Non tissés et textiles à usage opératoire : étude comparative des deux concepts : étude théorique et économique

Eric Meyzenc

▶ **To cite this version:**

Eric Meyzenc. Non tissés et textiles à usage opératoire : étude comparative des deux concepts : étude théorique et économique. Sciences pharmaceutiques. 1989. dumas-01784256

HAL Id: dumas-01784256

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01784256

Submitted on 3 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UFR de Pharmacie
UNIVERSITÉ Grenoble Alpes
BIBLIOTHÈQUES UNIVERSITAIRES Grenoble Alpes
UNIVERSITÉ Grenoble Alpes
Grenoble INP

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble :
bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

1er exemplaire

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER - GRENOBLE I
SCIENCES TECHNOLOGIE MEDECINE

Année : 1989

N° d'ordre 7041

NON TISSES ET TEXTILES A USAGE OPERATOIRE ETUDE COMPARATIVE DES DEUX CONCEPTS ETUDE THEORIQUE ET ECONOMIQUE

THESE

Présentée à l'université Joseph FOURIER - GRENOBLE I
Pour obtenir le grade de : DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

Monsieur : Eric MEYZENC
[Données à caractère personnel]

BIBLIOTHÈQUE INTERUNIVERSITAIRE
GRENOBLE
MÉDECINE-PHARMACIE

Cette thèse sera soutenue publiquement le : **30 octobre 1989**
Devant Monsieur le Professeur **CALOP J.**, Président du jury
et
Mr le Docteur **ISOARD P.** : Maître de recherches au C.R.S.S.A
Mr le Professeur **BUTEL J.** :Service d'orthopédie
Mme le Professeur **MARIOTTE A.M.** : Faculté de Pharmacie
Mr **CADET J.** : directeur général du C.H.R.U de GRENOBLE

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER - GRENOBLE I
SCIENCES TECHNOLOGIE MEDECINE

Année : 1989 N° d'ordre

NON TISSES ET TEXTILES A USAGE OPERATOIRE ETUDE COMPARATIVE DES DEUX CONCEPTS ETUDE THEORIQUE ET ECONOMIQUE

115 005478 2

THESE

Présentée à l'université Joseph FOURIER - GRENOBLE I
Pour obtenir le grade de : DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

Monsieur : Eric MEYZENC
[Données à caractère personnel]

BIBLIOTHEQUE INTERUNIVERSITAIRE GRENOBLE MEDECINE-PHARMACIE

Cette thèse sera soutenue publiquement le : **30 octobre 1989**
Devant Monsieur le Professeur **CALOP J.**, Président du jury
et
Mr le Docteur **ISOARD P.** : Maître de recherches au C.R.S.S.A
Mr le Professeur **BUTEL J.** :Service d'orthopédie
Mme le Professeur **MARIOTTE A.M.** : Faculté de Pharmacie
Mr **CADET J.** : directeur général du C.H.R.U de GRENOBLE

A notre Président de thèse
Monsieur le Professeur J. CALOP

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.
Vous avez su nous conseiller, nous apprendre, et nous motiver durant le stage que nous avons effectué dans votre service.
Acceptez je vous prie nos remerciements et notre profond respect.

A Monsieur P. ISOARD

Nous vous remercions de nous avoir accueilli dans votre service.
Vos connaissances, vos qualités humaines et votre disponibilité aux moments difficiles nous ont été d'un grand secours.
Veuillez trouver ici l'expression de notre gratitude et de notre profonde admiration.

A Madame le Professeur A.M. MARIOTTE

Vous nous avez fait l'honneur de bien vouloir siéger dans notre jury de thèse. Soyez assurée de notre sincère reconnaissance.

A Monsieur le Professeur J. BUTEL

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.

Nous espérons avoir été digne de votre confiance et tenons à vous exprimer notre profonde reconnaissance.

A Monsieur P. CADET

Vous nous avez fait l'honneur de juger ce travail
Nous vous exprimons notre plus vive reconnaissance.

A TOUS CEUX QUI M'ONT AIDE A REALISER CE TRAVAIL

Ma famille qui n'a cessé de m'encourager.

MARIANNE qui m'a soutenu tout au long de ce travail

MICHELE DESQUIN qui a largement contribué à cette étude

LE PERSONNEL DE LA C.A.M.S.P.pour son aide et son accueil chaleureux.

LA PERSONNEL DU C.R.S.S.A pour l'acceuil chaleureux qu'il m'a réservé.

TOUS MES AMIS qui m'ont supporté jusqu'à maintenant

Nous remercions enfin les laboratoires MOLNLYCKE pour leur collaboration.
Nous vous exprimons notre plus vive reconnaissance.

PLAN GENERAL

PREMIER CHAPITRE : ORIGINE DE LA CONTAMINATION AERIENNE

1. HISTORIQUE p 21
2- LES PARTICULES RENCONTREES ET LEUR TAILLE p 22
   2.1. Classification
   2.2. La forme et la trajectoire des particules
3. L'AEROBIOCONTAMINATION INTERNE p 25
   3.1. L'industrie de la micro-électronique
   3.2. L'industrie pharmaceutique
   3.3. Les hôpitaux
4. ORIGINE DE LA CONTAMINATION p 26
   4.1. Origine exogène
   4.2. Origine endogène
      4.2.1. Classification des particules viables
         4.2.2.1. L'émission rhinopharyngée
            4.2.2.1.1. Les gouttelettes de FLÜGGE
            4.2.2.1.2. Les noyaux de condensation
            4.2.2.1.3. Les squames cutanées
      4.2.3. Les fibres nucléï
      4.2.4. Aérosolisation par l'appareillage
5. LES AGENTS CONTAMINANTS p 35
   5.1. La flore microbienne de l'air
      5.1.1. La flore saprophyte de base
      5.1.2. La flore accidentelle
         5.1.2.1. Les Gram +
         5.1.2.2. Les Gram -
6. LES SEUILS DE CONTAMINATION p 37
   6.1. Dans le domaine industriel
   6.2. A l'hôpital
7. LE PROBLEME DE LA SURINFECTION p 42
8. COMMENT AGIR CONTRE LA BIOCONTAMINATION p 42
   8.1. Type d'opération

8.2. Qualité de l'air fourni et qualité des renouvellements
8.3. Risques de contaminations issues d'autres locaux
8-4. Les déplacements
8.5. La qualité des nettoyages
8.6. La qualité des tissus
9- LA BARRIERE BACTERIENNE p 45
9.1. Description d'une barrière idéale
9.2. Les mécanismes de filtration
9.2.1. Définition
9.2.2. Mécanismes de filtration des textiles
9.2.2.1. Effet de tamisage
9.2.2.2. Effet d'inertie
9.2.2.3. Effet d'interception
9.2.2.4. Effet de diffusion
9.2.2.5. Les forces de Van Der Waals
9.2.2.6. Adhésion des particules,second chapitre:

SECOND CHAPITRE : LES TYPES DE BARRIERES UTILISEES

1. INTRODUCTION p 54
.1. Distinction du linge opératoire
1.2. Classification des textiles
2. LES TISSES p 57
2.1. Les fibres
2.1.1. Les fibres naturelles
2.1.2. Les fibres synthétiques
2.1.3. Les mélanges
2.1.4. Les fibres greffées
2.1.5. Caractéristiques physiques des fibres
2.1.5.1. Le titre
2.1.5.2. La résistance et la ténacité
2.1.5.3. L'allongement supporté
2.1.5.4. Le taux de reprise des fibres
2.1.5.5. L'adhésion des particules
2.2. LES DIFFERENTS TYPES DE TISSAGE UTILISES p 63

2.2.1. La toile
2.2.2. Le sergé
2.2.3. le chevron
2.2.4. Les armures à effets spéciaux
2.2.4.1 Le tétra
2.2.4.2 L'étamine
2.2.4.3 Les composits
2.2.4.4 Paramètres physiques à considérer
2.2.4.5. L'ennoblissement des textiles
2.3. NORMES ET LEGISLATION DES TISSUS A USAGE HOSPITALIER P 68
2.3.1. Caractéristiques de construction
2.3.2. Caractéristiques de résistance mécanique
2.3.3. Caractéristiques colorimètriques générales
2.3.4. Caractéristiques de stabilité dimensionnelle
2.3.5. Caractéristiques d'aptitude d'emploi
3. LES NON-TISSES p 70
3.1. DEFINITIONS
3.2. LES FIBRES p 72
3.2.1. Les fibres naturelles
3.2.2. Les fibres artificielles
3.2.3. Les fibres protéiques
3.2.4. les fibres synthétiques
3.3. LE VOILE p 74
3.3.1. La voie sèche
3.3.2. La voie humide
3.3.3. La voie fondue
3.3.4. La formation du voile in situ
3.4. COHESION ET LIAGE DES FIBRES P 79
3.5. FINITION P 80
3.6. LES ESSAIS P 80
3.6.1. Les essais mécaniques
3.6.1.1. Le grammage
3.6.1.2. L'épaisseur
3.6.1.3. La ténacité

3.6.1.4. Contrôle des dimensions
3.6.1.5. La solidité
3.6.1.6 Résistance à la déchirure
3.6.1.7. Résistance à l'abrasion à l'état sec et à l'état humide
3.6.1.8. La rigidité
3.6.1.9. Mémoire au pli
3.6.1.10. Autres tests
3.6.2. Essais physico-chimiques p 84
3.6.2.1. Stabilité dimensionnelle après immersion
3.6.2.2. Pouvoir absorbant
3.6.2.3. Imperméabilité
3.6.3. Essais pharmaceutiques p 86
3.6.3.1 Etiquetage
3.6.3.2. Unité d'emploi
3.6.3.3. Unité protégée
3.6.3.4. Délai de péremption
3.6.3.5. Innocuité
3.6.3.6. Indice d'irritation primaire cutanée
3.6.3.7. L'effet barrière et la non émission de particules
3.6.3.8 Intérêt des contrôles
3.7. L'USAGE HOSPITALIER DES NON TISSES
3.8. QUALITE DES TISSUS UTILISES POUR L'USAGE CHIRURGICAL
3.8.1. La forme des vêtements
3.8.2 législations et recommandations

3 EME CHAPITRE : ETUDE DES CONCEPTS DE DRAPAGE

1. LES CHAMPS COTON p 96
1.1. AVANTAGE DES CHAMPS COTON P 97
1.2. INCONVENIENTS DES COTONS
1.2.1. Problèmes liés à l'absorption des liquides
1.2.2. Problème lié à l'effet barrière
1.2.3. Problème lié au relargage particulaire
1.2.4 Problèmes liés à l'abrasion
1.2.5. Problème lié à la fixation

2- LES NON TISSES OPERATOIRES P 101
2.1. AVANTAGE SUR LE PLAN CLINIQUE P 101
2.1.1. L'effet barrière
2.1.2. Relargage particulaire
2.1.3. Avantage sur le plan de la sécurité
2.1.4. Avantage sur le plan de l'utilisation
2.2. AVANTAGE AU NIVEAU DE LA GESTION DU STOCK P105
2.3. AVANTAGE DANS L'ORGANISATION DES SERVICES P 105
2.4. AVANTAGE SUR LE PLAN ECONOMIQUE P 106
2.5. INCONVENIENTS DES NON TISSES
3. ETUDE DE COMPARAISON DES DEUX CONCEPTS p 107
3.1. COMPARAISON SUR LE PLAN CLINIQUE p 107
3.1.1.Effet de barrière comparaison technique
3-1-1-1- Méthode bactériologique
3.1.1.1.1 Etude de la propagation bactérienne par voie sèche
3.1.1.1.2. Etude de la propagation bactérienne par voie humide
3.1.1.1.3. Etude de la propagation sous pression
3.1.1.1.4..Autre test de capacité de filtration sélective
3.1.1.1.5. Etude dynamique en milieu humide (Aérosol humide)
3.1.1.1.6. Etude dynamique en milieu sec (Aérosol sec)
3.1.1.1.7 Méthode préconisée par L'E.D.A.N.A
3.1.1.2. Méthode particulaire
3.1.1.2.1. Comptage particulaire par rayon Laser
3.1.1.2.2. Comptage particulaire par scintigraphie
3.1.1.2.3. Etude de la perméabilité et de la taille des pores
3.1.2.Le relargage particulaire p 122
3.1.2.1. Test CROCK METER
3.1.2.2. Test GELBO FLEX
3.1.2.3. Test de relargage banc d'essai des textiles
3.1.3. Evaluation des paramètres p 126
3.1.4. Résultats des différentes méthodes p 127
3.1.5. Effet de barrière et surinfection p 128
3.2. COMPARAISON SUR LE PLAN DE L'UTILISATION p 130
3.3. COMPARAISON SUR LE PLAN ECONOMIQUE p 131
3.3.1. Les études économiques

3.3.1.1 Toulouse
3.3.1.2 Genève
3.3.1.3 Grenoble (1985)
3.3.1.4 Service ORL (hôpital parisien de 500 lits)
3.3.1.5 Angers
3.3.1.6 Nice
3.3.1.7 Versailles
3.3.1.8 Grenoble (1987)

SECONDE PARTIE : COMPARAISON TECHNIQUE COTON/NON TISSES

1. COMPARAISON TECHNIQUE DES CONCEPTS DE DRAPAGE
1.1 OBJECTIF P 138
1.2 MATERIEL ET MÉTHODE P 139
1.2.1- Principe de mesure P 139
1.2.2. Les types d'aérosol P 139
1.2.3. Identification des échantillons P 139
1.2.3.1. Les champs coton
1.2.3.2. champs latéraux non tissés
1.2.3.3. champs de table
1.2.3.4. Le tissus polyester
1.2.4. Conditionnement P 140
1.2.5. Le banc d'essai p 141
1.2.5.1. Pilotage informatique
1.2.5.2. Fonctionnement de l'appareillage
1.2.6. Protocole des essais de pouvoir filtrant p 146
1.2.6.1. Protocole des essais de pouvoir filtrant
1.2.6.2. Protocole des tests de relargage:
1.2.7. Fiabilité des mesures et limite de la méthode p 148
1.3- RESULTATS DISCUSSION P 149
1.3.1 Etude des cotons (cretonne180 g et "tétra") p 149
1.3.1.1 Etude du pouvoir filtrant
1.3.1.2-Etude de relargage
1.3.2 Etude d'un non tissé monocouche p 153
1.3.2.1 Etude du pouvoir filtrant

1.3.2.2.Etude de relargage
1.3.3 Etude d'un non tissé trilamellaire p 155
1.3.3.1 Etude du pouvoir filtrant
1.3.3.2 Etude de relargage des non tissés
1.3.4 Etude des non tissés utilisés comme champs de table p 158
1.3.4.1 Etude du pouvoir filtrant
1.3.5- tissu 100% polyester "EUROMICRON" p 161
1.3.5.1 Etude du pouvoir filtrant
1.3.5.2 Etude de relargage
1.4 DISCUSSION P 163
1.4.1 Etude de comparaison des textiles
1.4.2 Etude des champs de table
1.4.3 Etude de la filtration d'un tissus 100% polyester
1.4.4 Etude de la perte de charge
1.4.5 Effet de relargage particulaire:

ETUDE ECONOMIQUE : COMPARAISON DE COUT ENTRE DRAPAGE COTON ET DRAPAGE NON TISSES

2.1. PRESENTATION DU C-H-R-U DE GRENOBLE
2.1.1. Les services entrant dans le circuit du linge p171
2.1.1.1. Le service de stérilisation
2.1.1.2. La buanderie
2.2. APPROCHE MICRO-ECONOMIQUE p 175
2.2. 1. Etude du coût de lavage p 175
2.2.1.1. Les postes de la buanderie p 175
2.2. 1.1.1 Triage du linge opératoire
2.2. 1.1.2. Lavage du linge
2.2. 1.1.3. Calandrage
2.2. 1.1.4. Réception du linge au bout du calandrage
2.2. 1.1.5. Pliage définitif
2.2. 1.1.6. Livraison
2.2.1.2. Etude en temps réel p 177
2.2. 1.2.1. Les paramètres
2.2. 1.2.2. Les relevés horaires

2.2.1.2.3. Mise au point
2.2.1. 2.4. Résultats
2.2.1.3. Calcul des clefs de répartitions p 180
2.2.1.3.1 Clefs de répartition relative au temps : C1
2.2.1.3.2. Clef de répartition relative au poids : C2
2.2.1.4. Application au calcul du coût de lavage p 181
2.2.1.4.1. Frais supplémentaires
2.2.1.4.2. Comptes administratifs appliqués au linge opératoire
2.2.2. Coût du badge p 183
2.2.3. Coût du raccommodage p 184
2.2.4. La stérilisation centrale p 184
2.2.4.1. Présentation du service
2.2.4.2. Equipement
2.2.4.2.1. Stérilisation
2.2.4.2.2. Matériel de conditionnement
2.2.4.3. Fonctionnement général répartition du personnel
2.2.4.3.1.Secteur lingerie
2.2.4.3.2. Secteur blocs opératoires
2.2.4.3.3. Secteur unité de soins
2.2.4.3.4. Secteur magasin :
2.2.4.3.5. Secteur gaz
2.2.4.3.6 Préparation des paquetages de linge
2.2.4.4. Secteur blocs opératoires p 188
2.2.4.5. Organisation des équipes
2.2.4.5.1. Equipe de lingerie
2.2.4.5.2. Equipe de conditionnement
2.2.4.5.3. Le conditionnement
2.2.4.5.4. La stérilisation
2.2.4.6. Etude de coût p 189
2.2.4.6.1. Les paramètres du point :
2.2.4.6.2. La méthode d'attribution des points :
2.2.4.6.3. Le nombre de points distribués :
2.2.4.6.4. Les dépenses globales
2.2.4.6.5. Mise au point
2.2.4.6.6. Réajustement des dépenses

2..2.4.6.7. Commentaires
2.2.4.6.8 Conclusion
2.3. ETUDE COMPARATIVE p 194
2.3.1. Méthode d'étude p 194
2.3.1.1. Les paramètres
2.3.1.2. Evaluation du coût du drapage coton
2.3.1.3. Exemple
2.3.1.4. Les toiles polyéthylène
2.3.1.5. Comment mener le parallèle avec le drapping non tissé?
2.3.2. Résultats p 197
2.3.2.1. Chiffrage de l'usage du drapping coton.
2.3.2.2. Chiffrage drapping non tissé :
2.4. APPROCHE MACRO-ECONOMIQUE p 198
2.4.1. Extrapolation à tous les secteurs opératoires
2.4.1.1. Estimation du secteur buanderie
2.4.1.2. Estimation du secteur stérilisation
2.4.2. Frais non chiffrables directement
2.4.3. Le redéploiement de personnel
2.5. Discussion p 204
2.6. Conclusion p 205

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION

1. ETUDE THEORIQUE p 207
1.1. LE POUVOIR FILTRANT
1.2. LE RELARGAGE PARTICULAIRE
2. ANALYSE SUR LE PLAN ECONOMIQUE p 208
2.1.ANALYSE MICRO ET MACRO- ECONOMIQUE p 208
2.2. AUTRE PROPOSITION p 210
3. CONCLUSION DE L'ETUDE p 213

QUATRIEME PARTIE : CONCLUSION GENERALE p 214

CINQIEME PARTIE : BIBLIOGRAPHIE p 217

INTRODUCTION

L'aérobiocontamination et la biocontamination sont un problème permanent dans les enceintes closes que l'on peut considérer comme des zones à risque. En effet l'hygiéne hospitalière et la lutte contre l'infection sont une préoccupation quotidienne.

Nous verrons les différentes voies de contamination d'une enceinte close et plus particulièrement d'un bloc opératoire, d'une manière générale et les solutions qui sont apportées afin de limiter la croissance des germes.

En ce qui concerne le drapage opératoire il existe actuellement deux concepts qui s'affrontent. Il s'agit du drapage coton et du drapage non tissés.

Nous aborderons dans un premier temps, les voies de fabrication de chacun d'entre eux ainsi que la législation qui s'y rapporte, puis après avoir fait le tour des avantages et des inconvénients de chacun, nous comparerons ces deux concepts.

D'abord sur le plan théorique, en mesurant le pouvoir filtrant de chacune de ces barrières, puis nous estimerons leur comportement face à l'agitation.

Dans la seconde partie nous traiterons l'aspect économique de l'utilisation des deux drapages.

PREMIERE PARTIE

PREMIER CHAPITRE:

ORIGINE DE LA CONTAMINATION AERIENNE

L'air que nous respirons n'est jamais exempt de contaminations. On peut le considérer comme un aérosol de particules en suspension ; ces particules de taille variable, seront soit inertes, soit vivantes. La présence de contamination dans l'air, aussi appelée aérobiocontamination peut avoir une origine externe (c'est ce que l'on appelle la "pollution de l'atmosphère"), ou une origine interne lorsque l'on parle d'enceinte close. Le volume d'air est alors restreint et peut, selon les impératifs, être purifié afin de limiter le nombre de particules en suspension.

1. HISTORIQUE

La protection des personnes ou des objets contre les germes a été de tout temps la préoccupation de l'homme. Dès l'antiquité, les médecins portaient sur le visage un masque pour se garder des "miasmes délétères émanant des malades". Depuis très longtemps on pensait que la pollution de l'air respiré était la voie de propagation des épidémies, par exemple la peste (20). C'est à la suite de constatations, avant même la découverte des germes, que l'on utilisa des écrans de tissu afin d'isoler la bouche et le nez des malades.

C'est depuis les découvertes de PASTEUR (72) que ce sujet est devenu une préoccupation importante en milieu hospitalier et plus particulièrement en milieu chirurgical. En effet, il admit que l'air pouvait véhiculer des micro-organismes susceptibles d'être pathogènes. Avec ces découvertes de nombreux travaux furent entrepris afin de mieux comprendre ce problème. On sait aujourd'hui que les germes peuvent être à l'état libre dans l'atmosphère mais qu'il sont la plupart du temps véhiculés par des "poussières".

Le terme poussière est généralement donné à des particules de taille inférieure à 100 µm; c'est la taille limite déterminée par l'AFNOR (Association Française de Normalisation) pour caractériser un aérosol.

Les trois règnes, végétal, animal, minéral sont susceptibles d'être à l'origine de ces particules. Le tableau suivant permet de comparer les particules entre elles.

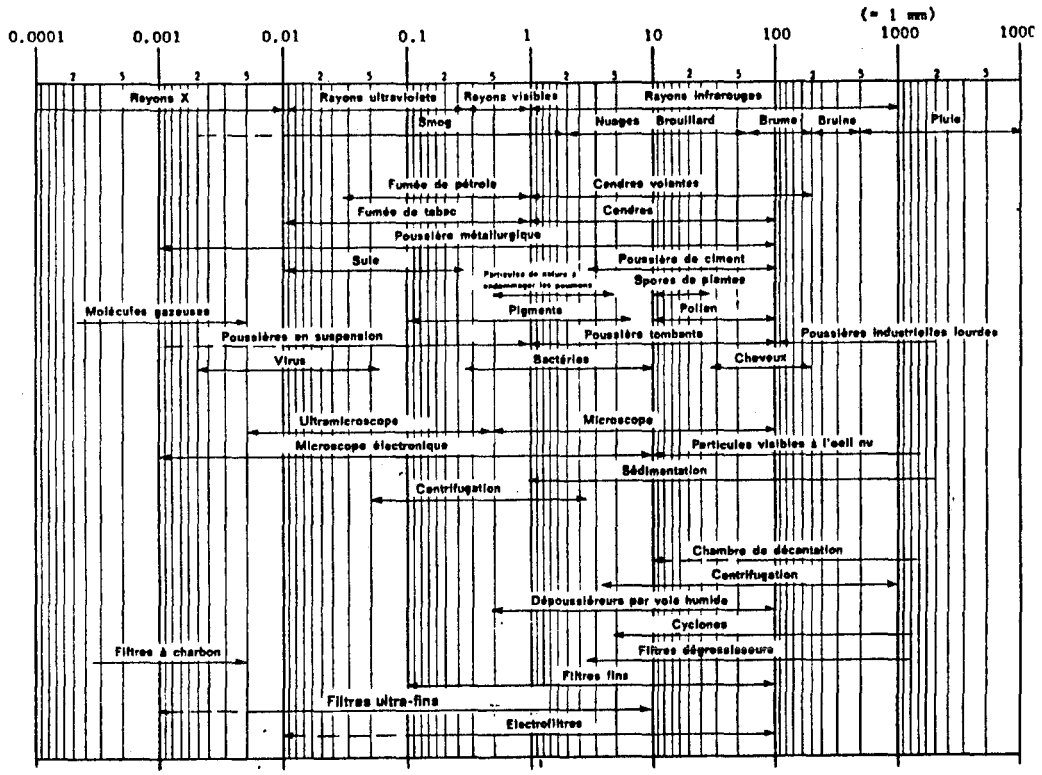


fig n° 1
Diamètre des particules (µm)

2. LES PARTICULES RENCONTREES ET LEUR TAILLE

La taille des particules présentes dans l'air s'étend entre 0,001 µm et 100 µm (77).

Des particules de 10 µm sont visibles à l'œil nu, dans des conditions d'éclairage favorables. On peut visualiser aussi des particules de très faibles dimensions de l'ordre de 0,5 µm en moyenne, lorsque leur

concentration est très importante, et par diffusion de la lumière ; c'est le cas par exemple de la fumée de cigarette (77).
Les particules de fumée présentent de grandes différences de grosseur suivant leur origine (combustion incomplète de charbon, de pétrole). Leur diamètre est en général inférieur à 1 µm et se situe souvent entre 0,1 et 0,3 µm.

Les spores de champignons ont une grosseur de 10 à 30 µm, tandis que les grains de pollen se situent entre 10 et 100 µm.

Les virus ont un diamètre de 0,005 µm à 0,1 µm. Ils se présentent la plupart du temps sur une particule de plus grande taille.

Les bactéries ont une taille de 0,2 à 5 µm en moyenne ; on peut donc dire que les bactéries sont des particules d'un diamètre particulier. Ce sont des particules qui ont la capacité de se reproduire et se multiplier selon les conditions. La notion de particules donnant naissance à colonie (P.N.C) apparaît. Cette notion est importante pour estimer le nombre de particules viables par rapport au nombre de particules totales.

Lorsque l'on sait que l'on rencontre une particule pathogène pour 10 000 particules inertes, on se rend compte des risques encourus dans le cas de bactéries pathogènes (79). Selon OXBORROW (71) il est possible de comparer le taux de particules présentes dans deux enceintes (un laboratoire de bactériologie et un atelier d'assemblage) en fonction de leur taille. Il apparaît une corrélation entre le nombre de particules présentes dans les locaux et le nombre de particules viables : la taille des particules viables correspondant à la taille moyenne des bactéries.

2.1. Classification

Sur le plan physique on peut classer les particules en fonction de leur loi de chute en air calme.

Ainsi les particules de diamètre inférieur à 0,1 µm se comportent comme des molécules gazeuses et migrent selon la loi de BROWN sans qu'il soit possible de déterminer ou de mesurer leur vitesse de chute.

Les particules de diamètre compris entre 1 et 10 µm tombent à une vitesse constante et calculable mais les flux d'air les conservent généralement en suspension.

Enfin les poussières de taille supérieure à 100 mm sédimentent et ne peuvent être maintenues en suspension dans l'air qu'au voisinage d'une ventilation.

Ces lois de sédimentation sont donc régies par des équations physiques.

- de 30 à 2 μm loi de STOCKES

$$V = \frac{(d1-d2)gd^2}{18h}$$

- de 2 à 0,1 μ m facteur de correction de CUNNINGHAM

$$V = Vs\left(1 + a\frac{l}{2}\right)$$

- en dessous déplacement identique à celui des mouvements browniens

Avec:

V = Vitesse de chute (constante)
d1 = Masse volumique de la particule
d2 = Masse volumique de l'air
d = Diamètre de la particule
h = Viscosité de l'air en poise
A = Facteur correctif de l'ordre de 0,8/0,9
l = Espace libre moyen intermoléculaire

2.2. La forme et la trajectoire des particules

Il est évident que cette trajectoire est la résultante de toutes les forces qui s'exercent sur ces particules qui sont assimilées, sur le plan physique, à des sphèroïde de révolution. Les effets électrostatiques dûs à la présence de charges électriques à sa surface sont prédominants. Leur détermination théorique est difficile à mettre en évidence du fait de

l'imprécision des connaissances quant à la répartition exacte de ces charges à la surface des particules. Les particules ont une forme irrégulière et un rayon de courbure faible. On partira donc du principe qu'elles sont assimilées à des sphères ayant des charges électriques distribuées de manière égale sur leur superficie (51).

3. L'AEROBIOCONTAMINATION INTERNE

L'aérobiocontamination interne, en enceinte close, est restée longtemps inexplorée, mais l'évolution des techniques industrielles, pharmaceutiques ou médicales a rapidement remis en question la qualité de l'air et sa "pollution".

3.1. L'industrie de la micro-électronique

Les progrès de l'industrie des composants électroniques, ainsi que les découvertes dans le domaine de l'aérospatiale depuis les 40 dernières années, firent se développer la technique des salles blanches et leur système de contrôles, dans le but de pallier ce problème de contamination particulaire.

3.2. L'industrie pharmaceutique

Dans ce domaine aussi, la qualité de l'air est devenue une priorité. On utilise la technique des salles blanches pour la fabrication de certains médicaments ou de matériel hospitalier. Par opposition à l'exemple précédent où l'on ne parlait que de particules, il apparaît, cette fois, la notion de particules viables, sièges de certaines infections.

3.3. Les hôpitaux

En milieu hospitalier enfin, comme dans l'industrie pharmaceutique, les risques de contamination sont présents, le problème est encore plus difficile à cerner, en effet, tout doit être mis en œuvre pour sauvegarder la pureté de l'air (48) (59) (60).

C'est surtout à titre prophylactique que doit s'établir la surveillance ; c'est un des maillons de la chaîne de lutte contre l'infection en milieu clos.

4. ORIGINE DE LA CONTAMINATION

On la divise généralement en deux parties :

- origine atmosphérique (exogène), liée à l'air introduit dans l'enceinte
- origine humaine (endogène) liée à l'activité du personnel.

4.1. Origine exogène

L'air ambiant est comme nous l'avons vu, un aérosol de micro-organismes mêlés à des particules de différentes tailles. La concentration en micro-organismes varie aussi bien qualitativement que quantitativement selon les lieux et l'altitude. Les paramètres météorologiques (vent, hygrométrie, température) sont des facteurs liés au degré de pollution.
Les germes rencontrés ne sont que très rarement à l'état libre et sont adsorbés sur des "poussières support" ; ce sont de grosses particules appartenant aux trois règnes : minéral , végétal et animal et leur nombre augmente en fonction de l'activité industrielle et de la concentration humaine.

Ces particules, supports inertes, ont des propriétés physiques différentes lorsqu'elles sont greffées à des bactéries.

Noble (66) a montré par exemple, que les staphylocoques présents dans l'atmosphère se situent dans des particules porteuses de 13 µm de diamètre.

A l'air libre ces "poussières porteuses" ont en réalité un intérêt épidémiologique limité car elles sont porteuses d'éléments saprophytes (89) (51).

Par contre on les retrouvera dans des enceintes normalement ventilées ; elles formeront la contamination de base de la salle, appelée aussi bruit de fond auquel s'ajoutera la contamination générée in situ.

4.2. Origine endogène

La contamination endogène est constituée de particules ainsi que de bactéries qui vont s'ajouter à la flore exogène. Leur origine est en grande partie humaine, issue du personnel présent dans l'enceinte.
Il faut classer les particules en deux catégories :

- les particules inertes (minérales, chimiques)
- les particules dites viables

Ce groupe renferme tous les agents contaminants susceptibles de se multiplier. On trouve :

- des souches bactériennes
- des champignons microscopiques,

les conditions nécessaires à leur développement étant humidité, température, éléments nutritifs (50).

4.2.1. Classification des particules viables

Les particules viables se répartissent elles-mêmes en trois groupes:

- *Eléments pathogènes*

susceptibles d'induire des modifications nuisibles à l'homme. Le risque de pathogénicité peut varier avec le type de chirurgie et surtout avec sa localisation.

- *Eléments saprophytes*

pouvant se développer aux dépens d'un autre organisme vivant.

- *Eléments opportunistes*

dont le risque d'action dépend de l'état de réceptivité de l'organisme concerné. Les sujets immuno-déprimés sont beaucoup plus sensibles à ce type d'infection.

L'émission humaine a deux origines : d'une part une origine rhino-pharyngée et d'autre part une origine cutanée issue de la desquamation de la surface de la peau.

4.2.2.1. L'émission rhinopharyngée

4.2.2.1.1. Les gouttelettes de FLÜGGE

Ce sont des particules (37) émises lors des conversations du personnel, d'un éternuement, d'une toux. La granulométrie des particules émises varie entre quelques microns et 0,5 à 1 millimètre. Elles sont produites sous forme d'aérosol ; lorsque la couche de mucus expectoré arrive sur les dents, elle se brise en fines gouttelettes. Certes le port du masque filtre ces particules mais il reste quand même un pourcentage de passage. De plus, le nombre de ces particules évolue dans le temps du fait de la perte d'efficacité du masque.

Un éternuement libère entre 2O OOO et 4O OOO particules animées d'une vitesse pouvant atteindre 4O à 8O m/s. Les germes fixés à ces particules sont susceptibles d'être pathogènes, mais la taille importante de ces gouttelettes leur permet de sédimenter rapidement. Le temps de sédimentation est proportionnel au carré de leur diamètre (90).

Variation du temps de sédimentation selon WELLS

DIAMETRE DES GOUTTES	TEMPS DE 1 M de CHUTE (seconde)
1 mm	O,6 sec
O,1 mm	6 sec
O,O1 mm	6OO sec
O,OO1 mm	6O OOO sec

On s'aperçoit que le danger réside alors principalement dans les plus petites des gouttelettes, celles qui en fait ne sédimenteront jamais Elles seront soumises aux courants d'air , aux effets thermiques qui pourront les déplacer à des distances importantes. MAISONNET les surnomme "les moyens courriers de la propagation infectieuse" (59).

En fait, il s'avère que ces gouttelettes de FLÜGGE ne sont inquiétantes que par leur aptitude à se transformer.

4.2.2.1.2. Les noyaux de condensation

Les particules qui ne sédimentent que très lentement, sont soumises aux conditions de pression, d'humidité et de température de l'enceinte. Elles sont de taille extrêmement fine, de 1 à 5O µm environ, et vont tourbillonner dans l'atmosphère au gré des turbulences et pourront lors de leur déplacement contaminer le site opératoire, les instruments, les champs opératoires ou les opérateurs. Ces particules chargées de bactéries sont un véritable concentrat de germes, pathogènes ou non. Ces noyaux de condensation aussi appelés "DROPLET NUCLEI", sont en évolution constante et rapide en fonction de l'humidité ambiante. Si la tension de vapeur du liquide de la particule est inférieure à 1 (pression partielle de vapeur de l'atmosphère), l'humidité atmosphérique se condense alors sur la particule, augmente son diamètre et ainsi accroit sa vitesse de sédimentation. Si au contraire la tension de vapeur du liquide de la particule excède la pression partielle de vapeur dans l'atmosphère, la gouttelette a tendance à s'évaporer (91). De l'équilibre de ces phénomènes, dépend la formation de ces noyaux issus des gouttelettes de FLÜGGE.

Le temps de sédimentation est, alors, pratiquement infini, c'est ce qui explique la grande dissémination de ces agents contaminants.

4.2.2.1.3. Les squames cutanées

Issues du renouvellement de la couche cutanée de surface, elles sont émises environ à 7.10^6 particules par minute, par une surface corporelle de 1,8 m^2 en moyenne. Les mécanismes de libération sont mal connus. Plusieurs d'entre eux interviennent (9) :

- gradient thermique entre la peau et l'extérieur
- influence des soins de toilette
- zones d'émission sur le corps

Ce dernier engendre des courants de convection qui peuvent atteindre 50 cm/s à 2 cm de la surface de la peau. Cette vitesse est

suffisante pour mobiliser des particules de 15 à 30 µm de diamètre. Ces courants de convection peuvent se prolonger à 2 mètres (51) (52) au dessus de l'individu. Caricaturalement on pourrait dire que le corps se comporte comme une cheminée. L'homéothermie des mammifères, et en particulier de l'homme, détermine l'apparition d'un gradient thermique entre la surface cutanée (32°C) et l'atmosphère, le corps est en fait entouré d'un "îlot de chaleur". Dans une atmosphère calme ces mouvements des couches d'air vont créer une couche limite ascensionnelle autour du corps humain. Les travaux de CLARK et COX (17) à ce sujet montrent que pour une différence de température de 18°C entre la peau et l'air ambiant, la vitesse du courant induit peut atteindre 5O cm/sec à 2 mètres de la surface cutanée. Cette vitesse correspond à la force nécessaire pour déplacer des particules de 3O µm. Si l'on effectue des prélèvements d'air dans l'îlot de chaleur, près de la surface cutanée d'un sujet au repos, on isole quatre fois plus de bactéries que dans l'air ambiant et par friction modérée de la peau on en trouvera dix fois plus. Ces particules entraînées par ces courants vont quitter l'îlot et se disséminer dans l'atmosphère (51).

- Influence des soins de toilette

La contamination manuportée est l'un des plus grands risques de biocontamination (50), si ce n'est le principal. Le lavage des mains se fera donc suivant des protocoles précis, ainsi qu'en utilisant des accessoires adaptés afin d'obtenir un maximum d'efficacité tout en évitant la remise en suspension de particules.

- Les zones d'émission en fonction de la topographie du corps

Les travaux menés par CLARK et COX (1973) (17) avec comme point de départ les études granulomètriques de NOBLE (66), ont montré que les staphylocoques sont fixés à des particules porteuses de 13 µm environ. LIDWELL à la suite d'études sur les squames cutanées trouvées dans les salles d'hôpitaux, conclue à la présence d'un certain nombre de micro-organismes viables.

Dans la couche limite, près de la surface cutanée, existent des gradients de cisaillement dans lesquels les particules migrent perpendiculairement à la direction des filets d'air ; ces gradients permettent ainsi des entrées et des sorties de particules, donc une possibilité de contamination par voie aérienne.
Le phénomène de couche limite permet également de mieux comprendre les contaminations interhumaines. Du fait de l'hybridation des couches limites, la contamination d'un sujet à l'autre est possible par simple contiguité, un récepteur se charge de particules auprès d'un émetteur. Il se crée alors une chaîne de contamination pouvant transmettre les micro-organismes pathogènes à distance.

Des travaux plus récents menés dans différents pays (Japon, Chine, USA) dans le domaine de la micro-électronique et la fabrication de composants électroniques dans des enceintes closes, (salles blanches), sous flux laminaire, ont montré que certaines parties du corps émettaient un nombre de squames très variable (67). Il apparaît que, lorsque le visage libère 141 particules de O.17 µm /15 litres d'air, la face avant du cou en libère 173 alors que la face arrière n'en libère que 29, que le dos de l'opérateur n'émet qu'une particule et enfin que la face abdominale n'en fournit que 38. Cette étude a été menée sous un flux laminaire afin de réduire au maximum le bruit de fond particulaire. (annexe n° 1)

Une étude a été faite pour estimer le nombre de particules émises suivant les différents mouvements du corps (95). Cinq mouvements ont été sélectionnés : (annexe n° 2)
- la position assise avec mouvements des bras et de la tête
- la position assise puis debout
- la position debout avec mouvement de bras
- une marche sur place
- tous mouvements confondus

Le comptage des particules émises permet de montrer que tout déplacement du corps favorise la libération des particules. Par exemple dans la première position l'opérateur libère de l'ordre de 104 particules par minute, tandis que la marche sur place dans les mêmes conditions en libère dix fois plus. Cette étude met aussi en évidence l'importance des tenues adaptées à l'usage de salles blanches. En effet cette équipe a

montré l'efficacité d'une tenue, type scaphandre, équipée d'une aspiration interne par rapport à une protection traditionnelle. A la vue des résultats, il apparaît que cette tenue, en fonction des mouvements décrits, limite les flux d'émission de particules en fonction de leur intensité en différent points du corps.

Le schéma suivant permet de voir l'intensité de ces flux au niveau de la tête, du torse et enfin des jambes. La tenue étanche limite donc l'importance de ces flux de manière importante.

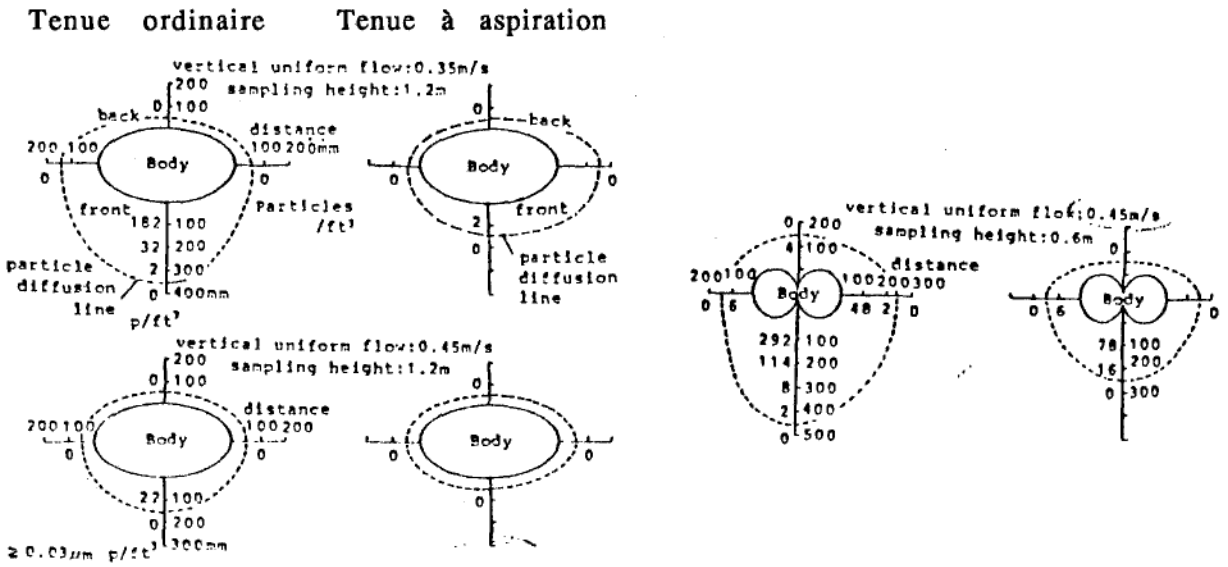


fig n° 2
Effet de l'aspiration de la tenue en fonction de la topograhie du corps D'après YOSHINOBU

Il apparaît donc que l'homme constitue le principal émetteur de particules en enceinte close et que les phénomènes de courants de convection, de topographie du corps ainsi que de mouvements sont intimement liés. Ainsi seules des tenues vraiment adaptées à une utilisation précise en fonction de la zone de risques peut être le rempart contre la contamination.

