

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDÈS
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie**

Le Laboratoire de Synthèse Pétrochimique
Axe : Ergonomie et Protection de l'Environnement

Avec la participation de :
l'Université de Technologie de Troyes (UTT - France)
et
de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM - France)

En partenariat avec :
Le Centre National des Formations à l'Environnement (CNFE)
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

**Journée d'étude sur:
Les outils d'optimisation et d'aide
à la décision
pour la maîtrise des risques et la
protection de l'environnement**

RECUEIL DES TEXTES

**Bibliothèque Centrale de l'Université
Boumerdès, 13 Avril 2008**



**Le Centre National des Formations à l'Environnement
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDÈS
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie**

Le Laboratoire de Synthèse Pétrochimique
Axe : Ergonomie et Protection de l'Environnement

Avec la participation de :
l'Université de Technologie de Troyes (UTT - France)
et
de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM – France)

En partenariat avec :
Le Centre National des Formations à l'Environnement (CNFE)
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

**Journée d'étude sur:
Les outils d'optimisation et d'aide
à la décision
pour la maîtrise des risques et la
protection de l'environnement**

RECUEIL DES TEXTES

**Bibliothèque Centrale de l'Université
Boumerdès, 13 Avril 2008**



**Le Centre National des Formations à l'Environnement
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement**

Comité d'organisation

M^r TAIRI Abdelaziz
M^r CHERIFI Ahmed
M^{lle} TIRECHE Sihem
M^{lle} KEBBOUCHE Zahia

SOMMAIRE

Introduction

- D. Froelich**, « Ecoconception : Présentation des approches et méthodes », ENSAM – France.....1
- E. Maris**, « Procédés de recyclage des matières plastiques et débouchés des matériaux recyclés », ENSAM - France.....27
- J. Gaubert**, « Etude préliminaire : comparaison des performances environnementales de deux composants de produits de type sècheuse repasseuse », UTT - France.....50
- J. Gaubert**, « Ergonomie de conception : Atelier de soudage robotisé pour l'entreprise Electrolux Systèmes de Blanchisserie », UTT - France.....64
- A. Yalaoui**, « Procédés de recyclage des matières plastiques et débouchés des matériaux recyclés », UTT - France.....75
- A. Yalaoui**, « Colonies de fourmis pour l'allocation de fiabilité: systèmes série-parallèle », UTT - France.....81
- S. Tireche**, « Développement de modèles d'évaluation des niveaux de pollution émise par un système de production », UMBB- Boumerdès.....92
- Z. Kebbouche**, « Modélisation et quantification en éco conception », UMBB- Boumerdès.....95
- F.Z. Benrahou**, « Méthodologie ergonomique de conception et d'évaluation des sites web », UMBB- Boumerdès.....99
- N. Kihal**, « Evaluation des impacts environnementaux de l'industrie pharmaceutique. Application de l'analyse de cycle de vie aux processus de production d'un médicament », UMBB-Boumerdès.....108
- F. Younsi**, « Modélisation du cycle de vie d'un polluant au sein d'une PME-PMI », UMBB- Boumerdès.....122

INTRODUCTION

L'organisation de cette journée spécialisée a pour objectif principal de faire un état des lieux sur les activités de formation et de recherche entre l'équipe « Ergonomie et Environnement » du Laboratoire de recherche LSP de l'Université M'hamed Bougara Boumerdès (UMBB) et les autres partenaires qui sont le Conservatoire National des Formations à l'Environnement (CNFE-MATET), le Laboratoire d'Optimisation des Systèmes Industriels (LOSI-UTT), le Centre de Recherches et d'Etudes Interdisciplinaires sur le Développement Durable (CREIDD-UTT) et l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM de Chambéry).

Depuis quelques années, la sensibilité des utilisateurs aux performances en matière de maîtrise des risques et de protection de l'environnement s'est accrue et ces indicateurs deviennent de plus en plus des arguments dans la présentation commerciale des produits. Ce sont des mesures objectives de la qualité des produits, à intégrer dès la conception. Comme partout ailleurs où la dimension environnementale prend de plus en plus d'importance dans les grandes décisions, ces préoccupations ont été prises en charge par l'équipe « Ergonomie et Environnement » de l'Université de Boumerdès.

Afin de débattre de toutes ces questions, sont invités à cette journée les enseignants chercheurs, les étudiants en magister, les doctorants et les partenaires du secteur économique (DGE du MATET, CAMMO, CETIM,...) et des autorités locales (Direction de l'Environnement, Protection Civile, PME-PMI, ANSEJ,...).

Durant cette journée, des conférences de haut niveau seront présentées par nos partenaires étrangers invités.

En matière de formation par la recherche, une partie de l'après-midi sera consacrée à la revue de thèse où seront évalués les travaux de recherche des étudiants en magister et en doctorat.

Cette journée se veut être une journée d'échanges sur les nombreuses études et expériences menées par l'ensemble des participants afin de répondre aux questions d'actualité.

Prof A. TAIRI
Président du Comité d'Organisation

Ecoconception
Présentation des approches et
méthodes

Constat: Une activité humaine de plus en plus impactante sur le milieu naturel, mettant en péril de nombreuses espèces naturelles

Changement Climatique

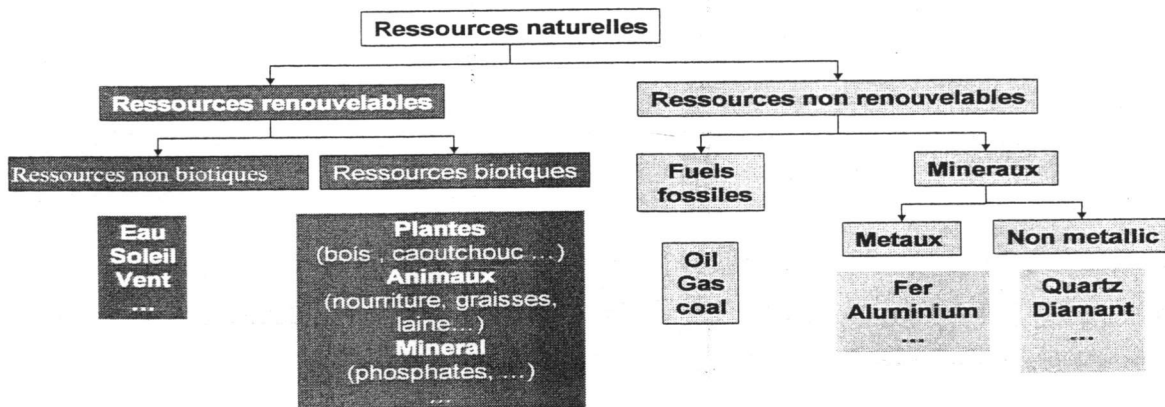
Phénomène naturel, nécessaire sur terre (-18 ° C a+ 15 ° C)
Perturbations liées aux émissions de gaz à effet serre (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC ...)



Elévation des températures entre 1,4 °C et 5,8 °C en 2100

Rémédiation des ressources naturelles

Classification des ressources naturelles



Rémédiation des ressources en eau

- Quantité (fonte des glaciers)
- Qualité:
 - Pollution chimique de l'eau potable (nitrite, pesticides,...)
 - Pollution des eaux naturelles
 - Eutrophisation
 - Pluies acides

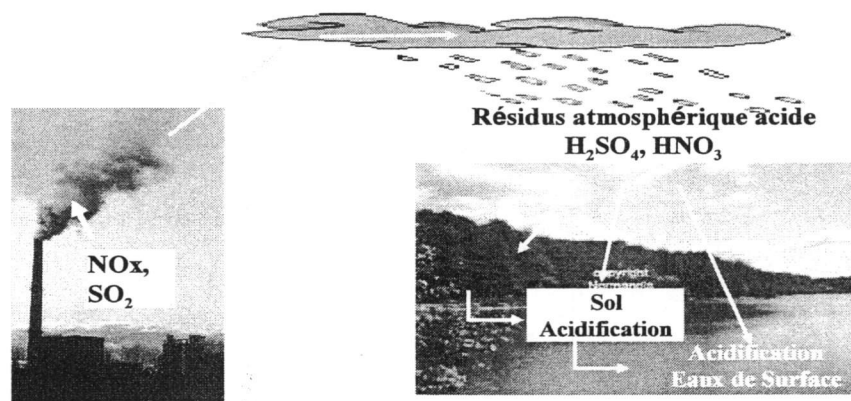
Eutrophisation

• **Définition :** Eutrophisation est une forme de pollution aquatique qui apparaît quand le media reçoit de forte quantité d'éléments nutritifs qui sont assimilés par les algues, plantes et qui conduisent à leur prolifération. A la mort des végétaux, l'oxydation conduit à l'appauvrissement en oxygène du milieu aquatique et à la disparition des poissons, plantes,...

Les rejets humains (N, P, oligo-éléments) sont des facteurs accélérants

Acidification

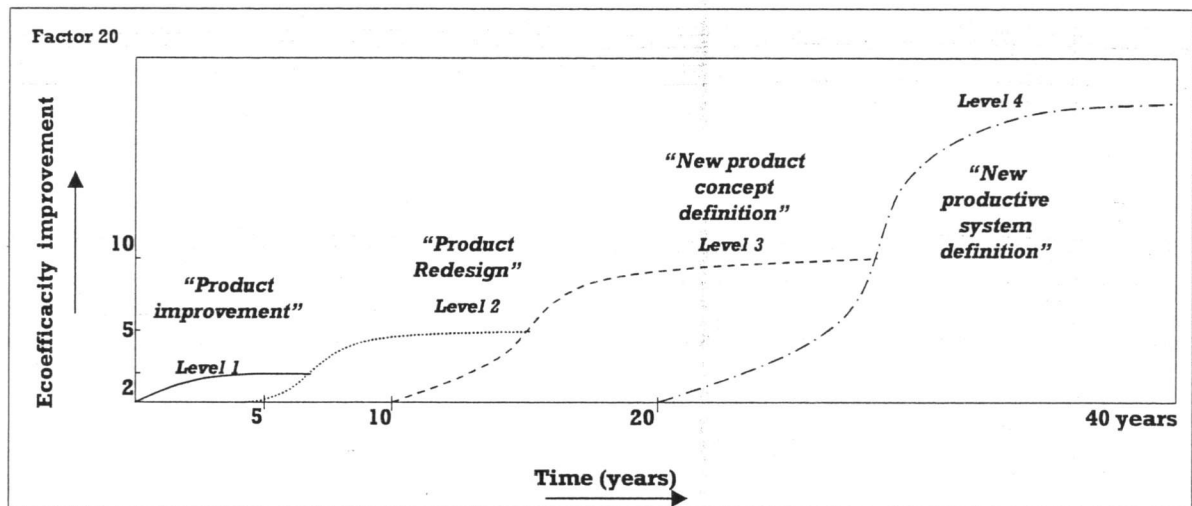
Explication des phénomènes



Enjeux de l'éco-conception

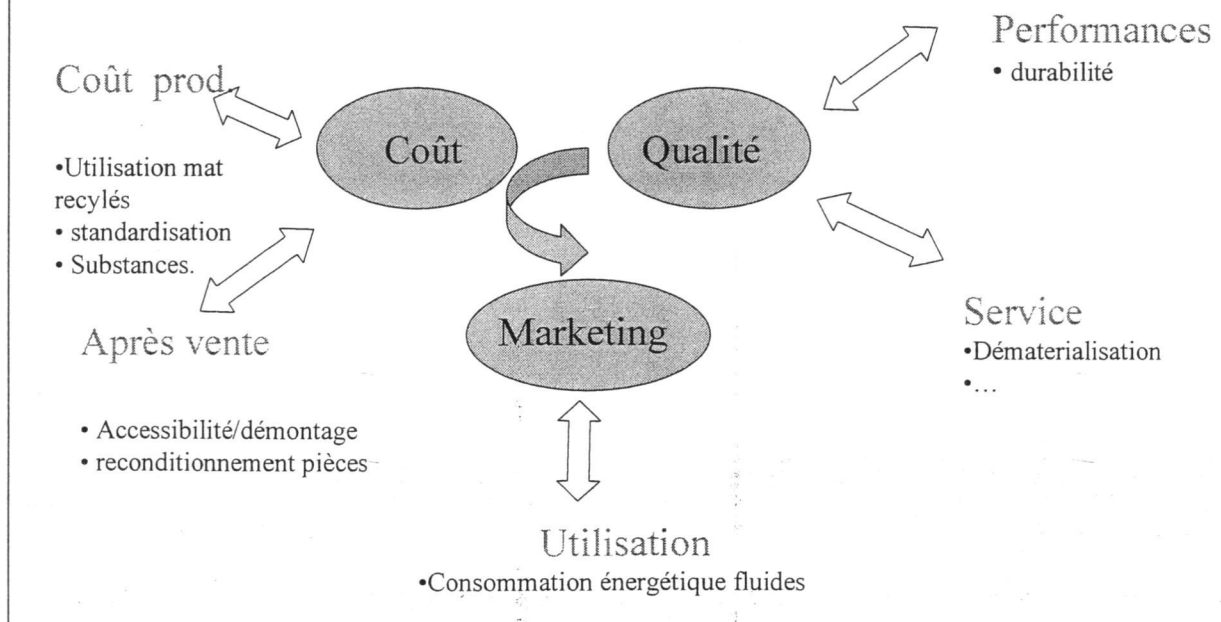
Conserver les services offerts par notre société moderne tout en consommant moins de ressources naturelles et en générant moins d'impacts sur l'environnement.

Approche globale



H. Brezet, C. Van Hemel, EcoDesign: a promising approach to sustainable production and consumption, UNEP, Paris, 1997

Développer une dynamique

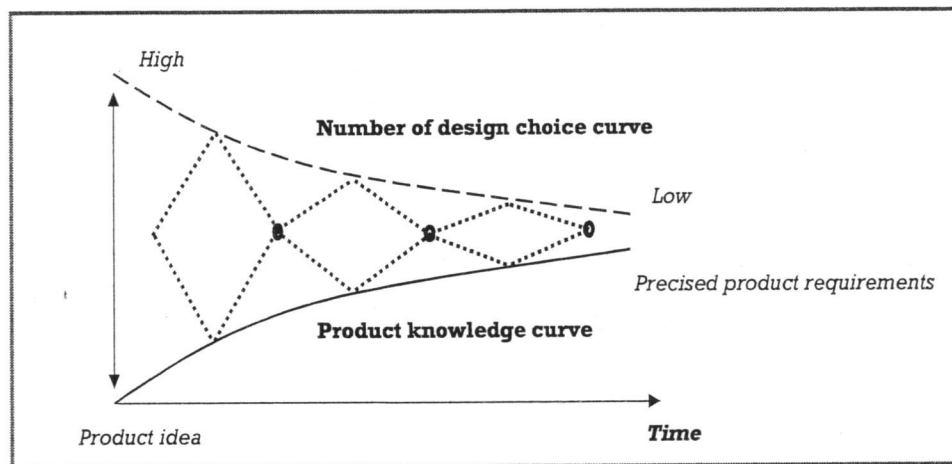


Conception & Environnement

Vecteur pertinent de l'intégration de l'environnement dans l'entreprise ?

- ↗ Détermination de 80% des nuisances d'un produit sur son cycle de vie
- ↗ 90% des coûts engagés
- ↗ 10% des dépenses réelles cumulées

Agir dès les premières phases de la conception



Définition ?

Eco-conception



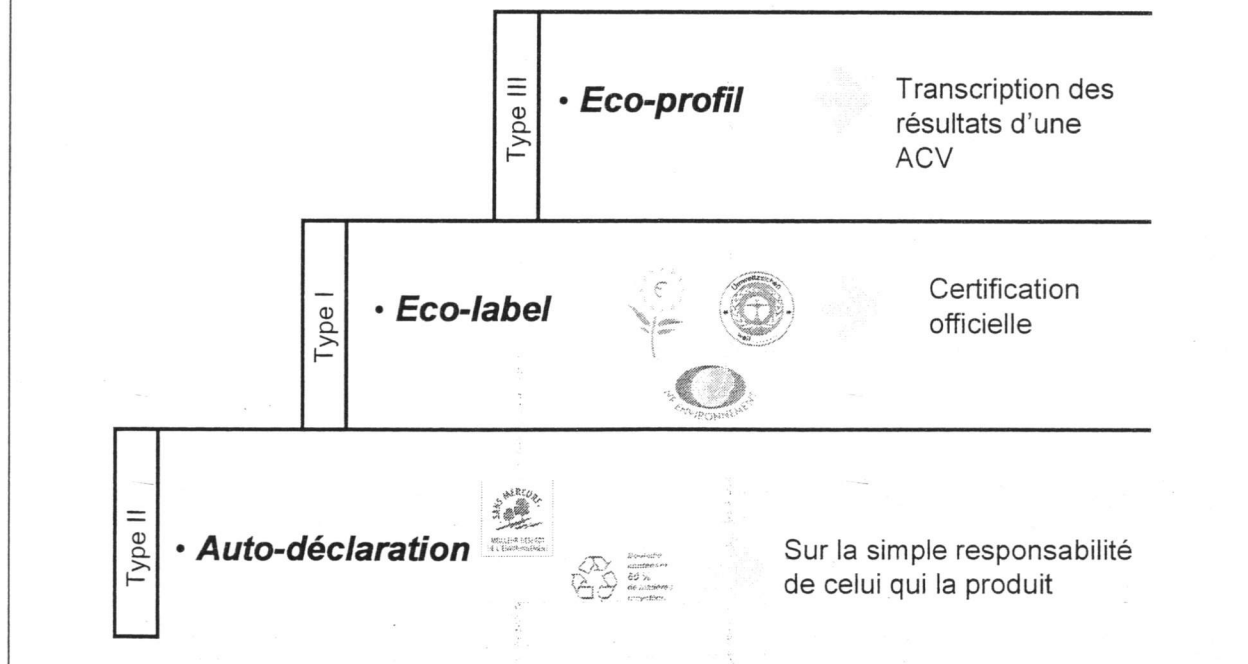
Approche *systématique* permettant de concevoir des produits plus respectueux de l'Environnement

Conception de produits satisfaisant les besoins de la clientèle, tout en réduisant l'impact environnemental sur l'ensemble de leur cycle de vie

Volontarisme ISO

	ORGANISME	PRODUIT
Mise en oeuvre d'une politique environnementale	SME : Lignes directrices (ISO 14004,14061)	Prise en compte de l'environnement en conception (ISO 14062)
Démonstration	SME: Spécifications (ISO 14001)	Etiquetage environnemental (Série ISO 14020)
Outil d'évaluation	Audit environnemental (série ISO14010)	Analyse du cycle de vie (Serie ISO14040)
	Evaluation des performances environnementales (ISO 14030)	

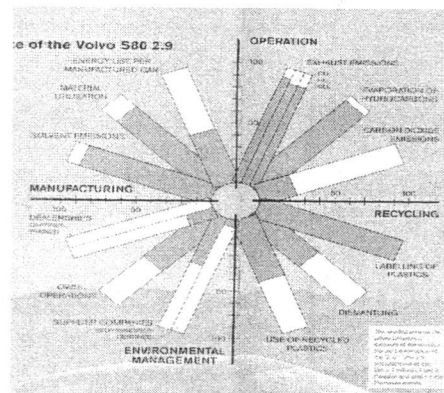
Labels et déclarations environnementales des produits (ISO 14020)



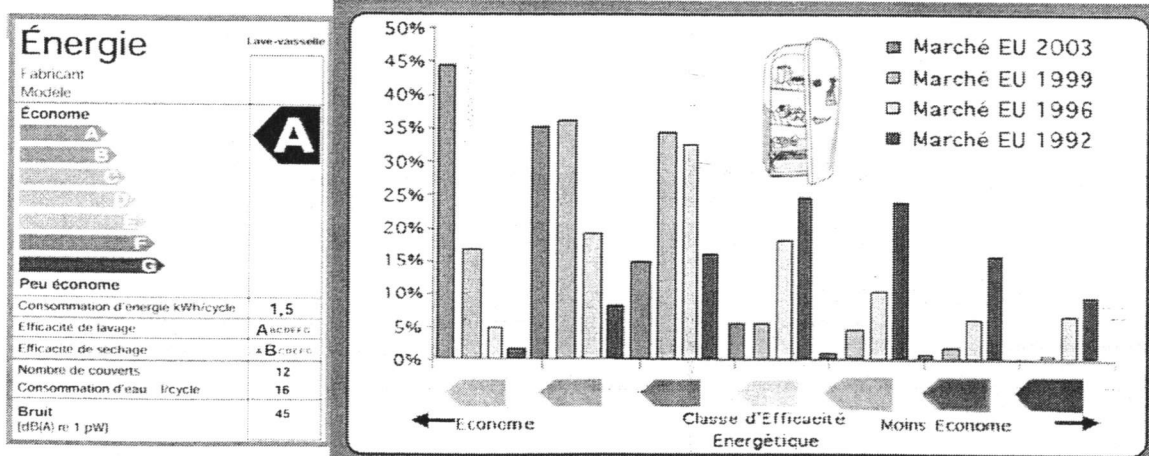
LES ECOLABELS



L'auto déclaration environnementale de Volvo



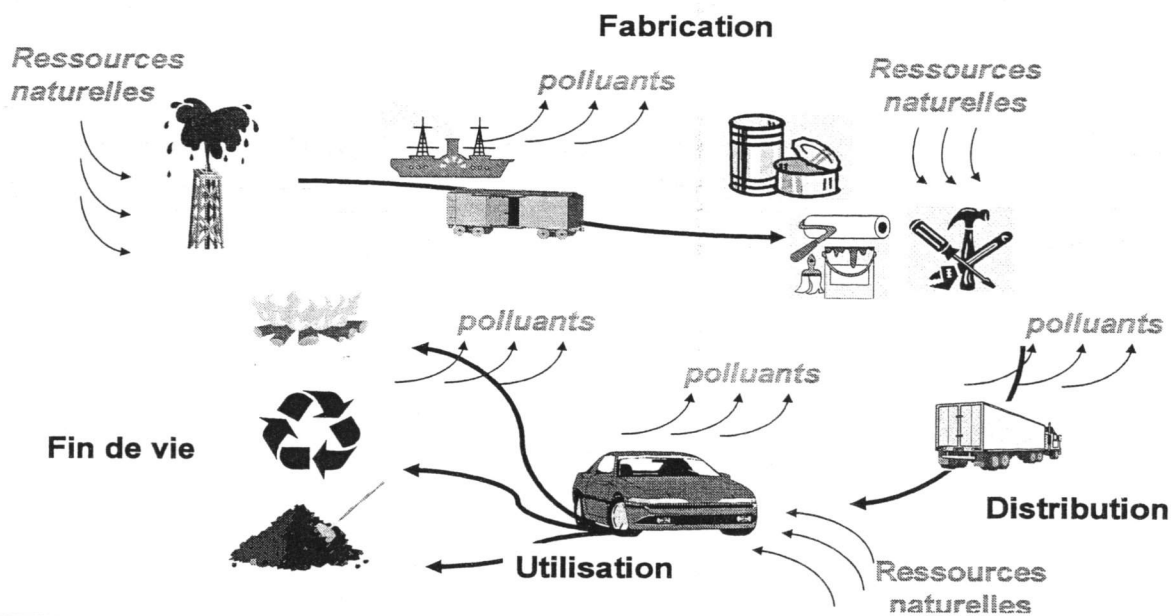
Exemple Label ENERGIE



Source Lebot PNUED

Méthodologies d'Analyse du cycle de vie Life cycle thinking

Penser Cycle de vie d'un produit



Élaboration d'une ACV : 4 étapes

1 - DEFINITION DES OBJECTIFS

2 - INVENTAIRE OU ECOBILAN

3 - ANALYSE DES IMPACTS

4 - INTERPRETATION

1 Définition des objectifs

- Objectif :
 - Bilan environnemental d'un produit / procédé pour un périmètre donné
 - Etude comparative de deux procédés / produits/ lois pour un périmètre donné et une unité fonctionnelle donnée.

2 Définition de l'Unité Fonctionnelle.

- Élément de mesure de la fonction remplie par le système.
- Quantité de référence pour rapporter les résultats de l'inventaire.
Choix déterminant: Etre très précis!

- **Unité Fonctionnelle :**

- Exemple :

ACV d'une perceuse, UF = percer x trous pendant la durée d'utilisation de la perceuse.

Exemples: Les véhicules

- Comparer le bilan environnemental entre une automobile et un vélomoteur pendant son cycle de vie.
- Comparer le BE d'un kilomètre moyen/personne parcouru par une automobile et un vélomoteur en déplacement urbain pendant son cycle de vie

3 Limites du système étudié

Production Mat. 1ère

Fin de vie

Transport

Transport

Fabrication Pièces

Utilisation

Transport

Assemblage X

Transport

Réaliser l'inventaire

Entrants

Sortants

ENERGIE

Émissions
dans l'air

Matières
Premières

Production
Utilisation
Fin de vie...

Émissions
dans l'eau

Déchets

Elaboration de l'inventaire réalisation panneau carrosserie acier

- Matrice polluants /matières émis/consommées pour le cycle de vie

No	Substance	Compartment	Unit	Total	panneau carrosserie Acier bat	recyclage panneau acier	use panneau acier
	reservoir content						
1	ETH	Raw	m ³ y	0,0339	0,0339	x	x
2	turbine water ETH	Raw	m ³	8,19	8,19	x	x
3	natural gas ETH	Raw	gal*	332	30,4		25,8
	gas from oil						
4	production	Raw	cu.in	426	70,5		356
5	petroleum gas ETH	Raw	cu.in	304	304	x	x
142	water	Raw	kg	162	69,9		92,5
143	CO ₂	Air	lb	153	3,77		-1,35
144	crude oil ETH	Raw	oz	739	3,4		4,27
145	lignite ETH	Raw	oz	45,8	15,4		22,6
146	NO _x (as NO ₂)	Air	oz	43,5	0,0959	x	
147	coal ETH	Raw	oz	38,7	15,7		17,2
148	Cl-	Water	g	571	7,35		8,26
149	non methane VOC anorg. dissolved	Air	g	428	0,97		0,945
150	subst.	Water	g	402	x	x	
151	CO	Air	g	326	0,522		-49,4
152	final waste (inert)	Solid	g	275	66,1		209

Précaution sur les données

- LIMITES GEOGRAPHIQUES
 - Caractéristiques environnementales différentes suivant l'endroit
 - Plusieurs solutions
 - Utilisation de données des producteurs pour la fabrication et du pays pour l'usage et la fin de vie
 - Utilisation de données génériques pour le (s) pays considéré (s)
- LIMITES TEMPORELLES
 - Nécessité de collecte d'une grande quantité de données:
 - Probabilité importante de données collectées à des périodes différentes
 - > Risque d'obsolescence des données
- Autres critères
 - Représentativité des données,
 - Complétude,
 - Précision des mesures

4 Analyse des impacts – Classification

FLUX  **Classes d'impact**

Production
Utilisation
Fin de vie...

Émissions dans l'air :

- CO₂, NO_x, SO_x...

Émissions dans l'eau :

- DCO, DBO...

Déchets

- plastiques, papiers...

Matières 1ère

- eau, alumine...

Énergie

- consommation gaz, pétrole...

Effet de Serre

Substances cancérigènes

Acidification

Formation ozone tropos.

Destruction ozone strat.

Consommation d'énergie

Épuisement des ressources

Métaux lourds

Déchets

Eutrophisation

Applications de la méthode

Classe d'impacts:

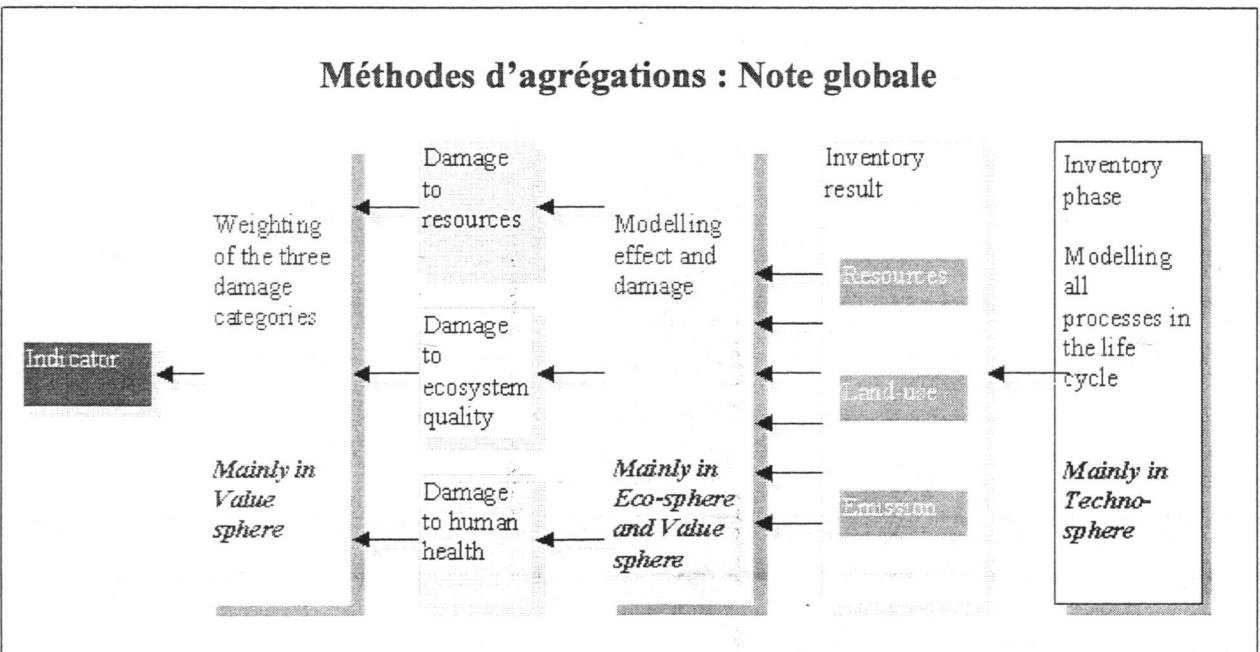
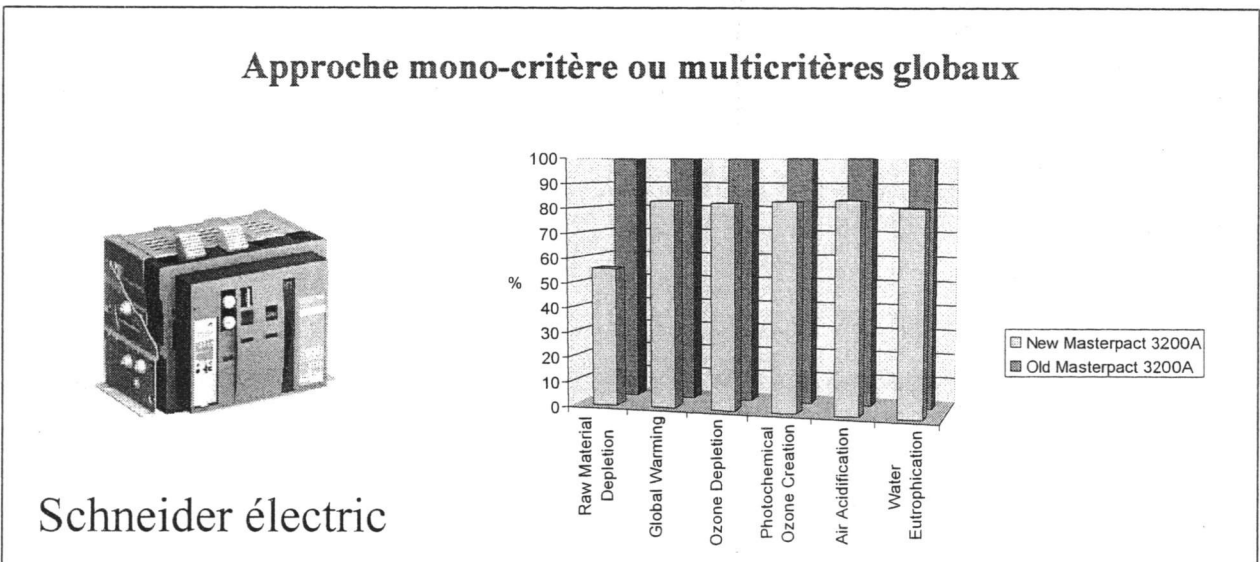
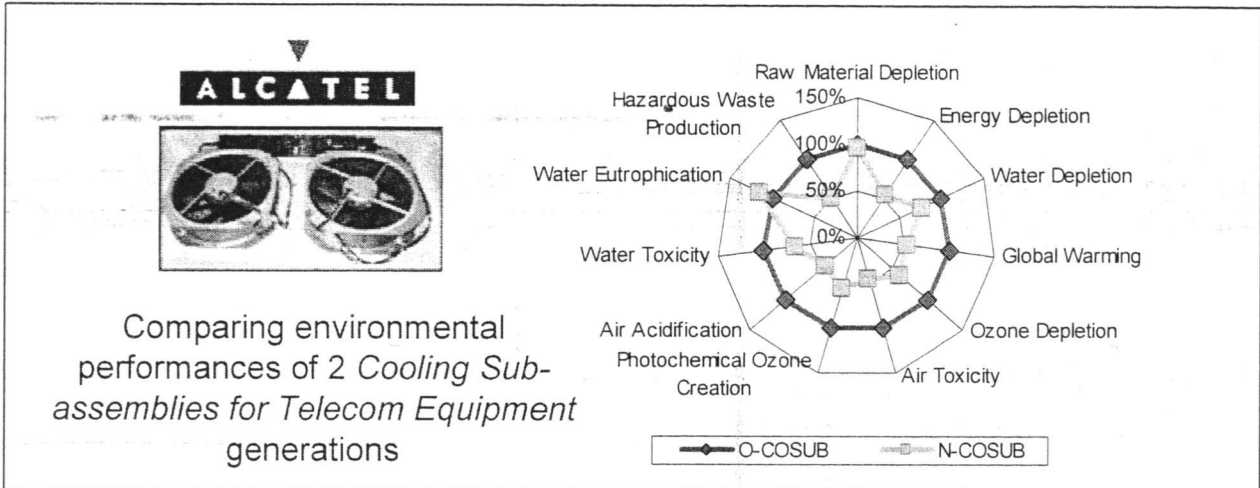
.Aide à la comparaison des impacts globaux de produits / conception

.Typologie de problèmes

. Communication /label

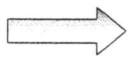
Peu lisible pour le concepteur

Impact category	Value:	Total	panneau carrosserie Acier bat	recyclage panneau acier
greenhouse	kg CO2	0,824	1,77	-0,951
ozone layer	kg CFC11	1,18E-06	7,18E-07	4,59E-07
acidification	kg SO2	0,012	0,012	9,43E-05
eutrophication	kg PO4	0,00102	0,0012	-0,000188
heavy metals	kg Pb	0,000115	0,0001	1,44E-05
carcinogens	kg B(a)P	-1,78E-06	5,41E-08	-1,84E-06
winter smog	kg SPM	0,00714	0,00911	-0,00197
summer smog	kg C2H4	-0,0381	0,000475	-0,0386
pesticides	kg act.subst	x	x	x
energy resources	MJ LHV	-123	23,2	-146
solid waste	kg	-1,71	0,0764	-1,79



