lors de l'emballage des pilules que de leur utilisation.

Les Français ont développé un nouveau film d'emballage pour les aliments susceptible d'être utilisé à la fois dans le congélateur et dans le four à micro-ondes et tellement fin qu'il ne requiert que peu de matières premières (peu de déchets résiduels subsistent).



gers, surtout les substances toxiques ou les foyers d'infection. L'emballage lui-même ne peut pas non plus transmettre de substances nuisibles au contenu emballé. Après un contact relativement long entre les ingrédients et l'emballage, des molécules indésirables peuvent migrer vers l'intérieur. L'emballage doit donc être adapté à l'aliment.

Les plastiques sont par excellence adaptés pour remplir ce rôle. Il peut s'agir de bouteilles, de pots ou de films. Généralement, d'autres matières synthétiques sont utilisées pour les emballages, mais dans certains cas, une variante de PVC constitue la meilleure solution. Les légumes et la viande se conservent en effet plus longtemps dans des emballages en PVC.



Pourquoi le plombier ne fond-il plus de plomb

Comment appelle-t-on l'homme ou la femme spécialisé(e) dans la pose de canalisations d'eau et le raccordement de l'eau sur les appareils de cuisine, la toilette, la salle de bains, l'installation de chauffage, etc. ? Un plombier ! C'est ainsi et nous n'y faisons plus attention, mais en fait, ce(tte) spécialiste ne fond que rarement voire jamais de plomb. Il/elle utilise des tuyaux et des éléments de raccordement dans d'autres métaux (généralement du cuivre) ou dans des matières synthétiques (souvent du PVC).

Les Romains ont commencé à transporter l'eau dans des tuyaux en plomb. Mais après quelques siècles, il a été constaté que peu à peu, elles s'étaient infectées. Dans les anciens bâtiments, on trouve encore aujourd'hui des tuyaux en cuivre, mais c'est interdit à présent dans les nouvelles constructions en raison du risque d'intoxication au plomb (saturnisme). Pour les installations sanitaires, le PVC présente un certain nombre d'avantages, dont le fait qu'il ne rouille pas, il est souple à manipuler (faire des coudes), c'est un



mauvais conducteur de chaleur, il est disponible dans diverses couleurs, ...

Pour les canalisations d'eau souterraines sous haute pression, le PVC est également utilisé.

La construction

Le PVC est généralement utilisé dans des applications durables comme les fenêtres, les conduits d'égouts, les conduits d'évacuation et les rigoles d'écoulement, les bâches, les membranes de toit, les revêtements de sol et l'isolation des câbles électriques ainsi que les conduites d'eau déjà mentionnées. Les fenêtres en PVC durent certainement plus de 40 ans, les conduits d'égouts plus de 100 ans même. Le remplacement de la menuiserie extérieure a alors lieu pour des raisons esthétiques, pratiquement jamais pour des raisons techniques.

Plus de la moitié du PVC produit en Europe est destiné au secteur de la construction. La raison en est son inaltérabilité. Le PVC résiste en effet aux influences chimiques (corrosion) et est en outre très résistant aux chocs et inusable. Cette durabilité extrême et un excellent rapport qualité/prix font du PVC LA matière synthétique pour la construction et les autres secteurs apparentés.

Les véhicules et autres applications

Le PVC protège la partie inférieure du véhicule contre la pierraille et l'usure et en rend l'intérieur plus attrayant et confortable. Les propriétés d'absorption des chocs et de résistance aux flammes augmentent la sécurité.

Certains produits très familiers contiennent également du PVC : cartes bancaires, jouets gonflables, tuyaux d'arrosage et bâches étanches de couverture. On retrouve du PVC dans un grand nombre d'articles de bureau, de sport et



de loisirs. Il existe même des modèles de chaussures, également à hauts talons, en PVC. Elles sont élégantes, confortables et 'sèches', autrement dit, perméable à la transpiration.

