

TESTS DE LA RÉSISTANCE CHIMIQUE DES GANTS VIS-À-VIS DE QUATRE ETHERS DE GLYCOL D'UTILISATION FRÉQUENTE

- Gant de protection
- Ether de glycol
- Essai comparatif
- Perméabilité

► Patrick MARTIN, Philippe FERRARI,
Magali PIERREL
INRS, Département Ingénierie des procédés

TESTING GLOVE CHEMICAL RESISTANCE AGAINST FOUR FREQUENTLY USED GLYCOL ETHERS

The purpose of this work is experimental determination of the resistance of a set of gloves to four glycol ethers, namely 2PG1MEA (2-Propylene Glycol 1-Methyl Ether 2-Acetate), EGBE (Ethylene Glycol n-Butyl Ether), DEGEE (Diethylene Glycol Ethyl Ether) and DEGBE (Diethylene Glycol Butyl Ether). The need to test protective gloves in relation to these glycol ethers imposes the choice and development of specific analytical methods implemented within the framework of European standards EN 369 and EN 374 testing procedures. Several manufacturers make the tested gloves, featuring materials typical of the market. Glove thickness is also taken into account.

This study led to determining permeation times for the different gloves, enabling users of these chemicals to protect themselves effectively against penetration of glycol ethers through the skin.

The results obtained reveal the superiority of two thicknesses (0.45 and 0.65 mm) of butyl gloves made by two different manufacturers. Permeation measurements for these gloves were stopped after 8 hours of recording without reaching the threshold concentration downstream of the sample. Permeation times for other materials were shorter and less uniform, depending on the glycol ether concerned.

- Protective glove
- Glycol ether
- Comparative test
- Permeability

L'objectif de ce travail est la détermination expérimentale de la résistance d'une série de gants vis-à-vis de quatre éthers de glycol : 2PG1MEA (2-Propylène Glycol 1-Méthyl Ether 2-Acétate), EGBE (Éthylène Glycol n-Butyl Ether), DEGEE (Diéthylène Glycol Ethyl Ether), DEGBE (Diéthylène Glycol Butyl Ether). La nécessité de tester les gants, vis-à-vis de ces éthers de glycol, a imposé le choix et la mise au point des méthodes analytiques spécifiques mises en œuvre dans le cadre des protocoles d'essais des normes EN 369 et 374. Les gants testés, dont les matériaux sont représentatifs du marché, proviennent de plusieurs fabricants. L'épaisseur des gants a également été prise en compte.

Cette étude a conduit à la détermination des temps de perméation des différents gants permettant aux utilisateurs de ces produits de se protéger efficacement contre la pénétration des éthers de glycol par voie cutanée.

Les résultats obtenus font apparaître la supériorité des gants en butyle issus de deux fabricants différents et pour deux épaisseurs (0,45 et 0,65 mm). Les mesures de perméation de ces gants ont été stoppées après 8 heures d'enregistrement sans qu'on ait atteint la concentration seuil en aval de l'échantillon. Les autres matériaux présentent des temps de perméation plus faibles et plus hétérogènes en fonction de l'éther de glycol concerné.

OBJECTIF

Les résultats de l'expertise collective menée par l'INSERM [1] ont mis en évidence la nécessité de procéder à des tests de résistance des gants vis-à-vis des éthers de glycol les plus utilisés en plus de ceux qui sont classés toxiques pour la reproduction.

Pour répondre à ce besoin, un banc d'essais a été installé en laboratoire. La validation de ce banc, à l'aide d'un polymère de référence, a été

effectuée sur les solvants suivants : acétone, méthyl-éthyl-cétone, toluène, trichloréthylène et acétate d'éthyle. Les résultats sont conformes aux données publiées [2].

La nécessité de tester les gants vis-à-vis des éthers de glycol a imposé le choix et la mise au point des méthodes analytiques spécifiques qui ont été mises en œuvre dans le cadre de protocoles d'essais qui suivent ceux décrits dans les normes EN 369 et 374 [3, 4].

Cette étude a conduit à la réalisation d'un tableau de temps de perméation

des différents gants permettant aux utilisateurs de ces produits de se protéger efficacement contre la pénétration de ces éthers de glycol par voie cutanée.

LES ETHERS DE GLYCOL

Il s'agit de co-solvants eau-huile que l'on retrouve, entre autres, dans les produits suivants :

- peintures, encres, vernis, colles ;
- produits d'entretien ;
- fabrication de circuits imprimés ;
- fluides de coupe ;
- offset.

Quatre éthers de glycol ont été choisis sur la base de leur fréquence d'utilisation [5] :

- 2PG1MEA (acétate de 1-méthoxy-2-propyle) ;
- EGBE (2-butoxyéthanol) ;
- DEGEE (2-(2-éthoxyéthoxy)éthanol) ;
- DEGBE (2-(2-butoxyéthoxy)éthanol).

Ces éthers de glycol sont des irritants cutanés pour lesquels le port de gants est recommandé (cf. *Les fiches toxicologiques de l'INRS*).

LES GANTS

La littérature fournit un certain nombre de résultats [6, 7] et il nous a semblé préférable de centrer notre travail sur les couples matériaux de gants/éthers de glycol non encore étudiés. Les gants choisis ont été confectionnés par quatre fabricants. Le *Tableau I* présente la liste des types de gants testés sur les différents éthers de glycol.

MATÉRIAUX DES GANTS

Bien que le marché actuel présente un grand nombre de gants, on trouve chez les fabricants des produits réalisés avec des matériaux de base similaires. Les principaux matériaux utilisés sont les suivants :

- caoutchouc butyle (copolymère de l'isobutylène et de l'isoprène) ;
- caoutchouc nitrile (polymère de l'acrylonitrile) ;
- latex naturel ;
- polyalcool de vinyle ;
- polychlorure de vinyle ;
- néoprène (polychloroprène) ;
- laminé de polyéthylène.

TABLEAU I

Liste des gants testés sur les éthers de glycol (la croix indique que l'essai a été réalisé)
List of gloves tested against glycol ethers (a cross indicates that the test was performed)

gant n°	fabricant	polymère	2PG1MEA	EGBE	DEGBE	DEGEE
1	A	PVC	X	X	X	X
2	A	PVA	X			
3	A	POLYETHYLENE	X	X		X
4	A	NEOPRENE	X			
5	A	NEOPRENE	X	X		
6	A	LATEX NEOPRENE		X	X	
7	A	LATEX NATUREL		X	X	X
8	B	NITRILE	X			X
9	B	NITRILE	X			
10	B	PVC	X			X
11	B	BUTYLE	X			
12	B	NEOPRENE	X	X	X	X
13	B	LATEX NEOPRENE		X	X	X
14	C	NITRILE	X			X
15	C	NITRILE	X			
16	C	NITRILE	X			X
17	C	PVC	X			X
18	C	NEOPRENE	X			
19	C	NEOPRENE	X	X		
20	C	NEOPRENE	X			
21	C	LATEX NATUREL	X			
22	D	NITRILE	X			
23	D	NITRILE	X			
24	D	NITRILE	X	X	X	
25	D	BUTYLE	X	X	X	X

ÉPAISSEUR DES GANTS

L'épaisseur du gant influence directement son temps de tenue vis-à-vis du produit. Une mesure d'épaisseur sur chacun des gants choisis pour ces tests a été effectuée. Cette mesure est faite sur trois échantillons de paume et de dos. Le *Tableau II* présente la valeur moyenne de ces mesures ainsi que les données du fabricant quand elles sont disponibles. Il donne également des informations sur la texture du gant.