Les limites de la démarche ACV

- Limite méthode Spatiales /Temporelles
 - Approche bilan global sur le cycle de vie
 - Caractéristiques environnementales différentes suivant l'endroit
- Limites données
 - Accès aux données
 - Problème de représentativité, complétude,
 - Problème d'obsolescence des données
- Limite conception
 - Lourd et peu lisible en phase projet



Outil lourd pour la conception et les PME Adapté pour la reconception, orientations stratégiques amont, communication

Les outils d'ACV /éco-conception

- TEAM : Ecobilan (price waterhouse) FR
- SIMAPRO: Pre consultant NL
- GABI : IKP DE
- EIME : Ecobilan (mixte evaluation/eco-conception) FR
- MATERIAL SELECTOR University of Cambridge UK (conception intégrant impact environnementaux)

Simplifications de la démarche cycle de vie couramment réalisées

- Simplification justifiée par une ACV générique préalable
 - Sur la phase Usage pour les produits de longue durée et forte consommation:
 - Réfrigérateur
 - Four
 - Automobile...
 - Sur la phase production et recyclage pour des produits à faible consommation et pour des matériaux impactants
 - Ameublement
 - Produits électroniques à faible consommation
- Simplification, justifiée par une réglementation, non consolidée par une approche environnementale globale
 - Ex les substances réglementées
 - Ex la dépollution
 - Ex les emballages

Conception en vue de la réduction de la consommation énergétique:

- Au niveau de la phase usage
- Au niveau des matériaux (contenu énergétique)

Aspects réglementaires Directive EUP

Energy Label

Normatifs : Ecolabel

Exemple de produit eco-conçu:

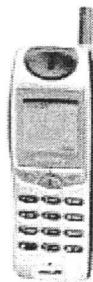
Radio Sans piles



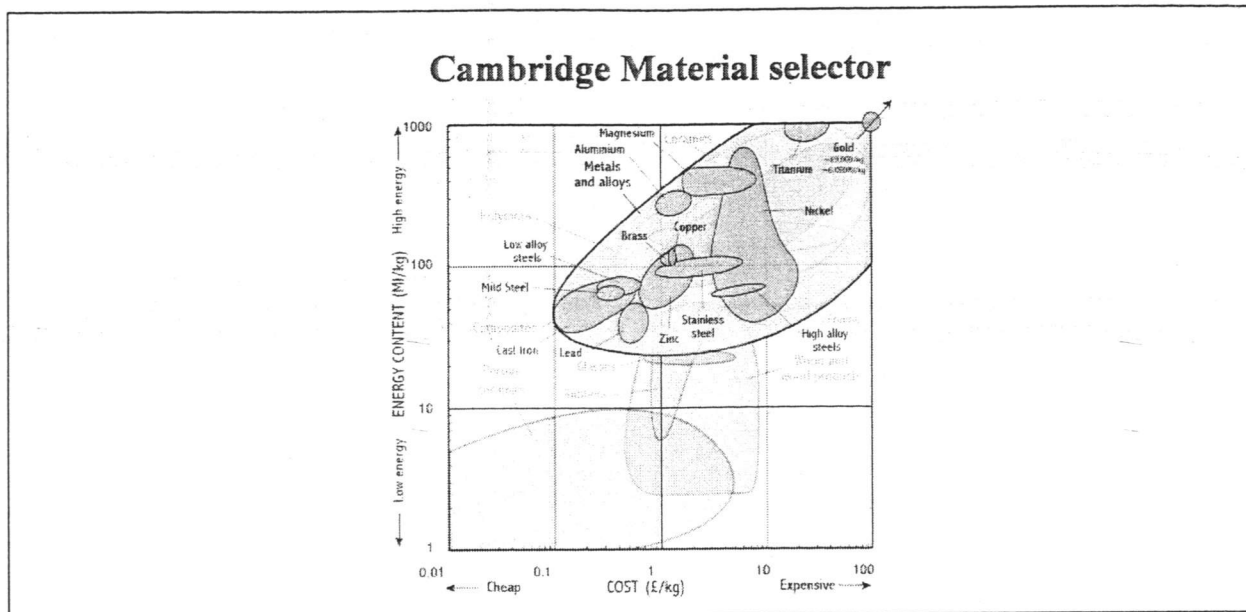
- Réduction de l'impact environnemental de la production d'énergie (pile):
- Utilisation Energie humaine

Exemple de produit éco-conçu:

- Réduction conso en veille
 - impact environnemental réduit
 - plus d'autonomie
- Elargissement périmètre : Chargeur, Réseau



SONY



Contenu énergétique 2 ème fusion

	Cuivre	Aluminium	Acier
Contenu énergie Matériaux première fusion MWh/t	> 28	55-69	8-14
Contenu énergie Matériaux deuxième fusion MWh/t	1,4	5-8	3,7-8

Soit environ 10 MTep /an économie

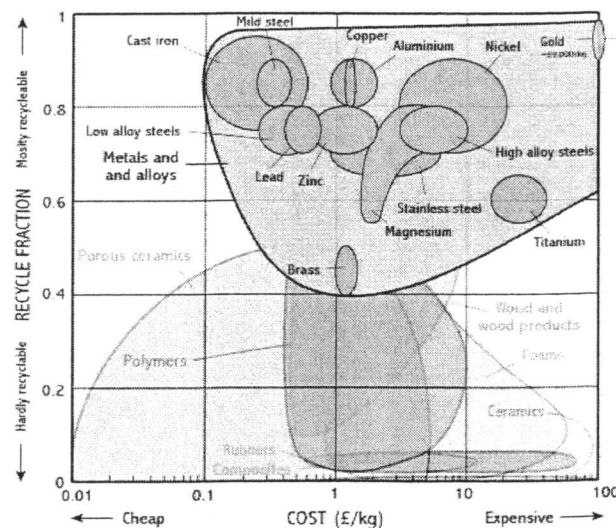
Exemple d'application dans le domaine du bâtiment: Comparaison du contenu énergétique d'une charpente bois / charpente métallique

	Charpente Bois	Charpente acier
Poids Tonnes	10,4	5
Contenu Energie kWh/t	1800	13200
Total: kWh	18720	73250

2) Conception en vue du Recyclage

- Concerne les produits en fin de vie notamment les emballages, les véhicules fin de vie et les produits électroniques et électrotechniques
- Textes réglementaires de références (interdiction, déclaration) :
 - Directive produits: 1999/30/EC VFV, 2002/96/EC Produits électroniques,
 - Directive emballage 94/62/EC
- Objectifs:
 - Objectifs de recyclage matière de 50 à 85%
 - Conception du produit en vue du recyclage
 - Utilisation de matériaux recyclés

Cambridge material selector



Les outils mis en oeuvre

- **AFNOR :**
 - Conception des véhicules en vue de l'optimisation de leur valorisation en fin de vie NF XP 10-402
 - Traitement des VHU : dépollution et désassemblage des pièces non métalliques NF R 10-401.
- **VDI :**
 - VDI 2243 Recycling oriented product development
- **ISO :**
 - Marquage des Plastiques ISO 11469 & 1043 - 1 & 4
 - Recyclabilité et valorisabilité ISO 22628: 2002

Compatibilité VDI 2243

Tabelle 2. Verträglichkeit von Thermoplasten [49: 67]

Matrixwerkstoff	Wichtige Konstruktions-Kunststoffe	Zuschwerkstoff											
		PE	PVC	PS	PC	PP	PA	POM	SAN	ABS	PBT/P	PET/P	PMMA
PE		●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
PVC		○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
PS		○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PC		○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
PP		○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
PA		○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
POM		○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
SAN		○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
ABS		○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
PBT/P		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PET/P		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PMMA		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- verträglich
- beschränkt verträglich
- in kleinen Mengen verträglich
- nicht verträglich

Quelques exemples : norme NF XP 10-402 Séparation densimétrique

Tableau C.1: Tri densimétrique des matériaux plastiques


	Polyéthylène			Copolymères P/E			Polycarbonate							Polyamide							Polyesterique							Autres matériaux										
	PE HD	PE LLB	PE	PE T 20	PE - EPDM	PE - EPDM T 30	PP	PP T 20	PP T 40	PP GF 30	PP GF 50	PP MD 30	PP - EPDM	PP - EPDM T 25	PP - EPDM GF 30	PA 6	PA 66	PA 66 GF 19	PA 66 GF 15	PA 66 GF 30	PA 66 MD 40	ABS	ABS GF 15	ABS - PC	PPE - PA	PC - PET - GF X	ASA	PF GF 30	POM	PVC	PANAL	FUR	TPE	UP				
PE HD	X																																					
PE LLB		X																																				
PE			X																																			
PE T 20				X																																		
PE - EPDM					X																																	
PE - EPDM T 30						X																																
PP							X																															
PP T 20								X																														
PP T 40									X																													
PP GF 30										X																												
PP GF 50											X																											
PP MD 30												X																										
PP - EPDM													X																									
PP - EPDM T 25														X																								
PP - EPDM GF 30															X																							
PA 6																X																						
PA 66																	X																					
PA 66 GF 20																		X																				
PA 66 GF 25																			X																			
PA 66 GF 30																				X																		
PA 66 MD 40																					X																	
ABS																						X																
ABS GF 15																							X															
ABS - PC																								X														
PPE - PA																									X													
PC - PET - GF 30																										X												
ASA																											X											
PF GF 30																												X										
POM																													X									
PVC																														X								
PANAL																															X							
FUR																																X						
TPE																																	X					
UP																																			X			

Quelques exemples : norme VDI 2243 Assemblage

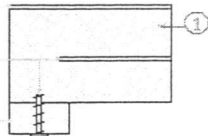
principe of connection	Material Connection		Frictional Connection					Positive Connection					
	glue/adhesive bonding	welding	magnetic connection	Vacuum fastener	bolts nut	plastic bolt	spring connection	slip joint	dent-level connection	1/4-turn fastener	press-turn fastener	press-fit fastener	band with lock
Carrying Capacity	Static Strength	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Fatigue Strength	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Joining Expenditure	Joining Expenditure	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Disjoining Expenditure	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Disjoining Behaviour	Disjoining Expenditure	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Destructive Disjoining Expenditure	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Recyclability	Product Recycling	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Material Recycling	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● good ○ average ○ bad

Exemple d'Outils avancés de management de la conception en vue du recyclage La version de la norme interne Renault



Préconisations pour l'Eco-conception
de pièces en PolyPropylène PP



HYPOTHÈSES DE BASE :

- Les pièces dont le matériau principal (1) est du PP sont démontées, puis sont broyées. Ce PP sera recyclé & servira à la fabrication de nouvelles pièces.
- Les éléments rapportés (2), les inserts & les éléments de liaison (3) sont triés par flottation.
- Les revêtements pros crits (4) ne permettent pas le recyclage des pièces PP qui en sont recouvertes, ces pièces finissent en décharge ou sont incinérées.

1

PIÈCES MATÉRIAU PRINCIPAL

(PP ou P/E, ou PP+EPDM) charge ≤ 10% talc

→ Peinture

(PP ou P/E, ou PP+EPDM) charge > 10% talc

→ Peinture

PP charge fibres de verre GF

→ Aucun

REVÊTEMENTS

ACCEPTABLES
dépollution ou aménagement possible

→ Peinture

PROSCRITS
dépollution impossible à ce jour

- Mécanisation sous vide
- Texile,
- Film plastique,
- Peau plastique,
- Filage
- rajoutés
- autre qu'en PP
- collage tous types

→ Tous revêtements

→ Tous revêtements

ÉLÉMENTS RAPPORTÉS

ACCEPTABLES
tri automatique possible

- ABS
- ABS/PC
- SMC
- PHEMA
- P666
- PC
- POM
- PP > 20% talc
- PP > 10% GF

→ Famille PP
P/E... < 10% talc

→ Famille PP < 10% talc

INSERTS & ÉLÉMENTS DE LIAISON

ACCEPTABLES
dépollution ou aménagement possible

- PE
- PP expansé
- PUF-E
- Fibras caoutchouc insérées dans PP (ba, coton, woodstock)
- Vis & rivets acier de diamètre inférieur à 4 mm
- Vis & rivets aluminium de diamètre inférieur à 5 mm
- Rivets POM
- Pours profils métalliques d'épaisseur inférieure à 1 mm
- Pour les autres cas, démontage manuel obligatoire

EXEMPLE :

→ Une pièce d'habillage en PP charge 10% talc peut avoir des composants en ABS/PC, être peinte et avoir des rivets en POM & des agrafes métalliques d'épaisseur inférieure à 1 mm, mais ne doit pas être floquée (PET)...

Source: Extern ENR - Plan de recyclage des véhicules Psa à base de Sefret 2012 - actualisé en 2014

Recueil des textes, Boumerdès le 13 Avril 2008 Bibliothèque Centrale de l'Université

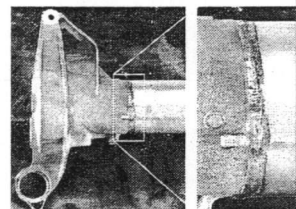
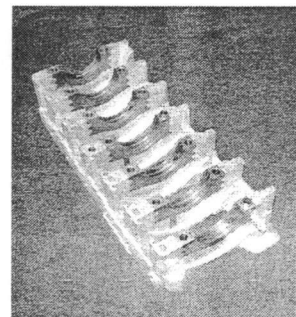
18

Les résiduels Acier

Eléments	Symboles	Influences
L'Aluminium (Al)	A	- puissant désoxydant - intervient dans le processus de durcissement et de contrôle de la taille des grains
Le Chrome (Cr)	C	- augmente la trempabilité - augmente la résistance au revenu - donne de bonne propriété de résistance à la corrosion
Le Cuivre (Cu)	U	- en faible quantité, il améliore la résistance à la corrosion dans l'air - détériore les propriétés de travail à chaud en migrant aux joints de grain.
L'Etain (Sn)		- utilisé comme revêtement, il empêche la corrosion - augmente la susceptibilité à la fragilisation au revenu.
Le Manganèse (Mn)	M	- désoxydant - augmente la trempabilité - lié au soufre il améliore la résistance à la fissuration à chaud.
Le Molybdène (Mo)	D	- augmente la trempabilité - augmente la résistance au fluage à chaud - diminue la tendance à la fragilisation au revenu.
Le Nickel (Ni)	N	- augmente la résilience, la trempabilité et la résistance à la traction. - Il produit des aciers à forte limite d'élasticité, ductiles et résilients en étant durcissables par trempe.
Le Phosphore (P)		- augmente la résistance à la traction et la trempabilité - diminue la ductilité et la résilience - il facilite l'usinage et la résistance à la corrosion s'il est allié
Le Silicium (Si)	S	- désoxydant - augmente la résistance à l'écaillage à chaud, diminue les pertes magnétiques - élément graphitisant d'où des problèmes de tenue en température pour les aciers au Si et au carbone
Le Titane (Ti)	T	- grande affinité pour le carbone et le bore qu'il fixe - bon désoxydant
Plomb et bismuth		- résistant à la corrosion

Les éléments résiduels Alu


IMPURETE	INFLUENCES SUR LES ALLIAGES	PROCEDES D'AFFINAGE
Fe	Fragilise (forte perte d'allongement) Dégrade le comportement à la retassure	Tri en amont Dilution
Zn	Fragilise Rend le métal liquide plus oxydable	Tri en amont Dilution
Cu	Dégrade la tenue à la corrosion Réduit la soudabilité Réduit l'allongement	Tri en amont Dilution
Pb	Fragilise Nuit à l'aptitude à la modification au Sr & Na	Tri en amont Dilution
Sn	Fragilise (moins que Pb) Nuit à l'aptitude à la modification au Sr & Na (moins que Pb)	Tri en amont Dilution
Mg	Durcit l'alliage, et le rend plus oxydable Souvent élément d'alliage, mais il faut parfois en enlever pour respecter les specs.	Chlorage par mélange Ar-Cl ₂ ou N ₂ -Cl ₂ Ou traitement avec des sels.
Ca, Na	Rendent l'alliage oxydable et plus collant au moule. modifient la structure eutectique et nuisent à l'affinage au Phosphore s'il doit être pratiqué.	Chlorage par mélange Ar-Cl ₂ ou N ₂ -Cl ₂ Ou traitement avec des sels.



Design indicator

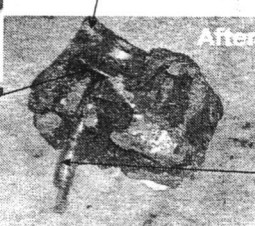
Consortium producteur métaux

Before



Cast Aluminium Alloy (A)

After

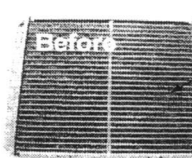


Steel (C)

	A	B	C
\mathcal{D}	L	M	M

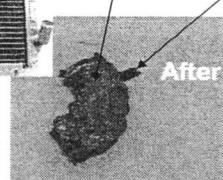
L: Low
M: Medium
H: High

Before



Wrought Aluminium (A')

After



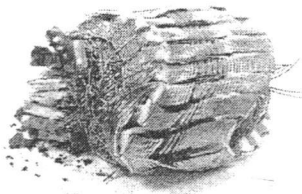
Copper (C')

	A'	C'
\mathcal{D}	H	H

Définition d'un indicateur de qualité du recyclage

- $I_{pc} = I_{pliberation} \times I_{plenclosure} \times I_{pductibility} \times I_{plcompatibility}$
- -----
- Linked to process Linked to product design

Case study: Automotive fan



$I_{pliberation}$	2
$I_{plenclosure}$	4
$I_{pductibility}$	4
$I_{plcompatibility}$	120

$I_{pc} = 3840$

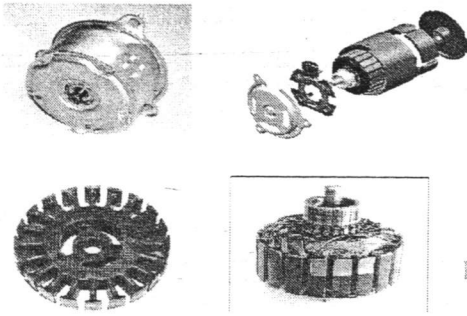
Traditional shredder defect

Steel and copper still associated



1. The fan has to be extracted before shredding operation in order to avoid steel contamination by copper
2. New design allowing an easier separation

Fan: a new design – The Cemir Project by Faurecia

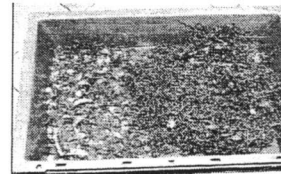


SMC armature
New connection
between copper coil
and foliated steel rotor

$I_{pc} = 960$

I _{liberation}	2
I _{enclosure}	4
I _{ductility}	1
I _{compatibility}	120

Results: new metal scrap
Copper wires free of iron



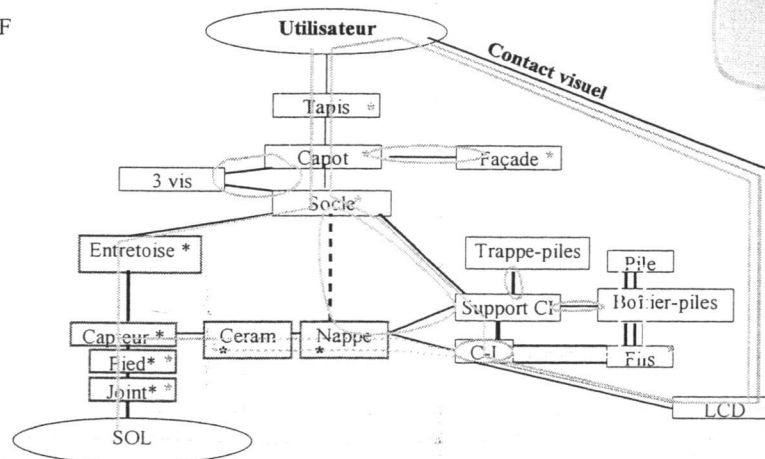
Méthodologie de conception pour le désassemblage des PFV Modèle Conceptuel du Désassemblage : point de vue interne

– Définition du modèle fonction : Bloc Diagramme fonctionnel (BDF)

Bathroom scale : BDF

• : 4 fois

- Mesurer
- Traiter
- Informer
- Alimenter
- Plaire *



These Haoues ENSAM-INPG

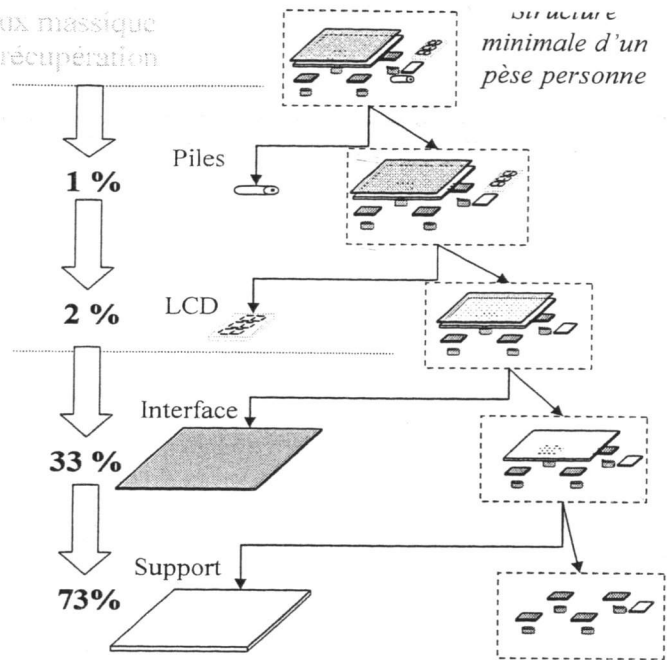
Modèle minimaliste

Séquence de désassemblage:
Précédence entre les composants

	A	B	G	C	D	E	F	
Interface	A	0	0	0	#	#	#	0
Support	E	1	0	0	#	#	#	1
Appuis	G	1	1	1	#	#	#	3
4 Capteurs	C	1	1	0	C	#	#	2
Cl	D	#	#	#	D	#	#	#
LCD	E	#	#	#	#	E	#	#
Pile	F	#	#	#	#	#	F	#
	3	2	0	1	#	#	#	

Génération de la
séquence optimale

Taux massique
de récupération



Indicateurs d'évaluation

Indicateurs d'évaluation:

Indicateurs évoluant au fur et à mesure de l'évolution des caractéristiques du produit

– **Indicateur structure (accessibilité)**
$$I_S = \frac{N_T}{\left(\sum_{ni,j} N_{ni,j} \cdot NI_j \right) + N_T}$$

- Nombre de composants
- Niveaux d'accessibilité

– **Indicateur liaison**
$$I_L = \frac{N_j}{\sum_{n,j} NL_{n,j} \cdot \eta_{n,j} + 1}$$

- Nombre de composants à récupérer
- Difficulté de séparation

– **Indicateur matériaux**
$$I_M = \frac{\sum_i M_i}{M_T}$$

- Masse des composants
- Masse totale

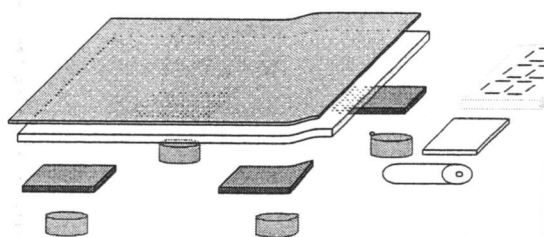
Modèle minimaliste

Vue structure :

- Niveau d'importance d'interaction : Indispensable, Recommandée, Indifférents, Non recommandée, Interdit ;
- Matrice d'importance d'interaction

	A	B	G	C	D	E	F
Interface	A	2					
Support	B		B	2			
Appuis	G			G	2		
4 Capteurs	C		2	2	C	1	
Cl	D				1	D	1
LCD	E					1	E
File	F					1	F

Esquisse du concept



Conception en vue de la valorisation énergétique

Comment :

- En réduisant :
 - les matériaux halogénés (PVC, Chloroprène, PFE,...)
 - les métaux lourds réglementés pour l'incinération :
 - La classe I (Cd, Hg, Tl)
 - La classe II (As, Se, Te)
 - La classe III (Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Ni, Pb, Zn)
- En utilisant des matériaux à fort taux énergétique et faible taux de cendres :

Le pouvoir calorifique des plastiques			
Matériaux	PCI matériaux	Comparaisons autres matériaux	
PE	46	Fuel	44
PET	45	Charbon	29
PP	44	Papier carton	17
PVC	20	Bois	16
		Ordures ménagères	8

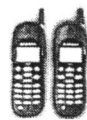
PCI = pouvoir calorifique inférieur MJ/kg

3) Conception en vue de la réduction des substances interdites

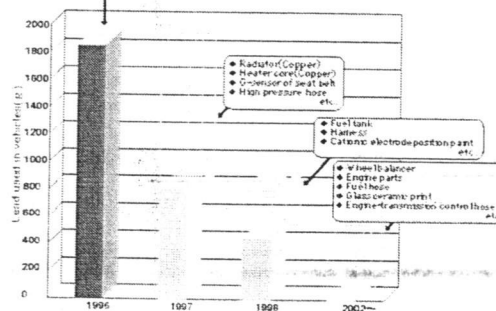
- **Concerne les matériaux, les additifs, et les procédés de transformation et de traitement des surfaces**
- **Textes réglementaires de références (interdiction, déclaration) :**
 - Directive produits: 1999/30/EC VFV, 2002/96/EC Produits électroniques, Directive 2002/95/CE relatives aux substances ...
 - Directives Hygiène Sécurité: 67/748/EC,...
 - Projet Directive produit chimique Reach
- **Objectifs:**
 - L'interdiction de Hg, Pb, Cd, CrVI, Retardateurs de flamme (PDBE) en 2006 /2003
 - Le reporting des substances réglementées (2500 substances)
 - Les produits chimiques (20000 substances, Reach)

Les outils de reporting mis en œuvre

- Base de données SIGMA (fédération de la plasturgie) = Reporting 2500 substances
- Base de données constructeurs automobiles IMDS (reporting 4500 substances)
- Norme reporting Renault

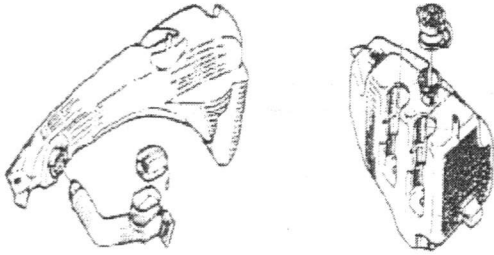


Average lead used in vehicles (1500~2000cc)=1850g/by (JAMA)



Faciliter la dépollution Ex: vidange des fluides

Réservoir de fluides réfrigérants



Amortisseur



4) Conception prenant en compte la rareté des ressources

- Concerne actuellement l'utilisation des métaux précieux ou spéciaux dans des applications de microélectronique ou de catalyseur
- Textes réglementaires de références
Pas de texte a priori de référence
- Objectifs:
 - Encourager l'utilisation de matériaux à fortes ressources naturelles dans les choix stratégiques (catalyseurs, soudure au plomb)
 - Utiliser des matières renouvelables

Problématique de la substitution du plomb dans la soudure

Métal	Réserves Mondiales (milliers tonnes métriques)
Antimoine (Sb)	3,200
Bismuth (Bi)	260
Cuivre (Cu)	650,000
Or (Au)	77
Indium (In)	6
Plomb (Pb)	143,000
Nickel (Ni)	140,000
Palladium(Pd)	78
Argent (Ag)	420
Etain (Sn)	12,000
Zinc (Zn)	430,000

Les Outils Didactiques d'ecoconception

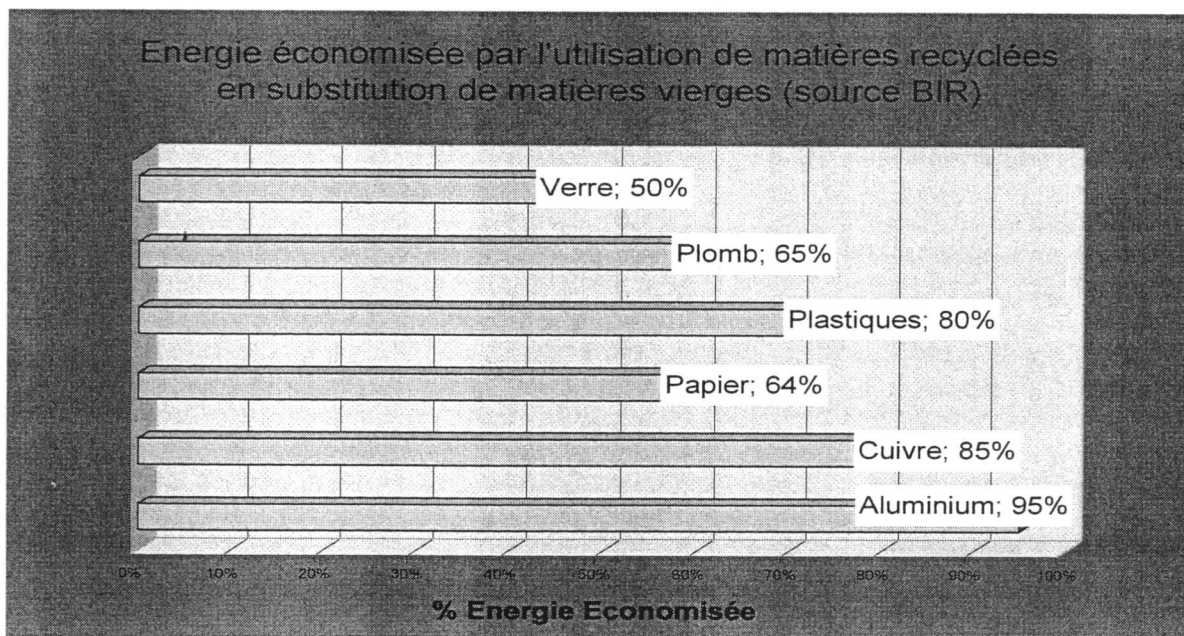
- ECODESIGN PILOT TUW
- PRE-DIAGNOSTIC

**Procédés de recyclage des matières
plastiques et débouchés des matériaux
recyclés**

Présentation du laboratoire MAPIE

L'activité du MAPIE (Modélisation, Analyse et Prévention des Impacts environnementaux), porte sur l'éco-conception et le recyclage des produits. Il est constitué d'une équipe de 10 chercheurs, qui réalisent de travaux de recherche académique, et de 5 ingénieurs, qui effectuent des travaux de recherche technologique gérés par la SERAM (Société d'Études et de Recherches de l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers). L'ENSAM et la SERAM, qui coopèrent depuis plus de trente ans dans les activités de recherche partenariale, ont récemment été labellisées CARNOT par le Ministère délégué à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche, pour leur structure ARTS (Action de recherche pour la Technologie et la Société).