Lorsque de nombreuses victimes de catastrophes (naturelles) doivent être rapidement abritées en même temps, des tentes en 100% PVC peuvent être proposées.

Sécurité pour l'homme et pour l'environnement

Les mots-clés dans l'industrie actuelle en général et dans la branche des matières

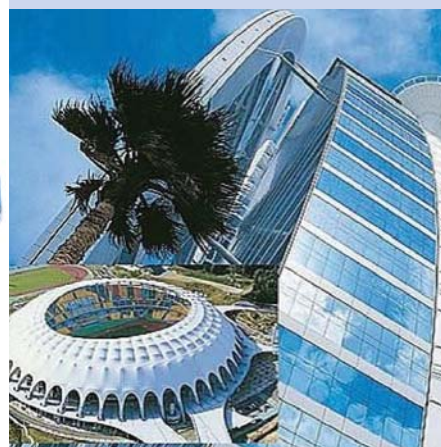
Innovations dans le secteur de la construction

Les innovations primées par Solvin dans le domaine de la construction au sens large du terme sont aussi diverses que nombreuses.

Duraskin® est un polyester enduit de PVC qui résiste fortement aux flammes (Verseidag Indutex GmbH)

Il existe des systèmes d'évacuation des eaux de pluie qui sont plus résistants et plus faciles à mettre en place que les gouttières en zinc ou en cuivre. Certaines enveloppes lumineuses de conducteurs électriques peuvent être rapidement identifiées en cas d'urgence, même dans le noir.

Il existe des sols en vinyle antidérapants. Ainsi que des tuyaux d'évacuation dans lesquels le liquide peut circuler silencieusement. Un grand avenir s'ouvre peut-être aussi devant les panneaux de toit équipés de cellules solaires. (Voir aussi le Dossier MENS 27 : *Jouer avec les atomes. La nanotechnologie*)





synthétiques en particulier, sont 'durabilité' et 'innovation'. Nous l'avons déjà mentionné dans l'introduction de ce dossier. Les méthodes de production sont adaptées aux besoins actuels, mais sans constituer une menace pour le développement des générations à venir. Cela implique notamment d'utiliser les matières premières et l'énergie de manière économe, de ne répandre aucun produit (dérivé) susceptible d'être dangereux pour la santé des êtres vivants ou pour la préservation de l'environnement et de veiller minutieusement aux déchets. (Voir aussi le Dossier MENS 67 : Des matières plastiques durables et le Dossier MENS 70 : La chimie verte). L'industrie du PVC a convenu avec l'Union européenne d'un premier plan décennal en matière de durabilité. Une prolongation de ce plan décennal est déjà pratiquement sûre. Le secteur n'attend pas de lois contraignantes, mais veille lui-même à une approche innovante et souscrit volontairement à des engagements.

Sécurité des produits

En 1974, on a découvert que l'inhalation quotidienne pendant des années d'une dose importante de chlorure de vinyle (VC) peut entraîner une forme rare de cancer du foie. La science, les autorités et l'industrie sont alors intervenues. La limite d'exposition a alors été drastiquement réduite de 500 ppm à une concentration moyenne de 3 ppm sur une base annuelle. Aujourd'hui, la polymérisation du VC s'effectue en circuit fermé. Depuis lors, il

n'existe donc plus aucun problème de cette nature.

Les risques liés aux stabilisants et aux plastifiants ont déjà été abordés. Pour les utilisateurs de PVC contenant des stabilisants émanant de métaux lourds comme le plomb et le cadmium, il n'existe aucun danger important, mais une pollution de l'environnement est possible pendant les phases de production et de mises au rebut. Par conséquent, des mesures de protection et de prévention spécifiques ont été prises. En outre, ils sont de plus en plus remplacés par d'autres stabilisants comme ceux à base de calcium ou de zinc.

