



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

Évaluation de tenues de protection NRBC

La Hague - 18-19 septembre 2007

Dr. Alain LOUVET

Dr Bernard WARME-JANVILLE



DÉLÉGATION GÉNÉRALE POUR L'ARMEMENT



Protection NRBC du corps



➤ Fonctions des tenues NRBC

Protection NRBC
Protection feu
Protection mécanique
Permettre la prise en charge
médicale



Accomplir la mission
(gestes spécifiques)
Respect de la physiologie

➤ Deux concepts de tenues : imperméable à l'air vs. perméable à l'air

➤ Objectif de l'étude : évaluation de différents matériaux perméables et imperméables

- Sur moyens d'essais (CEB)
- Sur porteurs (CRSSA)

Technologies évaluées



N°	Technologie	Type	Remarques
1	Membrane	Échantillon	Prototype
2	Membrane	Échantillon	Prototype
3	Membrane	Échantillon	Prototype
4	Micro billes	2 pièces	Tenue de travail US
5	Micro billes	2 pièces	Prototype allemand
6	Micro billes	2 pièces	Survêtement US
7	Micro billes	1 pièce	Tenue air force
8	TCA + traitement biocide	2 pièces	/
9	Microfibre activée	2 pièces	/
10	Tissus de Carbone Activé	2 pièces	/
11	PU imprégné de carbone	2 pièces	/
12	PU imprégné de carbone	1 pièce	/
13	Membrane + charbon	2 pièces	Tenue verte + sous vêtement rigide carboné
14	Membrane + charbon	2 pièces	Tenue noire + sous vêtement souple carboné
15	Membrane+TCA	2 pièces	Tenue
16	Non tissé	2 pièces	Non tissé carboné



Technologies imperméables



➤ Membranes

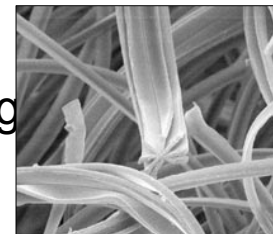
- Film imperméable à l'air percé de trous permettant le passage de la vapeur d'eau (sueur)

➤ Micro et nano fibres

- Fibres de diamètres très fins
- Fabrication par une technique d'électrospining

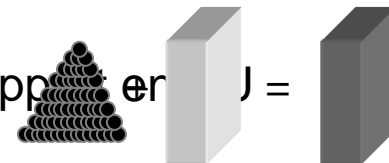
➤ Non tissé

- Média filtrant : fibres sans structure dans lesquelles sont piégées des particules de carbone
- Le média filtrant est associé à un tissu extérieur



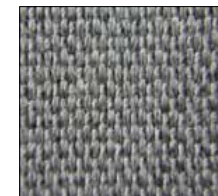
➤ PU imprégné

- Média filtrant : particules de carbones collées dans un support en PU
- Le média filtrant est associé à un tissu extérieur



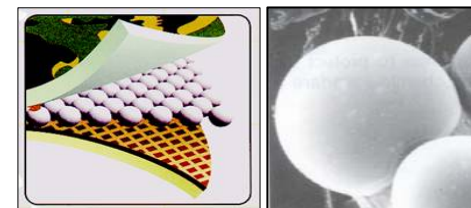
➤ Tissus de carbone activé (TCA)

- Média filtrant : matériau en carbone pur préparé à partir d'un polymère carboné
- Le média filtrant est associé à un tissu extérieur



➤ Micro billes

- Média filtrant : micro billes de carbones collées sur un support souple
- Le média filtrant est associé à un tissu extérieur



Remarques préliminaires

- De nombreuses technologies sont représentées : ouvertes et fermées
 - Nombreuses membranes
 - Quelques technologies « anciennes » mais toujours en utilisation
- Bien que la configuration « combinaison » soit plus favorable à la protection, la plupart des tenues sont présentées en 2 pièces
- Système permettant de lier le pantalon à la veste



Tests sur moyens d'essais



➤ Conditions de port

- Mesure de l'isolement sur mannequin
- Mesure de la perméabilité à la vapeur d'eau sur mannequin
- Perméabilité à l'air

➤ Tests chimiques

- Quantité d'ypérite qui traverse l'ensemble du complexe tissus extérieur + média filtrant
 - ✓ Etat initial et après contact avec polluants : sueur, eau douce, eau de mer
- Évaluation de la capacité de l'absorbant vis-à-vis des vapeurs d'ypérite