Enjeux du recyclage



Axes de recherche sur le recyclage

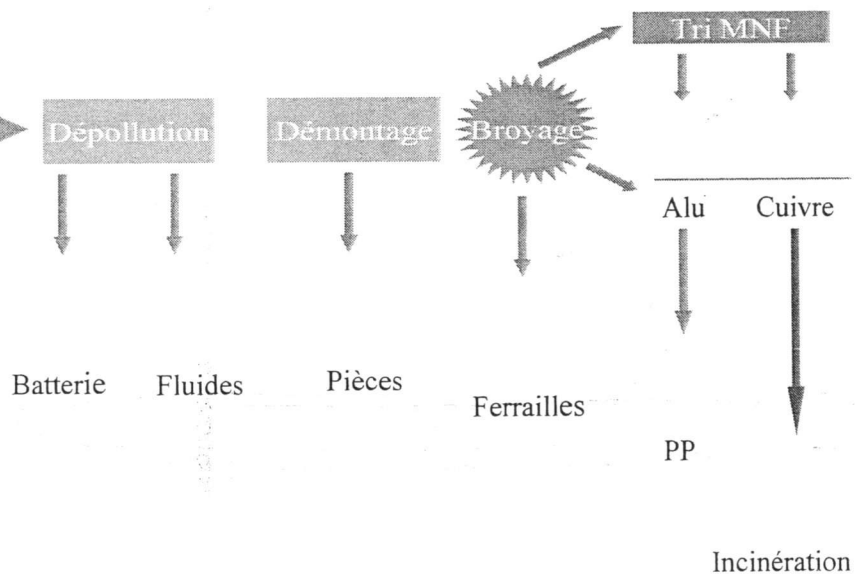
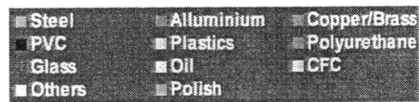
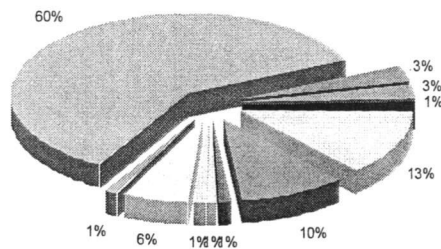
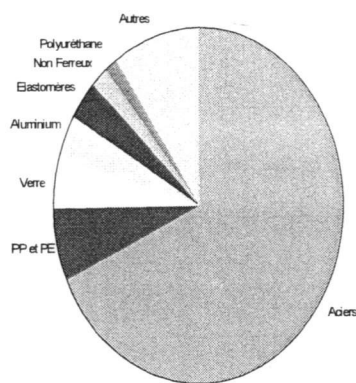
- Les procédés de séparation et de tri
 - L'écoconception
- pour la fin de vie
- l'intégration de matières recyclées dans la conception de produit

Exemple de filière technologique : le recyclage des automobiles

Des produits complexes

Réfrigérateur

Composition type d'une voiture



La filière actuelle

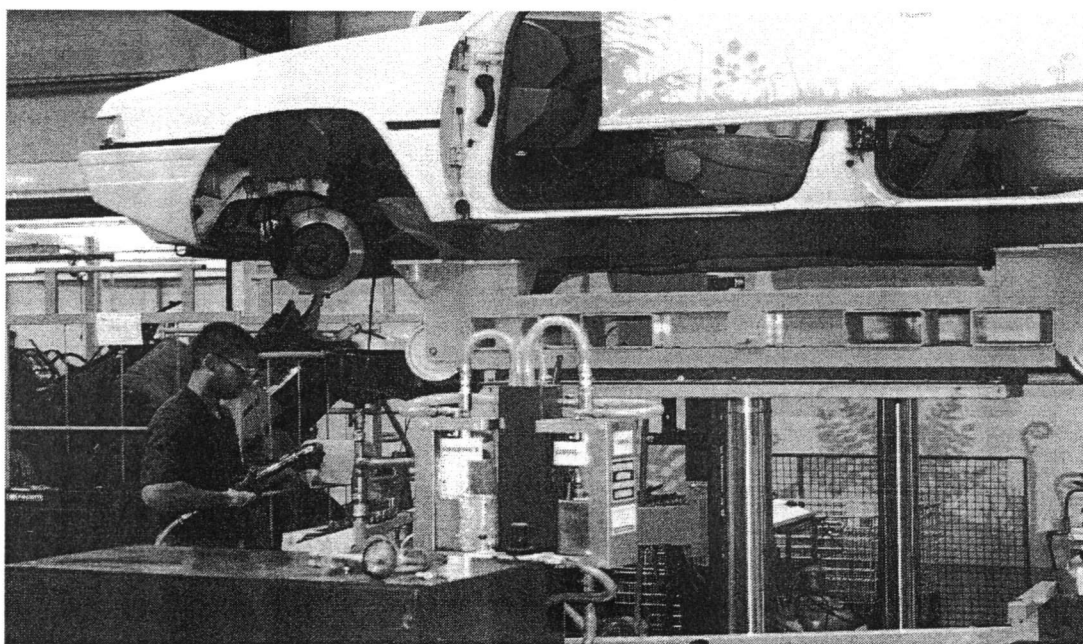
Nouveau concept de centre de démontage intégral

- Exemple du centre Re-source

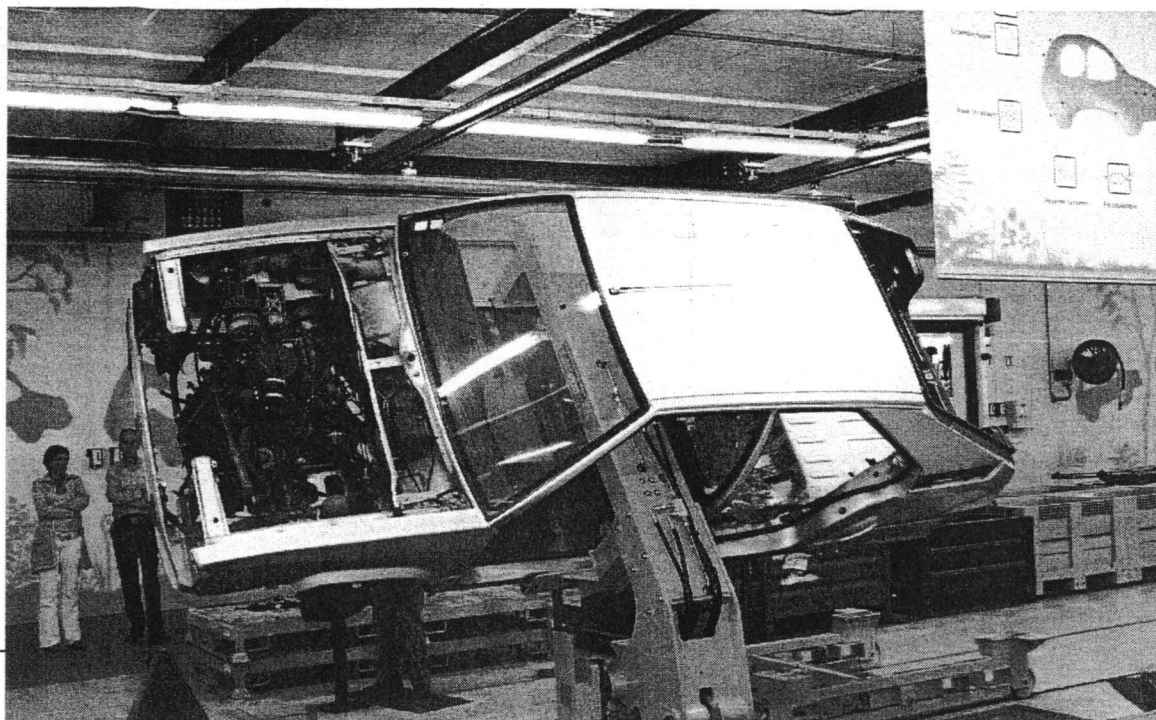
Chaîne de démontage



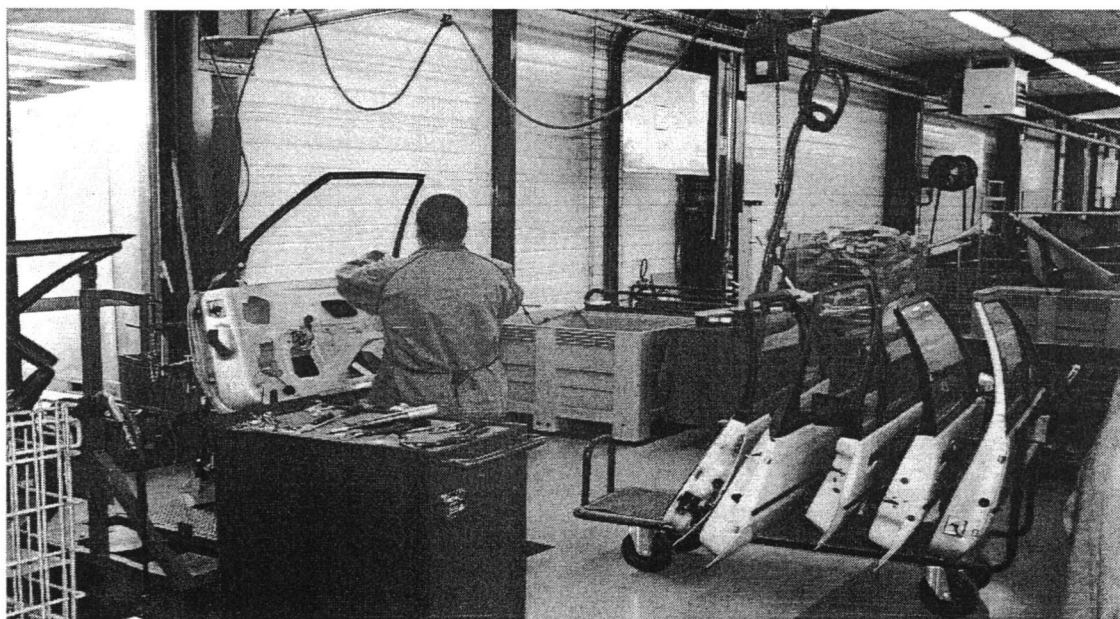
La dépollution



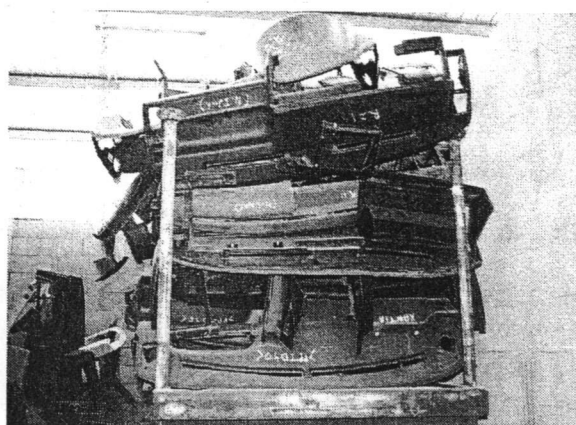
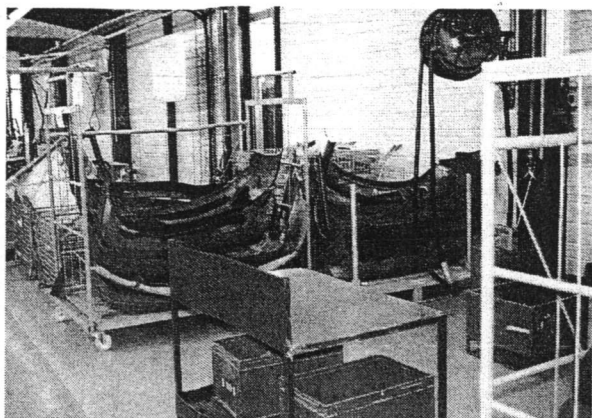
Démontage du pot catalytique + propulseur



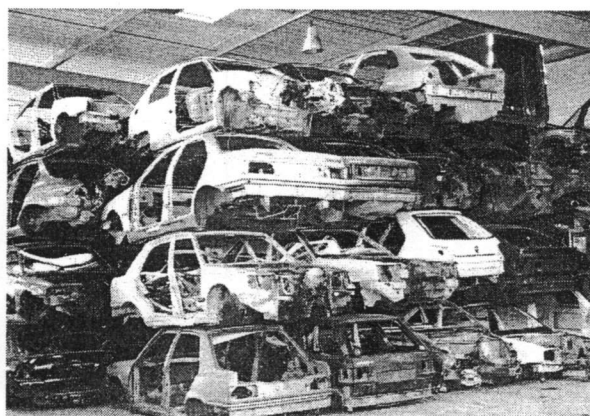
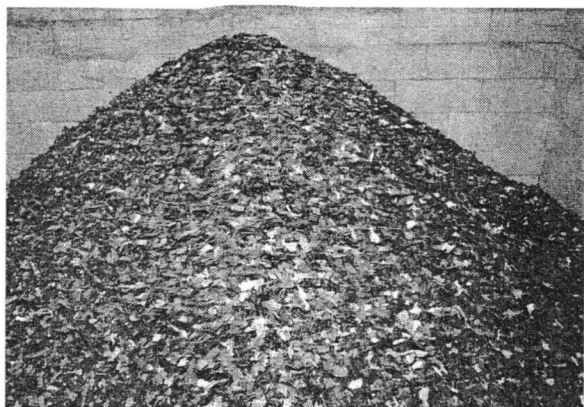
Démontage des pièces



Démontage des pièces plastiques



Valorisation matières finale



Le recyclage des plastiques automobiles

La voie du démontage et du tri manuel

➤ Identification des plastiques :

- Marquage
- Mise en place de base de données constructeur
- Systèmes d'identification portatifs

Le marquage Norme ISO 11469 et 1043

Risque d'erreurs liées au marquage

Souvent inexistant sur les petites pièces

Parfois illisible (trop petit)

Risque d'erreurs du fabricant

Risque d'erreurs de manipulation

Fiabilité incertaine

Mise en place de base de données

Base constructeur IDIS

- Risque limité d'erreurs de lecture
- Risque d'erreurs de manipulation

- Système à faire évoluer

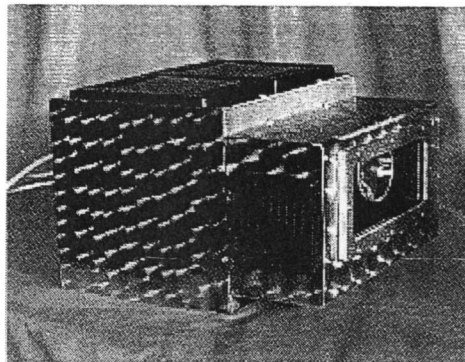
Les outils de reconnaissances portatifs

Identification Tool	Advantages	Disadvantages
Differential Thermal Sensor	Low cost, Easy to use	Very limited to some plastic families
Triboélectrique	Economical Sorting 2 or more Plastics groups	Limited to some predefined groups.
X-ray Fluorescence	Very fast sorting (10ms)	Limited to PVC (Packaging)
FT NIR	Fast (100ms), reliable	Cannot identify dark plastics
Medium IR FT	Slow (s), Slow (s), reliable Black plastics	Quite Expensive

- Un panel d'outils à disposition
- Risque d'erreurs de manipulation
 - Systèmes coûteux et /ou peu faibles

WMM Spectromètre

- Near IR
- Plastics PE, PIP, PVC, PS, PET
- No black plastics



Bruker or Nicolet Spectrometer

- Medium IR with FT
- Able to identify all plastics



Tribopen: triboelectricity

Polyethylene (PE)	Polycarbonate (PC)
Polyethylene (PE)	Polypropylene (PP)
Polyethylene (PE)	Polyamide (PA)
Polyethylene (PE)	Acrylonitrile/Butadiene/Styrene (ABS)
Polyethylene (PE)	Polystyrene (PS)
Polypropylene (PP)	Polycarbonate (PC)
Polypropylene (PP)	Polyamide (PA)
Polypropylene (PP)	Acrylonitrile/Butadiene/Styrene (ABS)
Cellulose triacetate (celluloid)	Polyethylene terephthalate (PET)
Polyvinylchloride (PVC)	Polyethylene terephthalate (PET)
Polyvinylchloride (PVC)	Polypropylene (PP)
Polyvinylchloride (PVC)	Polystyrene (PS)



Exemple de recyclage de pièces plastiques démontées : Cas du pare choc

Composition homogène en Europe : Polypropylène
Autre matériaux mineurs: PE, SMC, PVC, Fe
Peinture

Les étapes du recyclage du pare choc



Déchiquetage

Tri des inserts

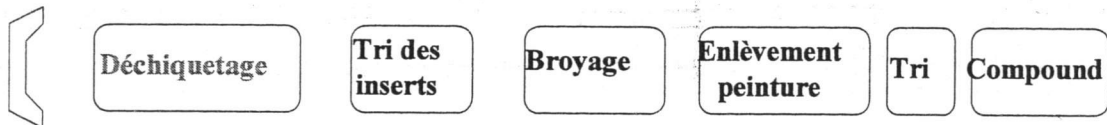
Broyage

Enlèvement peinture

Tri

Compound

Le déchiquetage



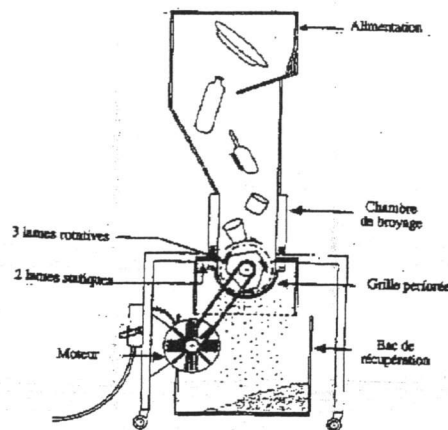
➤ Objectifs:

- Réduire la taille (densifier pour la logistique)
- Libérer les matériaux impurétés (inserts,...)
- Taille Broyats < Maille de libération

Les modes de broyage

➤ Fragmentation par Cisaillement

- Paramètre: Résilience
- Matériaux tendres
- * Technologie :
 - Broyeurs à couteaux, cisailles rotatives
 - Fragile craint la présence de matériaux durs, massiques
 - Débit en général jusqu'à 8t/heure
 - Puissance de l'ordre de 3 à 350kW
- * Applications:
 - ex : les plastiques, caoutchoucs, papier,
 - les câbles en cuivre,
 - les tôles de faible épaisseur...



Le tri des inserts



Déchiquetage

Tri des inserts

Broyage

Enlèvement peinture

Tri

Compound

- Objectifs:
 - Trier les métaux (cailloux)

Les modes de séparation des métaux

- Tri densimétrique par air classification
 - Paramètres: Densité
 - facteur de forme, volume
 - Technologie:
 - Table vibrante à lit fluidisé, zig zag
 - Séparation
 - Métaux plastiques, aluminium plomb
 - application câbles, broyage automobile...

Le tri des matières



Déchiquetage

Tri des inserts

Broyage

Enlèvement peinture

Tri

Compound

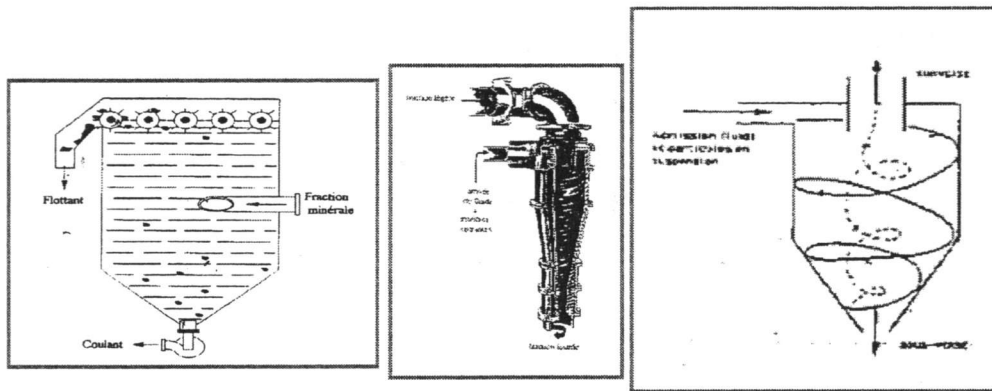
- Objectifs:
 - Trier les matières pour obtenir une pureté suffisante (95-99%)

Les modes de séparation des plastiques

- Tri Par Flottaison
 - Paramètres: densité relative des matériaux
 - Densité, Facteur de forme
 - Technologie:
 - Cellule statique ou dynamique
 - Séparation:
 - Plastiques avec des écarts de densité $>0,2$
 - Fort recouvrement des densités des plastiques

Matériaux	densité
ABS/PC	1,1-1,19
PC	1,19-1,22
PC/PBT	1,2-1,23
POM	1,37-1,42
PMMA	1,18-1,2
PET/PBT	1,32-1,36
PVC rigide	1,35-1,45
PVC plastifié	1,15-1,3
SAN	1,07-1,10
PUR	1,20-1,26
SMC	$>1,6$

Illustration des procédés de séparation des plastiques



Statique

Dynamique

Les modes de séparation des plastiques

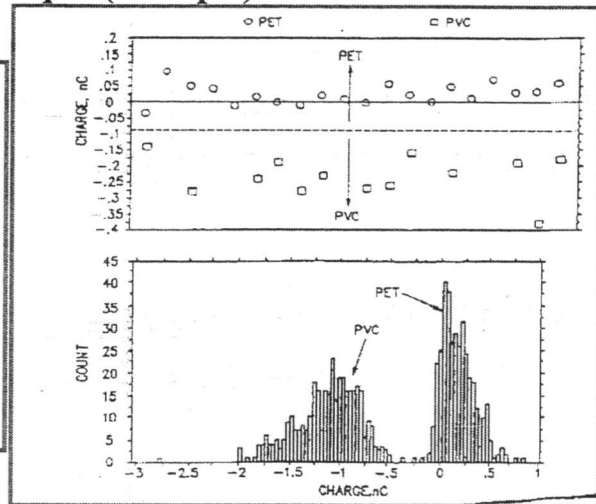
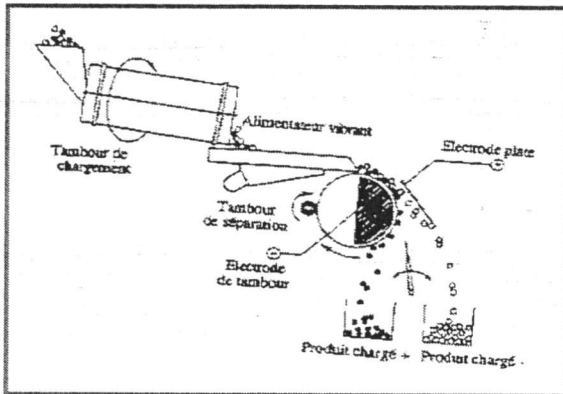
- Tri électrostatique:
 - Paramètre:
 - constante diélectrique
 - Technologie:
 - Granulé $<3\text{mm}$
 - Séparation
 - Plastiques-métaux
 - plastiques -plastiques (triboélectricité)

PVC PET PP PE PS PA

0

charge

Tri électrostatique (exemple)

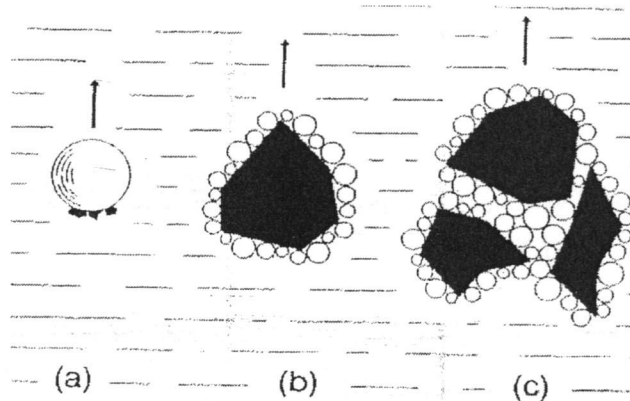


Les modes de séparation des matériaux

➤ Tri Par Flottation

- Paramètres: Mouillabilité sélective des matériaux
 - Etat de surface
 - Densité, Facteur de forme
- Technologie:
 - Cellules de flottation
 - Colonnes de flottation
- Séparation:
 - Plastiques: PVC, PET

➤ The solid particles are normally small (between 30-1000 micro meter) in comparison with air bubbles (1-2 mm) in ore flotation. (a)



➤ The plastic particle is big (1-8 mm) in comparison with air bubbles (0.1-2 mm) in plastic flotation. (b - c)

Tri Par Flottation (exemples)

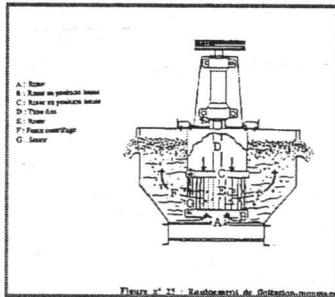
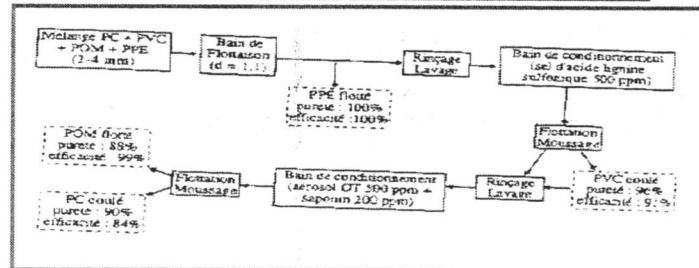
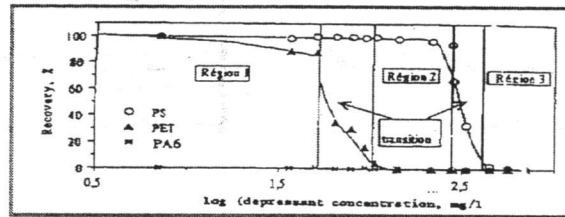
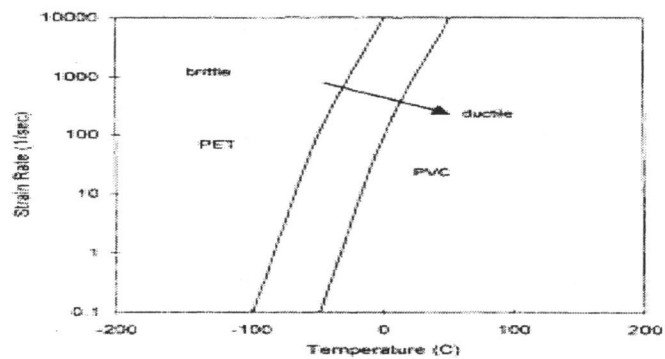


Figure n° 21. Rendement de Flottation

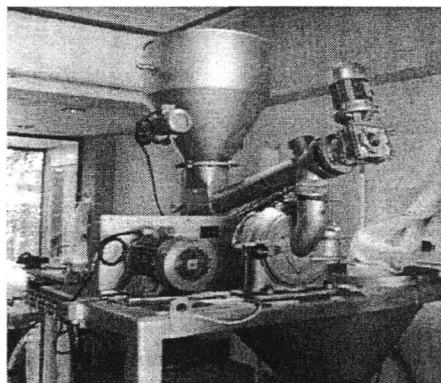


Tri par broyage sélectif

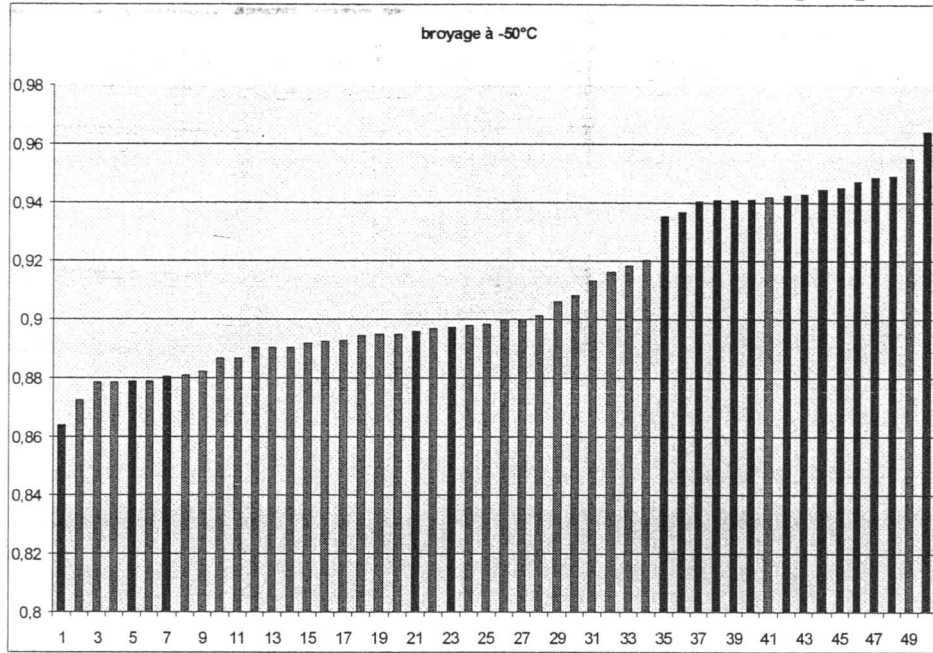
- Tg différentes
- Comportement au choc différent selon la température et les vitesses d'impact
- Sélectivité de la granulométrie en sortie de broyage



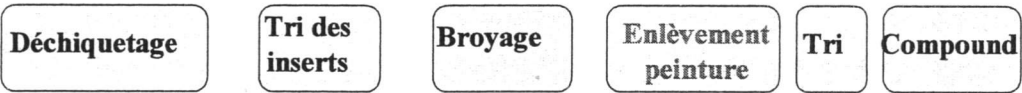
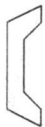
Broyeur proto industriel



Broyage à température de -50°C et vitesse de broyage optimisée

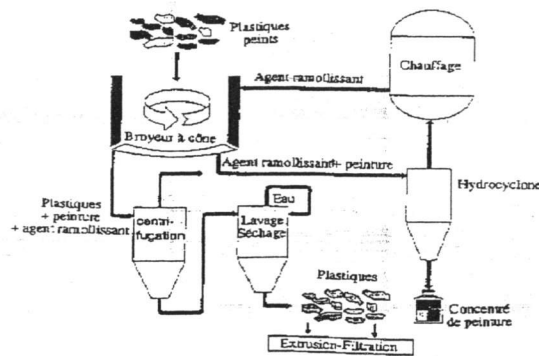


L'enlèvement de la peinture



- Objectifs:
 - Retirer la peinture incompatible avec les plastiques

Traitement physico-chimique



Méthode physico-chimique de Daimler Benz

La reformulation



Déchetage

Tri des inserts

Broyage

Enlèvement peinture

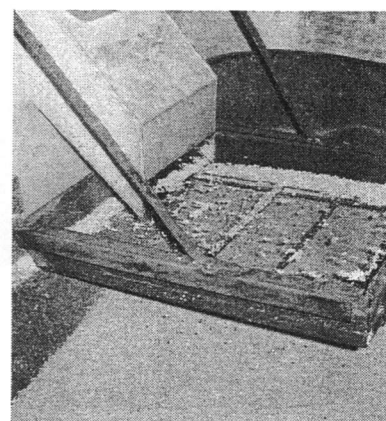
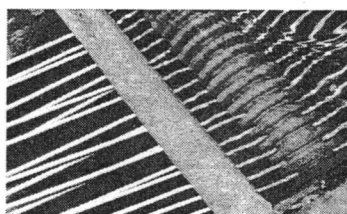
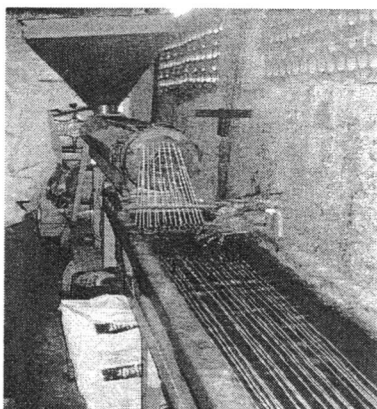
Tri

Compound

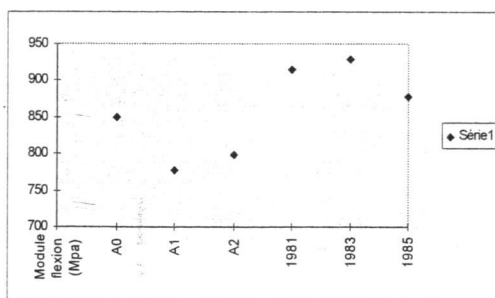
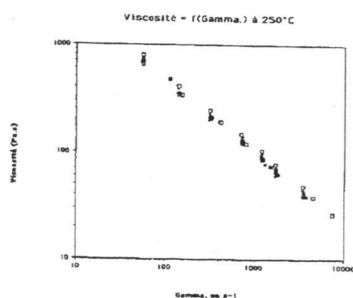
➤ Objectifs:

- Remettre à niveau les propriétés des matériaux:
- Cas de remise à niveau:
 - 100% PP recyclé dans la fonction pare-chocs et 100% PE dans la fonction absorbeurs
 - 20% ABS recyclé dans 80% de matière Vierge

Reformulation extrusion



Recyclage du PP pare-choc



- Pare-chocs
 - 1981
 - 1983
 - 1985
- Matière vierge A0
- A1=R(A0)
- A2=R(A1)

	Eprouvettes cassées à la Température de			
	+23°C	-10°C	-15°C	-20°C
A0	0%	0%	0%	13%
A1	0%	0%	10%	33%
A2	0%	20%	40%	100%
1981	0%	90%	90%	92%
1983	0%	80%	80%	91%
1985	0%	20%	100%	100%

Remise à niveau du PP

- Tenue au choc:
 - élimination de la peinture
 - anti-oxydant
 - ajout compatibilisant
- Tenue UV
 - Ajout anti UV
- Remise à la teinte
 - Master batch

Recyclage pare-choc PP

	Unité	Matériau vierge	Matériau recyclé sans élimination peinture	Matériau recyclé avec élimination de peinture
MFI	g / 10 mn	7	4,8	5,2
Densité	g/cm3	0,9	0,9	0,9
Charge	%	< 2	< 2	< 2
Résistance au seuil 25mm/mn	MPa	24	18,6	20
Résistance à la rupture	MPa	18	15	20
Taux d' Elongation	%	>100	210	380
Module d' Elasticité	MPa	900	850	860
Choc FI Impact strength -20°C	J	20	9	20
Izod entaillé 23 °C	KJ/m2	-	68 9,3	77 11

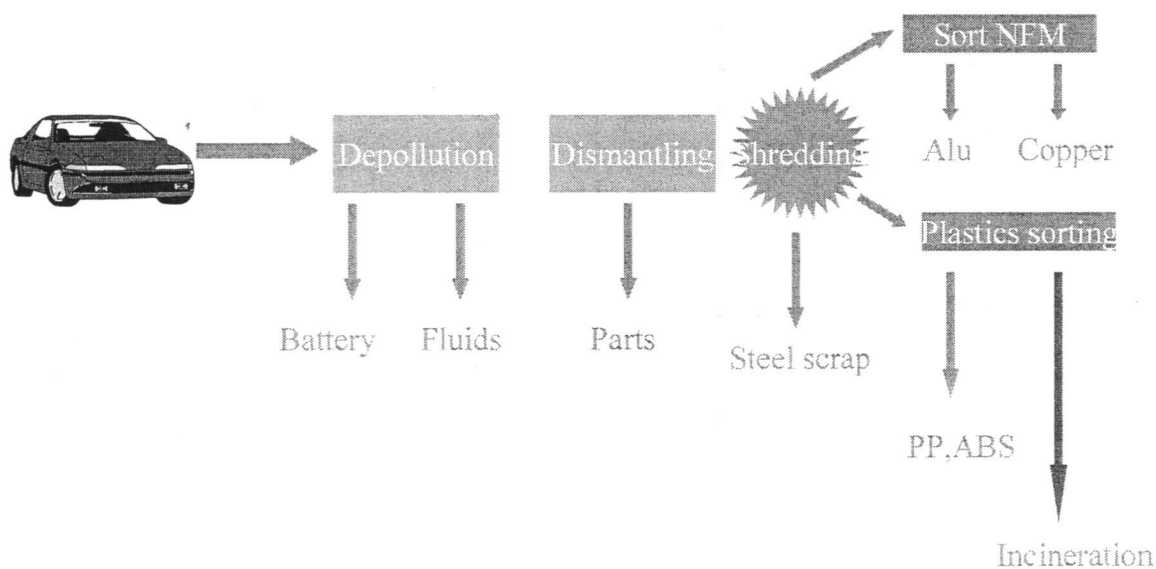
Recyclage d'absorbeurs de choc en PEbd

Paramètre	100% Recyclé PE bd utilisé sur Laguna	Matière vierge	Unité
MFI	20	23	g/10mn
Densité	0,94	0,94	
Cendres	<5000		ppm
Fmax	1840	1821	N
E totale	21	23	J
choc izod	10	14	KJm2
Elongation	400		%

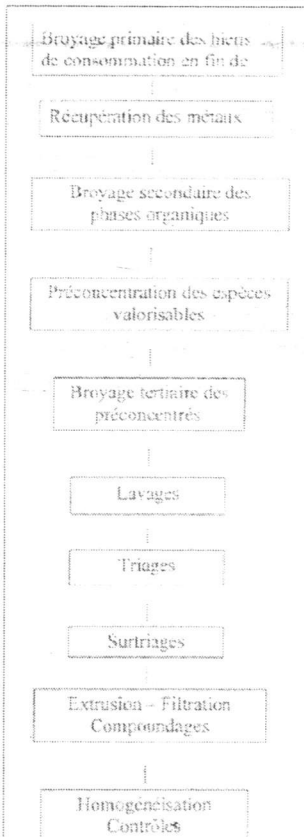
Recyclage de pièces en ABS

	Unité	ABS recyclé à 100%	ABS 80%V/ 20%R
ak Iso 180 -23°C	kJ/m2	14-16	21
ak ISO180 -40°C	kJ/m2	6,5-8	10
Yield stress	MPa	42	42
Contrainte à rupture	MPa	35	33
Elongation à rupture	%	18	35
E-Module	MPa	18	35
Vicat B 50	°C	100	100
MFI 220°C/10kg	cm3/ 10 mn	8	8
Contenu Cd	ppm	110-250	22-50

La filière post-broyage



Procédé Galloo-plastic pour des plastiques mélangés



Polyolefin recycling

FICHE TECHNIQUE REFERENCE GP 325

MFI	3-4	g/10 mn	Iso 1133
DENSITE	0,88 - 0,92	g/cm ³	Iso 1183
Résistance au seuil d'écoulement	> 20	MPa	Iso 527
Resistance à la Rupture	> 13	Mpa	Iso 527
Allongement à la Rupture	> 50	%	Iso 527
Module d'élasticité en flexion	> 700	Mpa	Iso 178
Choc IZOD 23°C	> 25	Kj/m ²	Iso 180
Choc IZOD - 20°C	> 4	Kj/m ²	Iso 180