Plus généralement, il apparaît que dans une salle d'opération, la concentration de particules dans l'air, très basse dans la salle vide,

augmente très nettement avec l'entrée au bloc du patient et de l'équipe soignante avant même toute activité opératoire.

Il a été montré aussi que les différents mouvements de routine au bloc opératoire étaient une source de contamination croissante.

SCHEINBERG (80) fit un certain nombre de comptages particulaires au niveau du site opératoire lors d'un intervention simulée. Le personnel est habillé de tenues traditionnelles de bloc en coton. On peut donc suivre sur ce graphique, l'évolution du nombre de particules, dès l'entrée au bloc, au moment du drapage du malade, au début de l'intervention.

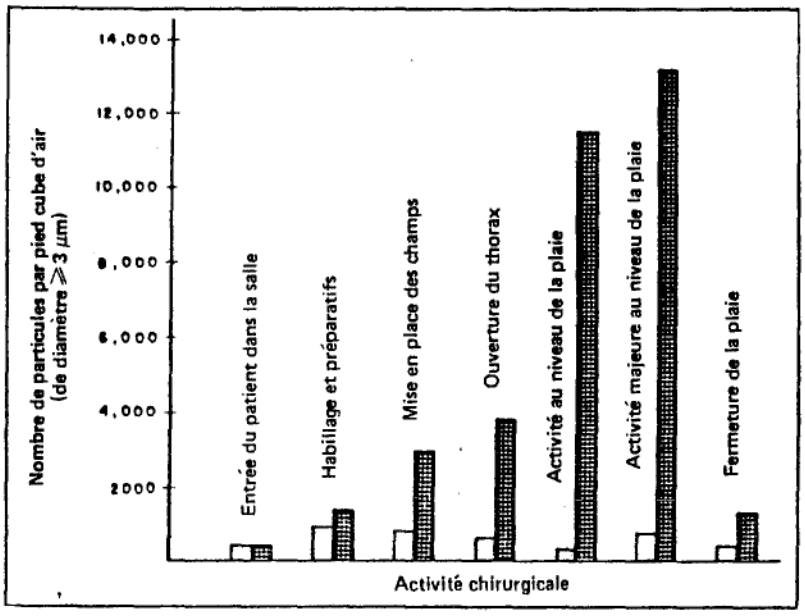


fig n°3

Variation de la contamination en fonction des mouvements d'après SCHEINBERG

L'homme diffuse à tout instant des milliers de particules. En conséquence on peut dire que la quantité de micro-organismes et de particules en suspension dans l'air de l'enceinte, est directement proportionnelle au nombre de personnes présentes, ainsi qu'à leurs déplacements.

Ce tableau synoptique emprunté à MAISONNET (59), résumant les recherches de WELLS (90), rend compte du rôle des supports aériens dans la contamination des enceintes intra-hospitalières.

	Poussières-supports	*Gouttelettes*	*Noyaux (droplets nuclei)*
Origine	Matière solide	Mucosités nasales ou pharyngées	Résidu d'évaporation des gouttelettes
Production	Attrition	Atomisation	Évaporation
Mise en suspension	Par courants d'air	Par projection (toux)	Par évaporation
Diamètre	10 à 100 microns	Supérieur à 100 microns	2 à 3 microns
Vitesse de chute	De 0,30 m/mn à 0, 30 m/s	Plus de 0,30 m/s	Moins de 0,30 m/s
Durée de suspension	Limitée par vitesse de chute	Moins de 3 secondes	Limitée par la ventilation
Dispersion	Se fait en nuage	Réduite dans l'espace	Dans l'atmosphère
Concentration	Très élevée localement	Intense d'emblée	Diffuse
Durée de l'infection	Variable suivant germes	Immédiate	Limitée par ventilation
Types de micro-organismes	La plupart saphrophytes	Saphrophytes et pathogènes	Saphropiytes et pathogènes
Nombre par pied cubique (0,028 m³)	Normalement inférieur à 100	Non déterminé	Normalement inférieur à 1
Aspects des particules bactériennes	Amas	Indéterminé	Rarement – de 1
Inhalation	Arrêt par fosses nasales et gorge	Indéterminé	Pénétrent dans le poumon
Mode d'infection	Inf. endémique nez, gorge	Infection par contact	Contagion, épidémie
Vulnérabilité	Résistant	Indéterminés	Vulnérables aux agents physiques et chimiques

fig n° 4

Tableau de comparaison des particules contaminantes d'après MAISONNET

4.2.3. Les fibres nucléï

Les fibres nucléï sont des particules émises par les tissus. Elles peuvent se charger de micro-organismes atmosphériques et être ainsi lestées, ce qui accélère leur sédimentation. Le phénomène d'adhésion ne paraît pas être particulier à ces fibres ; c'est un phénomène électrostatique, la bactérie chargée négativement se fixera sur les fibres.

Les textiles sont la principale source de ces fibres. Le risque de contamination par les fibres issues des tissus ont deux origines: soit un pouvoir contaminant lorsque les micro-organismes sont présents sur les fibres lors de leur émission, soit lorsqu'il y a recombinaison dans l'atmosphère . Les bactéries rencontrées ont trois origines ; le personnel soignant, le malade lui-même et l'atmosphère de l'enceinte.

Le problème de transmission de l'infection par le linge hospitalier est un problème d'actualité et fait l'objet de nombreuses publications. Le linge comme l'air, en milieu hospitalier est l'un des maillons dans le maintien de l'hygiène hospitalière.

4.2.4. Aérosolisation par l'appareillage

Cette partie est importante car souvent des installations présentes au sein de l'enceinte sont des réservoirs de germes contaminants, ce sont les lavabos et les siphons. Leur utilisation peut conduire à la formation de gouttelettes susceptibles de se transformer en noyaux de condensation contaminants. Ce problème est aigu dans les blocs opératoires ainsi que dans les salles de préparation du personnel (50).

Il existe enfin un dernier type de contaminations liées aux appareils qui possèdent des pièces en mouvement, par exemple les moteurs de bistouris qui émettent des particules.

5. LES AGENTS CONTAMINANTS

5.1. La flore microbienne de l'air

La répartition des germes de l'air n'est pas uniforme mais varie suivant les lieux où l'on effectue le prélèvement. MAISONNET (59) distingue ainsi :

5.1.1. La flore saprophyte de base

La flore saprophyte de base est indépendante du lieu de prélèvement, du fait de sa résistance ou de sa faculté à sporuler. La culture se fait à 2O-22°C et demande souvent plus de 48 heures. Le genre bacillus constitue 6O à 7O% de la flore, viennent ensuite les Micrococques (20 à 30 %) le reste étant constitué de germes divers et de champignons. Cette flore, assez fixe quant aux espèces, varie cependant en pourcentage relatif.

5.1.2. La flore accidentelle

Elle vient se superposer à la flore saprophyte ou pathogène. Elle est en rapport avec la présence humaine, et augmente avec la densité de population. Cette flore aussi appelée "de surinfection" est le reflet des échanges des couches aériennes avec l'environnement hospitalier. Le pourcentage des germes pathogènes est très variable, pouvant atteindre jusqu'à 80% de cette flore.

- Bactériologie de la peau (81)

L'homme libère, comme nous l'avons vu, de nombreuses particules en considérant les bactéries comme des particules, on distinguera différents germes cutanés. Il faut différencier d'une part les germes qui y sont implantés régulièrement, appelés flore résidante et d'autre part ce que l'on appelle la flore transitoire constituée de germes temporaires.

Les principaux germes rencontrés à la surface de la peau sont les suivants:

5.1.2.1. Les Gram +

- Les staphylocoques

Le staphylocoque doré,(93) germe ubiquitaire, très répandu dans l'air, l'eau, le sol, ainsi que chez l'homme, est présent sur presque toutes les surfaces. On rencontre :

- Staphylococcus epidermidis
- Staphylococcus faecalis

- Les germes telluriques

- Corynebacterium
- Les germes telluriques anaérobies sporulés (Clostridium perfringens) dérivant des cavités naturelles (tube digestif).

La flore résidante permanente est principalement constituée de Gram positifs, de staphylococcus épidermidis et de Corynebacterium surtout.

5.1.2.2. Les Gram -

Les Gram négatifs ont un développement qui s'accroît avec l'hygrométrie (96).
On distingue :

- Escherichia coli
- Enterobacter
- Acinetobacter
- Serratia
- Pseudomonas
- Legionella

Les legionelles sont des germes hydro-telluriques responsables d'épidémies de legionelloses. Ces infections apparaissent à la suite de travaux de terrassement à proximité des locaux contaminés (50).

Nous avons fait rapidement le tour des vecteurs de micro-organismes et des agents de la contamination, nous allons voir comment limiter cette propagation au sein d'une enceinte close.

6. LES SEUILS DE CONTAMINATION D'UNE ENCEINTE CLOSE

6.1. Dans le domaine industriel

Afin de limiter le risque de contamination au sein des salles blanches il a été établi des taux d'empoussièrement. Ces taux donnent une bonne image des risques en fonction de l'usage de la salle. Le cahier des charges dans l'organisation de ces enceintes est fonction du degré de risque des produits.

L'industrie pharmaceutique est la seule industrie, qui ait vraiment une législation. Elle s'inscrit dans les règles de "Bonnes Pratiques de Fabrication". Cette classification définit les caractéristiques exigibles selon

lesquelles doivent être conçues les installations en fonction du degré de risque.

Elle définit donc cinq classes.

L'intérêt de ces normes est de regrouper les valeurs imposées pour la contamination particulaire (Federal standard 209b et AFNOR X44-101) avec une évaluation de l'aérobiocontamination.

6.2. A l'hôpital

S'il existe un texte (relatif aux Bonnes Pratiques de Fabrication), dont l'application est impérative dans l'industrie pharmaceutique, il y a une absence de normalisation sur le plan de la santé publique.

L'environnement hospitalier est soumis au problème de l'aérobiocontamination. On peut fragmenter cet espace en fonction du "risque infectieux" encouru, soit par le malade soit par un produit.
C'est donc le risque de greffe bactérienne qui entraînera, soit des troubles graves du sujet, soit un rejet dans la fabrication du produit considéré.

GEVAUDAN (39) en 1981 dans son étude sur l'hospitalisme infectieux divisa l'hôpital en trois zones:

- *Zone 1 :*

Comprenant les locaux administratifs où ne séjourne pas de malade

- *Zone 2 :*

Comprenant les locaux hospitaliers où ne séjournent pas de patients à potentiel de défense non altéré
- *Zone 3 :*

Comprenant les services où séjournent des personnes à potentiel de défense abaissé qu elle qu'en soit la cause ; ainsi des patients soumis à des explorations, interventions et traitements qui impliquent des risques de contaminations microbiennes massives.
Cette zone est donc la plus sensible.

L'évolution des techniques thérapeutiques (chimiothérapie, réanimation..) permet la survie de sujets immuno-déprimés, donc très sensibles aux infections dues aux agents infectieux, même opportunistes. Ces agents pathogènes sont souvent naturels, saprophytes de la peau et des muqueuses ou présents dans l'atmosphère.

Si le terrain immuno-déprimé va permettre un développement, la notion topographique est aussi importante, c'est le cas en chirurgie lors d'opérations de prothèses de hanches, de greffes de rein ou cardiaques.
Les micro-organismes sans effet sur le sujet sain peuvent avoir des conséquences graves sur le sujet fragilisé.

La protection de ces zones à haut risque infectieux devra être une priorité afin d'éviter la surinfection ou tout simplement l'infection, contre-partie du progrès technique (96).

Le risque infectieux d'un produit ou d'un patient enfin peut être distribué en quatre classes. Le risque est croissant avec la classe 4 qui est le maximum. Un malade peu immuno-déprimé ou reconstituant ses défenses peut être considéré en classe 3 tandis qu'un patient totalement dépourvu de système immunitaire (type leucémique), est en classe 4.

Zones B P F		Nombre maximal de particules par m 3 (A F NOR)		Nombre maximal de micro-organismes revivifiables par m 3 (209 b)	Risques
		>0,5 µm	> 5 µm		
α1	Au point critique Hors production et en cours de production	< 4 000	0	< 1	4
α2	Au point critique Hors production et en cours de production	< 40 000	< 250	< 10	4
β	En cours de production	≤ 400 000	≤ 2 500	< 100	3
γ	En cours de production	≤ 4 000 000	≤25 000	< 500	2
δ	En cours de production	Non contrôlée		Surveillance quantitative périodique	1

fig n° 5
Classification ASPEC

La stratégie actuelle est de déterminer le degré de risques encourus par le sujet, et secondairement de se rapprocher des standards AFNOR et des normes américaines... La classification A.S.P.E.C permet de montrer le type d'installation nécessaire en fonction du risque encouru.
Par exemple un bloc de chirurgie orthopédique ou cardio-vasculaire par exemple en flux laminaire sera en salle 4a, par contre une salle de chirurgie de type courant, en ventilation turbulente sera de type 3 ou 2b. L'intérêt de cette classification est de pouvoir passer d'une classe à l'autre, simplement en modulant les installations (50).

Il existe donc une classification des locaux, une classification des risques à proprement parler.
Au niveau de la chirurgie il est possible de classer aussi les opérations en fonction du risque infectieux lié à la localisation du site opératoire.

On distingue donc quatre classes (14) (19) :

Classe 1 : Chirurgie propre

Elle correspond aux opérations de la paroi de l'abdomen, chirurgie n'ouvrant pas un viscère (chirurgie cardiaque, orthopédie). Le taux de suppuration ne doit pas dépasser 1 à 2%, toutes complications confondues.

Classe 2 : Chirurgie propre contaminée

Cette chirurgie ouvre un viscère pouvant contenir des germes. Le taux statistique d'infection se situe entre 5 et 8% : cholécystèctomie, appendicectomie, hystérèctomie... sont des opérations qui entrent dans cette classification.

Classe 3 : Chirurgie contaminante

Chirurgie qui ouvre des viscères contaminants et libère des germes en quantité, qui sont souvent pathogènes.
Exemple : chirurgie cholique, vaginale, de la gorge.

Classe 4 :

C'est la chirurgie des sites déjà infectés, par exemple, péritonite, abcès etc...

Dans la classe 1 les germes viennent toujours de l'extérieur (contamination de la peau du malade ou de l'équipe soignante). Dans ce cas les conditions d'asepsie sont primordiales.

Dans la classe 2 la contamination est mixte, externe d'une part par la peau du malade, et d'autre part par le site infectieux, à l'intérieur de l'abdomen. C'est dans ces classes que l'antibioprophylaxie est intéressante et efficace.

Dans les classes 3 et 4, le taux de micro-organismes est pratiquement incompressible, car on agit sur des organes qui sont le siège d'une flore très importante.

7. LE PROBLEME DE LA SURINFECTION

Dans une étude menée par DUCEL et par CHAPON (27), il est apparu que le taux de surinfection hospitalière, loin de diminuer, se maintient voire même a tendance à augmenter. Il convient donc de tout mettre en œuvre pour réduire ce seuil d'infection.
La situation se complique encore, compte tenu de :

- l'affaiblissement de beaucoup de malades opérés, consécutif soit à leur infection, soit encore à leur âge plus ou moins avancé,
- l'agressivité des actes chirurgicaux et l'évolution des techniques vers des opérations toujours plus longues et sophistiquées,
- l'adaptation des micro-organismes à l'environnement hospitalier.

Par conséquent, la gestion du risque infectieux dans les services de chirurgie repose sur l'adoption de systèmes de prévention qui doivent couvrir tous les éléments conditionnant l'acte thérapeutique. Le malade doit être protégé depuis le moment de son entrée au bloc jusqu'à sa sortie. Le danger le plus grand se situe au moment de l'intervention et des jours qui la suivent. Tout doit être mis en œuvre pour limiter ces risques.

8. COMMENT AGIR CONTRE LA BIOCONTAMINATION

Nous ne nous intéresserons qu'à la salle d'opération bien qu'il existe bien d'autres endroits à risque (salle de réveil, services de réanimation etc...)

Pour mieux situer le problème de contamination au niveau du bloc opératoire, il faut envisager toutes les portes d'entrée des agents contaminants. Les portes d'entrée possibles sont résumées dans le tableau suivant (47) :

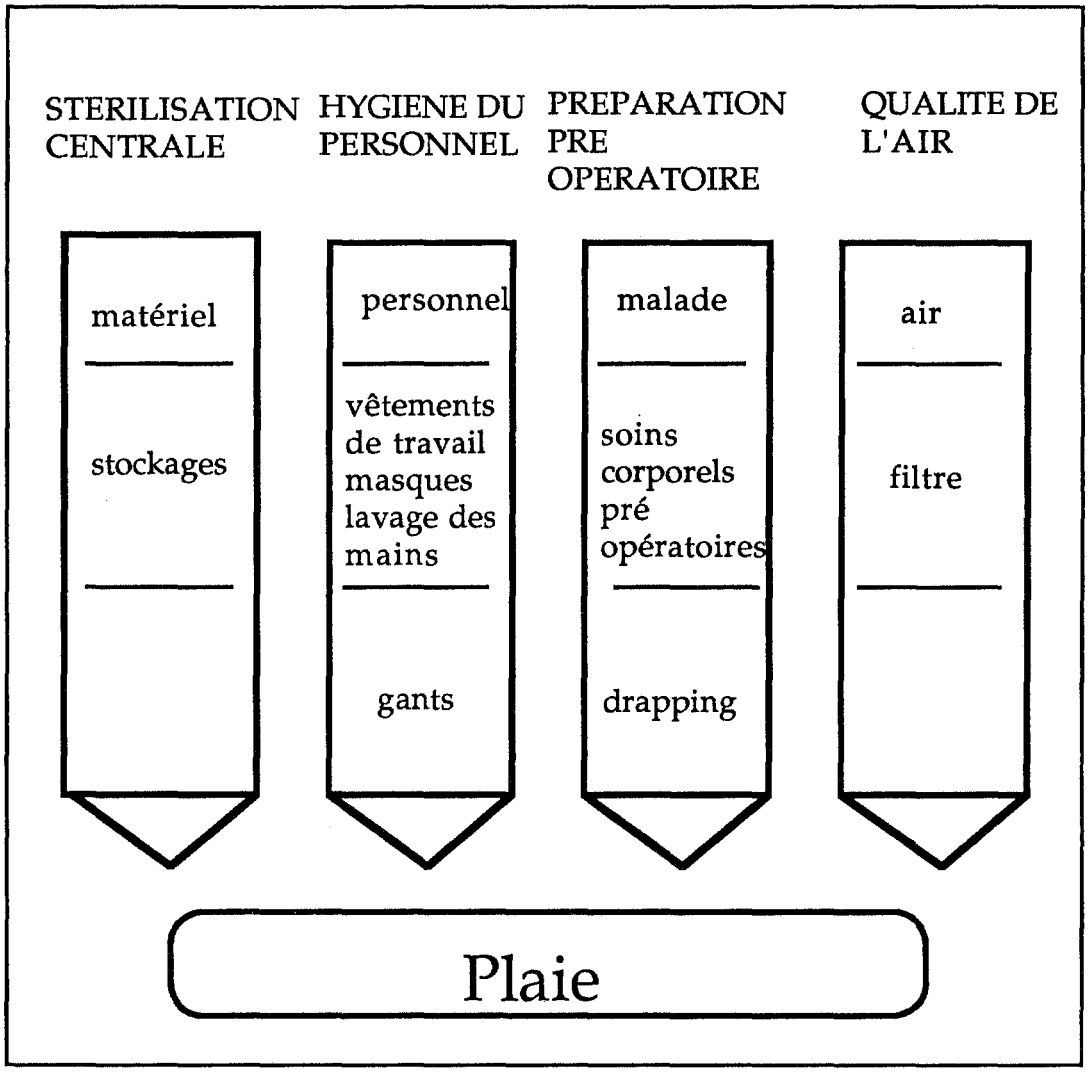


fig n° 6
Niveaux de biocontamination

Chacune de ces étapes de la prépararation du personnel, du matériel, du malade, et des systèmes de protection de l'enceinte sont des zones à risque de greffe bactérienne. Une extrême vigilance est donc nécessaire à chaque étape afin de limiter toute contamination.

L'environnement de la salle d'opération est conditionné par les facteurs suivants :

8.1. Type d'opération

Nous avons vu la classification des chirurgies en fonction du risque lié à la topographie corporelle (14) (19).

8.2. Qualité de l'air fourni et qualité des renouvellements

Une attention particulière doit être portée au conditionnement d'air des locaux afin d'avoir un air exempt de particules, à l'intérieur du bloc opératoire, d'où l'utilisation de filtres à très haute efficacité qui seront installés en aval du circuit de pulsion. Ces filtres ont une efficacité de l'ordre de 99,5% DOP (50). Pour une chirurgie de très haute asepsie on peut adapter des systèmes additionnels, comme les flux laminaires horizontaux. On doit compléter ces installations par une surveillance périodique du système de conditionnement en utilisant des méthodes fournissant des résultats rapides, par exemple un comptage particulaire ou des prélèvements de surface.

8.3. Risques de contaminations par des particules issues d'autres locaux

Des particules peuvent aussi être véhiculées par des entrées de masses d'air extérieures. Pour lutter contre ces courants induits on installera un système de pression atmosphérique différentiel ; l'entrée à la salle contrôlée se fera par un sas à différentes zones (7).

8-4. Les déplacements dans la salle en elle-même et la discipline du personnel

Les déplacements ainsi que les mouvements de l'équipe soignante doivent être réduits pour éviter les turbulences.

8.5. La qualité des nettoyages

C'est ce que l'on appelle le "bionettoyage". Il consiste à procéder au nettoyage d'une zone à risque, en réduisant momentanément la biocontamination d'une surface.

On l'obtient par conjugaison
- d'un nettoyage
- d'une évacuation des produits utilisés et de la salissure à éliminer
- de l'application d'un désinfectant (50).

8.6. La qualité des tissus utilisés pour l'habillement et le drapage

D'après l'étude de DUCEL (27), durant ces dernières années, on s'est surtout appliqué à résoudre les problèmes liés à la ventilation et la filtration par la fourniture en quantité suffisante d'un air exempt de micro-organismes.
Nous avons vu le rôle déterminant du facteur humain ayant comme corollaire une bonne discipline dans la salle opératoire, une réduction du nombre de personnes présentes, ainsi qu'une diminution des mouvements générateurs de l'aérobiocontamination.

Le fait marquant et récent est l'étude des vêtements et de leur effet barrière face aux contaminations.
On peut considérer que si un tissu est une bonne barrière bactérienne, on peut l'utiliser aussi bien pour en faire des vêtements que des champs opératoires.

9- LA BARRIERE BACTERIENNE

9.1. Description d'une barrière idéale

La barrière idéale doit répondre à une série de critères : (5)

9.1.1. Elle doit laisser passer l'air sans une forte perte de charge, mais aussi les gaz permettant sa stérilisation (par exemple l'oxyde d'éthylène).

9.1.2. Elle doit retenir la totalité des particules en suspension dans l'air de taille se rapprochant de celle des bactéries. Elle retiendra donc tous les germes en suspension. Les propriétés de filtration seront indépendantes de l'humidité ambiante. La barrière même mouillée doit avoir encore une efficacité maximale.

9.1.3. Cette barrière ne doit pas relarguer des particules, particules émises par la matière elle-même ou filtrées, qui seraient, à la suite d'une agitation, libérées dans l'air ambiant.

9.1.4. La barrière doit avoir des qualités mécaniques essentielles pour résister aux chocs, aux différents plis occasionnés, aux variations de pression, aux phénomènes entraînés par les opérations de stérilisation.

9.1.5. Elle doit être résistante aux agents chimiques, à tous les liquides : eau, alcools, solvants organiques, mais aussi au sérum, au sang et à tous les autres facteurs naturels de contamination.

9.1.6. Cette barrière idéale, enfin, doit être stable à la lumière mais aussi dans le temps correspondant à son stockage.

9.1.7. Le pouvoir électrostatique doit être le plus faible possible . Cependant dans certaines utilisations, on essaiera d'utiliser cette propriété dans le but de fixer les particules émises ou présentes dans l'atmosphère à la surface même du tissu. On utilise cette propriété dans le cas des textiles mixtes polyester/coton.

9.2. Les mécanismes de filtration

Ce problème de filtration (5)(19)(77) qui consiste à arrêter le vecteur de l'infection n'est donc pas une théorie récente. La nécessité d'utiliser des tissus de protection faisant office de barrière est donc l'un des garants d'une certaine hygiène.

Nous avons vu les sources de contamination possibles, nous allons voir comment s'opposer à elles. Outre les mécanismes de filtration de l'air, et les installations permettant d'isoler l'enceinte de l'extérieur, il faut protéger l'homme évoluant dans ces salles.
Les vêtements spéciaux, le port de gants et du masque sont les seuls remparts, dans ce dernier cas contre la contamination.

9.2.1. Définition

La filtration de l'air (78) consiste à séparer les particules de toute nature en suspension dans l'air, selon un degré d'efficacité déterminé en fonction des applications ou usages que l'on souhaite faire de cet air en aval de ce traitement (hygiène, fabrication, production, sécurité ...).

On trouve parfois les délimitations suivantes :

- Dépoussiérage : concentrations pondérales particulaires dans l'air supérieures à 30 mg/m^3 et d'une granulométrie supérieure à 20 μm.

- Filtration : concentration inférieure à 30 mg/m^3 et de granulométrie inférieure à 20 μm.

9.2.2. Mécanismes de filtration des textiles

En matière de filtration de l'air, l'erreur la plus répandue consiste à penser qu'on utilise un effet de tamisage à travers un maillage de fibre de plus en plus fin, afin de filtrer des particules de diamètre supérieur à ce maillage ; mais en fait il n'en est rien.

L'effet de tamisage n'a qu'une importance secondaire pour l'efficacité du textile, il ne fait qu'augmenter la perte de charge par effet de surface. On verra plus loin qu'une forte perte de charge n'est pas synonyme de bonne filtration .

Pour l'étude des mécanismes de filtration, on acceptera comme acquis le fait qu'une particule entrant en contact avec une fibre quelle qu'elle soit y adhère par effet de VAN der WAALLS ainsi qu'à l'aide des phénomènes d'actions électrostatiques et moléculaires.

Les différents mécanismes de filtration de l'air par les textiles sont les suivants :

9.2.2.1. Effet de tamisage (annexe n° 3)

Les particules dont le diamètre est supérieur à la distance libre entre deux fibres ne pourra pas passer et sera retenu.

9.2.2.2. Effet d'inertie (annexe n° 3)

Les particules lourdes ont une force d'inertie trop grande pour pouvoir accompagner le courant d'air lorsque celui-ci s'incurve autour d'une fibre. Au lieu de cela, les particules suivent leur direction d'origine et s'attachent à la fibre à l'endroit de l'impact. L'effet d'inertie augmente quand la vitesse du flux d'air augmente, quand le diamètre des particules croît, et quand le diamètre de la fibre diminue.

9.2.2.3. Effet d'interception (annexe n° 3)

Les petites particules légères accompagnent le courant d'air autour de la fibre ; si le centre de la particule suit une ligne passant à une distance de la fibre inférieure au rayon Rp de la particule, celle-ci sera interceptée et se fixera. L'effet d'interception est indépendant de la vitesse de l'air, à moins que la différence n'atteigne une valeur telle que l'image du courant autour de la fibre soit modifiée.

L'effet d'interception augmente quand le diamètre des particules augmente, quand le diamètre des fibres diminue et quand la distance entre les fibres est moindre.

Ainsi un textile offrant un bon effet d'interception doit contenir un grand nombre de fibres fines, de même diamètre moyen que celui des particules à séparer.

9.2.2.4. Effet de diffusion

Les particules dont le diamètre est inférieur à un micron ne suivent pas les lignes du courant autour de la fibre du textile. Elles sont influencées par le mouvement brownien des molécules d'air, c'est-à-dire qu'elles ont un mouvement vibratoire dû aux molécules d'air et se fixent sur les fibres si elles arrivent en contact avec celles-ci. La probabilité pour

que des particules entrent en contact avec les fibres augmente quand la vitesse, le diamètre des particules et le diamètre des fibres diminuent.

On constate donc que les effets des textiles évoluent de façon contradictoire avec la variation des différents paramètres : vitesse de l'air, taille des particules. On voit en particulier que l'effet d'inertie croît avec la masse des particules donc, sauf exception, avec leur diamètre également, et enfin avec la vitesse du flux. On note enfin que l'effet de diffusion lui varie en sens inverse. Il faut par ailleurs considérer les limites de l'effet d'inertie par rapport à celui d'interception.
Le schéma suivant permet de comparer ces différents effets.

Paramètres / effet de filtre	vitesse	taille des particules	Diamètres des fibres+	Densité des fibres +
Diffusion	-	-	-	+
Interception	0	+	-	+
Inertie	+	+	-	+

+ L'effet de filtre augmente quand la vitesse, la taille des particules, etc... augmentent
- L'effet de filtre diminue quand la vitesse, la taille des particules etc... augmentent
0 L'effet de filtre est indépendant de la vitesse de l'air

fig n°7
Interactions entre les paramètres d'après RAULT

9.2.2.5. Les forces de VAN Der WAALS

La particule captée par l'effet d'inertie est soumise à deux forces :

- f : la force de VANder WAALS qui la retient sur la fibre
- F : une force de sollicitation aérodynamique

avec :

S : surface projetée de la particule
V : vitesse du flux d'air.

F sera d'autant plus forte que le diamètre de la particule et la vitesse du flux sont élevés, ce qui tend à décoller la particule pour la remettre en suspension dans le courant d'air

F est donnée par la formule suivante :

$$F = KSV^2$$

Or à mesure que le média filtrant se colmate et que sa perte de charge augmente, la vitesse de l'air autour de la fibre s'accroît, et F augmente d'autant ; la particule risque alors d'être remise en suspension et de migrer avec le flux.
Lorsque l'on est en présence d'aérosol liquide, il s'ajoute à la force F une force de capillarité qui retarde ce relargage. Mais si la vitesse de l'air augmente trop, la particule sera quand même relarguée.

La vitesse du flux d'air autour des textiles utilisés dans les blocs opératoires étant relativement faible ($V < 1$ m/s), à moins de se trouver dans des conditions particulièrement défavorables (courant d'air, proximité de bouche d'aération) , la force d'inertie évoquée est minime. Cette faible vitesse privilégie l'effet de diffusion. Les plus grosses particules sont alors retenues par l'effet d'interception.

Lorsque l'on superpose les courbes d'évolution des effets d'interception et celles de diffusion, on obtient une courbe résultante qui passe par un minimum correspondant à une dimension critique des particules. Cette dimension peut être obtenue grâce aux mesures combinées d'un compteur laser et un compteur à noyau de condensation avec batterie de diffusion. Cette dimension est fonction, entre autre, des fibres : plus les fibres sont petites, plus la taille critique est faible.
La figure suivante montre une valeur moyenne de ce trou de filtration aux alentours de 0,2 à 0,3 micron. Cette zone est celle pour laquelle la résultante des courbes des effets de diffusion et d'interception passe par un minimum.

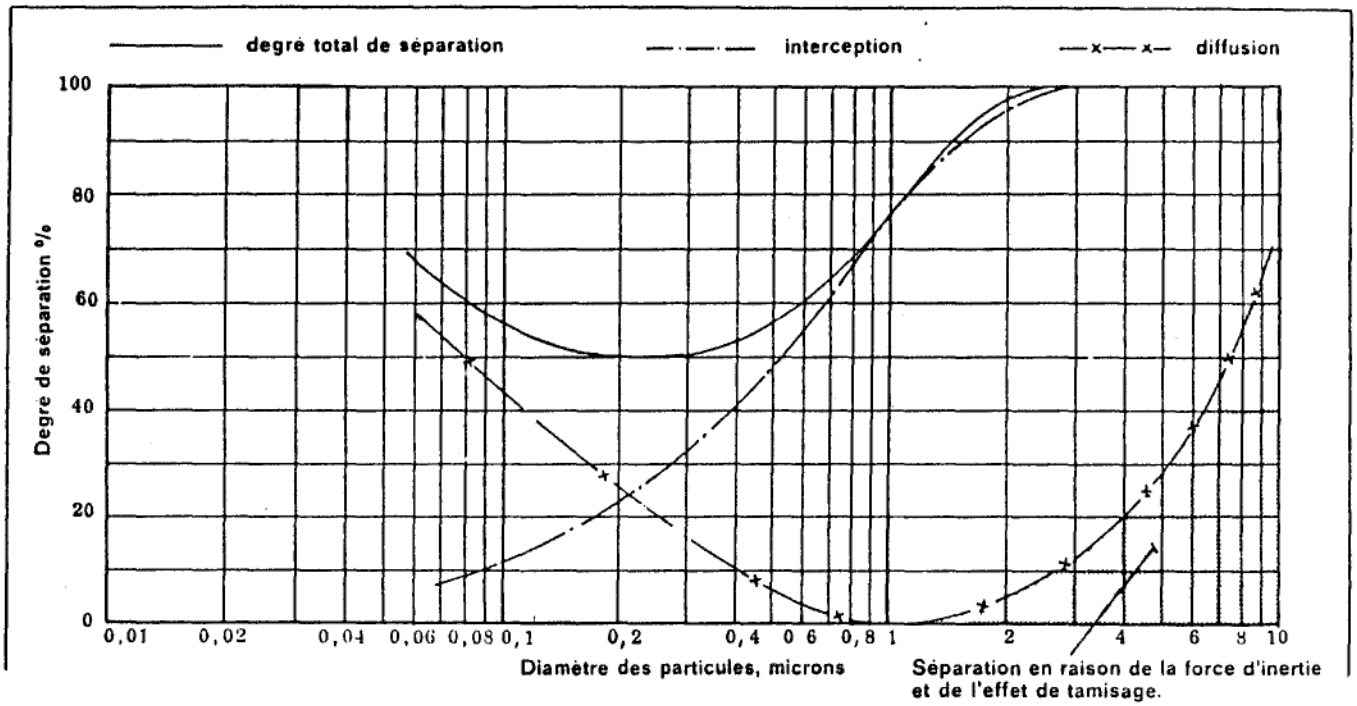


fig n° 8
Courbe d'évaluation du trou de filtration

9.2.2.6. Adhésion des particules, forces de van der Waals (78)

L'équation qui résume le plus simplement les effets des fibres est celle de FRIEDLAND

$$\text{Efficacité total} = A \underbrace{\frac{1}{dp^{2/3}\, df^{1/2}\, v^{1/2}}}_{(1)} + B \underbrace{\frac{dp^2\, v^{1/2}}{df^{3/2}}}_{(2)}$$

Avec :

dp : diamètre de la particule
df: diamètre de la fibre
v: vitesse du flux

A et B sont deux paramètres dépendants de la viscosité, de la masse spécifique, et de la température.

Le terme (1) exprime l'effet de diffusion et le terme (2) les effets cinétiques

Outre les effets électrostatiques naturels (équilibres de BOLZMANN) entre les charges électriques des particules et celles des fibres, l'attraction et l'adhésion sont essentiellement le fait des forces de VAN Der WAALS. Ces forces incluent les effets entre molécules possédant des dipôles ou des quadripôles, l'attraction provoquée par la polarisation des molécules par les champs dipolaires ou quadripôlaires d'autres molécules (molécules et atomes sont dits polaires lorsque leurs charges électriques ne sont pas réparties systématiquement) et les forces non polaires, dites forces de dispersion " LONDON - VAN der WAALS" qui les a associées aux causes de la dispersion optique.

Les trois types de forces de VAN der WAALS sont les forces :

- dipôle-dipôle
- d'induction
- de dispersion

L'effet de dispersion est celui dont la contribution sera la plus importante dans les forces d'attraction intermoléculaires, sauf dans le cas de faible polarité et de moment dipolaire élevé (moment dipôlaire = produit de la somme de toutes les charges positives et négatives par la distance des centres de gravité de ces charges).

C'est pour cette raison que les forces d'adhésion entre des particules et des surfaces macroscopiques sont souvent attribuées aux forces LONDON - VAN der WAALS.

Exemple d'équations régissant les forces de LONDON - VAN Der WAALS.

Entre deux sphères idéalement lisses, de diamètre d 1 et d 2, séparées par une distance r, on a:

$$F = \frac{\pi\, q_o^2 \lambda d1}{12\, r^2} \times \left(\frac{d2}{d1 + d2}\right)$$

où qo est le nombre d'atome par cm^3, λ une constante.

Si d2 tend vers l'infini $F = \frac{\pi\, q^2{}_o \lambda}{12 r2}\, d1$

F est la force entre une sphère de diamètre d1 à une distance r d'une surface plane

On peut voir que les mécanismes de filtration ne sont pas simples et que le choix de la fibre et du tissage pour l'élaboration de textiles en milieu hospitalier est complexe.

SECOND CHAPITRE:

LES TYPES DE BARRIERES UTILISÉES

1. INTRODUCTION

Il apparaît évident que pour faire face à la contamination d'origine humaine, il fallait protéger tous les "acteurs " présents dans la salle.

Nous ne traiterons pas dans cette thèse, la partie concernant l'installation théorique de l'enceinte, avec tous les systèmes d'isolement avec l'extérieur (climatisation, installations diverses).

L'origine humaine étant l'une des principales sources de contamination, nous ne nous attacherons qu'à son étude.

Jadis, les vêtements ainsi que le drapage du malade étaient plutôt utilisés afin de se protéger des salissures plutôt que pour limiter les contaminations.

C'est après les théories de Pasteur en 1873 que l'on commença à habiller l'équipe soignante, et un peu plus tard le malade.

Une fois la notion de germes (41) découverte on essaya de lutter contre eux ; c'est en 1883 qu'apparaît le premier autoclave à l'hôpital. Il fut introduit par Terrillon et Terrier. Dès 1885 Poupinel fait évoluer ce matériel. On assiste aux premières stérilisations du linge et des instruments.

En 1889, apparaît aussi la notion d'isolement, patient / intervenant, de la plaie opératoire. Aux Etats Unis , Halsted, (41) utilise les premiers gants en caoutchouc. On peut estimer à cette date que le drapage des patients est systématique.

En 1927, un chirurgien lyonnais (Leriche) décide de faire évoluer la couleur du linge ; il devient bleu, la couleur blanche fatiguant les yeux.

1.1. Distinction du linge opératoire

Les protections rencontrées au bloc sont les suivantes :

- Les vêtements

- L'équipe soignante émet comme nous l'avons vu des particules viables ou non. Le but de l'habillement est de protéger l'enceinte ainsi que le malade de cette source dont l'importance est fonction des mouvements des opérateurs et de leur nombre au sein de la pièce.
Le vêtement doit isoler la personne du reste de l'enceinte de manière absolue.

A ce niveau interviennent deux paramètres qui sont:

- la forme du vêtement
- la qualité du tissus utilisé

- Les champs opératoires

Le patient et plus précisément la zone du site opératoire sont très sensibles aux agents infectieux et doivent être protégés. La protection utilisée alors est le champ opératoire qui à un double rôle.
Il doit d'abord limiter l'émission de particules du malade lui-même et ensuite faire obstacle aux contaminations extérieures véhiculées par l'air de la salle. A ce niveau l'objectif est double :

- d'une part les champs doivent limiter la contamination issue de la pénétration de germes potentiellement pathogènes dans la zone à risque,

- d'autre part limiter la multiplication des germes in-vivo suite à l'abaissement des défenses locales ou générales.

A ce niveau on définira le drapage comme l'opération qui consiste à couvrir le patient par des champs opératoires afin d'isoler et de déterminer une zone protégée représentée par le pourtour immédiat du tracé de l'incision

Schématiquement on peut classer les champs opératoires en trois catégories :

- Les champs de table : (76)

constitués de pièces de linge, en général assez épaisses, suffisamment grandes pour recouvrir les tables où sont disposés les instruments stériles devant servir à l'opération.

- Les champs protecteurs :

constitués de grands morceaux de tissu servant à isoler complètement le malade. Ces champs sont très souples permettant d'épouser les formes du malade,

- Les champs de bordure :

bordant le site opératoire, ils sont destinés à protéger la périphérie du site opératoire d'une éventuelle contamination issue de la peau environnante. Ces pièces de linge fendues ou non en leur centre selon les besoins, sont fixées à la peau du malade à l'aide de pinces spéciales fixe-champ ; ces champs seront absorbants, moins épais que les précédents.

Il est à noter qu'avant l'installation à proprement parler du malade, on pratique une préparation du site opératoire. Cette préparation locale permet d'éviter au maximum la contamination locale issue de la flore cutanée du patient.

1.2. Classification des textiles

On peut classer les matériaux utilisés pour le drapage en deux catégories :

- les textiles linéaires :

qui sont des trames obtenues à partir de fils tressés

- les textiles surfaciques :

les non tissés qui sont obtenus par des principes de fabrication à mi-chemin entre l'industrie textile et l'industrie papetière.

