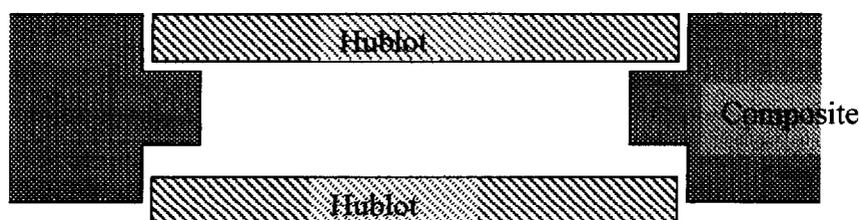


## SUJET B : Dominante "Adhésifs"

### Exercice 1

D'avril à juillet 2002, Jean Louis Etienne a effectué, à bord du POLAR OBSERVER, une mission scientifique visant à suivre la dérive de la banquise de l'océan glacial arctique (du pôle Nord au nord-est du Groenland). Le POLAR OBSERVER est un "vaisseau de survie" habitable capable de résister aux contraintes mécaniques, climatiques de cet environnement hostile. Il est entièrement réalisé en composite époxy/fibres de verre. Il est de forme conique à 6 faces. Un hublot est implanté sur chaque face pour assurer la luminosité à l'intérieur du vaisseau. Ce hublot est constitué de 2 plaques de polycarbonate collées de part et d'autre de la structure en composite (voir schéma).



L'assemblage collé doit être parfaitement étanche. Lors de l'utilisation, la température extérieure est de  $-35^{\circ}\text{C}$ , la température intérieure est d'environ  $15^{\circ}\text{C}$ .

1. Établir le cahier des charges de cette application. (10 points)
2. Définir les contrôles à effectuer. (4 points)
3. Les différents fabricants de colle consultés ont préconisé des colles ou des mastics de nature différente :
  - époxy bicomposant,
  - polyuréthane monocomposant réticulant à l'humidité,
  - acrylique réactive,
  - silicone monocomposant réticulant à l'humidité,
  - acrylique phase aqueuse,

Quelle colle choisiriez vous ? Justifier votre réponse. (3 points)

4. La formule massique du mastic silicone est la suivante :
 

polysiloxane à terminaison OH	45.4%
huile silicone	6.8%
méthyltriacétoxysilane	0.3%
silice pyrogénée	4.5%
Carbonate de calcium traité acide stéarique	38.5%
Dioxyde de titane	3.7%
Catalyseur	0.8%

Donner le rôle des constituants et la réaction chimique ayant lieu lors de la prise. (4 points)

5. Quel est le mode d'action de la silice pyrogénée ?  
 Quel comportement rhéologique apporte-t-elle à la formulation ? (2 points)
6. A propos du polyuréthane monocomposant réticulant à l'humidité :  
 Quel est le mécanisme réactionnel mis en jeu lors de la formulation du joint ?  
 A partir de quelles matières premières obtient-on un polyuréthane monocomposant réticulant à l'humidité ? (3 points)

## Exercice 2

Dans le *Handbook of adhesives*, on trouve la formulation d'une colle à base d'amidon et de caséine pour le collage d'étiquettes sur des bouteilles de bière.

Composants	Parts massiques
Eau	45
Antimousse	0,5
Amidon	3
acetate de Zinc	0,5
oxyde de Zinc	0,5
Urée	23
Caséine	26
Ammonium hydroxyde	1
biocide	0,5

1. Quelles sont les origines de l'amidon et de la caséine ? (1 point)
2. Quelle est la formule et quel est le rôle de l'urée ? (1 point)
3. Quel est le rôle de l'"Ammonium hydroxyde " signalé dans la composition ci dessus ?  
 Par quel autre produit aurait-on pu le remplacer ? (2 points)
4. Expliquer le fonctionnement de l'antimousse en phase aqueuse. (2 points)
5. Dans la formulation de la colle, indiquer les éléments nutritifs pouvant être à l'origine de la multiplication microbienne.  
 La multiplication microbienne peut être le fait de différents micro-organismes. Lesquels ? (2 points)
6. Pour quelles raisons utilise-t-on une colle de ce type pour le collage d'étiquette sur bouteilles de bière ? (2 points)

### Exercice 3

Étude de la fiche technique d'une colle structurale : la Scotch Weld DP 8005

La société 3M a développé une colle structurale pour plastiques : la Scotch Weld DP 8005. Elle permet un assemblage définitif des surfaces plastiques et des polyoléfines thermoplastiques.

Cette colle structurale est un adhésif acrylique bicomposant.

