




Styrène polyester stratifié

Préventica 27^{ème} édition

Christine Guichard :

- Ingénieur conseil de la Carsat Rhône-Alpes
- Pilote de l'action nationale styrène

Fabrice Leray :

- Ingénieur conseil de la Carsat Pays de la Loire

14/10/2014
1




Préambule

- L'objectif de l'action styrène des Carsat est d'accompagner les entreprises mettant en œuvre du polyester stratifié pour réduire les expositions au styrène.
- Sont concernées :
 - l'industrie nautique,
 - la plasturgie,
mais également des activités telles que la carrosserie poids lourd ou autres.

14/10/2014
2



Retraite
& Santé
au travail

Pays de la Loire



Assurance
Maladie

RISQUES PROFESSIONNELS



Retraite
& Santé
au travail

Pays de la Loire



Assurance
Maladie

RISQUES PROFESSIONNELS



Carsat
Pays de la Loire

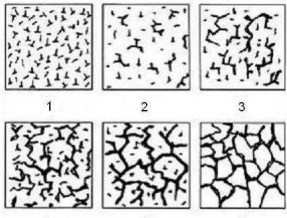


**Assurance
Maladie**
RISQUES PROFESSIONNELS

Généralités

- **Les polyesters stratifiés sont composés :**
 - d'une matrice à base de résines polyester,
 - de renforts,
 - d'additifs.
- **Les constituants élémentaires sont :**
 - des polymères,
 - d'un diluant réactif (styrène...) qui a pour fonction :
 - d'ajuster la viscosité,
 - de réagir avec le polymère (« réticulation ») ,
 - d'inhibiteur de réactions
 - de catalyseurs,
 - d'accélérateurs de réaction.

Processus de réticulation d'une résine thermodurcissable



14/10/2014
5



Carsat
Pays de la Loire



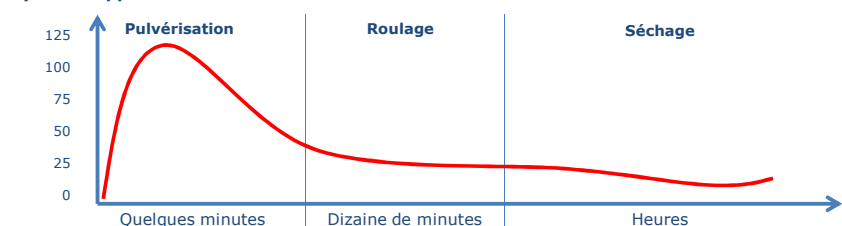
**Assurance
Maladie**
RISQUES PROFESSIONNELS

Sources potentielles d'émissions

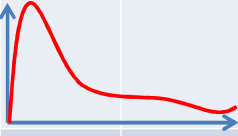
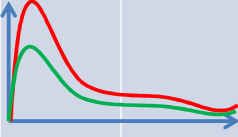
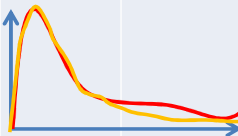
- **On distingue :**
 - les **émissions dynamiques** : pendant la projection, l'imprégnation au rouleau...
 - les **émissions statiques** pendant les phases de repos, de polymérisation (séchage)...

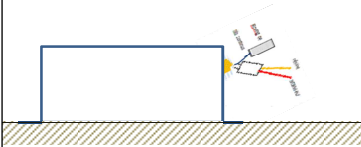
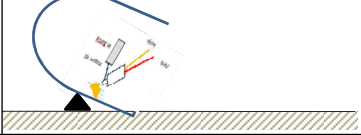
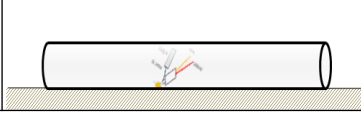
Evolution de la concentration en styrène en fonction du temps
(application en moule ouvert : contact et projection simultanée)

Styrène en ppm

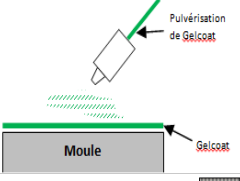
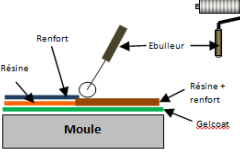
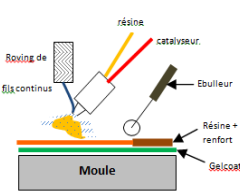


14/10/2014
6

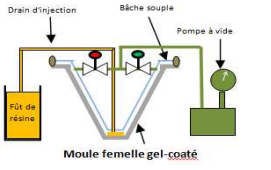
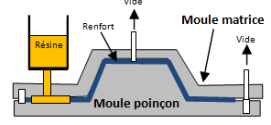
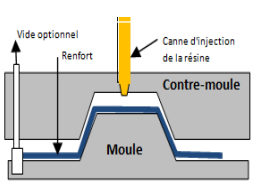
Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Rappel sur les FTS et les FES				
Désignation Résines / gelcoats	Observations	Emissions en styrène	Influence les émissions	
			Dynamiques	Statiques
Classiques	Concentration > à 35 % de styrène	++++		
Faible Teneur (FTS ou LSC)	Teneur en styrène < à 35 %. Le pré-polymère DCPD permet : - de diminuer la proportion de styrène à viscosité constante ; - de formuler des résines de faible viscosité ; - d'optimiser la cinétique de polymérisation et, de facto, le temps de démoulage.	++		
Faible Emission (FES ou LES)	Ajout d'adjuvants afin d'avoir un film barrière en surface et de limiter les émanations de styrène.	+++		
Autres	...	...	...	...