2. LES TISSES

Produits par l'industrie textile (70) (88), ils sont caractérisés par deux éléments de leur constitution. D'une part le type de fibre utilisée et d'autre part le mode de tissage.
Toute variation de ces deux paramètres débouche sur des produits dont les caractéristiques physiques et mécaniques sont différentes.

2.1. Les fibres

Les textiles sont obtenus à partir de diverses molécules linéaires (macromolécules). L'élément de base peut être le fil ou le filament suivant sa longueur.

Les industries textiles utilisent des matières premières naturelles, chimiques ou des mélanges.

Les fibres naturelles ont deux origines, animale, végétale.

Les fibres artificielles sont produites par l'homme par synthèses chimiques.

2.1.1. Les fibres naturelles

Ces fibres se présentent principalement sous forme de fibres discontinues. La plus utilisée dans le milieu hospitalier est le coton. Les tissus fabriqués uniquement à base de coton, dont la qualité principale est le confort représentent la majeure partie de l'habillement hospitalier.
L'approvisionnement des fibres de coton est facile. Cette matière première, qui est capable de retenir une quantité plus ou moins importante d'eau, absorbe aisément la transpiration. Cependant, la fibre de coton s'use, se déchire et rétrécit. Le coton est particulièrement sujet à se décomposer en poussières (fibres nuclei), remarquables vecteur de la contamination bactérienne ; il ne semble pas être non plus une barrière efficace pour les particules et plus particulièrement les bactéries du fait de son faible pouvoir de rétention.

2.1.2. Les fibres synthétiques

Elles sont créées et fabriquées par l'homme à partir de produits de base.

Il faut distinguer:

- les fibres synthétiques proprement dites, obtenues à partir de produits chimiques variés issus le plus souvent du charbon ou du pétrole,
- les fibres dites artificielles obtenues à partir d'un produit naturel, la cellulose.

Ces fibres synthétiques et artificielles se présentent sous forme de filaments continus que l'on peut couper à des longueurs identiques à celles des fibres naturelles. Cette opération permet d'obtenir des fibres discontinues.

Les meilleures qualités sont néanmoins apportées par les fibres synthétiques qui possèdent les propriétés les plus intéressantes pour des vêtements hospitaliers. Ces fibres synthétiques sont obtenues par polymérisation ou par polycondensation d'un monomère de base issu de la pétrochimie ou de la carbochimie. Les plus utilisées sont le polyester, les polyamides, les polyamides aromatiques, l'acrylique, les chlorofibres et le polypropylène.

- La viscose®

Anciennement appelé Rayonne®, la viscose a de nombreuses utilisations dans tous les secteurs du fait de son prix de vente peu élevé. Elle est présentée sous forme de fibres discontinues ou fibrannes. Il s'agit de fibres très hydrophiles qui deviennent fragiles lorsqu'elles sont mouillées ce qui impose un nettoyage à sec.
Leur utilisation dans le milieu hospitalier est pratiquement inexistante pour cette raison. D'autre part sous l'effet de l'abrasion, les fibres éclatent et libèrent un grand nombre de particules.

- Le modal®

C'est une viscose de très haute ténacité qui possède une meilleure stabilité dimensionnelle au lavage. La résistance des fibres en cas de présence d'eau est aussi augmentée par rapport à la viscose.

- Le polyester

Le polyester dont le nom commercial est le Tergal® en France et le Dacron ® aux Etats Unis est fabriqué sous forme de fils continus ou de fibres discontinues. La fibre polyester permet de réaliser des économies à deux niveaux.

Elle présente tout d'abord l'avantage de pouvoir être utilisée à long terme grâce à sa solidité accrue et à sa grande résistance aux ffottements. D'autre part, elle est hydrophobe. L'essorage et le séchage sont donc plus rapides lors de l'entretien et la consommation d'eau est donc moindre. Du fait de son infroissabilité un seul passage dans un tunnel d'air chaud suffit et évite donc le calandrage. De plus le polyester a l'avantage d'avoir un fort pouvoir de rétention particulaire et n'est pas générateur de fibres susceptibles d'être relarguées et de boucher les filtres de climatisation comme le coton. Il présente donc un faible pouvoir de relargage particulaire.

Ces qualités reconnues ont permis une large utilisation de ce produit dans les salles blanches de fabrication de composants électroniques. En effet les besoins de cette industrie sont différents : il n'y a pas les exigences au niveau de l'absorption de liquide par exemple.

- Les acryliques

Les acryliques sont comme le polyester de bonnes barrières particulaires, avec aussi, les qualités d'entretien que nous venons de voir. Ce tissu a en plus l'avantage d'être doux au toucher et d'avoir un potentiel zeta important ce qui lui permet de bien retenir les particules.

Il existe enfin d'autre fibres comme les chlorofibres le Rhovyl® ou le Clevyl® ou les polypropylènes sans grand intérêt pour les vêtements de blocs opératoire.

2.1.3. Les mélanges

Le mélange de fibres (46) permet d'obtenir une complémentarité des effets (résistance des matériaux, confort, sécurité, durabilité). La présence du polyester confère à ces textiles une plus grande résistance, alors que le coton apporte ses qualités au niveau du confort.
Par contre il apparaît indéniable que les fibres de coton disparaissent dans des proportions variées au fur et à mesure des lavages ce qui aboutit finalement à des "tissus 100% polyester".

Les avantages de ces mélanges sont:

- une excellente stabilité dimensionnelle (thermofixation de la fibre polyester)

- une durabilité augmentée (haute performance des fibres)

- un maintien des coloris même à la chloration

- une facilité d'entretien (lavage possible à plus de 85 degrés et stabilité au calandrage)

Le prix d'achat de ces textiles est supérieur à celui des cotons purs par le fait que ce choix de matières polyester impose des processus de filature et de tissage différents dans le but d'obtenir les qualités techniques attendues.

L'usage spécifique dans les blocs nécessite les spécifications suivantes:

- pouvoir absorbant
- absence de peluchage
- rotation rapide (salissures importantes)
- bon comportement vis à vis de l'électricité statique

Ces spécifications ont débouché sur la création de produits adaptés à cet usage. Ces articles allient les propriétés du coton renforcées par celles du polyester dans un mélange intime. (65% coton 35% polyester ou encore

60% / 40%). On obtient un tissu de durée de vie d'utilisation bien supérieure. Son entretien est facilité, le tissu gardant une bonne stabilité dimensionnelle.

Un grand nombre de normes a été fixé par le Ministère des Affaires Sociales en vue d'établir un cahier des charges pour faciliter l'achat des textiles par les services économiques de chaque hôpital du service public.

2.1.4. Les fibres greffées

On peut utiliser les tissus à but thérapeutique. CHI-SING (15) et son équipe ont démontré l'efficacité d'un tissu Nylon® recouvert d'argent. Le tissu devenant conducteur est disposé à la surface de la peau d'un rat brûlé. L'échantillon est raccordé entre deux électrodes. L'utilisation de ce tissu soumis à un courant possède un pouvoir bactéricide sur Pseudomonas aeruginosa.

2.1.5. Caractéristiques physiques des fibres

Chaque matière textile possède des caractéristiques physiques qui lui sont propres. En fonction de ces caractéristiques, l'affinité de la fibre vis à vis des particules émises, ainsi que son aptitude à en réémettre, sont différentes.

2.1.5.1. Le titre

La masse d'une certaine longueur de fibre ou filament détermine le titre de la matière textile. L'unité textile est le tex qui indique la masse en gramme de 1000 mètres de matière. Une fibre de 1 tex a donc un poids égal à un gramme pour un kilomètre de longueur. Il existe des multiples et des sous -multiples du tex. Il exïste une autre unité :

- le numéromètre ou Nm :

Il représente la longueur du fil en kilomètre pour une masse de un kilogramme.

Il existe des correspondances entre chacune des différentes unités.

2.1.5.2. La résistance et la ténacité

La résistance et la ténacité ou force de rupture sont les principales caractéristiques à prendre en compte pour le choix d'une fibre. Elles correspondent à la force maximale que peut supporter la fibre dans un essai de traction conduit jusqu'à la rupture de l'échantillon. Cette résistance est exprimée en gramme par tex (g/tex)
Le g/tex est la résistance en gramme d'une fibre ou d'un filament divisée par le titre en tex. Une fibre de 0,5 tex se rompt sous un poids de 6 grammes, a une résistance de 6/0,5 = 12 grammes/tex.

Le coton a une ténacité qui varie de 20 à 45 g/tex, alors que pour le polyester elle varie de 40 à 60 g/tex. Ce dernier est donc plus résistant.

Cette mesure de résistance est généralement menée en atmosphère conditionnée. Il faut toujours opérer dans des conditions reproductibles compte tenu que les tissus absorbent plus ou moins d'eau et que la ténacité varie avec ce pourcentage d'eau absorbée.
Cette mesure est appelée essai à sec par opposition aux essais menés en milieu aqueux, qui consistent à tremper la fibre dans de l'eau avant le test.

2.1.5.3. L'allongement supporté

L'allongement supporté par les fibres jusqu'à leur rupture varie en fonction de la nature des fibres elles-mêmes. Il est de l'ordre de 6 à 8% pour le coton alors que pour le polypropylène, cette valeur peut atteindre 20 à 25 %.

2.1.5.4. Le taux de reprise des fibres

Le taux de reprise des fibres est la quantité d'eau qu'il faut ajouter au poids sec de textile pour obtenir le poids dit "loyal et marchand".
Chaque échantillon a un taux de reprise qui est différent et qui est réglementé. Le taux de reprise indique l'hydrophilie ou l'hydrophobie du textile; il est de de 8% pour le coton de 1 % pour les tissus polyester.

2.1.5.5. L'adhésion des particules à la surface des textiles

Cette notion est très importante car c'est elle qui permet de dire si le textile sera une bonne barrière.

Cette adhésion repose sur des phénomènes électrostatiques. C'est le potentiel zéta qui est la caractéristique déterminante et importante à mesurer. Il est défini par la différence de potentiel existant entre le milieu liquide et la surface chargée d'une particule. En effet dans le cas d'une bactérie dans des conditions normales de pH et de croissance, la membrane bactérienne est chargée négativement.

Ce potentiel zéta est donc représentatif de la mobilité des particules et de leur possibilité d'adhésion à la surface des fibres. Si le potentiel est élevé, la fibre présente une attraction électrostatique très importante et a tendance à retenir les particules en suspension.

2.2. LES DIFFERENTS TYPES DE TISSAGE UTILISES

Les fibres que nous avons vues sont toujours utilisées sous une forme tissée pour un usage opératoire.

On rencontre principalement trois types de tissage en milieu hospitalier (91).

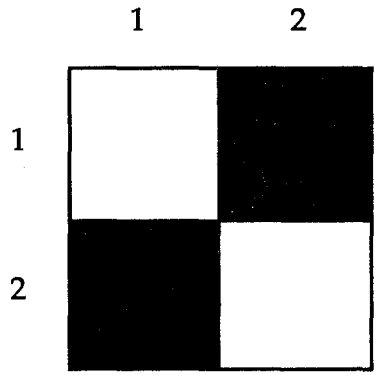
- la toile
- le chevron
- le sergé

2.2.1. La toile

La toile est le système le plus couramment utilisé pour la confection des sarraus ainsi que des champs opératoires. Ces tissus peuvent avoir différentes apparences suivant le diamètre et la nature des fibres employées, ainsi que du nombre de fils utilisés par centimètre de trame ou de chaîne. Ce tissage ne fait pas apparaître de sens d'utilisation, seul l'apprêt déposé sur l'une des surface l'indique.

La cretonne est le tissu 100% coton le plus utilisé ; il est constitué d'un tissage très serré par rapport à la grosseur des fils. La cretonne toile 100% coton est une toile plus ou moins épaisse dont le traitement d'apprêt varie

selon le type d'utilisation. Cet apprêt a tendance, en fait, à s'éliminer au fur et à mesure des lavages.
On peut rencontrer aussi la popeline qui peut être assimilée à une toile ; sa particularité est son aspect de surface, caractérisé par de fines côtes transversales.

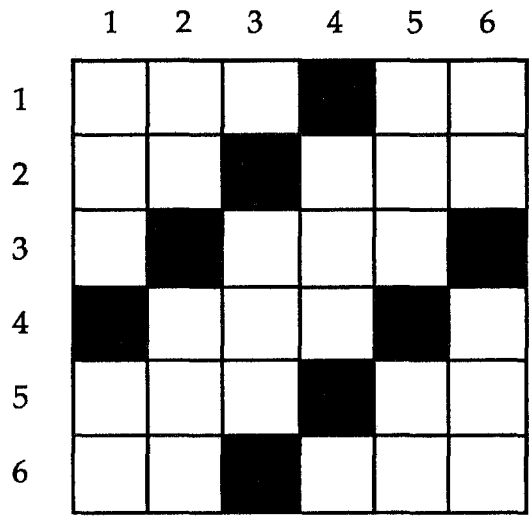


Représentation graphique de la toile
fig n° 9

La toile est obtenue en croisant un fil longitudinal sur un fil transversal, soit la séquence 1/1

2.2.2. Le sergé

Cette armure est la plus courante ; elle présente la particularité d'avoir deux faces différentes. Sur l'une des faces, la chaîne est prédominante, tandis que sur l'autre c'est la trame. Les sergés utilisés en milieu hospitalier sont des sergés mélangés polyester-coton, la composante majoritaire étant le polyester (65% pour 35% de coton). Il existe enfin un autre mélange où le coton est majoritaire (60% pour 40% de polyester). Ce type d'armure est utilisé pour les blouses du personnel soignant.

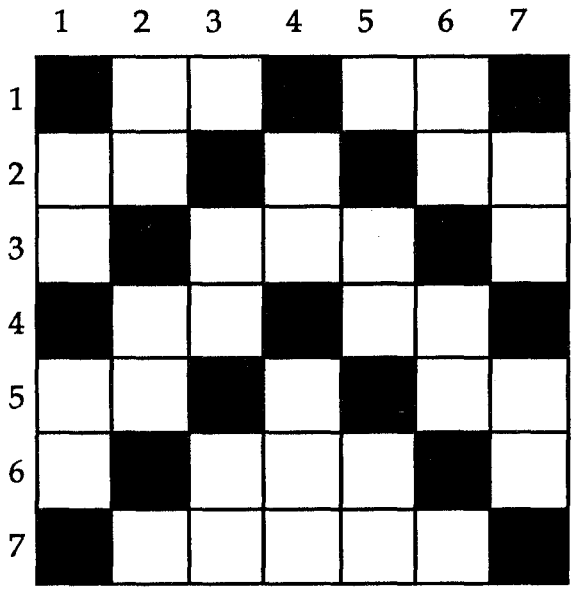


Serge en trame de quatre fils
fig n°10

Le sergé est obtenu en croisant un fil longitudinal sur trois fils transversaux, soit la séquence 1/3

2.2.3. le chevron

Le chevron est un autre style d'enchevêtrement obtenu par tissage. Ce style d'armure dérive directement du sergé.



Trame en chevron
fig n°11

Le tressage particulier fait apparaître de fines côtes formées par les fils transversaux

2.2.4. Les armures à effets spéciaux

2.2.4.1 Le tétra

Ce tissu est constitué d'une armure conjuguée. Il est utilisé pour sa forte capacité d'absorption des liquides. Il est constitué de deux couches contrairement aux autres textiles. Ces deux épaisseurs sont disposées de manière à mettre les motifs de tissage en opposition.

2.2.4.2 L'étamine

Ce tissu, aussi appelé tissu à jours, reprend le principe de la double épaisseur qui met en opposition les motifs ; il est constitué de deux chaînes et d'une trame. Les fils de la deuxième trame sont destinés à créer la partie en relief et aussi former des côtes.

2.2.4.3 Les composits

Il existe enfin d'autres types de tissus qui présentent un effet barrière satisfaisant. On peut additionner les épaisseurs de textiles afin d'obtenir des composites laminés ; c'est le cas d'un laminé de textile et de GORETEX® (41) composé d'une membrane de PTFE (polytétrafluoroéthylène en sandwich entre deux couches de textiles à fibres polyester).

Selon Sills (82) ce composite offre le meilleur rapport qualité/prix avec un effet de barrière bactériologique reconnu, la membrane microporeuse de PTFE présentant des pores ne dépassant pas 0,2mm.

Cependant les tenues réalisées, présentent du fait de cette faible porosité, un "effet de soufflet" très important forçant les flux d'air chargés de particules à s'échapper par des points de passage forcés, au niveau du cou par exemple.

2.2.4.4 Paramètres physiques à considérer

Quel que soit le type d'armure retenu, le textile doit être comme nous l'avons vu, une barrière bactérienne efficace. Il doit présenter un tissage serré et posséder les caractéristiques physiques lui permettant de remplir son rôle.

D'une manière générale le textile, que ce soit pour une utilisation en tant que champ opératoire ou en tant que vêtement, doit résister sur un plan mécanique. Le tissu doit être résistant à la déchirure. En effet à la suite de tensions mécaniques, de frictions exercées sur le textile par les objets, les ustensiles mécaniques ou les mouvements des opérateurs, le tissu doit s'avérer résistant, toute déchirure annulant l'effet barrière. Les progrès enregistrés dans la chirurgie débouchant sur des interventions de plus en plus longues pouvant atteindre huit heures, rendent compte de l'importance de la résistance des tissus.

2.2.4.5. L'enn oblissement des textiles

Dans le but de donner à un textile des propriétés d'imperméabilité, il est possible de traiter la surface du produit ; c'est ce que l'on appelle

l'ennoblissement du textile. Cette pratique est très utilisée dans la fabrication des non tissés comme nous le verrons.

En ce qui concerne les textiles on peut les rendre tout à fait imperméables en les enduisant d'une couche de caoutchouc naturel ou synthétique ou encore d'une résine thermoplastique. Ce procédé a cependant l'inconvénient de limiter la perméabilité à l'air et de favoriser la transpiration sous le textile par effet de serre.

2.3. NORMES ET LEGISLATION DES TISSUS A USAGE HOSPITALIER

La législation impose différentes normes pour les textiles hospitaliers. Les textes officiels pris en référence pour le choix et l'achat de ces articles textiles hospitaliers sont :

- GPEM code des marchés publics (brochure 20010 des JO) (40)

- le code de la santé publique notamment l'article :

- 512 : Habilitation pour conformité à la Pharmacopée Française

- normes AFNOR (3) homologuées. (décret N°86-450 du 13 mars 1986) répertoire général des essais à effectuer sur les articles textiles hospitaliers.

- recommandations circulaires et spécifications techniques établies par le :

Groupe Permanent d'Etude des Marchés pour les Equipements des Centres de Soins et Laboratoires (GPEM /SL)

2.3.1. Caractéristiques de construction

- nature des matières premières :
  - chaîne
  - trame
  - armure

- nombre de fils par centimètre

- masse surfacique en atmosphère normale
  (valeurs minimales et maximales)

- masse surfacique anhydre

- perte de masse au lavage à 95°C

- masse linéïque, sens de torsion de la chaîne et de la trame.

2.3.2. Caractéristiques de résistance mécanique

On détermine :

- la force minimale de rupture par traction pour la chaîne et la trame,
- la résistance au déchirement en particulier pour l'amorce.

2.3.3. Caractéristiques colorimètriques générales

- coloris
- mode de teinture
- nature des colorants
- service délivrant le spécimen de référence

2.3.4. Caractéristiques de stabilité dimensionnelle

- à la lumière artificielle
- au lavage à l'aide d'un détergent à 95°C
  (dégradation, dégorgement du coton et du polyester)
- au frottement
- à la sueur (dégradation, dégorgement du coton et du polyester)
- aux solvants organiques (dégradation, dégorgement du coton et du polyester)
- au lavage à 95°C (trame, chaîne)

2.3.5. Caractéristiques d'aptitude d'emploi

- infroissabilité au lavage
- résistance à la pénétration de l'eau
- résistance à l'attaque des micro-organismes

Ces normes sont caractéristiques d'un tissu mais pour la fabrication d'un vêtement il en existe d'autres relatives aux fils utilisés pour les coutures (de résistance 120 daN) au nombre de points par centimètre ainsi que leur type (en général surjetage norme NF G -05.002) etc....

Des normes plus précises encore, quant à la forme et à la coupe du vêtement sont données aussi en vue d'obtenir un vêtement parfaitement homogène.
Nous aborderons à la fin de ce chapitre l'importance de la coupe des vêtements.

3. LES NON-TISSES

Le terme de non tissé est apparu il y a environ vingt-cinq ans. Il caractérise des produits dont le mode de fabrication est à mi-chemin entre l'industrie papetière et l'industrie du textile.

Tout d'abord on parlait du non tissé, mais l'évolution des techniques de fabrication a conduit au terme des non tissés. En effet, il existe différents produits de conceptions différentes correspondant à la définition de L'EDANA (Association Européenne pour l'industrie des non tissés)(29).

Ce terme fut choisi à la fois pour rappeler que sa réalisation est très proche voire le fruit d'une modification des articles textiles, mais aussi pour l'opposer à ces derniers dont les propriétés sont différentes (42).

La diversité des produits ainsi que leur utilisation expliquent la difficulté rencontrée pour mettre au point une définition satisfaisante (44).

3.1. DEFINITIONS

On appelle non tissés :

"Tout produit manufacturé constitué d'un voile, d'une nappe ou d'un matelas de fibres quelles qu'elles soient, réparties directionnellement ou au hasard et dont la cohésion interne est assurée par des méthodes mécaniques et/ou physiques, et/ou chimiques, et/ou par combinaison de ces divers procédés à l'exclusion du tissage, du tricotage, de couture - tricotage et du feutrage traditionnel."

Quelques modifications apportées à ce texte par le groupe de travail de l'ISO (Organisation International de Standardisation), qu'anime l'EDANA, permettent une meilleure distinction entre les non tissés et certains feutres et papiers.

Autre définition

"Un non tissé est un produit manufacturé fait d'un voile ou d'une nappe de fibres individuelles, orientées directionnellement ou au hasard, liées par friction et/ou cohésion, et/ou adhésion, à l'exclusion du papier et des produits obtenus par tissage, tricotage, touffetage ou couturage incorporant des fils ou filaments de liage, ainsi que du feutrage par foulage humide aiguilleté ou non"
Ces deux définitions, très techniques, permettent de mieux cerner cette industrie en pleine expansion.

Ce type de matériau peut être considéré comme à mi-chemin entre l'industrie textile et papetière, car il possède une structure géométrique organisée. Le non tissé se distingue donc du papier, par le fait que les fibres disposées au hasard dans certains cas sont toujours agglomérées entre elles par un liant ;

Ainsi il faut se garder de faire l'amalgame entre tissés papier et non tissés.

Trois mots sont importants lorsque l'on parle de fabrication de non tissés il s'agit de :

- fibres
- voile
- cohésion

3.2. LES FIBRES

Les non tissés comme nous l'avons vu dans la définition sont constitués de fibres de différentes origines.
Tout comme les tissés, les fibres utilisées ont la même origine.

Elles sont mélangées dans le but d'obtenir des propriétés recherchées afin de donner aux non tissés des performances supérieures. Il n'est donc pas surprenant d'utiliser des fibres synthétiques afin d'obtenir un produit plus élastique, plus souple et moins froissable, qu'en utilisant des fibres cellulosiques (54).

Les fibres utilisées sont les fibres cellulosiques

3.2.1. Les fibres naturelles

- coton
- lin
- jute

3.2.2. Les fibres artificielles

- Rayonne®
- acétate de cellulose
- fibranne

3.2.3. Les fibres protéiques

- laine

3.2.4. les fibres synthétiques

- polyester
- polypropylène
- polyamide
- acrylique
- vinylique

Dans l'industrie des non tissés il faut remarquer que la part des fibres synthétiques croît constamment. Les plus utilisées actuellement sont les fibres polyester, polypropylène, polyamide.

Elles apportent :

- hydrophobie
- infroissabilité
- faible température de ramollissement

Cette qualité principale apportée par ces fibres les désignent comme agents de liage. Incorporées à raison de 30% minimum dans la nappe de fibres, elles permettent l'obtention par calandrage à chaud de feuilles cohérentes.

Le tableau suivant permet de montrer les avantages et les inconvénients de chacun des types de fibres (54)

	AVANTAGES	*INCONVÉNIENTS*
RAYONNE	Bon drapé et souplesse Bonne absorption d'humidité Bas prix	Résistance à l'abrasion : moyenne Basse tenue humide Séchage plus lent
POLYAMIDE	Excellente résistance à l'abrasion Haute résistance à la rupture et Haute résistance à l'allongement Basse densité Séchage rapide Très bonne résistance humide	Résistance à la lumière : moyenne
POLYESTER	Bonne résistance à l'abrasion Excellente résilience Stabilité dimensionnelle Infroissabilité Séchage rapide Excellente résistance à l'humide Faible reprise d'humidité	Electricité statique à éliminer
ACÉTATE	Toucher excellent et bel aspect Bonne souplesse et drapé Thermoplastique et soudable Faible absorption d'humidité Résilience	Faible résistance à l'abrasion
ACRYLIQUE	Très grande résistance aux agents chimique Bonne résilience Bonne souplesse Très bonne résistance à l'humide Thermoplastique Faible densité	Faible résistance à l' brasion
P.V.C.	Auto-extinction Résistance biochimique Résistance aux acides Thermosoudabilité Faible reprise d'humidité	Ramollissement à basse température Faible résistance aux solvants

fig n° 12
Avantage et inconvenients des fibres artificielles d'après JEAMBAR

3.3. LE VOILE

La nature, la qualité, l'apparence, les propriétés physiques tiennent essentiellement au procédé de fabrication du voile. La classification des non tissés se fait selon la voie de fabrication. On distingue quatre grandes techniques :

Les non tissés obtenus par *voie sèche* :
ce procédé est fondé sur la technologie des textiles.

Les non tissés obtenus par *voie humide* :
le procédé est basé sur la technologie de l'industrie papetière

Les non tissés obtenus par *voie fondue* ou *Spun bonded* :
cette méthode est basée sur la technologie de l'extrusion des plastiques.

Production *in situ* :
Obtention par fibrillation et aiguilletage

3.3.1. La voie sèche

Deux méthodes mènent à la formation du voile:

- méthode mécanique (5),(29),(42),(54),(55)

La méthode donne une structure où les fibres sont en prédominance orientées. Elle est directement dérivée de l'industrie textile ; elle est la plus employée mais la moins rapide. On obtient des produits qui ont un poids entre 10 et 30 g par m^2
Les fibres sont toutes orientées dans le sens de rotation du cylindre, ce qui donne une bonne résistance à la traction et au déchirement. Par contre dans le sens transversal ces propriétés sont peu marquées. On peut pallier cette lacune en croisant les fibres couche sur couche en "zig zag" ou en superposant des voilages aux fibres perpendiculaires. Cette technique multiplie les épaisseurs au détriment de l'épaisseur et donc de la souplesse du produit.

- Méthode pneumatique

Dans cette méthode les fibres sont disposées au hasard. (5)(,29),(42),(54),(55)

Cette technique consiste à disperser les fibres dans un flux d'air et à les amener sur le cylindre où elles se déposent, pêle-mêle, formant une nappe de fibres disposées au hasard. Cette méthode permet d'obtenir un voile de plus faible densité, d'une plus grande souplesse, sans structure lamellaire.

Ce procédé de fabrication est utilisé pour l'obtention de non tissés de poids moyen entre 100 et 200 g/m^2 . On obtient des matériaux à coût très bas. Cette méthode n'est pas utilisée par l'industrie pharmaceutique, demandeuse de non tissés doux et de faible épaisseur.

L'étape finale d'obtention des non tissés par voie sèche est l'addition de liant pour la cohésion de l'ensemble. Cette étape consiste à faire passer la nappe cardée entre deux rouleaux qui déposent le liant au passage. Ces rouleaux peuvent aussi être chauffés lors de l'utilisation de fibres thermofusibles incorporées lors du cardage.

La voie sèche conduit à des produits :

- doux au toucher
- d'une excellente résistance longitudinale, la résistance transversale étant moins bonne.
- pouvant être rendus absorbants ou hydrofuges.

3.3.2. La voie humide

Inspirée de l'industrie papetière, c'est la plus ancienne méthode de fabrication des non tissés. Cette méthode utilise un matériel dérivé de la fabrication du papier (5),(29),(42),(44),(54),(55).

Les fibres sont mises en suspension aqueuse, il se forme une pâte qui se dispose sur une toile sans fin servant de tamis où elle s'égoutte. La nappe de fibres ainsi formée est calandrée pour parfaire son essorage avant de subir un séchage.

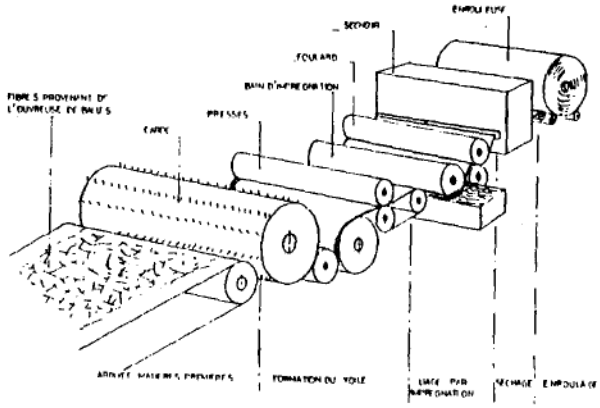


fig n° 13
Voie sèche

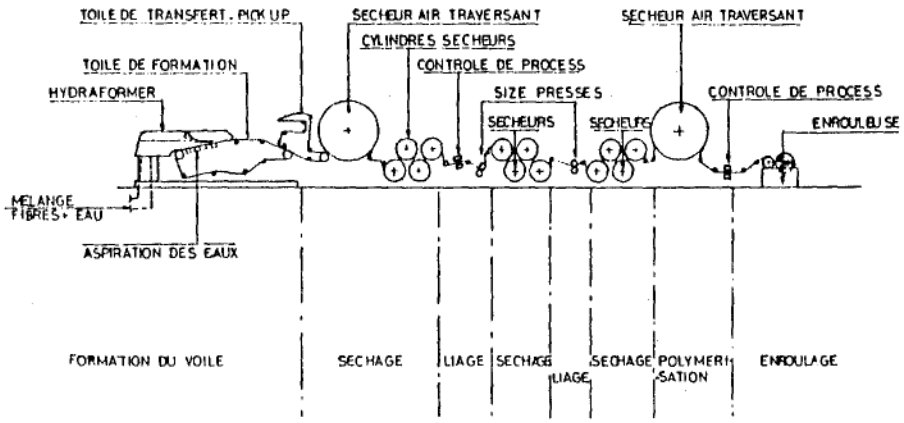


fig n°14
Voie humide

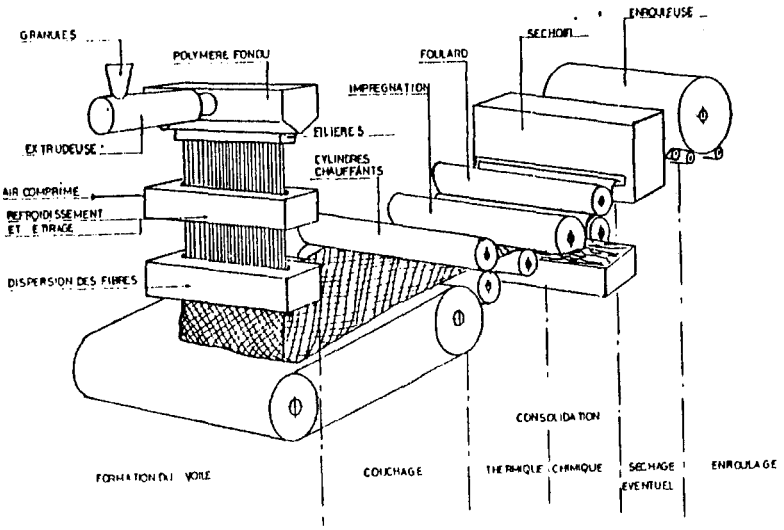


fig n°15
Voie fondue

Par rapport à l'industrie papetière la pâte utilisée pour les non tissés se caractérise par une concentration de fibres longues inférieures. Par ailleurs, l'utilisation de fibres longues et de poids variables ne permet pas une cohésion inter-fibre de type hydroxyle (H-OH) comme pour le papier. De ce fait on ajoute un liant soit dans la suspension aqueuse, soit par pulvérisation ou imprégnation du nappage.

Les produits finis présentent :

- la même résistance dans les deux sens. La résistance longitudinale est quand même inférieure à celle des produits obtenus par voie sèche.

- un voile manquant un peu de souplesse qui peut par contre supporter différents traitements pour le rendre hydrofuge, hydrophile, ignifuge.

3.3.3. La voie fondue

Cette méthode a été mise au point afin de fabriquer des non tissés en fibres synthétiques. Elle fait appel à l'extrusion des polymères en fusion

à partir de filières. Les filaments se déposent directement sur un tapis transporteur où ils constituent une nappe de fibres désordonnées dont une série de dispositifs assure l'uniformité. (5),(30),(42),(45).

Pour élaborer ce type de non tissés, on utilise surtout des polymères uniques mais il n'est pas rare de coextruder un second polymère qui confère à l'ensemble de nouvelles propriétés recherchées ou qui est utilisé comme liant.

Les produits obtenus ont les propriétés suivantes :

- ces non tissés présentent une résistance supérieure aux matériaux fabriqués par les autres voies,

- ils présentent une capacité à l'allongement supérieure à tous les non tissés existants,

- ils présentent une résistance à la déchirure remarquable,

- ils sont généralement hydrofuges,

- la longueur et la continuité des fibres confèrent à l'ensemble une grande cohésion.

Ce procédé onéreux et peu répandu, à permis par exemple de développer des produits originaux comme le TYVEK® ou le SANTARA®. C'est Dupont de Nemours qui développa ces deux produits pour l'industrie pharmaceutique. Le Tyvek® est utilisé comme matériau de conditionnement du matériel médico-chirurgical stérile. Les propriétés de résistance et de barrière présentées par ce produit constitué d'un non tissé un peu spécial le différencient des papiers utilisés habituellement pour ce type de conditionnement. (4)

Le second utilisé par différents fabricants pour les champs opératoires ainsi que les sarraus .

3.3.4. La formation du voile in situ

Cette méthode très récente est peu développée. En fait plusieurs technologies très spécifiques sont regroupées sous ce nom. La production

des fibres, la formation du voile et sa consolidation ont lieu simultanément.
Nous ne ferons que citer ces méthodes. Il s'agit du Melt-blowing, de l'aiguilletage, de la fibrillation qui utilisent des polymères thermoplastiques.

3.4. Cohésion et liage des fibres

Quel que soit le mode de fabrication de la nappe ou du voile de fibres, la phase de consolidation est capitale . C'est cette étape qui est responsable de la cohésion de l'ensemble et donc de sa résistance mécanique.
Le liage peut s'effectuer par des moyens chimiques, physiques, ou mécaniques.

- *Le liage chimique*

Les liants les plus couramment utilisés sont en dispersion aqueuse ; ce sont essentiellement des copolymères d'acide acrylique, des dérivés vinyliques.
Ce mode de liage est surtout utilisé dans la voie sèche. Il peut s'effectuer de différentes manières :

- imprégnation
- saturation
- pulvérisation
- impression...

- *Le liage physique (thermique)*

Cette méthode met à profit les propriétés thermoplastiques de certaines fibres synthétiques pour donner une cohésion du voile par échauffement contrôlé.

- *Le liage mécanique*

Pour l'élaboration de non tissés à usage hospitalier, la méthode la plus utilisée est l'aiguilletage qui donne aux non tissés une structure identique à celle du feutre.

3.5. FINITION

Cette étape a pour but de faire subir aux matériaux une série de traitements de manière à obtenir une propriété nouvelle recherchée. On peut ainsi :

- modifier le caractère hydrophobe en accroissant ainsi leur "non mouillabilité" face aux liquides qu'il s'agisse de l'eau, de l'alcool ou des milieux biologiques (sang,...) et augmenter leur absorption aux liquides
- donner une couleur demandée par les utilisateurs de blocs
- limiter leurs propriétés électrostatiques
- les assouplir par traitement spécifique
- réduire leur inflammabilité bien qu'ils soient la plupart du temps auto extinguibles tout en sachant que tout traitement peut poser le problème des allergies et de la tolérance cutanée.
- conférer des propriétés anti-microbiennes ou anti-fongiques en greffant des agents bactéricides ou bactériostatiques.

3.6. LES ESSAIS

Les propriétés physico-chimiques et mécaniques des non tissés peuvent être mesurées quantitativement (5),(10), (42).
Le contrôle des non tissés est une notion importante à envisager car c'est lui qui garantit les produits.
A l'heure actuelle, la Pharmacopée Française et Européenne n'ont pas encore édité de directives sous formes de notes Pharmacopée ou de monographies sur les non tissés.
En revanche , des associations comme l'EDANA avec des recommandations sur ces produits (18) et des organismes publics comme l'AFNOR et le GPEM/SL s'attachent pour leur part, à définir les paramètres à contrôler dans des conditions reproductibles. Une norme AFNOR est en cours d'élaboration.
La Pharmacopée pour sa part s'intéresse aux compresses en non tissés.

3.6.1. Les essais mécaniques

En ce qui concerne les non tissés, Arnaud, (5) décrit les principales mesures à effectuées.

3.6.1.1. Le grammage

C'est le poids du voile par unité de surface
Selon le type de non tissés et son utilisation il varie entre 15 et 150 g/m^2. On peut obtenir des couches plus épaisses, donc plus lourdes si le voile est doublé par un film étanche ou une couche absorbante, ou si enfin, il y a enduction de poly-oléfines.

3.6.1.2. L'épaisseur

Elle rentre pour une bonne part dans la souplesse du produit et la capacité d'absorption. On mesure cette épaisseur à l'aide d'un micromètre de surface, conformément à la norme AFNOR NFQ 03-016 (2)

3.6.1.3. La ténacité

La ténacité est exprimée en kg force par cm.

En divisant cette valeur par le grammage on obtient :

- l'indice de ténacité

Cet indice est une caractéristique de l'échantillon, il varie entre 0,5 et 200 kg force/cm^2. Il décrit l'allongement à l'étirement avant rupture. Ce paramètre est intéressant car il est en corrélation avec la résistance à l'éclatement.
Par exemple un non tissé par voie sèche aura une ténacité différente selon son axe de traction.
La mesure se pratique dans les deux sens perpendiculaires pour apprécier l'homogénéité directionnelle de la nappe.

3.6.1.4. Contrôle des dimensions

Ce contrôle consiste en une vérification des surfaces.

3.6.1.5. La solidité

Pour un usage hospitalier les non tissés devront résister à la déchirure. La résistance à l'éclatement fait l'objet de 2 normes AFNOR

- A l'état sec : AFNOR 03-053
- A l'état humide : AFNOR 03-057

On mesure ces valeurs à l'aide d'un éclatomètre donnant la pression par cm^2 ; les valeurs trouvées (moyenne de 2 bars) sont exprimées en bar ou kg/cm^2.
Pour comparer les échantillons entre eux il convient de ramener les valeurs trouvées au grammage de l'échantillon. Pour cela il suffit de diviser les pressions trouvées par le grammage.

3.6.1.6 Résistance à la déchirure

- Norme AFNOR NFQ 03-011

La mesure se fait sur un déchiromètre dans les deux sens du nappage. Un pendule cinétique entraîne avec lui un morceau de l'échantillon de non tissé sur lequel on a amorcé une déchirure, et cela seulement lorsque l'énergie cinétique donnée au pendule est suffisante.
L'indice de déchirement est exprimé en cN, il est une caractéristique des non tissés.

3.6.1.7. Résistance à l'abrasion à l'état sec et à l'état humide

Méthode TABER norme Française NFQ 03-055

Elle a pour but d'apprécier le peluchage et l'usure aux frottements répétés.
On utilise un usuromètre (ADAMEL, LHOMARGY). Il est facile de réaliser un frottement mécanique régulier, sous charge et temps définis. Le test permet d'apprécier ce qui reste du non tissé soumis à cette épreuve.

Ce paramètre est intéressant, car il permet d'estimer l'aptitude de l'échantillon à émettre des particules. Nous verrons des études plus poussées, faites afin d'estimer ce relargage, dans le chapitre suivant.

3.6.1.8. La rigidité

Ce type de mesure permet d'estimer la drapabilité dans le cas d'une utilisation en tant que champ opératoire.
Le test est basé sur la résistance de l'échantillon fixé entre deux mâchoires soumises à des vibrations longitudinales à une fréquence de 25 Hz+/- 0,25.
La déformation sous tension de l'échantillon permet de définir une "longueur libre" non déformée. Plus la valeur est élevée et se rapproche de la longueur au repos, plus le non tissé est rigide.
En rapprochant cette valeur (exprimée en millinewton par mètre) au grammage, on obtient un "indice de souplesse" appelé aussi "indice de YOUNG". Cette rigidité est en corrélation avec la déformation mesurée lors des essais de résistance à l'éclatement.
Cet essai est intéressant car il semble que les non tissés souples au toucher soient préférés comme champs protecteurs du malade, alors que les étoffes plus rigides paraissent réservées à l'utilisation en tant que champ de table. Ce test permet donc de comparer les produits pour chacun des usages.

3.6.1.9. Mémoire au pli

Ce paramètre permet aussi d'apprécier la drapabilité et est lié au confort d'utilisation lors d'un usage opératoire.

3.6.1.10. Autres tests

D'autres tests sont pratiqués, ce sont par exemple des essais d'évaluation
- du pouvoir adhésif (essais comparatifs)
- de la durée d'adhésivité (essais comparatifs)
  avec ou sans traction
  avec ou sans présence de liquides

- de l'absence de bruits lors de la manipulation (essais comparatifs)

3.6.2. Essais physico-chimiques

3.6.2.1. Stabilité dimensionnelle après immersion

Pour un usage opératoire, ce test n'a pas d'intérêt puisqu'il débouche sur la notion de lavabilité de l'échantillon.
L'usage opératoire est en effet unique.