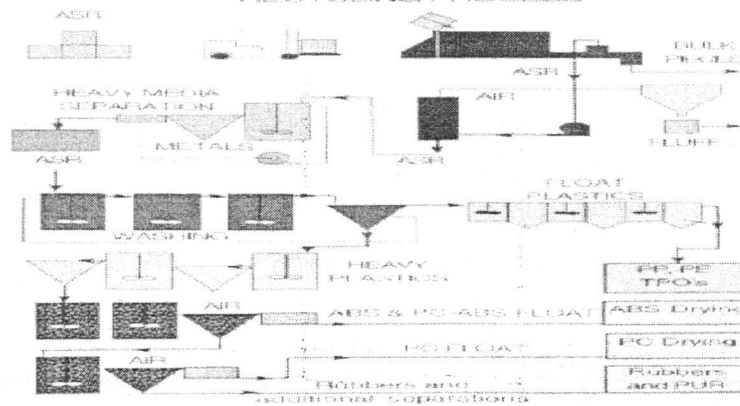
Procédé RPI pour des plastiques mélangés

DaimlerChrysler

Research Work at RPI

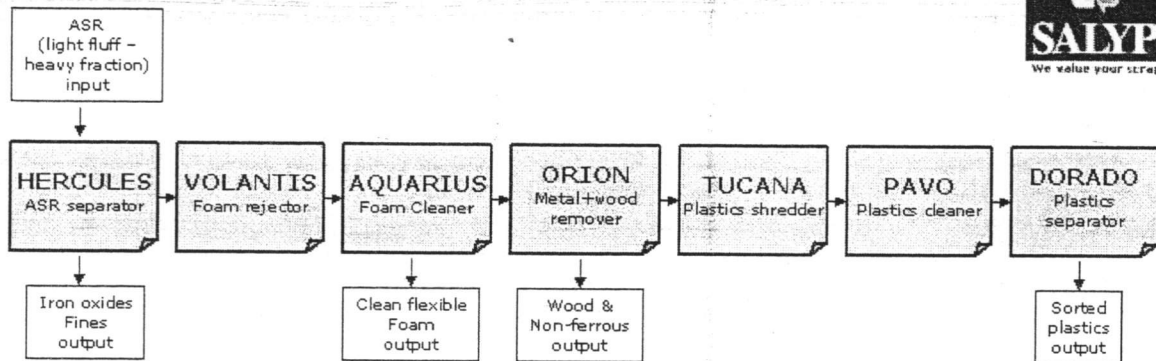
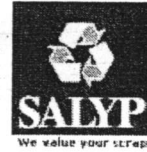
RECOVERY OF PLASTIC FOR AUTOMOTIVE REUSE
Plastics from Automotive Shredder Residue (ASR)

THE STEPS IN THE ASR PLASTIC RECYCLING PROCESS



Procédé Salyp

Salyp ASR plastics recovery line



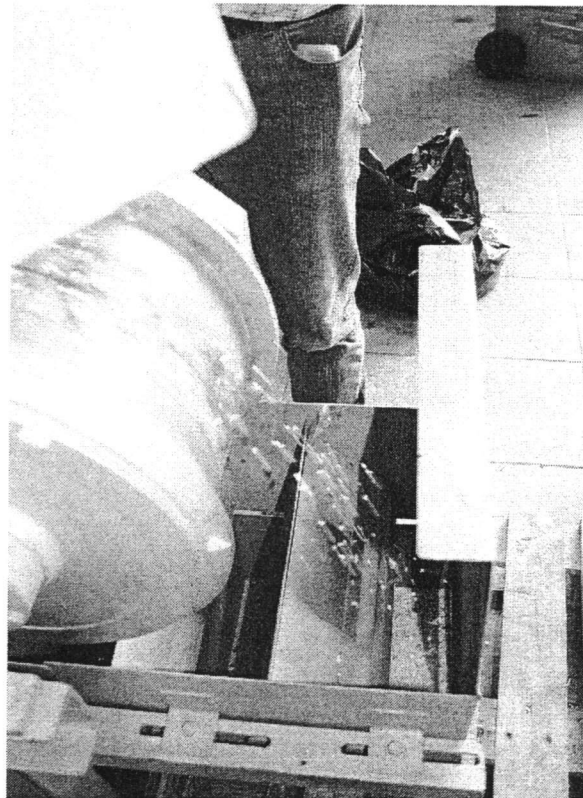
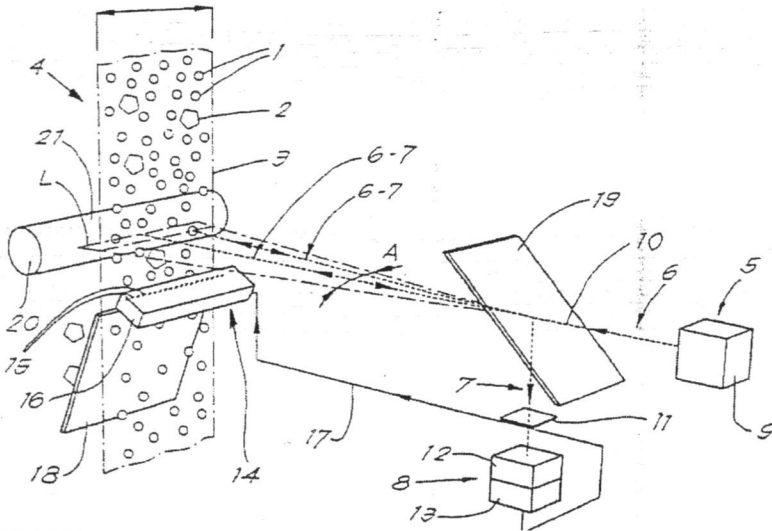
Travaux de recherche ENSAM sur les procédés de tri

- Le broyage différentiel
- La détection de la signature de polymères par des systèmes traceurs

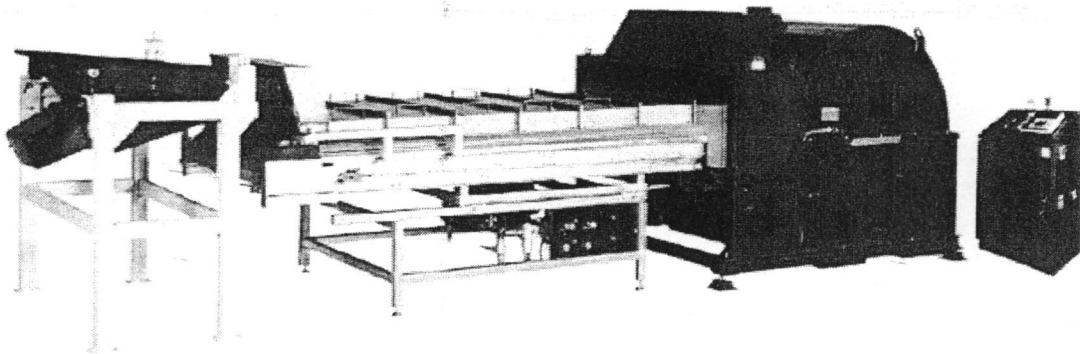
Vers des installations spectroscopiques avec ou sans l'utilisation de traceurs

	X-Rays	UV	Visible	Near IR	IR		Micro waves
nm	200	400	800	2.500	25.000	2x10 ⁵	
cm ⁻¹	50.000	25.000	12.500	4.800	400	10	

Principe du tri automatisé par détection spectroscopique

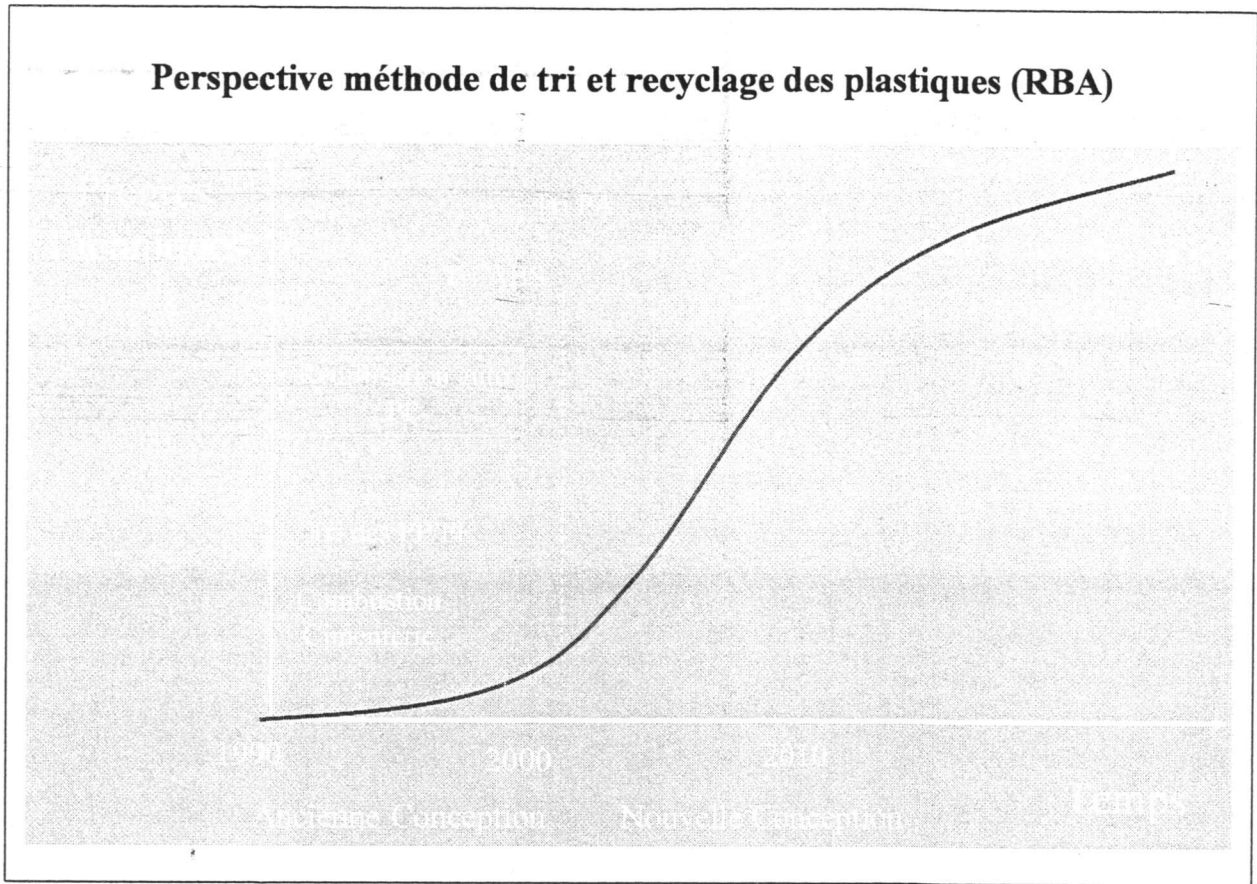


Machines déjà disponibles pour l'emballage

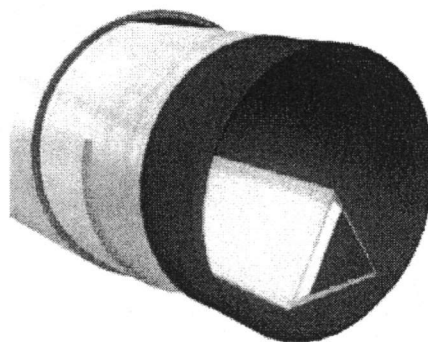
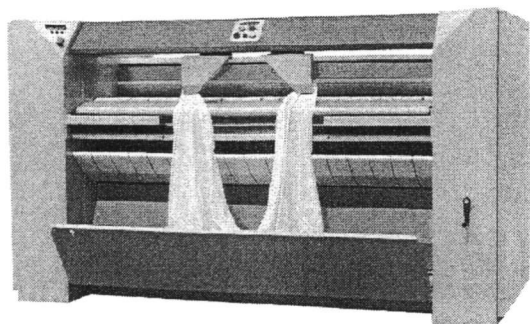


Scénarios possibles de tri du PP noir + système traceur

Détection optique	Tri automatisé	Traceurs/polymère	concentration	essais	colorant	faisabilité
Tri magnétique	Industriel	Traceurs magnétiques	0,1 à 1%	Industriel	☺	☺☺
Activation neutronique	industriel	Terres rares, métaux	ppm	Ø	☺	☺
Fluo X	industriel	Terres rares, Cl, S, Ca	ppm	Pilote	☺	☺☺
Fluo UV	Industriel	Terres rares	ppm	Pilote	☹	☹☺
Absorption IR	NIR industriel MIR Ø	Ø	Ø	Ø	☹ ☺	☹ ☹



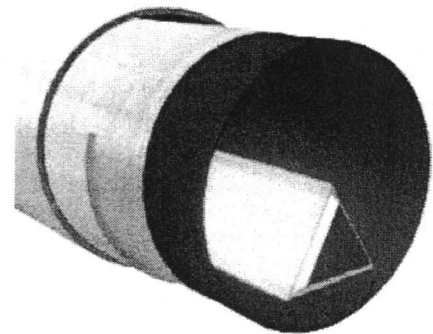
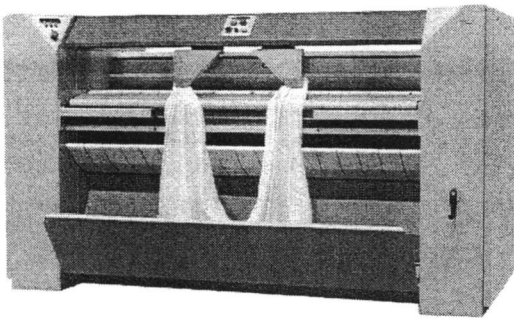
**ETUDE PRELIMINAIRE :
COMPARAISON DES
PERFORMANCES
ENVIRONNEMENTALES DE DEUX
COMPOSANTS DE PRODUITS DE
TYPE SECHEUSE-REPASSEUSE**



COMPARAISON DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES DE DEUX PRODUITS

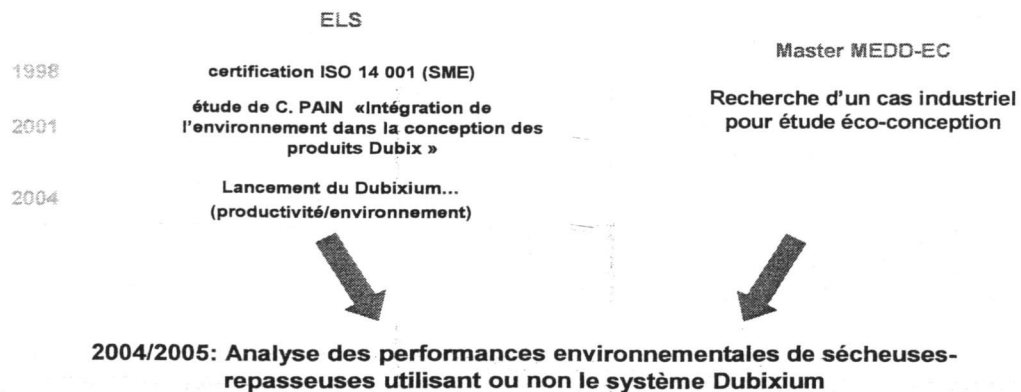
- ↓ Présentation du projet
- ↓ Analyse du contexte de l'éco-conception : performances environnementales des produits de blanchisserie
- ↓ Evaluation Environnementale des « Composants Electrolux »
- ↓ Recommandations
- ↓ Conclusion

PRESENTATION DU PROJET



PRESENTATION DU PROJET Contexte du projet Electrolux / UTT

- ↓ Historique de la démarche environnement d'Electrolux Laundry Systems (ELS)...



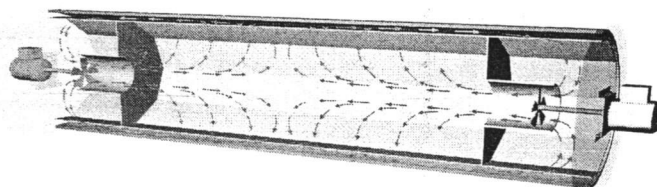
↓ L'équipe Projet

- 10 étudiants, 40 heures de travail en Travaux Dirigés, trois groupes d'études

PRESENTATION DU PROJET

Contexte du projet Electrolux / UTT

- ✚ **Dubixium** = cylindre multicouches incluant un fluide thermique pour la répartition des calories
- ✚ **IC448** = seule sècheuse repasseuse pouvant bénéficier de cette technologie pour l'instant



- ✚ **Le Dubixium résout le problème de la surchauffe**
 - Fluide interne permettant la répartition homogène de la chaleur ;
 - Meilleure productivité ;
 - Réduction de la consommation énergétique

OBJECTIFS DE L'ETUDE

- ✚ **Analyse comparative de performances environnementales...**
 - Dubixium réellement moins impactant? Dans quelles mesures?
 - Nouvelle communication produit?
- ✚ **Une nouvelle approche : l'évaluation environnementale...**
 - Les Analyses de Cycle de Vie (ACV),
 - L'étude de la concurrence, de la réglementation et des éco-labels,
 - L'étude de la recyclabilité...
- ✚ **Identification de recommandations...**
 - Utilisation d'outils d'évaluation environnementale en vue d'une amélioration générale des performances du produit.

ANALYSE DU CONTEXTE DE L'ECO-CONCEPTION: PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES DES PRODUITS DE BLANCHISSERIE

Réglementation Européenne

↓ La directive RoHS (1 juillet 2006)

- Les équipements électriques et électroniques (EEE) mis sur le marché ne devront plus contenir de substances dangereuses.
- Les dispositions de cette directive sont déjà prises en compte dans la politique environnementale d'Electrolux.

↓ La directive DEEE (13 août 2005)

- Extraction obligatoire de tous les fluides. Le traitement sélectif des matières et composants des DEEE. Objectifs de valorisation (%age de la masse)
- Applicable aux DEEE ménagers; néanmoins, quelques articles peuvent être intéressants pour ELS (dépollution; financement; objectifs de valorisation)

↓ Le projet de directive EuP (Energy Using Product)

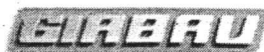
- Relatif à l'établissement d'un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'éco-conception applicables aux produits consommateurs d'énergie.
- Les producteurs devront, entre autre, évaluer les performances environnementales de leurs produits sur l'ensemble du cycle de vie.
- Possible que produits de blanchisserie soient visés (car conso énergie / eau)

ANALYSE DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES Eco Label et Concurrence

↓ Critères pouvant être choisis pour l'Eco Label d'une sècheuse repasseuse :

- Indice d'efficacité énergétique,
- Spécification pour un fonctionnement correct de l'appareil au regard de l'environnement,
- Engagement du fabricant à reprendre son appareil,
- Démontabilité et dépollution du produit facilitées.

↓ Critères environnementaux des concurrents



- Economie d'eau, d'énergie, de détergent et durabilité des produits (*tous*).
- Recyclage des matériaux (*Girbau et Electrolux*),
- Certification : ENERGY STAR (*Miele et Girbau*)

ANALYSE DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES Politique Environnementale d'Electrolux et Critères retenus

↓ ELS a décidé de faire des progrès dans :

- le respect de la législation environnementale connue et applicable,
- la diminution des consommations de ressources et de rejets de polluants,
- des engagements dans les risques de déversement des produits dangereux,
- des économies d'énergie et d'eau tout au long du cycle de vie des produits.

↓ De toute cette première approche (pratiques ELS, politique Groupe Electrolux, éco labels, réglementation), les critères environnementaux qui semblent pertinents sont :

- l'énergie,
- l'émission de CO2,
- la gestion des ressources en eau,
- la reprise en fin de vie,
- la recyclabilité et la dépollution.

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS ET ANALYSE DU CYCLE DE VIE QUANTITATIVE

↓ But et objectifs de l'étude d'analyse de cycle de vie

- Quantification et comparaison des impacts environnementaux de toutes les étapes du cycle de vie du cylindre inox et du Dubixium

↓ Méthodologie

- Etude d'analyse de cycle de vie simplifiée selon préconisations de la SETAC,
- Utilisation du logiciel d'analyse de cycle de vie SIMAPRO 6

↓ Points préliminaires

- Définition de l'unité fonctionnelle,
- Collecte et saisie des données relatives aux différentes étapes du cycle de vie,
- Choix des catégories d'impacts étudiés.

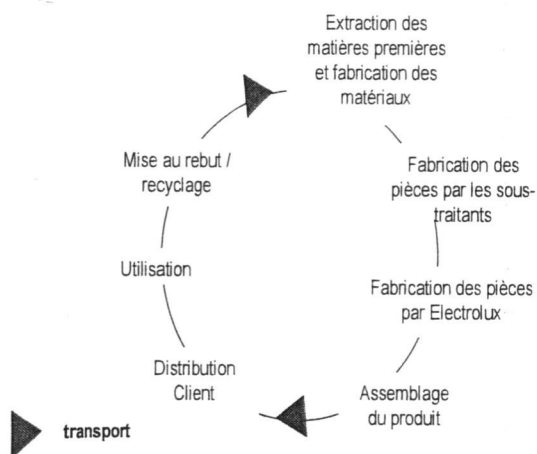
EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Analyse du Cycle de Vie Quantitative

Unité fonctionnelle

ISO 14 040: « performance quantifiée d'un système de produits destinée à être utilisée comme unité de référence dans une analyse de cycle de vie »

Sécher et repasser 118 draps doubles et 165 draps simples pendant 5 jours x 52 semaines x 15 ans.

Cycle de vie



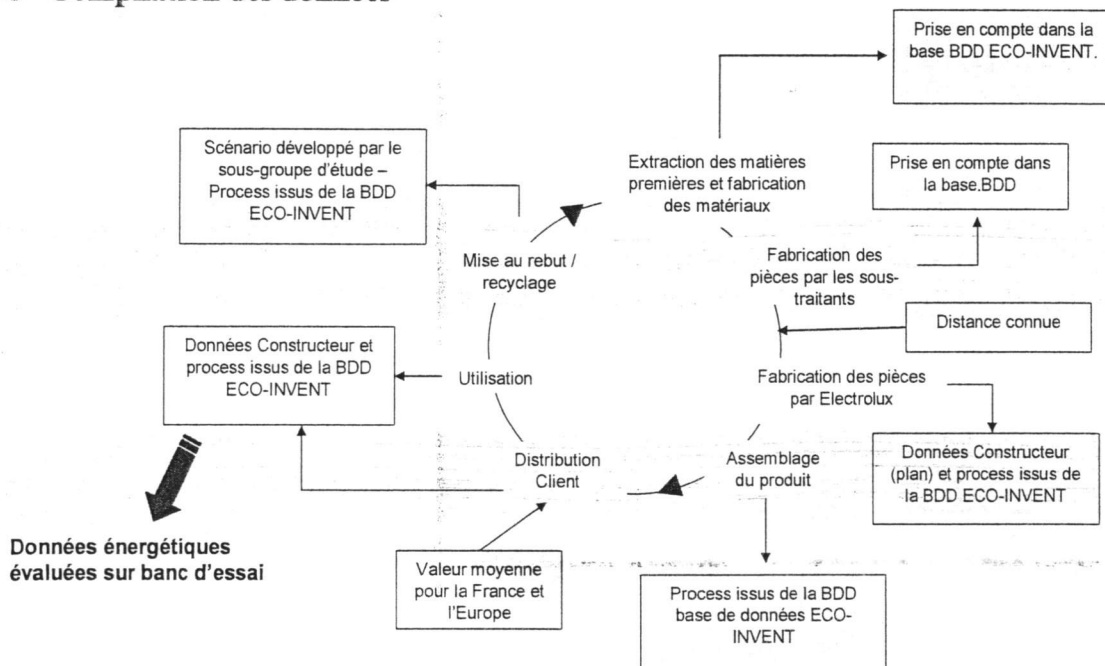
Approche du berceau à la tombe

Les étapes :

- extraction des matières premières,
- fabrication des matériaux,
- process de fabrication des pièces sous-traitées,
- process de mise en forme des pièces sur le site de production Electrolux,
- transport des pièces entre les fournisseurs et le site de production,
- transport pour la distribution vers le client,
- utilisation,
- recyclage en fin de vie

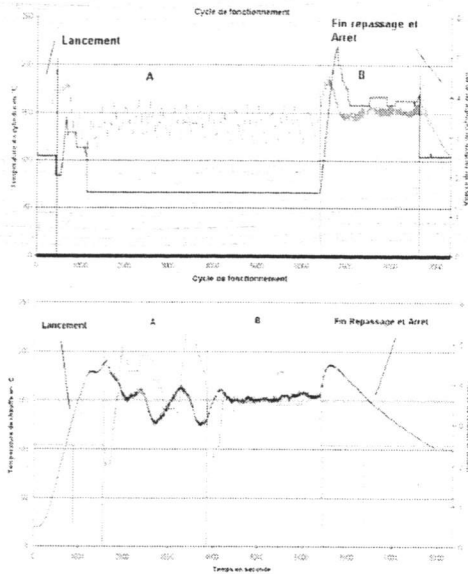
EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Analyse du Cycle de Vie Quantitative

Compilation des données



EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Analyse du Cycle de Vie Quantitative

Données énergétiques



• Protocole :

50 draps doubles : 2400mm X 3000mm ; grammage : 145g/m²
50 draps simples : 1800mmX3000mm ; grammage : 145g/m²
Extrapolation conditions hôtel ***

• Résultats:

	Temps total de fonctionnement en entraînement en seconde	Temps de chauffe en seconde
Inox	28461	15416
Dubixium®	17297	13235

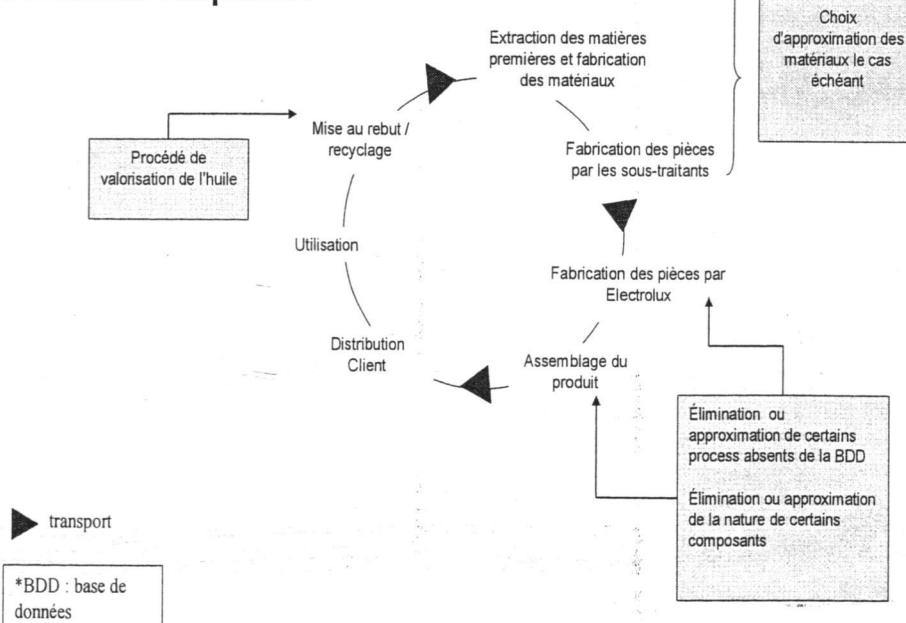
• Bilan :

Pour une même quantité de linge, pour le Dubixium, le temps de chauffe est réduit de **14 %** et le temps de fonctionnement de **39 %**.

Pour un même service, consommation énergétique en utilisation moindre pour Dubixium

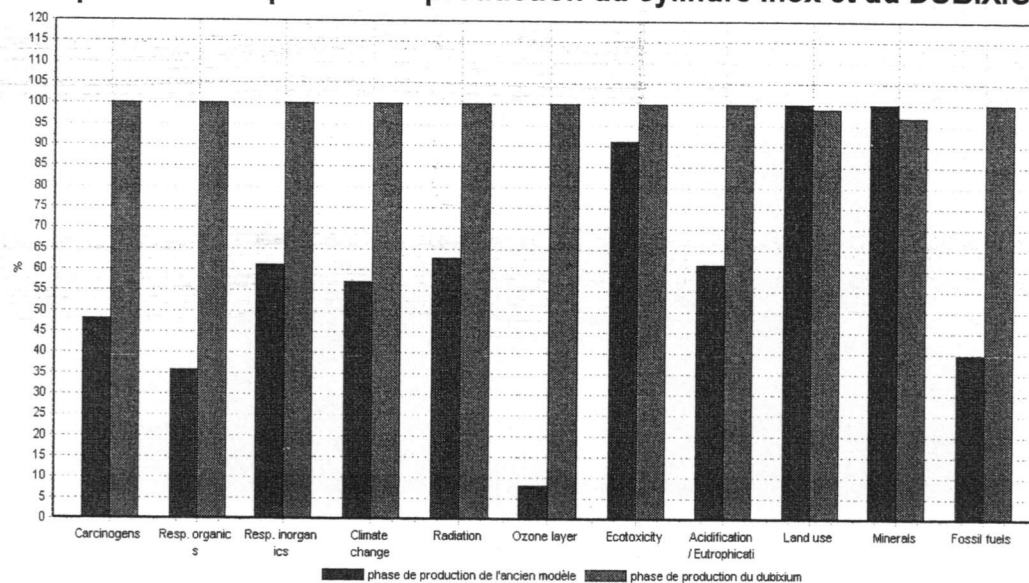
EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Analyse du Cycle de Vie Quantitative

Données simplifiées



PRESENTATION DES RESULTATS D'ACV

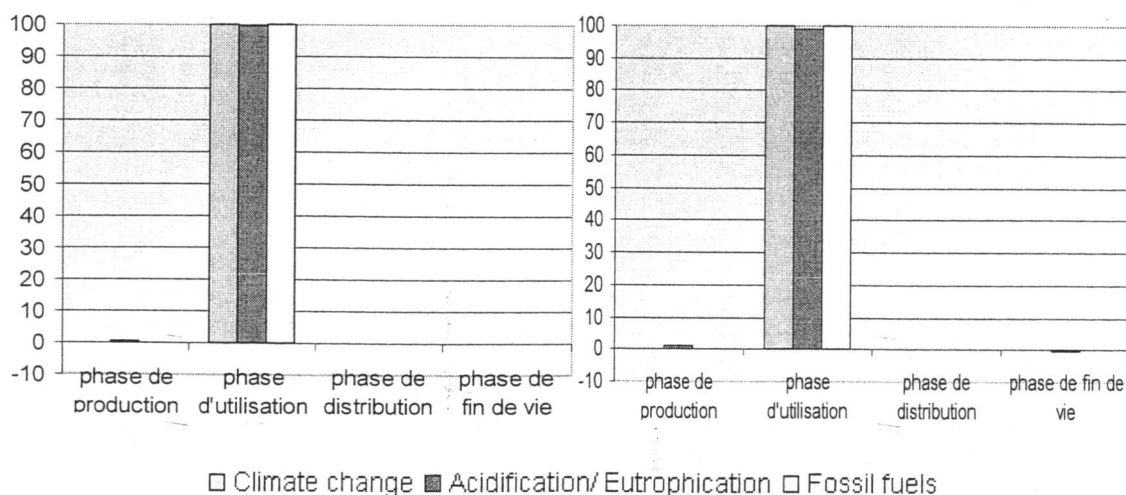
Comparaison des phases de production du cylindre inox et du DUBIXIUM



Comparing 1 p life cycle 'phase de production de l'ancien modèle' with 1 p life cycle 'phase de production du dubixium'; Method: Eco-indicator 99 (H) V2.1 / Europe EI 99 HM / characterization

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS ACV : RESULTATS

Les phases des cycles de vie du Cylindre Inox et du Dubixium



Cylindre Inox

Dubixium

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Recyclage et Fin de Vie

La réglementation européenne

- Directive 2002/96/CE relative aux **déchets d'équipements électriques et électroniques** : DEEE ménagers: non applicable
- Directive 2000/53/CE relative aux **véhicules hors d'usage** : non applicable mais aspects intéressants sur l'extraction et la valorisation de l'huile
- Directive 75/439/CEE relative à l'élimination des **huiles usagées**.

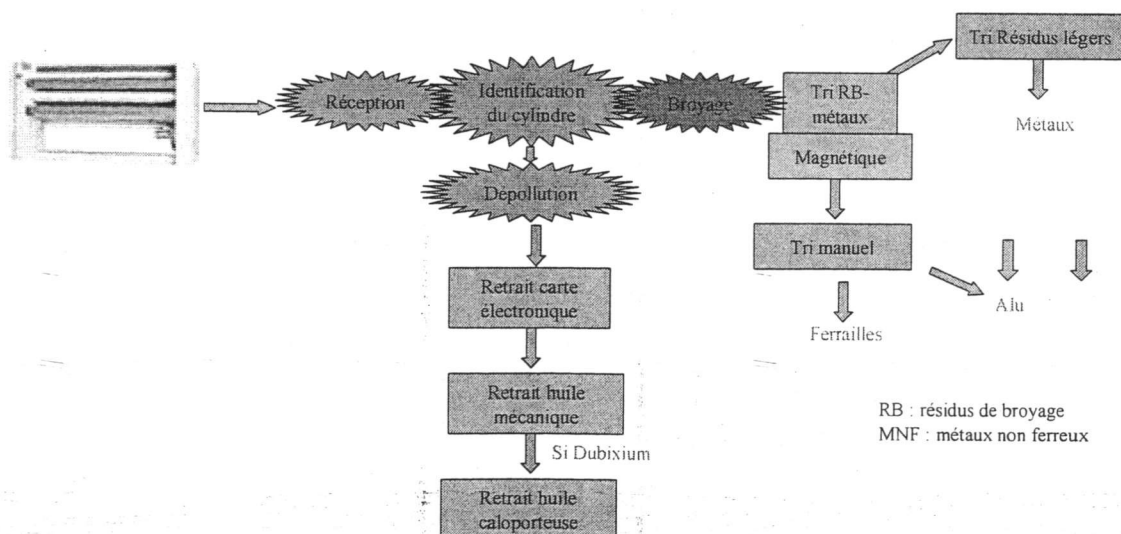
Enquête client (hôpital Troyes)

- Etude sur la gestion en fin de vie des machines :
 - ▶ Renouvellement d'une machine ou d'un système? **Les deux cas sont possibles**
 - ▶ Collecte en fin de vie : soit ELS, soit recycleur

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Recyclage et Fin de Vie

Le recycleur

- Schéma idéal du traitement et de la valorisation d'une machine en fin de vie.



EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Recyclage et Fin de Vie

↳ Revue bibliographique sur la valorisation de l'huile en fin de vie

- Le support de référence :
 - ▶ Rapport de l'ADEME « Recyclage et Valorisation énergétique des huiles usagées » ; attention, huile minérale considérée et non synthétique : pas de données disponibles
- Les différentes valorisations possibles :
 - ▶ Régénération par distillation sous vide et finition à l'argile,
 - ▶ Régénération par contact direct à l'hydrogène,
 - ▶ Valorisation énergétique en cimenterie,
 - ▶ Valorisation énergétique en centrale d'enrobage,
 - ▶ Recyclage en raffinerie.
- Les solutions les plus éco-efficaces pour la fin de vie de l'huile :
 - ▶ La valorisation énergétique en cimenterie (mais de + en + réglementée)
 - ▶ Le recyclage en raffinerie

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES COMPOSANTS Recyclage et Fin de Vie

↳ Compilation des aspects recyclage des cylindres

- Réutilisation/Refabrication serait probablement la meilleure solution ; changement d'huile nécessaire ?
- Aspects techniques de la valorisation/dépollution (problème accessibilité huile et démontabilité cylindre),
- Aspects économiques (première approximation):

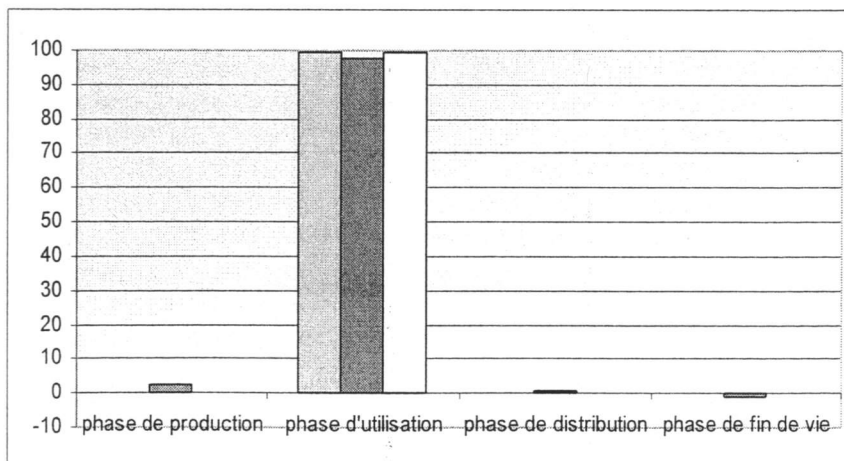
		Masse de métaux récupérés (tonne)	Prix de la ferraille (mini, moy, maxi) (€)	Nombre d'heures pour dépolluer (h)	Coût de la dépollution de l'huile (€)	Masse de l'huile récupérée (tonne)	Coût du traitement de l'huile (€)	Bilan économique de la valorisation (€)
Dubixium	minimum	0,297	36,828	1	40	0,02	5	-8,172
	moyenne	0,297	50,49	1	40	0,02	5	5,49
	maximum	0,297	78,111	1	40	0,02	5	33,111
Cylindre inox	minimum	0,14	17,36	/	/	/	/	17,36
	moyenne	0,14	23,8	/	/	/	/	23,8
	maximum	0,14	36,82	/	/	/	/	36,82

LISTE DES RECOMMANDATIONS

- ↓ **Résultats (Dubixium meilleur que Cylindre Inox) utilisables pour les hypothèses choisies:**
 - 15 ans, Blanchisserie professionnelle, 118 draps doubles 165 draps simples, gaz
 - Résultats utilisables pour une communication environnementale (mais vérifier quelques hypothèses)
- ↓ **Recommandations de conception :**
 - Allègement possible de l'acier? : diminution des impacts en phase de production
 - Réduction de consommation d'énergie des produits de blanchisserie : démarche à renforcer car phase utilisation est la plus impactante
- **Validité des résultats pour utilisation de 7 ans ?**

RECOMMANDATIONS ACV

Validité des résultats pour une durée de vie de 7 ans



Contributions des autres phases augmentent,
Pas de remise en cause de l'importance de la phase utilisation.

RECOMMANDATIONS ACV

↓ Études supplémentaires

Huile : recherche de données pour affiner les calculs des performances environnementales (production et fin de vie d'huile synthétique)

↓ **Analyse non directement transposable pour une utilisation en blanchisserie industrielle** (transport du linge producteur à la blanchisserie doit être intégré)

	Swedish Berendsen (Blanchisserie Industrielle)	Swedish On Premise Laundering (Blanchisserie Professionnelle)
	Transport in Use stage	Transport in Use stage
Energy (MJ)	10,70%	0,50%
Global warming (CO2)	14,20%	0,73%
Acidification (SO2)	21,09%	0,39%

RECOMMANDATIONS Valorisation en fin de vie

■ Pistes d'amélioration de la conception du produit :

- ▶ Marquage machine pour présence ou non du Dubixium (ex : sticker),
- ▶ Marquage Dubixium pour présence huile et dépollution (ex : poinçon),
- ▶ Démontabilité ou accessibilité du Dubixium pour effectuer la dépollution de l'huile.

■ Pistes portant sur l'accompagnement du produit :

- ▶ Huile: travail en partenariat avec fournisseurs et recycleurs pour :
 - Analyse du vieillissement de l'huile: analyse physico-chimique pour choisir meilleure filière de valorisation
 - Dépollution des cylindres assurée par recycleurs et application Meilleure Technologie Disponible
- ▶ Garantie « Marque retour » pour le produit.

■ Études supplémentaires :

- ▶ Analyse technico-économique plus fine de la recyclabilité (avec des échantillons du produit, du cylindre et de l'huile)

CONCLUSIONS

↓ **Etude Cycle de Vie confirme que le Dubixium est meilleur que le cylindre Inox sur toutes catégories d'impact**

- Corrélation très forte avec la consommation énergétique

↓ **Etude Recyclabilité identifie des problèmes potentiels**

- Accessibilité / démontabilité / dépollution
- Valorisation de l'huile

↓ **Formulation de quelques recommandations (Éco-conception ou accompagnement produit)**

- Mais limitées car équipe éco-conception non intégrée à l'équipe projet...

Ergonomie de conception

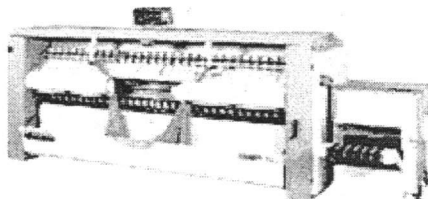
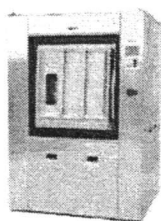
Sujet :

***Atelier de soudage robotisé pour
l'entreprise Electrolux Systèmes de
Blanchisserie***

PLAN

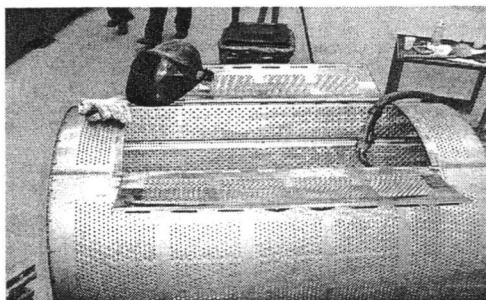
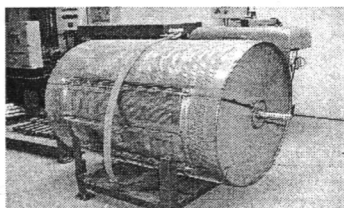
- ↓ Introduction
- ↓ Analyse du travail actuel
- ↓ Robot et contraintes
- ↓ Interviews
- ↓ Analyse humaine et technique
- ↓ Solutions retenues
- ↓ Conclusion

Présentation de l'entreprise Electrolux Systèmes de Blanchisserie



- groupe suédois Electrolux depuis 1988
- 248 MF de CA dont 60 % à l'exportation
- 230 personnes
- 2000 machines fabriquées par an
- ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001

Présentation de l'entreprise Electrolux Systèmes de Blanchisserie



Tambour de machine à laver de 110 kg

Objectifs de l'étude

7 semaines pour :

- Aider les responsables de l'implantation du robot au sein de l'entreprise dans leur démarche de conception de poste, par le recueil et la synthèse de l'ensemble des données ergonomiques utilisables sur ce projet
- Faire des préconisations

Notre démarche

- ⊗ Prise en compte des éléments du projet et les objectifs de l'entreprise
- ⊗ Observations du travail des opérateurs sur des postes similaires.
- ⊗ Recueil de données
- ⊗ Interview des acteurs de l'atelier (vécu, ressenti, actuel, passé et futur)
- ⊗ Etude systémique de l'opérateur
- ⊗ Recherches documentaires
- ⊗ Analyse
- ⊗ Préconisations.

Analyse du travail actuel

Observation du travail : aménagement du poste

Introduction

Analyse du travail actuel

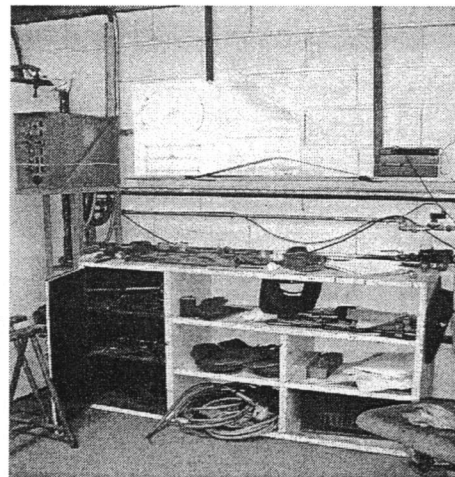
Robot + contrainte

Interviews

Analyse humaine et technique

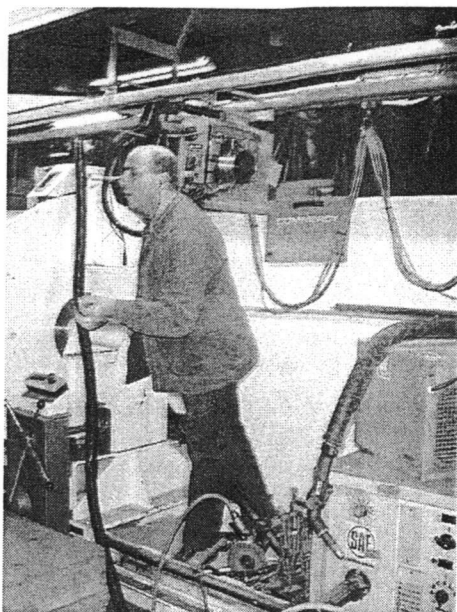
Solutions retenues

Conclusion



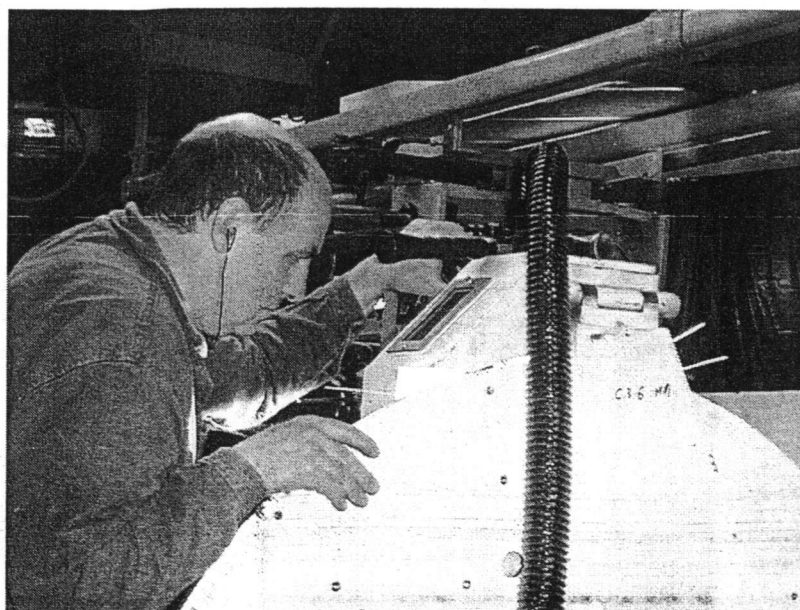
Observation du travail : Les déplacements

Importance de l'observation différée, avec par exemple un appareil photo ou une caméra.



Analyse du travail actuel

Observation du travail: équipements de sécurité

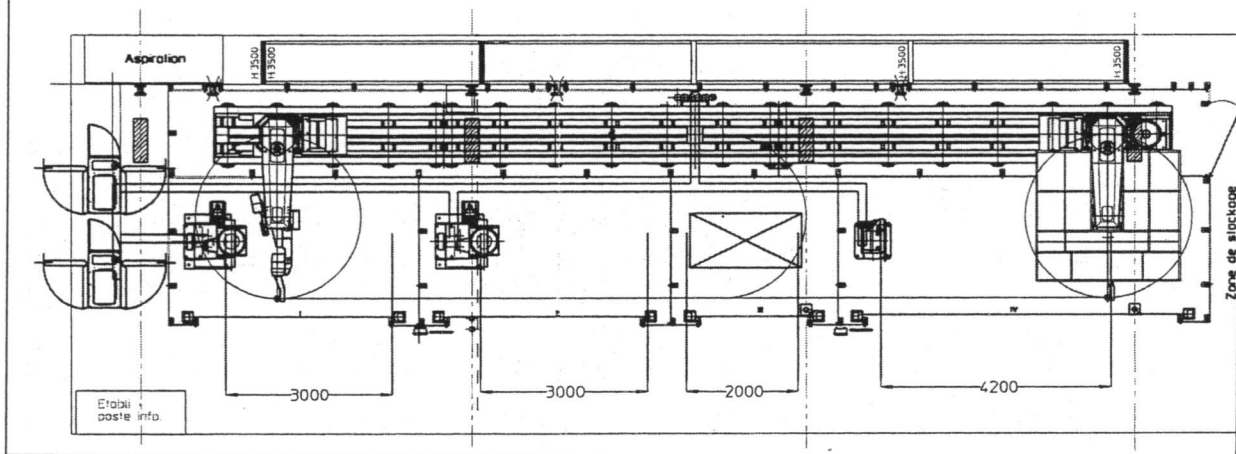


Observation du travail :

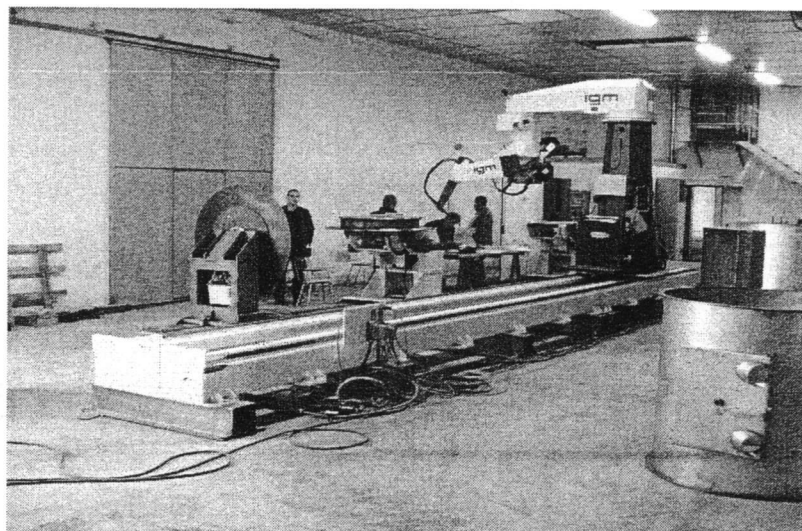
- Questionnaires :
 - Travail semi artisanal
 - Fumées de soudage
 - Poussières de meulage
- Observation directe : Papier crayon
- Observations différées : photos
- Dimensionnement des composants et des pièces finies
- Pesée des pièces : méconnaissance du poids.
- Analyse des accidents de travail : MS + plaies + manutentions.

Le robot : description technique

4 zones de travail desservies par deux robots montés sur potence

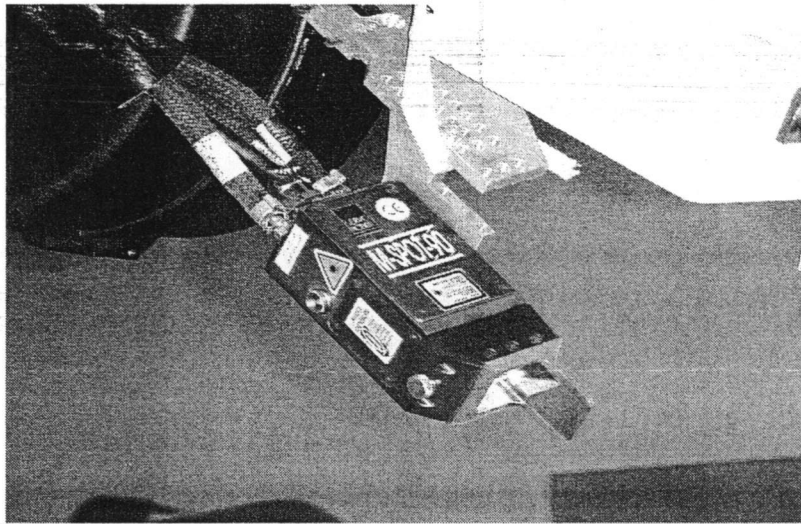


Le robot : description technique



Le robot : description technique

Camera laser pour le suivi de joint



Le robot : Risques induits

Changement de technologie : mouvements du robot

Les contraintes :

- ⊗ Economiques: Rentabilité à 18 mois
- ⊗ Techniques : Espace disponible
- ⊗ Humaines : Reclassement du personnel

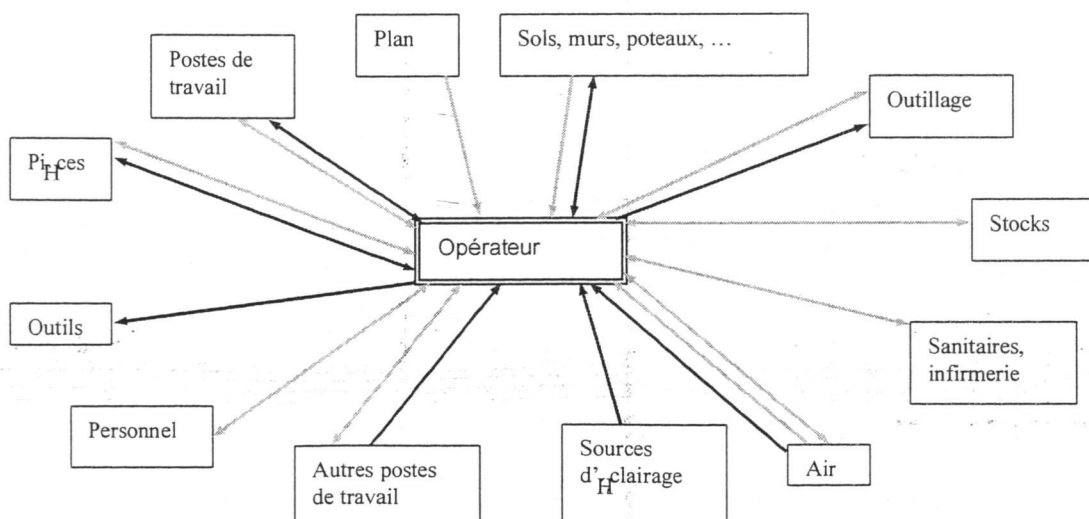
Interviews

Passage en équipe (2x8) : Avis mitigés

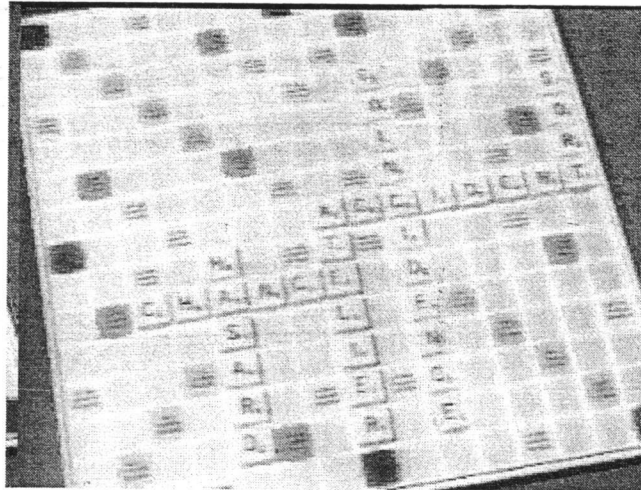
Automatisation du poste de travail

Perte du cœur de poste

Analyse systémique



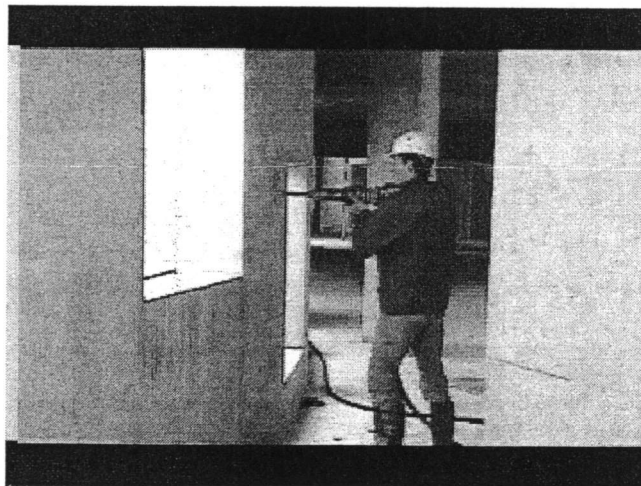
Recueil des accidents du travail

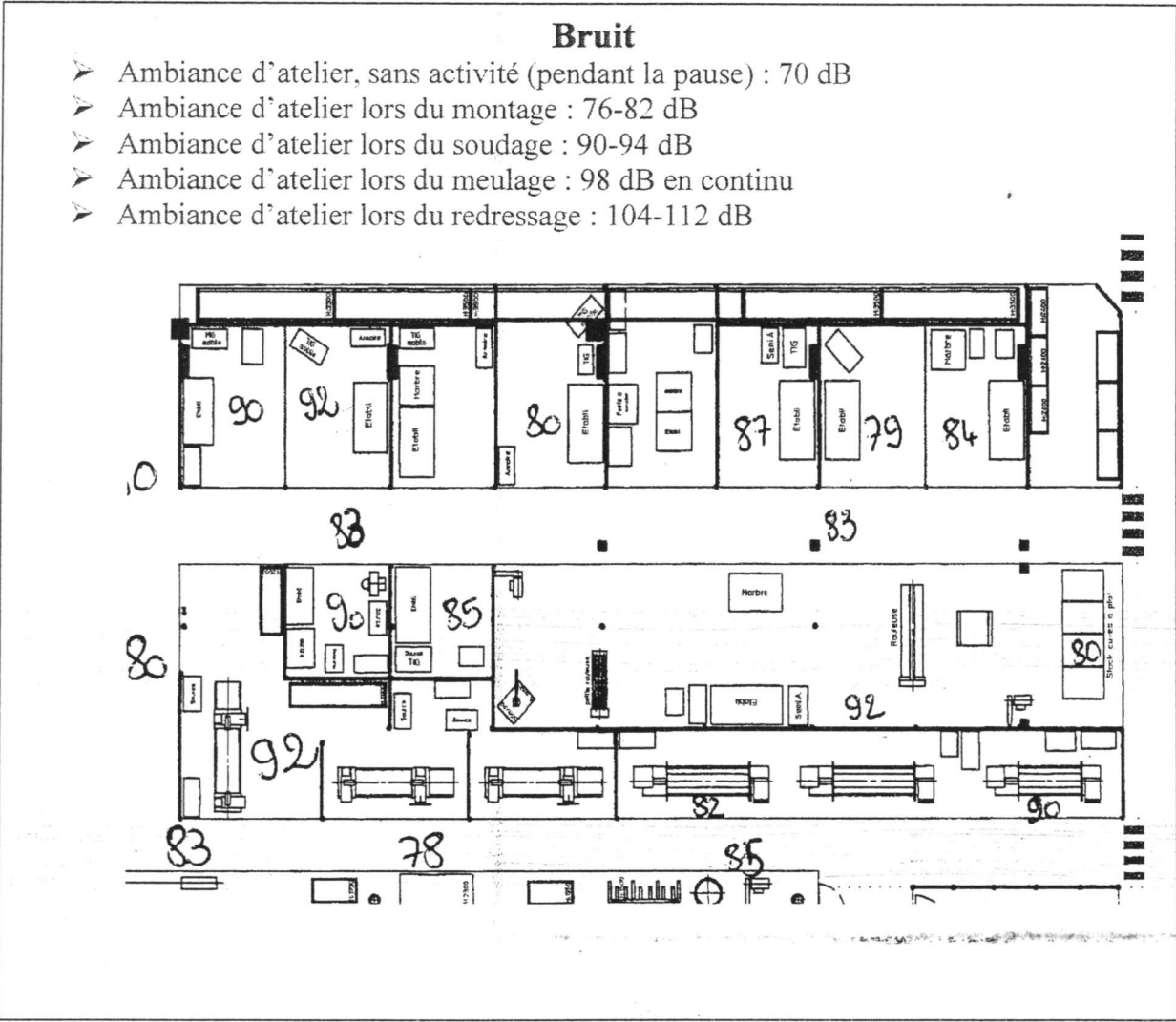
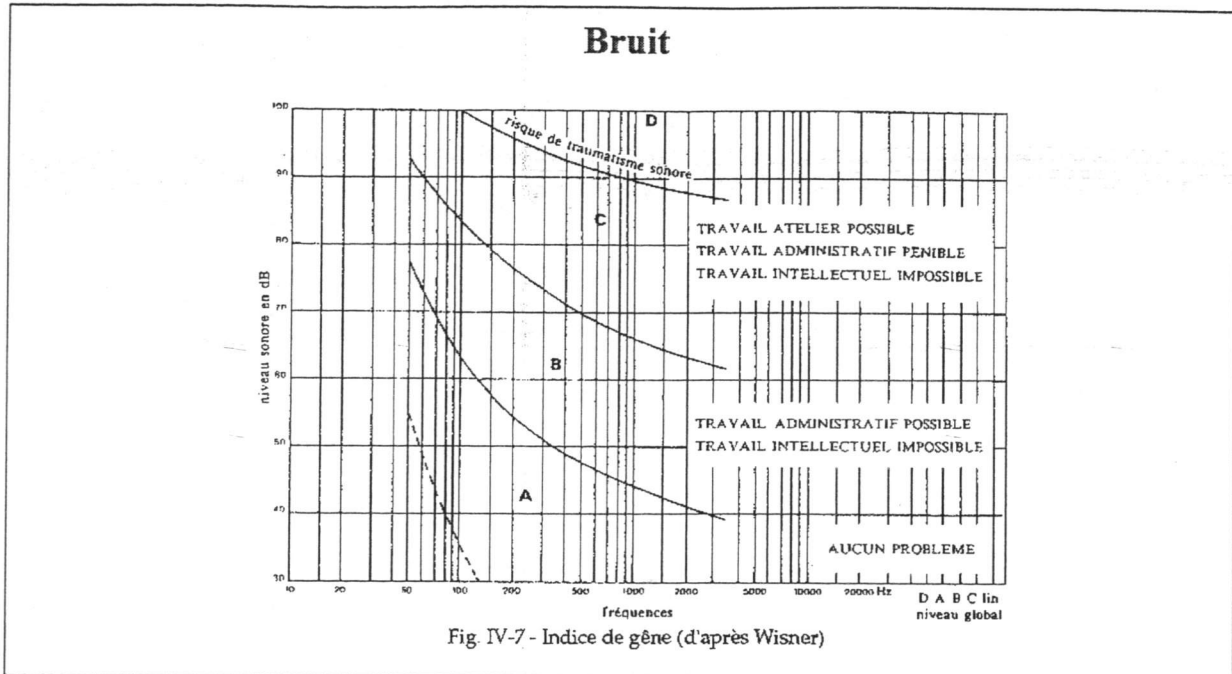


L'homme dans son environnement physique

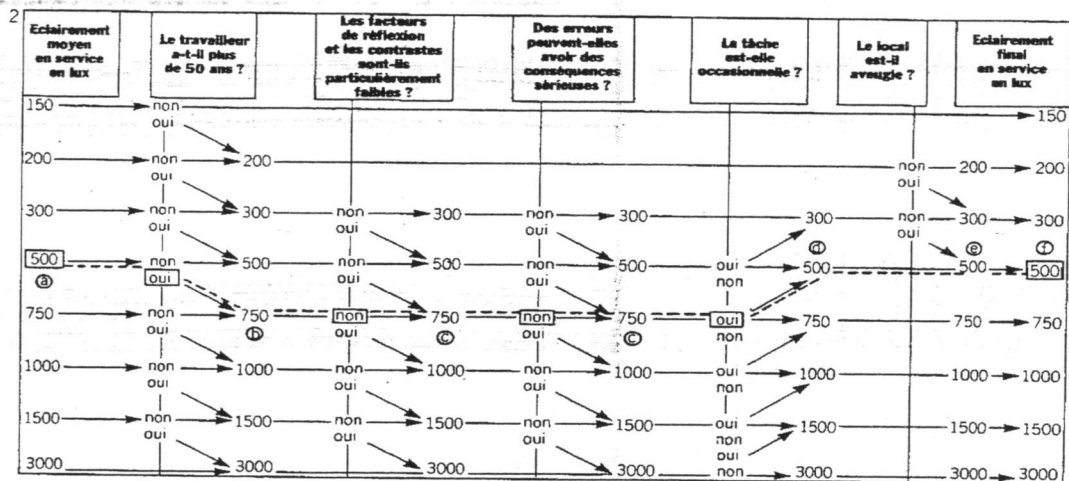
Bruit
Eclairage
Conditions atmosphériques
Vibration, accélération

Bruit





Eclairage



Conditions atmosphériques

Chaleur et froid, Humidité, Ventilation, en fonction des tâches à effectuer

L'homme comme " machine humaine "

Caractéristiques anthropométriques et biomécaniques.

- Dimensions des segments corporels.
- Mouvements
- Efforts musculaires.

L'homme comme " machine humaine "

Caractéristiques physiologiques

- Rythme cardiaque
- Consommation d'oxygène

Adaptation des réponses au stimulus

- Actionnement de commande
- adaptation qualitative et quantitative

Caractéristiques liées à la durée

- Rythme biologique
- Fatigue
- Vieillesse

Caractéristiques liées à la durée Travail de nuit, 2*8, 3*8, ...

Travail en état de désactivation nocturne et sommeil en état de réactivation diurne
Biorythmes circadiens (période d'une journée, lié à l'alternance lumière / obscurité)
+ de 65 variables biologiques concernées
(Dont température, pouls, rythme cardiaque et digestif)

=> surfatigue, sommeil de moindre qualité, insuffisamment réparateur as
d'adaptation complète des biorythmes + décalage avec les horaires de la cité et de la
famille dont disrythmie alimentaire)
=> détruit la corrélation harmonieuse : synchroniseurs en conflit

Source pathogène :

=> troubles intestinaux, ulcères digestifs, névrose, épuisement de l'hypothalamus
effets du surmenage du travail a long terme (+ de 15 ans)
=> Morbidité accrue, mortalité précoce (vieillesse fonctionnel de 7 années)

Analyse humaine et technique

L'homme comme récepteur d'informations :

Visuelles
Auditives
Cutanées
Olfactives

Analyse humaine et technique

Aspects psychologiques

Préconisations

Liées aux protections individuelles.

- Port systématique des bouchons auriculaires
- Port de protection auditive pour les activités cognitives
- Port des gants

Préconisations

Liées à la conception des postes de travail.

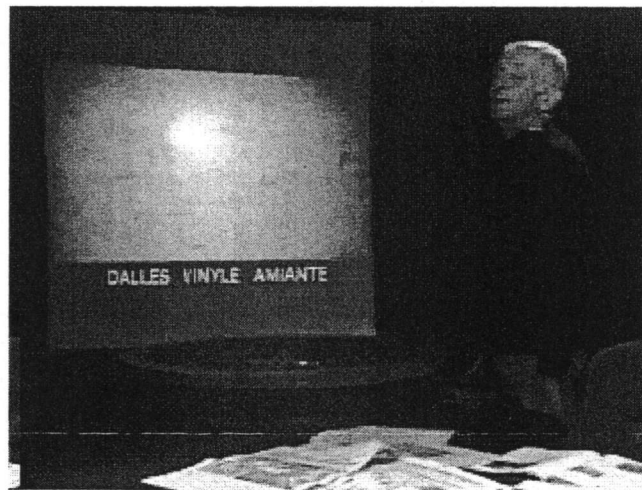
- Espace d'évolution suffisant.
- Emplacements spécifiques pour le rangement des outils
- Poste dédié aux activités bruyantes et salissantes.

Préconisations

Liées à l'organisation, l'information et la psychologie.

- Recouvrement des équipes et réunion de suivi.
- Formation hors contraintes à l'utilisation
- Formation aux risques induits par les robots
- Utilisation systématique des documents INRS.

Conclusion



IGNORANCE DU RISQUE = DANGER

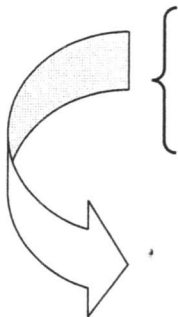
**Procédés de recyclage des matières
plastiques et débouchés des matériaux
recyclés**

Plan

- Présentation
- Conception des systèmes
- Découpe et placement
- Tournées de véhicules
- Conclusions et perspectives

Présentation

3 principaux thèmes : Optimisation

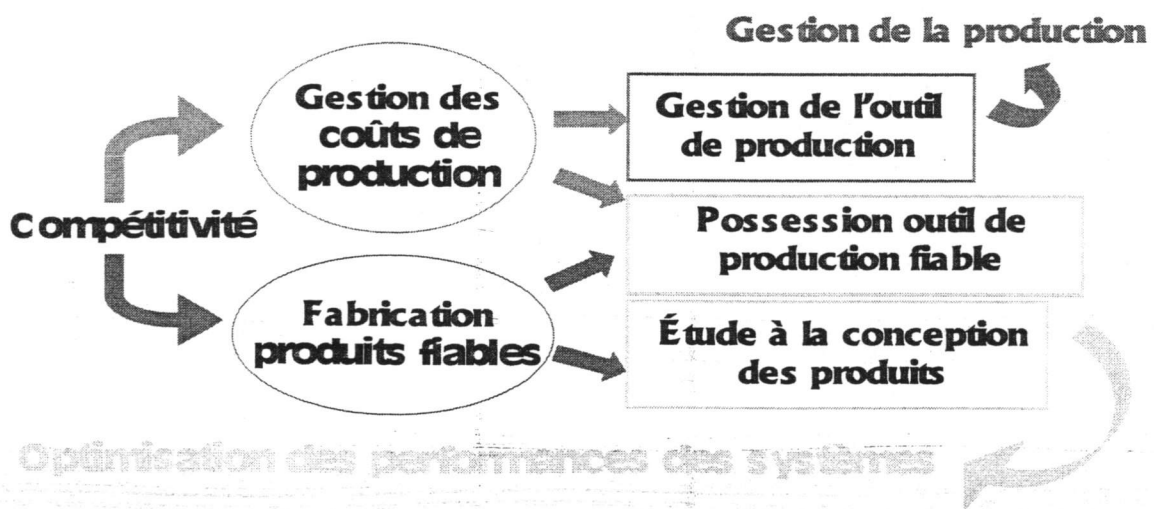


- de la conception (re-conception) des systèmes
- des problèmes de découpe
- des tournées de véhicules

Problèmes
NP-difficiles

Prise en compte de facteurs écologiques

Conception des systèmes



Conception des systèmes

■ Optimisation des performances des systèmes:

- Maximiser la fiabilité
- Minimiser le coût de conception, le poids, la pollution,...