Certains gants présentent des hétérogénéités d'état de surface (zones lisses, zones rugueuses). Dans ce cas, des mesures d'épaisseur sur les deux types de zone sont réalisées.

En règle générale, les épaisseurs mesurées sont en accord avec les données du fabricant. Les gants n° 3 et n° 25 font exception. On constate pour ces deux gants une différence importante entre l'épaisseur annoncée et celle mesurée (cf. *Tableau II*).

PROCÉDURE DES ESSAIS

TESTS DE PERMÉATION

La cellule de perméation est formée de deux compartiments séparés par l'échantillon de gant à tester. Le premier compartiment est rempli d'éther de glycol. Le second compartiment est balayé en continu par un courant d'azote (milieu collecteur) qui transporte les fractions d'éther de glycol passées au travers du gant vers un analyseur à photo-ionisation (P.I.D.). Ce détecteur est étalonné pour chaque éther de glycol.

Le phénomène de perméation s'effectue en trois phases :

1. l'adsorption du produit chimique à la surface de contact du gant ;
2. la diffusion du produit adsorbé dans le matériau (loi de Fick) :

$$J = -D \frac{(C_m - C_v)}{e}$$

TABLEAU II

Épaisseurs des gants
Glove thicknesses

Intérieur Extérieur N° du gant	Paume (en mm)						Dos (en mm)						Épaisseur fournisseur (en mm)
	lisse lisse	lisse rugeux	moltoné lisse	moltoné rugeux	tissé lisse	tissé rugeux	lisse lisse	lisse rugeux	moltoné lisse	moltoné rugeux	tissé lisse	tissé rugeux	
1			0,99	1,26					1,11	1,20			
2					0,88	0,83					0,86	0,79	
3	0,18						0,17						0,062
4					1,11	1,21					1,13	1,11	
5			1,54			0,76			1,44			0,74	
6	0,62	0,69					0,61						0,68
7	0,67	0,76					0,68						0,75
8					0,45	0,42					0,45	0,44	0,50
9	0,30	0,32					0,30	0,30					0,35
10					1,11						1,11		1,1 - 1,3
11	0,60						0,62						0,65
12	0,63	0,81					0,62						0,60
13	0,61	0,71					0,63						0,70
14	0,29	0,34					0,29						0,30
15					0,48	0,53					0,48		0,55
16					0,86	0,97					0,83		0,85
17					1,02	1,14					1,06	1,21	1,30
18	0,68	0,83					0,73						0,75
19					1,39						1,41		1,45
20	0,74	1,07					0,78						0,75
21	0,42	0,51					0,44						0,50
22	0,37	0,36					0,37	0,38					0,35
23	0,34	0,36					0,34	0,37					0,33
24	0,28	0,30					0,29	0,29					0,28
25	0,46						0,45						0,17

avec :

J : débit massique de liquide ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$),
 D : coefficient de diffusion ($\text{cm}^2\cdot\text{min}^{-1}$),
 Cm et Cv : respectivement concentrations
 en amont et en aval de l'échantillon de
 gant ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),

e : épaisseur du gant (cm).

Le signe négatif traduit le sens du débit
 de la zone la plus concentrée vers la
 moins concentrée.

3. la désorption des molécules depuis
 la surface intérieure du gant vers le milieu
 collecteur.

La vitesse de perméation est donnée
 par la relation suivante :

$$P = \frac{(C_i - C_{i-1}) \cdot V_t}{(T_i - T_{i-1}) \cdot A}$$

avec :

P : vitesse de perméation ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$),
 A : surface de contact du matériau (cm^2),
 Ti : temps auquel l'échantillon i a été
 prélevé (min),
 Vt : volume du milieu collecteur (l),

FIGURE 1

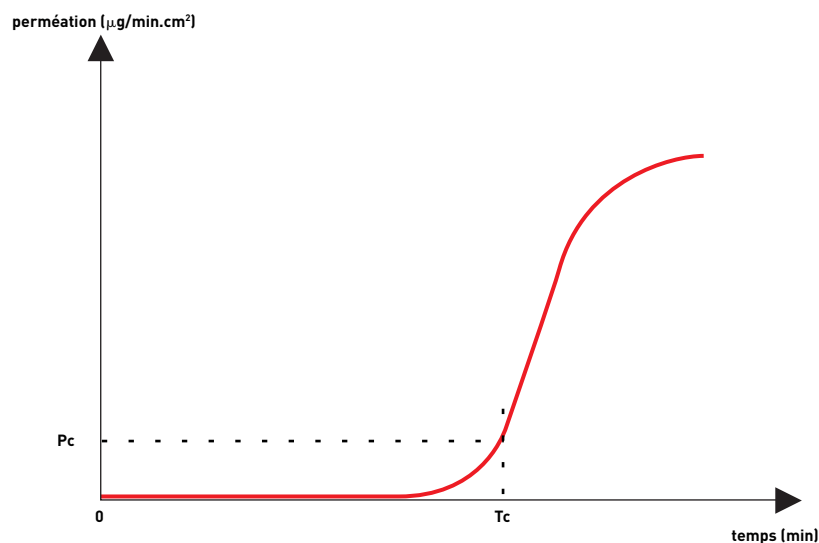
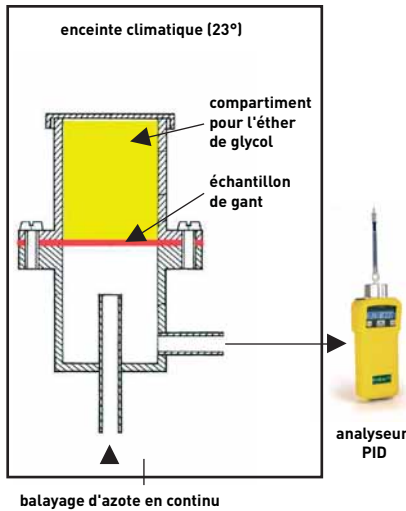
Courbe de perméation
Permeation curve


FIGURE 2

Schéma de principe du banc d'essais
Test bench schematic diagram



Ci : concentration en produit chimique dans le milieu collecteur au temps T_i ($\mu\text{g.l}^{-1}$).

En accord avec les essais normalisés, le temps de perméation T_c est défini comme le temps au bout duquel le flux de passage du produit au travers du gant atteint la valeur P_c de $1 \mu\text{g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$. Ce seuil arbitraire permet de détecter le passage du produit au travers du matériau, étant entendu que le choix de cette valeur a peu d'influence sur l'évaluation du temps de perméation du gant (courbe type en S de perméation). La Figure 1 présente l'allure de cette courbe.

La Figure 2 présente le schéma de principe du banc d'essai

CELLULES DE TESTS

Durant ces essais, deux types de cellule ont été utilisés. Les premiers essais ont été conduits avec la cellule ASTM (cf. Figure 3). Cette cellule est en verre et, compte tenu de sa fragilité et des difficultés de mise en œuvre (risque de fuites lors des serrages), les essais suivants ont été réalisés avec la cellule ISO/EN 369 en laiton (cf. Figure 4). Des mesures comparatives ont montré la bonne concordance des chiffres obtenus avec les deux cellules. Ces essais ont été réalisés avec l'acétone sur un polymère de référence (néoprène de 0,41 mm d'épaisseur). Les résultats sont présentés sur le Tableau III.