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Types de pièces	
4 grands types de pièces ont été définis	
Les petites pièces : dimensions permettant l'utilisation d'une cabine à ventilation horizontale ou équivalent...	
Les grosses pièces : dimensions nécessitant l'utilisation d'une cabine à ventilation verticale ou équivalent. Exemples : matériaux bâtiments, piscines...	
Les grosses pièces creuses : application dans le creux de la pièce Exemple : fabrication de coques de bateaux	
Les pièces avec espace confiné : application à l'intérieur d'un espace confiné. Exemples : réparation à l'intérieur d'un bateau	

14/10/2014

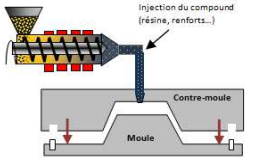
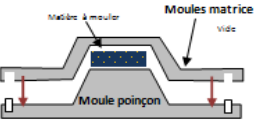
Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Moules ouverts			
Procédés	Schéma	Principe	Emissions
Gelcoatage		Procédé, par pulvérisation, manuel ou robotisé. La résine est projetée à la surface du moule.	++++
Moulage au contact		Procédé manuel. Les renforts sont déposés sur le moule, imprégnés de résine (rouleau, brosse, pulvérisation...) puis ébullés manuellement.	++++
Moulage par projection simultanée		Procédé, par pulvérisation, manuel ou robotisé. La résine et les fils coupés sont projetés à la surface du moule, compactés puis ébullés.	++++

14/10/2014

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Moules fermés			
Procédés	Schéma	Principe	Emissions
Infusion		Le principe consiste à : • disposer les renforts sur le moule gelcoaté, • l'étancher à l'aide d'une bache, • à injecter de la résine par dépression entre le moule et la bache.	+
Moulage sous vide		A l'instar de l'infusion, la mise sous vide permet de répartir la résine et d'imprégner le renfort.	+
RTM (Resin Transfer Molding)		Le principe est : • de disposer des renforts sur le moule • puis de faire migrer sous basse pression (< 5 bars) la résine dans le moule fermé.	+

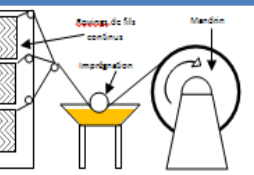
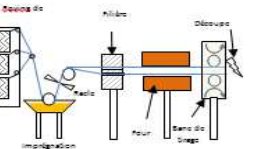
14/10/2014

10

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Moules fermés			
Procédés	Schéma	Principe	Emissions
BMC (Bulk Molding Compound)		Le mélange constitué de résine, de charges, d'adjuvants et de renforts est moulé par injection sous pression.	+
SMC (Sheet Molding Compound)		La feuille pré-imprégnée d'un mélange de résine est découpée à la taille voulue, pesée puis déposée sur la presse où elle est moulée par compression.	+

14/10/2014

11

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Autres procédés			
Procédés	Schéma	Principe	Emissions
Enroulement filamenteux		Les fils continus de verre sont imprégnés de résine puis enroulés sur un mandrin...	++++
Pultrusion		Procédé en continu. Les renforts sont tirés par un banc de tirage, imprégnés de résine, mis en forme dans une filière, durcis, puis découpés à longueur après le banc de tirage.	++
Moulage par centrifugation <i>procédé peu répandu</i>		La résine et le fil coupé sont déposés dans un moule cylindrique. La vitesse de rotation du moule permet de la répartir...	+++

14/10/2014

12

 	
Sommaire	
1.	Rappel sur les résines et les procédés
2.	La profession
3.	Le contexte de l'action
4.	Bilan de la campagne 2013 et des questionnaires
5.	Les actions envisagées pour accompagner les entreprises
14/10/2014	13

 	La profession
♦	Une forte proportion de TPE ≤ 50 salariés
♦	Différents domaines d'activité :
♦	nautisme,
♦	matériaux bâtiments ou sanitaires,
♦	piscines,
♦	transport (camions, bus, trains : pièces de carrosserie...),
♦	secteur de l'énergie (éoliennes, armoires électriques...)
♦	équipements industriels,
♦	...
♦	4 codes « tarification » principaux :
▪	252HK relevant du CTN E (Plasturgie)
▪	351EB relevant du CTN F (Nautisme)
▪	342BA et 342AA relevant du CTN A (Carrosserie PL)
▪	...
	} non spécifiques au polyester
14/10/2014	14




La profession

- ◆ 2 organisations professionnelles nationales principales concernées et actives :
 - la FIN (Fédération des Industries Nautiques)
 - le GPIC (groupement de la plasturgie industrielle et des composites)
- ◆ + syndicats régionaux de la plasturgie et des composites (6)

14/10/2014
15




Sommaire

1. Rappel sur les résines et les procédés
2. La profession
- 3. Le contexte de l'action**
4. Bilan de la campagne 2013 et des questionnaires
5. Les actions envisagées pour accompagner les entreprises

14/10/2014
16



Retraite
& Santé
au travail

Pays de la Loire



RISQUES PROFESSIONNELS

Effets sur la santé

Neurotoxique :