3.6.2.2. Pouvoir absorbant

Les non tissés à usage opératoire doivent pouvoir absorber une quantité importante de liquide, mais ne pas se laisser traverser par les micro-organismes comme les champs coton.
L'absorption dépend des fibres utilisées dans la fabrication ; elle sera bonne avec la viscose mais très largement diminuée en cas de présence de polyamide ou de polyester.

3.6.2.3. Imperméabilité

En général l'imperméabilité recherchée est obtenue par enduction d'une couche de polyéthylène ou de polypropylène. Cette couche modifie de façon importante les qualités de base (résistance accrue, drapabilité diminuée). Ces propriétés se mesurent objectivement. On utilise plusieurs techniques.

- technique du volume d'eau

Ce volume d'eau teinté à la fluoresceïne est déposé sur le non tissé. En s'étalant, on obtient une tache d'un diamètre d'autant plus grand que la feuille est imperméable.

- perméomètre (porosité à eau)

Cette méthode permet de chiffrer l'imperméabilité du non tissé qui doit résister à la pression d'une colonne d'eau dont la hauteur et le temps d'application qualifient la résistance.

Un non tissé hydrophobe doit résister 1 heure à une pression de 250 mm d'eau. Pour certains non tissés ayant subi une enduction, les performances sont portées à 450 mm pendant 2 heures.

- Test de Manson Jar

Il est utilisé par les anglo-saxons. Il s'agit d'une éprouvette (de Manson Jar). Cette colonne contenant 600 mm d'eau ou d'un solvant est posée sur le non tissé. On chronomètre le temps nécessaire à l'apparition des premières gouttes sur la face inférieure de l'échantillon.

Par exemple, pour le coton, il suffit de quelques minutes, et pour les non tissés hydrophobes de une à quelques heures. La même mesure peut être pratiquée pour des mélanges eau/alcool à 10%, 20%, 30%.
Le temps de Manson Jar peut s'abaisser plus ou moins nettement avec la qualité des non tissés.

- Résistance à l'aérosol (spray rating):

La feuille de non tissés est pulvérisée à 15 cm par un aérosol d'eau. La zone mouillée peut ou non traverser la feuille. On mesure le diamètre de la tache sur la face opposée à la pulvérisation.

- Porosité à l'air et à la vapeur d'eau

La plupart des non tissés sont, et doivent être perméables à l'air pour laisser respirer la peau et les tissus qu'ils drapent, évitant ainsi toute zone de macération sous leurs champs protecteurs, ce qui évite le phénomène de "serre". Cette qualité n'est pas contradictoire avec la précédente. Une feuille peut être parfaitement imperméable à l'eau, bien que poreuse à l'air ou à la vapeur d'eau. C'est le cas par exemple, des champs transparents, autocollants en polyuréthane (dits champs à inciser). La notion de perte de charge (valeur de pression différentielle exprimée en mm d'eau) permet de comparer les produits entre eux.

Deux porosimètres permettent les mesures :

- Porosimètre à air :

Il mesure le volume d'air qui traverse l'échantillon sous dépression connue (AFNOR Q03 001).

Les non tissés hydrophiles sont très perméables à l'air. Les non tissés hydrophobes peuvent laisser passer de 50 à 300 litres d'air par minute pour 100 cm^2.

- Porosimètre à vapeur d'eau:

La mesure se pratique sur la "coupelle de Payne".

Le non tissé recouvre une coupelle pleine d'eau, de surface normalisée. Toutes les heures, une pesée permet de savoir quelle quantité d'eau s'est évaporée à travers l'échantillon et donc le volume de vapeur traversant la feuille par minute et pour 100 cm^2.

Tous les non tissés poreux à l'air le sont à la vapeur, seulement, dans des conditions plus restreintes.

3.6.3. Essais pharmaceutiques.

Rappels de législation (5),(42)

Nous rappellerons ici brièvement les directives de la Pharmacopée Française "Conditionnement du matériel médico-chirurgical, des articles de pansement et de sutures stériles" concernant le conditionnement, la stérilisation, le délai de péremption du matériel médico-chirurgical puisque les non tissés entrent dans cette classification (73).

3.6.3.1 Etiquetage

L'étiquetage est conforme aux prescriptions générales internationales et nationales régissant la matière.

On distingue alors unité d'emploi et unité protégée.

3.6.3.2. Unité d'emploi

Sauf exception justifiée ou prévue par la monographie particulière, l'unité d'emploi comporte les indications suivantes :

- nom ou sigle du fabricant
- numéro de lot, soit de fabrication, soit de stérilisation, pourvu que l'indication portée permette de connaître l'"historique" de l'objet.
- nature et caractéristiques essentielles de l'objet.

Si l'emballage n'est pas transparent, il doit présenter un schéma, si possible en grandeur nature, des parties essentielles de l'objet qui indique également la position de l'objet dans l'emballage.

La mention : " vérifier l'intégrité du protecteur individuel de stérilité avant usage" si l'espace disponible est suffisant
Dans le cas où le protecteur individuel de stérilisation assure également le rôle d'emballage de protection, les mentions sont celles indiquées ci-dessous pour l'étiquetage de l'unité protégée

3.6.3.3. Unité protégée

L'unité protégée comporte les indications suivantes :

- nom ou sigle du fabricant
- numéro de lot
- mode de stérilisation
- date limite d'utilisation
- conditions particulières de conservation (température et pression, lumière, humidité...)

S'il y a lieu on ajoutera :

- nature du (ou des) matériaux susceptible (s) d'entrer en contact avec le (ou les) médicament (s).
- nature et caractéristiques de l'objet;
- la mention: " vérifier l'intégrité du protecteur individuel de stérilité avant usage"

- la mention : "stérilisé"
- les indications découlant , par exemple , des monographies particulières relatives aux procédés de stérilisation.
- lorsqu'il s'agit d'un objet non réutilisable, les mentions : "détruire l'objet après usage" , "ne pas réutiliser" doivent apparaître.

. Stérilité et stérilisation

- Stérilisation par l'oxyde d'éthylène (74)

Etiquetage

L'étiquetage est conforme aux prescriptions générales internationales et chaque article comporte en outre une étiquette mentionnant :

- le mode de stérilisation
- le nom de l'établissement de stérilisation et son adresse
- le numéro de lot de stérilisation
- la date de stérilisation
- la date limite d'utilisation.

- Stérilisation par les rayonnements (75)

Comme pour l'oxyde d'éthylène, l'étiquetage est conforme aux réglementations en vigueur.
Chaque article de conditionnement est revêtu en outre d'une étiquette mentionnant :

- le nom de l'établissement d'irradiation et son adresse
- la dose minimale de rayonnement ionisant absorbée
- la date de stérilisation (mois et année)
- la date limite d'utilisation
- le numéro de lot de stérilisation

3.6.3.4. Délai de péremption

L'additif n° 47 de la 9ème édition de la Pharmacopée Française (75) prolonge de 2 à 5 ans le délai de péremption pour la stérilisation par l'OE et pour la stérilisation aux rayons gamma

" le délai de péremption ne peut excéder 5 ans à compter de la date de stérilisation"

Le non tissé à usage médical doit être stérilisé soit à l'OE, soit aux radiations ionisantes, soit à la chaleur humide (sous toutes réserves).
Pour l'OE , la désorption doit être rapide et complète selon l'additif n°9 de la Pharmacopée Française (5)

La stérilité doit être contrôlée selon l'additif n° 20 de la Pharmacopée Française. (75)

3.6.3.5. Innocuité

Les non tissés ne doivent pas être nocifs pour la peau, les muqueuses, les tissus, les viscères. Ils ne doivent pas induire d'effets toxiques, allergiques (tests d'allergie) ou d'irritation.

3.6.3.6. Indice d'irritation primaire cutanée

Essai selon l'Institut Français de Toxicologie (I.F.T) (12), après application unique sous pansement occlusif de 24 heures, sur la peau nue scarifiée du lapin.
On tire de ces résultats un indice d'irritation cutanée.

- Pouvoir sensibilisant

Cet index est pratiqué plus particulièrement lorsque les non tissés ont subi un traitement partiel ou total afin de les rendre adhésifs, ou dans le cas d'une enduction de polymères susceptibles d'induire des sensibilisations ou des allergies cutanées.

- Index de cytotoxicité

Selon les protocoles du "Plastic and Rubber Research Institute" qui permet l'évaluation de la toxicité par un index numérique.

L'échantillon à tester est immergé pendant 24 heures à 35°c dans du sérum. Cet extrait est introduit dans une culture de tissus embryonnaires humains.
La modification et les déformations cellulaires sont observées et chiffrées.

3.6.3.7. L'effet barrière et la non émission de particules

Cet effet est étudié de différentes manières, que nous aborderons dans le troisième chapitre. Ces différents protocoles conduisent à comparer le coton et les non tissés. La non émission de particules fera aussi l'objet d'un paragraphe dans le troisième chapitre.

3.6.3.8. Intérêt des contrôles

Ces protocoles permettent de tester les propriétés des champs opératoires en non tissé et ont, pour le pharmacien hospitalier, deux buts :

- veiller à ce que l'utilisation de ce matériau nouveau ne nuise pas au malade

- appréhender le produit par des critères objectifs pour répondre aux utilisateurs.

3.7. L'USAGE HOSPITALIER DES NON TISSES

Les articles non tissés rencontrés aux blocs sont nombreux , on trouve :

- les casaques

Les casaques en non tissé ont fait leur apparition il y a quelques années. Leur formes ainsi que les protections supplémentaires varient suivant les types de chirurgies. Ces sarraus sont doux au toucher, perméables à l'air, imperméables aux liquides. Le problème du confort restant tout de même l'une des préoccupations des utilisateurs.

les accessoires

Les calots, cagoules, bonnets, sur-chaussures, masques chirurgicaux

sont des accessoires largement utilisés en usage unique.

- les champs opératoires

Les champs opératoires sous forme de packs stériles sont adaptés à chaque type d'intervention (orthopédie, urologie, chirurgie digestive, etc...) nous développerons ces produits dans la deuxième partie.

- Autres applications

On rencontre les non tissés dans le domaine :

- de l'incontinence
- des pansements

3.8. QUALITE DES TISSUS UTILISES POUR L'USAGE CHIRURGICAL

3.8.1. La forme des vêtements

Nous avons vu les textiles, les non tissés utilisés en chirurgie mais dans le but d'obtenir une parfaite protection, il faut adapter la forme des vêtements.
En ce qui concerne les champs opératoires il n'y a pas de forme à proprement parler ; c'est seulement la notion de surface qui est importante. Le champ doit recouvrir parfaitement le malade et retomber très bas sur les côtés de la table opératoire.

Les vêtements du personnel sont utilisés afin de limiter la contamination humaine de l'enceinte. Ces tenues doivent être cohérentes avec l'environnement dans lequel vont évoluer les acteurs. La forme des tenues doit se calquer sur le degré de protection, donc sur la notion de risque infectieux.

Les blocs opératoires sont des zones à risque ; de ce fait toute contamination particulaire devra être impérativement évitée. Afin de lutter contre ces pollutions, dans un environnement ultra propre, il est indispensable d'habiller le personnel avec des tenues aussi étanches que possible tout en veillant à ne pas favoriser l'effet de soufflet. De plus il

faut choisir un textile qui présente un fort effet barrière, sans émettre de particules.

Enfin le soin apporté au niveau de la finition des tenues est très important.
En effet le bord des tissus doit être coupé et traité de façon à éviter tout effilochage, les coutures doivent être doublement rabattues ou recouvertes d'un biais. Les coutures ne doivent en aucun cas être surjetées de façon apparente.
Au niveau des extrémités, les élastiques sont à éviter. Lorsqu'ils sont indispensables ils devront être réalisés en fil continu.

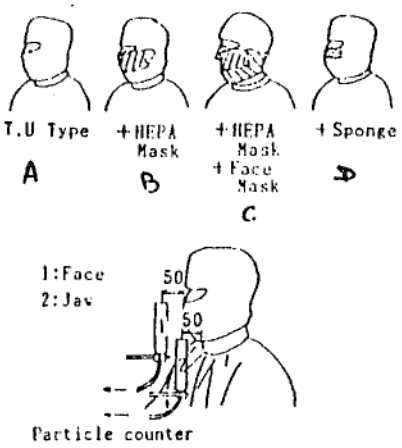
En ce qui concerne les fermetures, les glissières seront réalisées sur un support textile synthétique, les pressions seront en acier inoxydable. D'une manière générale, les rubans accrocheurs sont à proscrire.

Au niveau de la coupe, les vêtements ne devront être ni trop amples ni trop ajustés. Si la tenue est trop ample, la couche d'air comprise entre le corps et le textile se comprime lors des mouvements et s'échappe en entraînant de nombreuses particules par les points de passage forcés (bas des manches, du cou, bas du vêtement) ; c'est ce que l'on appelle l'effet de soufflet. S'ils sont trop étroits, le phénomène d'abrasion de la peau est favorisé, de plus le confort est diminué...
Les tenues enfin ne doivent pas avoir de poches, ni de ceinture ; leur présence favorisant l'accumulation de particules.
Les sarraus doivent aussi couvrir largement les genoux, les manches étant suffisamment longues pour recouvrir les poignets lorsque l'opérateur tend les bras.

L'importance de la forme de la tenue a été démontrée par LIDWELL (57). Son étude permet de montrer que l'utilisation d'un scaphandre étanche à extraction corporelle permettait de diminuer le pourcentage de surinfection en chirurgie orthopédique de 1% tandis qu'avec une tenue conventionnelle l'abaissement n'est que de 0,3%. Le nombre d'opérations est significatif puisque l'étude porte sur environ 2 600 interventions dans chacun des cas.

Les travaux sur les vêtements de salles blanches sont nombreux. C'est dans le domaine de la micro-électronique (production de semi-

conducteurs etc...) que l'évolution des tenues s'est développée. Les tenues sont de type scaphandre recouvrant totalement l'individu.
La qualité des tissus ne change que très rarement. C'est en général des textiles à fibres continues à base de polyester.
Par contre la forme des protections varie beaucoup (87). Par exemple au niveau de la face, il existe plusieurs possibilités (annexe 4) avec ou sans masque rapporté... Nous avons vu que la face est une région du corps très émettrice de particules. On voit sur le schéma que la forme de la protection peut diminuer de 89% l'émission de particules en utilisant un dispositif de respiration du type C. On apprécie alors la limitation de la contamination avec des tenues plus élaborées.



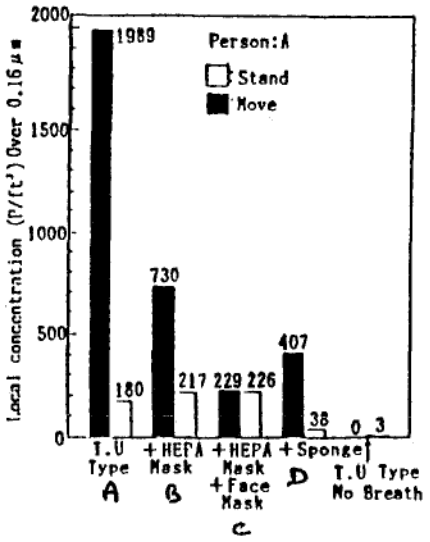


fig n°16

Principe de mesure

Résultats

Ce même auteur compara l'efficacité de quatre tenues de salles blanches dans des conditions reproductibles.

Il s'agit :
- d'une tenue conventionnelle type standard
- d'une tenue couvrant entièrement le corps
- d'une tenue couvrant le corps mais pas les mains
- d'une tenue couvrant les mains

(voir annexe 4)

Il s'avère que pour une taille de particules de 0,17 mm lorsque la tenue standard laisse passer 103 particules/15 litres d'air, la tenue complète ne permet une libération de 28, la tenue 4 n'en libère que 16. Par contre la tenue ne couvrant pas les mains permet un passage particulaire de l'ordre de 285 (67).

Ducel a montré que l'on pouvait aussi limiter le pourcentage de surinfection en utilisant des tenues adaptées. Par exemple lors de pose de prothèses orthopédiques, on peut ramener le taux de 11% de surinfection chez des patients opérés avec des vêtements conventionnels, à 3% en utilisant des vêtements type isolateur "Trexler", et à 1% en utilisant un scaphandre à extraction corporelle.

L'évolution de ces tenues a permis de mettre au point une tenue complète munie d'un système d'aspiration interne limitant la pression différentielle entre l'intérieur de la tenue et l'extérieur, qui est induite lors des mouvements de l'utilisateur. La courbe (annexe 4) montre l'efficacité de ce système lors des différents mouvements de l'utilisateur par rapport à un système sans aspiration.

Tous ces travaux montrent l'importance de la forme des tenues et l'efficacité des systèmes physiques que l'on peut ajouter afin d'augmenter encore l'effet barrière.
Il est évident que le cahier des charges d'une tenue de salle blanche n'évoque que de loin la tenue hospitalière, même dans les secteurs à hauts risques .
Les tenues de blocs ne couvrant pas toutes les parties du corps, il est absolument indispensable d'ajouter certains accessoires.
Il s'agit selon le risque encouru de protections :

- au niveau de la tête

On utilise des calots ou des capuches attenantes au vêtement ou enfin des cagoules ne laissant apparaître que les yeux

- au niveau des pieds ;

De la même façon, la protection évolue en fonction du degré de contamination. On distingue :

- les chaussures spéciales dans le cas de postes fixes protégés par un flux laminaire

- les sur-chaussures spéciales s'arrêtant à la cheville

- les bottes spéciales s'arrêtant au genou, recouvertes par le bas de la tenue.

- au niveau des mains;

Le port de gants est indispensable. On devra trouver un compromis entre la protection qu'il doivent assurer et leur finesse pour ne pas entraver les manipulations. (annexe 5)

3.8.2 législations et recommandations

La recommandation n°84/14 de l'A.S.P.E.C (8) en ce qui concerne les tenues vestimentaires minimales permet d'apprécier les exigences en fonction des seuils de contamination. Le tableau (annexe 5) permet de distinguer la notion de biocontamination et celle de contamination particulaire.

A titre d'exemple, pour répondre à la question : quelle tenue minimale choisir pour un bloc opératoire ?
Pour cela, on se reporte à la colonne 11 ("local non classé à risque élevé") et on lit que l'ensemble vestimentaire minimum comprend : une tunique, un pantalon, un sarrau, une coiffure et des gants. Il faut ajouter en plus un masque de protection.

Avant de choisir une tenue il faut donc :

- définir le degré de protection que l'on souhaite maintenir dans l'enceinte en fonction du malade et du personnel.
- moduler ensuite les diverses possibilités en fonction de celles qui sont offertes.

TROISIEME CHAPITRE :

ETUDE DES CONCEPTS DE DRAPAGE

Deux concepts s'opposent actuellement au niveau du drapage opératoire ; les matériaux utilisés sont :

- les champs coton à usage multiple, recyclés (lavés, stérilisés)
- les champs non tissés à usage unique

Dans cette partie nous verrons tour à tour les avantages et les inconvénients de ces deux concepts et nous les comparerons sur le plan :

- technique
- de leur l'utilisation
- économique

Au niveau théorique, l'effet barrière ainsi que le relargage particulaire semblent être les deux éléments primordiaux en ce qui concerne les qualités du linge à usage opératoire ; Il existe pourtant d'autres éléments de comparaison, par exemple, le confort d'utilisation de l'équipe soignante, ou encore l'aspect économique, qui cette fois intéresse les gestionnaires.

1. LES CHAMPS COTON

Les articles textiles ont toujours été indispensables à l'activité des blocs opératoires afin d'assurer la qualité des soins dans un souci de sécurité pour le malade ainsi que le personnel soignant.
L'usage opératoire impose des spécifications. Cet usage nécessite : (92)

- Un effet de filtration maximum
- Un bon pouvoir absorbant
- Une absence de peluchage
- Un bon comportement vis à vis de l'électricité statique
- Une rotation rapide et une large disponibilité des articles

1.1. Avantage des champs coton

Le coton est depuis toujours utilisé pour la fabrication des champs opératoires et des sarraus de chirurgie (91),(38).

Ce matériau présente l'avantage d'être très absorbant, et d'un confort irréprochable, ainsi qu'une résistance mécanique incomparable. Cette résistance permet une utilisation intensive de ces pièces. Seul l'écrasement ponctuel dû aux instruments coupants perce les champs.

Les champs ainsi que les sarraus doivent être fabriqués avec des cotons qui sont conformes aux exigences des cahiers du GPEM, les qualités mécaniques des cotons devant répondre aux tests que nous avons vus précédemment.

1.2. Inconvénients des cotons

1.2.1. Problèmes liés à l'absorption des liquides

Comme nous l'avons vu, le coton absorbe largement les liquides. Cette absorption pose trois problèmes : (91)

1- Le coton absorbe les liquides et ne fait plus office de barrière, il favorise donc le développement bactérien à sa surface.

2- Les chirurgiens sont obligés de multiplier les épaisseurs de champs opératoires de manière à obtenir une surface de contact sèche ; d'où une multiplication des champs opératoires et une surconsommation de packs. Il est indispensable aussi de les doubler de matières étanches, en utilisant des feuilles de polyéthylène ou de néoprène.

Une autre solution permet de rendre les champs étanches, il s'agit d'un traitement de surface, qui, par contre, présente l'inconvénient de transformer le coton en un matériau trop rigide pour le drapage.

3- Un dernier problème est rencontré lors du traitement du linge et en particulier au moment du calandrage des champs, le coton gorgé d'eau à la sortie des tunnels de lavage, nécessite un surplus d'énergie pour son séchage. La dépense énergétique est donc augmentée.

1.2.2. Problème lié à l'effet barrière

Les cotons ont l'inconvénient majeur de présenter un faible pouvoir filtrant face aux particules. La structure des cotons ne permet pas de filtrer des particules d'un diamètre inférieur au diamètre des fibres. La microscopie (grossissement 100) permet de montrer la présence de trous entre les trames de l'ordre de 100 microns ; des travaux, que nous verrons plus loin ont permis de montrer la taille des pores présents entre les fibres.

Lors d'une utilisation intensive des champs opératoires, le tissage a tendance à se détendre et à laisser apparaître, outre les particules arrachées lors des cycles de lavage, des porosités encore supérieures (63).

Les méthodes d'évaluation du pouvoir filtrant que nous développerons ultérieurement, permettent de mettre en évidence la faiblesse des cotons sur ce point. Le pouvoir filtrant des cotons, sous leur forme la plus adaptée ne permet de filtrer, en moyenne, que 40 à 45 % des particules.

Depuis longtemps il a été démontré que les tissus perdaient leur propriété de barrière en devenant humides (ce qui est souvent le cas lors de sudation des opérateurs, pour les sarraus, ou lors d'épanchement de sang ou de liquides biologiques pour les champs). Pour faire face à ce problème le chirurgien est alors obligé, comme nous l'avons vu, de multiplier les épaisseurs de champs opératoires.

Ducel (25) a montré que la pénétration textile de 5 germes (staphylocoques dorés, acintobacter Iwoffi, Moraxella Escherichia coli et Pseudomonas aeruginosa) était précoce (15 mn), massive et prolongée (3 heures), et d'autant plus importante qu'il s'agissait d'un textile humide.
Ce développement bactérien est inévitable, toutes les conditions nécessaires à cette croissance étant réunies : chaleur, milieu biologiques nutritifs.

1.2.3. Problème lié au relargage particulaire

Le coton présente l'inconvénient de relarguer des particules. Cette libération de particules peut avoir deux origines :

1.2.4 Problèmes liés à l'abrasion

- L'abrasion de la surface corporelle par le coton ainsi que le faible effet barrière de ce textile, occasionnent l'émission de particules d'origine humaine en particulier de squames qui seront alors libérées.
- Enfin les cycles de lavage successifs ont tendance à casser les fibres de coton. Cette altération libère de nombreuses particules susceptibles d'être des supports bactériens et une des sources de contamination de l'enceinte.

Lors du drapage du patient, on observe facilement ces particules à la lumière des scialitiques. Ces particules en suspension, susceptibles d'obturer les filtres de climatisation, sont théoriquement stériles lors de leur propagation, mais on peut se poser la question de savoir pendant combien de temps.

Des travaux menés au Japon à l'hôpital de Tokyo, ont pu montrer l'effet d'abrasion lié aux cycles successifs de lavage et de stérilisation.

L'expérience est pratiquée sur des tissus 100% coton utilisés en chirurgie. Les mesures de comptage des particules émises sont faites au niveau du sol d'une salle blanche pour éviter le bruit de fond. Les volontaires sont habillés des mêmes vêtements coton après chaque cycle de traitement, leur activité dans l'enceinte étant reproductible et correspondant à une activité opératoire (87).

Cinq tailles de particules ont été sélectionnées > à 5 µm, > à 2 µm, > à 1 µm, > à 0,5 µm, > à 0,3 µm.

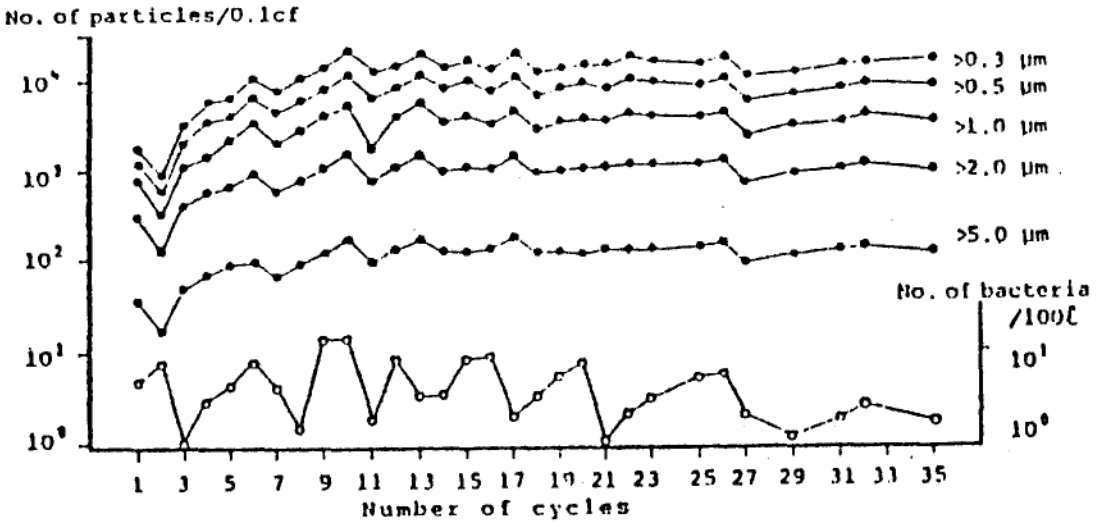


fig n°16
Evolution des lavages d'après TAMAHASHI

L'étude montre aussi la corrélation existant entre le nombre de particules et le nombre de bactéries présentes

On peut suivre l'évolution du nombre de particules relarguées au cours des 35 cycles de traitement.

No. of	particle size				
cycles*	>0.3µm	>0.5µm	>1.0µm	>2.0µm	>5.0µm
1 - 5	43.9	42.7	39.0	32.7	31.9
6 - 10	30.6	29.4	28.3	27.8	28.9
11 - 15	14.7	14.1	13.7	13.5	17.9
16 - 20	23.6	21.4	21.0	18.1	18.1
21 - 25	16.1	15.5	15.2	15.6	17.9
26 - 30	22.6	20.8	19.8	20.6	23.9
31 - 35	25.3	24.2	22.3	22.8	25.2

fig n°17
Distribution du nombre de particules en pourcentage d'après TAMAHASHI

La courbe précédente montre bien "l'usure de ces tissus" car le spectre d'émission de particules augmente par rapport au premier

traitement pour se stabiliser. C'est bien cette usure qui est responsable du relargage.

1.2.5. Problème lié à la fixation

Les champs doivent être fixés au niveau du site opératoire ; en ce qui concerne les champs traditionnels, cette fixation se fait par des pinces à griffes qui rompent la barrière aux germes en provoquant des déchirures dans le tissu. Ces trous à la surface des champs ne pouvant être tolérés, un cycle de réparation est nécessaire, ce qui engage un surcoût de main d'œuvre.

En conclusion, on peut dire que l'avantage majeur du coton est le confort d'utilisation , mais qu'en aucun cas son utilisation sur le plan technique ne semble appropriée.

2. LES NON TISSES OPERATOIRES

Le concept des non tissés à beaucoup évolué depuis 1975. Au début on appelait ces champs de façon inappropriée les champs papier. De nombreuses réticences datent de cette époque, bien qu'aujourd'hui les produits proposés sur le marché soient très performants et répondent bien aux exigences chirurgicales. Actuellement on ne parle plus du non tissé mais des non tissés, tant la gamme des produits commercialisés est étendue. Ainsi, pour un type d'utilisation particulier, on dispose de plusieurs produits issus des différentes voies de fabrication, qui offrent plusieurs possibilités de drapage.

Cette diversité des produits a conduit CHAMPAULT à affirmer (14) que :

- "A chaque intervention, un non tissé"
- "A chaque situation, un non tissé"
- "A chaque utilisateur, un non tissé"

Face à la qualité de de ces produits et à leurs performances, les chirurgiens réticents au premier abord, sur l'utilisation de ce concept nouveau (26), doivent choisir entre les non tissés et le coton. En effet

l'utilisation des non tissés remet en question les gestes des utilisateurs. Ces réticences peuvent être attribuées, plutôt, à un effet psychologique.

2.1. Avantage sur le plan clinique

2.1.1. L'effet barrière

Nous verrons dans les études de comparaison des non tissés et du coton la supériorité des non tissés. Tous les auteurs sont d'accord pour affirmer que ces produits présentent un effet barrière indiscutable (95),(25).

2.1.2. Relargage particulaire

Les non tissés présentent une structure intime très compacte et homogène. L'utilisation des liants lors de leur fabrication favorise l'adhésion des fibres et leur rétention, de ce fait l'émission particulaire d'origine structurale est moindre. D'autre part les effets de rétention sont bien supérieurs.

Les études de comparaison, que nous aborderons dans le paragraphe suivant, montrent d'une manière générale que les non tissés limitent de façon importante l'effet de relargage textile.

2.1.3. Avantage sur le plan de la sécurité

Tous les champs opératoires en non tissé sont à usage unique et sont stérilisés dans l'industrie, soit à l'oxyde d'éthylène, soit par les rayons gamma. Le conditionnement des packs varie selon les fournisseurs, mais il est toujours constitué d'au moins deux couches. Elles peuvent être constituées de papier ou de polyéthylène soudé. Ces packs sont eux-mêmes contenus dans deux séries de cartons, l'un pour le transport, l'autre permettant la distribution à l'extérieur des blocs, appelé aussi emballage de protection. De ce fait l'intégrité du conditionnement ainsi que le type de stérilisation sont les garants d'une sécurité sur le plan bactérien.

2.1.4. Avantage sur le plan de l'utilisation

Tout d'abord il faut distinguer deux types de produits que l'on peut faire correspondre à deux "écoles".

1-L'école européenne

Les non tissés sont constitués de trois couches sur toute la surface du champ.

La première couche est constituée d'un non tissé absorbant, la seconde est constituée d'une couche de polyéthylène extrudé permettant l'étanchéité du composite, et enfin une troisième couche de cellulose permettant un meilleur confort au niveau de la peau du malade.

2- L'école américaine

Le non tissé est hydrophobe sur toute sa surface. Ce traitement permet une parfaite étanchéité aux fluides. Au niveau du site opératoire par contre, est ajoutée une seconde couche de non tissé doublé de polyéthylène. Cette surface ajoutée est étanche et absorbante, dans le but de limiter le développement bactérien dans cette zone à risque, qui est le site opératoire et sa périphérie. Ce composite ajouté, est traité par un produit antiseptique, bactéricide ou bactériostatique selon les fabricants. Cet ennoblissement de la barrière est obtenu en incorporant une molécule bactéricide ou bactériostatique, dans le liant lors de la fabrication (21).

Il s'agit de :

- Du Macrocide® (poly héxamide biguanide) dont l'activité bactéricide sur les principaux germes rencontrés en chirurgie à été prouvée dans des tests in vitro.

GERMES	ECHANTILLONS	Temps 0 numération logarithmique (10)	Pourcentage de destruction	
			30 minutes	60 minutes
Klebsiella pneumoniae	avec microcide*	4.43	99.981	100.000
	sans microcide*	4.46	0.000	2.069
Staphylococcus epidermidis	avec microcide*	4.16	100.000	100.000
	sans microcide*	4.11	7.692	0.000
Serratia marcescens	avec microcide*	4.85	99.958	99.993
	sans microcide*	4.85	0.281	0.000
Streptococcus pyogenes	avec microcide*	4.30	99.450	99.950
	sans microcide*	4.41	0.000	0.000
Escherichia coli	avec microcide*	4.47	100.000	100.000
	sans microcide*	4.34	0.000	2.740
Staphylococcus aureus	avec microcide*	4.38	99.647	100.000
	sans microcide*	4.37	0.000	0.000
Pseudomonas aeruginosa	avec microcide*	4.22	99.940	99.940
	sans microcide*	4.26	9.836	9.836

fig n°18

Activité bactéricide du Macrocide® en présence de sang de mouton

- Du chlorure d'amonium-3- trimethoxysilyl propyl diméthyloctadécyl, cet organosilane entrant dans la fabrication, ajouté au liant, et commercialisé sous le non d'Isobac®. Le tableau suivant montre son effet anti-bactérien sur les staphylocoques (58).

Macrocide®: Marque déposée des laboratoires Surgikos (Johnson et Johnson)

Isobac® : Marque déposée des laboratoires Baxter

D'autre part les propriétés physiques de ces produits (étanchéité, absorption) permettent de n'utiliser qu'une épaisseur de barrière, contrairement au drapage coton qui nécessite selon le type d'intervention de multiplier les épaisseurs afin de garder un effet barrière satisfaisant.

La fixation des champs est aussi simplifiée ; en effet les adhésifs disposés à la périphérie du site permettent une fixation durable à condition d'avoir pratiqué une bonne préparation de la peau.

Tous ces avantages techniques permettent un drapage simplifié et rapide. En effet si l'on compare le temps de drapage pour le même type

d'intervention il apparaît que pour une installation nécessitant 10 à 15 minutes avec du coton, il ne faut en fait que 3 à 6 minutes avec les non tissés.

2.2. Avantage au niveau de la gestion du stock

L'équipe chirurgicale dispose à tout moment d'un stock de produits immédiatement disponibles prêts à l'emploi en cas d'urgence, d'absence de personnel , de week-end, de congés...

Il est vrai aussi que le stock nécessaire peut effrayer au niveau des volumes occupés. En fait l'encombrement et le poids des packs sont réduits. Le poids d'un pack en non tissé équivaut à un tiers du poids de son homologue en coton, le volume correspondant au tiers.

Certes ce "nouveau concept" remet en question le geste en lui-même. Il est certain que l'équipe soignante doit s'adapter et qu'elle doit changer ses habitudes. La peur de déchirer le champ lors des interventions est souvent présente, ainsi les gestes doivent être repensés.
Il faut bien savoir que le drapage du malade avec des non-tissés est tout à fait différent de celui pratiqué avec des champs coton, il est donc illusoire de vouloir les comparer.

2.3. Avantage dans l'organisation des services

Il est certain que le passage aux non tissés entraîne un allégement dans l'organisation des services de traitement du linge mais aussi au niveau des blocs opératoires (25) (36) (84) (Annexe 6).

Au niveau de la buanderie :

On supprimera comme l'indique l'annexe 6 toutes les étapes de lavage et de manipulation de linge fortement contaminé et contagieux.

On supprime aussi les manipulations de charges lourdes, dues à une mauvaise organisation de la buanderie, les tâches monotones et répétitives comme la vérification du linge et son pliage. Enfin le passage éventuel à ce type de drapage permet un redéploiement de personnel. Nous aborderons ce problème dans la deuxième partie.

Au niveau de la stérilisation centrale

On supprime aussi les tâches monotones de fabrication des packs, de livraison du linge aux blocs. Ce concept permet aussi un allégement des charges d' autoclaves des machines à conditionnement. (25)

2.4. Avantage sur le plan économique

Les avantages techniques ne vont pas sans un aspect économique. En effet on peut se demander si l'utilisation des non tissés en chirurgie n'engendre pas un surcoût face au coton. Il s'avère en fait que le coût ne semble pas supérieur et qu'il est même inférieur dans de nombreux cas, chaque hôpital ayant un circuit de traitement particulier. La tendance en faveur des non tissés dans le cas de différents hôpitaux français paraît se vérifier ; nous aborderons cette notion économique dans la comparaison des deux concepts.

2.5. Inconvénients des non tissés

Certes les non tissés ne présentent pas que des avantages. L'inconvénient majeur des non tissés, outre leur passé, paraît être un manque de résistance mécanique.

La fragilité à la perforation impose alors une attitude différente et une attention particulière dans l'installation du patient mais aussi dans le maniement de l'instrumentation ; les gestes doivent être contrôlés, les instruments tranchants, contondants, lourds nécessitant plus d'attention.
Le second inconvénient des non tissés, souvent mis en avant par les adversaires de ce concept, est celui de la souplesse du produit face à celle du coton(11). Il est vrai que certains non tissés ont une mémoire aux plis importante et n'ont pas la souplesse du coton. Ils présentent actuellement une bonne drapabilité, et les progrès dans la fabrication de non tissés isotensifs, "spun bonded" apporteront des améliorations dans ce domaine.

Ainsi la crainte de déchirer les champs, la peur du gaspillage, sont deux facteurs qui constituent une réticence psychologique devant l'utilisation du système de champs en non tissés. (23)(36).

Si les non tissés présentent de nombreux avantages, certains problèmes restent à résoudre : stockage, destruction des déchets. Chaque centre hospitalier doit trouver sa solution.

Caricaturalement on peut penser que les avantages apportés par les non tissés correspondent exactement aux inconvénients de drapage coton. En effet ce nouveau concept de drapage semble pallier tous les problèmes liés à l'utilisation des champs coton. Les non tissés seraient la solution de remplacement.

3. ETUDE DE COMPARAISON DES DEUX CONCEPTS

3.1. COMPARAISON SUR LE PLAN CLINIQUE

3.1.1.Effet de barrière comparaison technique

La norme AFNOR NF07-111 permet de déterminer cette perméabilité aux micro-organismes ainsi que la porosité à l'air d'une étoffe.

Pratiquement on peut comparer l'effet barrière de deux façons les résultats obtenus étant similaires. On rencontre des méthodes :

- bactériologiques, par comptage des colonies
- particulaires par comptage

De nombreux travaux ont montré la perméabilité des cotons aux particules mais aussi aux bactéries que l'on peut assimiler à des particules d'une taille de 2 à 5 microns. La mise en évidence des bactéries se fera sur gélose après leur ensemencement et leur croissance à 37° C. Ces méthodes bactériennes ne sont exploitables que pour des particules dites "viables".

Les tests effectués sur les barrières bactériennes sont menés soit en milieu sec (à l'aide d'aérosols secs : particules dans l'air) soit en milieu humide (aérosol de particules en suspension dans l'eau).

3-1-1-1- Méthode bactériologique

3.1.1.1.1 Etude de la propagation bactérienne par voie sèche

L'étude permet de comparer tous les types de tissus mais aussi les non tissés (38).

- **méthode**

A l'intérieur d'une boîte de Petri diamètre 13,5 cm contenant une gélose du type TSA, puis avec une gélose de surface de type SEED à laquelle a été incorporé 0,125% d'une suspension de Straphylococcus epidermidis à 10^{10} germes/ml.
Les boites de Petri sont ensuite incubées durant 18 h à 35°C
Après incubation, on dépose sur les boites un carré de 20 x 20 cm de tissu (face inférieure en contact avec la gélose).
Le contact gélose, staphylocoques et tissus est fait pendant 1 heure à la température ambiante.
Après contact, on dépose, 3 boîtes de gélose RODAC sont déposées face externe du tissu.

Le contact RODAC/tissu dure 1 minute sous une pression de 250 g sur toute la surface de la boite.
Les boîtes RODAC sont incubées 24 heures à 37° C. Les résultats sont exprimés en nombre de colonies.

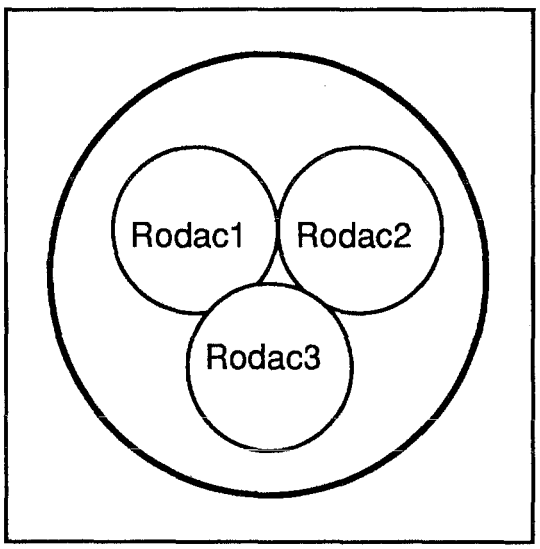


fig n°19
Schéma de prélèvement

Les résultats de la méthode sont les suivants :

Support	Nombre de Colonies
Cretonne 180 g	++++
Non Tissés Hydrophobe	19
Étamine Double Épaisseur 100% Coton	300
Non Tissé Doublé De Polyéthylène	2
Polyester / Coton Apprété	4

fig n°20
Résultats

Les croix correspondent à un nombre de colonies non comptables. L'effet barrière des coton cretonne est pratiquement inexistant face à celui des autre textiles.
On s'aperçoit donc que le coton ne filtre pratiquement pas les bactéries, le coton étamine lui, a un pouvoir filtrant meilleur et qu'enfin les non tissés sont efficaces. Les fibres de coton étant pratiquement identiques, on se rend compte de l'importance du tissage.