Un avantage supplémentaire de la cellule ISO/EN 369 est la position horizontale de l'échantillon de gant. En effet, si le test de perméation conduit à

TABLEAU III

Comparaison des cellules de perméation
Permeation cell comparison

Cellule	Temps de perméation (hh:mm)	
	ASTM	ISO/EN
Échantillon 1	10:21	10:12
Échantillon 2	10:06	10:42
Échantillon 3	10:12	10:03
Échantillon 4	10:45	10:36
Échantillon 5	10:42	10:18
Échantillon 6	10:06	10:39
Moyenne	10:22	10:25
Écart type	0:17	0:16

FIGURE 3

Cellule ASTM
ASTM cell

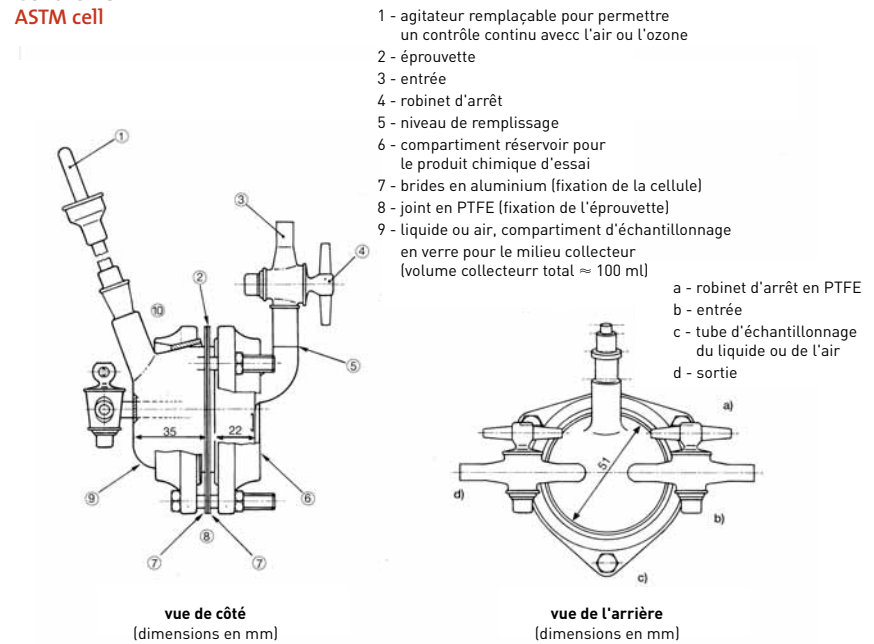


FIGURE 4

Cellule ISO/EN 369
ISO/EN 369 cell

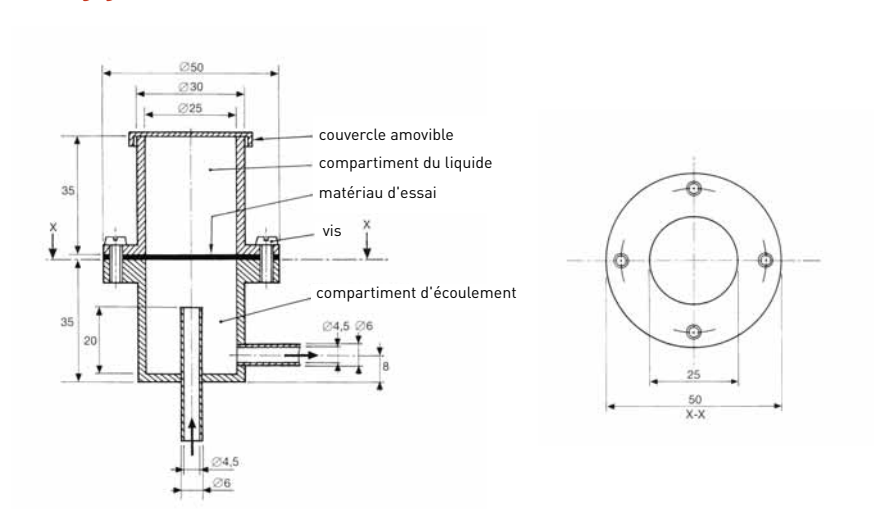


TABLEAU IV

Résultats de validation du banc Test bench validation results

Caractéristiques des gants		MEK (mn)		Toluène		Trichloréthylène		Acétate d'éthyle	
Matériau	Epaisseur (mm)	INRS (mn)	CRAM (mn)	INRS (mn)	CRAM (mn)	INRS (mn)	CRAM (mn)	INRS (mn)	CRAM (mn)
PVC	1,28	5,2	4,9	15,5	4,0	6,7	4,7	9,5	5,5
Latex Acrylonitrile	0,69	11,6	16,2	98,8	84,2	25,5	31,9	45,1	32,1
Polychloroprène	0,75	10,0	9,5	8,4	7,9	5,4	4,8	15,2	11,4
Nitrile	0,44	5,0	5,0	15,9	14,9	6,5	6,6	12,9	10,5

FIGURE 5

Banc d'étalonnage du PID PID calibration bench

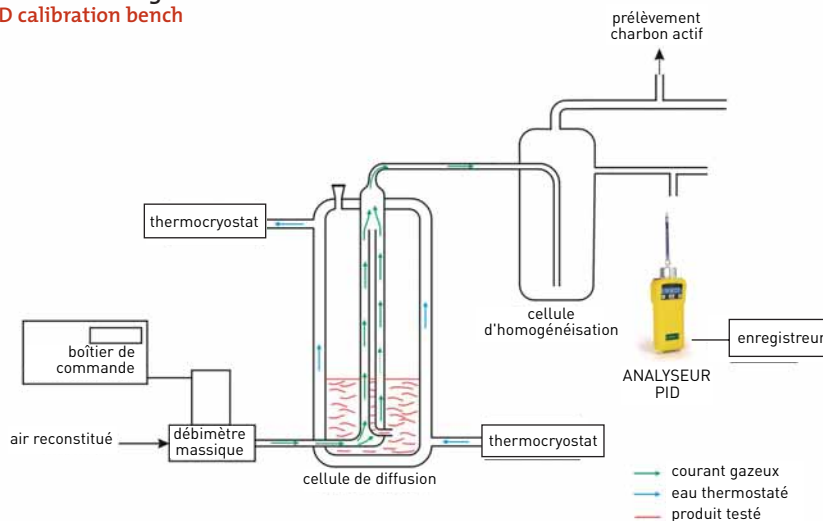


TABLEAU V

Résultats de mesures de perméation (2PG1MEA) Permeation measurement results (2PG1MEA)

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
BU	BUTYLE	0,46	480	480	480
BU	BUTYLE	0,61	480	480	480
LA	LATEX NATUREL	0,46	17	12	15
NE	NEOPRENE	0,69	54	54	49
NE	NEOPRENE	0,75	63	66	53
NE	NEOPRENE	0,86	185	195	176
NE	NEOPRENE	1,12	120	139	103
NE	NEOPRENE	1,14	120	132	71
NE	NEOPRENE	1,4	103	98	90
NI	NITRILE	0,29	27	30	33
NI	NITRILE	0,31	41	41	38
NI	NITRILE	0,31	50	30	29
NI	NITRILE	0,35	49	46	51
NI	NITRILE	0,37	78	73	83
NI	NITRILE	0,44	98	91	99
NI	NITRILE	0,5	186	186	185
NI	NITRILE	0,89	66	44	57
PVA	PVA	0,84	480	480	80
PVC	PVC	1,11	38	36	24
PVC	PVC	1,11	47	48	20
PVC	PVC	1,14	52	42	39
PE	POLYETHYLENE	0,18	480	480	14

une consommation d'éther de glycol (passage au travers du gant ou gonflement du gant), le niveau de produit baissera dans le premier compartiment. Ce phénomène peut conduire dans la cellule ASTM à une diminution de la surface d'échange gant/produit non décelable visuellement. Cela n'est pas le cas avec la cellule ISO/EN 369.