L'utilisation d'un certain nombre de phtalates à faible masse moléculaire comme plastifiants est interdite dans certains jouets et dans des articles de puériculture qui sont destinés à être mis en bouche.

Sécurité de transport

Het transport van VC heeft dezelfde risicograad als dat van andere ontvlambare stoffen zoals propaan, butaan of LPG. In 1996 gebeurde in Oost-Duitsland het zwaarste treinongeval in veertig jaar. De blootstelling aan VC die zich daarbij voordeed had, voor zover bekend, geen langetermijnevolgen. Het ongeval was overigens vermoedelijk te wijten aan defecte sporen en niet aan de wagons noch aan het VC.

Santé et emballage

Des normes très strictes sont appliquées en Belgique pour l'emballage des denrées alimentaires et des boissons, celles-ci satisfaisant largement aux normes européennes. C'est avant tout le fait d'empêcher la transmission de substances de l'emballage vers son contenu (migration) qui est très fortement réglementé.



Et tous ces déchets ?

Nous avons déjà fait remarquer que toute production de nouveaux matériaux ou changement de procédés est précédé d'une phase au cours de laquelle on examine quel type de déchets va être causé par la production et après utilisation, et comment il est possible de traiter ceux-ci. En ce qui concerne le PVC, une grande attention est réservée à ce point.

À partir des années soixante du siècle dernier, le PVC a acquis une importante part de marché. Étant donné la durée de vie moyenne du PVC (de l'époque) (environ trente ans), la quantité de déchets en PVC commence à présent à augmenter considérablement. Cette quantité s'élève peut-être à plus d'un million de tonnes. Ces déchets proviennent la plupart du temps de travaux de construction ou de démolition, un peu moins de déchets urbains provenant d'une utilisation domestique, et dans une mesure encore moindre, d'activités commerciales ou industrielles, d'emballages, de véhicules dont on s'est débarrassé et d'appareils électriques ou électroniques. Environ 20% de ceux-ci sont déjà recyclés actuellement. Ce pourcentage augmente continuellement, notamment en raison de la nécessité économique.

Recyclage chimique

Dans ce cas, les déchets de PVC sont uniquement traités mécaniquement, surtout par déchiquetage (réduction), tamisage et broyage. Le produit fini sous forme de poudre peut à nouveau être mis en circulation. Le PVC recyclé 'de haute qualité' peut entamer une deuxième vie dont la qualité est comparable à celle de sa première utilisation. Nous pensons ici aux tuyaux, profilés et revêtement de sol.

Les produits de recyclage de 'basse qualité' provenant de fractions de déchets mélangées peuvent uniquement être réutilisés après traitement avec d'autres matériaux (down-cycling). Il existe des méthodes pour décomposer de manière sélective des matériaux composites contenant du PVC. Le PVC et les autres composantes peuvent alors être réutilisés.

Recyclage chimique

Quelques procédés ont été mis au point pour décomposer à nouveau les molécules





polymères en plus petites molécules. Il s'agit soit de monomères qui en tant que tels peuvent servir pour créer de nouveaux polymères, soit d'autres substances qui peuvent être utilisées ailleurs dans l'industrie chimique de base. D'autre part, les atomes de chlore qui sont liés aux chaînes moléculaires sont libérés comme chlorure d'hydrogène. Après purification, celui-ci peut à nouveau être utilisé ou est directement neutralisé et transformé en dérivés chlorés utiles. Pour des raisons économiques, ce n'est pas encore appliqué à grande échelle.