3.1.1.1.2. Etude de la propagation bactérienne par voie humide

- **Méthode**

Ce test est pratiqué sur boîtes de Petri contenant deux types de milieux : (38)

- 50 ml de gélose TSA servant de gélose de fond
- 5 ml de SEED Agar servant de base nutritive

- **Inoculum :**

On utilise une suspension de Staphylococcus epidermidis diluée au 1/10 d'une suspension de 10^{10} germes. La boîte est ensemencée, on installe ensuite l'échantillon de tissu. L'expérience consiste à estimer le nombre de bactéries en contact avec le tissu au bout de différents temps d'incubation (30, 60 ,90 minutes).
Ce test peut être prolongé dans le temps jusqu'à 180 minutes.

3.1.1.1.3. Etude de la propagation sous pression

Cette méthode permet d'évaluer l'effet barrière des tissus en exerçant à leur surface une contrainte. L'instrumentation utilisée est la suivante :

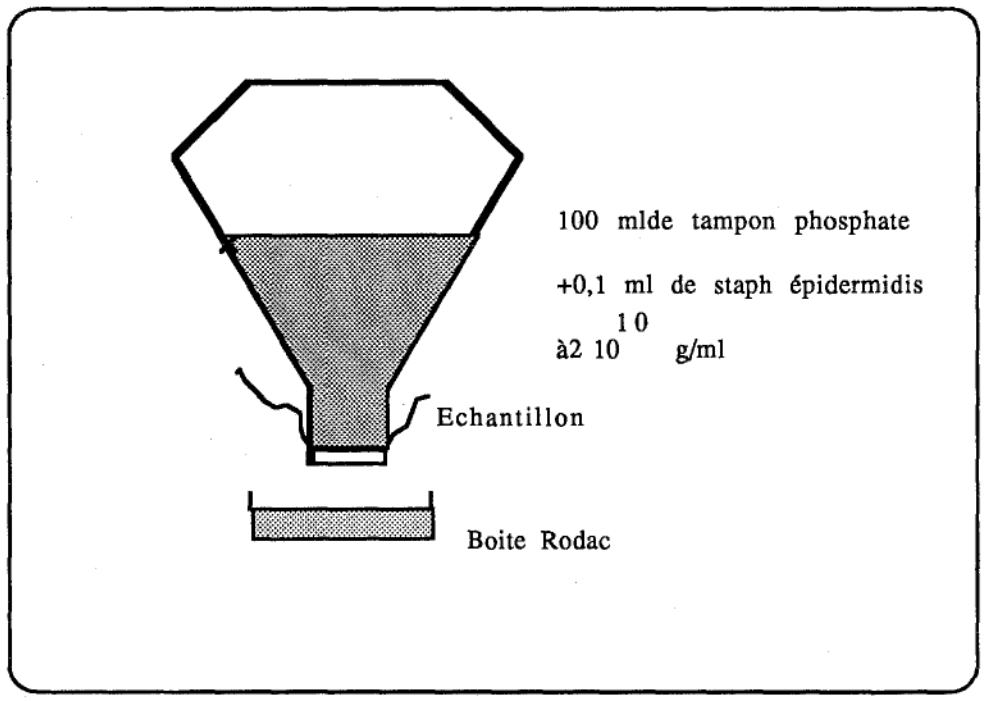


fig n°21
Schéma de montage de l'étude de la propagation sous pression

L'installation permet de prélever à la face inférieure des textiles les bactéries susceptibles d'avoir traversé. Les prélèvements de surface sont pris dans le temps et permettent de comparer l'effet barrière des échantillons.

Les résultats sont les suivants :

fig n°22
Résultats

Support	30 Min	60 Min	90 Min	120 Min	150 Min	180
Cretonne 180 G	+P	+P	+P	+P	+P	+P
Non Tissés Hydrophobe	-	-	-	-	++++	++++
Étamine Double Épaisseur 100% Coton	+p	+p	+p	+p	+p	+p
Non Tissé Doublé De Polyéthylène	+++	+++	+++	++++	++++	++++
Polyester/ Coton Apprêté	-	-	-	-	-	-

+p : indique une croissance des germes uniquement à la périphérie c'est à dire au point de tension du tissu (bord du flacon)

3.1.1.1.4..Autre test de capacité de filtration sélective

La norme DIN 58953 (24) propose un essai hybride humide et sec. Cette méthode a l'avantage d'être semi quantitative, elle est acceptée et utilisée en RFA. Elle dérive des travaux d'ADAM et MARCY (1). Cette méthode utilise des spores sèches ou des poudres inertes (talc poudre de silice) ou des poudres inertes chargées de germes. On préférera ces matériaux car les tests microbiologiques sont difficilement reproductibles.

On utilise aussi pour des particules de très fin diamètre du bleu de méthylène. Ce test à été officialisé par le DHSS en 1976 et repris par les British standards en 1982 (1),(64).

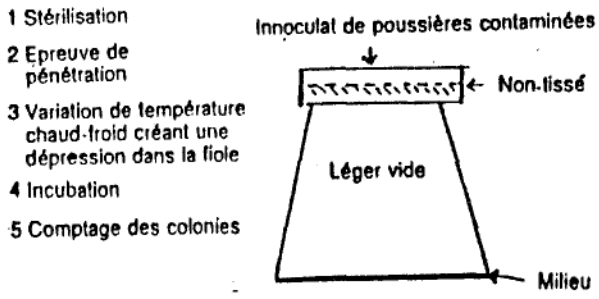


fig n°23
Schéma de principe "test sec" d'après La norme DIN 58953

3.1.1.1.5. Etude dynamique en milieu humide (Aérosol humide)

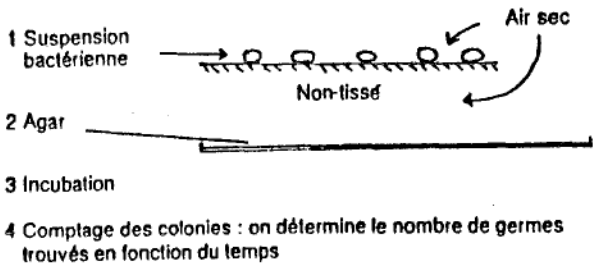


fig n°24
Schéma de principe "test Humide" d'après la norme DIN 58953

D'autres méthodes permettent de tester l'effet de barrière du textile soumis à un un aérosol humide de bactéries. En fait dans ce cas, c'est le même milieu de culture utilisé dans les tests précédents qui est pulvérisé sous forme de fines gouttelettes assimilables à un aérosol humide.

-Test in vitro (97)

L'aérosol contenant les germes traverse la chambre de mélange, aspiré par la pompe à vide. A la sortie, seules les particules ayant traversé l'échantillon sont retenues sur la membrane Millipore®. Les pores de la membrane étant inférieurs au diamètre des bactéries.
La membrane est ensuite placée sur un milieu de culture et laissée à l'étuve pendant 24 heures à 37°C.
On procédera alors, au comptage des colonies.

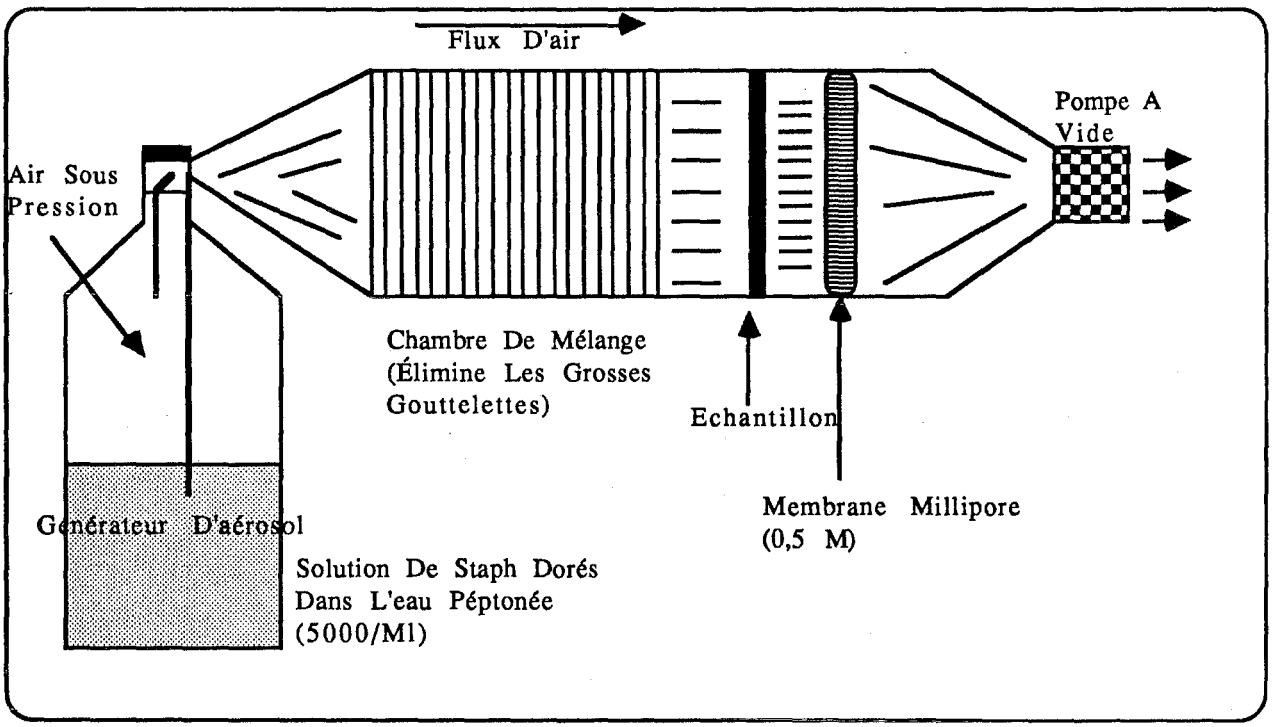


fig n°25
Schéma de la méthode in vitro

3.1.1.1.6. Etude dynamique en milieu sec (Aérosol sec)

L'équipe de TALLENTIRE et SINCLAIR de l'université de Manchester a utilisé l'appareil suivant.
On introduit des spores de bacillus sous forme d'un aérosol sec grâce à un nébulisateur à collision de DRUETT (85)
Le nombre de spores récoltées sur boîtes de Petri est estimé par comptage des colonies auxquelles elles donnent naissance.

Le schéma de l'installation est le suivant :

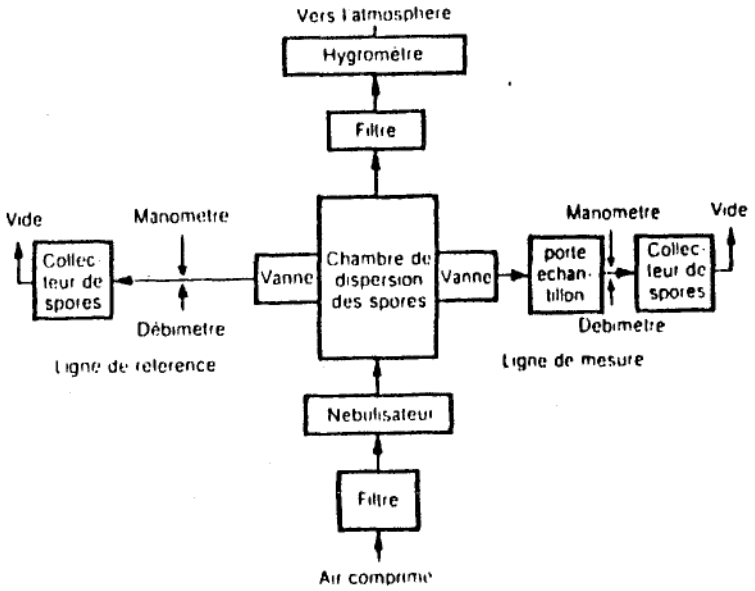


fig n° 26
d'après TALLENTIRE etSINCLAIR

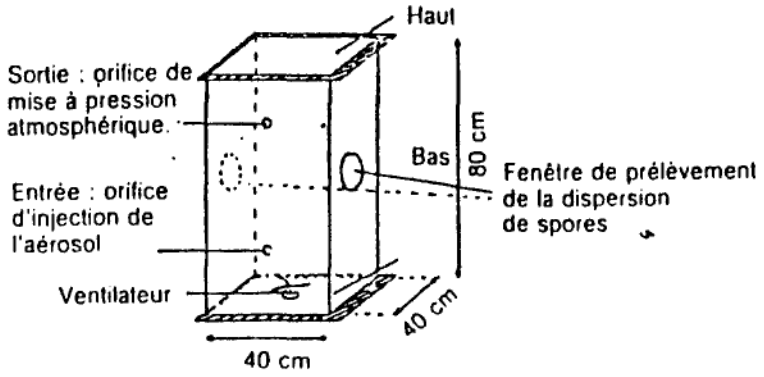


fig n°27
Chambre de dispersion

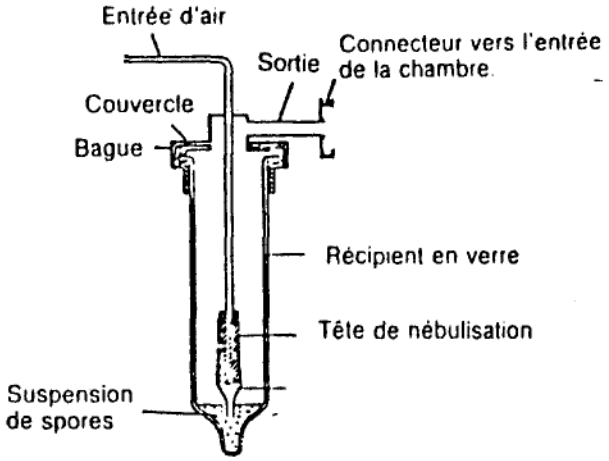


fig n°28
Nébulisateur à collision de DRUETT

3.1.1.1.7 Méthode préconisée par L'E.D.A.N.A

Ces protocoles sont donnés par l'E.D.A.N.A à titre de recommandations et non en tant que norme. Les tests sont pratiqués, de la même manière, en milieu sec ainsi qu'en milieu humide. Ces recommandations sont très récentes et son données de manière à comparer les non tissés dans des conditions reproductibles. La méthode ainsi que l'appareillage sont standardisés par le protocole.(32),(34)

3.1.1.2. Méthode particulaire

D'autres études utilisent des principes de détection des particules basés sur les propriétés optiques (77) des aérosols de particules et la mesure de l'intensité de la lumière diffusée pour une longueur d'onde donnée. On remplace donc la numération des bactéries déterminée par le nombre de colonies qui se sont développées, par une détermination quantitative et qualitative de toutes les particules. Ces appareils perfectionnés permettent de compter tous les types de particules présents dans l'aérosol sans faire de distinction entre particules inertes ou viables.
Le mode de comptage des particules peut varier. On peut utiliser :

- la lumière blanche
- le laser
- la scintigraphie

3.1.1.2.1. Comptage particulaire par rayon Laser (ISOARD 56)

- Principe de mesure

Le principe de mesure est basé sur le comptage des particules de part et d'autre d'un échantillon situé dans un caisson alimenté en air ultra propre où le flux est considéré comme laminaire. La numération est faite par un compteur à faisceau laser (Annexe n°7).
Ce compteur mesure toutes les minutes la concentration de particules alternativement en aval et en amont du porte-échantillon. Des sondes de prélèvement normalisées sont disposées à 750 mm de part et d'autre de l'échantillon. Les tuyaux de raccordement, de longueur identique, relient ces sondes à une électrovanne. La sortie de celle-ci est branchée directement sur le compteur ROYCO 226®. Cet appareil mesure toutes les minutes le nombre de particules prélevées par la sonde. Il permet de séparer les résultats selon seize canaux correspondants à des tailles allant de 0,12 à 6,17 microns, le canal 16 représentant les particules supérieures à 6,12 microns. Les aérosols injectés sont secs à base de talc et de poudre de Staphylocoque. Les poudres employées sont polydispersées. Cette méthode permet aussi de pratiquer des mesures à l'aide d'aérosols humides.

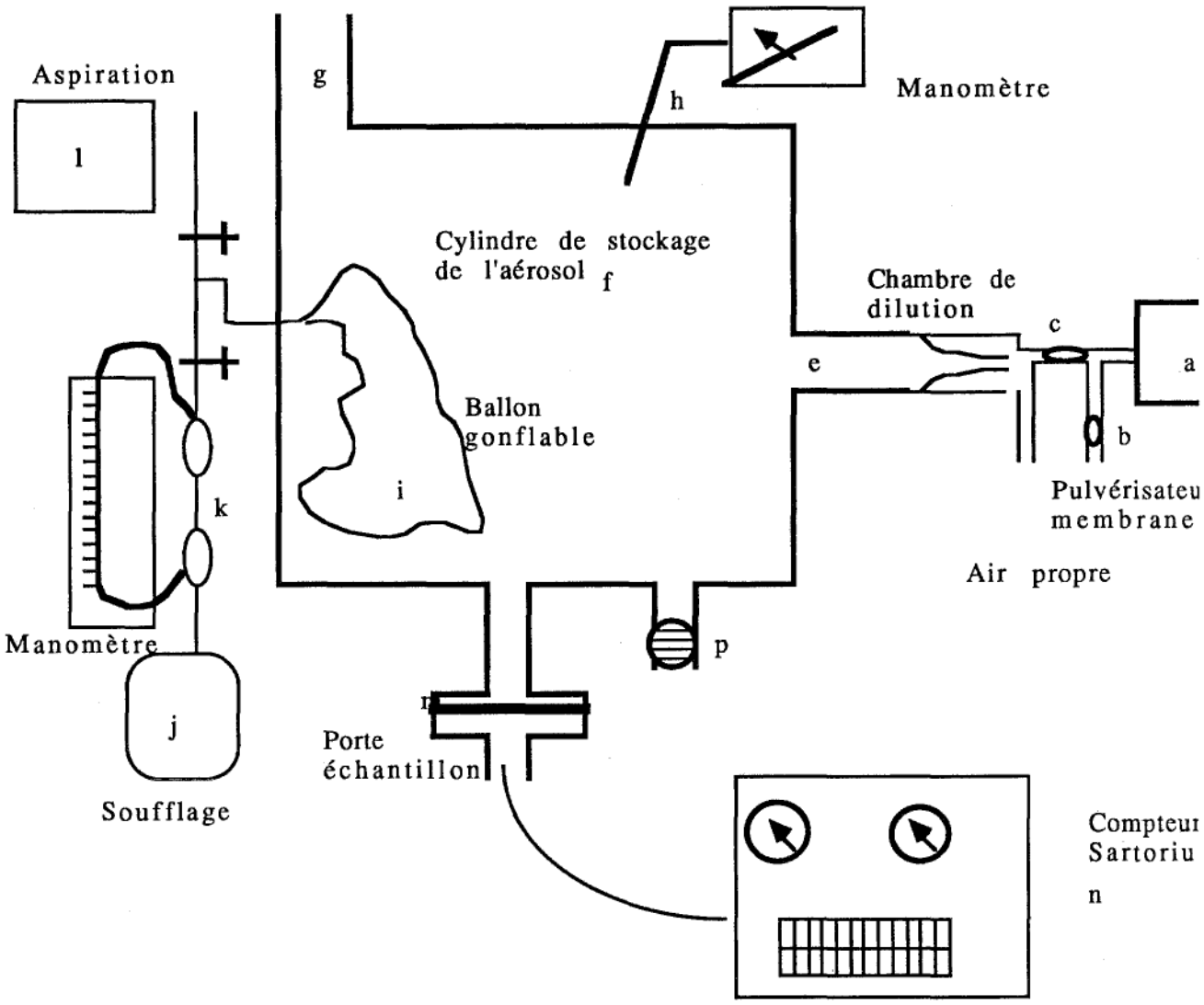
Nous développerons ce type de comptage dans la partie expérimentale.

3.1.1.2.2. Comptage particulaire par scintigraphie

Comme la méthode précédente, l'installation présentée peut être utilisée comme banc d'essai afin de comparer l'efficacité des textiles dans des conditions reproductibles.

- Principe de mesure

Un aérosol sec de chlorure de sodium est enfermé dans un caisson sur lequel est fixé un pré-échantillon. L'aérosol d'essai est chassé à travers le média filtrant au début fixé. Un compteur à scintigraphie permet d'obtenir les concentrations des nuages aval et amont pour différents niveaux de granulométrie. On déduit par le calcul le rendement différentiel de filtration pour différentes classes prédéterminées de particules.
Le compteur à scintigraphie de BINEK (53) permet d'analyser les particules de la façon suivante. Les particules sont dans une double flamme très plate de type O2/H2 de très haute température. Si la particule contient un métal ou un métalloïde, il y a émission d'un spectre de raies caractéristiques. Le principe est basé sur l'isolement de la raie principale de ce spectre, grâce à un filtre interférentiel de bande passante étroite, et de mesurer son intensité, dans un angle déterminé, à l'aide d'un photomultiplicateur. La quantité de lumière émise est directement proportionnelle à la masse de la particule. Ce compteur permet d'identifier des particules dont le diamètre varie entre 0,03 et 45 µm.
Le schéma de fonctionnement est le suivant :



a : Pulvérisateur à menbrane
b : Té de distribution de l'aérosol
c : Vanne d'arrêt
d : Chambre de dilution pour aérosols
e : Tête de raccordement de la chambre de dilution et du cylindre de stockag
f : Cylindre de stockage de l'aérosol
g : Orifice de sortie de l'air soufflé par la chambre de dilution
h : Manomètre à eau donnant la pression dans le cylindre
i : Ballon de caoutchouc gonflable
j : Compresseur de soufflage dans le ballon
k : Débimètre capillaire
l : Compresseur d'aspiration dans le ballon
m : Porte échantillon
n : Compteur de particules
p : Prise de prélèvement dans le cylindre

Banc d'essai à détection par scintigraphie fig n° 29

Ces deux types de méthodes de comparaison de l'effet barrière microbiologique permettent de montrer de façon commune l'excellence des propriétés de filtration des non tissés.

3.1.1.2.3. Etude de la perméabilité et de la taille des pores

La taille des pores est déterminée par équivalence avec la mesure du point bulle. Cette méthode (94) (British Standard 3321:1969) est définie par :

$$D = \frac{408\ T}{P}$$

Avec:

D : Equivalence au diamètre des Pores (µm)

T : Tension de surface du solvant (nN/m)

P : Pression du point de bulle (mm d'eau)

C'est la tension de surface de l'hydrocarbure disposé à la surface de l'échantillon qui détermine par la relation suivante le diamètre des pores. On utilise alors l'isopropanol. Le second paramètre à observer étant la pression pour laquelle apparaît la première bulle d'air à la surface de l'échantillon.

L'étude de la perméabilité à l'air correspond au British Standard 5636: 1978 (94).

Type De Tissu	Pore En μ m	Perméa Bilité À L'air	Efficacité De Rétention	
			> 0,5μm	> 5,0 μm
Coton Ventile ®	19	4	75	99,68
Coton Hospitalier	85,0	15,0	14	32
Non Tissés Nylon	129	25,3	20	94,5
- Nt Doublé Polypropylène				
- Nt Voir Fondue Polyoléfine	110	0,02	91	99,0
- PTFE Laminé	< 1,0	0,08	> 99,99	>99,99

fig n° 30
Résultats de l'étude de WHITE

Cette étude de WHITE a permis de montrer une corrélation entre la perméabilité du tissu à l'air et le carré de la taille des pores. (94)

Si l'on compare l'efficacité de rétention du coton hospitalier par rapport aux non tissés, on voit que ces derniers ont une efficacité de l'ordre de 90% tandis que le coton, présente une efficacité d'environ 15 à 30% suivant la taille des particules.
Cette étude montre la supériorité des non tissés sur le plan de la rétention.

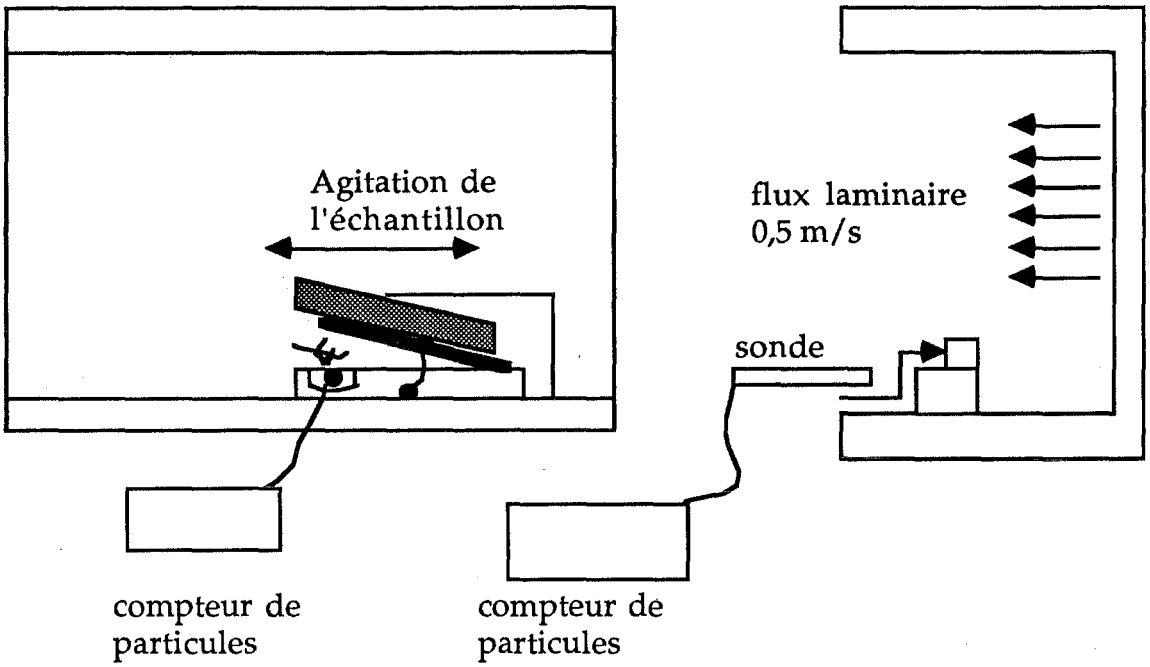
3.1.2.Le relargage particulaire

On peut comparer le relargage des tissus coton par différentes méthodes.

3.1.2.1. Test CROCK METER

Une étude menée a permis de comparer le relargage des cotons hospitaliers et des non tissés .
Ce test est mené sous flux laminaire afin de ramener le bruit de fond à une valeur minimale. Le principe de l'essai est de libérer des particules de l'échantillon par frottement du tissu contre lui-même. Ce frottement est effectué à une pression relativement basse qui correspond sensiblement aux pressions exercées lors d'un usage opératoire normal .
Le frottement est continu pendant une période d'une minute à l'aide du système Crokmeter. Une sonde de prélèvement est reliée à un compteur de particules qui dénombre les particules de tailles supérieures à 0,19 µm, 0,3 µm, 0,5 µm, 1 µm, 3 µm, 5 µm..(38).

Le schéma de l'installation est le suivant :



système crock meter

fig n° 31

les résultats sont réunis dans le tableau suivant :

SUPPORT	0,5 µm	1 µm	3 µm	5 µm
Cretonne 180 g	159,78	101,25	18,5	304
Non tissés hydrophobe	23,26	13,20	5,22	872
étamine double épaisseur 100% coton	68,52	39,2	8,07	206
non tissé doublé de polyéthyléne	19,71	8,25	1,80	222
polyester/ coton apprété	8,80	2,91	586	115

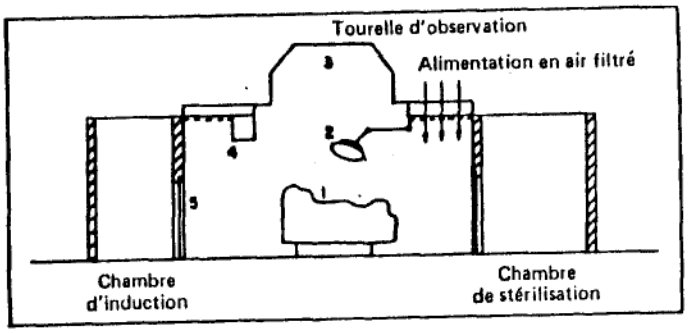
nombre de particules par pied cube

fig n° 32

Le relargage des non tissés est en moyenne 90% moins important que pour le coton cretonne type hospitalier.

3.1.2.2. Test GELBO FLEX

Figure 1 – Disposition des compteurs de particules dans le bloc opératoire. (1) Sur le champ recouvrant l'incision (4 pieds au-dessus du sol). (2) Sur le scialytique au-dessus de l'épaule droite du chirurgien (7 pieds au-dessus du sol); (3) Dans la tourelle d'observation (11 pieds au-dessus du sol); (4) Sur les appareils mobiles du plafond derrière l'anesthésiste (6 pieds au-dessus du sol); (5) Sur l'encadrement de la porte de la chambre d'induction à hauteur d'épaule (5 pieds au-dessus du sol).



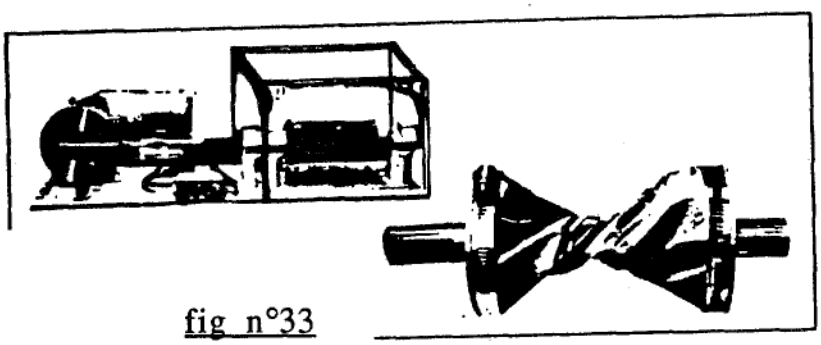


Figure 2 – L'appareil de mesure Gelbo Flex, avec son boîtier ouvert sur le dessus, et un échantillon de tissu en torsion.

fig n°33
Appareil GELBO FLEX

Des tests de torsion pratiqués dans des conditions similaires avec l'appareil de mesure Gelbo Flex ont permis de démontrer la même tendance au niveau du relargage particulaire. Les résultats observés sont les suivants (80)

Minutes de torsion	Nombre de particules[a]				
	Synthétique spun-bonded Oléfine	Synthétique spun-laced	Papier renforcé	Coton[b] 280 F	Coton[b] 140 F
1	7	491	1414	5685	29.183
2	5	323	743	6919	26.409
3	4	554	705	6260	25.479
4	4	331	777	4967	23.826
5	2	354	714	5024	24.064
6	1	239	713	4324	21.717
7	5	164	663	3914	19.769
8	4	137	721	4022	18.013
9	2	160	670	3494	17.442
10	2	153	678	3086	14.722
Total	36	2906	7798	47.695	220.624

[a]Particules d'un diamètre $\geq 3\ \mu m$. L'échantillon représente un pied cube d'air recueilli toutes les minutes.
[b]Coton neuf après cinq lavages.

fig n°34
Résultats du test GELBO FLEX

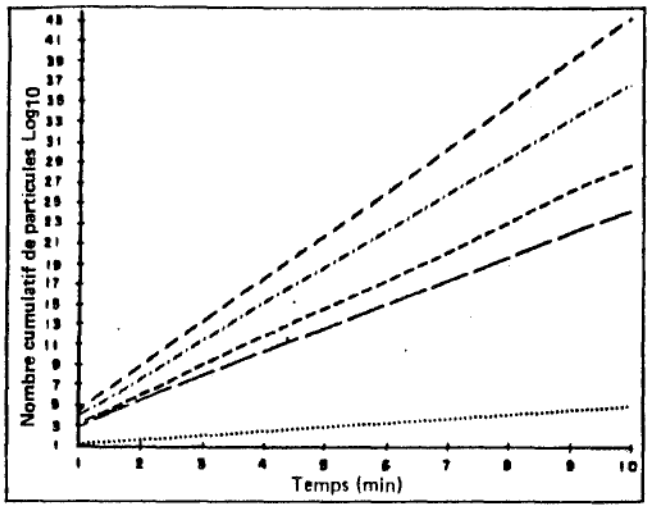


Figure 6: Nombre de particules émises pendant le test de torsion en laboratoire par (de bas en haut): oléfine spunbonded, synthétique spunlaced, papier quadruple renforcé, coton 280 F et coton 140 F.

fig n°35
Courbe de relargage

3.1.2.3. Test de relargage banc d'essai des textiles

Le banc d'essai (56) que nous avons décrit précédemment permet aussi l'étude du relargage particulaire. L'échantillon est agité de façon reproductible et l'on peut comparer l'émission particulaire en fonction du temps, chaque tissu ayant un comportement différent face à l'agitation.

Toutes ces méthodes de comparaison du relargage particulaire montrent que les non tissés ne relarguent pratiquement aucune particule, face aux cotons.

3.1.3. Evaluation des paramètres

Les techniques développées ont permis d'évaluer l'efficacité des textiles à usage opératoire.
Les méthodes bactériologiques permettent d'apprécier l'efficacité des textiles suivant une grille d'évaluation en estimant les textiles, bons, très bons, excellents au niveau de l'effet barrière. Cette estimation est réalisée en fonction du nombre de colonies susceptibles de se développer.

Les méthodes particulaires permettent d'estimer différents paramètres :

- le pouvoir filtrant (voir page 146)
- le pourcentage de pénétration

Ce dernier paramètre (méthode TALLENTINE (85) (5) est caractérisé par le pourcentage de pénétration. Il est exprimé en fonction du débit de circulation de l'air sur des coordonnées logarithmiques. L'aspect de la courbe est le suivant :

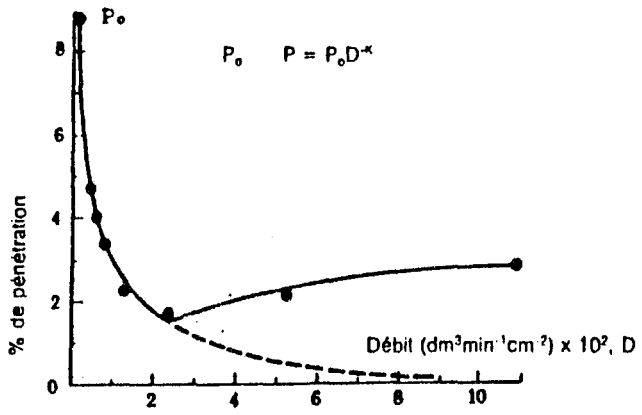


fig n°36
Courbe du % de pénétration en fonction du débit avec dispersion de spores. D'après TALLENTINE

Nous pouvons par extrapolation de ces courbes déterminer le paramètre p0 (pourcentage de pénétration théorique à flux nul). La constante -k est caractéristique des propriétés de chaque barrière. Il faut noter que les volumes d'air circulant à travers ces matériaux sont très faibles de l'ordre de 0,02 à 0,002 cm^3/cm^2.

3.1.4. Résultats des différentes méthodes

Il apparaît donc que les non tissés ont des performances bien supérieures, tant sur le plan de l'effet barrière que sur le plan du relargage particulaire.

3.1.5. Effet de barrière et surinfection

Les auteurs ont essayé de comparer les cotons et les non tissés sous un aspect beaucoup plus vaste, au travers de cas de surinfection observés lors de l'utilisation de ces deux concepts de drapage. Toutes les études convergent sur le plan des résultats. On peut citer :

HARTMANN (45), entre juillet 1967 et juin 1968, relevait 6,5% de septicémies sur 697 interventions à l'hôpital pédiatrique GILLETTE. Le passage au drapage non tissé à usage unique remplaçant les packs coton en 1970 à réduit ces cas de surinfection à 4,7% en 1971, 3,6% en 1972, 1,9% en 1973 et 1% en 1974 (toutes circonstances équivalentes).

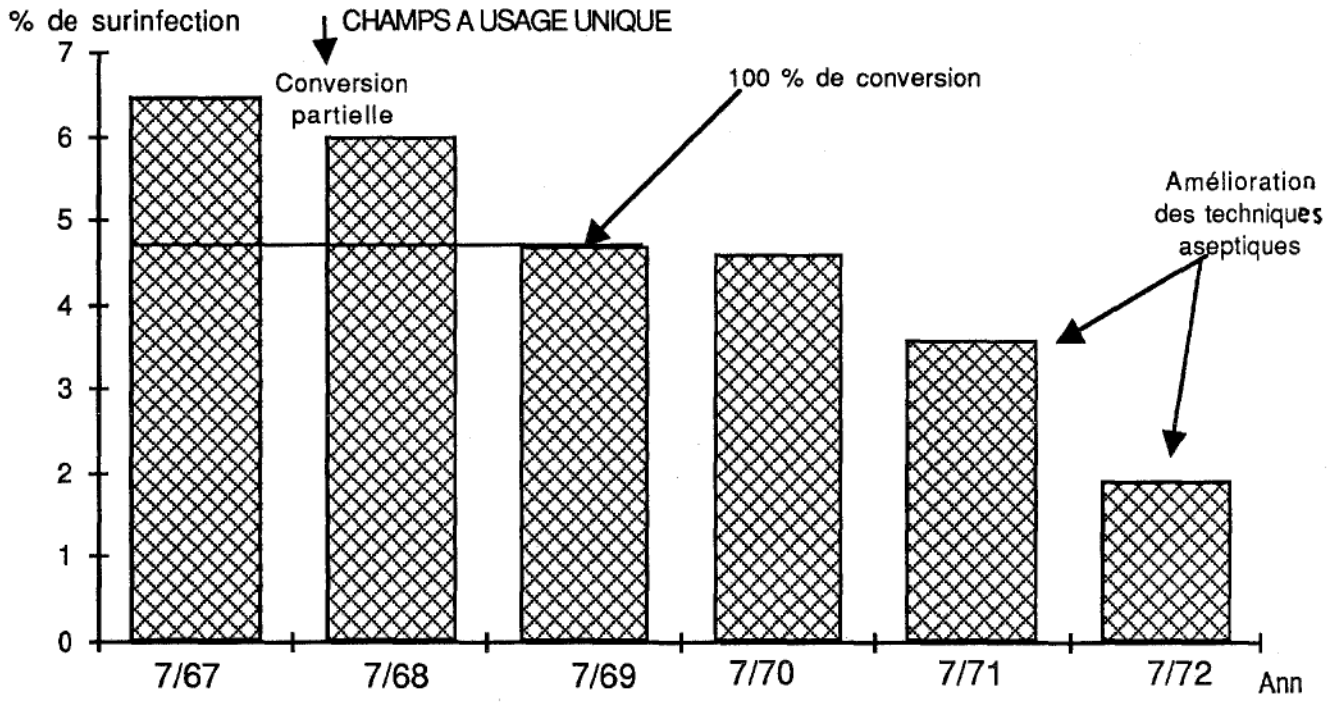


fig n°37
Surinfection selon HARTMANN

BALDWIN, comparant rétrospectivement les abcès de parois survenus sur 3 152 interventions pratiquées avec un drapage coton et 3 236 interventions avec des non tissés, a permis de démontrer que les taux d'infection étaient ramenés de 1,11% à 0,43% avec ce dernier type de drapage (14).

Les facteurs incriminés dans la genèse des infections post-opératoires sont nombreux. On retiendra :

- le type et la durée de l'intervention
- le type d'infection aseptique ou septique
- l'usage d'antibiotique
- l'âge et le sexe du patient
- l'irrigation de la plaie
- l'époque de l'année...

Tous ces facteurs rendent ainsi la comparaison des résultats difficile.

Une récente étude de MOYLAN (65) a permis de prendre en compte tous ces paramètres, et de montrer une réduction significative du nombre de cas de surinfection, avec l'introduction au bloc de packs non tissés.

Il a pu ainsi, comparer sur une période de 18 mois, textiles et non tissés, par période alternée d'utilisation de six semaines, sur 2253 interventions de chirurgie générale, et dans deux hôpitaux.

Les résultats montrent qu'avec l'usage unique, on observe 25 cas d'infection de plaies sur 1100 interventions, soit 2,27% ; tandis qu'avec le système de linge traditionnel le nombre d'infections s'élève à 74 sur 1 150 interventions soit 6,41%.

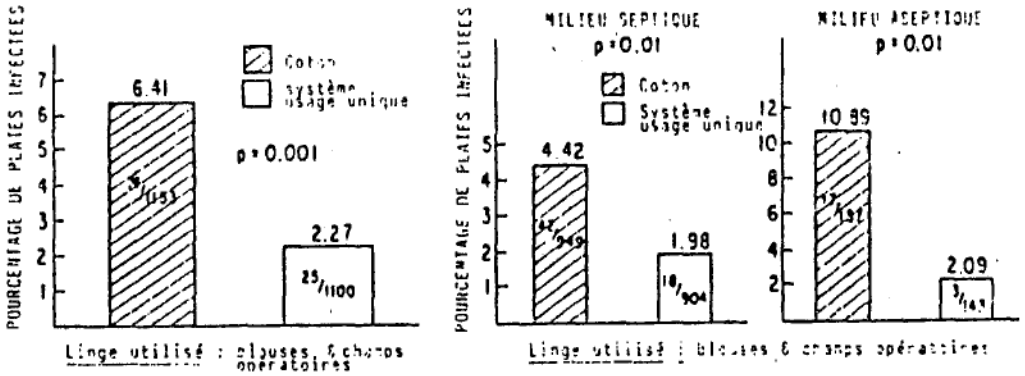


FIG. 12 PLAIES INFECTEES EN FONCTION DE LA MATIERE UTILISEE
FIG. 13 INFECTION EN FONCTION DU TYPE DE PLAIE ET DE LA MATIERE UTILISEE

fig n°38
Résultats de l'étude de MOYLAN et KENNEDY

Cette différence se retrouve pour les deux catégories de plaies : septiques et aseptiques.
En milieu septique, on relève 42 cas d'infection sur 949 interventions avec le coton, soit 4,42 %, contre 18 cas sur 900 avec les non tissés, soit 1,98%.
Sur 157 interventions de plaies aseptiques on observe 17 cas, soit 10,89% avec le coton, contre 3 cas sur 143 avec les non tissés, soit 2,09%.