ÉTALONNAGE DE L'ANALYSEUR

La cellule de génération est balayée en continu par un courant d'azote. L'éther de glycol est chauffé et se vaporise dans ce courant.

La concentration en éther de glycol dans la cellule de génération est déterminée au moyen d'un prélèvement sur tube de charbon actif. En parallèle, le détecteur à photo-ionisation, branché sur une autre sortie de la cellule, fournit en continu la valeur de la concentration tout au long du prélèvement.

Les prélèvements effectués sur tube de charbon sont analysés par chromatographie en phase gazeuse. Ces valeurs permettent d'étalonner la réponse du PID en ppm de l'éther de glycol considéré. Le banc d'étalonnage est présenté *Figure 5*.

Cette opération est renouvelée au minimum toutes les semaines pour maîtriser une dérive éventuelle du détecteur PID.

RÉSULTATS DE LA VALIDATION DU BANC

Nous avons réalisé des essais de validation sur les solvants suivants : acétone, méthyl-éthyl-cétone (MEK), toluène, trichloréthylène et acétate d'éthyle. Les premiers essais ont été conduits avec l'acétone en utilisant le polymère de référence. Les résultats sont les suivants :

Référence ASTM :

13,1 ± 3 min

Résultats de la CRAM de Bordeaux :

10,5 ± 1,3 min

Résultats INRS :

10,4 ± 0,27 min

Les trois autres solvants ont été testés sur des gants du marché pour lesquels nous disposons des temps de perméation [2] (*cf. Tableau IV*).

RÉSULTATS

Les Tableaux V, VI, VII et VIII présentent les résultats des tests de perméation obtenus respectivement avec le 2PG1MEA, le EGBE, le DEGBE et le DEGEE.

Pour la lisibilité du graphique, nous avons utilisé les abréviations suivantes : butyle (BU), latex naturel (LA), latex néoprène (LE), néoprène (NE), nitrile (NI), polyalcool de vinyle (PVA), polychlorure de vinyle (PVC), polyéthylène (PE). Pour chaque matière de gant, les données sont triées par épaisseur croissante sans prendre en compte la marque du gant testé. Les épaisseurs de gants indiquées dans ces tableaux sont les moyennes des mesures de laboratoires (cf. Tableau II). Pour chaque temps donné, le résultat est la moyenne des temps obtenus sur un minimum de deux échantillons. Cette moyenne est jugée valide si l'écart entre les deux échantillons est inférieur à 20 %. Sinon, des essais complémentaires sont réalisés. Cette méthode se réfère à la norme EN369 concernant les essais de perméation des gants. Les Figures 6, 7, 8 et 9 présentent les temps de perméation pour ces quatre éthers de glycol. La durée d'un essai est limitée à huit heures. Si aucun passage d'éther de glycol n'est détecté en aval du gant après ce temps, l'essai est arrêté et on attribue le temps 480 mn (repéré en gras sur les Tableaux V à VIII).

La Figure 10 présente une synthèse des résultats avec les quatre éthers de glycols sur les gants testés. De plus, pour deux types de gants, nous avons constaté un très faible temps de perméation sur le pli par rapport aux valeurs obtenues sur la paume et le dos du gant. Dans ces deux cas, nous avons retenu la valeur la plus faible. Ces valeurs apparaissent en rouge sur les Tableaux V, VI et VIII.

CONCLUSION

Les résultats obtenus sur les éthers de glycol font clairement apparaître la supériorité des gants en butyle issus de deux fabricants différents pour deux épaisseurs (0,45 et 0,65 mm). Les mesures de perméation de ces gants ont été stoppées après huit heures d'enregistrement sans que la concentration seuil en aval de l'échantillon ait été atteinte.

Le gant en PVA donne des temps de perméation hétérogènes, en particulier de

TABLEAU VI

Résultats de mesures de perméation (EGBE) Permeation measurement results (EGBE)

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
BU	BUTYLE	0,46	480	480	480
LA	LATEX NATUREL	0,7	93	76	87
LE	LATEX NEOPRENE	0,64	51	40	46
LE	LATEX NEOPRENE	0,65	65	63	52
NE	NEOPRENE	0,69	89	105	90
NE	NEOPRENE	1,12	142	171	105
NE	NEOPRENE	1,4	214	223	206
NI	NITRILE	0,29	140	162	164
PVC	PVC	1,14	56	56	48
PE	POLYETHYLENE	0,18	76	480	6

TABLEAU VII

Résultats de mesures de perméation (DEGBE) Permeation measurement results (DEGBE)

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
BU	BUTYLE	0,46	480	480	480
LA	LATEX NATUREL	0,7	93	76	87
LE	LATEX NEOPRENE	0,64	51	43	44
LE	LATEX NEOPRENE	0,65	51	57	50
NE	NEOPRENE	0,69	65	66	59
NI	NITRILE	0,29	221	188	256
PVC	PVC	1,14	173	167	178

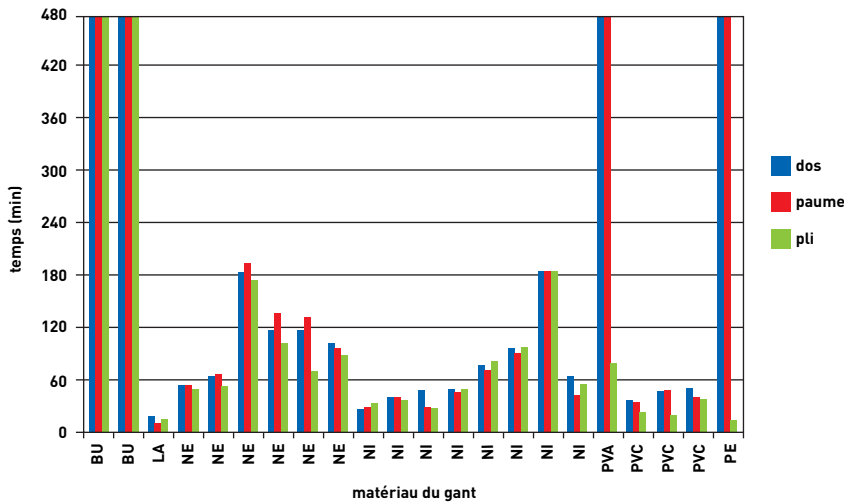
TABLEAU VIII

Résultats de mesures de perméation (DEGEE) Permeation measurement results (DEGEE)

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
BU	BUTYLE	0,46	480	480	480
LA	LATEX NATUREL	0,7	223	207	212
LE	LATEX NEOPRENE	0,65	171	194	170
NE	NEOPRENE	0,69	179	221	174
NI	NITRILE	0,31	160	123	158
NI	NITRILE	0,44	398	381	398
NI	NITRILE	0,89	242	220	215
PVC	PVC	1,11	156	152	121
PVC	PVC	1,11	128	118	91
PVC	PVC	1,14	122	107	112
PE	POLYETHYLENE	0,18	480	480	276

FIGURE 6

Graphique de perméation (2PG1MEA)
Permeation graph (2PG1MEA)



mauvaises valeurs sur le pli. De plus, ce gant ne peut être recommandé car le PVA est un matériau hydrosoluble.

