

Revêtements bandes à froid



Quelles sont les différentes techniques de fabrication et leurs influences sur les propriétés des matériaux?



Pipeline Industries Guild Webinar
08/04/2020

Agenda

1. Introduction
2. Le Laminage et la Coextrusion
3. Bandes double-face et bandes simple face
4. Bandes double-face: Coextrudées & Asymétriques
5. Comparaison des propriétés des matériaux
6. Comment simplement tester Co-extrusion - Laminage
7. Expériences à long terme avec les bandes double-face
8. Conclusions



1. Introduction

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Introduction

Les bandes diffèrent sous plusieurs aspects:

- Technique de production (Laminage ou Coextrusion)
- Matériaux (ex. PVC-Bitume ou PE-Caoutchouc Butyle)
- Structure (simple face ou double-face)
- Composition (Symétrique ou Asymétrique)

➤ **Bande ≠ Bande**

Questions à se poser:

- *Les différentes structures de bande et technologies de production ont-elles un impact sur la **qualité** et les **propriétés matérielles** intrinsèques des bandes?*
- *Quelles sont les influences de la structure des bandes et la technologie de production sur leurs **comportements à long terme**?*



2. Le Laminage et la Coextrusion

denso-group.com

denso-group.com

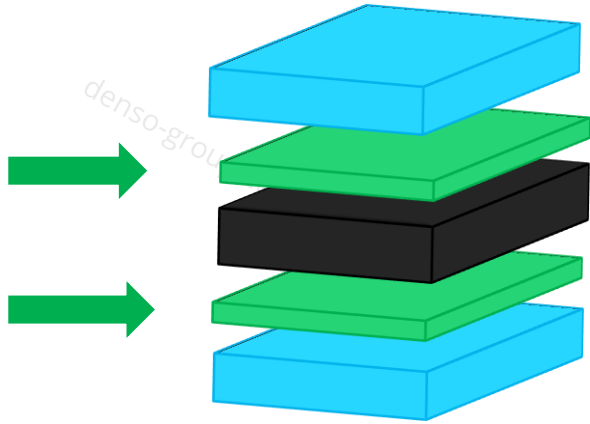
denso-group.com

denso-group.com

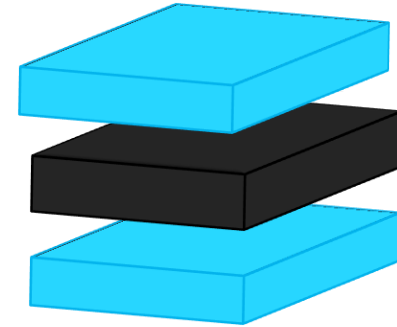
denso-group.com

denso-group.com

Objectif: Assembler différents matériaux



Utilisation d'Adhésif (colle)



Bandes: Sans Adhésif (colle):

- Laminage
- Coextrusion

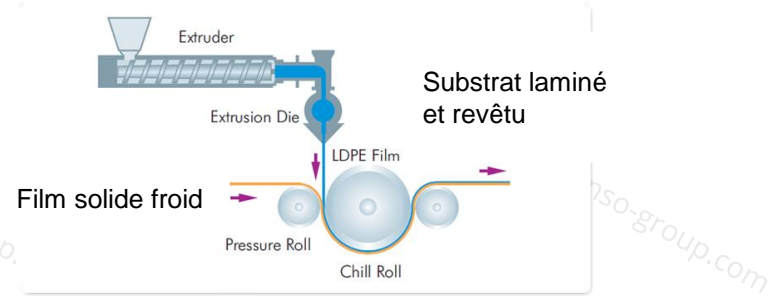
Laminage

- 3 techniques typiques de laminage.
- Pour chacune d'elles, le même principe s'applique:

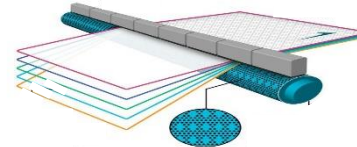
Au moins **une couche** a été **refroidie** et est ensuite recouverte d'une autre couche.