Toutes ces études permettent de montrer une diminution de la surinfection avec l'utilisation des non tissés. Certes, ces matériaux sont plus performants, mais il faut, quand même relativiser ces constatations. En effet les efforts faits dans le domaine de l'hygiène ont permis de diminuer le pourcentage de surinfection hospitalière, il paraît donc illusoire d'attribuer de façon sélective ces résultats ; l'utilisation des non tissés n'étant pas le seul paramètre permettant une diminution de la surinfection.

Il semblerait cependant que l'adoption des non tissés soit un facteur qui favorise nettement la diminution du nombre de surinfection. Ce facteur pouvant être considéré comme l'un des paramètres de lutte contre l'infection.

3.2. COMPARAISON SUR LE PLAN DE L'UTILISATION

DUCEL (25) a montré les avantages techniques des non tissés par rapport aux cotons. La grille d'évaluation des deux concepts montre les avantages certains des non tissés.

Critères de comparaison + = avantageux - = moins avantageux	Systère de champs traditionnels réutilisables	Système de champs non tissés à usage unique
Temps de préparation de la salle d'opération	-	+
Temps de manipulation et de main-d'oeuvre utilisé	-	+
Facteur de sécurité (moins de risque de contamination)	-	+
Facteurs psychologiques liés à l'utilisation et au changement d'habitude	+	-
Poids	-	+
Place utilisée	-	+
Economie d'énergie	-	+
Economie de la main-d'oeuvre	-	+
Investissements nécessaires (buanderie, matériel à acheter)	-	+

fig n°39
Grille d'évaluation des deux concepts de champs utilisés

3.3. COMPARAISON SUR LE PLAN ECONOMIQUE

3.3.1. Les études économiques

Si les études économiques dans les différents hôpitaux apparaissent nombreuses, il n'existe pas de méthodologie précise pour estimer le coût de fonctionnement du drapage coton.

Le mode de calcul des coûts de fonctionnement est la plupart du temps basé sur des études en temps réel qui reprennent les relevés horaires par étape de traitement, tenant compte du nombre d'agents, des

volumes traités annuellement. Ces méthodes sont la plupart du temps comparables et les clés de répartitions (kilo de linge traité, coût du pack stérilisé) s'inscrivent dans une fourchette de valeurs.

Les circuits de traitement étant en tout point comparables dans les hôpitaux français, il est possible de comparer les valeurs trouvées avec une précision de l'ordre de 10%. La valeur moyenne nationale du kilo de linge se trouvant aux alentours de 12 Fr TTC.

Tous les hôpitaux sont confrontés au problème suivant :

Faut -t-il passer à l'usage unique dans les blocs opératoires?

De nombreuses publications traitent de ce problème. En effet, l'équipement des services entrant dans le circuit du traitement du linge est souvent inadapté à la demande sans cesse grandissante des blocs opératoires.
Ces installations sont souvent :

- vétustes
- d'un rendement insuffisant.

Dans ce cas deux alternatives se présentent : soit l'hôpital investit dans de nouvelles installations, ce qui implique de grosses charges rentabilisées sur une durée allant de cinq à dix ans en moyenne, soit change le linge contre un autre type de matériau plus adapté à l'usage opératoire : les non tissés.

Le dernier facteur intervenant, est la demande du personnel soignant lui même. En effet de nombreux chirurgiens sont sensibles à cette "nouvelle méthode" de drapage soit par expérience, soit suite à une information.

Un certain nombre d'hôpitaux ont essayé de chiffrer le coût de fonctionnement en usage multiple et parallèlement en usage unique (non tissés).
C'est le cas des hôpitaux de Toulouse, Nancy, Genève, Grenoble, Nice, Angers, Versailles...

Les différentes expériences

3.3.1.1 Toulouse

Les responsables de l'hôpital de Toulouse étaient confrontés à un problème de vétusté des installations. C'est ce handicap au niveau de la blanchisserie et de la stérilisation centrale, qui poussa ces responsables à étudier une solution de remplacement. (11)

Le facteur humain est intervenu aussi ; en effet les chirurgiens étaient demandeurs de non tissés suite à l'expérience de certains.

Les résultats de l'étude économique portant sur le remplacement du textile traditionnel par les non tissés, dans tous les blocs opératoires de l'hôpital, s'avèrent intéressants, face aux investissement de blanchisserie et de stérilisation qui s'élevaient en 1986 à 5 MF, amortissable sur cinq ans.

On observait aussi, que le traitement du linge recyclé s'élevait à environ 5 millions de francs (MF) et que les achats de non tissés représentaient 6,33 MF.

La décision fut prise en 1987 de procéder au remplacement du linge opératoire ; ce changement se faisant par tranches, étalé sur trois ans.

3.3.1.2 Genève

DUCEL(25) a effectué la comparaison entre les deux systèmes de linge dans les salles opératoires d'une clinique genevoise. L'étude a montré une économie de l'ordre de 37% en faveur des non tissés pour un type d'intervention précis (hernie et appendicectomie) ainsi qu'une économie de 34% pour une cholecystectomie.

Les résultats sont obtenus par la méthode suivante :

Le coût moyen du pack textile est égal à :

$$\frac{PA + e + r + s + m.}{d}$$

avec :

PA : prix d'achat d'un champ neuf ou de remplacement
d : facteur de durabilité d'un champ
e : emballage
r : raccommodage
s : coût de stérilisation
m : réception, manipulation, contrôle, rangement, préparation des packs et livraison à la salle d'opération, récupération du linge

Cette étude ne reflète pas l'activité des blocs par secteur, mais prend seulement en compte certains types d'opérations. On sait que l'évaluation du coût de fonctionnement doit tenir compte de toutes les opérations de la spécialité, sachant que certaines interventions sont plus coûteuses que d'autres et que seul le coût moyen peut être retenu.

3.3.1.3 Grenoble (1985)

L'étude menée en 1985 (99) sur le bloc de chirurgie [illegible] englobait un coût moyen du kilo de linge, sans faire de distinction entre linge plat et linge en forme. Elle utilisait la méthode du point pour les dépenses de stérilisation.

Résultats

- coût annuel drapping tissu : 262 341 Fr
- coût annuel drapping non tissés : 187 970 Fr

- différence 74 371 Fr en faveur des non tissés

3.3.1.4 Service ORL (hôpital parisien de 500 lits)

Il a été calculé pour cet établissement (11), que le prix de revient du linge opératoire utilisé au bloc opératoire était de 220 633 Fr par an
La substitution du linge traditionnel par les non tissés à engagé une dépense totale annuelle de 138 390 Fr, soit une économie de 82 243 Fr pour l'année.

3.3.1.5 Angers

Le C.H.R d'Angers (89) comporte 1 627 lits, dont 451 de chirurgie ; après une étude comparative de coût, il apparaît une économie, toutes chirurgies confondues de 20% en faveur des non tissés pour l'utilisation de champs opératoires.
Par contre il apparait un surcoût de 20% lorsque l'on habille l'équipe soignante de sarraus à usage unique.

3.3.1.6 Nice

L'origine de l'étude est la création d'une stérilisation centrale au C.H.R de Nice. Elle avait pour but de rassembler les activités de stérilisation dispersées dans divers services. Ce service se stérilisation centrale avait pour but de ne traiter que le linge opératoire. (28)
C'est dans ce projet, que s'inscrit la comparaison de coût entre drapage traditionnel et drapage non tissé.

Cette étude se décompose en deux parties :

- Une connaissance de l'activité de tous les blocs opératoires du C.H.R avec détermination de la charge financière supportable par l'établissement.

- L'établissement de devis estimatifs du coût de fonctionnement en non tissés par quatre laboratoires.

Enfin l'étude fut clôturée par un essai en grandeur nature dans tous les blocs de chirurgie.

En conclusion, il est apparu que le fonctionnement en linge traditionnel entraînait une dépense de cinq millions de francs répartis de la façon suivante :

- Blanchissage : 1 254 600 Fr
- Stérilisation : 178 000 Fr
- Personnel : 3 000 000 Fr

Soit un total d'environ 5 000 000 Fr, par an, pour le traitement des champs et des sarraus.
L'utilisation des non tissés engage, par contre, une dépense de 4 000 000 Fr pour tout le linge et 2 300 000 Fr pour les champs opératoires.

Le passage aux non tissés a été fait, en une étape, et a permis le redéploiement de 11 agents.

3.3.1.7 Versailles

Cette étude est très récente puisqu'elle porte sur l'année 1988. Elle porte sur 5 333 interventions.(100)

Le coût annuel de fonctionnement avec le drapage coton s'élève à environ deux millions de francs répartis de la façon suivante :

- Coût de buanderie : 755 823 Fr dont :

  - 420 635 Fr pour la blanchisserie
  - 335 188 Fr pour la lingerie.

- Coût de stérilisation 1 093 378 Fr dont :

  - 501 289 Fr de manutention
  - 487 835 Fr de stérilisation
  - 104 254 Fr d'emballage.

Ramené aux clés de répartition on obtient les valeurs suivantes

- Blanchisserie 10,43 Fr le kilo
- Lingerie 3,64 Fr par produit
- Manutention 3,54 Fr par minute
- Stérilisation 73,45 Fr par panier

Le coût des packs de linge varie entre 21 et 129 Fr suivant leur composition. Cette étude ne prend pas en compte le parallèle avec les non tissés. La méthode de calcul du prix des packs est la suivante.

	Charges directes	Charges indirectes	
Coût d'utilisation	ΣCoût d'achat unitaire / Nombre d'utilisations		
Coût de buanderie - Blanchisserie - Lingerie		X kilos X' kilos	Y Fr / kilo Y' Fr / kilo
Coût de stérilisation - Manutention - Stérilisation	Coût d'emballage et d'étiquetage	X" minute 1/n	Y" Fr / minute Y"' Fr / panier d'autoclave

fig n°40
Paramètre définissant les éléments du coût par pack

- x kilos : poids cumulé des différents produits de base
-x' produits : nombre de produits de base composant le pack
- x" minutes : nombre de minutes de manipulation par pack à la stérilisation
- n : nombre de packs du même type par panier d'autoclave

3.3.1.8 Grenoble (1987)

Nous aborderons ce sujet dans la seconde partie de cette thèse.

SECONDE PARTIE

SECONDE PARTIE : PREMIER CHAPITRE

COMPARAISON TECHNIQUE COTON/NON TISSÉS

1. Comparaison technique des concepts de drapage

1.1 Objectif :

L'étude proposée répond à une motivation profonde dans le domaine de l'hygiène et de la lutte contre l'infection en milieu hospitalier. Le linge opératoire constitue l'un des pôles d'intérêt de la lutte contre l'infection.

Cette motivation est commune aussi à la technique des salles blanches, le problème de l'habillement y est différent ne faisant plus intervenir la notion de stérilité pour la fabrication de composants électronique par contre la notion de contamination est la même.Actuellement en chirurgie, les deux concepts de drapage que nous avons vus sont en opposition., il s'agit du linge coton traditionnel et d'un nouveau type de drapage : les non tissés

Le linge opératoire doit répondre à deux impératifs principaux:

- Il doit constituer une barrière efficace à la propagation des germes
- Il ne doit pas relarguer de particules

L'objectif de l'étude proposée est de comparer "in situ" ces deux propriétés dans des conditions de température, de vitesse de flux, d'hygrométrie, reproductibles et de déterminer pour chaque échantillon les caractéristiques suivantes:

- la valeur de la perte de charge
- le pouvoir filtrant pour différentes tailles de particules
- la courbe de relargage particulaire en fonction du temps

Des études s'intéressent aux contrôles biologiques du linge, mais il convient d'envisager un aspect plus physique de l'étude des textiles soumis à un aérosol sec de bactéries lyophylisées ou de poudre inerte dans des

conditions de flux contrôlées. D'autres travaux ont été menés également dans le domaine de la fabrication de composants électroniques. Les contaminations particulaires d'origine textile étant difficiles à maîtriser.

1.2 Matériel et méthode

1.2.1. Principe de mesure

Le principe de mesure est basé sur le comptage des particules de part et d'autre d'un échantillon situé dans un caisson alimenté en air ultra propre. La numération est faite par un compteur à faisceau laser.

1.2.2. Les types d'aérosol :

- poudre de talc polydispersée
- poudre de coccus (cocci lyophilysés)

1.2.3. Identification des échantillons

Les échantillons testés sont des champs opératoires de type :

1- coton type cretonne 180 g
2- coton type tétra (deux épaisseurs de tissu de trame en chevron)
3- non-tissé trilamellaire constitué de:
   - une couche de non tissés voie sèche
   - une couche de une couche de polyéthylène
   - une couche de cellulose
4- non tissé monocouche
5- toile polyester (à usage de salle blanche)

1.2.3.1. Les champs coton

Ce sont des champs utilisés en routine dans les blocs opératoires du C.H.R.U de Grenoble. Il font partie de la dotation annuelle de 1987.

- coton type cretonne 180 g
- coton tétra (double couche à trame croisée)

1.2.3.2. champs latéraux non tissés

- non tissé trilamellaire

Le composite est constitué de trois couches:

* un non tissé gaufré de 38 g/m^2 formant la surface apparente du matériau.
* un film polyéthylène extrudé à plat et solidifié sur une matrice imperméable
* une couche de cellulose blanche de 20 g/m^2

L'ensemble des couches est assemblé par collage à l'aide d'un polymère d'acétate de vinyle et d'éthylène dont la solidité finale est obtenue par le pontage des structures polymérisées

- non tissé monocouche
constitué d'une couche de non tissé aiguilleté

1.2.3.3. champs de table

Les deux textiles testés sont des non tissés monocouches recouverts sur leur face inférieure d'une couche plastifiée les rendant imperméables.

- premier non tissé couleur bleu
- second non tissé couleur verte

1.2.3.4. Le tissus polyester

Echantillon : EUROMICRON classe A
Référence : ASTM F51-68

1.2.4. Conditionnement

Les packs opératoires sont conditionnés dans un premier temps dans un emballage papier. L'emballage terminal est différent suivant les marques mais sera de toutes façons étanche et perméable aux agents stérilisants. Les emballages de non tissé monocouche sont des sachets PVC étanches tandis

que celui du non tissé trilamellaire est constitué d'un emballage papier soudé de façon étanche aussi.

Les champs coton sont conditionnés dans un emballage thermosoudable, utilisé quotidiennement dans cet établissement hospitalier.

1.2.5. Le banc d'essai

Le banc d'essai est constitué : (Annexe 7)

- d'un conduit en acier galvanisé (305 x 305 x 3500 cm) en quatre tronçons,

- d'un filtre CAMFIL® haute efficacité placé à l'entrée de la gaine,

- d'un ventilateur moyenne pression (10,5 m^3/mn) en aspiration, placé en sortie, muni d'une guillotine afin de faire varier la vitesse de l'air dans la gaine de manière à fixer la vitesse à 10 cm/s,

- d'un porte échantillon en plexiglas pour fixer les échantillons (diamètre 270 cm) fixé par huit vis,

- d'un manomètre différentiel (tube en U) destiné à mesurer la perte charge de l'échantillon,

- d'un anémomètre à fil chaud permettant de connaître à tout moment, la vitesse du flux dans le conduit,

- d'une électrovanne permettant de commuter les prélèvements faits sur les prises d'air amont et aval,

- d'un boîtier de commande de l'électrovanne,

- d'un aérosoliseur sec de bactéries disposé en aval du filtre. Le gaz propulseur est de l'azote ou de l'air comprimé selon le cas.

- d'un compteur particulaire à laser ROYCO modèle 226®, qui mesure toutes les minutes la concentration de particules alternativement en aval et en amont du porte échantillon (la commutation se fait grâce à l'électrovanne).
  Celui-ci mesure toutes les minutes le nombre de particules prélevées par les deux sondes de prélèvement normalisées disposées à 750 mn de part et d'autre de l'échantillon.
  Il permet de séparer les résultats en seize canaux ; les quinze premiers correspondant à une granulométrie allant de 0,12 à 5,17 microns et le canal 16 comptant les particules supérieures à 6,12 microns.

1.2.5.1. Pilotage informatique

L'expérience est pilotée par un micro-ordinateur COMMODORE CBM 3032

Celui-ci est interfacé avec le compteur ROYCO 226 et le boîtier de commande de l'électrovanne, il est équipé d'un lecteur de disquette et d'une imprimante.

Un programme spécifique d'acquisition des données "banc 1" permet de :

- lire les données sur l'écran toutes les minutes,
- commuter l'électrovanne à ce moment précis,
- stocker les données dans des fichiers.

Le compteur envoie l'heure, le temps de comptage et les valeurs des 16 canaux de mesure.

Deux programmes de traitement des données permettent de relire les résultats sur l'écran et/ou sur l'imprimante et de calculer les pouvoirs filtrants du textile selon les 16 canaux.

1.2.5.2. Fonctionnement de l'appareillage

- L'aérosolisateur

C'est un appareil permettant la mise en suspension dans l'air d'un volume de poudre qui peut varier en quantité et dans le temps.
L'air comprimé est amené dans une chambre, il va créer un cyclone qui permet de mettre les particules en suspension dans l'air. L'aérosol obtenu s'évacue par la partie supérieure de la chambre.

- *Comptage corpusculaire*

La mesure de la lumière diffusée par les particules de l'échantillonnage réalisé permet, de déterminer la granulométrie et le nombre des particules constituant l'aérosol.

L'intensité de la lumière diffusée est fonction de la taille, de la nature et de l'indice de réfraction de la particule. Ce compteur permet des mesures "In Situ" donnant des résultats immédiats et permet donc d'observer les variation quantitatives des particules, dans le temps.

Le laser utilisé est un laser He-Ne de 2 mW émettant un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde λ= 623,8 nm. (Annexe 8)
Il fonctionne selon le type T.E.M.00 (Transverse Electric Magnetic). L'indice 00 caractérise la cavité résonnante.

Ce laser à gaz se compose d'un tube de verre terminé par une fenêtre d'angle de Brewster permettant d'éviter les réflexions parasites et de polariser la lumière.
Cet angle correspond à l'incidence sous laquelle un rayon lumineux est réfléchi par une surface transparente en se polarisant. Ainsi, toute impulsion ne provenant pas de la chambre de mesure n'est pas prise en compte.
Deux électrodes relient le tube à la haute tension.

La cavité résonnante Fabry-Perot est constituée de deux miroirs, l'un plan, l'autre incurvé, de même pouvoir réfléchissant R = 99%
Ils sont constitués de minces couches diélectriques qui présentent des pouvoirs d'adsorption quasi nuls et qui permettent de sélectionner la longueur d'onde désirée. Le diamètre du faisceau est de 280 mm au droit du miroir plan et de 1,2 mm environ au droit du miroir incurvé.

Le centre de la chambre de mesure est situé à environ 35-40 mm de la surface du miroir ajustable.

Description du système optique

L'optique destiné à recueillir la lumière est constitué de deux éléments à haut pouvoir réfléchissant et d'une lentille sphérique. Le premier miroir collecteur de lumière est un élément métallique de forme parabolique. Son diamètre est de 30 mm, sa distance focale de 5 mm. Il est recouvert d'une mince pellicule d'or finement polie qui lui assure un pouvoir réfléchissant de 90 % à la longueur d'onde utilisée. Deux ouvertures permettent l'une de recevoir l'air échantillonné, l'autre de transmettre le faisceau laser.
Ce miroir fournit des rayons de lumière parallèles à toute particule illuminée en son foyer par le laser.

La gamme d'angle de collecteur s'étend de 35° à 120° constituant ainsi un angle solide de plus de 2 stéradians. Le second miroir, plan est incliné à 45 degrés. On l'utilise pour renvoyer les rayons parallèles issus du miroir précédent vers la lentille située en dehors de la chambre de mesure. Un revêtement diélectrique lui confère un pouvoir réfléchissant de 99 %.

La lentille asphèrique de distance focale égale à 25 mm fournit une amplification voisine de 4 au droit du photodétecteur plan.
Ce système permet de recueillir la lumière diffusée à l'avant, comme à l'arrière de la particule, réduisant ainsi l'influence de l'indice de la particule et augmentant la sensibilité.

- *Principe de comptage*

Ce compteur est un spéctrophotomètre d'aérosol essentiellement destiné à usage de laboratoire. Il permet de dénombrer les particules des particules selon 16 canaux de tailles s'étendant de 0,12 à 6,12 µm et au delà.

L'intensité lumineuse diffusée par une particule est fonction de la dimension radiale, mais dépend aussi du mode de fonctionnement du laser. Grâce au mode TEM 00 utilisé, la loi de probabilité exprimant l'interruption de faisceau par une particule d'énergie maximale suit une distribution

gaussienne. Les particules devant être uniformément éclairées, le volume de mesure est situé au centre du faisceau.

La cellule photoélectrique, correctement positionnée, reçoit un flux lumineux proportionnel à la taille des particules et fournit donc des impulsions de courant également proportionnelles. Chacun des 16 compteurs est relié à cette cellule par l'intermédiaire d'analyseurs de niveaux d'impulsions qui permettent son étalonnage, en présence d'une particule de granulométrie correspondante.

La puissance du signal fourni par le laser est déterminée à l'aide d'une photodiode et d'un amplificateur. Celui-ci fournit la tension de référence utilisée par l'électronique de traitement des données.
L'illumination des particules varie proportionnellement à ce niveau de puissance. Un montage en contre réaction sur les discriminateurs permet de compenser toute variation de ce niveau en réalisant un décalage de tous les niveaux impulsionnels des canaux.

- *Prélèvements*

Les prélèvements d'air sont effectués de manière continue dans le fluide à raison de 5 cm^3/s, grâce à une pompe. Celle-ci aspire le flux d'air qui après filtration permet de canaliser "aérodynamiquement" le prélèvement effectué, amenant ainsi les particules en suspension à couper le faisceau lumineux sans pouvoir se déposer sur les miroirs. Les débits peuvent être ajustés à l'aide de vannes et des indications de deux débitmètres situés sur la face avant du compteur.

1.2.6. Protocole des essais

L'expérience se décompose en deux parties : la première consiste à mesurer le bruit de fond qui est la quantité de poussières résiduelles dans le conduit ; ces valeurs sont mesurées en amont et en aval du support de l'échantillon. Une fois que les valeurs observées sont stabilisées dans les conditions standardisées d'expérience ; c'est à dire ventilateur en marche depuis plus de quinze minutes, échantillon de textile en place.
Les mesures seront faites sur douze envois ce qui correspond à douze minutes de dépoussiérage .

La deuxième partie de l'expérience est la suivante. On injecte 1,5 à 2 ml de poudre selon le cas, sous une pression de 0,6 à 1 bar d'air comprimé. Les mesures du pouvoir filtrant sont faites sur douze envois. Le gaz vecteur pour les essais de non tissés et de cotons est l'air comprimé ; tandis que pour l'échantillon de type "Euromicron", ce gaz est l'azote car nous ne disposions plus de source d'air comprimé.

Le programme informatique de traitement des données permet le calcul du pouvoir filtrant pour chaque canal de un à seize.

Le calcul est le suivant :

$$\text{pouvoir filtrant} = \frac{N_{av} - N_{AvB}}{N_{am} - N_{AmB}}$$

avec :

Nav : nombre de particules aval
NAvB : nombre de particules aval du bruit de fond
Nam : nombre de particules amont
NAmB : nombre de particules amont du bruit de fond

Le pouvoir filtrant est représenté en fait par le pourcentage de particules traversant l'échantillon pour les seize canaux de taille.
Il est à noter que l'efficacité de filtration de l'échantillon pour chaque canal est donnée par la formule suivante :

Efficacité = 100 - pouvoir filtrant

1.2.6.1 Protocole des essais de pouvoir filtrant

- 15 minutes à vide sans échantillon ventilateur en marche pour assainir le conduit et le vider de ses particules résiduelles

- installation de l'échantillon sur son support

- 12 minutes pour la détermination du bruit de fond (douze envois), l'orifice d'injection étant obturé.

- 12 minutes de mesure avec injection des particules par l'aérosoliseur dès la première minute ; l'aérosol est envoyé dans le caisson pendant deux minutes sous une pression allant de 0,6 à 1 bar de gaz vecteur.

Les deux premiers essais ne sont pas pris en compte par le traitement informatique.

Les aérosols de talc et de coccus font l'objet de deux tests différents ; chacun deux étant envoyé alternativement sur les champs de table ainsi que sur les champs latéraux. Les essais menés sur le coton et sur le polyester ont été faits uniquement avec le talc.

A partir de ces valeurs calculées, on trace des graphiques faisant apparaître en abscisse les canaux de taille, et en ordonnée les pouvoirs filtrants sous forme de pourcentages.

La répartition de taille des particules en fonction des canaux est la suivante :

Canal	Taille des particules (en microns)
1	0,12 . 0,17
2	0,17 . 0,27
3	0,27 . 0,42
4	0,42 . 0,62
5	0,62 . 0,87
6	0,87 . 1,17
7	1,17 . 1,52
8	1,52 . 1,92
9	1,92 . 2,37
10	2,37 . 2,87
11	2,87 . 3,42
12	3,42 . 4,02
13	4,02 . 4,67
14	4,67 . 5,37
15	5,37 . 6,12
16	> 6,12

fig n° 41
Correspondance taille de particules/canaux

1.2.6.2. Protocole des tests de relargage:

- 10 minutes à vide afin d'épurer le conduit,

- 12 minutes de comptage : établissement du fichier bruit de fond N°1

- 10 minutes : fichier expérience avec injection de particules dans le conduit,

- 5 minutes de repos extracteur arrêté ,

- 25 minutes afin d'établir le fichier expérience N°2 caractérisant le relargage. L'échantillon est agité dans des conditions reproductibles.

1.2.7. Fiabilité des mesures et limite de la méthode

1.2.7.1. le ROYCO 226®

Lors d'une surcharge en particules, le compteur se sature et ne donne pas de valeur cohérente, c'est pour cette raison que l'on n'a pas de réponse systématique au niveau des canaux 1 et 2.

1.2.7.2. Influence des paramètres extérieurs

Des erreurs de comptage peuvent apparaître, par agglomération des particules entre elles et aux parois du caisson de par l'hygrométrie d'où des erreurs de mesures. D'autres paramètres comme la température, le type de poudre, la qualité de l'air injecté, peuvent se conjuguer et jouer sur le comptage.
Le schéma suivant permet de visualiser les erreurs de mesure en fonction des variations des paramètres.

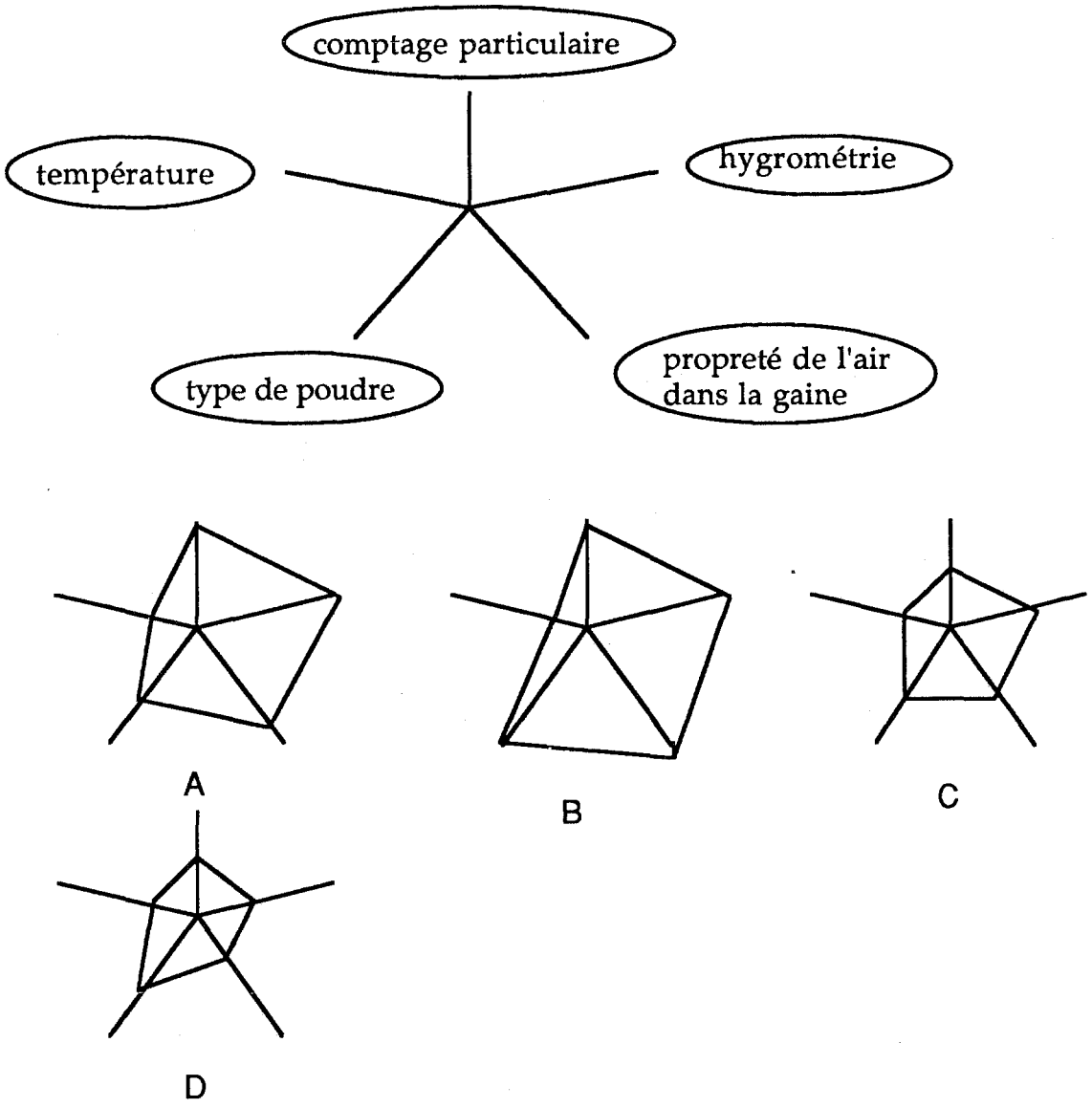


fig n°42
Etude de la variation des paramètres

1.3. Résultats discussion

1.3.1 Etude des cotons (cretonne 180 g et "tétra")

1.3.1.1 Etude du pouvoir filtrant

	Cretonne 180 g	Coton "tétra"
Perte de charge	75 mm d'eau	35 mm d'eau
Vitesse du flux	10 cm/s	10 cm/s
Fichier de bruit de fond	12 minutes	12 minutes
Fichier expérience	10 minutes	10 minutes
Injection	2,0 cm3 de talc	2,0 cm3 de talc

fig N°43
Conditions opératoires de l'essai

- Résultats:

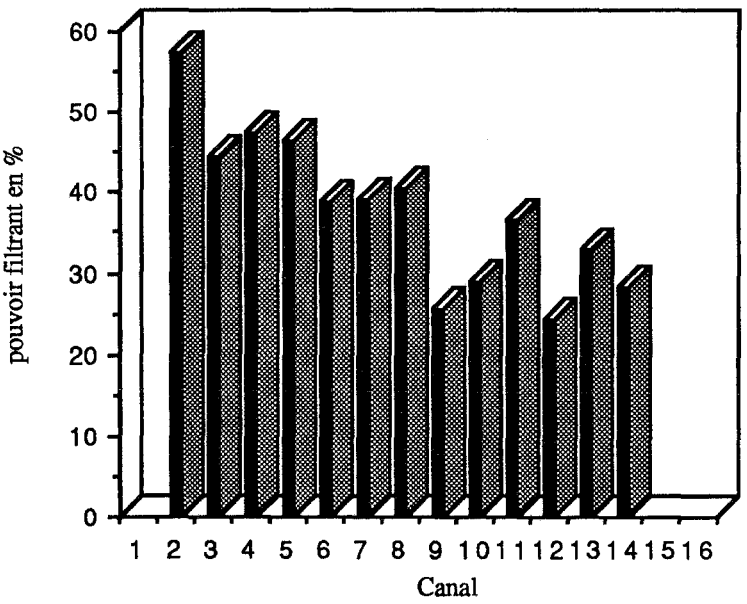


fig n°44
Pouvoir filtrant du coton cretonne

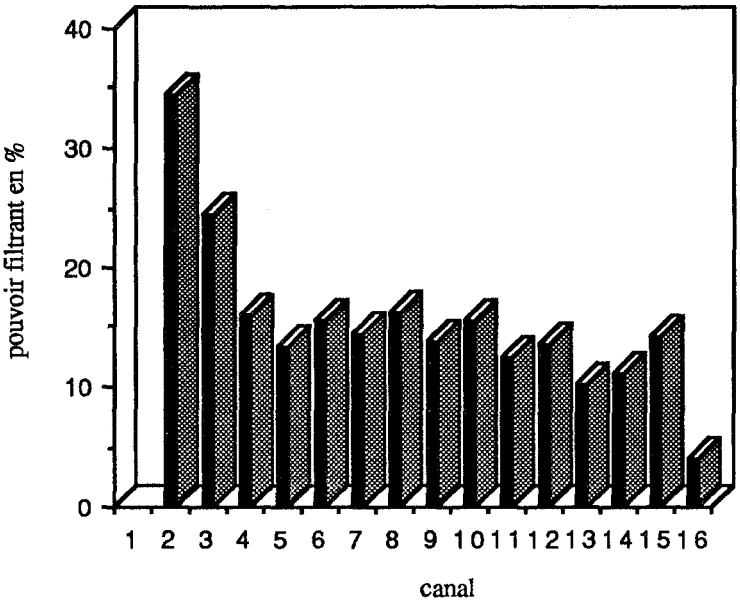


fig n°45
Pouvoir filtrant du coton "tétra"

1.3.1.2-Etude de relargage

	Crétonne 180 g	Coton"tétra"
Fichier de bruit de fond	10 minutes	10 minutes
Fichier expérience	20 minutes	30 minutes
Injection de particules	t = 0 minutes	t = 0 minutes
Arrêt de l'injection	t = 5 minutes	t = 5 minutes
Agitation de l'échantillon	t = 10 minutes	t = 10 minutes

fig N°46
Conditions opératoires de l'essai

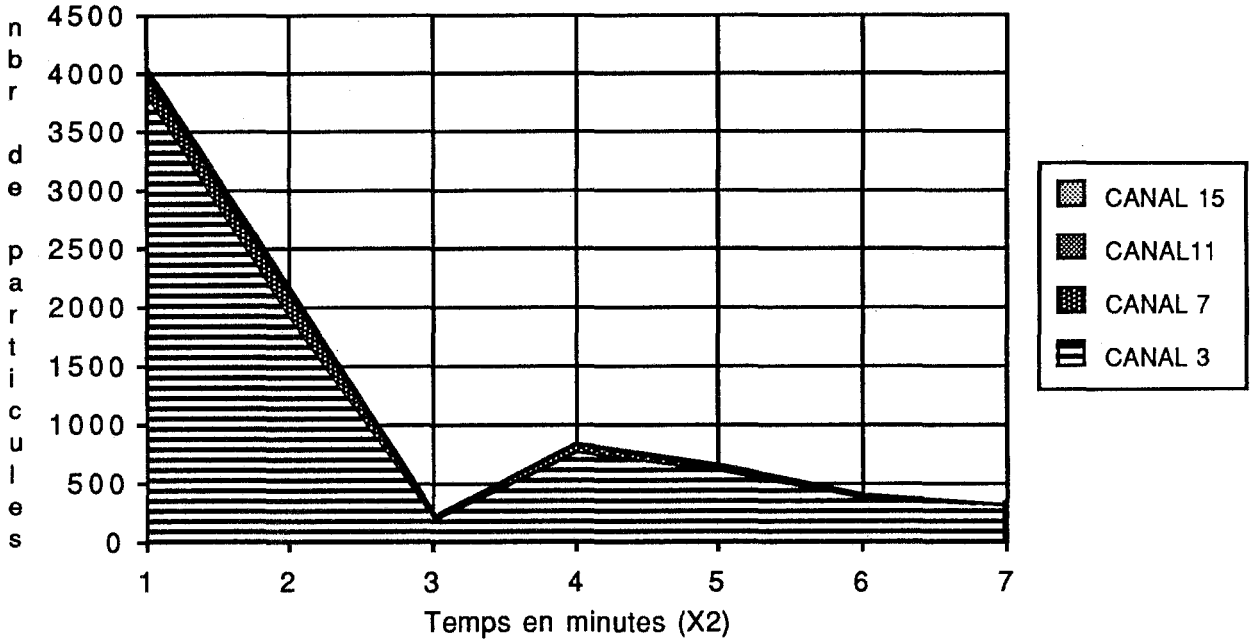


fig N°47
Courbe de relargage du coton Cretonne

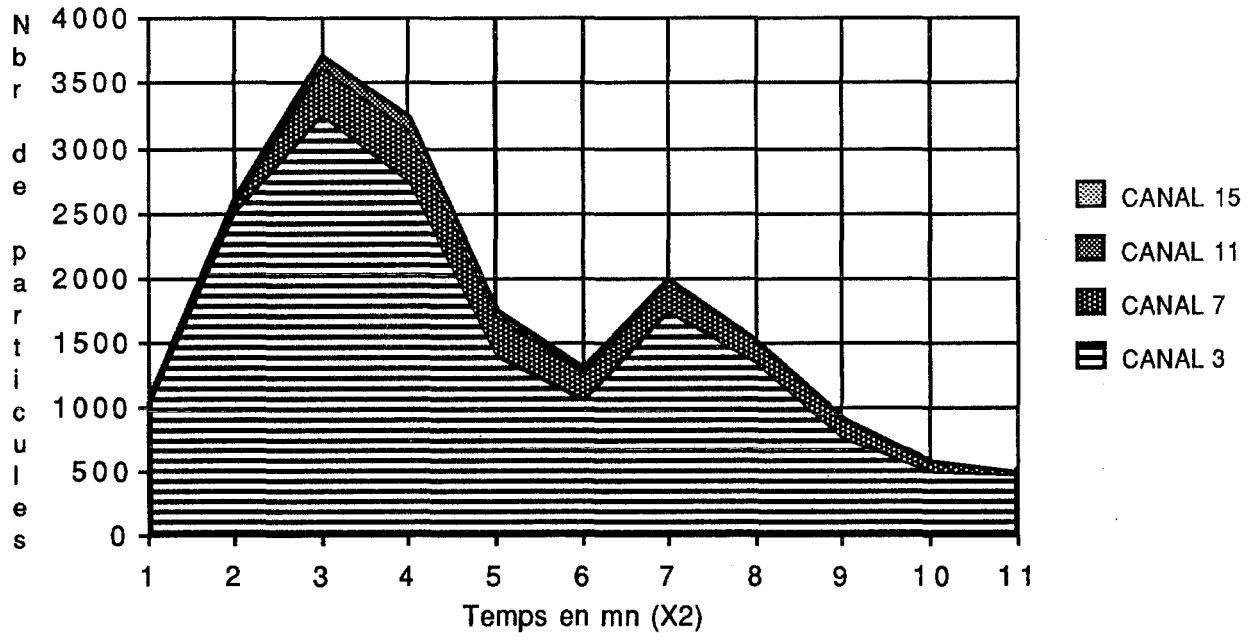


fig N°48

Courbe de relargage du coton Tétra

1.3.2 Etude d'un non tissé monocouche

1.3.2.1 Etude du pouvoir filtrant

	Nt monocouche (talc)	Nt monocouche (coccus)
Perte de charge	85 mm d'eau	85 mm d'eau
Vitesse du flux	10 cm/s	10 cm/s
Fichier de bruit de fond	12 minutes	12 minutes
Fichier expérience	10 minutes	10 minutes
Injection	2,0 cm3 de talc	1,8 cm3 de talc

fig N°49
Condition opératoires

- résultats

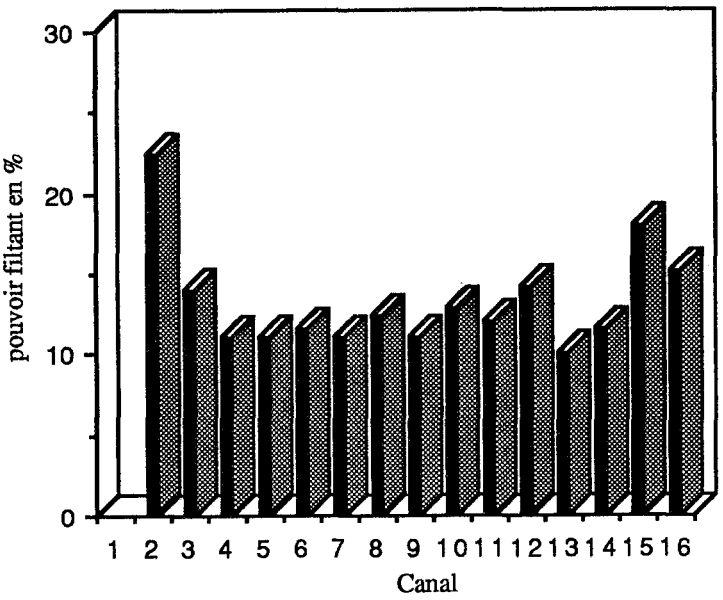


fig N°50
Pouvoir filtrant du non tissé monocouche (talc)