Le gant de type laminé de polyéthylène présente des temps de perméation très hétérogènes. Ce phénomène est lié à sa fabrication car le pli est constitué d'une soudure de la paume et du dos (en général, les autres gants sont réalisés en une seule pièce). Ce gant présente également une soudure sur la paume. Suivant les éthers de glycol, on constate des variations importantes de temps de perméation entre la paume et le dos. Ce gant ne doit pas être utilisé pour manipuler les éthers de glycol étudiés ici.

En ce qui concerne les gants constitués des autres matériaux (latex, nitrile, néoprène et PVC), il est très délicat de les conseiller pour de longues manipulations d'éthers de glycol dans la mesure où les temps de perméation mesurés présentent de fortes disparités en fonction du type d'éther de glycol considéré.

Il faut également noter que les gants en butyle sont destinés à des postes de travail pour lesquels une grande dextérité n'est pas nécessaire. Pour des travaux plus fins, il est envisageable d'utiliser des gants mieux adaptés aux contraintes du poste de travail mais composés d'autres polymères. Dans ce cas, il faudra prendre en compte les informations sur la durée de tenue des gants et les remplacer aussi souvent que nécessaire. Il apparaît donc indispensable d'informer les utilisateurs de la limitation du temps d'utilisation de ces gants et de leur caractère « usage unique ».

FIGURE 7

Graphique de perméation (EGBE)
Permeation graph (EGBE)

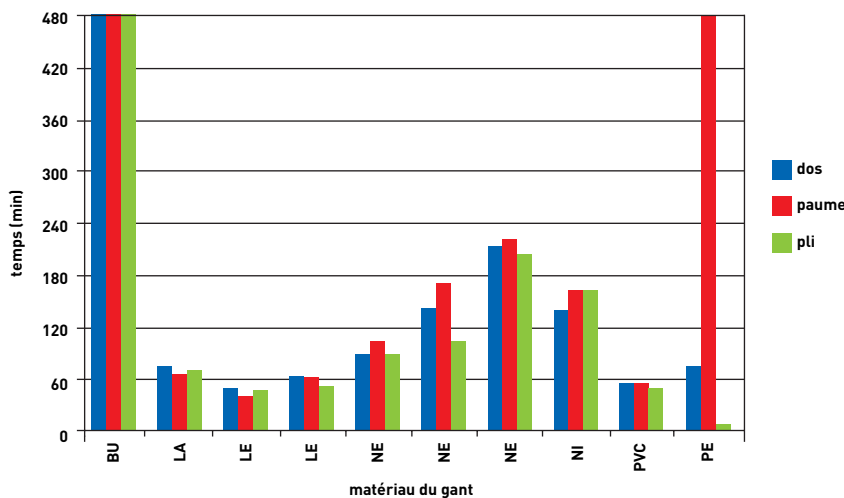
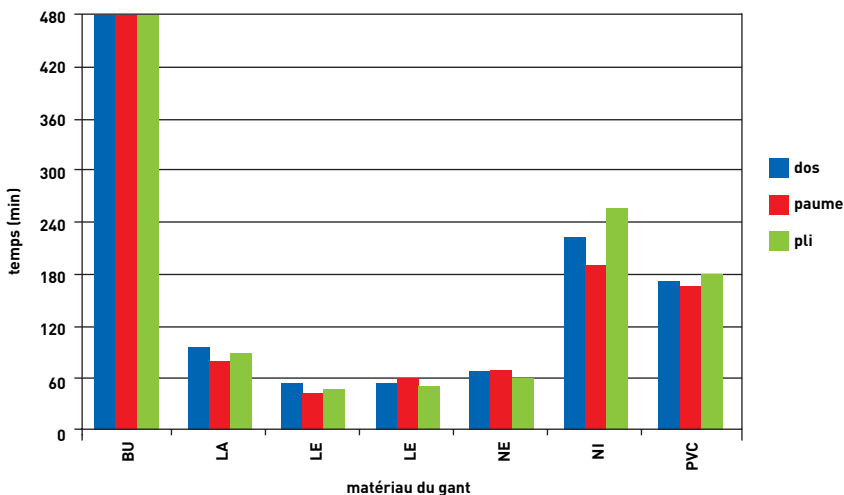


FIGURE 8

Graphique de perméation (DEGBE)
Permeation graph (DEGBE)



Reçu le : 03/03/2005

Accepté le : 12/01/2006

FIGURE 9

Graphique de perméation (DEGEE)
Permeation graph (DEGEE)

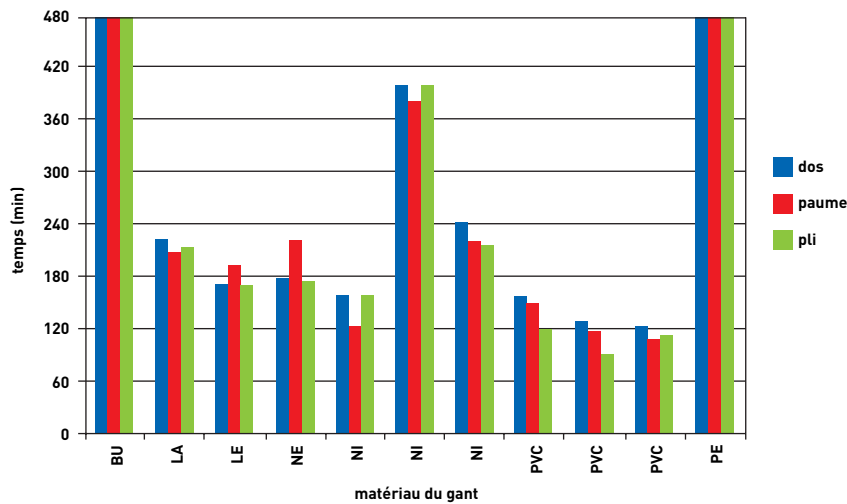
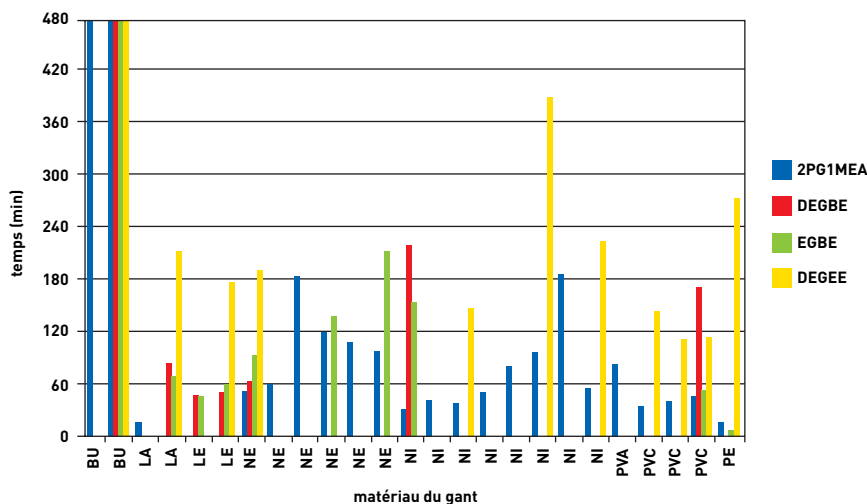


FIGURE 10

Graphique de synthèse des temps de perméation
Graph summarising permeation times



BIBLIOGRAPHIE

[1] Ethers de glycol - Quels risques pour la santé ? Editions INSERM, 1999, 348 pages.