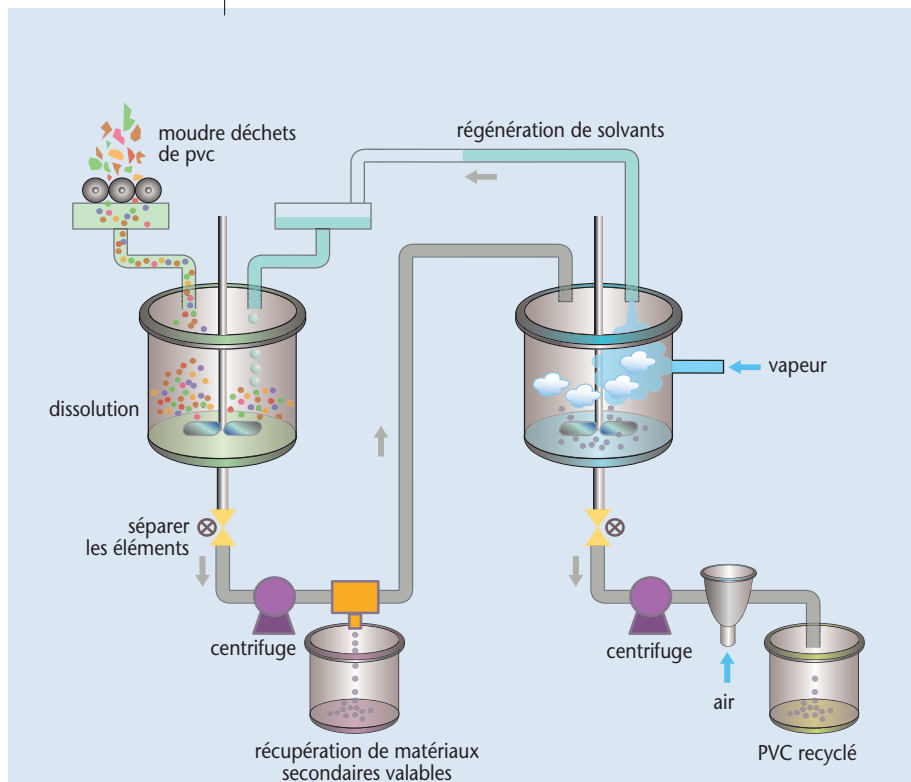
Les plastifiants sont également transformés en matériaux de base utile par un recyclage chimique.

Les stabilisants contenant des métaux lourds terminent comme résidus solides dont il faut se débarrasser sur des sites contrôlés.

Incinération

Lorsque le réemploi et le recyclage ne sont vraiment pas possibles, la 'coincinération' est une manière d'utiliser encore utilement le PVC après utilisation. Ainsi, des déchets de matières synthétiques mélangés sont utilisés lors de la production de fer brut dans des hauts fourneaux comme moyen pour réduire le minerai. De même, les déchets de matières synthétiques peuvent également servir de carburant dans des fours à ciment pour remplacer une partie du charbon ou du gaz. Dans ces deux cas, le développement de chlorure d'hydrogène constitue un facteur limitatif.

Moins de 1% de l'ensemble des déchets qui sont incinérés au sein de la Communauté européenne pour récupération de chaleur se compose de PVC. Tous les gaz acides découlant de l'incinération de déchets urbains solides (HCl, oxydes de soufre) doivent être neutralisés avant que les gaz résiduels ne soient déversés dans l'atmosphère. Cela se fait essentiellement



Le 'procédé vinyloop' : recyclage de matériaux composites

Après avoir dénudé les anciens câbles électriques avec enveloppe en PVC, la fraction de PVC est traitée à l'aide du procédé vinyloop®. Les matériaux composites en fibre de PVC, comme le textile, peuvent également être traités de cette manière. Le procédé vinyloop® utilise le coefficient de solubilité du PVC dans certains solvants. Après un prétraitement, les déchets sont dissous de manière sélective dans un solvant. La fraction non soluble est séparée et le PVC soluble est précipité. Le solvant utilisé est extrait à nouveau et réutilisé.

par l'injection de chaux sèche ou humide. Dans certains cas, on récupère alors encore le chlorure de calcium formé. Le sulfate de calcium est versé sous forme de gypse.