L'annexe 3 (2 pages) donne les propriétés caractéristiques de cette colle.

1. Qu'est-ce qu'un adhésif structural ?

Quel est le mode de prise de l'adhésif Scotch Weld DP 8005 ? (3 points)

2. Quelle est la couleur de l'adhésif polymérisé ?

Donnez un ordre de grandeur des coordonnées colorimétriques  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . (1 point)

3. Les assemblages collés sont soumis à un test de résistance au cisaillement.

3.1. Qu'est ce qu'un test de cisaillement ? (1 point)

3.2. Les modes de rupture sont essentiellement :

-rupture du substrat

-rupture cohésive

Qu'est ce qu'une rupture cohésive ?

Quel(s) autre(s) type(s) de rupture existe-t-il ? Décrivez les. (3 points)

3.3. Si vous souhaitiez reproduire ces essais, quelles conditions opératoires manquent ? (1 point)

3.4. Que concluez-vous des résultats des tests de cisaillement ? (2 points)

4-La colle Scotch Weld DP 8005 permet de coller sans traitement de surface les matières plastiques, les polyoléfines thermoplastiques, l'acier, l'aluminium et le bois.

4.1. Qu'est ce qu'un produit thermoplastique ? (1 point)

4.2. Quels traitements de surface fait-on d'habitude subir aux matières plastiques ?

Décrivez les. Quel est l'intérêt de ces traitements de surface ? (4 points)

5. Classez par ordre d'énergies de surface croissantes les supports suivants :

-les matières plastiques

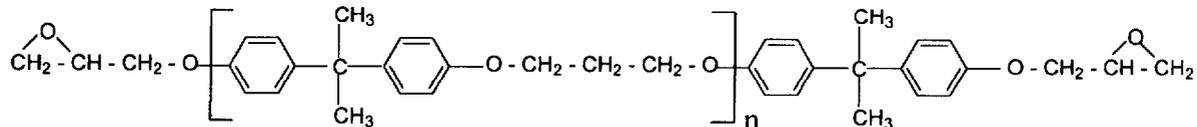
- les métaux (1 point)

## Exercice 4

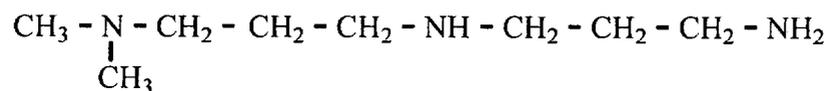
Une colle Araldite est composée de deux parties :

**-la résine : DGEBA : diglycidyl éther du bisphénol A**

Cette molécule contient des groupements époxydes fortement réactifs :



**-le durcisseur : N,3-diméthylaminopropyl-1,3-propylènediamine de formule :**



1. Quelle est la définition du poids équivalent en H actif du durcisseur ?  
Quel est le poids équivalent en H actif du durcisseur ? (3 points)

atome	Masse molaire (g/mole)
H	1
C	12
N	14

2. La résine DGEBA a un indice époxy de 0.52.

Quelle est la définition de l'indice époxy ?

Quelle est la masse de durcisseur nécessaire pour réticuler 100 g de résine ? (3 points)

3. Écrire la réaction de prise. (1 point)

## Annexe 3 relative à l'exercice 3 du sujet B

3M

Scotch-Weld™ DP 8005

Colle structurale pour plastiques



Assemblage définitif sans traitement de surface des plastiques à basse énergie de surface et des polyoléfines thermoplastiques.

- Assemblage structural des polyoléfines
- Pas de traitement des matériaux
- La possibilité d'un assemblage esthétique et discret permet une flexibilité accrue dans la conception des pièces
- Des possibilités illimitées d'assemblage, y compris l'assemblage de PVC et de PP entre eux et avec d'autres matériaux tels que les plastiques, le métal, le bois, etc.

La colle structurale 3M™ Scotch-Weld™ DP 8005 est un adhésif acrylique à deux composants (avec un rapport volumique de mélange de 10:1). La colle Scotch-Weld™ DP 8005 assure des performances

de collage de haute qualité sur la plupart des plastiques à basse énergie de surface, y compris le polypropylène, le polyéthylène et les polyoléfines thermoplastiques, sans traitement de surface.