[2] BARAT F. , CASTETS M.C. , MAHIEU J.C. - Méthode d'évaluation de la résistance des gants aux produits chimiques. INRS, Cahiers de Notes Documentaires, 1995, 160, pp. 373-388.

[3] ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides - Méthode d'essai : résistance à la pénétration par les liquides. Norme EN 369, AFNOR, Paris, septembre 1993.

[4] ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - Gants de protection contre les produits chimiques et les micro-organismes. Norme EN 374, AFNOR, Paris, mai 1994.

[5] GERIN M. - Solvants industriels, santé, sécurité, substitution. Editions Masson, 2002, pp. 21-23.

[6] Ethers de glycol : bien choisir ses gants de protection. INRS, Travail & Sécurité, 2001, 607, pp.14-15.

[7] FORSBERG K. , MANDSDORF S.Z. Quick selection guide to chemical protective clothing, John Wiley. Lavoisier, 4^{ème} Edition, 2002.

@nnexe à la ND 2242

TESTS DE LA RÉSISTANCE CHIMIQUE DES GANTS VIS-À-VIS DE QUATRE ÉTHERS DE GLYCOL D'UTILISATION FRÉQUENTE

► Alain CHOLLOT,
INRS, département Ingénierie des procédés

Avant-propos

Cette annexe a pour objectif de compléter les résultats d'une étude dans laquelle la résistance de gants avait été testée vis-à-vis des quatre éthers de glycol suivants 2PG1MEA, EGBE, DEGEE, DEGBE sur la base de leur fréquence d'utilisation. Une étude additionnelle sur quatre autres éthers de glycol, pour lesquels peu de données existaient a été effectuée, sur la base de leur toxicité potentielle.

Les résultats des mesures (effectuées selon les principes et méthodologies exposés dans l'article ND 2242-202-06) sont présentés pour les éthers DPGME (éther méthylique du dipropylèneglycol), 2PG1ME (1-méthoxy-2-propanol), 2PG1BE (éther monobutylique du propylèneglyco,) et EGBEA (acétate de l'éther monobutylique de l'éthylèneglycol). Ils confirment la grande inégalité dans la résistance des matériaux testés : seuls les gants en butyle de deux épaisseurs différentes (0,45 et 0,65 mm) issus de deux fabricants distincts sont adaptés pour l'ensemble des éthers de glycol testés. On peut remarquer que d'autres gants constitués d'autres matériaux peuvent proposer des performances individuelles intéressantes pour certains éthers de glycol mais sur des durées plus courtes, inférieures ou égales à 8 heures et dans des conditions d'utilisation particulières.

Dans le cadre d'une première étude, la résistance de gants a été testée vis-à-vis de quatre éthers de glycol :

- 2PG1MEA (acétate de 1-méthoxy-2-propyle),
- EGBE (2-butoxyéthanol),
- DEGEE (2-(2-éthoxyéthoxy)éthanol),
- DEGBE (2-(2-butoxyéthoxy)éthanol).

Cette étude a conduit à la détermination des temps de perméation de différents gants permettant aux utilisateurs de ces produits de retenir le type de gant à utiliser. Les résultats sont publiés dans l'article ND 2242-202-06.

Afin de compléter ce travail, une étude additionnelle a été conduite sur

un certain nombre d'autres éthers de glycol pour lesquels peu de données existaient :

- DPGME (éther méthylique du dipropylèneglycol, CAS : 20324-32-7 et 34590-94-8),
- 2PG1ME (1-méthoxy-2-propanol, CAS : 107-98-2),
- 2PG1BE (éther monobutylique du propylèneglycol, CAS : 5131-66-8),
- EGBEA (acétate de l'éther monobutylique de l'éthylèneglycol, CAS : 112-07-2),

L'ensemble des travaux expérimentaux a été réalisé sur les mêmes matériaux et selon le même protocole que ceux décrits dans l'article ND 2242-202-06.

Résultats

Les résultats des temps de perméation sont présentés *Tableaux I à IV*. Ils proposent, pour chaque composé, une synthèse reprenant :

- l'épaisseur moyenne des gants ;
- les temps de perméation pour les dos, paume et pli (pour chaque temps donné, le résultat est la moyenne des temps obtenus sur un minimum de deux échantillons). Cette moyenne a été jugée valide lorsque l'écart entre les deux échantillons était inférieur à 20 %. Dans le cas contraire, des essais complémentaires ont été effectués.

Les *Figures 5 à 8* présentent, sous forme d'histogramme, les temps de perméation pour ces quatre éthers de glycol.

Le *Tableau V* et la *Figure 9* proposent une synthèse des temps de perméation (moyenne des mesures sur dos, paume et pli) des gants testés en fonction des différents éthers de glycol. Lorsque des disparités importantes sont apparues entre

les trois valeurs mesurées, le plus faible temps mesuré a été pris en compte.

Discussion et conclusion

L'analyse des données acquises lors de ces travaux met en évidence une grande inégalité dans la résistance des matériaux testés. Seuls les gants en butyle, de deux épaisseurs différentes (0,45 et 0,65 mm) et issus de deux fabricants distincts, sont adaptés pour l'ensemble des éthers de glycol testés. Les mesures de perméation de ces gants ont été stoppées après huit heures d'enregistrement sans qu'on ait atteint la concentration seuil en aval de l'échantillon.

On peut remarquer que d'autres gants constitués d'autres matériaux peuvent proposer des performances individuelles intéressantes pour certains éthers de glycol sur des durées plus courtes (notamment le PVA, le néoprène, le nitrile ou le matériau fluoré).

Cependant, leur utilisation doit s'accompagner de nombreuses précautions compte tenu des différentes considérations suivantes :

- les éthers de glycol ne sont que rarement, voire jamais, utilisés individuellement ;
- le PVA est un matériau hydro-soluble ;
- pour un même gant, les valeurs de résistance sont parfois plus faibles sur le pli que sur la paume et le dos mettant en évidence des défauts de construction (notamment des variabilités dans l'épaisseur du matériau et des défauts de soudure au niveau du pli).

Dans tous les cas, il conviendra d'accorder une vigilance particulière lors de la réutilisation des gants. En effet, la protection sera optimale s'ils sont correctement utilisés et entretenus. Par exemple, on pourra laver les gants à l'eau et au savon (hormis le PVA) après chaque utilisation et avant leur retrait.