Dans la technologie 'Neutrec®', du carbonate d'hydrogène de sodium est vaporisé dans les gaz de fumée.

Lors de l'incinération de déchets contenant du chlore, des dioxines peuvent également apparaître. 'Dioxines' est le nom collectif donné à un groupe de 210 substances (appartenant aux dibenzoparadioxines et dibenzofuranes)

Différentes études ont toutefois démontré qu'il n'existe aucune corrélation directe entre la part de PVC dans les déchets et l'émission de dioxines. L'évolution de la température et la durée de présence des gaz dans le four d'incinération sont des facteurs déterminants pour la libération ou pas de dioxines. Dans le cas d'un processus optimal, les émissions de dioxines resteront en dessous des normes d'émission dans l'air.

Les plastifiants à base de phtalates sont détruits lors de l'incinération, à savoir, ils sont transformés en molécules inoffensives.

La plate-forme FISCH

L'étude de faisabilité 'FISCH' menée par l'IWT, sous la direction d'Essenscia Vlaanderen et avec la collaboration de 185 organisations actives dans l'industrie utilisant la chimie en Flandre (entreprises chimiques, professeurs de chimie, centre de connaissances, instituts de formation et organisations de la société civile) a démontré qu'une plate-forme stratégique pour la chimie durable en Flandre est à la fois judicieuse et faisable d'un point de vue technique et économique. Le plan d'activités pour cette plate-forme FISCH a été remis en février 2010 à l'IWT et au gouvernement flamand. L'IWT est une agence flamande pour l'Innovation dans les Sciences et la Technologie.

FISCH signifie 'Flanders strategic Initiative for Sustainable Chemistry'. Il s'agit d'une **initiative stratégique pour la chimie durable**, un forum où petites, moyennes et grandes entreprises de tous les secteurs industriels de Flandre ne réalisent, par le biais d'une "collaboration ouverte" (tant au niveau des programmes et des projets que des installations), que les solutions de chimie les plus durables qui contribuent positivement aux défis de la société actuelle et future. FISCH sera le premier centre de connaissances (en chimie) en Europe ayant la 'durabilité' comme seul critère/mesure pour l'évaluation et la réalisation de ses projets.

PVC bio-sourcé

Le secteur des matières synthétiques s'affaire à mettre en œuvre un développement durable. Des efforts sont réalisés au niveau du processus de production pour en optimiser sans cesse l'impact sur l'environnement et l'efficacité énergétique. On travaille aux matériaux, comme des plaques d'isolation dans la construction, affichant des qualités inégalées et permettant de cette façon des applications respectueuses de l'environnement. Des travaux sont également réalisés pour réduire la dépendance au pétrole des matières synthétiques. Le PVC à base de bioéthanol par exemple, où le processus de production commence par du bioéthanol qui est craqué en éthylène. Ensuite, le chemin habituel est suivi. Une unité de production est entreprise en Amérique du Sud. La source du bioéthanol peut différer, allant de la canne à sucre aux algues.

Mise en décharge

La mise en décharge est légalement interdite. Pour le PVC non biodégradable, il n'existe aucune preuve convaincante d'une dégradation naturelle du polymère. Autrement dit, il peut rester stocké éternellement dans le sol sans impliquer de dommages chimiques pour l'environnement.

La perte de phtalates peut contribuer aux émissions de gaz des décharges. La migration des stabilisants émanant du PVC est extrêmement faible. Des métaux lourds dans les décharges peuvent contaminer le sol par infiltration. Ils sont donc



Un vase en PVC auquel vous pouvez donner la forme que vous voulez : vous achetez une feuille plate, vous y répandez de l'eau chaude et vous modeliez cette feuille en un vase selon votre inspiration. Le traitement avec de l'eau froide débouche sur une forme permanente. L'un des projets innovants de la Concours "SolVin Award for PVC Innovation"



Fauteuils en PVC ayant l'apparence de rotin fortressé.