➤ Tests mécaniques

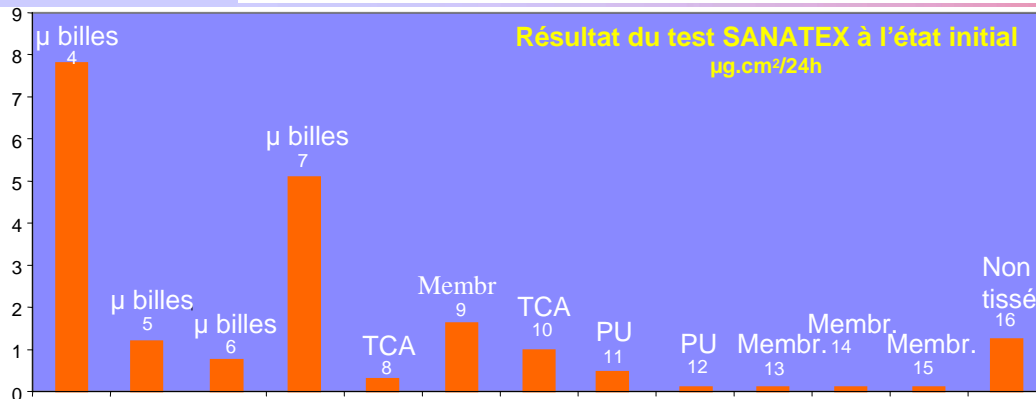
- Résistances à la déchirure amorcée, abrasion et résistance à la traction



➤ Indices hydro-oléo

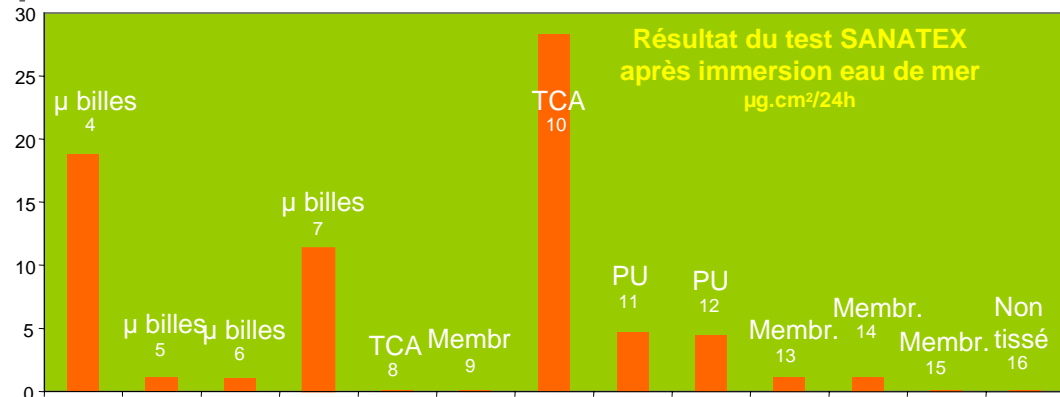
➤ Tests sur porteurs (CRSSA) : tapis roulant

Protection chimique : eau douce/mer

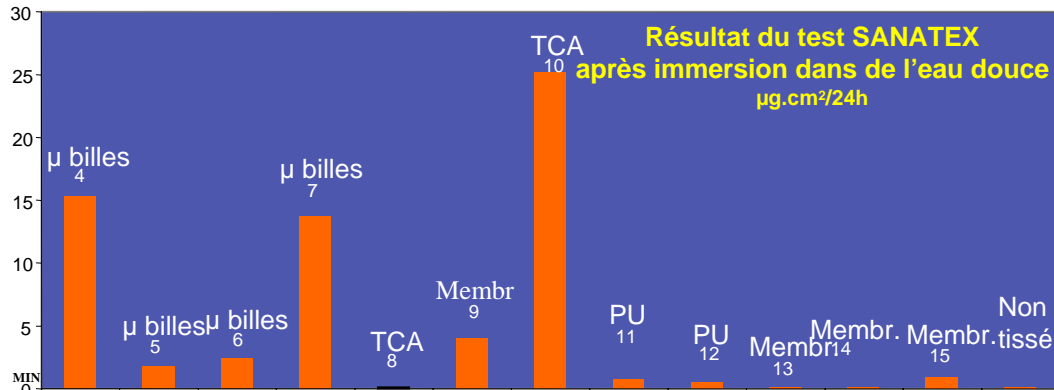


Toutes les technologies répondent aux critères de protection C à l'état initial

Diminution de la protection C pour certaines technologies après immersion dans l'eau de mer