- **Audition** ↘, une mention ototoxique vient d'être ajoutée à son classement européen
- Perturbation de la vision des couleurs,
- Temps de réaction ↗,
- Mémoire / dextérité ↘,
- Céphalées, troubles de l'humeur

Aspect CMR :

- **Cancérogène possible pour l'homme (2B) par le CIRC (2002)**
- Utilisation de sels de cobalt susceptibles de potentialiser les effets cancérogènes du styrène
- **Au niveau européen, il vient d'être classé Reprotoxique cat. 2 (foetus)**

MP 66 : rhinites, asthmes, BPCO suite asthme + MP 84

Classement actuel :

- toxique aigu catégorie 4 (nocif par inhalation),
- STOT RE 1 (mention spécifique pour son effet sur l'ouïe),
- irritant pour la peau et les yeux catégorie 2

14/10/2014
17



Retraite
& Santé
au travail

Pays de la Loire



RISQUES PROFESSIONNELS

Proposition valeur limite de l'ANSES en 2010

VLEP 8 h : 100 mg/m³ (23 ppm)
(pour ses effets neurotoxiques)

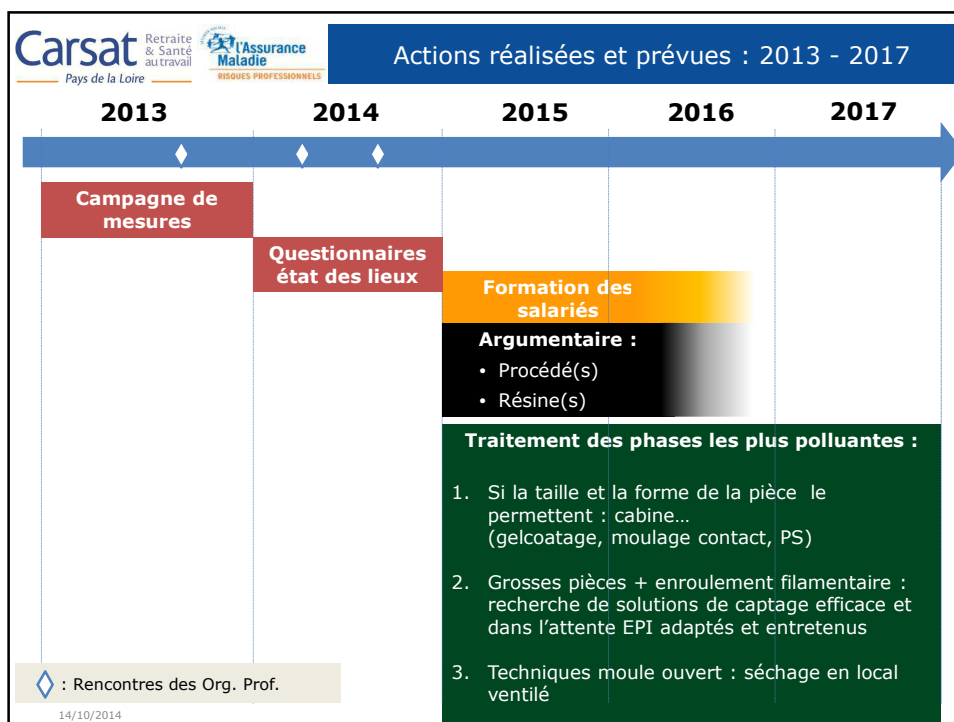
VLCT : 200 mg/m³
(pour les irritations des muqueuses respiratoires)

Mention peau
(perméation cutanée non négligeable)

Mise en application : 2017 ?

VLB en cours de consultation

14/10/2014
18



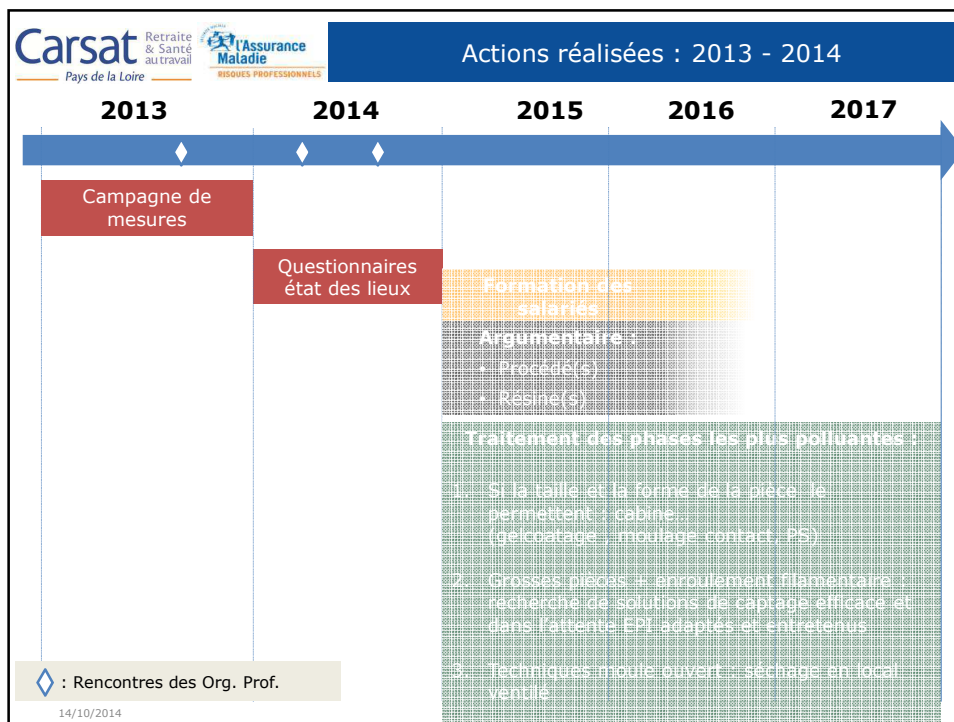
Carsat Retraite & Santé au travail
Pays de la Loire