3 Techniques Typiques de Laminage

1. Extrusion d'une seconde couche sur un film solide



2. Chauffer et presser ensemble des films solides

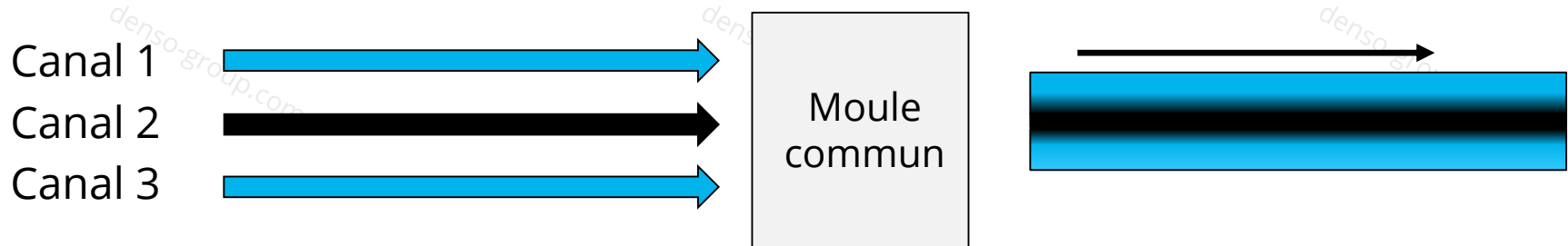


3. Un liquide est répandu sur un film solide.



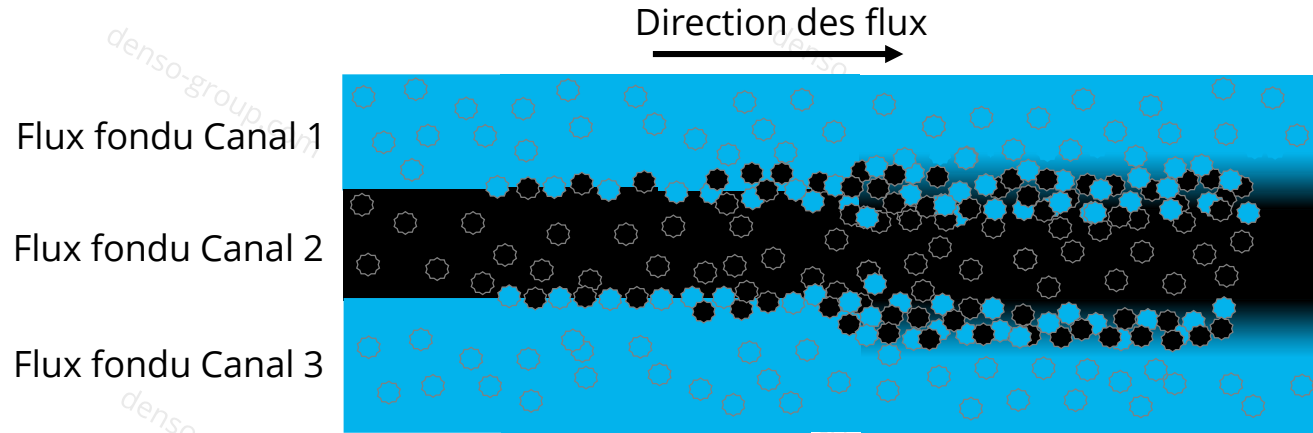
Les principes d'une véritable Coextrusion

- La Coextrusion nécessite plusieurs flux de **polymères fondus**.
- Chaque flux liquide provient de son **propre extrudeur**.
- Véritable coextrusion: les flux s'écoulent dans différents canaux et se rejoignent dans un **moule commun**.
- Les différents polymères fondus s'écoulent ensemble vers la sortie du **moule commun**.

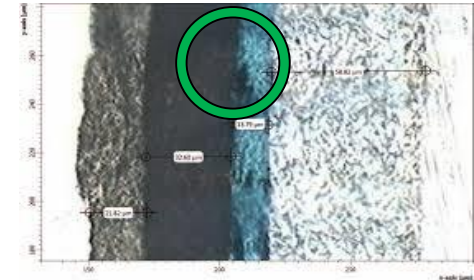
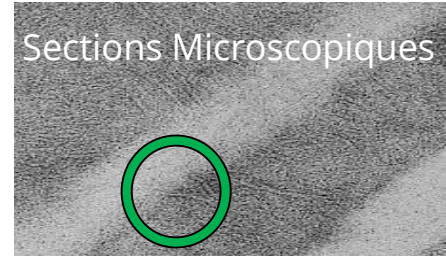


Les principes d'une véritable Coextrusion

- Dans le moule commun: les Macromolécules de polymères fondus se rejoignent et s' **entremêlent** dans les zones limitrophes.



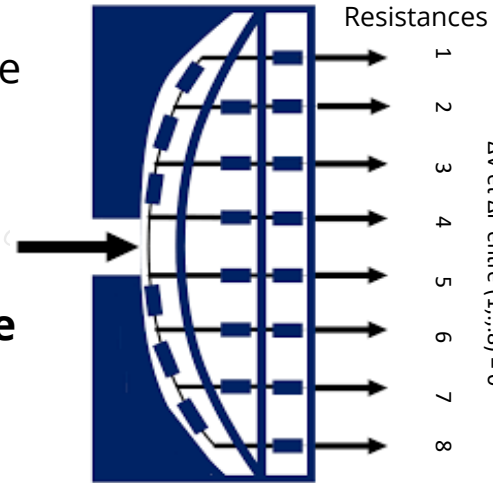
Les polymères fondus s'écoulent l'un dans l'autre.