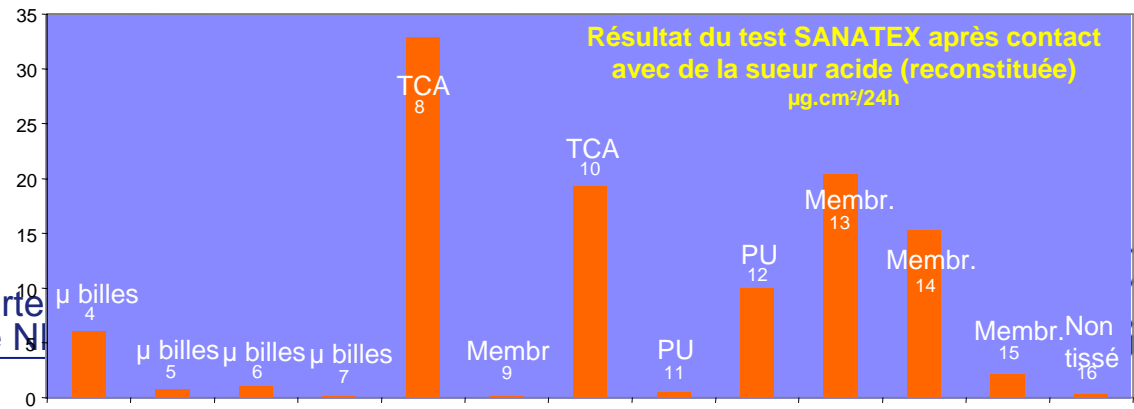
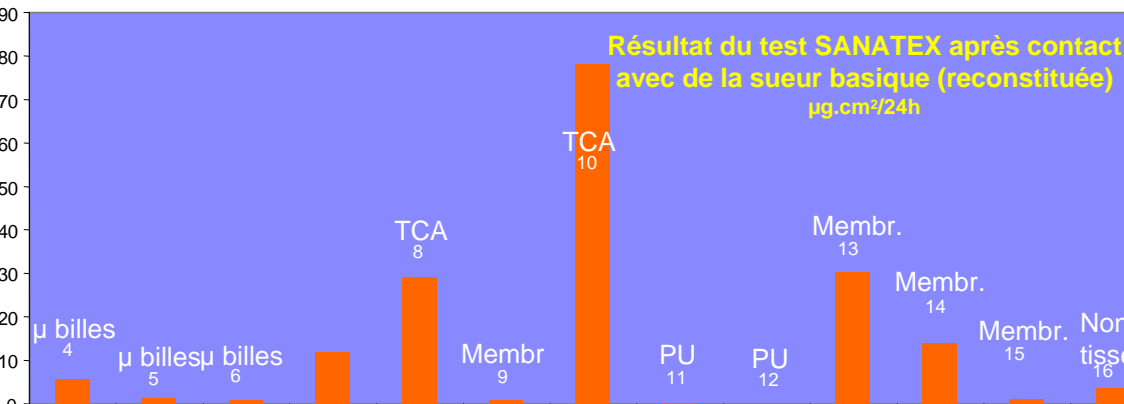
Diminution de la protection C pour certaines technologies après immersion dans l'eau douce