l'Assurance Maladie
RISQUES PROFESSIONNELS

Sommaire

1. Rappel sur les résines et les procédés
2. La profession
3. Le contexte de l'action
- 4. Bilan de la campagne 2013 et des questionnaires**
5. Les actions envisagées pour accompagner les entreprises

14/10/2014 20



Carsat Retraite & Santé au travail
Pays de la Loire

Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS

Bilan : Objectifs

Une campagne et des questionnaires « états des lieux » organisés avec des objectifs de prévention :

- ◆ Repérer les tâches les plus exposantes*
- ◆ Mieux connaître les niveaux d'exposition / tâche* pour les procédés les plus récents
- ◆ Identifier les mesures de prévention collective en place en fonction des procédés
- ◆ Mettre en évidence les bonnes pratiques
- ◆ ...

* : mesures non comparables strictement aux mesures de VLEP 8 h selon le décret de décembre 2009 (Mesures hors EPI notamment)

14/10/2014

22




Bilan :
Résumé

- ♦ Participation de toutes les CARSAT + Guadeloupe et Martinique
- ♦ **112 établissements visités** pour 121 questionnaires
- ♦ **104 établissements avec interventions de prélèvements**
- ♦ **80 interventions de prélèvements exploitées entre 2013 et 2014**
- ♦ **1 195 mesures réalisées** (Metropol INRS n° 12) :
 - ♦ 772 mesures individuelles,
 - ♦ 103 VLCT,
 - ♦ 320 mesures d'ambiance.

14/10/2014
23

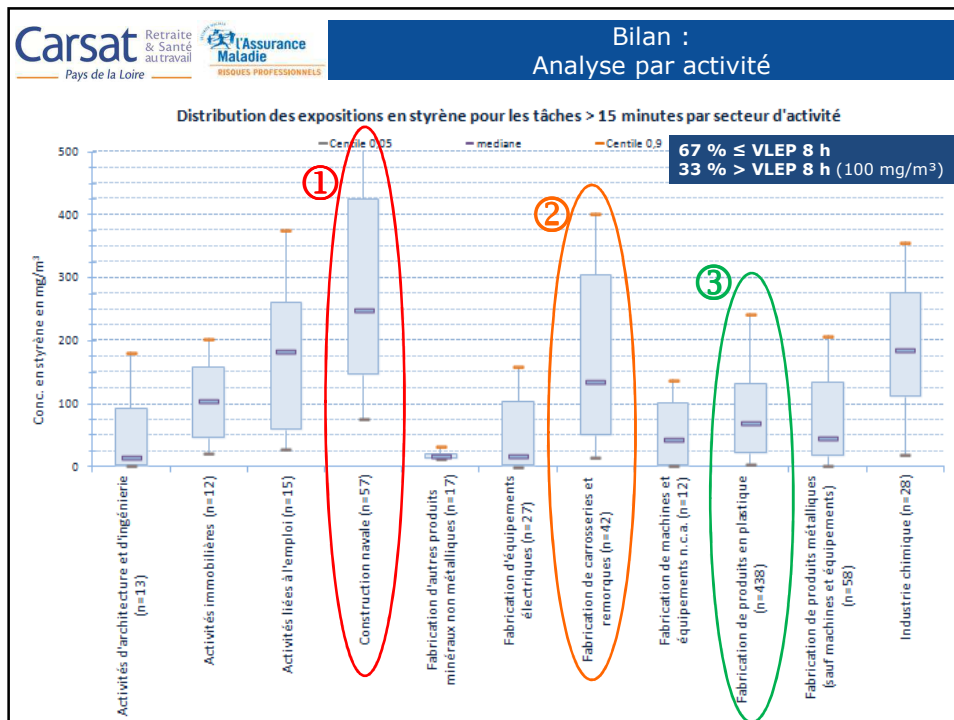



Bilan :
Taille des entreprises

Taille entreprises →	<5	5-50	50-200	SE >200	Non renseigné
Nb	17	66	19	7	3

CTN + Code tarification	CTN A (342AA et 342BA)	CTN E (252AF, 252EK, 252GK, 252HJ → 252HK)	CTN F (351EB)	Divers
Nb	6	60	22	25