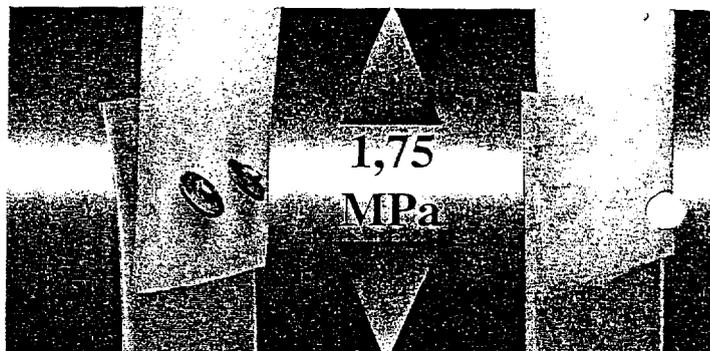
La colle Scotch-Weld™ DP 8005 peut remplacer les vis, les rivets, la soudure du plastique et les procédés à deux étapes comme l'utilisation d'un primaire ou les traitements de surface (flamme, corona, etc.).

Annexe 3 (suite) relative à l'exercice 3 du sujet B

Propriétés physiques et de mise en oeuvre

Propriétés	DP8005
Couleur (polymérisée)	Jaune clair
Temps de manipulation 0,5 MPa à 23°C	20 - 30 min. (PP/PP) 2 - 3 heures (Al/Al)
Temps de prise totale (à 23°C)	8 - 24 heures
Temps de travail à 23°C	2,5 - 3 min.

Note. Les propriétés suivantes doivent être considérées comme indicatives et ne peuvent être utilisées pour des spécifications.



À 1,75 MPa, les plaques de plastique en recouvrement (à gauche) se sont déformées au niveau des rivets. Les plaques de plastiques en recouvrement (à droite) collées avec la colle DP-8005 de 3M™ Scotch-Weld™ ne montrent pas de signe visible de sollicitation. La colle répartit les contraintes plus uniformément en éliminant les trous et les points de stress des fixations mécaniques.

Résistance au vieillissement<sup>(1)</sup>

Conditions	Temps	Température	Cisaillement (MPa)	Mode de rupture
Contrôle	-	24°C	6,9	Substrat en PE
71°C / 100% HR	14 jours	71°C	5,7	Substrat en PE
71°C / 100% HR	30 jours	71°C	5,6	Substrat en PE
NaOH à 10%	14 jours	24°C	6,7	Substrat en PE
HCl à 16%	14 jours	24°C	6,8	Substrat en PE
Eau de Javel à 20%	14 jours	24°C	6,9	Substrat en PE
Isopropanol	14 jours	24°C	6,6	Substrat en PE
Huile hydraulique	14 jours	24°C	7,1	Substrat en PE
Antigel à 50%	14 jours	24°C	6,7	Substrat en PE
Essence	14 jours	24°C	1,1	Cohésive
Diesel	14 jours	24°C	5,9	Cohésive
Toluène	14 jours	24°C	0,1	Cohésive

(1) Les tests d'immersion sont réalisés à l'aide d'éprouvettes assemblées en HDPE extrudé

**Stockage.** Les cartouches doivent être stockées à une température égale ou inférieure à 4°C.

**Durée de vie.** Lorsqu'il est stocké à la température recommandée dans son emballage d'origine, ce produit possède une durée de vie de six mois à partir de la date de livraison.

Matériaux principaux

- PE
- PP
- Polyoléfines thermo-plastiques
- Polycarbonate
- ABS
- PVC
- Acier
- Aluminium
- Bois

1. Polymérisation à température ambiante
2. La polymérisation peut être accélérée par chauffage
3. Un procédé en une seule étape représente un gain de temps
4. Collage et étanchéité en une seule opération
5. Bonne résistance à l'eau et à l'humidité
6. Excellente résistance aux agents chimiques
7. Procédé sans solvants
8. Application manuelle aisée grâce au système EPX™

Résistance au cisaillement

Substrats	Cisaillement (Mpa)	Mode de rupture
PE extrudé	6,9	Substrat
PE extrudé	7,2	Substrat
UHMW PE	5,3	Substrat
LDPE	2,3	Substrat
ABS	6,7	Substrat
Polycarbonate	5,9	Substrat
PMMA (acrylique)	5,6	Substrat
PVC rigide	10,6	Substrat
Polystyrène	3,8	Substrat
Nylon- 6,6 avec 30 % de fibres de verre	5,7	Cohésive
FRP	16,3	Cohésive
Acier galvanisé / PE	6,8	Substrat (PE)
Acier laminé à froid	6,7	Substrat
Aluminium 2024	14,8	Cohésive
Acier galvanisé huilé	14,8	Cohésive

Résistance au pelage

Substrat	Température	Pelage (N/cm)	Mode de rupture
HDPE	24°C	28	Cohésive