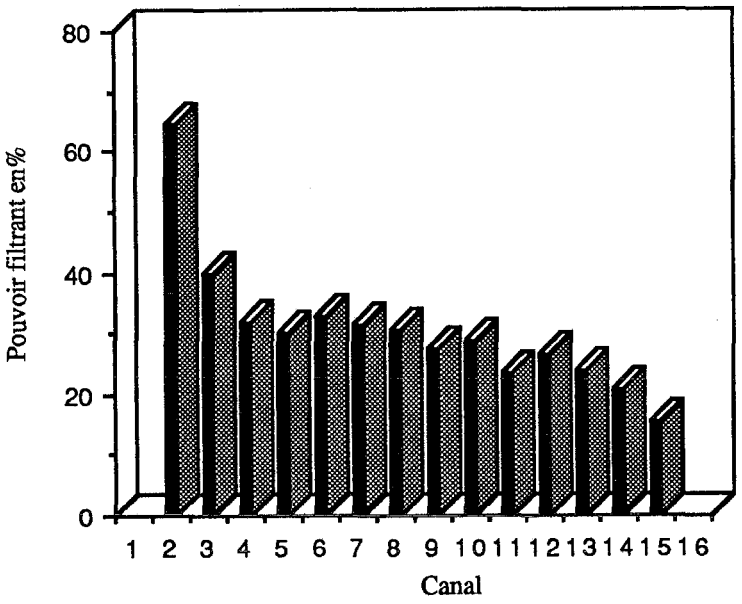


fig N°51
Pouvoir filtrant du NT monocouche (coccus)

1.3.3 Etude d'un non tissé trilamellaire

1.3.3.1 Etude du pouvoir filtrant

	Nt trilamellaire (talc)	Nt trilamellaire (coccus)
Perte de charge	175 mm d'eau	175 mm d'eau
Vitesse du flux	10 cm/s	10 cm/s
Fichier de bruit de fond	12 minutes	12 minutes
Fichier expérience	10 minutes	10 minutes
Injection	2,0 cm3 de talc	2,0 cm3 de coccus

fig N°52
Conditions opératoires

- Résultats

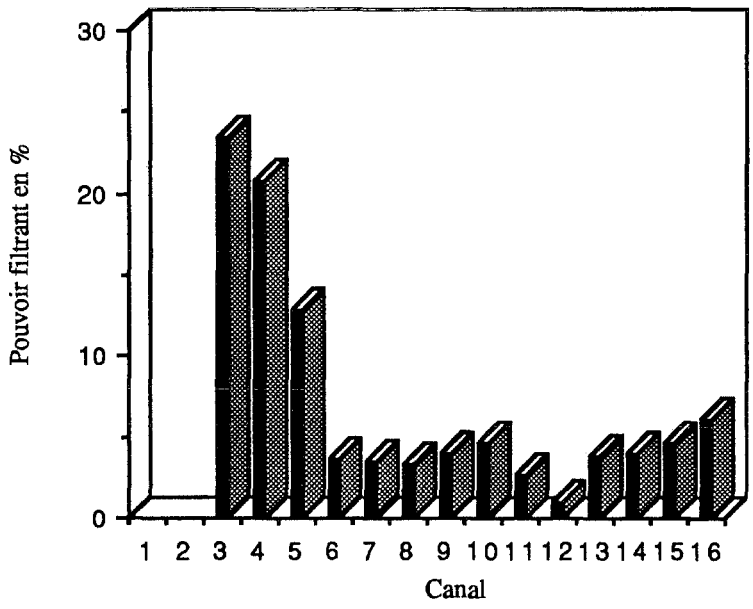


fig n°53

Pouvoir filtrant d'un non tissé trilamellaire (talc)

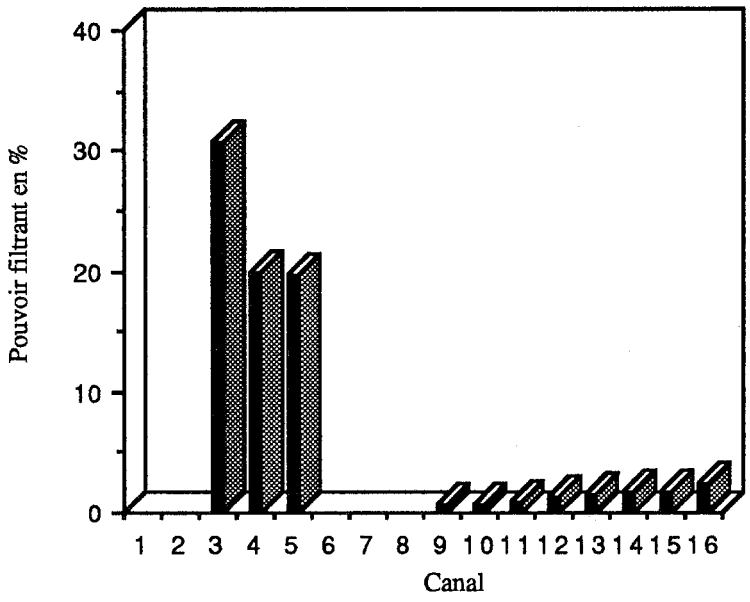


fig n°54

Pouvoir filtrant d'un non tissé trilamellaire (coccus)

1.3.3.2 Etude de relargage des non tissés

Les paramètres sont les suivants

	NT monocouche	Nt trilamellaire
Fichier de bruit de fond	10 minutes	10 minutes
Fichier expérience	20 minutes	20 minutes
Injection de particules	t= 0 minutes	t= 0 minutes
Arrêt de l'injection	t = 5 minutes	t = 5 minutes
Agitation de l'échantillon	t = 10 minutes	t = 10 minutes

fig n°55
Conditions opératoires

- résultats

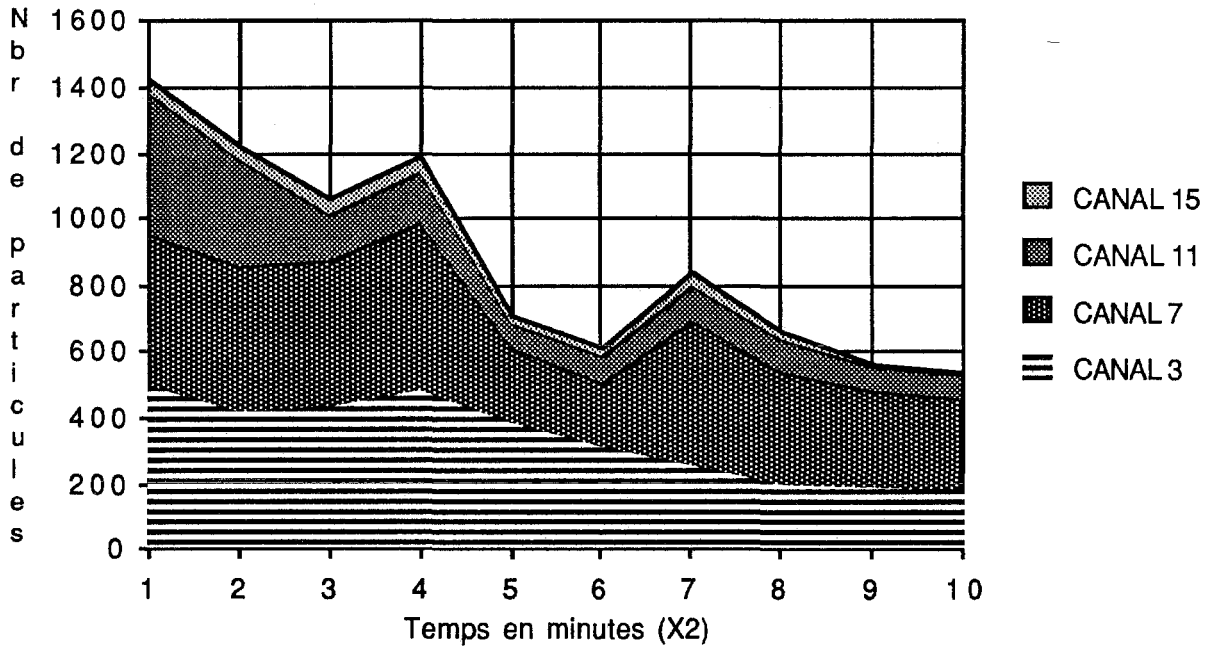


fig n°56
Courbe de relargage du non tissé trilamellaire

fig n°57

Courbe de relargage du non tissé monocouche

1.3.4 Etude des non tissés utilisés comme champs de table

1.3.4.1 Etude du pouvoir filtrant

	Champ de table bleu (talc)	Champ de table bleu (coccus)
Perte de charge	180 mm d'eau	180 mm d'eau
Vitesse du flux	10 cm/s	10 cm/s
Fichier de bruit de fond	12 minutes	12 minutes
Fichier expérience	10 minutes	10 minutes
Injection	2,0 cm3 de talc	2,0 cm3 de coccus

fig n°58

Conditions opératoires

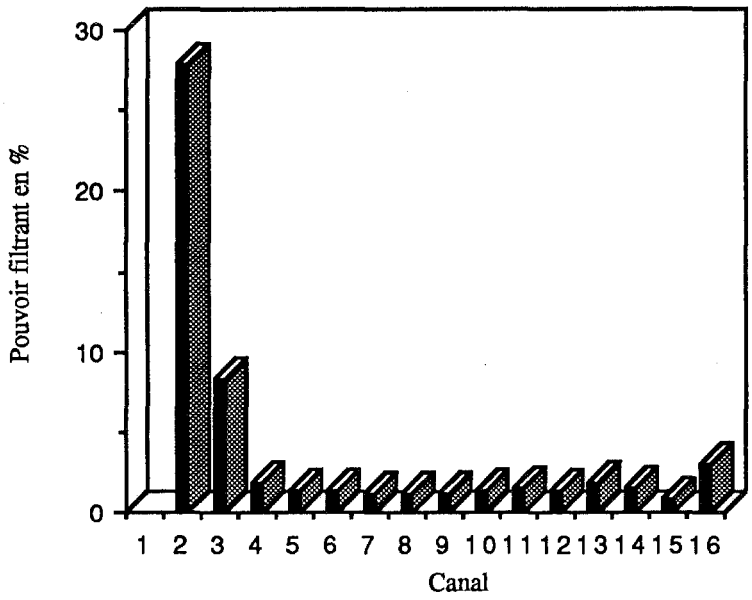


fig n°59

Pouvoir filtrant d'un champ de table non tissé bleu (talc)

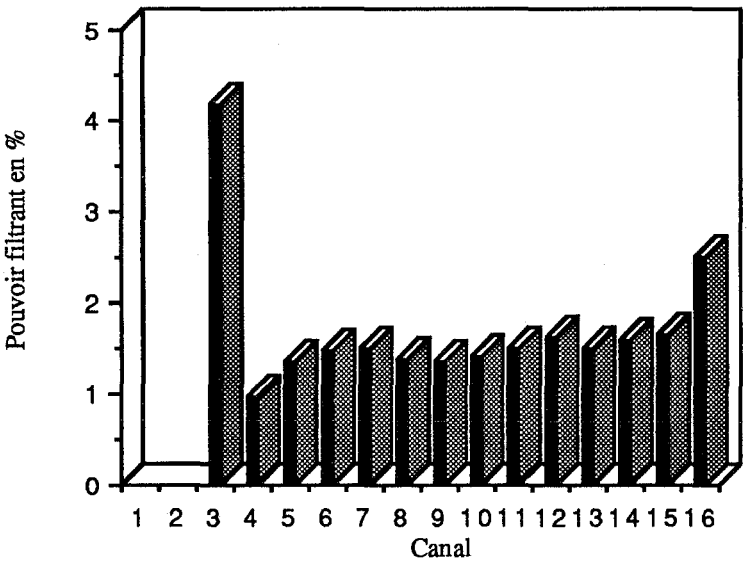


fig n°60

Pouvoir filtrant champ de table bleu (coccus)

	Champ de table vert (talc)	Champ de table vert (coccus)
Perte de charge	175 mm d'eau	175 mm d'eau
Vitesse du flux	10 cm/s	10 cm/s
Fichier de bruit de fond	12 minutes	12 minutes
Fichier expérience	10 minutes	10 minutes
Injection	2,0 cm3 de talc	2,0 cm3 de coccus

fig n°61
Conditions opératoires

- Résultats

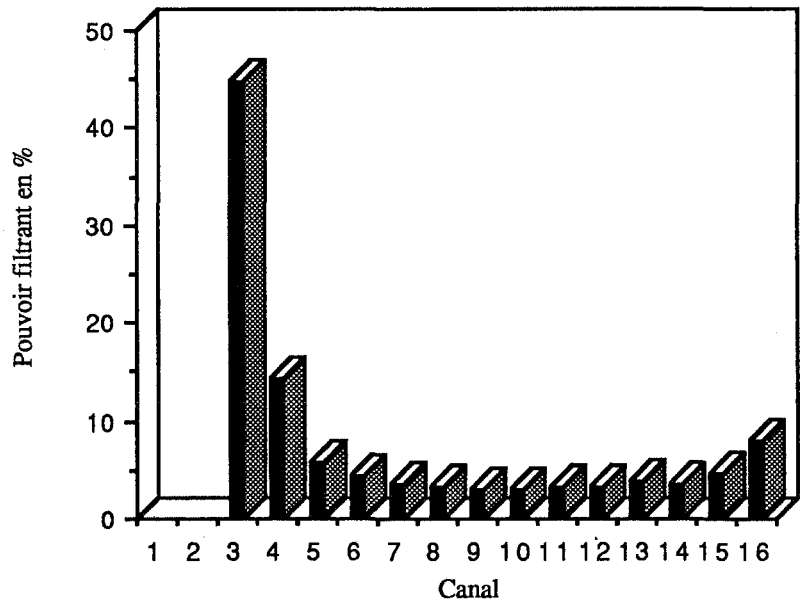


fig n°62
Pouvoir filtrant d'un non tissé vert (talc)

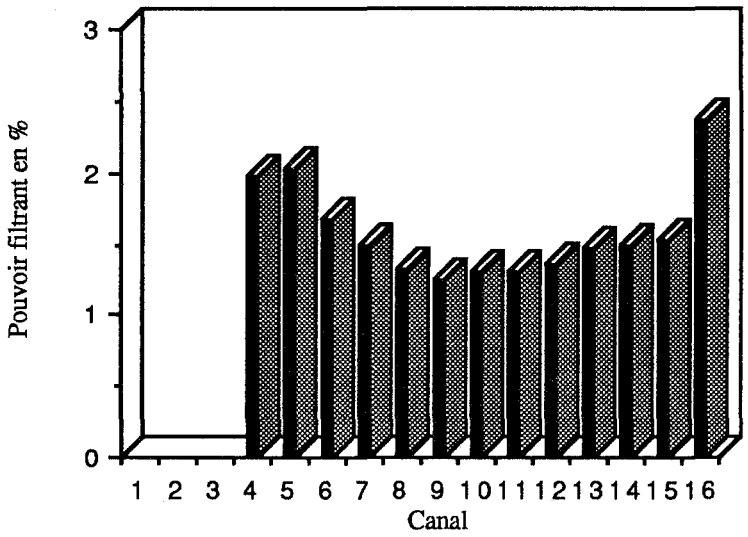


fig n°63
Pouvoir filtrant d'un NT vert (coccus)

1.3.5. tissu 100% polyester "EUROMICRON"

1.3.5.1 Etude du pouvoir filtrant

Les paramètres de l'étude sont les suivants.

	Euromicron
Perte de charge	170 mm d'eau
Vitesse du flux	10 cm/s
Fichier de bruit de fond	12 minutes
Fichier expérience	10 minutes
Injection	1,8 cm3 de talc

fig n°64
Conditions opératoires

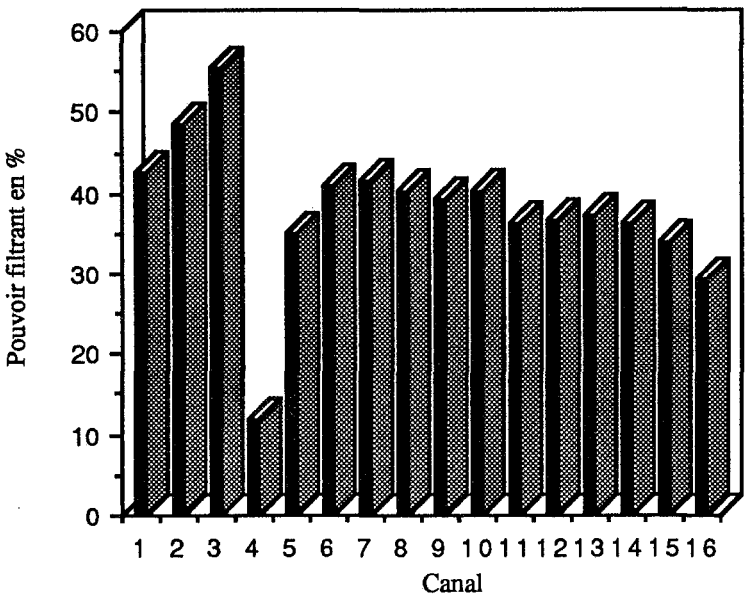


fig n°65
Pouvoir filtrant Textile "Euromicron"

1.3.5.2 Etude de relargage

	Euromicron
Fichier de bruit de fond	10 minutes
Fichier expérience	30 minutes
Injection de particules	t = 0 minutes
Arrêt de l'injection	t = 10 mintes
Agitation de l'échantillon	t = 6 minutes

fig n°66
Conditions opératoires

- résultats

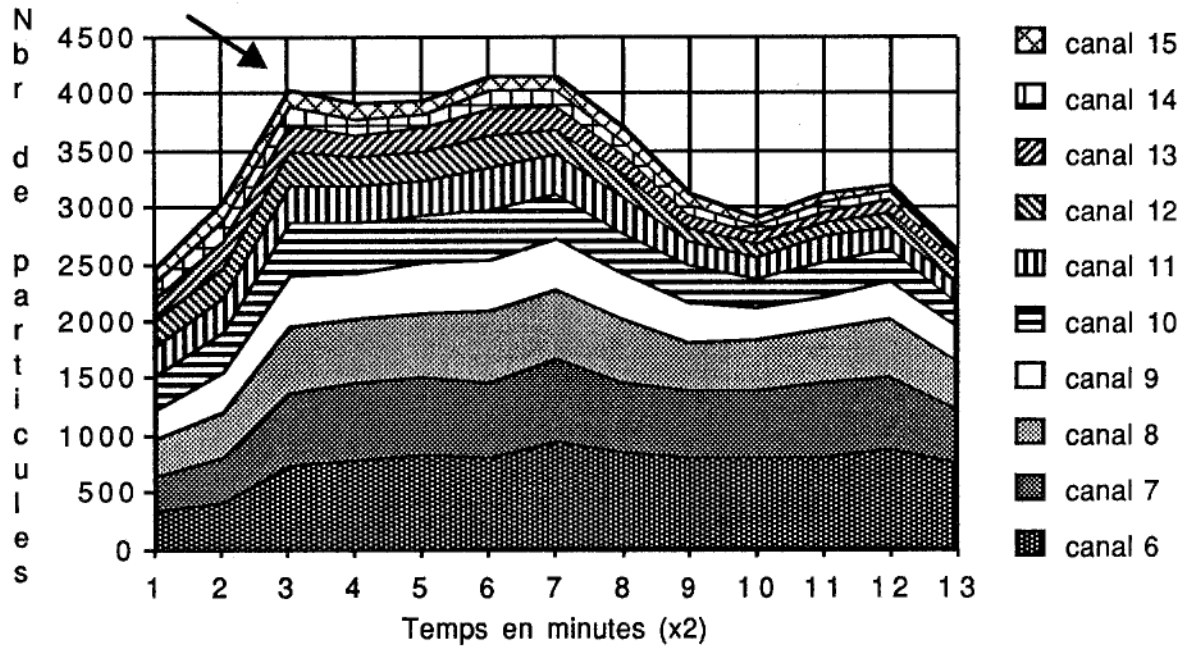


fig n°67
Courbe de relargage : "Euromicron"

1.4 Discussion

1.4.1 Etude de comparaison des textiles

Tous ces résultats sont issus d'expériences répétées. Globalement on observe que :

- les non tissés ont des performances de filtration bien supérieures. La zone intéressante, en ce qui concerne la filtration des bactéries à proprement parler, se situant entre le canal 5 et le canal 10 on peut observer un maximum d'efficacité des non tissés dans cette zone.

- le coton tétra dont le tressage de type "chevron", est constitué de deux couches croisées, filtre les particules pratiquement deux fois mieux que le coton cretonne traditionnel.(fig n°68)

- le non tissé trilamellaire (fig n°69), dont l'une des couches est constituée d'un dépôt de polyéthylène a un effet de filtration bien supérieur à un non tissé de type monocouche ; cette couche de polyéthylène étant directement responsable de cette filtration. Le schéma suivant permet de mettre en évidence cette supériorité.

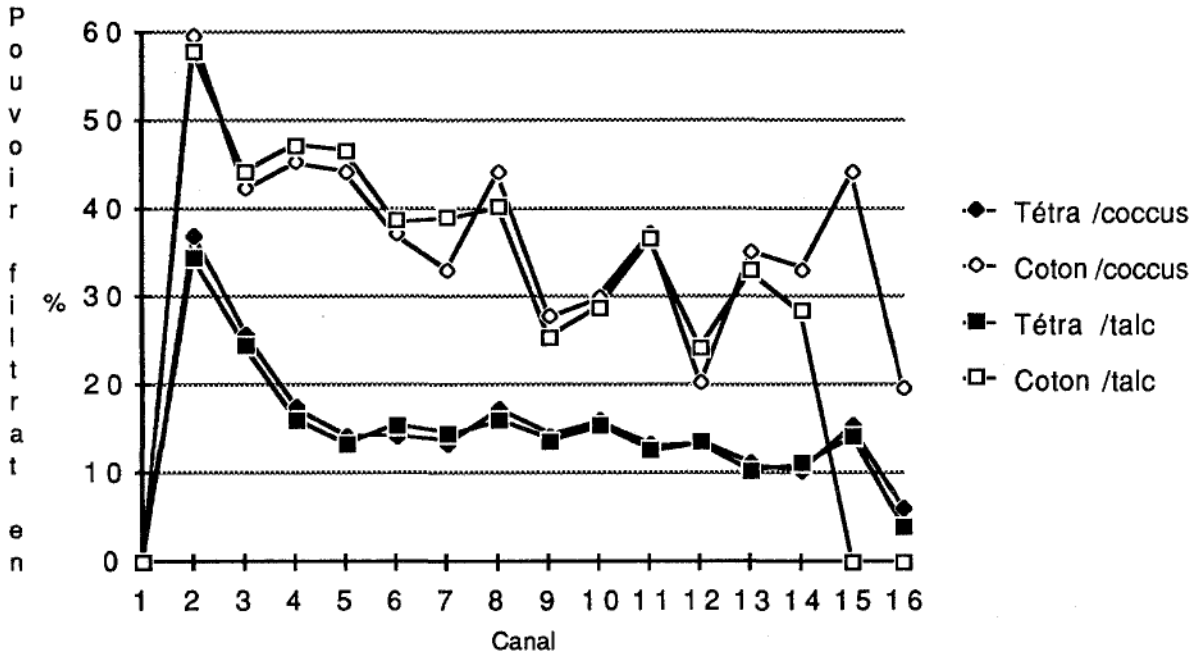


fig n°68
Comparaison du pouvoir filtrant des cotons

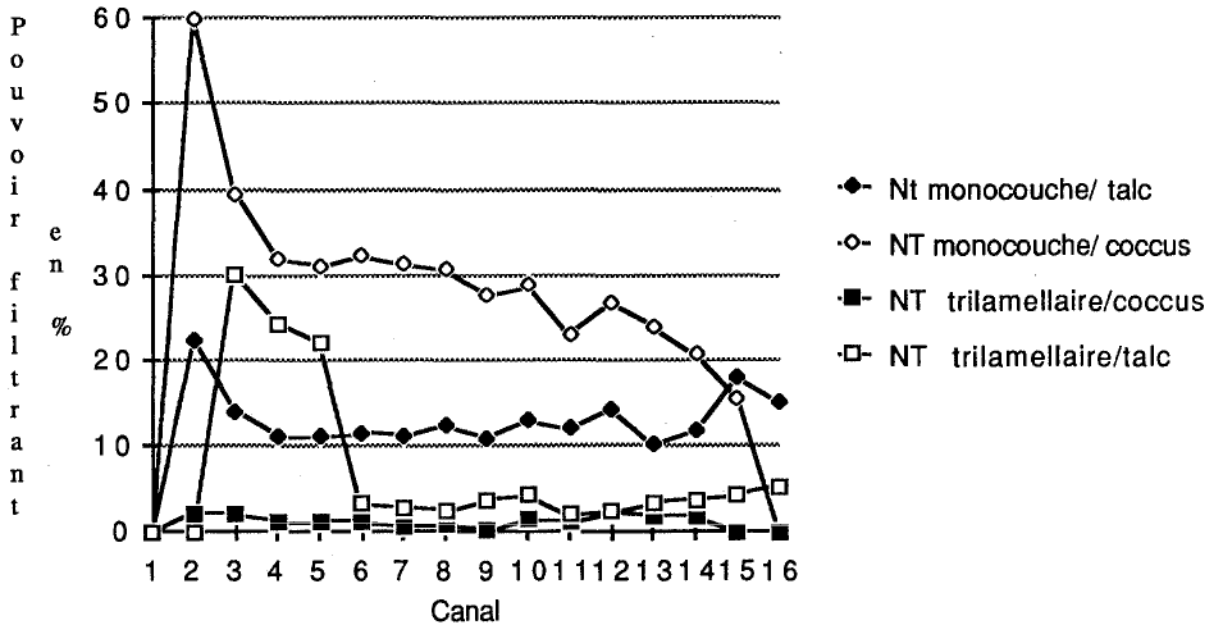


fig n°69
Comparaison du pouvoir filtrant des Non Tissés

Pour une analyse des résultats plus poussée, il convient de scinder l'échelle de taille en trois parties:

-Les particules dont la taille est supérieure à 3 µm pour lesquelles (8) l'effet d'inertie est primordial

-Les particules dont la taille est comprise entre 1 et 3 µm (taille où l'effet d'inertie diminue et où l'effet d'interception apparaît.)

-Les particules de taille inférieure à 1 µm pour lesquelles la diffusion prime.

Les effets de filtration que nous venons d'énumérer sont en relation directe avec la densité des fibres de l'échantillon, connaissant la structure intime des non tissés, il n'est pas étonnant qu'ils retiennent ainsi, bien les particules.

Dans tous les cas de figure (figure 68 et 69) on observe un pic au niveau du canal 2. Ce pic correspond au "trou de filtration" situé à 0,3 µm. Il correspond à la dimension critique la plus difficile à capter pour un filtre. Il apparaît quand même que, dans le pire des cas, on arrive à filtrer à ce niveau

40% des particules avec un coton et de l'ordre de 95% avec un non tissé doublé de polyéthylène.

Pour les quatre échantillons, on observe une augmentation du pouvoir filtrant, au niveau du canal 16 cet abaissement est dû à l'effet d'interception, la taille des particules se rapprochant de celle des fibres.

La vitesse du flux étant de 10 m/s en moyenne, l'effet d'inertie sera favorisé, les particules captées sont soumises aux forces de VAN DER WAALS qui les retiennent à la fibre ; la force liée au flux étant alors insuffisante pour les arracher des fibres.

Dans le cas des cotons il semble que les particules de talc et de coccus réagissent de façon similaire avec les échantillons. Pourtant la répartition des charges électrostatiques, la structure microscopique de ces deux types de particules est différente, et l'on constate que les fibres de coton réagissent de façon similaire (aspect des courbes parallèles).

Par contre les non tissés monocouches hydrophobes retiennent mieux les particules de talc (de structure quasiment cristalline) que celles de coccus. Les liaisons de VAN DER WAALS induites sont différentes, ce qui peut expliquer la variation de filtration.

C'est bien la structure des fibres et leur traitement de surface qui paraît responsable de leur réactivité face aux particules de différentes natures.

Tout en connaissant les mécanismes de filtration, il est facile de comparer leurs effets sur deux textiles, de manière globale, sans pour au moins expliquer les phénomènes intimes de structure, de charges électrostatiques, liés aux particules. Par contre la composition des fibres renseigne quant au comportement textile face à l'aérosol. Par exemple les cotons, constitués à 100% des mêmes fibres ont un comportement qui ne varie pas en fonction des aérosols. Par contre deux non tissés d'origine différente donc de composition différente réagissent de manière variable selon l'aérosol utilisé (aspect dissocié des courbes).

1.4.2 Etude des champs de table

Les échantillons testés sont deux produits de même composition. Ils sont tous deux constitués d'une couche de non tissé absorbant et doublés d'une couche de polypropylène qui permet une étanchéité parfaite et une résistance aux contraintes mécaniques (déchirures et chocs ponctuels occasionnés par l'instrumentation).

Pour ces deux échantillons de structure quasiment identique on peut dire que c'est le revêtement plastique de la face inférieure qui permet d'obtenir un parfait effet barrière.

On observe des pics importants dans les petits canaux correspondant au trou de filtration.

1.4.3. Etude de la filtration d'un tissus 100% polyester

On constate que cet échantillon n'a pas un fort pouvoir filtrant. Il est similaire à celui d'un coton . Cette faiblesse semble dûe à son tressage peu homogène et à l'ouverture des pores.

1.4.4. Etude de la perte de charge

Perte de charge observées:

-1- coton cretonne	85 mm d'eau
- 2- coton tétra	135 mm d'eau
- 3- non tissé monocouche	85 mm d'eau
- 4- non tissé trilamellaire	175 mm d'eau
- 5- tissu 100% polyester "EUROMICRON"	170 mm d'eau

Une forte perte de charge n'est pas systématiquement synonyme de meilleure filtration. Ce n'est pas parce qu'un textile s'oppose peu à un flux d'air chargé de particules qu'il ne les arrête pas. Il s'avère que les textiles 1 et 3 ont la même perte de charge et que 3 est une bien meilleure barrière que 1.

1.4.5. Effet de relargage particulaire:

L'histogramme cumulé du nombre de particules par canal permet de mieux apprécier le temps nécessaire au relargage ainsi que son importance. Les courbes suivantes permettent de visualiser les différents types de relargage particulaire face à un aérosol de talc (fig 47 48 56 67).

Le choix des canaux 3,7,11,15 permet d'obtenir un échantillonnage de particules.

On observe alors que chaque type de textile à un comportement différent face à l'agitation. D'une manière générale, les cotons relarguent beaucoup plus de particules que les non tissés. Les particules ont pour origine : l'aérosol mais aussi la texture de l'échantillon lui même.

Il faut distinguer deux comportements des textiles :

1- Le relargage en deux temps
2- Le relargage unique

Les différentes courbes de relargage permettent de comparer les échantillons entre eux. On voit ainsi que la structure des fibres peut varier et que le comportement face au relargage est commun. C'est le cas des échantillon de non tissé trilamellaire, de coton tétra, cretonne, et de tissus polyester. Seul le comportement face au relargage, sur le plan qualitatif est possible ; sur le plan quantitatif la réalité est différente.

On peut classer les performances des textiles en fonction des pourcentages de réémission. La comparaison de ces pourcentages ne peut être envisageable que par rapport au nombre total de particules au maximum du premier pic. Le tissu le plus performant a un seul pic de réémission de faible amplitude.

En ce qui concerne le relargage unique du non tissé monocouche, on peut affirmer que ses performances sont moyennes restant largement supérieures à celles des cotons.

Dans l'ordre d'efficacité de ces quatre échantillons testés on peut dire que le tissu polyester est plus performant que les non tissés et que le coton. Le schéma suivant permet de comparer tous les échantillons testés.

Type de textile	Temps de premiére réemission	Temps de seconde réemission	% de relargage 1 er émission	% de relargage 2 éme émission	Efficacité
Coton	2 mn	8 mn	87,5	37,5	
Tétra	8 mn	14 mn	78	60	
NT monocouche	2 mn	14 mn	64	31	
NT trilamellaire	4 mn	--	75	- -	
Polyeter Euromicron	4 mn	20 mn	5	25	

fig n°69
Tableau comparatif des échantillons testés

Les pourcentages obtenus et plus précisément leur somme, dans le cas d'un double relargage permet d'estimer la qualité des tissus testés.
Ce test confirme bien que le polyester est le tissu qui relargue le moins les particules. En effet ce genre de tissu est utilisé en routine pour les tenues de salles blanches de seuil de contamination très élevé.

Cet échantillon présente donc un faible effet de relargage mais aussi un faible pouvoir filtrant. Les fibres polyester sont donc capables de retenir les particules mais la faiblesse du pouvoir filtrant montre l'importance du tissage.

Cette étude du pouvoir filtrant et de relargage, appliquée aux champs opératoires permet de montrer que le comportement des non tissés, face à un aérosol de particules polydispersées, semble plus adapté à un usage opératoire qu'un matériau comme le coton quelque soit son tissage. Il

apparaît donc que l'efficacité des non tissés et en particulier des non tissés doublés d'une couche de polyéthylène est supérieure

En conclusion, à la vue des résultats, on peut dire que le concept des non tissés répond bien aux exigences d'une utilisation en bloc opératoire.

Cette étude pourrait aussi, être utilisable pour une étude des tenues de blocs opératoires. En effet ce sont pratiquement les mêmes matériaux qui sont employés, les paramètres que nous avons définis étant exploitables de la même façon pour une comparaison des deux concepts.

Type d'échantillon	Effet barrière	Relargage	Résultats
Coton Cretonne	+	+	+
Coton tétra	++	++	++
Non tissé monocouche	+++	+++	+++
Non tissé trilamellaire	++++	++++	++++

+ Faible Efficacité ++ Efficacité moyenne +++ Bonne Efficacité
++++ Excellente Efficacité

fig n° 70
Conclusion

SECOND CHAPITRE

ETUDE ECONOMIQUE : COMPARAISON DES COUTS ENTRE DRAPAGE COTON ET DRAPAGE NON TISSES

Ce projet d'étude économique s'inscrit dans le cadre d'une évolution technique actuelle, ainsi que pour répondre à des besoins d'adaptation d'un service de soins (les blocs opératoires).

il correspond à deux impératifs

- un impératif technique qui comme nous l'avons vu montre la supériorité sur le plan théorique des non tissés face au coton traditionnel.
- un impératif économique qui s'inscrit dans une étude menée sur la restructuration de la buanderie du C.H.R.U de Grenoble. Or, l'importance des effectifs actuellement en place pour le traitement du linge, conduit nécessairement à envisager l'utilisation de linge en non tissé en remplacement du linge textile.

Cette utilisation aurait pour buts:

- une qualité des produits livrés
- une économie de temps et de gestion
- un gain de personnel
- une souplesse d'emploi
- une sécurité d'asepsie

Cependant, en raison de la nouveauté du concept et des produits, de l'importance des dépenses engagées, l'étude devrait permettre de recenser les critères objectifs de décision entre "acheter" ou "fabriquer"

Les objectifs de l'étude étaient les suivants:

- Obtenir une évaluation détaillée du coût d'utilisation des champs opératoires traditionnels. (lavage, stérilisation)

- Mettre à profit l'analyse de cette évaluation pour étudier les conditions d'utilisation de ces champs afin de pouvoir comparer leur coût de fonctionnement face à celui du non tissé dans six secteurs d'activité.

- Estimer enfin le coût de fonctionnement de six blocs opératoires en utilisant le drapage en non tissés. Le calcul porte sur 5500 opérations chirurgicales.

La comparaison de ces deux évaluations permettra:

- D'évaluer les conditions nécessaires pour un passage éventuel aux non-tissés

- De fournir un rapport financier utilisable pour les services économiques de l'hôpital.

- D'estimer les économies possibles qui pourraient être faites au niveau des coûts de personnel, de matériel consommable, ainsi que de matériel amortissable. Elle permettra l'identification des tâches supprimées, modifiées ou redéployées en cas de passage à l'usage unique.

L'étude se divise en trois parties :

-1- étude du coût de fonctionnement de la buanderie. Les dépenses sont ramenées à un prix au kilo de champ opératoire.

-2- étude du coût de stérilisation par la méthode des points déjà utilisée en 1985

-3- après recensement des opérations pratiquées pendant l'année 1987 sur six blocs, chiffrer de façon comparative l'utilisation du coton traditionnel d'une part, et d'autre part l'utilisation des non tissés.

2.1. PRESENTATION DU C-H-R-U DE GRENOBLE (A. MICHALLON)

Cet hôpital a été construit en 1972 sur le modèle des hôpitaux monobloc avec à sa périphérie quelques pavillons satellites.

On dénombre :

2800 lits
5500 interventions annuelles pour les six blocs sélectionnés
920 lits de chirurgie
64 chirurgiens
5500 employés
15 blocs de spécialités
36 salles d'opérations

Tous les blocs opératoires sont concentrés au premier étage du bâtiment. Cet étage est divisé en deux tranches . Au sein de ces tranches on trouve les différents secteurs d'activité.

Les 920 lits de chirurgie englobent les services suivants

- chirurgie digestive
- urologie
- neurochirurgie
- chirurgie générale et infantile
- chirurgie cardiaque
- services des urgences chirurgicales
- ophtalmologie
- chirurgie maxillo-faciale
- chirurgie septique
- chirurgie ORL
- orthopédie nord
- gynécologie maternité hôpital nord
- gynécologie maternité sud
- orthopédie traumatologie hôpital sud

Il est à noter que les services de l'Hôpital Sud sous-traitent le lavage du linge et que la stérilisation est faite dans un circuit différent ;

cette opération ne rentre pas dans les attributions du service de stérilisation centrale de l'Hôpital Michallon.

Cas de la maternité nord

Ce service profite des services de la buanderie de l'hôpital, mais possède son propre service de stérilisation et de ce fait n'entre pas dans les quota de la stérilisation centrale.

Cas du bloc orthopédie traumatologie

En dehors des produits standards fournis par la stérilisation centrale, ce bloc est équipé avec le système de champs non tissés . Ces champs sont achetés par la C.AM.S.P, depuis 1981, date d'apparition de ce concept à l'hôpital Michallon chez le Professeur BUTEL.
La stérilisation centrale sert d'intermédiaire entre les blocs et la C.A.M.S.P; elle est aussi chargée de contrôler l'approvisionnement et le suivi des consommations.
La courbe suivante permet de montrer la consommation depuis 1981

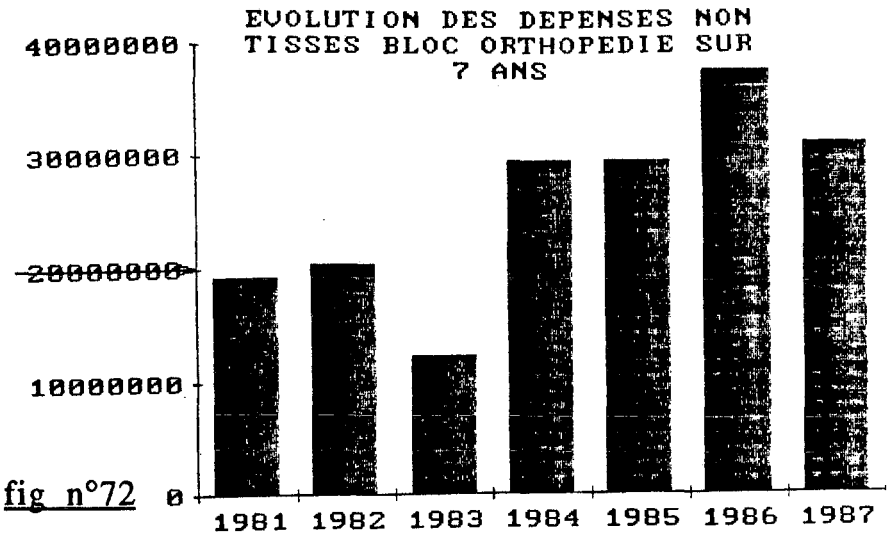


fig n°72

On voit nettement la surconsommation de 1986 due à un "gaspillage" dans l'utilisation des produits.

Pour lutter contre les abus de gaspillage il a été instauré le système du 1/12 ème. Ce système consiste à ne livrer que 1/12 ème du marché initialement prévu tous les mois.
L'instauration de ce système a permis de limiter cette surconsommation au début 1987. Il est entendu aussi que, sauf activité exceptionnelle et justifiée, le bloc est équipé à nouveau en système de linge traditionnel, si le service ne respecte pas cet engagement.

Le choix de trousse universelle a été décidé afin de limiter la variété des références, tout en ayant à disposition des champs à l'unité servant soit de champ principal soit de complément.

2.1.1. Les services entrant dans le circuit du linge

2.1.1.1. Le service de stérilisation

Le service de stérilisation centrale est au second étage, donc près des blocs opératoires afin de diminuer toute manipulation superflue. Au sein de chaque secteur d'activité il y a des armoires de stockage afin de permettre un stock tampon d'une journée en fonctionnement intensif.

2.1.1.2. La buanderie

La buanderie se trouve à l'extérieur du bâtiment dans un pavillon séparé. Ce service traite le linge opératoire ainsi que le linge des services à l'exception d'une partie des vêtements du personnel qui est sous-traitée par un organisme privé.

2.2. APPROCHE MICRO-ECONOMIQUE

2.2. 1. Etude du coût de lavage

2.2.1.1. Les postes de la buanderie

Tous les jours le linge opératoire est transféré au service de la buanderie. Ce linge est contenu en vrac dans des sacs de toile nylon. Ces

sacs renferment à la fois des champs opératoires de différentes tailles ainsi que des sarraus. Tout ce linge a été utilisé la veille dans les blocs opératoires. Les sacs sont collectés dans un camion mis à la disposition du service de la buanderie. C'est ce même camion qui va livrer les champs propres et pliés ainsi que les sarraus ; cette fois le linge est stocké sur de grands chariots (Annexe 9).