Recherche d'un compromis

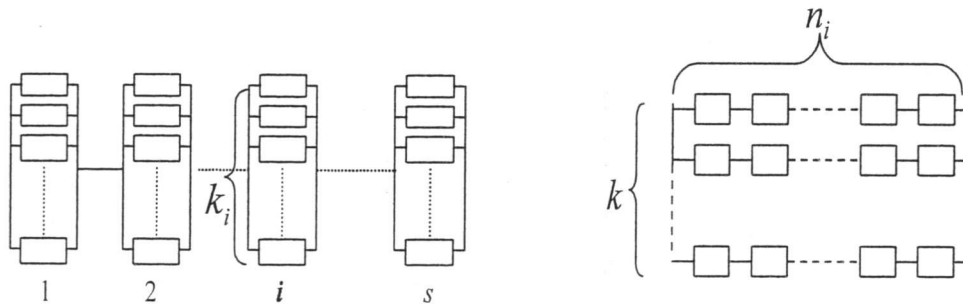
- **Moyens** : Diminution complexité, Augmentation fiabilité des composants (Allocation de fiabilité), mettre des composants (ou sous-systèmes) en redondance (allocation de redondance), mise en place de politiques de maintenance,...

Conception des systèmes

■ État de l'art:

■ Classifications en fonction :

- Du type de système étudié (série, parallèle-série, série-parallèle, complexes, etc.)
- Du problème traité (allocation de fiabilité, de redondance, etc.), et des hypothèses retenues



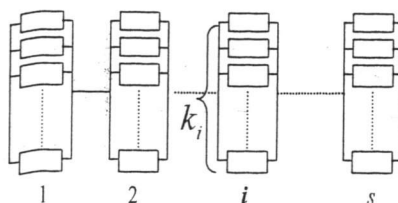
■ De nombreux états de l'art :

- Misra 86, Kuo *et al.* 01, etc...

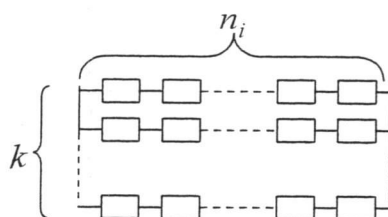
Conception des systèmes

■ Systèmes étudiés

- Allocation de Fiabilité et de redondance : systèmes parallèle – série



- Allocation de Fiabilité : systèmes série – parallèle



Conception des systèmes

■ Problèmes traités

- Minimisation coût (de fabrication, coût d'impact écologique...)
- Contrainte de fiabilité minimum pour le système

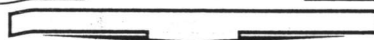
■ Approches utilisées

- Méthodes dédiées basées sur la programmation dynamique
- Démonstration de propriétés théoriques
- Utilisation de méta-heuristiques (colonies de fourmis)

Découpe et placement

Ensemble de m pièces
rectangulaires
différentes

Ensemble de K grands
rectangles de matières
premières



Comment obtenir les m pièces à partir des K rectangles en Minimisant les chutes (déchets) ?

Exemples :

Deux dimensions : Industrie du papier, du verre, etc.
Trois dimensions : remplissage de camions, d'avions, etc.

Découpe et placement

■ État de l'art : Deux approches :

- Pour une valeur K fixée : maximiser le nombre de pièces à découper parmi les m
- Trouver le nombre minimal de grandes plaques pour obtenir les m pièces.

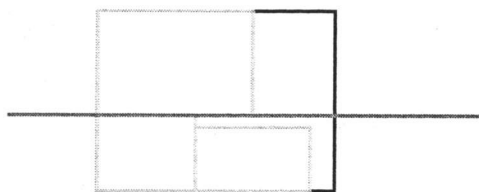
—————> Minimisation des déchets

- Classifications : Wascher et al (2007) : nombreux problèmes en fonction des hypothèses : Bin packing, strip packing, cutting stock problème, etc...

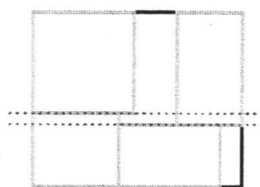
Découpe et placement

■ Problème de bin packing guillotine:

- Contrainte coupe guillotine



Configuration guillotine



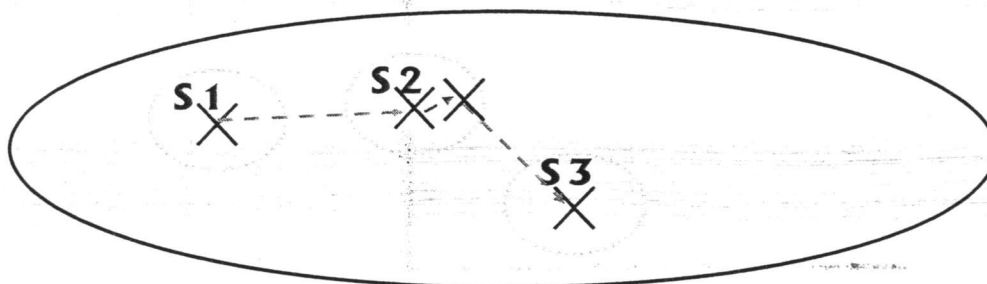
Configuration NON-guillotine

- Minimisation du nombre de plaques de matières premières avec respect de cette contrainte
- Optimisation par colonie de fourmis hybridée avec une heuristique de placement (SHF)

Découpe et placement

■ Maximisation nombre pièces dans une plaque

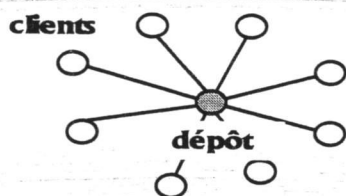
- Approche heuristique : ILS : Iterative local search



Espace des solutions

Tournées de véhicules

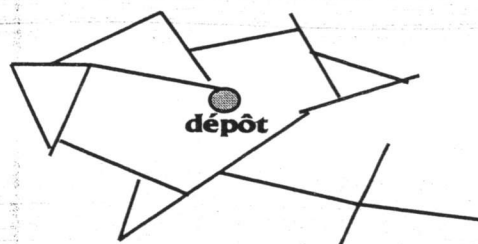
Tournée sur nœud



Livraison et/ou prélèvement

Exemple : services de messagerie

Tournée sur arc



Prélèvement

Exemple : collecte des ordures ménagères

À chaque arc est associé un coût :
Trouver un ensemble de tournées qui minimise le coût total en respectant la capacité des camions

Tournées de véhicules

■ Optimisation routage et du chargement des véhicules

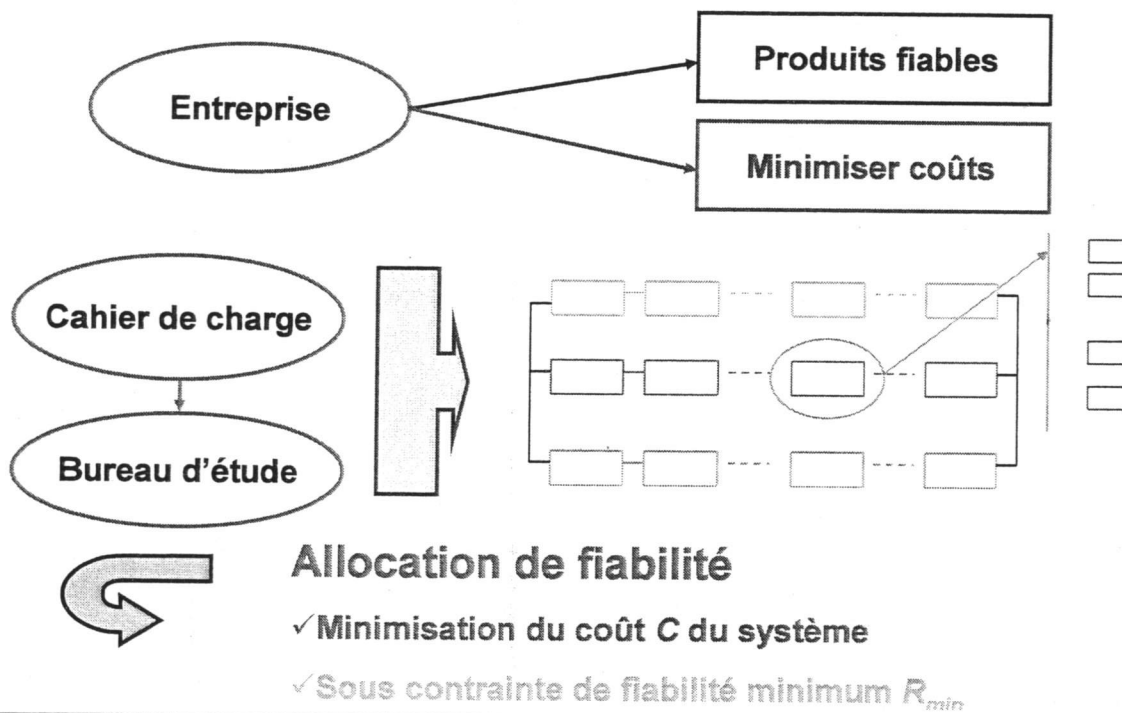
- Problème de tournées sur nœuds
- État de l'art : très peu d'études

**Colonies de fourmis pour l'allocation
de fiabilité:
systèmes série-parallèle**

Plan

1. Introduction
2. État de l'art
3. Méthode YCC-SP
4. Rappel colonies de fourmis (ACO)
5. Optimisation par allocation de fiabilité
6. Résultats
7. Conclusions et perspectives

Introduction



État de l'art (1/2)

Optimisation de la fiabilité

- Allocation de fiabilité, allocation de redondance, autres problèmes (allocation de pièces de rechange, allocation de disponibilité...): Tillman *et al.* 1980, Misra 1986, Kuo *et al.* 2001
- systèmes série-parallèle : Méthodes approchées
 - Chern (1992) : Problème NP-Difficile
 - Marquez et Coit (2004): heuristique, systèmes à états multiples
 - A.Yalaoui *et al.* (2003) A.Yalaoui (2004) YCC-SP : contrainte disponibilité sur le marché
 - A.Yalaoui (2004) : méthode approchée, relaxation lagrangienne, fiabilités continues

État de l'art (2/2)

Optimisation de fiabilité et colonies de fourmis

- N.Nahas *et al.* 04 : **systèmes série**
- A. E. Smith *et al.* 04, Meziane *et al.* 05, N.Nahas *et al.* 07 *et.*, et J.H.Zhao *et al.* 07 ; systèmes parallèle-série

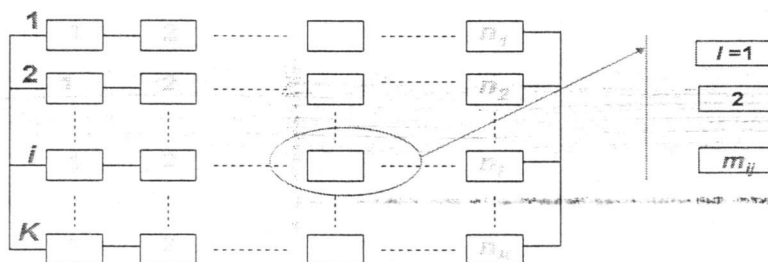
Aucune étude sur série-parallèle avec l'ACO



Objectif: utiliser l'ACO pour l'allocation de fiabilité sur les systèmes série-parallèle

YCC-SP (1/2)

- Système série-parallèle
 - **Composé de K sous-systèmes en redondance active**
 - **Chaque sous-système i ($1 \leq i \leq K$) est composé n_i composants en série**
 - **Pour chaque composant j ($1 \leq j \leq n_i$) (d'un sous système i), on dispose de: m_{ij} articles disponibles : lequel choisir?**

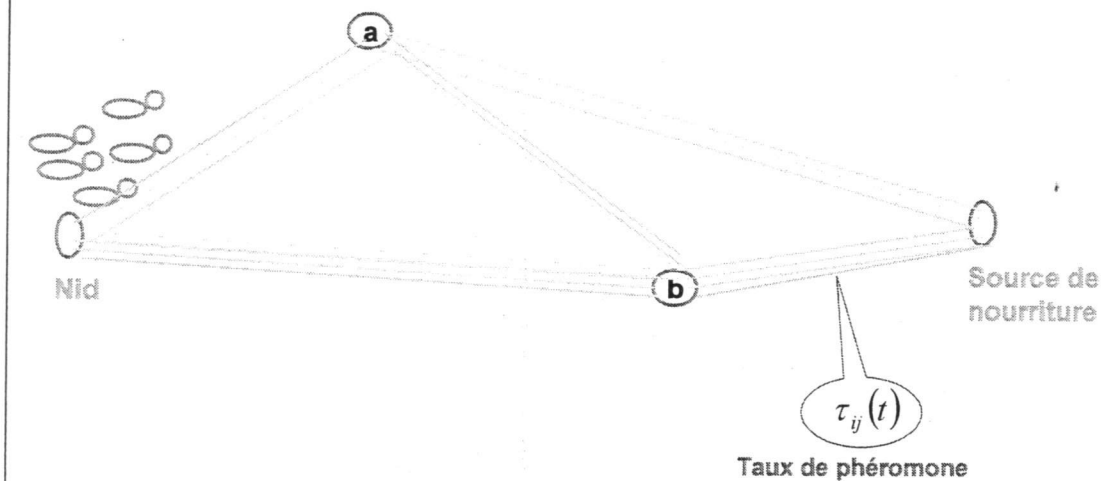


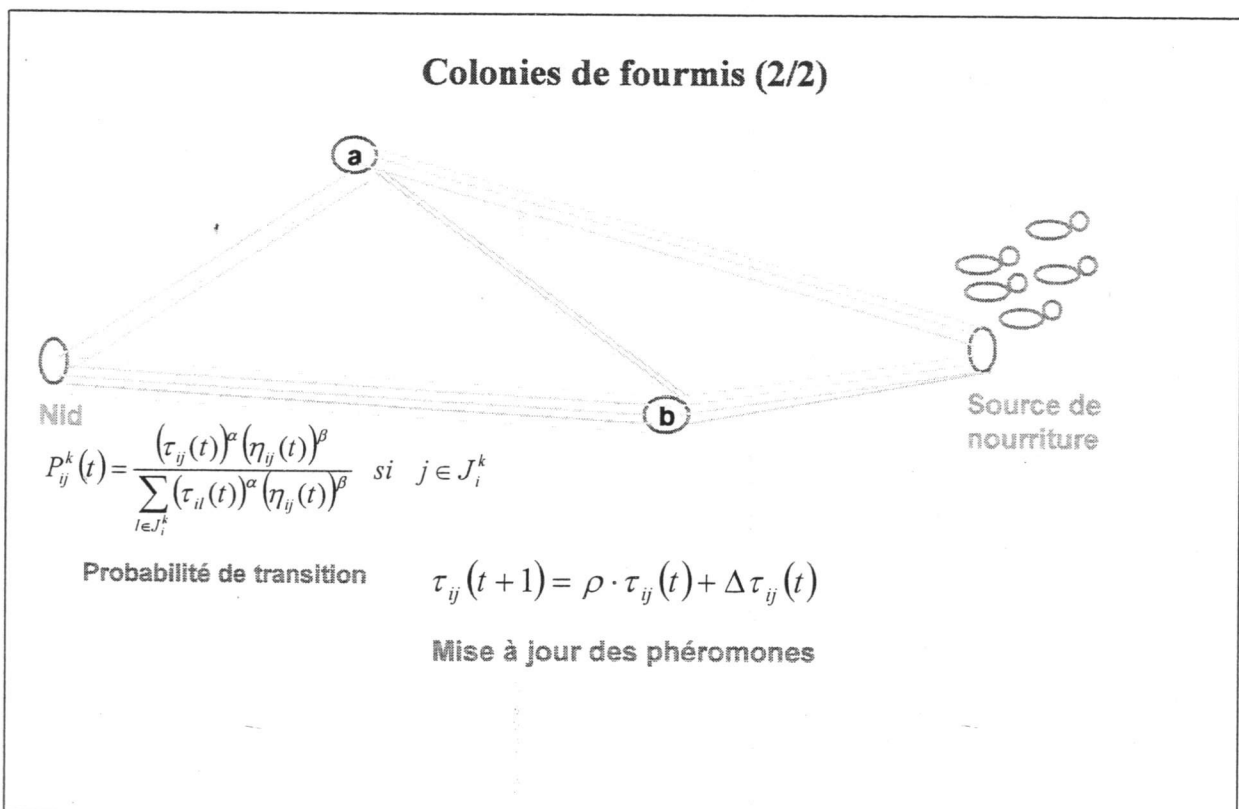
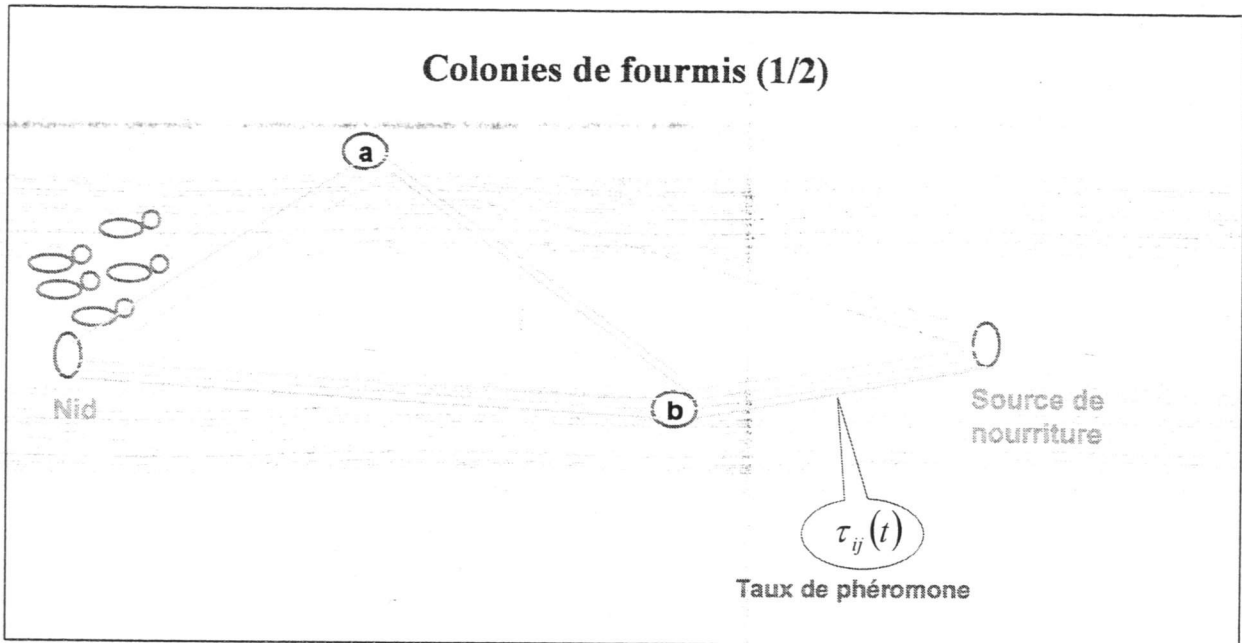
YCC-SP (2/2)

- YCC-SP (A.Yalaoui *et al.* 2004) : analogie avec problème de sac à dos → programmation dynamique
- Algorithme :
 - $(1 \leq i \leq K)$: calculer $(\underline{R}_i, \overline{R}_i)$
 - N_i ($i=1, \dots, K$) solutions R_i telles que $\underline{R}_i \leq R_i \leq \overline{R}_i$, par la Programmation dynamique.
 - système global: Programmation dynamique: meilleure solution telle que $R \geq R_{\min}$ celle qui a le plus petit coût C^* .

➔ Colonies de fourmis (ACO: Ant Colony Optimization)

Colonies de fourmis (1/2)

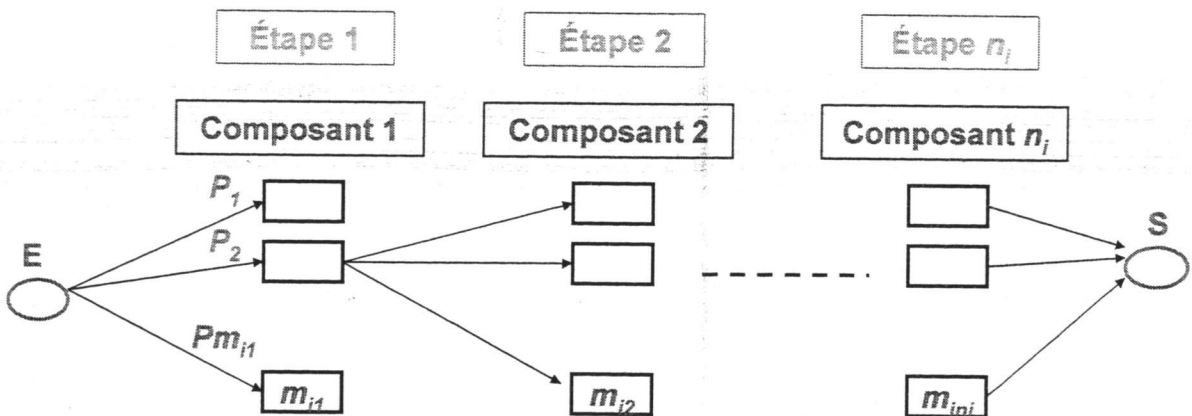




Optimisation par allocation de fiabilité (1/4)

ACO-SS: Allocation de fiabilité dans un sous-système i

Objectif : trouver l'ensemble des solutions (allocations) telles que $\underline{R}_i \leq R_i \leq \overline{R}_i$



Optimisation par allocation de fiabilité (2/4)

ACO-SS: Allocation de fiabilité dans un sous-système i

Mise à jour des phéromones :

$$\tau_{ijl}(t+1) = \rho_{ss} \cdot \tau_{ijl}(t) + \Delta \tau_{ijl}(t)$$

$$\Delta \tau_{ijl} = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ijl}^k$$

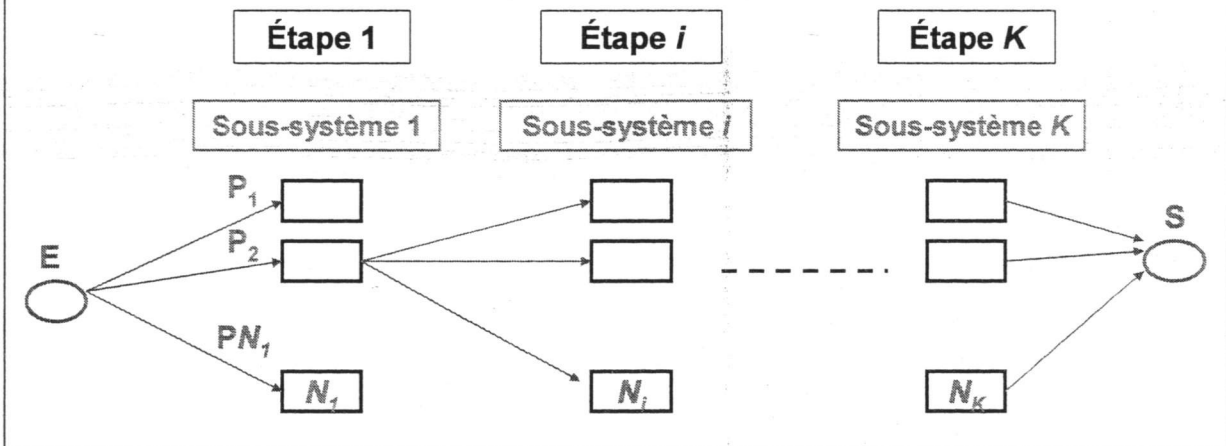
$$\Delta \tau_{ijl}^k = \begin{cases} \frac{Q_{ss} \times \text{penalité}_k}{C_i^k} & \text{si } k \text{ a visité } (j, l) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\text{penalité}_k = \begin{cases} \left[\frac{C_i^*}{C_i^k} \right]^{A_{ss}} & \text{Si } \underline{R}_i \leq R_i^k \leq \overline{R}_i \\ \left[\frac{R_i^k}{\underline{R}_i} \right]^{B_{ss}} & \text{Si } R_i^k \leq \underline{R}_i \end{cases}$$

Optimisation par allocation de fiabilité (3/4)

ACO-SG: Allocation de fiabilité du système

Objectif : trouver la solution de plus petit coût telle que $R \geq R_{min}$



Optimisation par allocation de fiabilité (4/4)

ACO-SG: Allocation de fiabilité du système

Mise à jour des phéromones : $\tau_{in}(t+1) = \rho \cdot \tau_{in}(t) + \Delta\tau_{in}(t)$

$$\Delta\tau_{in} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{in}^k \quad \Delta\tau_{in}^k = \begin{cases} \frac{Q \times \text{penalté}_k}{C_i^k} & \text{si } k \text{ a visité } (i,n) \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\text{penalté}_k = \begin{cases} \left[\frac{C^*}{C^k} \right]^A & \text{Si } R_k \geq R_{\min} \\ \left[\frac{R^k}{R_{\min}} \right]^B & \text{Sinon} \end{cases}$$

Résultats (1/3)

Protocole

- Composants ($n_i = 1, 2, \dots, 7$)
- Articles ($m_{ij} = 1, \dots, 7$)
 - Coût c_{ijl} .
 - Fiabilité $p_{ijl} = U(0.5, 1)$
- Protocole d'un sous-système i
 - Génération de 20 sous-systèmes (série) de chaque taille ($n_i = 1, 2, \dots, 7$)
- Protocole du système global
 - Génération de 50 problèmes (systèmes série parallèle) de chaque taille ($K=3, 4$)

Résultats (2/3)

Caractéristiques des sous-systèmes	α_{ss}	β_{ss}	ρ_{ss}	Q_{ss}	A_{ss}	B_{ss}
$n_i = 1, 2$ ($m_{ij} = [1, 10]$)	0,0009	0,0009	0,95	0,1	1	0,1
$n_i = 3$ ($m_{ij} = [10, 20]$)	0,55	0,005	0,95	0,1	1	0,1
$n_i = 4$ ($m_{ij} = [15, 25]$)	0,55	0,01	0,99	0,1	1	0,1
$n_i = 4, 5$ ($m_{ij} = [25, 35]$)	0,65	0,01	0,97	0,1	1	0,1
$n_i = 7$ ($m_{ij} = [35, 40]$)	0,8	0,01	0,95	0,1	1	0,1

Meilleures valeurs des paramètres pour différentes tailles des sous-systèmes



À chaque taille d'un sous-système / ses propres paramètres pour obtenir un maximum de nombre de solutions N_i

Résultats (3/3)

- La moyenne des écarts moyens par rapport aux optimums
 - $mij = [3,50]$
 - ACO-SG inférieur à 0,1%.
 - YCC-SP, 90% des solutions qui ont été obtenues dans des temps acceptables est de 1,5%.
 - $mij = [50,200]$
 - ACO-SG 0,8%.
 - YCC-SP (temps non acceptables)
- Optimums
 - $mij = [3,50]$
 - ACO-SG 95%.
 - YCC-SP 80%.
 - $mij = [50,200]$
 - ACO-SG 65%.
 - YCC-SP 50%.



Les solutions de l'ACO-SG ont amélioré les solutions de la méthode YCC-SP dans 60% des cas.

Conclusions et perspectives

- Systèmes série-parallèle, minimisation du coût sous contrainte de fiabilité par l'ACO-SG
- Les solutions de l'ACO-SG ont amélioré les solutions de la méthode YCC-SP dans 60% des cas.
- Dans le même schéma de résolution : améliorer par une recherche locale.
- D'autres schémas de résolution globale non basés sur l'approche en 2 étapes (approche YCC-SP)
- systèmes plus complexes (série-parallèle-série)

ANNEXE

Résultats

Caractéristiques des systèmes	α	β	ρ	Q	A	B
$K=3$	0,04	0,07	0,7	0,1	1	0,1
$K=4$	0,04	0,09	0,95	0,1	1	0,1

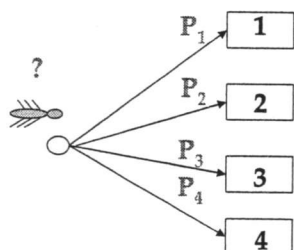
Les paramètres retenus pour les systèmes ($K=3, 4$)



À chaque taille K d'un système ses propres paramètres pour obtenir le coût optimum

ANNEXE

Choix du chemin

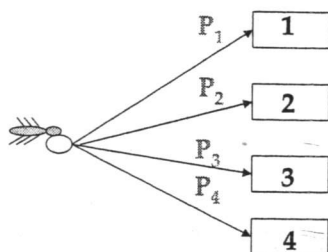


La fourmis doit choisir une ville

Le déroulement du choix

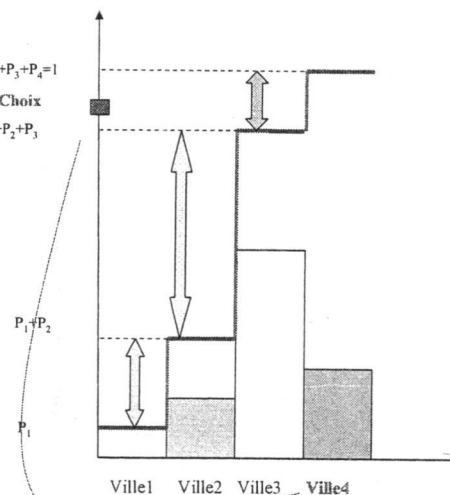
$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1$$

Choix
 $P_1 + P_2 + P_3$



La fourmis a choisit aléatoirement la ville 4

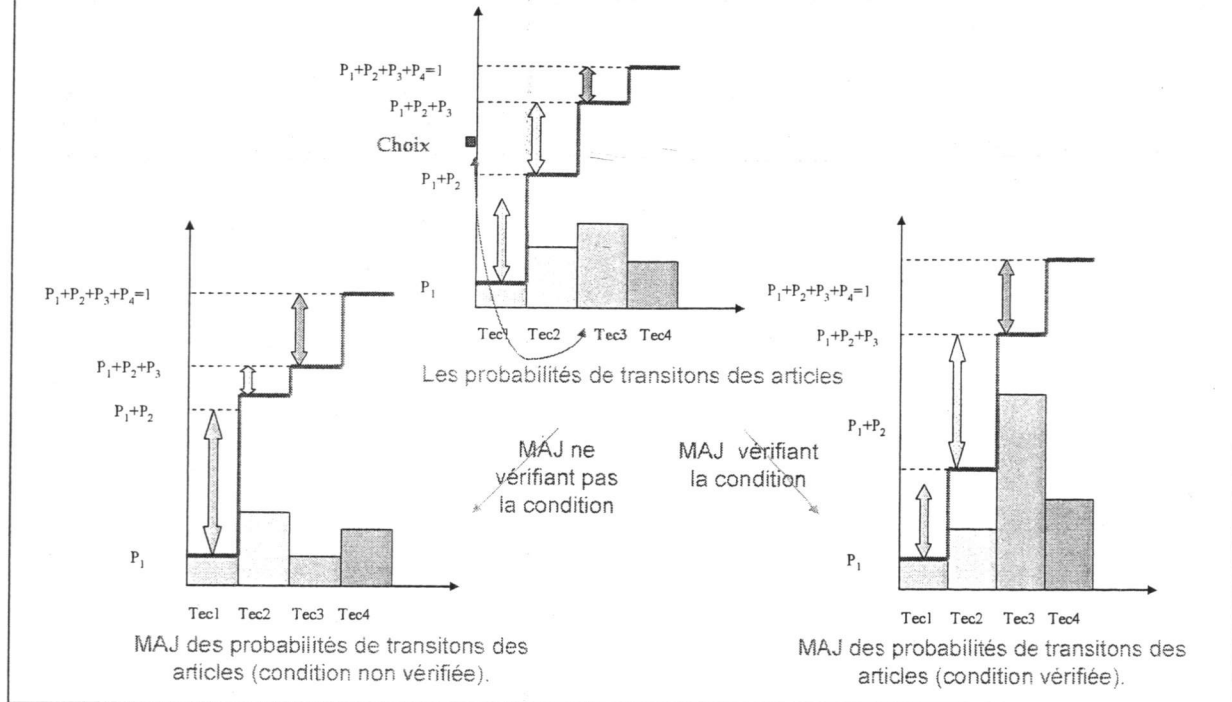
Le choix du trajet est fait



Les probabilités de transition de chaque ville

ANNEXE

MAJ des probabilités



ANNEXE

Fonctions coûts

Fonction Tillman:

$$C(r) = ar^b$$

Où a et b sont des paramètres tels que $a > 0$ et $1 > b > 0$

ANNEXE

Bornes de fiabilité

$$\bar{R}_i = \prod_{j=1}^{n_i} p_{ij} m_{ij} \quad R_i = \max \left\{ 1 - \frac{1 - R_{\min}}{\prod_{q=1, q \neq i} (1 - R_q)} ; \prod_{j=1}^{n_i} p_{ij} \right\}$$

**Développement de modèles
d'évaluation des niveaux de pollution
émise par un système de production**



S. Tireche
Université M'Hamed Bougara
UMBB – Boumerdès

Introduction

L'eau est probablement l'un des éléments les plus utilisés dans les processus industriels et avec des quantités énormes, pendant le cycle de production, cette matière se modifie et s'altère, pour la retrouver en bout de chaîne comme rejet ou effluent saturé en déchets ou en élément indésirable, voir toxique, pouvant générer les problèmes de pollution environnemental ou sanitaire.

- Cette situation a accentué le besoin de rechercher des technologies vertes « green technology » ou « cleaner technology ».
- Donc, l'élaboration de processus, de modèles, pour la réduction des effluents est maintenant identifiée comme domaine de recherche pressant.

Les principes d'une technologie plus propre peuvent être récapitulé comme suit

- La prévention est meilleure que la réutilisation,
- La réutilisation est meilleure que le recyclage,
- le recyclage est meilleur que la récupération,
- La récupération est meilleure que le rejet dans la nature.

Positionnement de la Recherche

- H. Dahodwalla , S. Heart. **Cleaner production options for lead-acid battery manufacturing Industry** Journal of Cleaner Production 8 (2000) 133–142.
- L. Ž. Zver, P. Glavič **Water minimization in process industries: case study in beet sugar plant**, Resources, Conservation and Recycling 43 (2005) 133–145.
- D. Dursun, F. Sengu, **Waste minimization study in a solvent-based paint manufacturing plant**. Resources, Conservation and Recycling 47 (2006) 316–331.
- J. M. Morera, A. Bacardit, and al., **Minimization of the environmental impact of chrome tanning A new process with high chrome exhaustion** Chemosphere 69 (2007) 1728–1733.
- M. S. Mohsen, J. O. Jaber **Potential of industrial wastewater reuse**. Desalination 152 (2002) 281-289.
- J. Raghava Rao, N.K. Chandrababu, and al. **Recouping the wastewater: a way forward for cleaner leather Processing** Journal of Cleaner Production 11 (2003) 591–599
- D. Alvarez, N. Garrido, R. Sans, I. Carreras **Minimization-optimization of water use in the process of cleaning reactors and containers in a chemical industry** Journal of Cleaner Production 12 (2004) 781-787.
- L. Zver, P. Glavič. **Water minimization in process industries: case study in beet sugar plant** Resources, Conservation and Recycling 43 (2005) 133–145

Les orientations de la thèse

- ✓ Effluents industriels;
- ✓ Le choix du procédé;
- ✓ Critères ou indicateurs;
- ✓ Modèles mathématique;
- ✓ Optimisation...