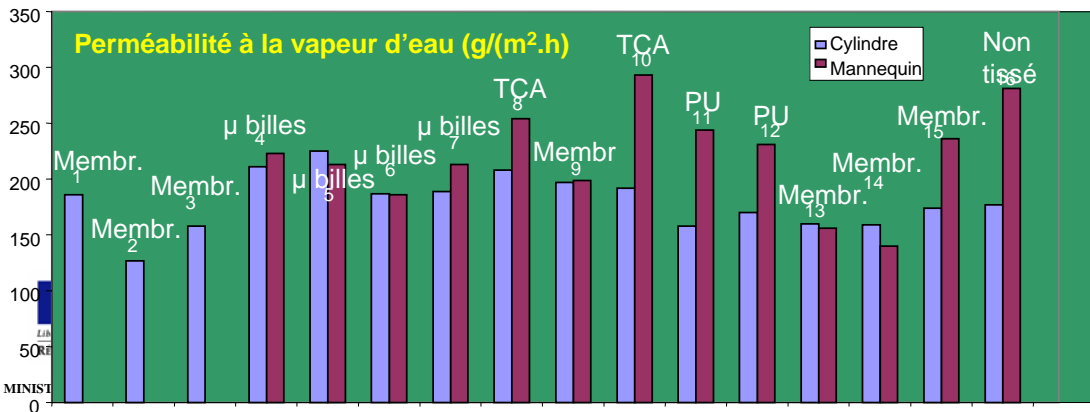
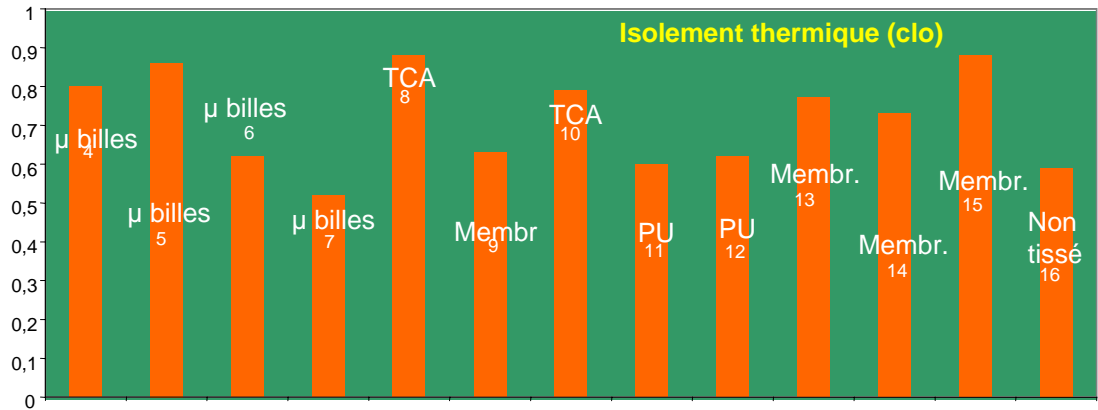
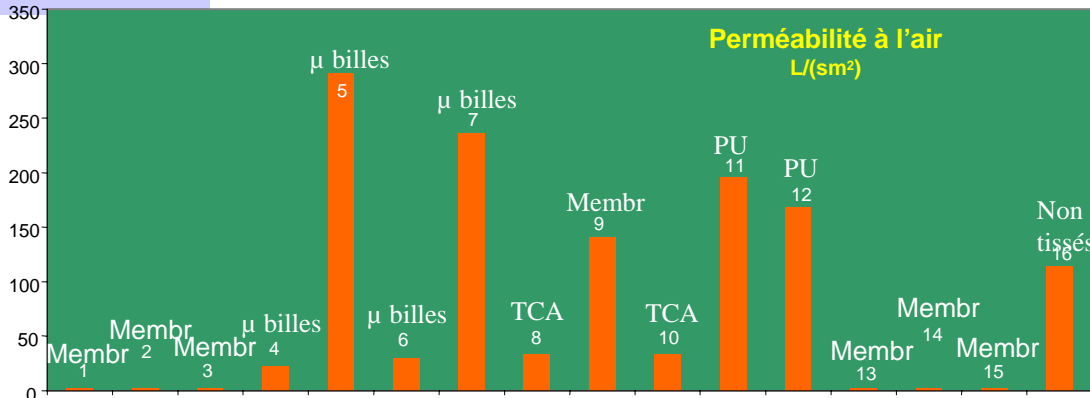
Protection chimique : sueurs

Deux types de sueur artificielle : acide et basique

- La sueur à une influence sur le niveau de protection pour certaines technologies
- Les technologies mettant en œuvre des particules de carbones (PU et μ billes) ne sont pas du tout sensible à la sueur
- Résultats comparables quelle que soit la sueur