14/10/2014
24

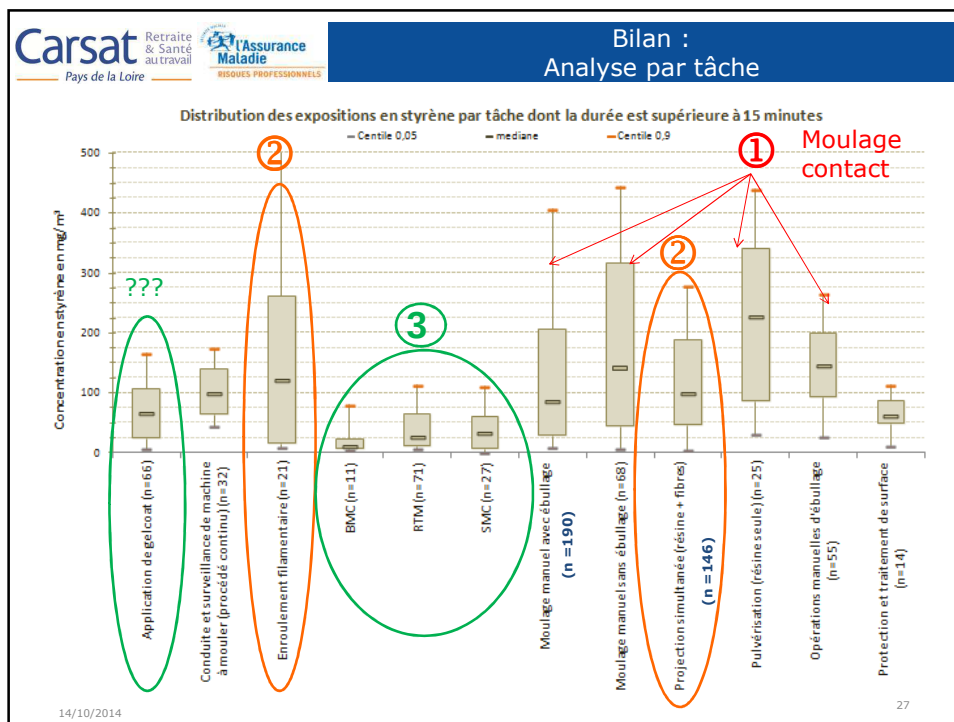


Carsat Retraite & Santé au travail **Assurance Maladie** RISQUES PROFESSIONNELS
Pays de la Loire

**Bilan :
Analyse par activité**

- 1. Construction navale la plus exposante**
- 2. Suivie par la carrosserie PL**
- 3. Industrie plastique :**
 - 438 prélèvements (tâche) et 72 VLCT
 - Meilleurs résultats que les 2 autres activités
 - => avec une moyenne géométrique :
 - Mesures des tâches ≈ 50 % VLEP 8 h
 - Mesures 15 min ≈ 70 % VLCT
 - Commentaires :
 - Plus de process avec moule fermé
 - Plus d'équipements de protection collective

14/10/2014 26



Bilan : Analyse par tâche	
Procédé	Commentaires
Moulage contact	tâche la plus problématique
Projection simultanée	également exposants avec une étendue préoccupante pour l'enroulement filamentaire
Enroulement filamentaire	
Gelcoatage	les résultats sont meilleurs qu'attendus → dans l'attente de l'analyse des questionnaires pour vérifier si présence d'EPC)



Retraite
& Santé
au travail
Pays de la Loire



RISQUES PROFESSIONNELS

Bilan :
Impact du type de résines

Mesures VLEP (mg/m ³)	Nb Mesures	Médiane	Moyenne géométrique	Percentile 25	Percentile 75
Résines classiques	623	74	57	23	175
Résine FTS	74	47	37	18	93
Résine FES	71	117	96	66	239

- L'intérêt des résines FTS semble évident
- Intérêt des résines FES uniquement au stockage (à démontrer)
- Nb de mesures à augmenter, pour une analyse plus fine par process

14/10/2014
29



Retraite
& Santé
au travail
Pays de la Loire



RISQUES PROFESSIONNELS

Bilan :
Port des EPI

- ◆ 40 % des prélèvements avec EPI adapté
- ◆ 56 % des prélèvements sans EPI adapté
- ◆ 4 % non renseigné

→ Le port des EPI paraît faible au niveau des tâches exposantes investiguées

14/10/2014
30

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Bilan : Contrôles aérauliques et métrologiques		
	Contrôle aéraulique réglementaire	Contrôle métrologique *
Aucun	53 %	39 %
>5 ans	13 %	26 %
1-5 ans	22 %	29 %
<1 an	14 %	8 %

• **Contrôles aérauliques réglementaires peu réalisés** (14 % max)
 • **Contrôles métrologiques quasiment inexistants** (8 % max)

* : n'est pas encore réglementaire

14/10/2014 31

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Bilan : Métrologie réalisée	
	Tous types de pièces
% questionnaires avec aucune VLEP moyenne/tâche > 100 mg/m ³	41 %
% questionnaires avec aucune VLCT > 200 mg/m ³	40 %

*: résultats issus de moins de 20 questionnaires

♦ aucune valeur > 100 mg/m³ dans **41 % des établissements** (40 % pour la VLCT)
 ♦ Les résultats s'améliorent si la taille des pièces diminue

La partie exploitée par type de pièces est issue des questionnaires avec un seul type de pièces cité

14/10/2014 32



Retraite
& Santé
au travail

Pays de la Loire



RISQUES PROFESSIONNELS

**Bilan :
Activités connexes**

- ◆ Préparation des moules : 77 % dans l'atelier
- ◆ Détourage : 62 % dans l'atelier
- ◆ Nettoyage :
 - 93 % avec acétone
 - Encore quelques cas au dichlorométhane
 - Seulement 4 % en bacs ventilés
 - 1 seul avec machine de nettoyage automatique

➔ Des marges de progrès, notamment pour éviter les expositions passives et limiter les expositions liées aux nettoyages