- Equivalents à des "**composants soudés**" avec de fortes liaisons/fusions entre couches.

Les principes d'une véritable Coextrusion

- La Coextrusion requière expertise et grande expérience.
- Processus Technologique + Propriétés de fusion + "Recettes": doivent s'accorder.
- Chaque flux s'écoule avec la même **vitesse** sur toute la largeur du moule avec une **distribution stable de l'épaisseur requise**.
- Véritable coextrusion: le moule possède son propre canal et un **Collecteur cintré** pour chaque composant assurant des **pertes de pression égales** sur chaque flux.



Propriétés des bandes véritablement coextrudées

- Excellente **Adhérence entre couches**
- Grande **Résistance au cisaillement**
- Importante résistance à l'**élongation avant rupture.**

Les couches ne peuvent pas se séparer ou délaminer entre elles!

Les couches ne bougent pas l'une sur l'autre!

Elongation avant rupture est faible avec des matériaux de qualité inférieure ou une coextrusion mal contrôlée!

➤ **Bandes véritablement coextrudées = Haute qualité**



3. Bandes double-face et Bandes simple face

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

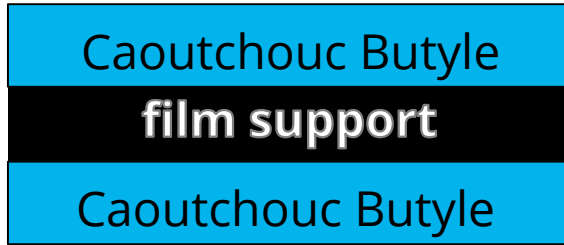
denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Matériaux & Structure: Double & Simple face

Bande Double-face:



- Structure: le film support est couvert d'adhésif sur les **deux** faces.
- Matériaux: **Caoutchouc Butyle uniquement.**
- Laminage ou Coextrusion.

Bande Simple-face:



- Structure: le film support est couvert d'adhésif sur **une** seule face.
- Adhésif: Caoutchouc Butyle **ou** Bitume.
 - Caoutchouc Butyle: Laminage ou Coextrusion.
 - Bitume: uniquement Laminage, **Coextrusion impossible!**

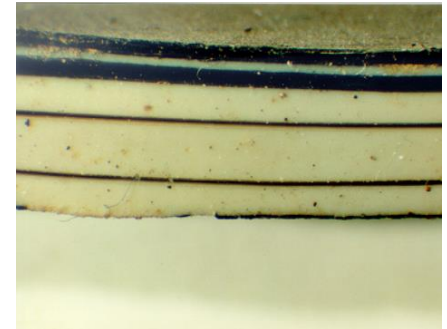
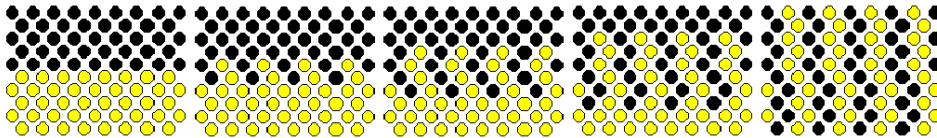
Caractéristiques du Caoutchouc Butyle

Capacité à **couler** jusqu' à un certain point

- Petites cavités de la surface acier sont remplies.

Les couches de caoutchouc butyle **s'auto-amalgament sans aucune chaleur** (flamme)

- Les molécules migrent les unes dans les autres pour former une **structure homogène**.



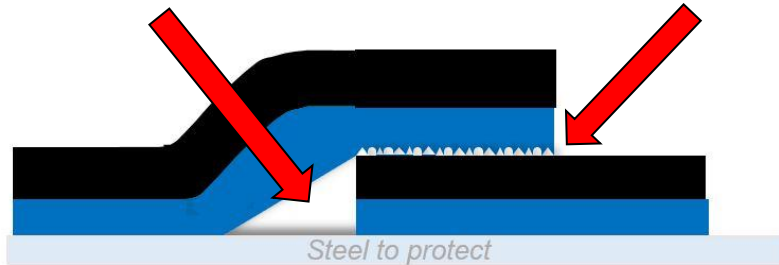
Bandes simple face: fiables contre la corrosion?

Enrobage bandes simple face

- Interface entre couches, micro-canaux peuvent se former!
- Passage possible pour humidité et oxygène!

Manque d'adhérence:
risque de creux

Manque d'adhérence:
Passage Humidité & Oxygène



➤ **CORROSION EN SPIRALE**

Bandes simple face: Risque Corrosion en Spirale!



CORROSION EN SPIRALE: fréquente sur canalisations revêtues de bandes **simple face** utilisées comme **prévention contre la corrosion**.