Conditions de port : air / clo / vap. eau





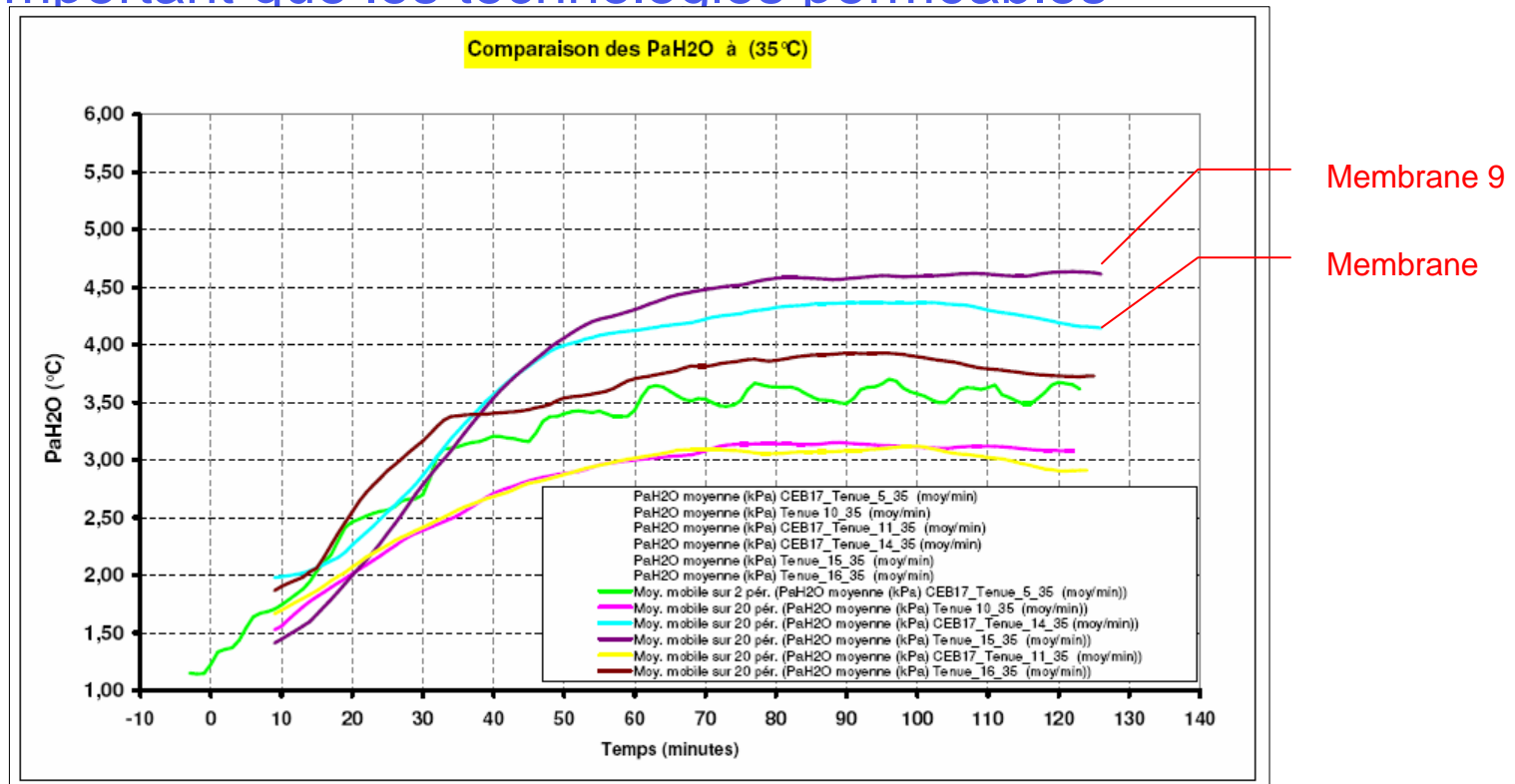
Tests sur l'Homme



- Volontaire dans un caisson dont l'humidité et la température sont contrôlées
 - 35°C – 20%HR
 - 24°C – 40%HR
 - Marche de 4km/h sur une pente de 4%
 - 2 heures
 - 1 tests 1 jour sur 2 ou moins
- Même volontaire pour tous les tests
- Volontaire aguerri au port du masque (plongeur)
- Pesée avant et après exercice du volontaire et des ses effets
- Mesures
 - Températures interne et de peau
 - Des pulsations cardiaques
 - De la pression de vapeur d'eau sous vestiale

Résultats Pa_{H2O} à 35°C

- Les technologies imperméables à l'air montrent un stockage plus important que les technologies perméables