14/10/2014
33



Retraite
& Santé
au travail

Pays de la Loire



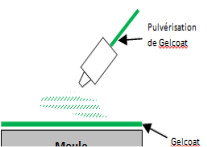
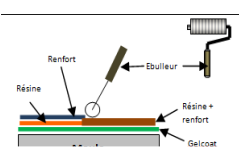
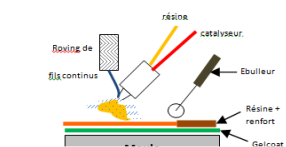
RISQUES PROFESSIONNELS

**Bilan :
Protections collectives en place**

- ◆ Parmi les questionnaires où les protections collectives ont été évaluées :
 - 11 % satisfaisant
 - 50 % partiellement satisfaisant
 - 30 % non satisfaisant
 - 9 % ne sait pas

➔ Une forte marge de progrès

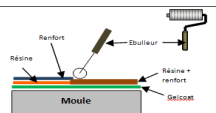
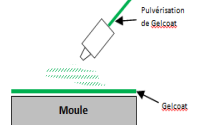
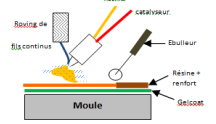
14/10/2014
34

Bilan : Procédés moules ouverts			
Procédé	Gelcoatage	Moulage contact	Projection simultanée
Types de résines	% métrologie OK	% métrologie OK	% métrologie OK
			
Classique	52	43	15
FTS	67 $\uparrow +15$	68 $\uparrow +25$	64* $\uparrow +49$
FES		50*	60*

→ Résines FTS : abaissement intéressant des expositions pour les 3 techniques

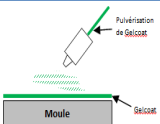
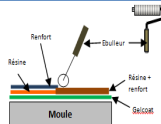
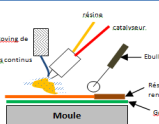
NB : à conforter par des mesures supplémentaires en 2014

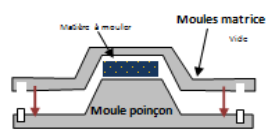
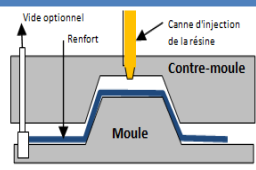
14/10/2014 35

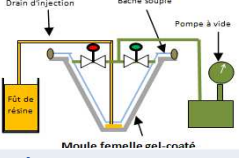
Bilan Procédés moules ouverts			
		% captage localisé	% métrologie OK
Moulage contact		49	50
Gelcoatage		68	57
Projection simultanée		85 (85% avec ébullage au poste)	35

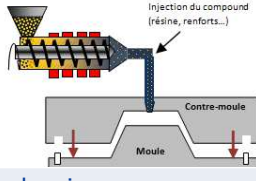
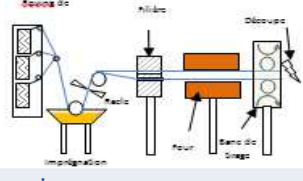
- ♦ L'équipement en captage localisé est meilleur pour le gelcoatage que pour le moulage contact et les résultats métrologiques sont meilleurs.
- ♦ Dès lors qu'il y a pulvérisation (gelcoatage ou projection simultanée), le taux d'équipement en captage localisé est meilleur. Pourtant, cela ne suffit pas pour obtenir de meilleurs résultats métrologiques à la projection simultanée.