Modélisation et quantification en éco conception



Z. Kebbouche
Université M'Hamed Bougara
UMBB – Boumerdès

Introduction

Les pressions actuelles en faveur de technologies et de produits moins nocifs vis à vis de l'environnement ont amené les industriels et les pouvoirs publics à favoriser le recours à des technologies ou produits "propres", et/ou à mettre en avant les avantages écologiques des produits. Dans ce domaine, un choix pertinent suppose de pouvoir évaluer l'impact potentiel sur l'environnement d'un produit, procédé ou service durant son cycle de vie complet.

Cette nouvelle politique de l'entreprise « la politique intégrée des produits » suppose le recours à un certain nombre d'outil, au nombre desquels le bilan écologique ou éco conception.

Par rapport aux pratiques actuelles de conception et de développement de produits, qui l'intègrent rarement, il s'agit d'introduire une nouvelle dimension dans un ensemble de préoccupations entre lesquelles il faudra arbitrer : qualité, sécurité, santé, environnement, coûts et délais

Nos travaux consistent en l'intégration de la notion environnementale en amont des processus de conception des produits : proposition d'outils pour une conception plus respectueuse de l'environnement au sein de l'industrie.

Intégration de l'éco conception en entreprise ?
Quels sont les problèmes de intégration de cette nouvelle approche ?

Les outils d'éco conception

Une cartographie des outils d'éco conception a été dressée et la méthode de l'analyse de cycle de vie a été utilisée pour un cas industriel.

- Se familiarisé avec les méthodes et établir un éco profil.
- Si l'analyse du cycle de vie a des atouts, elle n'est pas exempte de points sensibles. Au même titre qu'une comptabilité économique visant à estimer le coût réel d'un produit, une comptabilité écologique implique un certain nombre d'hypothèses qui doivent être faites sur la base de raisonnements et de critères cohérents

L'élaboration d'une ACV nécessite une quantité de données suffisantes sur le produit, pour chaque phase de son cycle de vie.

Cette première étape est fastidieuse et longue puisqu'il s'agit essentiellement d'un travail de collecte des données décrivant les entrants et les sortants du système spécifié: on obtient généralement un schéma complexe qui représente tous les flux physiques entrant dans le système. La modélisation de ces flux va permettre d'optimiser ces derniers et donc de trouver la meilleure stratégie environnementale pour la conception de produits industriels complexes.

Modéliser ces schémas complexes nécessite des méthodes qui permettent une représentation simplifiée de ces flux physiques.

● De nombreux travaux s'intéressent à cette problématique: les méthodes d'évaluation des impacts environnementaux des produits sur leur cycle de vie, l'intégration de critères environnementaux dans le processus de conception et les procédés de déconstruction des produits en fin de vie (désassemblage). Dans tous les domaines :

- emballage ;
- matériaux de construction et bâtiment;
- énergie;
- gestion des déchets ;
- production mécanique ;
- recyclage des produits ;
- transport ;
- plastiques et dérivés ;
- pétrole et gaz ;
- divers.

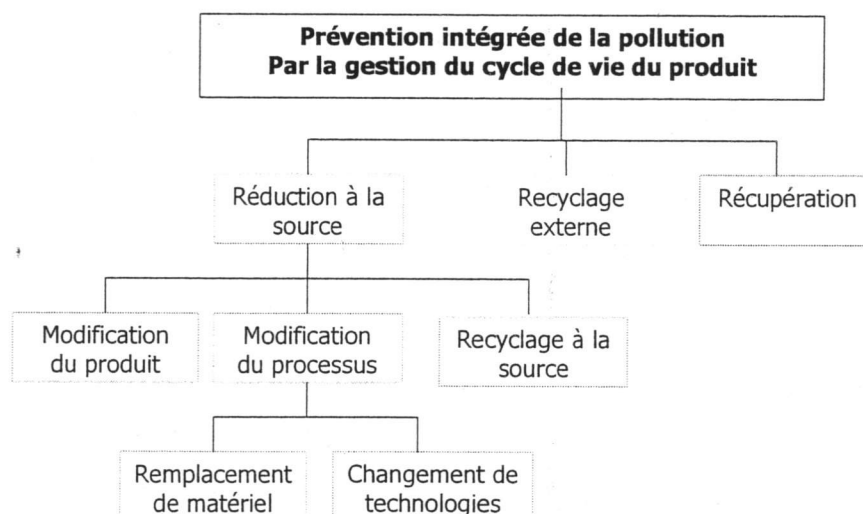
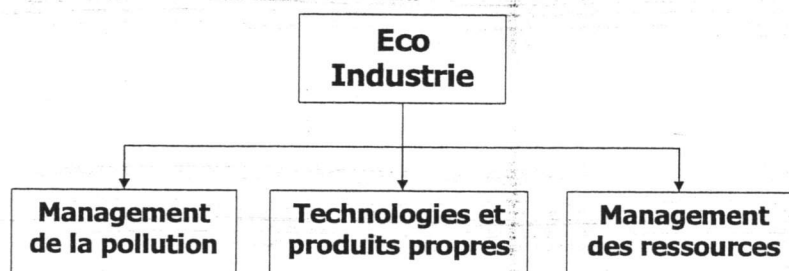
Modèles:

Il existe de nombreuses approches réparties suivant trois grandes classes :

- les modèles IAM (Integrated Assessment)
- les modèles économiques
- les modèles technologiques (de type MARKAL1) (utilisées à des fins de prospective énergétique)

La problématique de l'intégration de l'éco conception dans les entreprises: la méthode MAIECO (l'outil ATEP, un outil d'analyse typologique environnementale des produits)

Pouvoir trouver un moyen (méthode) qui permettra à l'entreprise, quels que soit les changements externes ou internes auxquels elle peut être confrontée, d'absorber les impacts générés par sa production tout au long du cycle de vie du produit.



PROPOSITION

- Développer un nouvel outil d'éco conception:
- Moins complexe que les ACV, plus exhaustif que les ESQCV
- Adapté aux problématiques des Fabricants et de leurs clients Utilisateurs d'emballages, avec la prise en compte de l'ensemble des fonctions et des contraintes à respecter, et l'intégration du système d'emballages de l'Utilisateur
- Apportant une méthodologie de développement et une aide à la décision pour l'optimisation des emballages dès leur conception : matériaux, formes, poids, métaux lourds, substances dangereuses et fin de vie
- Permettant un choix objectif (score écologique) lorsque plusieurs alternatives

Méthodologie Ergonomique de Conception et d'Évaluation des Sites Web



F.Z. Benrahou
Université M'Hamed Bougara
UMBB – Boumerdès

Problématiques

- L'absence de prise en compte de l'ergonomie dans les projets web;
- non respect des règles et des standards de conception des interfaces homme/machine (IHM) ;
- l'utilisateur final ainsi que l'ergonome ne sont pas impliqués en amont dans le projet;
- les besoins réels des utilisateurs sont mal évalués et le site est souvent rejeté.

Objectifs de L'étude

- L'objectif de cette étude c'est de démontrer qu'adopter une démarche ergonomique et placer l'utilisateur au cœur du projet participent fortement à la concrétisation de performances et la rentabilisation des sites web.
- L'étude permet d'identifier les forces et faiblesses rencontrées, met en exergue les problématiques perçues, cerne les causes et dresse des perspectives d'optimisation, en vue d'améliorer l'utilisabilité du site web et de rendre l'interface plus agréable.
- L'autre objectif de cette étude c'est d'interpréter les liens entre utilisabilité et utilité du site web de l'université de Boumerdès, par l'utilisation d'un cadre formel d'interprétation de quinze types de relations entre les variables d'utilité et d'utilisabilité.

L'Ergonomie des interfaces informatiques

- Objectif de l'ergonomie des interfaces informatiques :
 - optimiser la manière dont l'information est traitée et présentée par l'ordinateur pour correspondre aux objectifs des utilisateurs.
 - Concevoir et réaliser des systèmes.
 - **utiles** (adéquation aux besoins, fourniture des bonnes fonctions)
 - **utilisables** (adéquation aux capacités de l'utilisateur) : confort, efficacité, sécurité, qualité du produit et de la tâche réalisée avec le système).
- Pourquoi évaluer ?
 - Découvrir les problèmes qui pourraient empêcher les utilisateurs d'accomplir leurs tâches.
- Que mesure-t-on ?
 - L'utilité
 - L'utilisabilité

Démarche Méthodologique

- L'évaluation de l'utilisation d'un site web en fonctionnement est réalisée :

Avec utilisateurs:

- approches empiriques : Evaluation avec utilisateur réel + tâche réelle
- tests utilisateurs
- Tests d'acceptabilité auprès de populations d'échantillon (Les questionnaires)
- Analyse d'audience

Sans utilisateurs:

- Méthodes semi-intensives : Evaluation avec tâche réelle + utilisateur simulé.
- Modèles prédictifs : KLM (Keystroke Level Model)
- Approche analytique
 - Evaluation avec guide de recommandations (grille d'évaluation de NIELSEN)

Analyse d'audience

- analyser le site web grâce à 3 analyses essentielles :
 - le trafic
 - l'acquisition
 - la rétention

Analyse d'audience

D) L'analyse du trafic :

Ces données permettent de faire un état de la présence Web de votre site sur une période donnée.

- A) Les visites / visiteurs
- B) Les pages vues
- C) Heures et jours de visites
- D) La fidélisation de vos visiteurs

Analyse d'audience

II) L'analyse de l'acquisition :

- Après avoir fait un état du trafic du site web, nous pouvons analyser ces sources d'acquisition. C'est à dire d'où viennent les visiteurs et quels sont les sites qui ont amené des visites.

Il existe trois sources d'acquisition:

- **A) L'accès direct**

L'accès direct regroupe toutes les personnes qui ont :

- tapés directement l'adresse **dans leur navigateur.**
- **ajoutés aux favoris** le site, et cliqués sur ce favori.

- **B) Les moteurs de recherche**

- 1) Mots clés tapés
- 2) Référencement ou recherche de marque ?
- 3) Volume de recherche

- **C) Les liens / sites référents**

Ce sont les sites ou blogs qui vous ont envoyé du trafic.

Analyse d'audience

III) L'analyse de la rétention

- Savoir d'où les gens viennent, c'est bien, mais savoir pourquoi ils partent, à quelle page et après avoir vu quoi c'est mieux.
- L'intérêt de L'analyse de la rétention c'est de mesurer ce qui peut retenir les visiteurs et améliorer les points qui les font fuir mais également de savoir si votre site web intéresse les internautes.

- **A) Le taux de rebond**

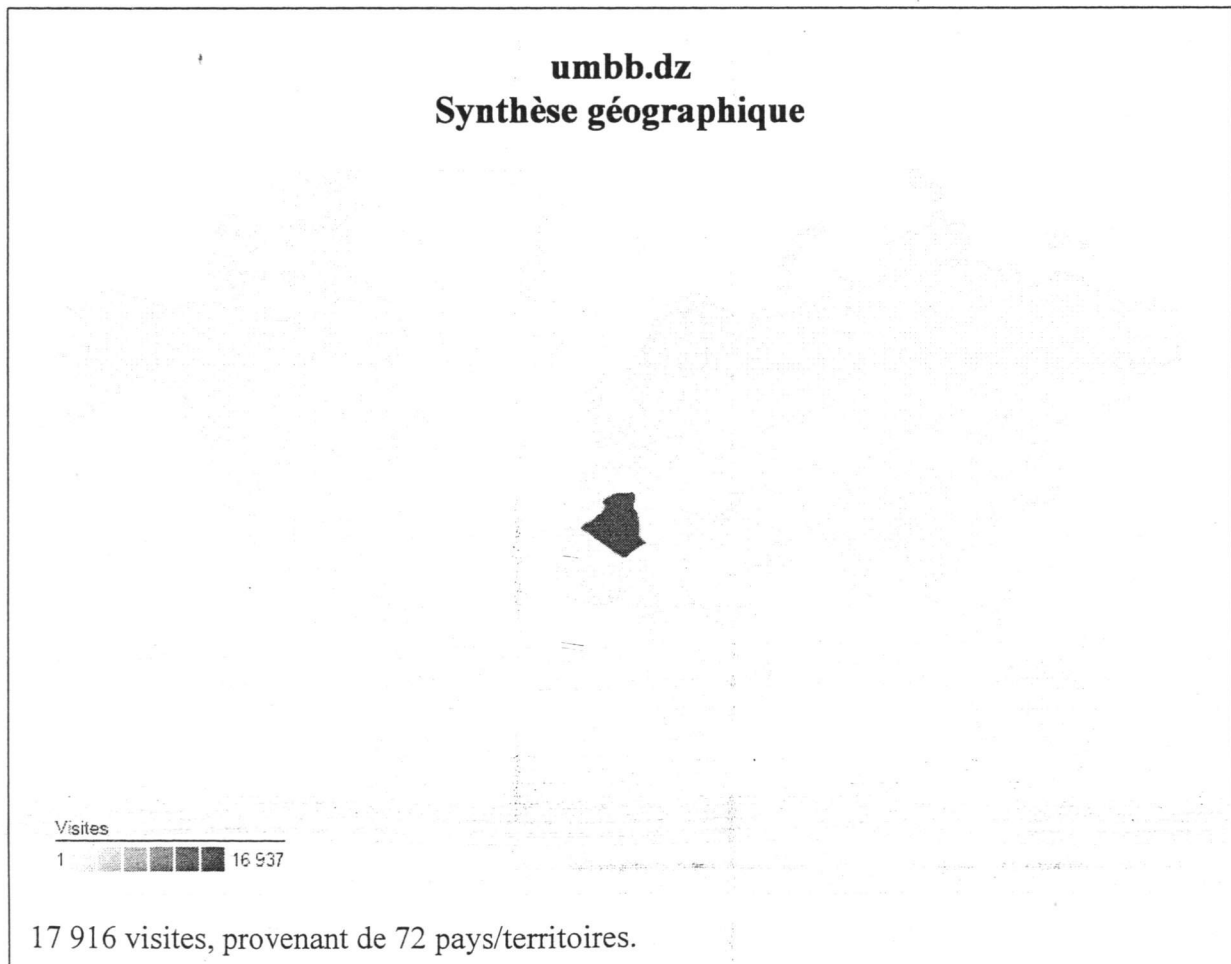
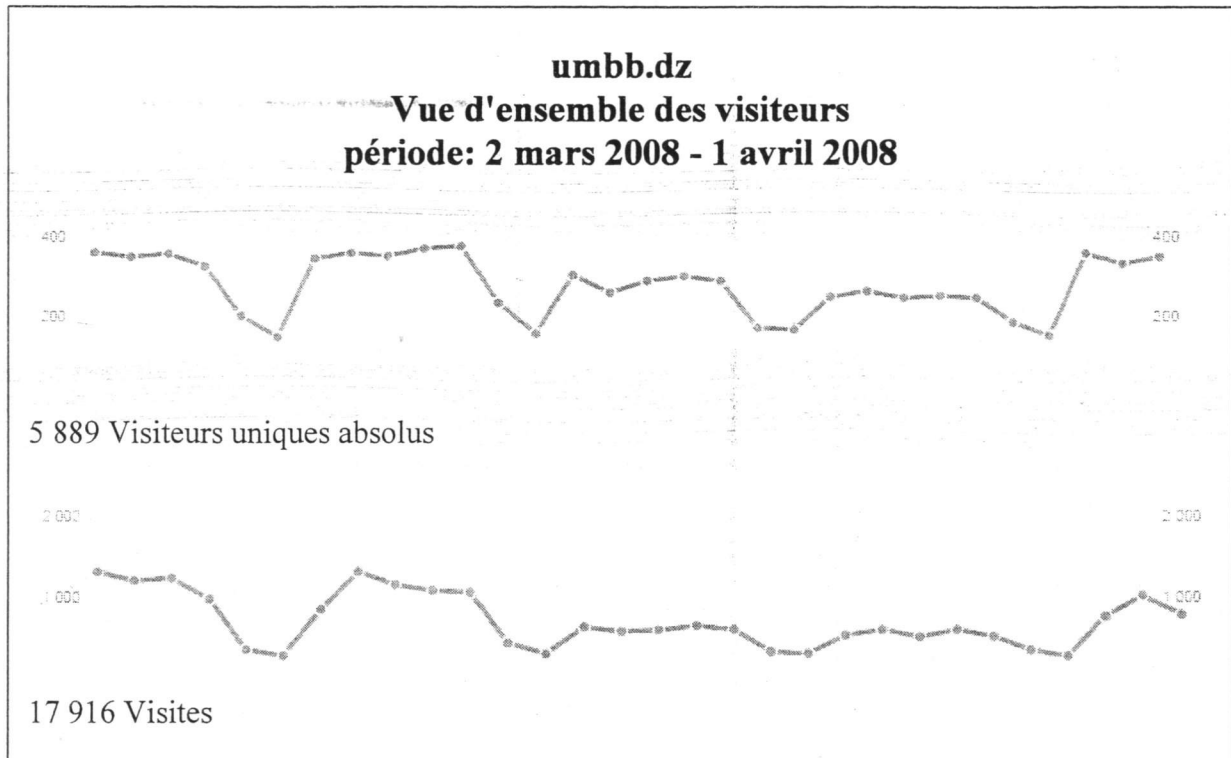
Définition du taux de rebond : Le taux de rebond représente le pourcentage de visites d'une seule page.

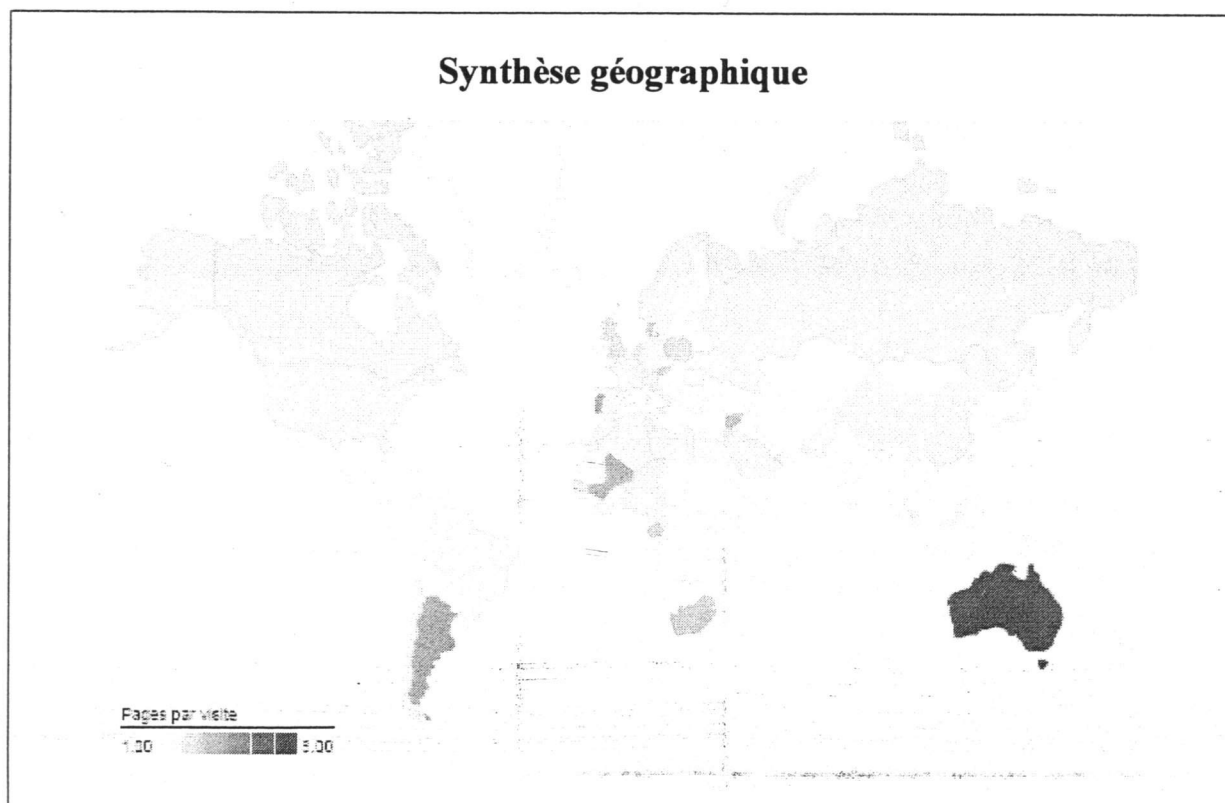
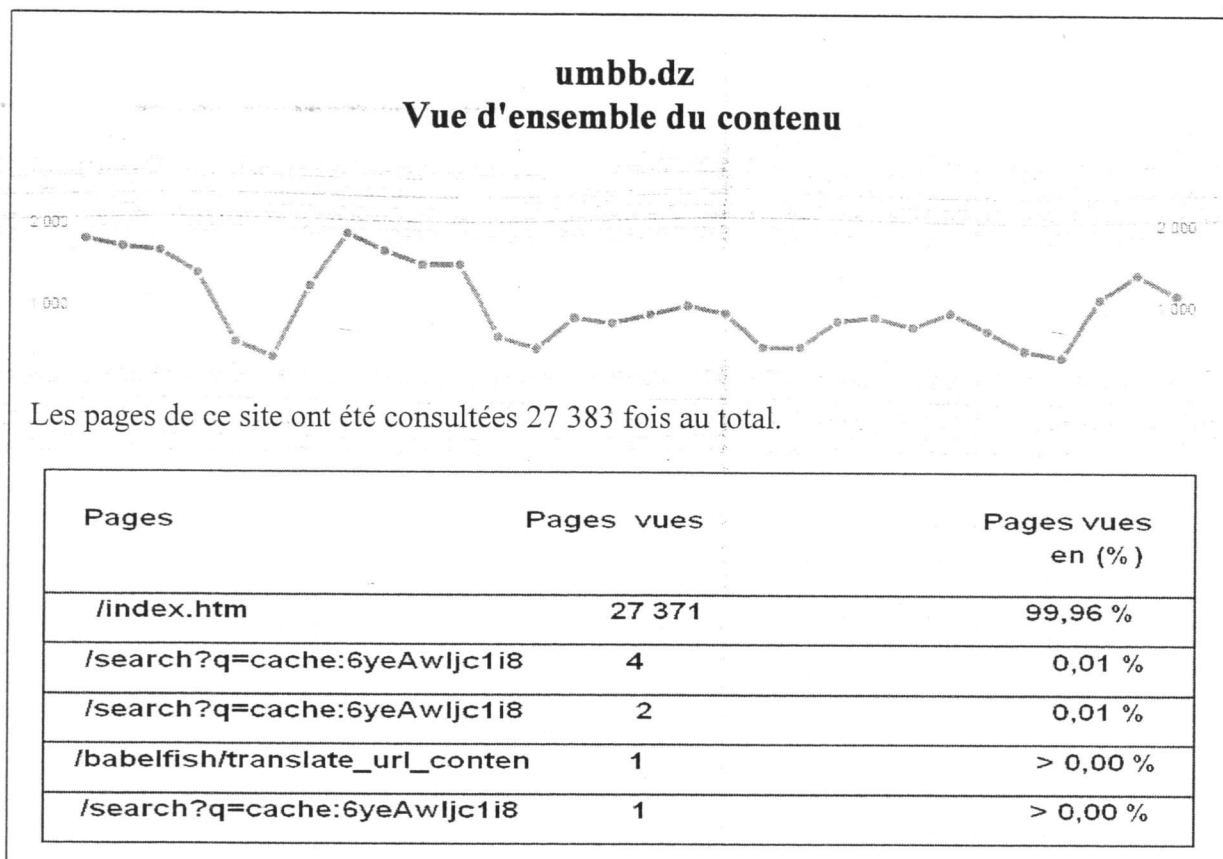
- **B) Temps passé sur le site**

Analyse d'audience du site web de l'université de BOUMERDES umbb.dz

Période: 2 mars 2008 - 1 avril 2008

- **L'analyse du trafic**
 - 17 916 Visites
 - 5 889 Visiteurs uniques absolus
 - 27 383 Pages vues
 - 1,53 Nombre moyen de pages vues
 - 23,35 % Nouvelles visites

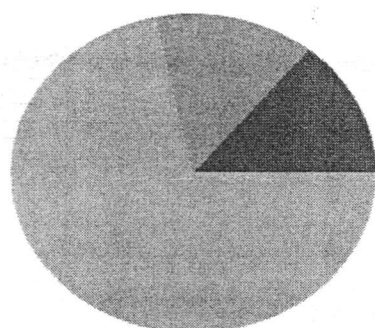




L'analyse de l'acquisition

Sources de trafic

- 71,57 % Accès directs
- 14,25 % Sites référents
- 14,17 % Moteurs de recherche



■ Accès directs	12 822 (71,57 %)
■ Sites référents	2 553 (14,25 %)
■ Moteurs de recherche	2 538 (14,17 %)
■ Autre	3 (0,02 %)

Principales sources de trafic

Sources	Visites	Visites (en %)
(direct) ((none))	12 822	71,57 %
google (organic)	2 299	12,83 %
mail.umbb.dz (referral)	683	3,81 %
mesrs.dz (referral)	295	1,65 %
algerieinfo.com (referral)	283	1,58 %

Principales sources de trafic

Mots clés tapés

Mots clés	Visites	Visites (en %)
umbb	807	31,80 %
umbb.dz	323	12,73 %
université de boumerdes	244	9,61 %
www.umbb.dz	210	8,27 %
boumerdes	122	4,81 %

2) Référencement ou recherche de marque

- le nom du site ou ses dérivés apparaissent très souvent, cela veut dire que le **référencement n'est pas optimal** et que le trafic imputé au référencement est en fait de l'accès direct (*Si les internautes ne confondait pas la barre Google avec celle d'adresses, le trafic irait directement augmenter l'accès direct*).
- **3) Volume de recherche**
- On estime qu'un bon trafic provenant des moteurs est de l'ordre de
- **30 % à 40 %**. Dans notre cas le trafic est inférieur à 20% : donc il faut **travaillez les titres, le contenu et les mots clés**.
- **L'analyse de la rétention**
Taux de rebond = 73,98 %
Temps passé sur le site = 00:01:56

Visites		Pages par visite		Temps moyen sur le site		Nouvelles visites (en %)		Taux de rebond	
17 916		1,53		00:01:56		24,17 %		73,98 %	
Total du site (en %) : 100,00 %		Moyenne du site 1,53 (0,00 %)		Moyenne du site 00:01:56 (0,00 %)		Moyenne du site 24,49 % (-1,26 %)		Moyenne du site 73,98 % (0,00 %)	
Pays/Territoire	Visites	Pages par visite	Temps moyen sur le site	Nouvelles visites (en %)	Taux de rebond				
Algeria	16 937	1,51	00:01:54	21,32 %	74,59 %				
France	380	1,79	00:01:58	62,37 %	64,47 %				
Canada	93	2,08	00:02:36	50,54 %	56,99 %				
United States	51	1,98	00:02:28	96,08 %	72,55 %				
Morocco	45	1,76	00:02:15	93,33 %	62,22 %				
Jordan	30	2,30	00:03:08	76,67 %	60,00 %				
United Kingdom	29	2,79	00:03:35	92,76 %	48,28 %				
Italy	28	2,00	00:02:09	92,86 %	71,43 %				
Mauritius	28	1,43	00:02:03	89,29 %	71,43 %				
Egypt	27	1,30	00:02:00	96,30 %	88,89 %				

Conclusion

- Après avoir procédé à un état de l'art dans le domaine de conception et d'évaluation des sites web, nous avons constatés que les interventions ergonomiques sont de plus en plus en amont, et utilisent plusieurs techniques.
- De plus, les principales facettes de la problématique de conception d'un site web doivent trouver leurs répondants au sein d'une équipe.
- l'évaluation du projet de site web auprès des utilisateurs est aujourd'hui indispensable tout le long du cycle de développement pour garantir l'adéquation du site à ses utilisateurs potentiels ou actuels, et se fait de plus en plus systématiquement, quelque soit la nature du site.
- Ce travail met la lumière sur l'importance et l'apport de l'ergonomie dans la conception et l'évaluation des sites web, afin de faire connaître cette discipline auprès des apprenants et professionnels du milieu universitaire, des concepteurs de sites et applications web et des internautes.

**Évaluation des impacts
environnementaux de l'industrie
pharmaceutique.**

**Application de l'ACV aux processus
de production d'un médicament**



N. Kihal
Université M'Hamed Bougara
UMBB – Boumerdès

Evaluation des impacts environnementaux

- La prise en compte de la contrainte environnementale
- L'accroissement des exigences réglementaires de qualité sur les activités de production pharmaceutique,
- Une incidence notable sur certains paramètres tels que la consommation énergétique et la charge polluante des effluents aqueux.

Prise en compte de l'Environnement

- * Respect des lois dans les années 70,
- * traitements curatifs des années 80,
- * la prévention de pollution des années 90 (*Khalifa1998*)

La démarche d'éco-conception :

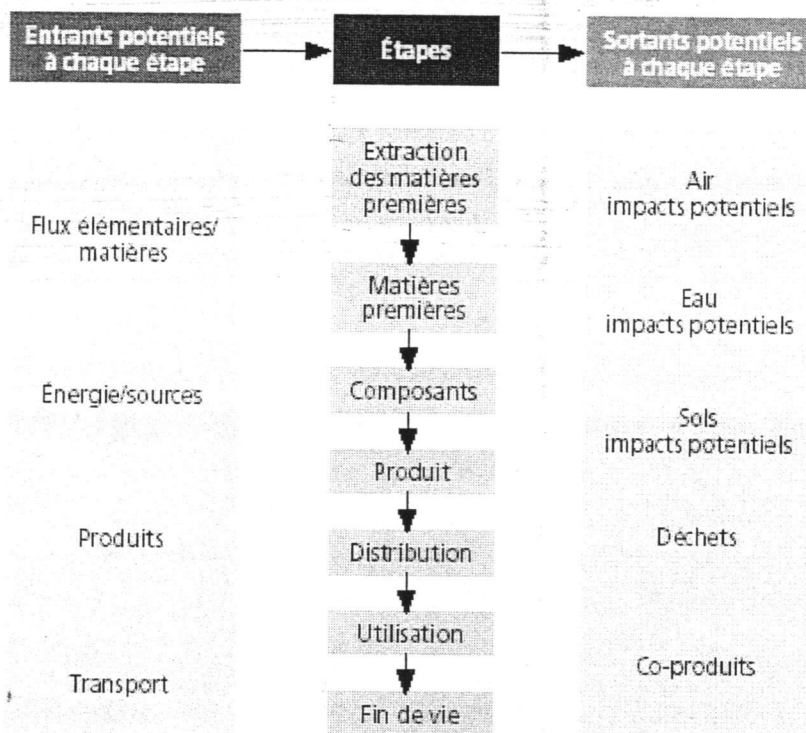
Une vision globale de l'ensemble des impacts d'un produit sur l'environnement sur toute sa durée de vie (*Ademe, 2004a*).

Outils de l'Eco-conception

Analyse de cycle de vie

- ❖ Méthode d'analyse environnementale...
Évalue les impacts potentiels d'un système sur l'environnement
- ❖ Du berceau à la tombe
De l'acquisition des matières premières à l'élimination finale

Le cycle de vie d'un produit



Source : d'après Griseil L., Duranthon G., 2001.
Pratiquer l'éco-conception. Paris, Afnor. 128 p. (coll. Afnor pratique).

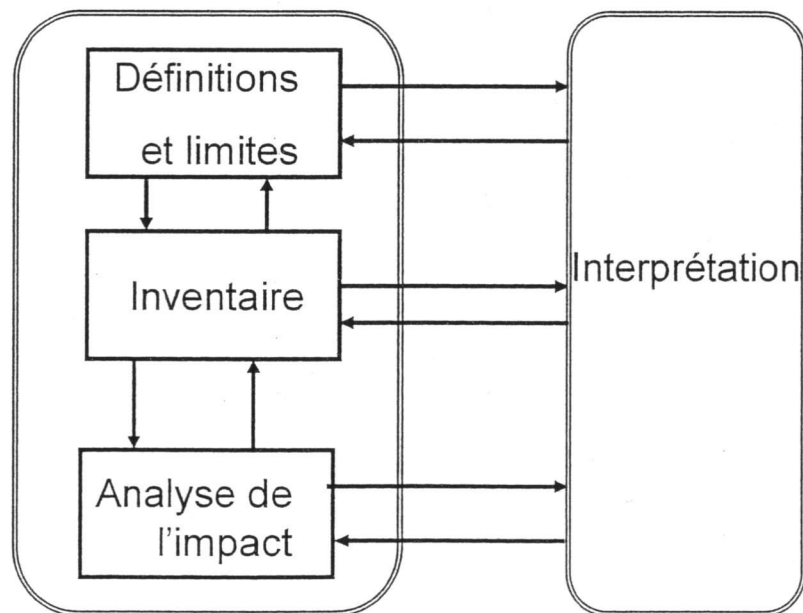
Objectifs

- Proposer une démarche d'évaluation des principaux impacts environnementaux
- La production des médicaments dans une unité de production pharmaceutique, le Laboratoire Pharmaceutique Algérien – production- Boudouaou.
- Une approche Eco-conception. L'outil, l'ACV.
- Un outil d'orientation
- Minimisation de la pollution
- Le sous - secteur de l'industrie chimique : fabrication des médicaments et laboratoires pharmaceutiques (sous-secteur basée sur les procédés discontinus).

Objectifs

- 1- l'environnement : un enjeu au quotidien pour l'industrie,
- 2- l'Eco-conception : une étude bibliographique des outils et concepts,
- 3- la situation générale de l'industrie pharmaceutique,
- 4- principales phases des processus, opérations et processus auxiliaires associés à l'industrie pharmaceutique,
- 5- les aspects environnementaux liés à l'activité de production pharmaceutique,
- 6- l'application de l'ACV en industrie pharmaceutique (revue bibliographique),
- 8- cas pratique décrivant des opportunités de minimisation de la pollution. Réalisation de l'ACV du processus de production des suppositoires.