Le PVC donne aux véhicules les plus récents un aspect mat.

tement surveillés. Il s'avère néanmoins plus clair actuellement que les matières synthétiques ont un impact néfaste sur les océans (voir le dossier MENS suivant, numéro 77). Ces déchets de matières synthétiques proviennent essentiellement des emballages et du matériel de pêche. Bien qu'il faille encore réaliser des études à ce propos, la part de PVC est vraisemblablement limitée : d'autres matières synthétiques sont généralement utilisées.

Beau et inventif : design

Durabilité et innovation, nos deux mots-clés, supposent également un haut niveau d'inventivité parmi les scientifiques, les techniciens, les concepteurs et les investisseurs. La révolution technique dont il est question dans l'avant-propos sera portée par l'inspiration de la jeunesse actuelle. Et à ce niveau, aucune frontière de pays n'est applicable : chacun agit sur la scène internationale. Le caractère illimité des possibilités ne peut être illustré ici que par quelques exemples de design réussi.

Pour la décoration des maisons et des jardins, le PVC offre un large éventail de possibilités. L'inaltérabilité du matériau est en ce sens un élément important.

Pour les rénovations, on a généralement recours aux matières synthétiques pour remplacer le bois ou les pierres, car elles sont plus souples à manipuler et sont bon marché. Souvent, les alternatives en matières synthétiques ne se distinguent pas à l'œil nu des versions originales.

Le merle et le castor dont nous parlions dans l'introduction construisent depuis



Sans PVC, pas de tunnels secs, un film de PVC protège le béton.



Sculpture moderne en PVC d'Anish Kapoor au musée Tate Modern, à Londres.

des générations suivant le même schéma instinctif. Nous devons faire preuve d'inventivité. Pas uniquement dans le secteur de la construction, mais dans tous les domaines de notre société. Le PVC offre des possibilités presque infinies d'innover. Le SolVin Award est un concours d'innovation tendant à promouvoir les possibilités de création infinie avec le PVC. Des projets de vases fimo-déformables (Herba-plastic, 2001), plaques d'isolation sonore recyclées (Loncar, 2007), effets rotins (Enitor, 2001), sifflets d'arbitre (Plastico Rototech), parapluies souples gonflables (Mario Scheichenbauer), boomerang d'intérieur pour enfants (Boomerger, -) et bien d'autres encore sont passés en revue.

Les multiples illustrations dans ce numéro témoignent du potentiel qu'on a à offrir les concepteurs en PVC.

Principales sources d'informations

The Solvin Award for PVC Innovation 2001, 2004, 2007.

La construction durable – Fedichem 2005

Livre vert, Problèmes environnementaux du PVC – Commission européenne -2000

Livre blanc du chlore 3e édition (CD) Belg-o-chlor

www.fisch-essenscia.be

Milieuanalyses pvc ten behoeve van prioritaire stromen ketengericht afvalbeleid, IVAM research and consultancy on sustainability, 2010, voir à www.biomens.eu

Un rapport de l'IVAM qui vient de paraître concernant l'analyse environnementale du PVC comporte comme principale conclusion que le PVC présente dans beaucoup d'applications un caractère durable pour autant que l'on prenne le recyclage en compte. En outre, ce rapport démontre que le remplacement du PVC par d'autres matériaux, perçus comme durables tels que le bois, ne signifie pas nécessairement un avantage pour l'environnement.

XperiLAB.be



Pour les jeunes de 10 à 14 ans Un outil qui sillonne le pays



Concept

Le camion circule dans tout le pays, selon un planning précis. Il se déplace en un laboratoire accueillant, pour une classe complète.

Les jeunes y font de vraies expériences, durant 90 minutes. En groupes de deux ou trois, ils observent, expérimentent, déduisent ; en biologie, chimie, physique, technologie.

A la fin des activités, les élèves courent leur démarche dans une mise en commun interactive.

Pourquoi ?