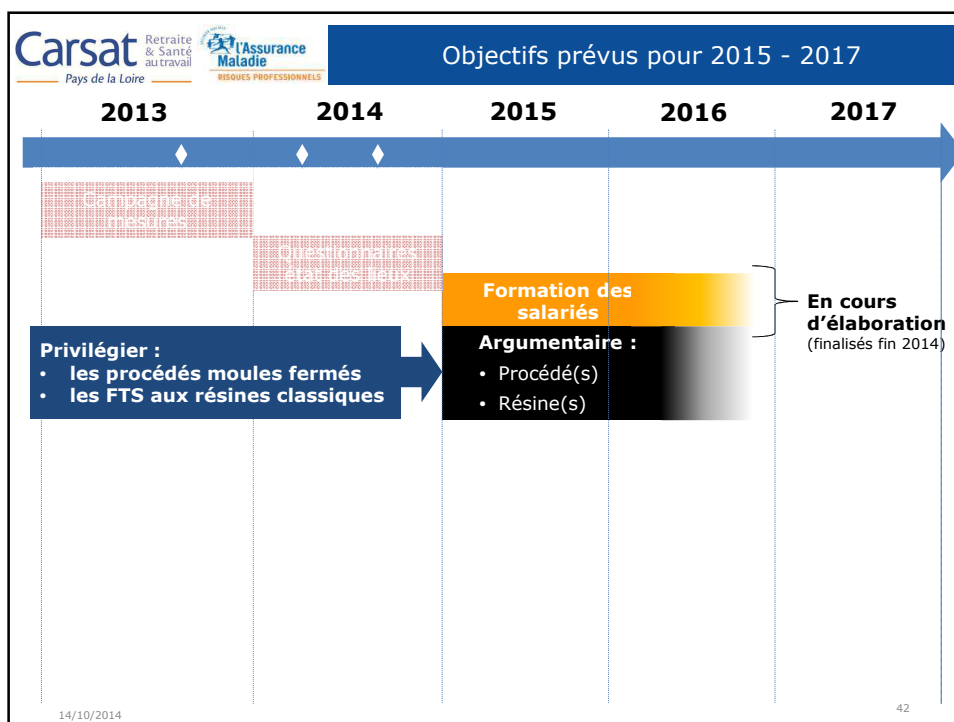
14/10/2014 36

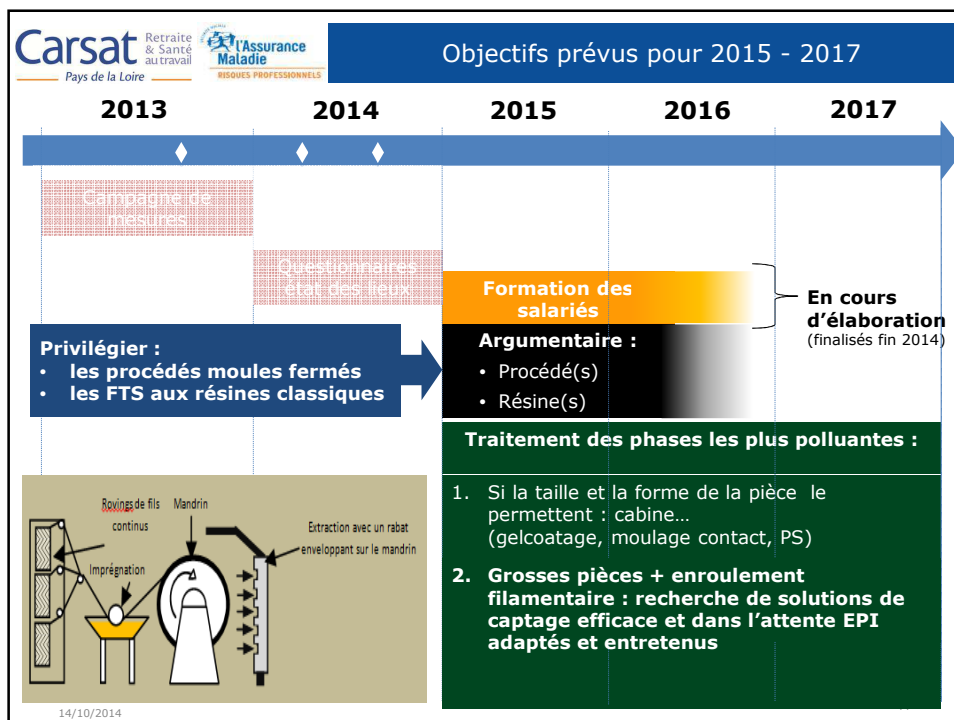
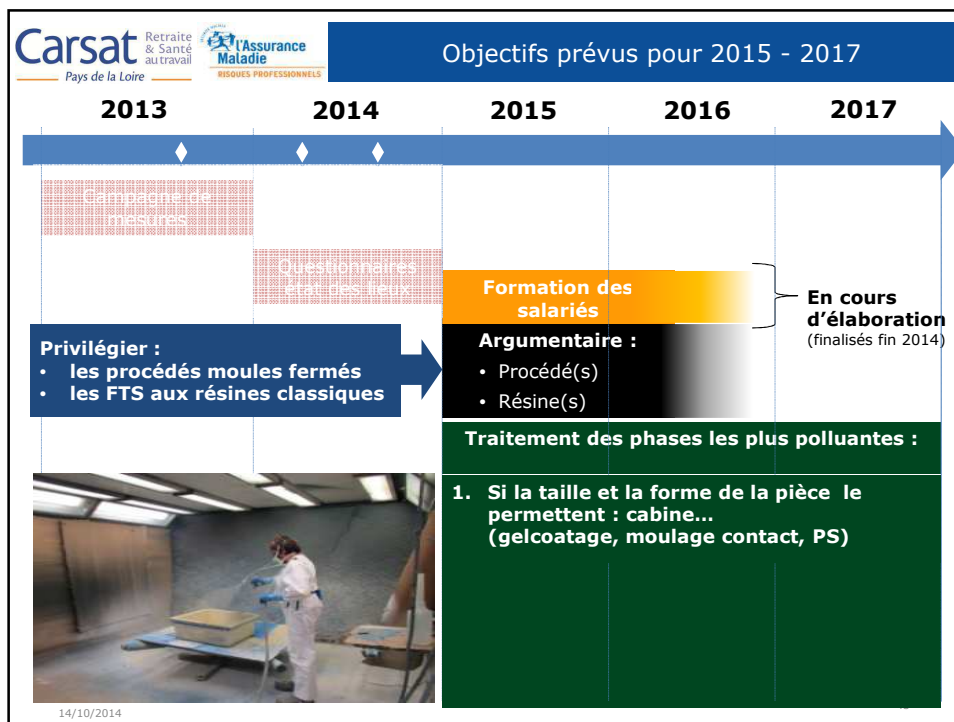
Bilans Procédés moules ouverts				
		Gelcoatage	Moulage contact	Projection simultanée
				
Poste préparation résines ventilé		41 %	21 %	32 %
Séchage dans un local ventilé dédié ou une étuve ventilée		27 %	20 %	24 %
Captage localisé avec flux horizontal/oblique	Système rotation des pièces opérationnel	33 %	12 %	30 %
	Position opérateur correcte	51 %	39 %	47 %
Introduction air neuf		33 %	24 %	51 %
Ventilation générale signalée		13 %	21 %	13 %