**Corrosion
en Spirale**



Bandes double-face: Excellente protection contre la corrosion



Enrobage bandes double-face

- Les couches Caoutchouc Butyle s'auto-amalgament après enrobage.
- Les molécules migrent l'une dans l'autre:
 - Les bandes forment une "**gaine imperméable homogène**".
 - Pas d'interface, creux ou micro-canal!
 - **PAS DE CORROSION EN SPIRALE**





4. Bandes Double-face: Coextrudées & Asymétriques

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Bandes Double-face Coextrudées et Asymétriques



1^{ère} étape: Coextrusion:



Véritable coextrusion du Caoutchouc Butyle avec le film support.

Véritable coextrusion du Caoutchouc Butyle intermédiaire avec le film support

2^{ème} étape: Ajout de Caoutchouc Butyle:



Liaison chimique: entre Caoutchouc Butyle

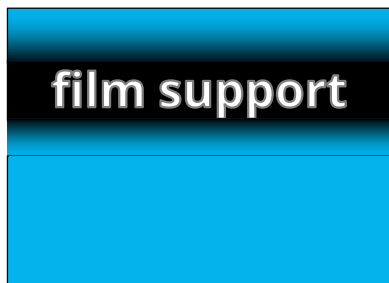


Caoutchouc Butyle supplémentaire jusqu' à obtenir l' épaisseur requise

Bandes Double-face

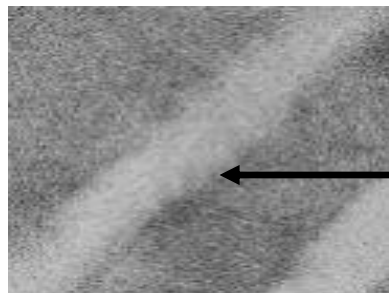
Coextrusion comparée au Laminage

Coextrusion:



← Forte **liaison chimique**
entre film support et
Caoutchouc Butyle!

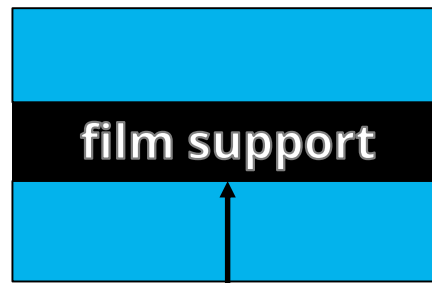
← **Liaison chimique** entre
Caoutchouc Butyle



← Pénétration des
macromolécules entre
couches:

**Excellentes propriétés à
long terme!**

Laminage:



← Liaison
mécanique
entre film
support et
adhésif

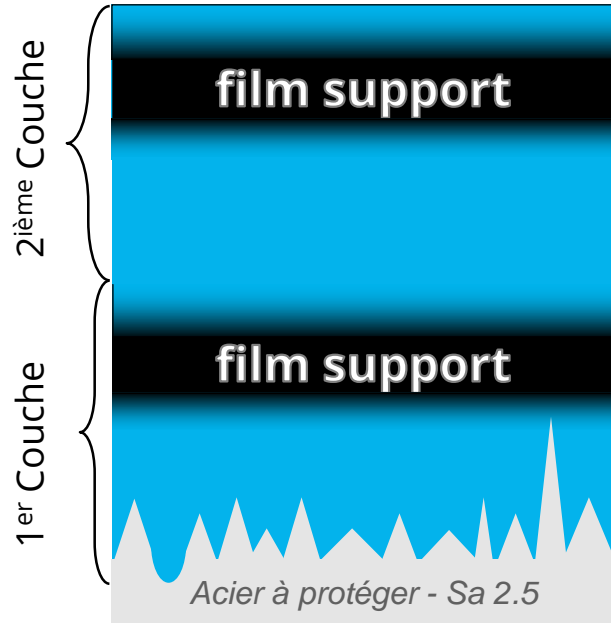


← Pas de Pénétration de macromolécules
entre couches: **Propriétés à long terme,**
après vieillissement, sont **réduites**
significativement.

Bandes Double-face

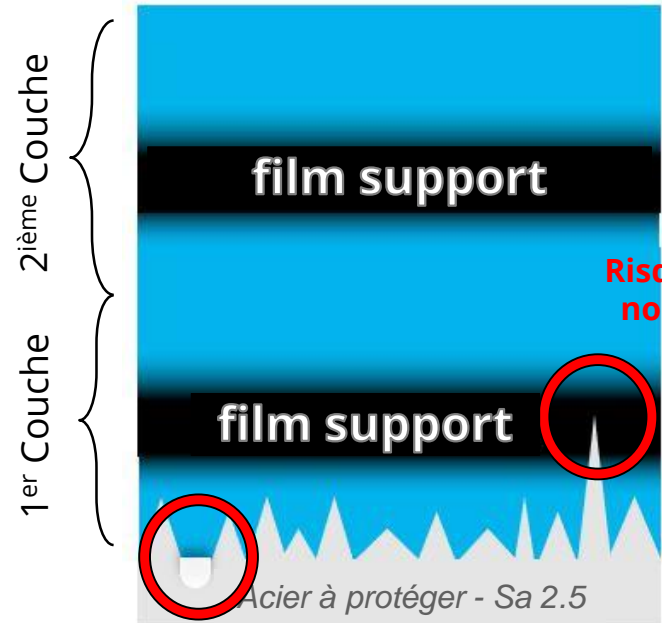
Asymétriques comparées à Symétriques

Asymétriques:



Approx. 2 x épaisseur
de caoutchouc Butyle
épouse les disparités
de l'acier à protéger

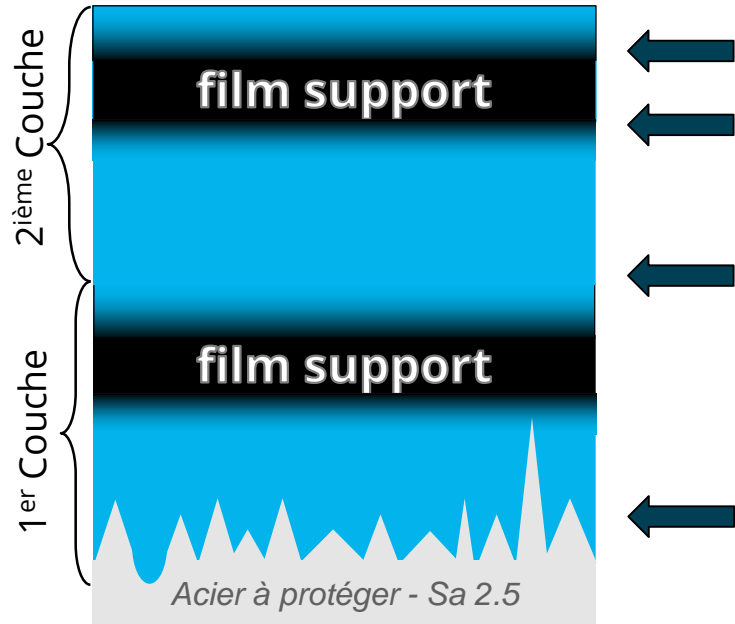
Symétriques:



Risques de pics
non protégés

Risques de creux non protégés

Bandes Double-face: Coextrudées & Asymétriques



Liaisons chimiques fortes:

➤ film support & Caoutchouc Butyle

➤ Caoutchouc Butyle &
Caoutchouc Butyle

Meilleure couverture des irrégularités

Combinaison Favorite



5. Comparaison des propriétés des matériaux

denso-group.com

denso-group.com

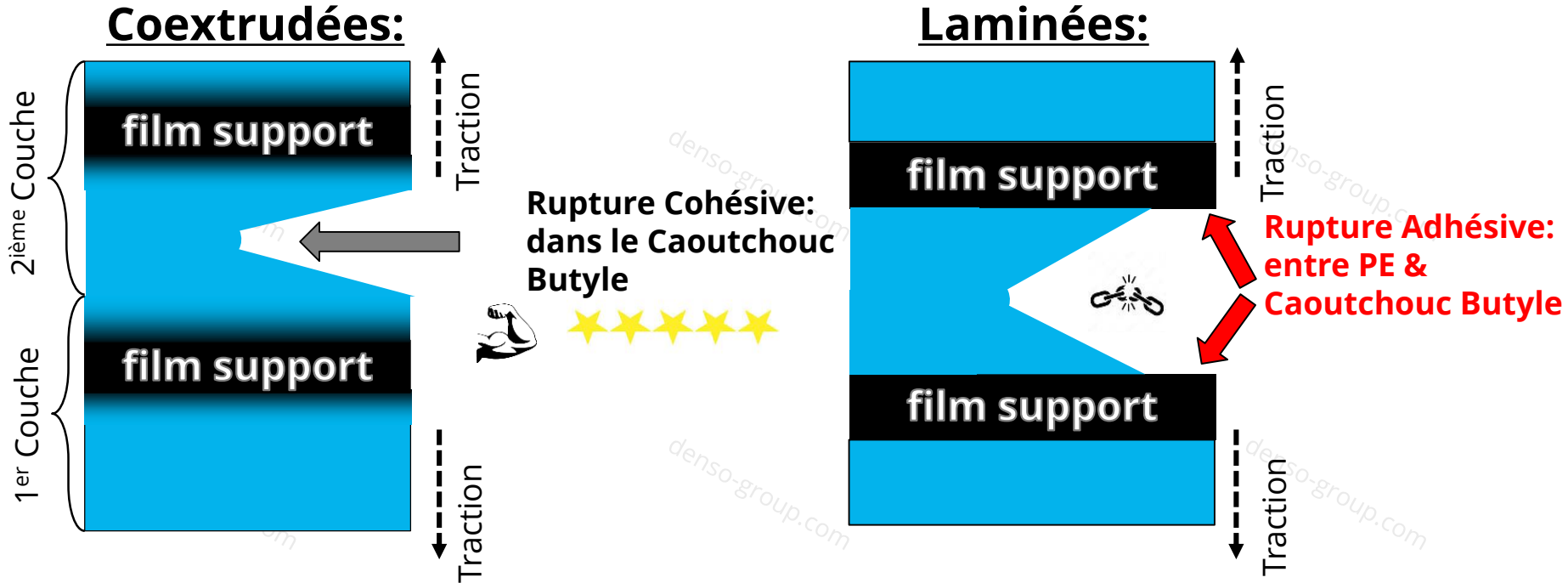
denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Bandes Double-face - Adhérence entre couches