Le projet XperiLAB.be est là pour sensibiliser les jeunes aux sciences. Pour ce faire, rien ne vaut une

démarche personnelle, active. Faire, c'est comprendre !

XperiLAB.be, c'est aussi l'occasion d'apporter au corps enseignant des outils dont il ne dispose pas souvent en classe.

Pour qui ?

Pour les élèves, avant l'âge des choix scolaires (10-14 ans)

XperiLAB.be est conçu pour les enfants des deux dernières années d'école primaire et des deux premières années d'enseignement secondaire.

La base de fonctionnement est la classe, le groupe scolaire (en principe, 27 élèves au maximum).

L'activité dure 90 minutes.

XperiLAB.be peut aussi fonctionner dans une version « grand public », spécialement adaptée à des salons, foires, manifestations, expos...

Comment ?

L'enseignant accompagne sa classe tout au long du processus. XperiLAB.be aborde différents modes d'appréhension des sciences ; il s'insérera harmonieusement dans le vécu didactique du groupe.

Comme tout apprentissage, l'expérience du camion XperiLAB.be se prépare (avant), se vit (pendant) et s'exploite (après). Le Muséum a donc prévu un dossier didactique

complet, gratuit, téléchargeable.

Ce dossier est un composant vital du travail de l'enseignant avec sa classe ; sans lui, l'activité XperiLAB.be ne serait qu'un feu d'artifice sans lendemain...

Les réservations se font en ligne, sur www.xperilab.be

Contact

Animatrice de XperiLAB.be (FR) :
Dominique JONGEN
Tél. 02 627 42 23
info@xperilab.be



"MENS" en rétrospective : www.biomens.eu

- | | | |
|---|---|--|
| 1 L'emballage est-il superflu ? | 17 La montée en puissance de l'allergie | 33 La grippe, un tueur aux aguets ? |
| 2 Le chat et le chien dans l'environnement | 18 Les femmes et la science | 34 Vaccination : bouée de sauvetage ou mirage ? |
| 3 Soyez bons pour les animaux | 19 Viande labellisée, viande sûre ! ? | 35 De l'énergie à foison |
| 4 Le chlore, comment y voir clair | 20 Le recyclage des plastiques | 36 Un petit degré de plus. Quo vadis, la Terre ? |
| 5 Faut-il encore du fumier ? | 21 La sécurité alimentaire, une histoire complexe. | 37 L'énergie en point de mire |
| 6 Sources d'énergie | 22 Le climat dans l'embarras | 38 TDAH, lorsque le chaos domine |
| 7 La collecte des déchets : un art | 23 Au-delà des limites de la VUE | 39 Une société durable... plastiques admis |
| 8 L'être humain et la toxicomanie | 24 Biodiversité, l'homme fauteur de troubles | 40 Aspects d'évolution - Darwin |
| 9 Apprenons à recycler | 25 La biomasse : L'or vert du 21 ^{ème} siècle | 41 Les maladies sexuellement transmissibles |
| 10 La Chimie: source de la vie | 26 La nourriture des dieux : le chocolat | 42 La Chimie Verte |
| 11 La viande, un problème ? | 27 Jouer avec les atomes: la nanotechnologie | 43 Espèces invasives |
| 12 Mieux vaut prévenir que guérir | 28 L'or bleu : un trésor exceptionnelle ! | 44 Le cerveau |
| 13 Biocides, une malédiction ou une bénédiction ? | 29 Animal heureux, homme heureux | 45 Embarquement pour Mars |
| 14 Manger et bouger pour rester en pleine forme | 30 Des souris et des rats, petits soucis et grands tracas | 46 Où la piste mène-t-elle ? |
| 15 Pseudo-hormones : la fertilité en danger | 31 Illusions à vendre | 47 Quand le sang cesse de circuler... |
| 16 Développement durable : de la parole aux actes | 32 La cigarette (ou) la vie | |