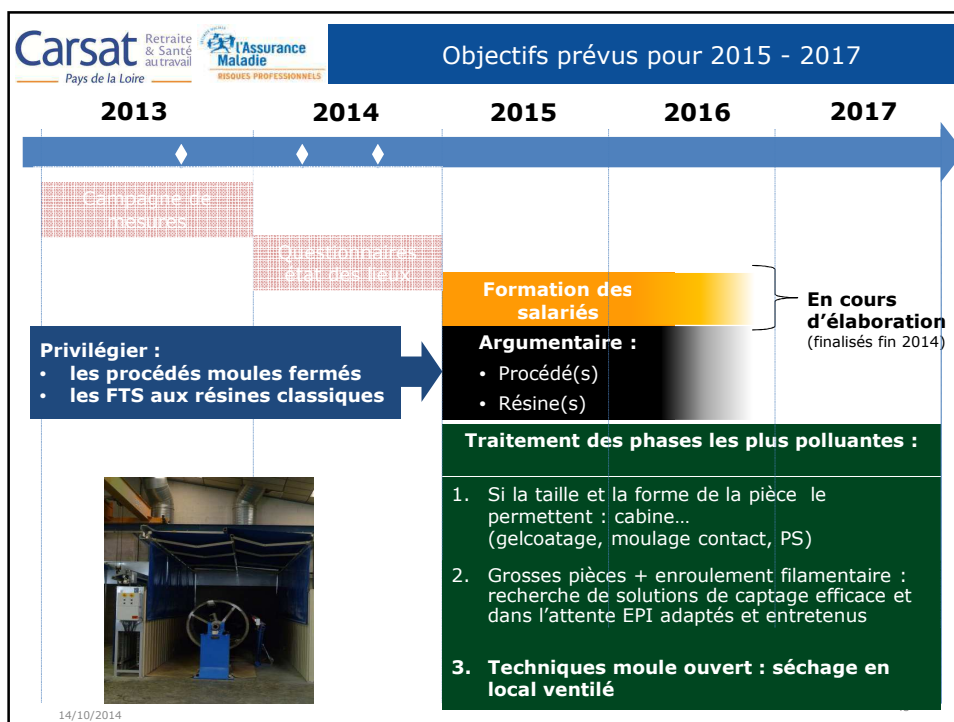
Bilan : Autres procédés	
SMC	RTM
	
29 % résine classique 71 % FTS	74 % résine classique 16 % FTS
86 % métrologie OK (100 % classique, 80 % FTS)	95 % métrologie OK (71 % classique, 100 % FTS)
Captage : 50 % avec dévidoir ventilé 12 % avec poste de pesées ventilé 37 % avec ventilation générale	Captage : 67 % avec distribution fût fermé (parmi 95 % réponses) 100 % rejet pompe à vide dans l'atelier (parmi 90 % réponses) 16 % avec captages localisés 16 % avec ventilation générale

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Bilan : Autres procédés	
Infusion	Enroulement filamentaire
 Moule femelle gel-coat	
74 % résine classique 16 % FTS	6 résines classiques 1 FES
95 % métrologie OK (92 % classique, 100 % FTS)	67 % métrologie OK (60 % classique, 100 % FES)
Captage : ♦67 % avec distribution fût fermé (parmi 90 % réponses) ♦67 % rejet pompe à vide dans l'atelier (parmi 90 % réponses) ♦54 % avec ventilation générale signalée ♦Pas d'info sur l'introduction d'air neuf ni les captages localisés	Captage : ▪5 entreprises/6 avec un mandrin ventilé ▪5 entreprises avec bac de trempage dont 3 ventilés ▪1 entreprise avec pulvérisation de la résine directe sur mandrin ▪3 entreprises/5 avec séchage dans local séparé

Carsat Retraite & Santé au travail Pays de la Loire Assurance Maladie RISQUES PROFESSIONNELS Bilan : Autres procédés	
BMC (1 atelier)	Pultrusion (1 atelier)
	
Résine classique	Résine classique
Métrologie OK	Résultats métrologiques > projets VLEP
Captage ♦distribution fût ouvert ♦Pas d'info : ▪sur l'introduction d'air neuf ▪sur les captages localisés éventuels ▪sur la ventilation générale	Captage : ♦Bac de trempage non ventilé ♦Four de polymérisation non ventilé ♦Pas de ventilation générale










Conclusion

Les objectifs généraux proposés sont :

- **Privilégier :**
 - les techniques moule fermé
 - les résines moins émissives (FTS)
- **Techniques moule ouvert :**
 - captage localisé adapté dès que la taille des pièces le permet
 - captage et/ou EPI impératif pour les plus grosses pièces
 - séchage dans un local ventilé séparé
- **Des pistes de réductions complémentaires des expositions :**
 - séparation des tâches exposantes,
 - captage aux postes de préparation des résines,
 - systèmes de rotation de pièces
 - ...
- **Formation des salariés sur les mesures de prévention**

14/10/2014
47




Tous les trimestres : actualités, dossiers et témoignages vous concernant :
Prévention, Tarification, Données Sociales, Maintien dans l'Emploi, Retraite.




**Vous pouvez nous laisser votre adresse électronique à la fin de cette conférence
(ou vous inscrire sur carsat-pl.fr)**