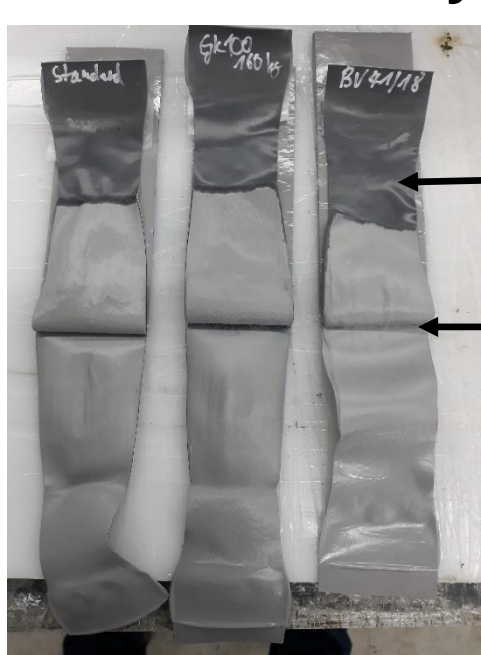


➔ Risque de délaminage-décollement avec les bandes laminées.

Bandes Double-face - Adhérence entre couches



Double-face coextrudées Caoutchouc Butyle/PE:



↑
Traction

← Elongation du PE

← Rupture Cohésive:
Dans le Caoutchouc
Butyle



↓
Traction

Simple face laminées Bitume/PVC:



↑
Traction

← Rupture Adhésive:
entre PVC & Bitume



↓
Traction

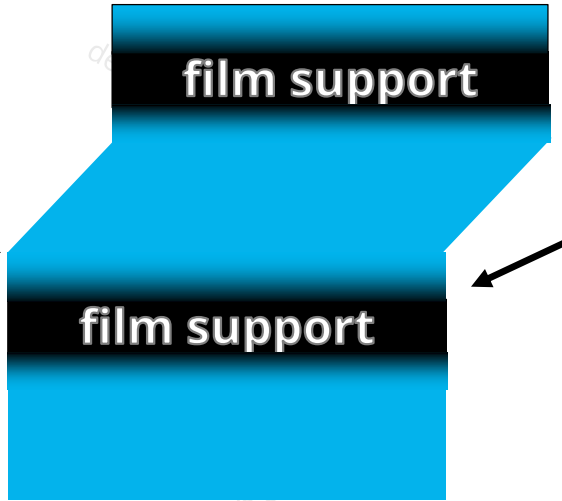
Bandes Double-face

Résistance au cisaillement



Coextrudées:

-----> Traction



-----< Traction

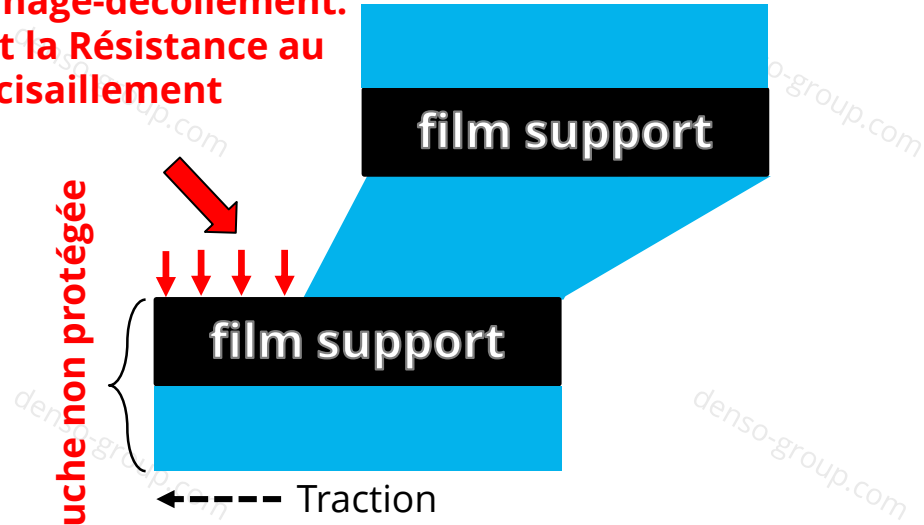
**Pas de délaminage-décollement:
Haute Résistance au cisaillement**