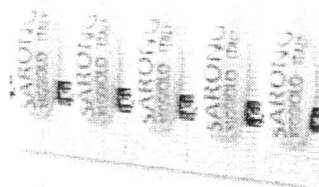
MATERIELS ET METHODES



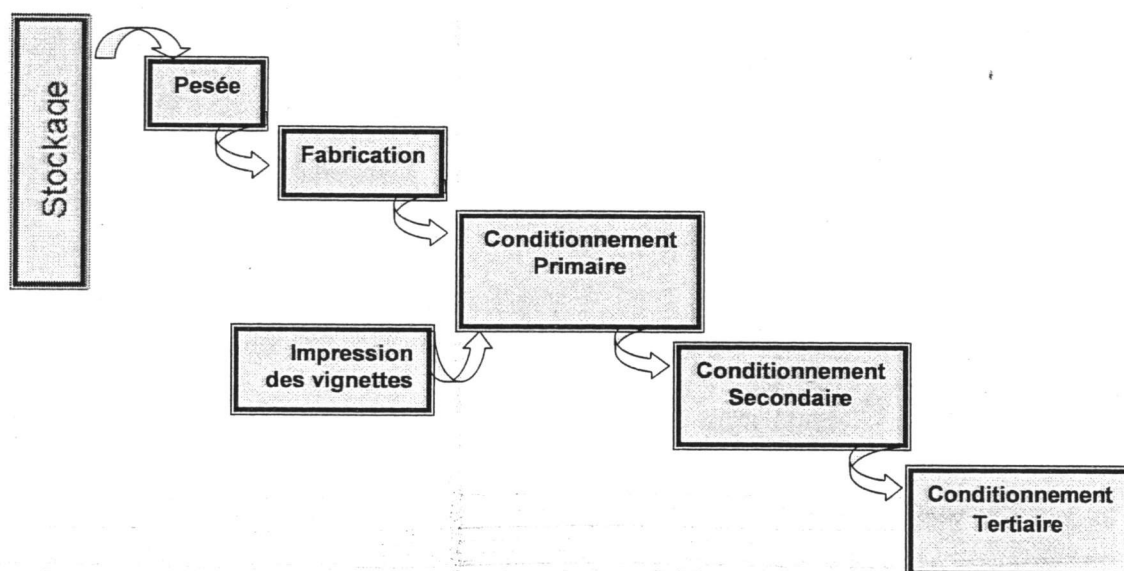
Les étapes de l'Analyse de Cycle de Vie [ISO 14040, 1997]

MATERIELS ET METHODES

- Analyse de cycle de vie d'un médicament
- Lieu : Laboratoire Pharmaceutique Algérien (LPA);
- Processus de production des suppositoires
- Unité fonctionnelle: un lot de suppositoires

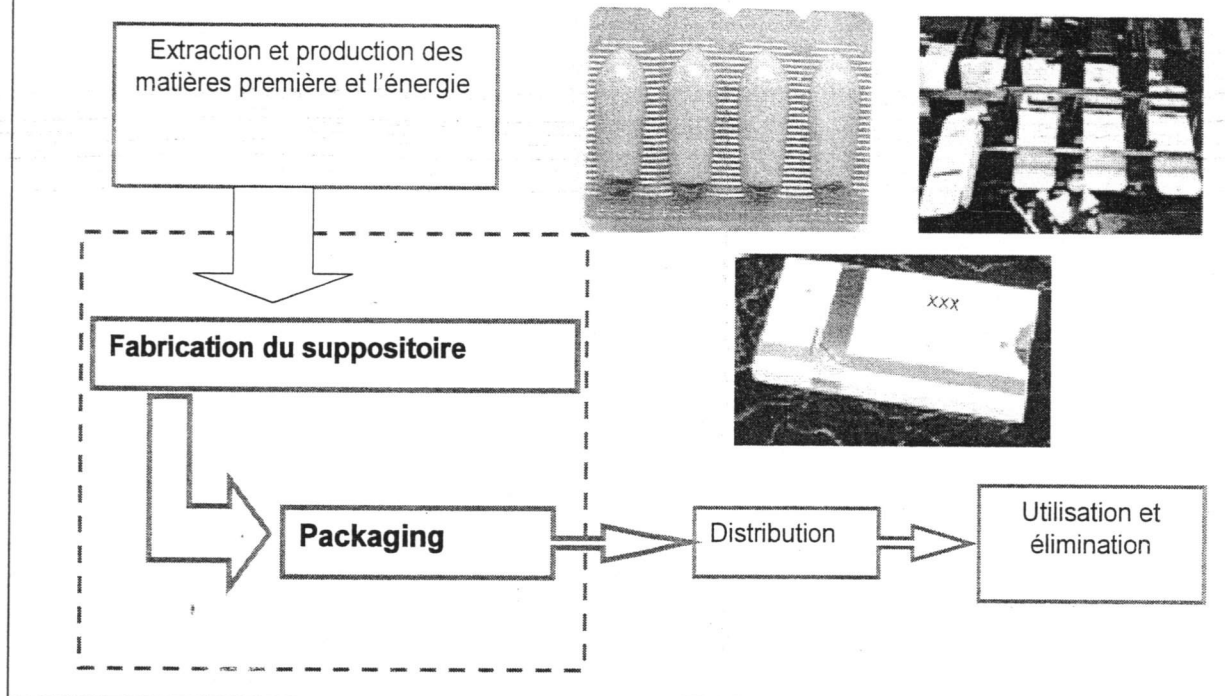


MATERIELS ET METHODES



MATERIELS ET METHODES

Définition des frontières pour le cycle de vie des suppositoires

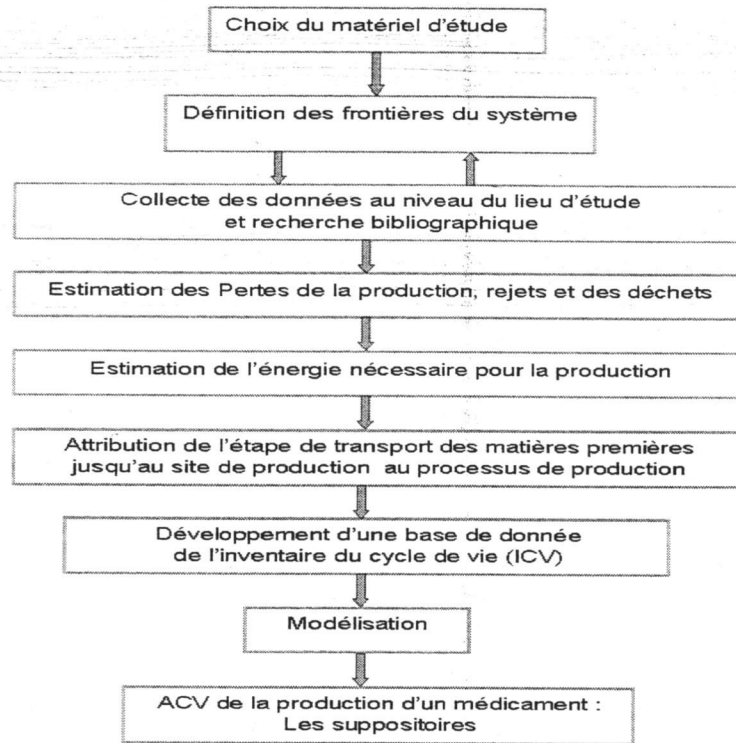


MATERIELS ET METHODES

Notre approche

- Diagnostic de la situation environnementale au sein, de l'entreprise LPA PROD Boudouaou (*Bahmed L 2006*)
- L'évaluation semi-qualitative des aspects environnementaux associés à la production des suppositoires (*CAR/PP 2002*),
- construction d'une Matrice (*Guide Méthodologique pour l'Evaluation des Incidences sur l'Environnement*)
- représentation des données par la Méthode SADT (*EspinasseB.*), (*Monet G.*).
- **la méthode ACV** dans une approche cradle-to-gate (*Conception 2000*)

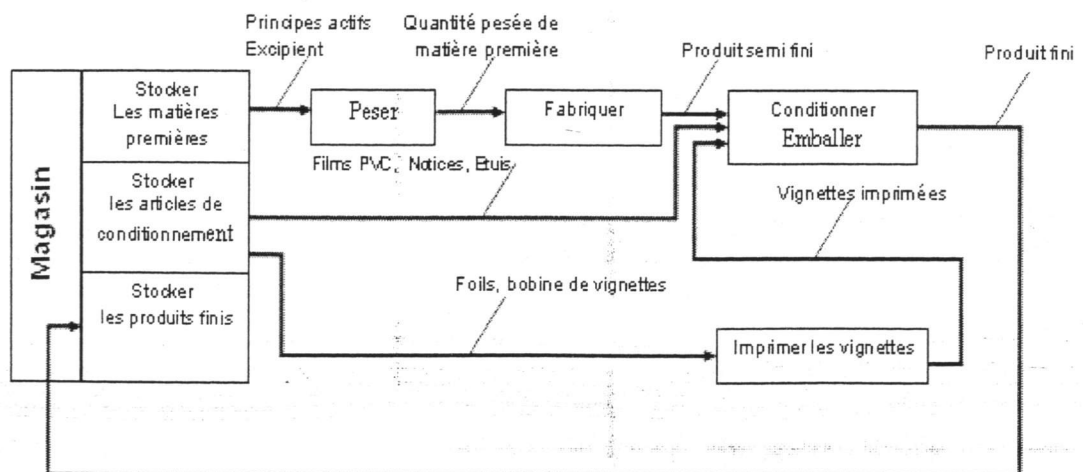
MATERIELS ET METHODES



Résultats et discussion

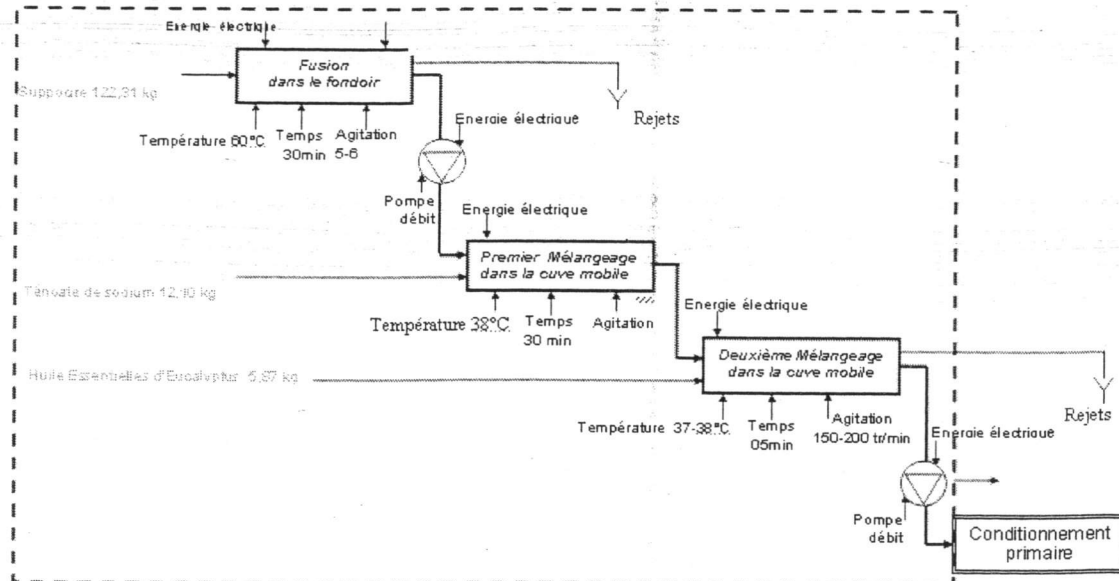
Inventaire du cycle de vie

Etapes de la production des suppositoires

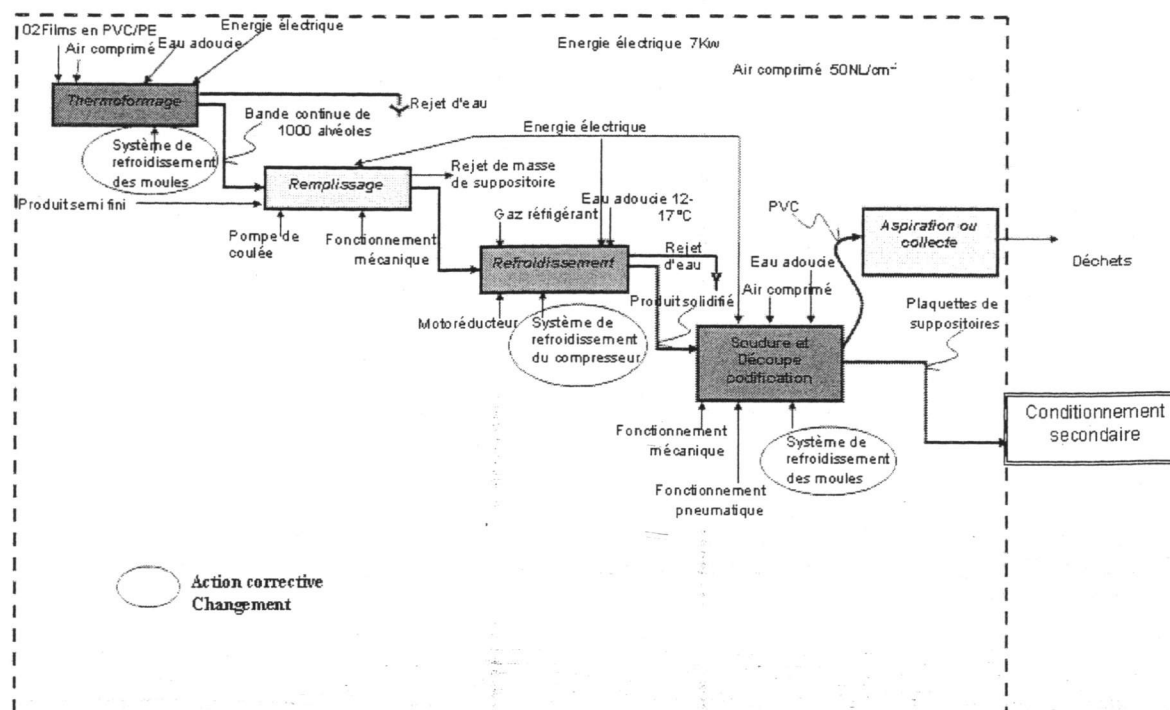


Résultats et discussion

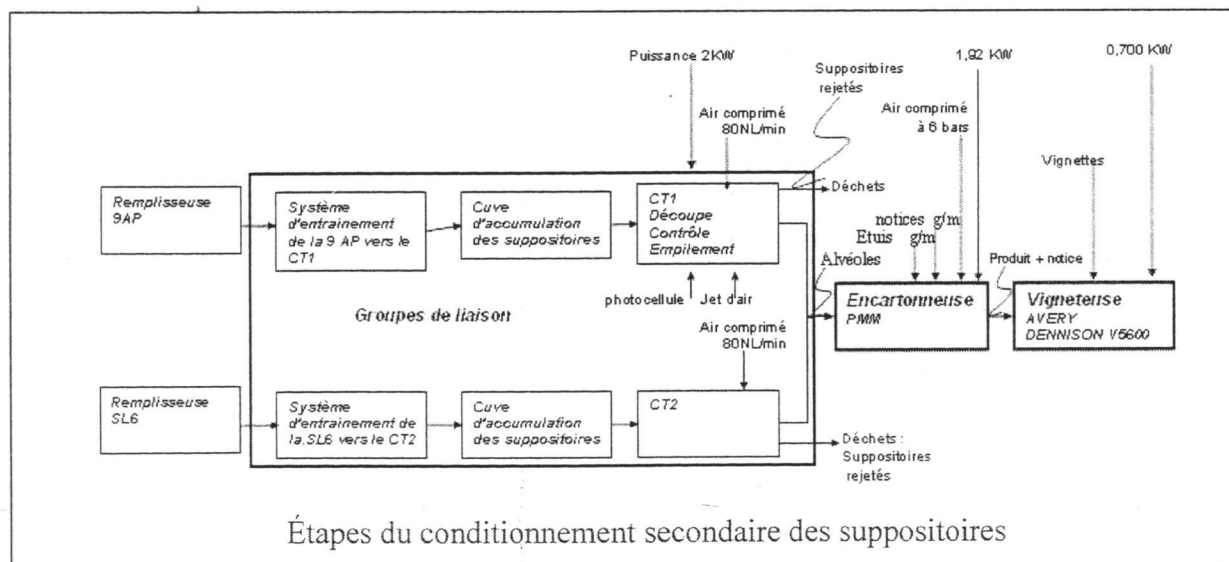
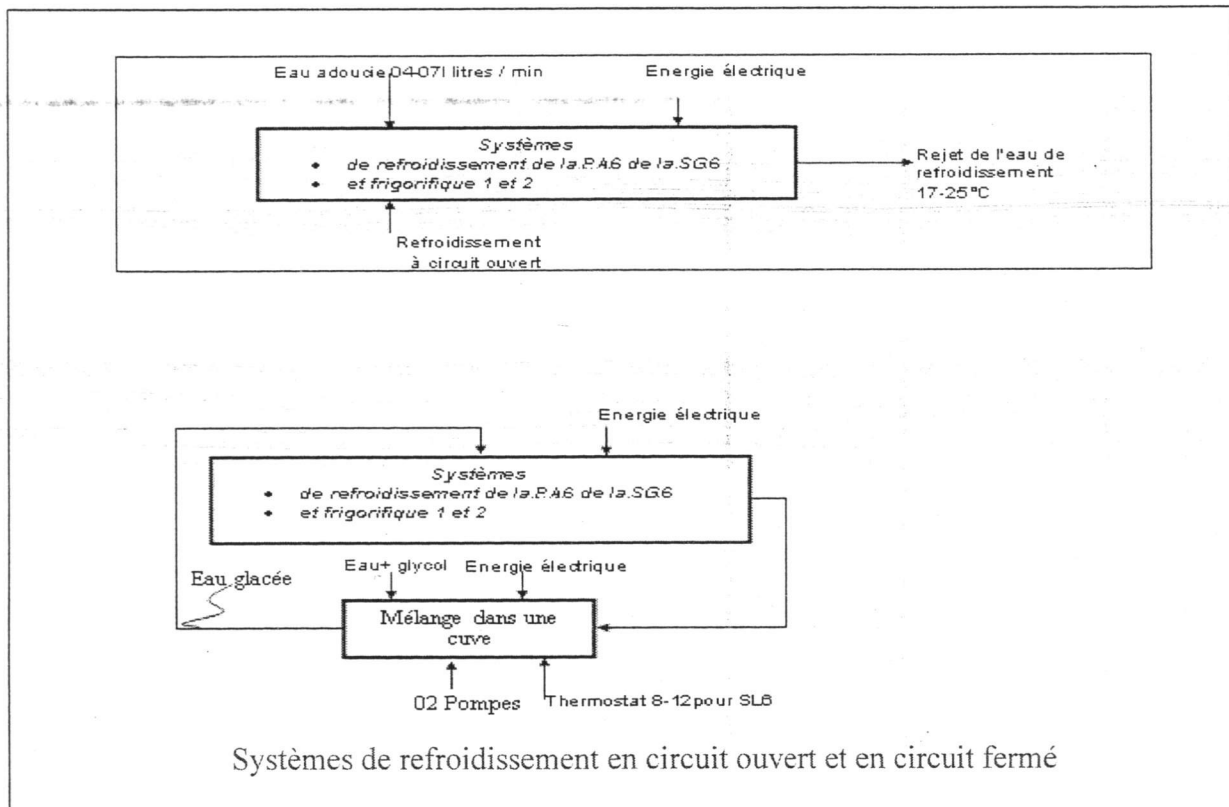
Inventaire du cycle de vie



Etapes de la fabrication des suppositoires



Étapes du conditionnement primaire des suppositoires



Opération basique	Effet	ordre
Fabrication	Consommation d'énergie thermique	1 ^{er}
	Consommation d'énergie électrique	2 ^{ème}
	Consommation d'air comprimé	NON-SIGNIFICATIF
	Génération de COV	1 ^{er}
	Rejet de masse médicamenteuse	1 ^{er}
Conditionnement Primaire	Consommation d'eau	1 ^{er}
	Consommation d'énergie électrique	1 ^{er}
	Consommation d'air comprimé	1 ^{er}
	Rejet de masse médicamenteuse	2 ^{ème}
	Consommation de produit chimique	1 ^{er}
	Emissions de gaz refroidissant (R22, R134a)	1 ^{er}
	Produits non-conformes	1 ^{er}
Déchets d'emballage défectueux	1 ^{er}	
Conditionnement secondaire	Consommation d'énergie électrique	1 ^{er}
	Consommation d'air comprimé	1 ^{er}
	Produits non-conformes	NON-SIGNIFICATIF
Nettoyage / désinfection de l'équipement et des installations	Consommation d'énergie thermique	1 ^{er}
	Consommation d'eau	1 ^{er}
	Consommation d'énergie électrique	NON-SIGNIFICATIF
	Consommation d'air comprimé	NON-SIGNIFICATIF
	Rejet eaux résiduaires (volume du rejet et charge polluante)	1 ^{er}
	Consommation de produit chimique	1 ^{er}
	Génération de déchets (emballages de produits détergents)	1 ^{er}

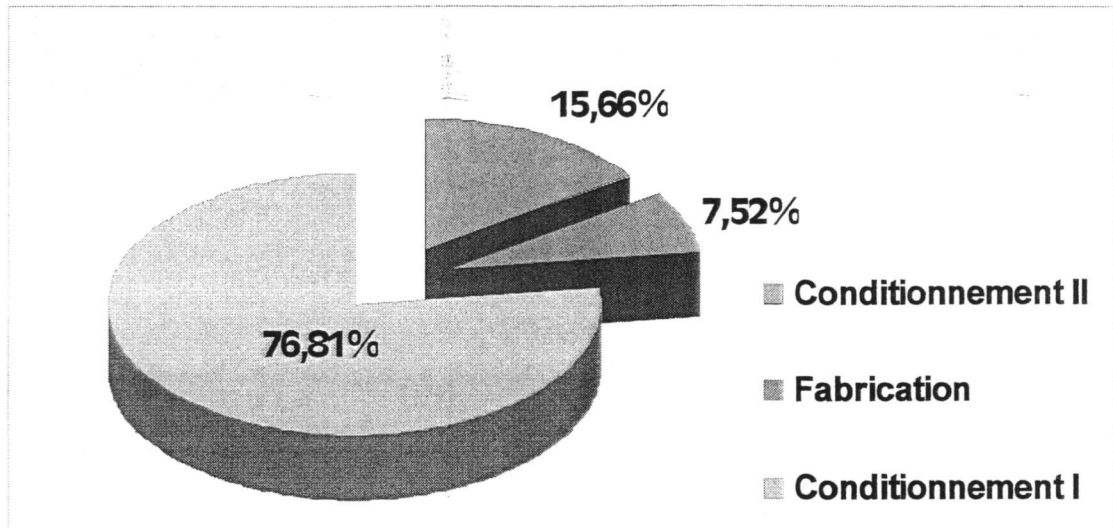
Les impacts environnementaux de la production des suppositoires

Opération Basique	Effet	ordre
Nettoyage et désinfection	Voir tableau d'évaluation des aspects des divers processus de production	
Génération de vapeur	Emissions de gaz et de particules	1 ^{er}
	Consommation de combustibles	1 ^{er}
	Consommation d'énergie électrique	2 ^{ème}
	Rejet d'eaux à haute conductivité (purges)	2 ^{ème}
	Consommations de produits chimiques (additifs)	NS
	Déchets d'emballage de produits chimiques	NS
Génération de froid	Emissions de gaz refroidissant (R22, R134a)	1 ^{er}
	Consommation d'énergie électrique	1 ^{er}
	Bruit	2 ^{ème}
	Produits d'entretien des équipements	NS
	Déchets d'emballage de produits chimiques	NS
Alimentation en eau	Consommation d'énergie électrique	2 ^{ème}
	Rejet de refoulement de traitement	1 ^{er}
	Consommations de produits chimiques	2 ^{ème}
	Déchets d'emballage de produits chimiques	NS

Les impacts environnementaux des opérations auxiliaires à la production des suppositoires.

Résultats et discussion

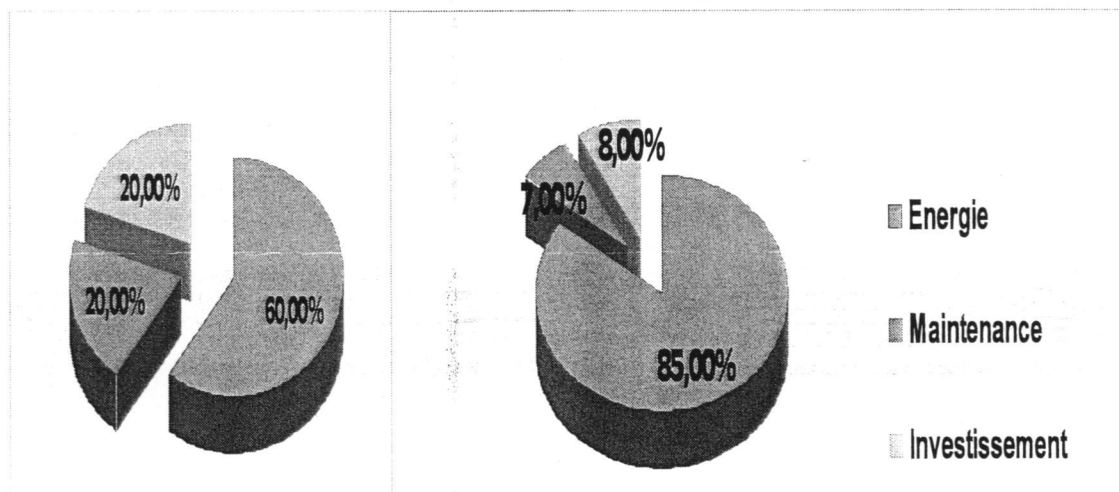
Répartition de la consommation électrique



Consommation élevée au niveau du conditionnement primaire

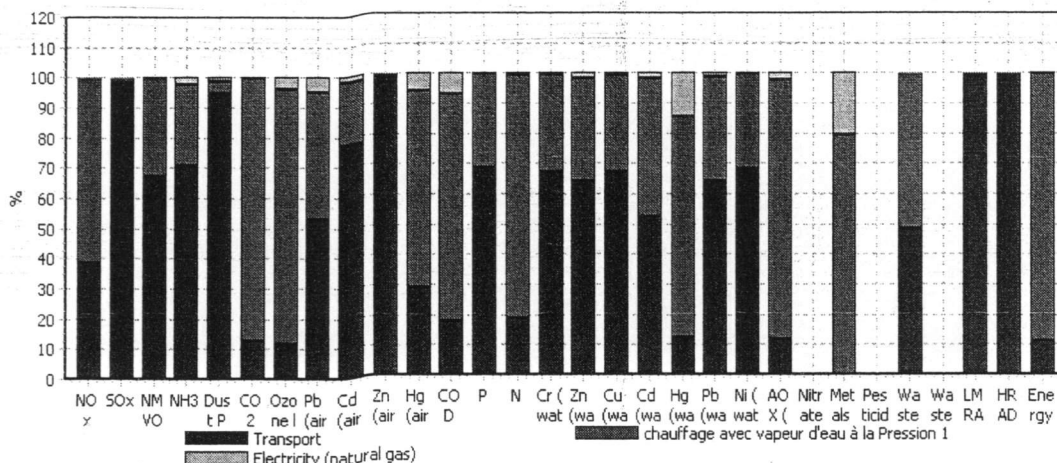
Résultats et discussion

Consommation d'air comprimé

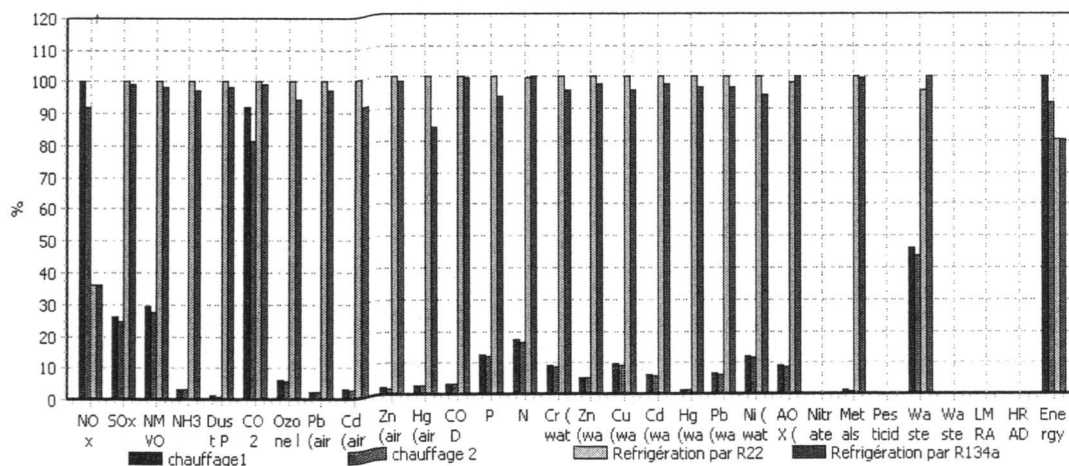


Dans le cas d'un fonctionnement industriel de 8000 heures par an, les compresseurs consomment chaque année en énergie l'équivalent de leur valeur d'investissement (ACE 2007)

Résultats et discussion

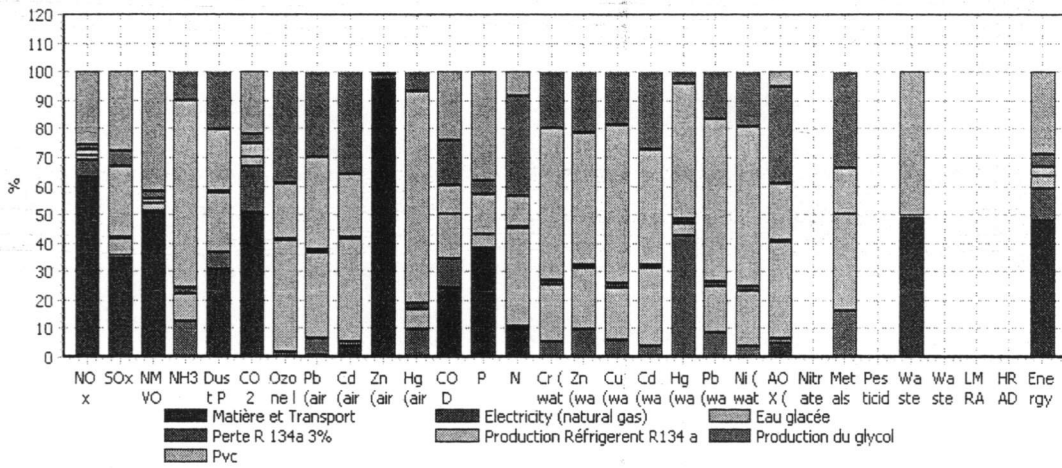


Analyse de 1 p 'Atelier Fabrication', méthode: Ecopoints 97 (CH) V2.03 / Ecopoints / caractérisation



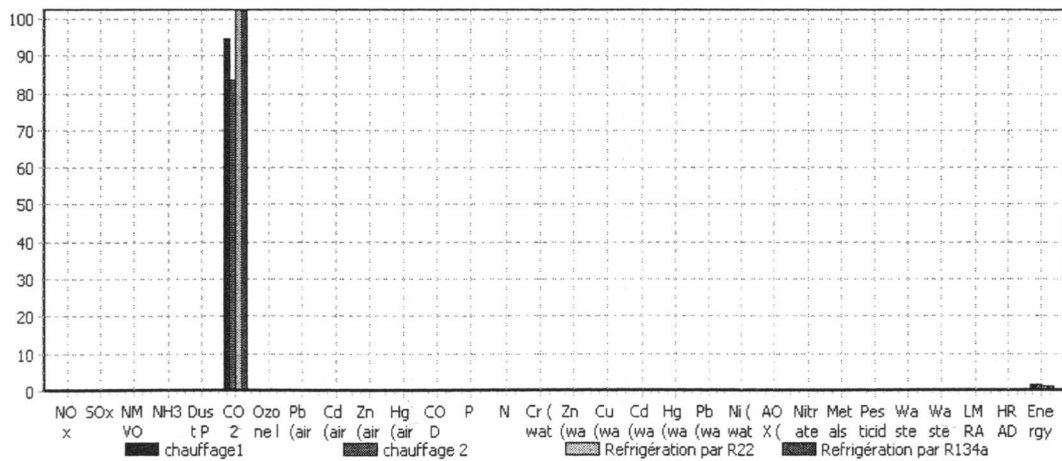
Comparaison de 1 p 'chauffage1', 1 p 'chauffage 2', 1 MJ 'Refrigeration par R22' et 1 MJ 'Refrigeration par R134a', méthode: Ecopoints 97 (CH) V2.03 / Ecop

Résultats et discussion



Analyse de 1 p 'Produit Conditionné l'aire', méthode: Ecopoints 97 (CH) V2.03 / Ecopoints / caractérisation

Résultats et discussion



Comparaison de 1 p 'chauffage1', 1 p 'chauffage 2', 1 MJ 'Réfrigération par R22' et 1 MJ 'Réfrigération par R134a', méthode: Ecopoints 97 (CH) V2.03 / Ecop

CONCLUSION et PERSPECTIVES

- ACV, un outil pour des travaux méthodologiques et appliqués à l'analyse environnementale des processus de production.
- Approche « cycle de vie » permet :
 - De ne pas déplacer les impacts;
 - Quantification des impacts;
 - Identifier les enjeux environnementaux.
- l'ACV permet de comparer des scénarios et fixer des priorités.
- Pour aller vers des pratiques de production et des modes de consommation plus durable.
- Aborder l'évaluation au niveau supra -l'unité de production du médicament.
- Quantification de l'incertitude des résultats.
- Passage du diagnostic à la prescription.
- Développer une approche opérationnelle: L'éco- socio –conception ==> (l'éco - efficacité, l'éco –conception (ACV), l'éco- efficacité).

Modélisation du cycle de vie d'un polluant au sein d'une PME-PMI



F. Younsi
Université M'Hamed Bougara
UMBB – Boumerdès

Problématique

Résumé

Dans les études d'évaluations du cycle de vie, la quantification des flux de matières joue un rôle primordial dans l'observation des répercussions environnementales des activités industrielles.

Cependant la complexité et la variabilité de certains processus rendent très difficile l'identification de tous les flux, d'où la nécessité de modéliser le système étudié pour avoir une représentation plus claire, ce qui va nous permettre une meilleure compréhension et identifier à temps les substances problématiques et d'en chercher les moyens de les réduire.

L'objectif de cette recherche est la proposition d'une méthode de représentation en identifiant clairement tous les flux et qui rendrait plus compréhensible les études d'analyse du cycle de vie.

Plusieurs outils de modélisation sont utilisés dans les Process industriels, dans notre cas on a opté pour la méthode SADT qui est souvent utilisée en parallèle à l'inventaire du cycle de vie.

Notre étude, vise à identifier et quantifier tous les flux générés par la fabrication d'un mobilier de bureau au sein de l'entreprise CAMMO.

Pour cela nous allons d'abord faire une modélisation graphique de notre système en utilisant la méthode SADT pour faciliter la lecture des flux de matières.

L'identification et la quantification des flux vont nous permettre ensuite de mettre en place un modèle analytique pour montrer les relations qui relient les flux sortants aux flux entrants pour détecter l'activité la plus impactante et proposer ainsi à l'entreprise un moyen de maîtriser ses flux.

Mots clés

ACV, flux entrants et sortants, SADT, modélisation, éco-conception, Process industriel, développement durable