TABLEAU I

Résultats de mesures de perméation (DPGME)

Abréviation	Polymère	Épaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
BU	BUTYLE	0,61	480	480	480
BU	BUTYLE	0,46	480	480	480
FL	MATERIAUX FLUORES	0,36	480	480	480
LA	LATEX NATUREL	0,7	178	191	164
LA	LATEX NATUREL	0,5	67	65	67
LE	LATEX NEOPRENE	0,64	120	107	129
LE	LATEX NEOPRENE	0,65	138	135	123
LN	LATEX NITRILE	0,38	48	56	59
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,18	480	480	7
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,08	480	480	7
NE	NEOPRENE	1,12	276	300	285
NE	NEOPRENE	0,75	391	379	6
NI	NITRILE	0,89	480	423	480
NI	NITRILE	0,28	250	250	234
PA	PVA	0,84	408	480	431
PC	PVC	1,14	172	162	183
PC	PVC	1,51	227	318	275

TABLEAU II

Résultats de mesures de perméation (2PG1ME)

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
BU	BUTYLE	0,61	480	480	480
BU	BUTYLE	0,46	480	480	480
LE	LATEX NEOPRENE	0,64	47	42	40
LN	LATEX NEOPRENE	0,65	82	79	65
LN	LATEX NITRILE	0,38	22	20	25
NI	NITRILE	0,44	181	172	199
PA	PVA	0,84	72	70	79

TABLEAU III

Résultats de mesures de perméation (2PG1BE)

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
LE	LATEX NEOPRENE	0,64	41	38	41
LE	LATEX NEOPRENE	0,65	94	84	77
LN	LATEX NITRILE	0,38	18	20	20
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,18	480	480	480
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,08	480	480	3
PA	PVA	0,84	480	480	480

TABLEAU IV

Résultats de mesures de perméation (EGBEA)

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)		
			DOS	PAUME	PLI
LE	LATEX NEOPRENE	0,64	26	23	26
LE	LATEX NEOPRENE	0,65	37	37	35
LN	LATEX NITRILE	0,38	13	12	13
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,18	480	480	480
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,08	480	480	480
PA	PVA	0,84	480	480	480

FIGURE 5

Graphique de perméation (DPGME)

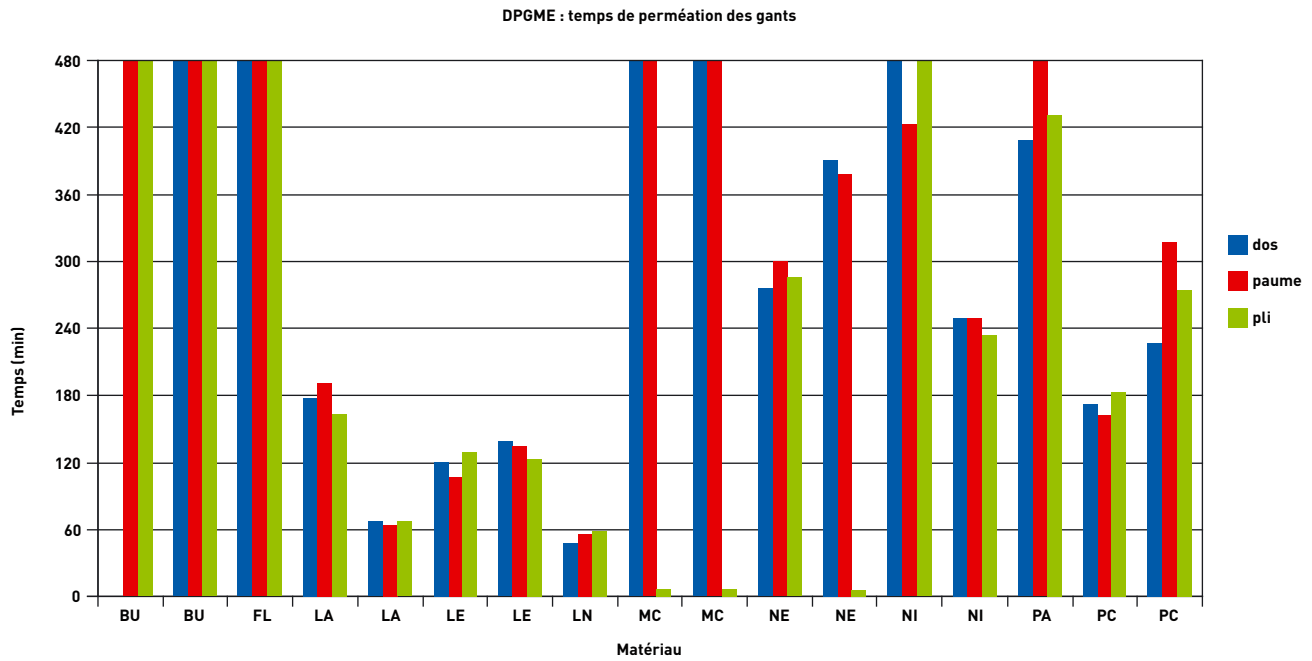


FIGURE 6

Graphique de perméation (2PG1ME)

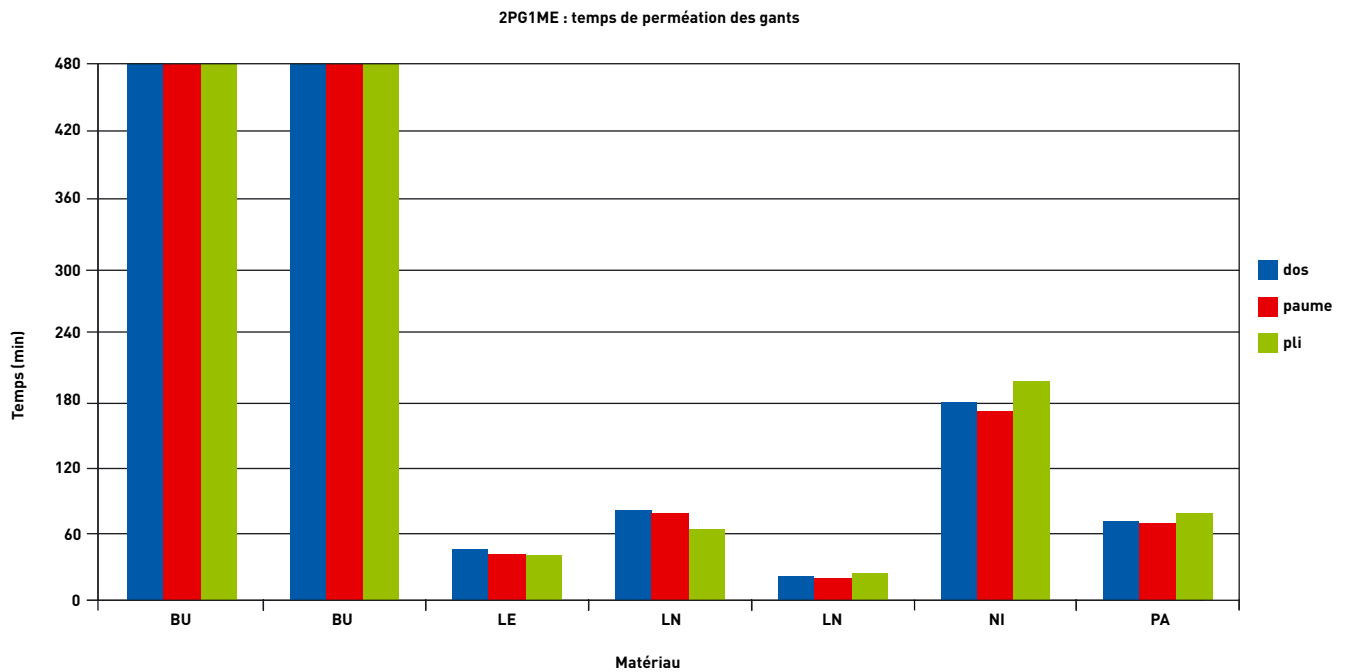


FIGURE 7

Graphique de perméation (2PG1BE)