Laminées:

-----> Traction

**Délaminage-décollement:
Réduit la Résistance au
cisaillement**

1^{er} Couche non protégée



**Risque de délaminage-décollement
après vieillissement uniquement
avec bandes laminées**

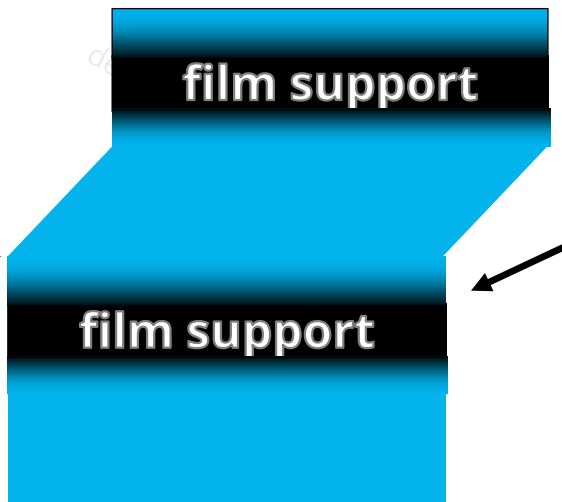
Bandes Double-face – Simple face

Résistance au cisaillement



Coextrudées – Double-face:

-----> Traction

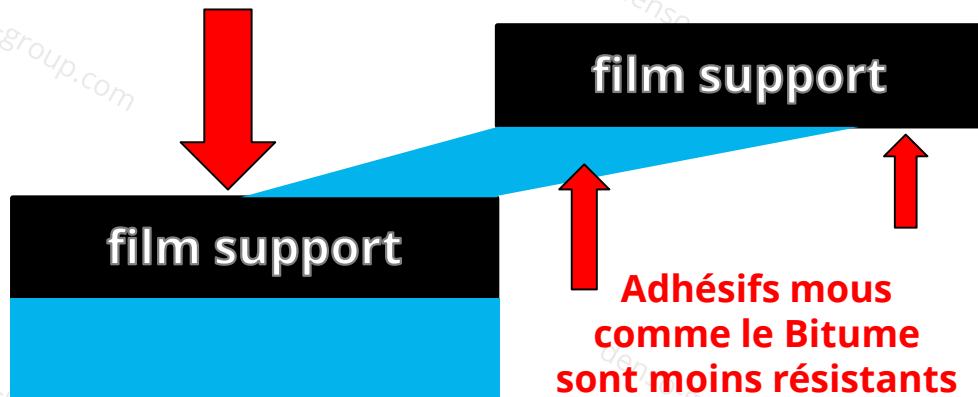


-----< Traction

**Pas de délaminage-décollement:
Haute Résistance au cisaillement**

Laminées – Simple face

**Délaminage-décollement:
Résistance cisaillement médiocre**



**Adhésifs mous
comme le Bitume
sont moins résistants
au cisaillement!**

**Grand risque de délaminage-décollement
avec les bandes laminées simple face!**

Mauvaise performance des bandes laminées simple face



Mauvaise Résistance de cisaillement : Mauvaise Résistance aux contraintes de sol

Aperçu des Propriétés des bandes

Propriétés des bandes	Véritable coextrusion Double-face	Laminage	
		Double-face	Simple face
Performances à long terme (vieillessement)	Hautes	Modérées	Faibles
Adhérence entre couches	Supérieure à EN-ISO	EN-ISO	Faible
Rupture entre couches	100% Cohésive	Adhésive-Cohésive	Adhésive
Résistance au cisaillement	Supérieure à EN-ISO	EN-ISO	Faible
Risque de corrosion en spirale	Très faible	Faible	Très haut
Epaisseur homogène	Parfaitement uniforme	Moins uniforme	Moins uniforme
Couverture irrégularités	Excellente	Limitée	Limitée
Flexibilité à basse température	Excellente	Modérée	Faible



6. Comment simplement tester Co-extrusion - Laminage

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Test d'immersion dans de l'essence

Co-extrusion - Laminage

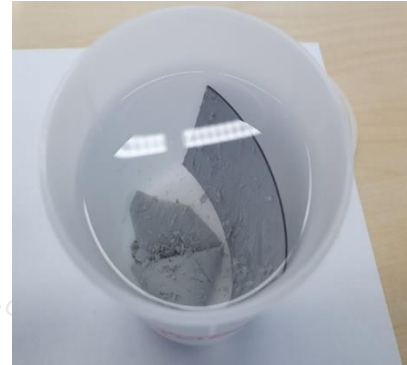


Immersion dans de l'essence : bande simple ou double face pendant minimum 2 heures