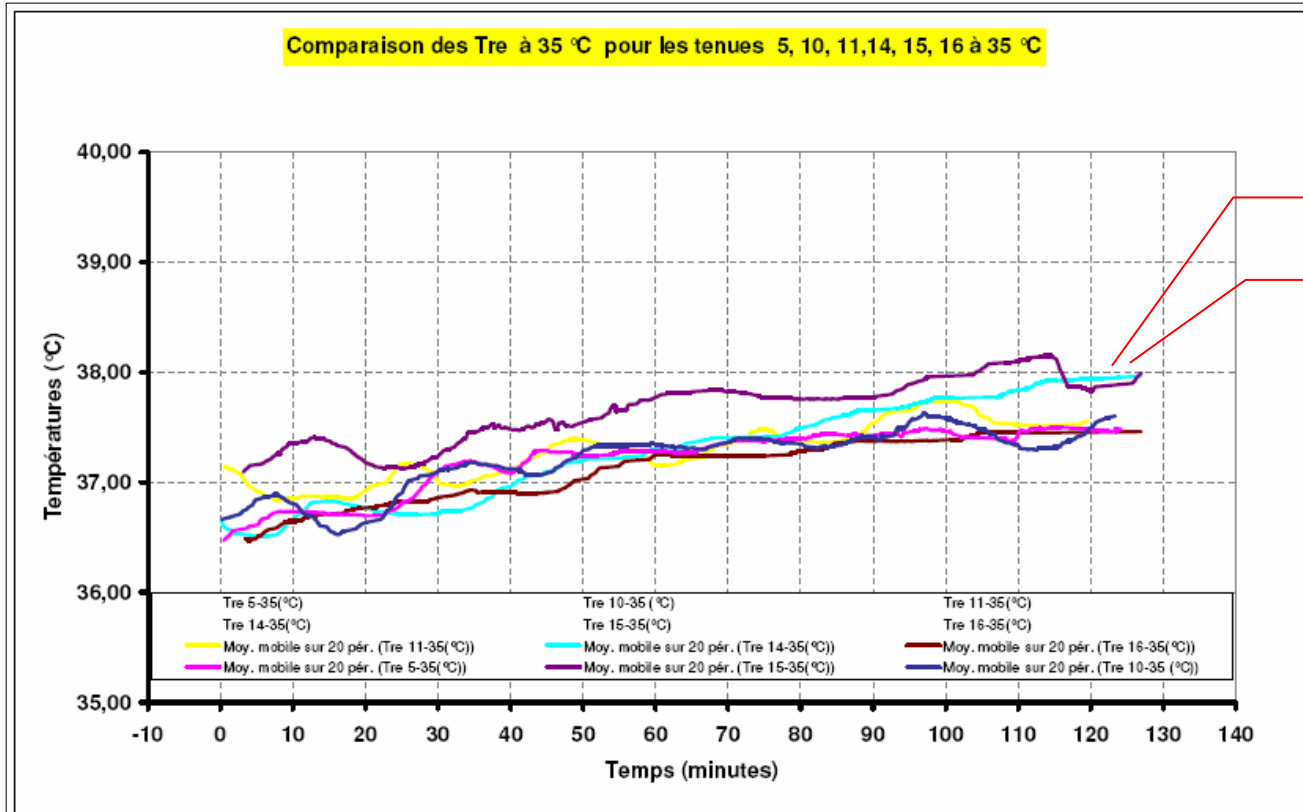


- Moins bonne évacuation de la sueur : stress thermique plus important



Résultats $T_{interne}$ à 35°C

- Température interne plus importante pour les technologies imperméables à l'air



Membrane 9

Membrane

➤ Stress thermique plus important

Conclusions sur l'ensemble des tests



➤ Protection chimique

- Acceptable ou bon à l'état initial pour toutes les technologies évaluées
- Les polluants ont une influence sur le niveau de protection

➤ L'ensemble des tests montre que les technologies imperméables à l'air entraînent un stress thermique plus important pour un port de longue durée

➤ Les tests sur porteurs sont très complémentaires des tests sur moyens d'essais

➤ Complémentarité des tests



- Matériaux évoluent en permanence et les industriels cherchent à les améliorer
- Spécifications
 - Prendre en compte la sensibilité de certaines technologies après contact avec des polluants
 - ✓ Spécifications particulières avec des polluants communs comme la sueur et l'eau
- Technologies imperméables à l'air
 - Présentent un intérêt malgré l'impact physiologique : protection complète du corps
 - En revanche : gestion délicate des interfaces
 - ✓ Technologies ouvertes : flux d'air (pompage) au travers du matériau filtrant
 - ✓ Technologies fermées : flux d'air (pompage) au travers des interfaces car matériau étanche, pas de média filtrant -> interfaces parfaitement étanches de type combinaisons spatiales?
- Prendre en compte les missions des utilisateurs finaux avant la rédaction des spécifications
 - Niveau de protection
 - Travail : déplacements nombreux, surveillance de zone