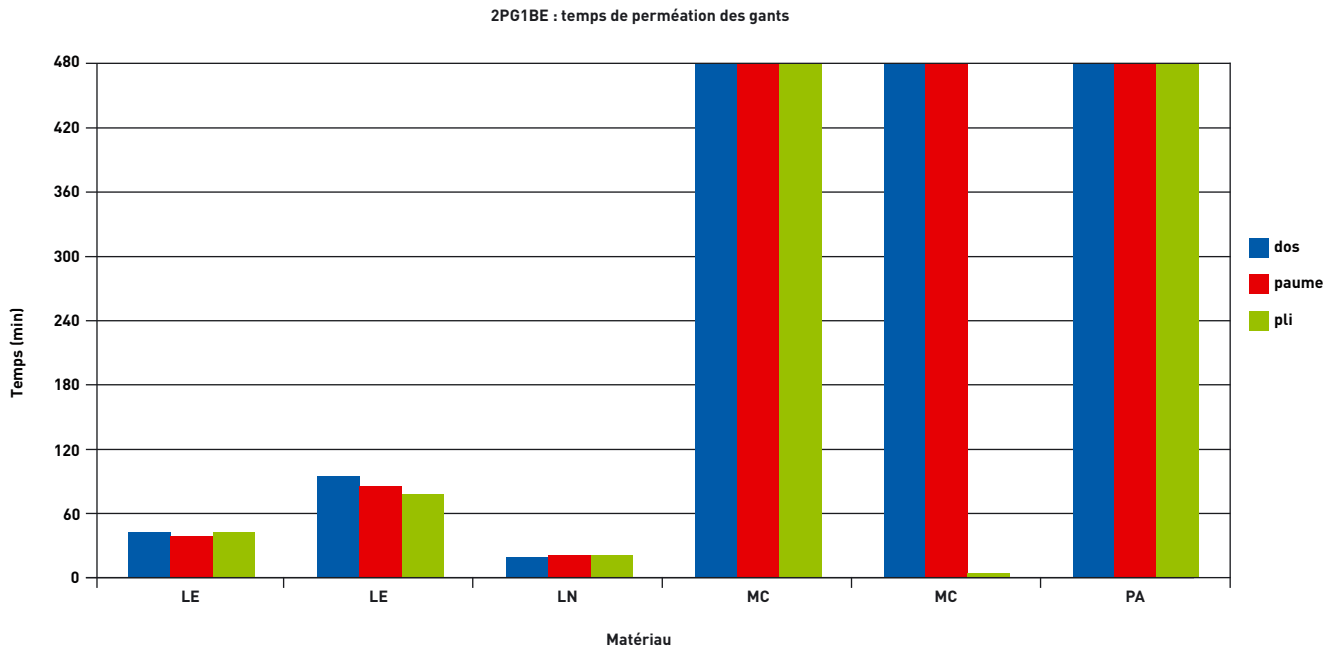
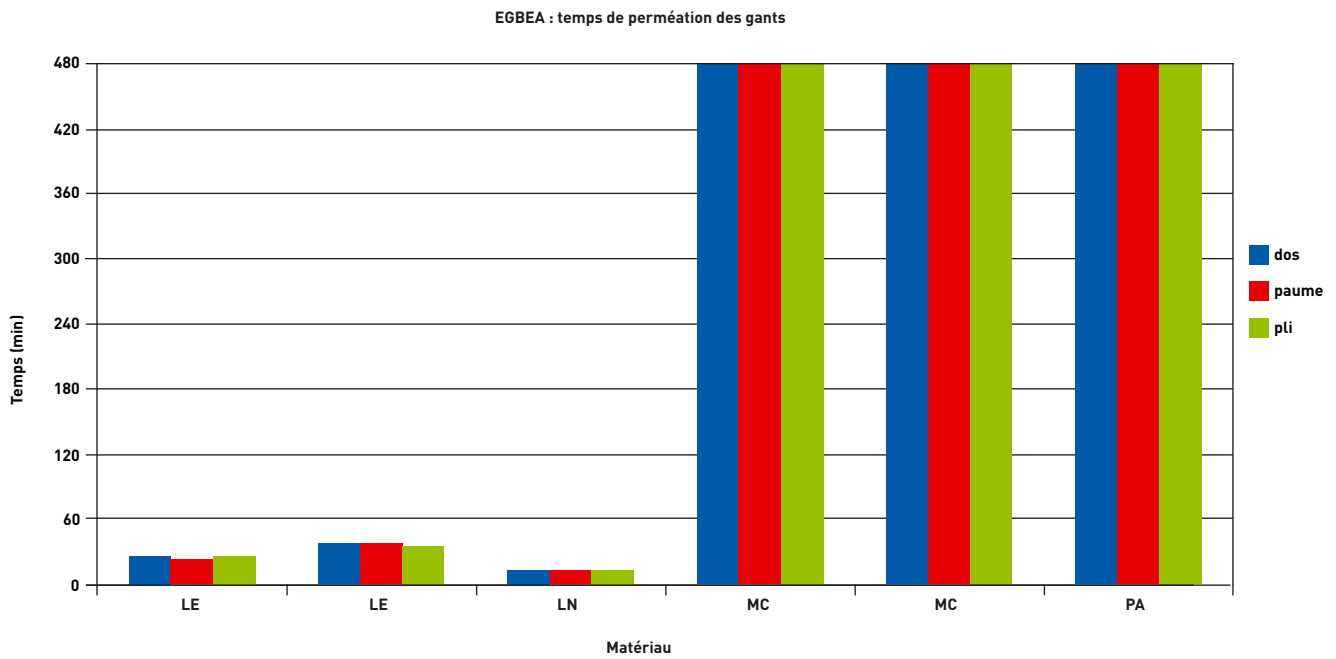


FIGURE 8

Graphique de perméation (EGBEA)



TABEAU V

Synthèse des résultats de mesures des temps de perméation

Abréviation	Polymère	Epaisseur (mm)	Temps de perméation (min)			
			DPGME	2PG1ME	2PG1BE	EGBEA
BU	BUTYLE	0,61	480	480		
BU	BUTYLE	0,46	480	480		
FL	MATERIAUX FLUORES	0,36	480			
LA	LATEX NATUREL	0,70	177			
LA	LATEX NATUREL	0,46	66			
LE	LATEX NEOPRENE	0,64	119	43	40	25
LE	LATEX NEOPRENE	0,65	132	75	85	
LN	LATEX NITRILE	0,38	54	22	19	12
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,18	6		480	480
MC	MATERIAUX MULTICOUCHES	0,08	480		3	480
NE	NEOPRENE	1,12	287			
NE	NEOPRENE	0,75	355			
NI	NITRILE	0,44		184		
NI	NITRILE	0,31				36
NI	NITRILE	0,89	461			
NI	NITRILE	0,29	245			
PA	PVA	0,84	439	73	480	480
PC	PVC	1,14	172			
PC	PVC	1,51	273			

FIGURE 9

Graphique de synthèse des temps de perméation des gants testés