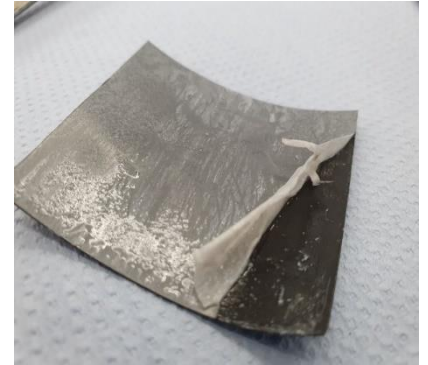
- L'adhésif résiduel est facilement retiré, le film support est lisse ou glacé: **Laminage**
- L'adhésif résiduel ne peut être retiré qu'en insistant fortement à l'aide d'un outil: **Co-extrusion**



Adhésif facilement retiré : **Laminage**



Adhésif difficilement retiré: **Co-extrusion**





7. Expériences à long terme avec Les Bandes Double-face DENSOLEN®

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

Référence: Energienetz Bayern (Allemagne)



Energienetz Bayern GmbH (Munich/Allemagne)

Réseau Canalisations de 9.500 km

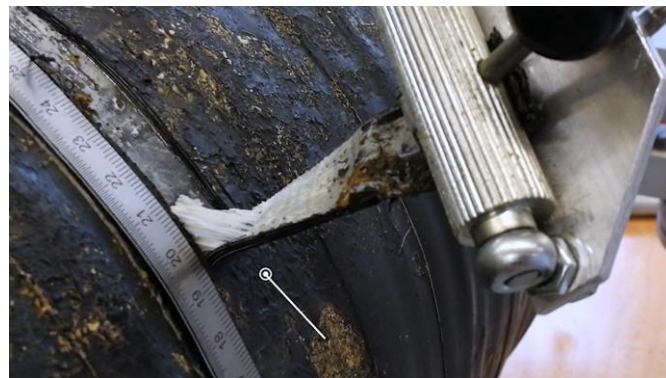
Canalisation Moosburg – Straubing

- Année de Construction: 1976
- Protection utilisée:
Bandes coextrudées DENSOLEN® Double-face
- Année d'Excavation: 2015
(après **39 années** en service)

Evaluation des joints soudés après 39 années:

- Pas de dommage – Pas de corrosion
- Force d'arrachement: $\geq 1,83\text{N/mm}^*$ – Cohésive

*Exigence EN 12068: $\geq 1,00\text{N/mm}$



Référence: Gascade STEGAL (Allemagne)

Gascade Gastransport GmbH - Allemagne

Réseau Canalisation de 2.900 km

36-pouces Canalisation STEGAL

- Année de Construction: 1992
- Protection utilisée:
Bandes coextrudées DENSOLEN® Double-face.
- Année d'Excavation: 2012
(après **20 années** en service)

Evaluation des joints soudés après 20 années:

- Pas de dommage – Pas de corrosion
- Force d'arrachement: 6,40N/mm*
- Rupture Cohésive: Epais. Rés.: 344 microns

*Exigence EN 12068: $\geq 1,00\text{N/mm}$





8. Conclusions

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

denso-group.com

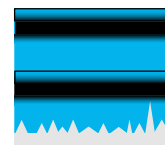
denso-group.com

denso-group.com

Bandes Double-face véritablement coextrudées.



- Auto-amalgame = "***Gaine Imperméable***".
- **Pas de corrosion en spirale.**
- Meilleure couverture des irrégularités.
- **Adhérence entre couches** supérieure.
- **Résistance au cisaillement** supérieure.
= "*Résistance au contraintes de sol supérieure*".
- Excellente **longévité** démontrée par les Inspections.
- Aucun autre type de bandes prouvent une **qualité référencée supérieure**



- **Aspect structurel des bandes:**
 - Double-face: Revêtement forme une Gaine.
 - Simple face: Risque de corrosion.
- **Aspect matériel des bandes:**
 - PE/Caoutchouc Butyle est supérieur au PVC/Bitumen.
 - PE/Caoutchouc Butyle utilisé avec succès depuis des décénies!
- **Aspect technologie de fabrication:**
 - Véritable Coextrusion offre la meilleure qualité.
 - Couches laminées risquent de décollement à long terme.



Merci de votre attention!

Si vous avez des questions
n'hésitez pas à nous contacter!

Contact:

René Perle

General Manager DENSO France S.A.R.L.

Phone: +33 (0) 1-41-40-00-88

Mobile: +33 (0) 6-08-63-72-14

Mail: rene.perle@denso-group.com