2.2. 1.1.1 Triage du linge opératoire

Le linge opératoire est entièrement traité le jour même. Il est à noter que le tri du linge opératoire se fait séparément des autres catégories de linge.
Ce tri a pour but de séparer les champs des sarraus ainsi que de trier les champs de différentes tailles. De cette façon on sépare le linge plat du linge en forme. Cette notion de linge plat ou en forme est très importante car le circuit de lavage est tout à fait différent suivant le type. Les coûts engagés vont varier lorsqu'ils seront ramenés à l' unité (le kilo de linge lavé).

Il existe trois tailles de champs, à l'intérieur d'une même catégorie il peut y avoir des pièces fendues ou non.
Cette sélection par taille a pour but de laver simultanément tous les champs d'une même catégorie afin de pouvoir les passer ensemble dans la calandreuse. En effet suivant les surfaces de champs, le nombre de personnes employées au calandrage varie.

2.2.1.1.2. Lavage du linge

Le linge trié passe dans la machine à laver par tambour de 60 kilos chacun. Lorsqu'un cycle démarre on obtient 60 kilos de linge toutes les 10 minutes. Le cycle dure au minimum 75 minutes dès lors qu'il est commencé.

Un cycle complet comprend lavage, rinçage et enfin essorage. Lorsque la machine à laver fonctionne à temps complet, il sort 60 kilos de linge toutes les 10 minutes.

Dès la sortie du linge de la chaîne de lavage, un employé le prépare au calandrage ; il déplie les champs et défait les noeuds créés par le brassage du rinçage. Cette opération à pour but d'accélérer le calandrage.

2.2.1.1.3. Calandrage

La machine est constituée de grands cylindres entre lesquels vont passer les champs mais aussi les draps. A l'intérieur de ces cylindres circule de la vapeur qui chauffe le linge. Les champs sont passés les uns après les autres par plusieurs employés.

Pour passer dans la calandreuse un champ de 60 x 60 cm, il faut trois personnes tandis que pour un champ de 160 x 180 cm six personnes sont nécessaires. Deux pour placer la pièce de linge sur les rouleaux, deux pour maintenir le champ à plat et le tendre, et enfin deux pour le recueillir au bout de la chaîne.

2.2.1.1.4. Réception du linge au bout du calandrage

Deux personnes récupèrent les pièces une à une, les groupent par dix et les entreposent sur les chariots.

2.2.1.1.5. Pliage définitif

Tout le linge traité est transféré dans une autre salle; là, une dernière équipe vérifie son état, le replie une dernière fois et le charge sur les chariots par type de taille.

2.2. 1.1.6. Livraison

Les chariots sont entreposés puis sont livrés en début d'après midi. L'opération de lavage aura duré une matinée et aura permis de laver tout le linge utilisé la veille dans les blocs opératoires.

2.2.1.2. Etude en temps réel

2.2.1.2.1. Les paramètres

Les paramètres pris en compte dans le calcul pour chaque étape référencée sont :

- Le temps :

C'est le temps nécessaire à chaque opération de lavage.

- Le nombre d'employés :

C'est le nombre d'employés affectés à chacune de ces opérations.

- La quantité de linge

C'est le poids de linge traité pendant la journée

2.2.1.2.2. Les relevés horaires

Tous les relevés ont été faits pendant la semaine du 11 avril 1988 au 15 avril 1988. L'activité durant ce mois reflète bien une activité moyenne des blocs opératoires.

Tous ces temps ont été donnés par le personnel lui-même, ces valeurs également soumises à la surveillante du service sont moyennes et donc objectives.

2.2.1.2.3. Mise au point

Les poids relevés par le secteur buanderie sont des poids de linge sale. La pesée s'opère lors du tri. On estime la différence de poids entre linge propre et linge sale à moins de 4%. En vue de simplifier le calcul, on admettra les valeurs comme égales.

2.2.1.2.4. Résultats

En utilisant les relevés journaliers de poids de linge traité par ce service durant l'année 1987, il est possible de calculer le poids moyen de linge opératoire lavé. voir relevés de 1987 (Annexe 10)

Le linge opératoire comme nous l'avons vu se répartit en deux catégories.

Le poids moyen annuel est de 760 kilos répartis en sarraus, champs opératoires et autres accessoires de blocs (pyjamas, bottes)
soit :

Sarraus	210 Kilos	soit 28%
Champs	300 Kilos	soit 39 %
Accessoires	125 Kilos	soit 33%

Grâce à la pesée de champs neufs et usagés des années 1986 et 1987 (de qualité légèrement différente) on trouve pour chaque taille de champs les poids suivant :

champ de 60 X 60 cm	55 grammes
champ de 90 x 120 cm	120 grammes
champ de 160 x 180 cm	380 grammes

Ces poids tiennent aussi compte de la qualité du coton, tissage "cretonne" ou "tétra"
Tenant compte de ces poids unitaires on estime à :

35%	la quantité de champs 160 x 180 cm
35%	la quantité de champs 90 x1 20 cm
30%	la quantité de champs 60 x 60 cm

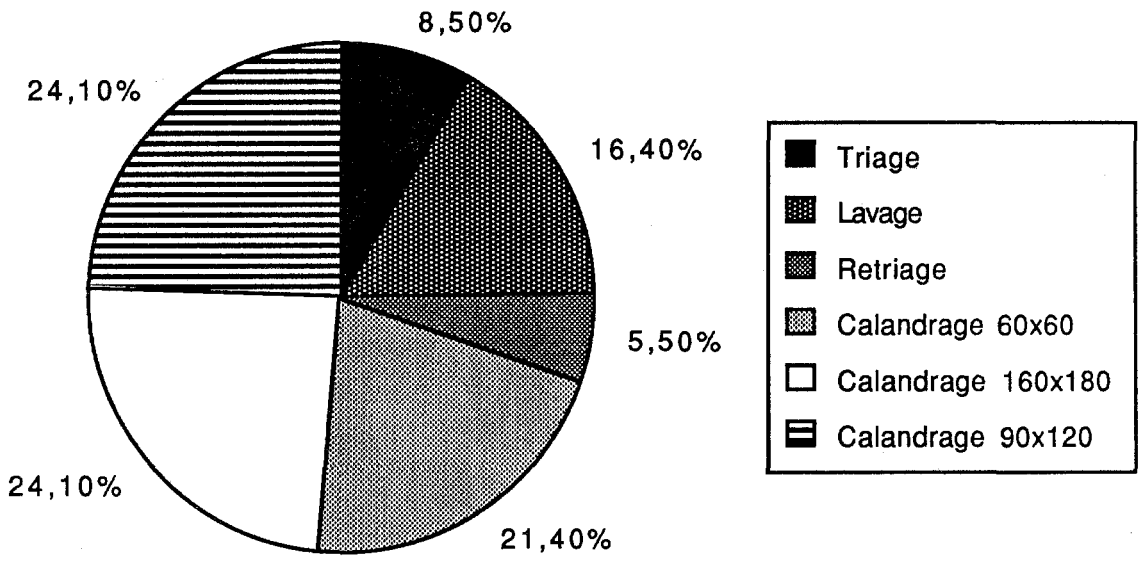
Donc pour 300 kilos de champs on estime le temps de chaque opération à :

Triage du linge	78 minutes
Temps de lavage	150 minutes
Temps de mise en forme	50 minutes
Temps de calandrage des champs:	
- 60 x 60 cm	195 minutes
- 90 x 120 cm	220 minutes
- 160 x 180 cm	220 minutes
Temps de pliage	120 minutes
TOTAL	1033 Minutes

Soit 17,2 Heures

En conclusion il faut 17,2 heures pour laver 300 kilos de champs.

La répartition des temps de chaque opération est la suivante .:



Répartition des temps de traitement buanderie

Figure n°73

2.2.1.3. Calcul des clefs de répartitions

2.2.1.3.1 Clefs de répartition relative au temps : C1

Le secteur buanderie emploie 85 personnes. Le temps théorique de travail de tout le service est de 169 heures par mois pendant 12 mois.

c'est à dire:

12 x 169 x 85 =176 800 heures/an

Le temps passé au lavage des champs est de :
17,2 x 260 (jours ouvrables) = 4 472 heures

$$C1 = \frac{4\ 472}{176\ 800} = 0{,}0252$$

C1 = 2,52%

Ce pourcentage sera utilisé pour le calcul des frais de personnel .

2.2.1.3.2. Clef de répartition relative au poids : C2

En reprenant une nouvelle fois les relevés des poids de linge traité pendant l'année 1987 en fonction du nombre de jours ouvrables, on obtient les résultats suivants :

Le poids moyen de champs lavés en 1987 est de 300 kilos par jour tandis que le poids de linge traité quotidiennement est de 6 808 kilos.

C2 : clef de répartition relative au poids permettant le calcul des frais généraux et des autres charges .

$$C2 = \frac{300\ kg}{6808\ kg} = 0{,}044 \quad \text{soit } 4{,}4\ \%$$

2.2.1.4. Application au calcul du coût de lavage

2.2.1.4.1. Frais supplémentaires

On connaît le coût du transport ramené au kilo de linge qui est de 0,78 francs. Ce coût tient compte du salaire des employés, du carburant et de l'amortissement du véhicule ; il est le même pour les champs opératoires que pour les sarraus.

On calculera donc ce coût en multipliant 0,78 francs par 300 (kilos de champs) par jour, multiplié par le nombre de jours ouvrables.

2.2.1.4.2. Comptes administratifs appliqués au linge opératoire

Les rubriques administratives et leurs références sont les suivantes.

(voir détail annexe n°12)

Frais généraux

H600	394,98 Fr
H602	281,18 Fr
H603	571,20 Fr
H605	332 740,60 Fr
H607	994,90 Fr
H609	8194,58 Fr
TOTAL T1 :	345 177,44 Fr

FRAIS DE PERSONNEL

H610	19 625,03 Fr
H611	283,43 Fr
H612	4 716,31 Fr
H614	58 994,83 Fr
H616	7 906,62 Fr
H618	12 452,81 Fr
H619	4 002,75 Fr
H620	19 625,03 Fr
TOTAL T2	286 455,46 Fr

AUTRES CHARGES

H634.3	45 110,88 Fr
H631	28 606,21 Fr
H633	4 356,86 Fr
H638	1 633,87 Fr

H643	62,10 Fr
H650	147,13 Fr
H662	914,33 Fr
H682	31 341,05 Fr
H634.0	10 676,30 Fr
H634.1	6 919,53 Fr
H670	3 793,43 Fr
H685	872,88 Fr
TOTAL T3 :	134334,57 Fr

RECETTES EN ATTENUATIONS

H720	1 706,10 Fr
H761	2 209,81 Fr
H767.9	8 525,96 Fr
H768	34,80 Fr
H769	3 396,20 Fr
TOTAL T4	15 872,87 Fr

Le résumé des coûts correspond à l'annexe n°13

2.2.2. Coût du badge

Tout le linge opératoire est badgé afin d'être reconnu. Le C.H.R.U de Grenoble a fait l'acquisition d'une machine spéciale pour cet usage. L'amortissement de cette machine est calculé sur cinq ans, on estime ce coût à 2 835,10 Fr.

On calcule le temps passé à badger le linge, opération qui se pratique tout au long de l'année dès lors que les pièces de linge sont mises en circulation. Le nombre de pièces qui sont badgées correspond à ce qui est acheté neuf pendant l'année 1987.

Le prix des fournitures de base est constitué par les transferts achetés pour le marquage du linge. Enfin on estime un forfait des frais

généraux qui correspond à un pourcentage relatif aux 150 heures nécessaires à cette tâche. Les recettes en atténuations sont aussi fonction de ce même pourcentage.
On obtient le coût suivant : (Annexe n° 14)

2.2.3. Coût du raccommodage

On estime que cette activité occupe une personne à temps plein ce qui engage au niveau de son salaire et des charges générales la somme de 140 000 francs. Un plein temps correspond à 1,14% de l'activité générale du service. Les autres charges s'élèvent à 8 236,03 Fr. Ces charges représentent en majorité l'amortissement des machines à coudre. Enfin les frais généraux représentent les charges fixes calculées sur la base d'un plein temps, elles englobent l'électricité, le chauffage et tout le matériel de réparation (toiles de réparation , fils ...).

on obtient le coût suivant (Annexe n° 15).

2.2.4. La stérilisation centrale

La vocation de ce service est de fournir du matériel exempt de germes dans le but de favoriser la prévention des infections, apporter au malade une sécurité ainsi qu'une qualité des soins. Enfin ce service doit associer efficacité et rapidité.

2.2.4.1. Présentation du service

La stérilisation centrale a pour rôle de transformer un objet à usage multiple en un produit stérile directement utilisable en aval. Ce produit sera exempt de germes, assurant ainsi une sécurité absolue. Pour ce qui est du linge opératoire, ce service a pour fonction la fabrication de packs ainsi que leur stérilisation (Annexe 9).

2.2.4.2. Equipement

2.2.4.2.1. Stérilisation

Ce service est équipé de différents stérilisateurs

- Pour la stérilisation par voie sèche : de 2 poupinels.

- Pour la stérilisation par voie humide : de 3 autoclaves à chargement automatique d'un volume utile de 200 litres chacun, ainsi que d'un autoclave à chargement manuel de 600 litres.

- Pour la stérilisation par gaz : d'un autoclave à l'oxyde d'éthylène à chargement manuel de 2 000 litres de volume utile.
On trouve aussi un autoclave mixte vapeur formol de 200 litres.

2.2.4.2.2. Matériel de conditionnement

Une machine à conditionner automatique "Stériform H855 D" ainsi que six machines à souder les emballages.

2.2.4.3. Fonctionnement général répartition du personnel

2.2.4.3.1.Secteur lingerie : tri, contrôle, pliage du linge opératoire venant de la buanderie centrale de l'hôpital.

Tri et contrôle de l'état du linge

- propreté,
- raccommodage,
- absence de peluches et de fils,
- pliage des champs et des sarraus adapté à l'utilisation de blocs opératoires,
- rangement du linge sur des chariots par catégorie.

8 Agents

2.2.4.3.2. Secteur blocs opératoires : préparation de sets ainsi que conditionnement du linge opératoire.

7 Agents

2.2.4.3.3. Secteur unité de soins : réception du matériel, contrôle de conformité, nettoyage, constitution des sets, conditionnement.

7 Agents

2.2.4.3.4. Secteur magasin : ramassage et distribution du matériel des différents services, contrôle des opérations de stérilisation, réception du matériel à usage unique stérile venant de la C.A.M.S.P (Centrale d'Approvisionnement en Matériel Stérile et en Pansements).

11 Agents

2.2.4.3.5. Secteur gaz : de la réception à la distribution du matériel stérilisé par l'oxyde d'éthylène, après période de désorption.

2 Agents

2.2.4.3.6 Préparation des paquetages de linge

les toiles

Ces toiles stérilisées à l'oxyde d'éthylène sont utilisées pour couvrir les tables d'instruments et pour le drapping du malade

- déroulage de la rame de 25 à 50 feuilles de 1,20 x 1,60 m

- pliage des toiles avec collage d'un indicateur de passage

- utilisées telles quelles 1,20 x 1,60 m (Réf 329)

– coupées en deux 0,80 x 1,20 m (Réf 328)

Ces opérations sont effectuées dans un local séparé de la zone de conditionnement afin d'éviter la contamination de l'ensemble du matériel par la remise en suspension de particules due au brassage important du linge.

Dans un souci d'économie et de facilité de gestion, il a été nécessaire, en accord avec les utilisateurs, de standardiser le linge opératoire à différents niveaux :

Dimensions

- Champs opératoires en "cretonne 150 normalisée"

60 x 60 cm fendus et non fendus
90 x 120 cm fendus et non fendus
160 x 180 cm fendus et non fendus

- Champ" tétra " double épaisseur 180 g

60 x 60 cm fendus et non fendus
90 x 120 cm fendus et non fendus
160 x 180 cm fendus et non fendus

Couleur

- bleu pour la chirurgie "aseptique"
- vert pour la chirurgie en blocs septiques

Composition des sets

Paquetage standard ou paquetage de spécialités (annexe n°18)

Tous les articles délivrés par le service portent un numéro de code appelé code produit. Toutes ces références informatiques permettent de suivre précisément la consommation de chaque bloc mois par mois.

Deux équipes sont chargées de fabriquer les paquetages référencés pour pouvoir s' ajuster sur la dotation théorique de chaque bloc.

2.2.4.4. Secteur blocs opératoires

2.2.4.5. Organisation des équipes

2.2.4.5.1. Equipe de lingerie

L'équipe de lingerie reçoit journellement les quantités de linge opératoire lavés à la buanderie. En fonction du planning établi en début de semaine, cette équipe va déplier et vérifier un à un les champs opératoires, taille par taille. Tous les champs ne répondant pas aux critères de propreté (souillures de sang restantes, restes de coton ou de compresses accrochés à la trame, trous occasionnés par les pinces fixe-champ) sont systématiquement renvoyés pour être relavés, quelques uns sont gardés dans le service en vue d'être utilisés à la validation des autoclaves (opération de routine faite tous les matins). Une fois cette vérification faite, le linge est stocké sur les chariots puis est transmis à une seconde équipe qui va préparer les packs opératoires.

2.2.4.5.2. Equipe de conditionnement

La seconde équipe constitue les paquetages, plie les champs de manière à faciliter le dépliage dans les blocs dans un souci d'économie de mouvement (pour éviter les brassages d'air superflus, sources de contamination). Les packs de spécialité sont donnée par l'annexe 18.

2.2.4.5.3. Le conditionnement

Tous les articles destinés aux blocs opératoires sont présentés sous double emballage, l'emballage extérieur, dit de transport, étant éliminé

avant d'introduire l'objet stérile dans la salle opératoire proprement dite. Selon la taille du paquet à conditionner trois solutions sont possibles.

- Double emballage feuilles de papier crêpé, pliées selon la technique de "l'enveloppe courrier" (exemple pack n°1) (annexe n° 17)

- Une feuille de papier crêpé et un sachet thermosoudable (exemple : sarraus n°18)

- Double emballage machine "stériform" (exemple : toiles imperméables n° 328 et 329)

2.2.4.5.4. La stérilisation

Elle se fait dans les autoclaves à chaleur humide. Ce type de stérilisation est le procédé de choix par ce qu'il est le plus fiable (contrôles tout au long du cycle), le plus économique (peu de dépenses en énergie) et le plus rapide (un cycle dure une heure). Les autoclaves de ce service sont mis en route à 7 heures le matin et arrêtés à 19 h 30.

La plus grosse activité des autoclaves est représentée par la stérilisation du linge opératoire :

- Paquetages n° 1 -2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 -14

- Sarraus n° 18 - 118 - 817

2.2.4.6. Etude de coût de stérilisation

Pour essayer de déterminer le prix de revient d'un objet stérile, livré par le service de stérilisation centrale, il fallait trouver une relation entre les dépenses globales de fonctionnement et la production de ces articles.

La meilleure solution paraît être d'attribuer à chaque article un coefficient appelé point de stérilisation ; le nombre de points attribués étant fonction de différents paramètres.

Connaissant le nombre d'articles livrés sur une année, la valeur du point est le rapport des dépenses globales, sur le nombre total de points distribué pour l'année 1987.

Le système de dotation de points permet de calculer tous les ans le coût du point.

2.2.4.6.1. Les paramètres du point :

- Le temps :

C'est le temps nécessaire aux étapes de collecte, tri, contrôle, nettoyage, pliage, composition des sets, conditionnement, étiquetage.

- La valeur des objets :

Elle est basée sur la composition des sets.

- La stérilisation :

La détermination dépend du volume du pack et des moyens de contrôle certifiant l'efficacité de la méthode.

- Le stockage et la livraison :

C'est le volume occupé dans le magasin de la stérilisation centrale ainsi que dans les services utilisateurs.

2.2.4.6.2. La méthode d'attribution des points :

Après avoir fait l'inventaire des produits distribués, et après avoir évalué chaque objet, nous avons attribué à chaque paquetage référencé, un nombre de points compris dans une fourchette de 1 à 45 points.

L'attribution du nombre de points est la synthèse du travail réalisé par le personnel du service.

Exemple d'évaluation du pack n°1 standard :

- Secteur tri - contrôle - pliage des champs	15 points
- Secteur composition du set conditionnement	18 points
- Stérilisation - contrôles	6 points
- Stockage- commande- transport - livraison et rangement	6 points
Total :	45 points

2.2.4.6.3. Le nombre de points distribués :

Chaque unité utilisant les prestations de la stérilisation centrale possède un code de service, chaque article livré stérile a aussi un code produit, ces codes permettent, grâce à l'informatique, de suivre :

- l'activité de chaque service
- la consommation de chaque service par article
- la consommation par article de l'ensemble de l'hôpital
- le nombre de points distribués pour les produits à usage opératoire (31 codes produits dont 25 pour le linge, 4 pour les vêtements et 2 pour les toiles réutilisables). Chaque produit étant multiplié par le nombre de points attribués.

Durant l'année 1987 il a été distribué 1 141 068 points ; ce chiffre correspond au nombre d'articles distribués pendant l'année, tout en tenant compte de leur valeur propre.

2.2.4.6.4. Les dépenses globales de la stérilisation centrale

En reprenant les comptes administratifs de ce service on peut calculer les dépenses globales.

2.2.4.6.5. Mise au point

Les comptes administratifs donnés intéressent l'activité totale du service. La stérilisation centrale traite aussi bien le matériel chirurgical, que les champs opératoires et que les sarraus. Les valeurs des frais, livrées par les services financiers englobent l'achat de l'instrumentation opératoire ainsi que celui des différents produits qui sont mis à la disposition des services. Ces dépenses ne sont pas à prendre en compte car elles révisent à la hausse le coût du point. Le calcul du coût du point stérilisation est donc spécifique d'un type d'activité ; par exemple : préparation et stérilisation des paquetages ou nettoyage et stérilisation des plateaux d'instrumentation.

En outre, il est possible de déterminer aussi la valeur du point de stérilisation de l'activité globale du service ; dans ce cas la valeur est à la hausse par rapport, par exemple, au point calculé pour les champs opératoires. Ce coût est une valeur moyenne nivelant les coûts spécifiques de chaque activité prise séparément.

Les valeurs des rubriques, références H600, H602, H605, H609 seront donc recalculées dans le cas du linge opératoire.

On réajustera ces rubriques en tenant compte uniquement des prix de revient du papier d'emballage, des adhésifs indicateurs de stérilisation ainsi que des tests BOWIE DICK témoins de stérilisation.

2.2.4.6.6. Réajustement des dépenses contenues dans la rubrique T1

On recense le nombre d'emballages papier nécessaire au conditionnement de tous les articles (feuilles d'emballage papier, emballages thermo-soudables, blister ...etc). En reprenant le coût unitaire de chacun, multiplié par les quantités d'articles on obtient un forfait relatif à l'emballage du linge opératoire. On calcule un second forfait pour les accessoires de stérilisation.

La référence H602 des comptes administratifs s'élève à 3 301 226,88 Fr. Ce coût général englobe différentes dépenses d'achat de

matériel d'emballage comme nous l'avons vu ainsi que de l'instrumentation. Ce coût est ramené à 449 479,61 Fr.

Toutes les autres dépenses contenues dans les comptes administratifs aux rubriques T1 ,T2, T3 ,T4 sont recalculées grâce à un pourcentage de répartition. Ce pourcentage est de 14,65%. Cette valeur est le rapport des points distribués pour le linge opératoire durant l'année sur le nombre de points distribués en 1987.

2.2.4.6.7. Commentaires

Les dépenses de la stérilisation centrale pour le traitement du linge opératoire s'élèvent donc à 1 421 668,78 Fr, ramené au nombre de point distribués pendant l'année, pour chaque article, on obtient le prix du point de stérilisation.

$$\text{Coût du point} = \frac{1\ 421\ 668{,}71\ \text{Fr}}{1\ 141\ 068\ \text{points}} = 1{,}2459\ \text{francs}$$

Les codes produits du tableau englobent les packs de champs, et les champs à l'unité.
Suivant le volume de chaque code produit on calcule le pourcentage relatif au nombre de points distribués (voir colonne n°4 annexe n°16). Pour chacun d'eux on a également calculé les dépenses engagées à chaque rubrique (T1, T2, T3, T4).

2.2.4.6.8 Conclusion

Le coût du point de stérilisation global a été estimé, tenant compte des dépenses globales (valeurs brutes données par le service administratif), à 1,6681 Fr. Tandis que le coût du point de stérilisation des champs opératoires conditionnés sous forme de packs ou simplement à l'unité, s'élève à 1,2459 Fr. On estimera le coût du point de stérilisation des vêtements opératoires à cette même valeur.

Les toiles polyéthylène Réf 328 et 329

Pour simplifier le calcul de coût on attribuera ce même coût de stérilisation aux toiles plastiques.

2.3. ETUDE COMPARATIVE

Pour l'étude on ne tiendra compte que de six spécialités qui sont les suivantes.

- chirurgie cardiaque
- chirurgie digestive
- chirurgie générale et infantile
- chirurgie vasculaire
- neurochirurgie
- urologie

Le secteur opératoire de Grenoble (premier étage) dispose aussi de blocs dit "septiques" dont l'activité est réservée à des opérations particulières. Ces blocs ont en fait une activité très diversifiée. L'activité opératoire n'est pas facile à suivre du fait qu'elle n'est pas caractéristique d'un domaine précis de chirurgie. A cause de cette diversité ces blocs ne seront pas pris en compte dans l'étude.

2.3.1. Méthode d'étude

L'étude porte sur l'année 1987, et l'activité des six blocs précédemment nommés.

2.3.1.1. Les paramètres

- Le nombre d'opérations chirurgicales pratiquées dans les six secteurs d'activité pendant l'année 1987. Il a été possible de recenser toutes ces opérations en étudiant les plannings opératoires.

- Les voies d'abord : on regroupera les opérations en fonction de la voie d'abord.

- L'installation type : qui correspond à la voie d'abord.

- Les codes produit sélectionnés : chaque pack correspond à un poids de linge, et se caractérise par un nombre de points de stérilisation.

- Les installations supplémentaires
Les installations satellites (tables pont, housse de mayo)

- Les installations pratiquées en non tissés pour l'opération : trousse universelle , trousse de C.E.C... etc....

2.3.1.2. Evaluation du coût du drapage coton

Connaissant les quantités d'articles utilisés pendant une année par l'intermédiaire des paramètres précédemment décrits, il est possible de calculer le coût d'utilisation du drapping coton. Ce coût est divisé en deux ; d'une part le coût de lavage des champs et d'autre part le coût de stérilisation des champs coton ainsi que des toiles en polyéthylène (Annexe 18).

Chacun des articles recensés pour un type d'intervention précis correspond à un poids de linge. Ce poids se calcule en reprenant le poids moyen de chaque champ (annexe n°19 à 24). Le coût du kilo de linge calculé dans la partie lavage, permet l'estimation du prix de lavage.
De la même façon à chacun de ces articles sont attribués des points de stérilisation, le coût du point déjà calculé dans la partie stérilisation est appliqué. Le coût de stérilisation cumulé à celui du lavage permet pour chaque type d'opération d'obtenir un coût de fonctionnement avec le drapping coton.

2.3.1.3. Exemple

Estimation de quelques types d'opérations

Intervention sur le poumon

- en 1987 : 59 interventions

- on utilise 4,92 kg de linge à 11,80 Fr le kilo
  soit 58,05 Fr pour le lavage (1)

- ces 4,92 kg correspondent à 99 points de stérilisation à 1,2659 francs
  soit 123,34 Fr pour la stérilisation (2)

- deux toiles N° 329
  Leur prix d'achat est 0,97 Fr
  soit 1,94 francs (3)

Il a été attribué à ces toiles 6 points de stérilisation à 1,2459 Fr
  soit 2 x 7,59 =15,18 Fr (4)

le coût d'utilisation est de:
  (1) + (2) + (3) + (4) = 198,52 Fr
- 197,53 x 59 = 11654,27 Fr (coût d'utilisation sur l'année)

2.3.1.4. Les toiles polyéthylène

Ces toiles sont dans certains cas réutilisées, lorsqu'elles ont été dépliées mais non souillées pendant l'opération. Ces toiles n'ont pas de coût de lavage, mais seulement un coût d'achat et de stérilisation qui seront pris en compte.

2.3.1.5. Comment mener le parallèle avec le drapping non tissé?

En premier lieu, il faut retenir que les protocoles de drapping en non- tissé ne sont pas comparables à ceux du linge traditionnel. En effet le remplacement des pinces fixe-champs par des toiles adhésives, (les traitements de surfaces des champs dotant ceux-ci de propriétés absorbantes ou au contraire hydrophobes) changent les habitudes des chirurgiens ainsi que du personnel soignant.

De ce fait la composition des packs est simplifiée et l'installation du malade plus rapide ; pour une même opération on utilisera en non tissé pratiquement moitié moins de champs opératoires.

Les protocoles rencontrés et présentés par les fabricants varient d'une région à l'autre en fonction des différentes écoles de chirurgiens, de ce fait il est difficile de faire une synthèse objective des propositions. Pour un même type d'opération, il existe plusieurs installations avec des trousses différentes. On peut utiliser par exemple, pour une laparotomie soit une trousse universelle soit une trousse de laparotomie .

Dans le but d'uniformiser les trousses et de limiter les différents articles on essaie de sélectionner des articles courants : les trousses universelles. Ce sont des articles complets étudiés pour différents types d'interventions. Il est donc possible de les utiliser aussi bien en chirurgie cardiaque qu'en neurochirurgie. Les voies d'abord sont tout à fait différentes mais les installations autour du site opératoire sont similaires.

Ces trousses dites universelles sont composées d'un champ de table et de quatre champs à la périphérie du site (un champ de tête, un champ de pied et deux champs latéraux adhésifs).

Pour une même opération, on peut utiliser deux drappings différents. En effet suivant la voie d'abord il est possible d'utiliser soit une trousse universelle,soit un grand champ fendu, type laparotomie de coût légèrement inférieur à la première.

Dans certains cas, on cherchera les différentes possibilités de manière à avoir une fourchette de prix par spécialité.

2.3.2. Résultats

2.3.2.1. Chiffrage de l'usage du drapping coton.

Les six tableaux permettent, tenant compte de l'activité complète de chacun des blocs de spécialité, d'avoir un coût précis de ce type de drapping (annexe n°19 à 24).

A chaque type d'opération on obtient précisément :

- Le coût de lavage
- Le coût de stérilisation

La somme de ces deux valeurs multipliée par le nombre d'opérations relevées sur l'année donne le coût de fonctionnement. Il faut préciser que le calcul s'appuie sur une utilisation rationnelle du linge et que pour la comparaison des deux coûts on tient compte uniquement du linge réellement nécessaire aux opérations et l'on fait abstraction des packs ouverts non utilisés pour différentes raisons, ce que l'on peut appeler vulgairement le "gaspillage".

2.3.2.2. Chiffrage drapping non tissé :

Grâce à des protocoles de drapping établis au niveau national on sélectionne le type de trousse utilisée. On recherche pour les trois fabricants sélectionnés une composition commune des trousses.

Chacune des références fournisseur est répertoriée pour les types d'opérations. Dans certain cas, les trousses n'ont pas toujours la même composition selon les marques. De ce fait on rajoute les éléments manquants sous forme d'articles supplémentaires; ceci dans le but d'avoir les mêmes compositions pour chacune des sociétés nommées (annexe n°25 à 30).

Les prix sont ceux des catalogues et ne sont qu'indicatifs.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants par type d'activité (annexe n°31 à 36) Le résumé de ces valeurs correspond à l'annexe n°37.
Les fournisseurs sélectionnés sont BAXTER (TRAVENOL) *, MOLNLYCKE ** et enfin JOHNSON ET JOHNSON (SURGIKOS) ***.

2.4. APPROCHE MACRO-ECONOMIQUE

Cette approche est réalisée à la suite des relevés faits sur l'année complète et elle permet une estimation globale des coûts.

2.4.1. Extrapolation à tous les secteurs opératoires

En dehors des six blocs considérés il faut considérer les autres chirurgies. Le coût de fonctionnement en drapage coton peut être calculé

en additionnant les frais de lavage et de stérilisation. Dans ce cas il est impossible de le comparer au drapage non tissés, tout d'abord parce que ce calcul est approximatif et qu'il englobe toutes les utilisations du linge opératoire y compris le "gaspillage", d'autre part parce que le parallèle avec le non tissé est infaisable sans avoir le détail des types d'opérations. On n'obtient alors qu'un coût très vague de l'utilisation du drapping coton pour une activité annuelle..

2.4.1.1. Estimation du secteur buanderie

Cette estimation est calculée après celle du coût de stérilisation qui lui est moins approximatif. En effet en reprenant le bilan de chaque pack livré aux services chirurgicaux par la stérilisation centrale pour l'année 1987 et en réévaluant chaque donnée de 30% ; pourcentage correspondant approximativement à ce qui est relavé et réparé pour les différentes raisons que nous avons vues précédemment.
Pour chaque référence on reprend le poids de base du pack de linge propre. On peut estimer que l'incertitude entre linge propre et linge sale correspondant à 4 %, peut être nivelée par les 30% du circuit de relavage.
On obtient le tableau de résultats suivants : (Annexe 16B)

Les dépenses engagées sont cohérentes avec celles observées dans l'étude micro-économique car l'estimation globale utilise la valeur de 11,80 francs correspondant aux coûts de lavage et de réparation des champs.
En effet l'étude détaillée fait apparaître les dépenses de fonctionnement suivantes :

	Approche enFr Micro-économique	Approche Macro- en Fr Économique
Coût de Lavage	752 429,44	_____
Coût de Réparation	152 788,66	_____
Coût du Badge	1 5847,42	_____
Total	921 065,62	948 898,12

fig n°74
Comparaison des deux approches

La différence entre les deux valeurs des totaux ne fait apparaître que 3,5% de différence, on peut donc affirmer que l'estimation de 30% correspondant au linge retourné est acceptable.

2.4.1.2. Estimation du secteur stérilisation

Ce sont les listings de consommation des services par type d'article que l'on utilise ici. En effet à chaque référence correspond un nombre de pièces livrées, connaissant le nombre de points attribués à chacun et le coût du point on obtient le tableau suivant :

Ce tableau fait apparaître la dépense globale de stérilisation de ce qui à été effectivement été consommé par le secteur opératoire. Il ne s'agit plus cette fois d'une extrapolation comme pour le service de la buanderie.

En résumé le coût global de l'utilisation du coton pour l'année 1987

	pourcentage relatif à l'activitées globale	coût de traitement à l'unité
Section buanderie	6,1%	11,80 Fr le kilo
Section stérilisation	14,6%	1,2459 Fr le point

fig n°75
Résumé des valeurs de base

	Section buanderie	Section stérilisation
Charge de personnel	45 %	46%
Charges fixes	18%	22%
Autres charges	37%	32%

fig n°76
Composition des charges fixes

	Volume traité (toutes chirurgies confondues)	Volume traité (six blocs)	Coût global (toutes chirurgies)	global (six blocs)
Achats pour l'année	332 740,60 Fr	146 405,90 Fr		
Section buanderie	78,3 tonnes	30,2 tonnes	948 898,12 Fr	368 107,60 F.
Section stérilisation	1141062 points	653945 points	1 421 681,80 Fr	83 987,50
Total			2 370 579,92 Fr	1 207 98[illegible],60

fig n°77
Résumé des dépenses 1987

Coût Global De Lavage	948 898,12 Fr
Coût Global De Stérilisation	1 421 668,78 Fr
Total	2 370 566,90 Fr

fig n°78
Coût global d'utilisation du linge coton

2.4.2. Frais non chiffrables directement

Dans une étude de coût un certain nombre de paramètres ne sont pas estimables ; il s'agit :

- de la diminution du nombre de pinces fixe-champs achetées
- du gain de temps lors du drapage et de l'installation du malade
- du gain de temps au niveau de la préparation de la salle
- de l'abaissement de la fréquence de renouvellement des filtres de climatisation de l'air dû à la moindre émission de particules des non tissés.
- sur le plan économique il n'y a plus d'immobilisation de capital due au linge acheté pour l'année bien que l'hôpital ne gère pas ses capitaux comme une entreprise privée

La liste n'est pas exhaustive et on peut trouver d'autres coûts inestimés dans le calcul.

2.4.3. Le redéploiement de personnel

Le passage éventuel au concept des non tissés passe nécessairement par le redéploiement d'un certain nombre d'agents tant à la buanderie qu'à la stérilisation centrale. Ce redéploiement se calcule de la façon suivante :
Si l'on part de la base de salaire d'un agent, en incluant toutes les charges (140 000 Fr par an) ramené aux dépenses globales de personnel pour chacun des deux services on obtient les résultats suivants :

	Buanderie	Stérilisation centrale	Réparation du linge	Total
Frais de personnel pour l'année 1987	286 455,46 fr	653 339,7 fr	140 000 fr	1 079 861,7 fr
Nombre de postes redéployés	2	5	1	8

fig n°79
Redéploiement en cas de passage complet aux non tissés

	Buanderie	Stérilisation centrale	Réparation du linge	Total
Frais de personnel pour l'année 1987	165 648,15 fr	386 346,75 fr	70 000 fr	622 009,15 fr
Nombre de postes redéployés	1	3	0,5	4,5

fig n°80
Redéploiement en cas de passage des six blocs sélectionnés

2.5. DISCUSSION

Aux vues de ces résultats on peut affirmer que l'utilisation des non tissés au C.H.R.U de Grenoble permet une économie importante. Cette économie n'est pas directe mais passe par un redéploiement de personnel, redéploiement qui inscrit dans une politique générale au C.H.R.U.

On voit donc qu'une année de fonctionnement avec le drapage coton à coûté 2,3 millions de francs pour l'ensemble de l'établissement, en ce qui concerne seulement les six blocs sélectionnés les frais s'élèvent à 1,2 million approximativement pour le même type de drapage.

En ce qui concerne l'utilisation des non tissés le montant des dépenses se situe dans une fourchette de prix allant de 819 840 Fr à 1 422 709 Fr (annexe n°37).

Il est à noter que ces prix ne sont qu'indicatifs et que le chiffrage à été fait par nos soins sans faire intervenir de notion de concurrence et de marchés. Ce problème étant résolu par les appels d'offres.

En effet la dépense engagée en cas de remplacement du linge par les non tissés dépasse 350 000 francs, montant pour lequel on passe du marché négocié au système d'appels d'offres fermés.
L'étude a été menée sans l'intervention des laboratoires, on peut donc supposer que les dépenses de non tissés seront nettement inférieures à l'estimation minimum faite lors de l'étude avec les tarifs catalogues.

En tout état de cause le budget nécessaire au transfert aux non tissés sera prélevé aux services entrants dans le traitement du linge et sera reversé à celui de la C.AM.S.P. .Ce budget constitué des frais de personnel et de l'achat du linge coton sera transféré.

2.6. CONCLUSION

Il parait ne pas y avoir de régles précises dans le calcul des coût de fonctionnement avec tel ou tel type de drapage. Ce sont les variations de structure , d'organisation des services, de taille des établissements qui sont responsables de ces différences.

Certains auteurs comparent les coûts de drapages non tissés, non pas sur un secteur d'activité mais sur une opération précise, il apparaît que certains types d'interventions sont plus économiques avec un drapage non tissés et d'autres avec du coton. C'est le cas par exemple d'une prothèse du genou qui engage un surcoût de 23% avec les non tissés tandis qu'une appendicectomie ou une hernie permet une économie de 37%. Seul un calcul sur tout un secteur pourra vraiment refléter la réalité.

Il semble donc difficile de généraliser quant à une économie systématique de l'utilisation des non tissés.
Par contre en plus des avantages techniques indéniables de ce type de produit, il apparait une tendance plus ou moins marquée à l'économie. Dans chaque établissement seul une analyse minutieuse permettra de montrer la tendance à la hausse ou à la baisse.

Cependant nous pouvons constater que sur l'ensemble des études qui ont été menées, on rencontre une certain nombre d'entre elles qui

confirment un abaissement des dépenses avec l'introduction des non tissés dans les blocs opératoires. C'est donc en associant les notions d'économie et d'efficacité technique que l'on peut convaincre les gestionnaires.

Quant à l'équipe soignante, après une remise en question temporaire, l'évolution favorable des utilisateurs de non tissés à même fait dire à certains que "tout retour à l'utilisation du drapping coton était une régression technique".

En ce qui concerne le patient lui-même, principal intéressé si l'on peut dire, l'utilisation des non tissés dans le drapage opératoire lui assure une garantie supplémentaire et une sécurité pour l'intervention tout en diminuant les risques de surinfection.

* BAXTER B.P . 56 78311 MAUREPAS CEDEX

**MOLNLYCKE
Z.I Nord BD CHARLES de GAULLE 71031 MACON

***JOHNSON ET JOHNSON SURGIkOS FRANCE
Rue des 40 Arpents B.P .15 78220 VIROFLAY

DISCUSSION

TROISIEME PARTIE: DISCUSSION

1.ETUDE THEORIQUE

1.1 ANALYSE DE L'EFFET BARRIERE

Les résultats de notre étude sur la comparaison des pouvoirs filtrants des textiles opératoires sont en accord avec ceux développés par les différents auteurs. Ces derniers ont utilisé divers protocoles de comparaison, s'inscrivant dans des méthodes de comptage bactériologique ou particulaire ; les auteurs s'accordent pour affirmer que les non tissés ont un effet barrière bien supérieur aux cotons. WHITE (94) par exemplearrive à des conclusions similaires aux nôtres en avançant pour les non tissés une efficacité de rétention moyenne de l'ordre de 99 pour cent pour des particules de taille supérieure à 5 µm et de 90 pour cent pour celles supérieures à 0,5 µm ; en ce qui concerne les cotons hospitaliers, la rétention varie de 14 à 32 pour cent . De même, pour les méthodes bactériologiques, la méthode décrite par FONTAINE (38) (étude de la propagation bactérienne par voie sèche) conforte cette hypothèse de supériorité des non tissés face aux cotons . Ses travaux démontrent de plus l'efficacité supérieure d'un non tissé doublé d'une couche de polyéthylène en comparaison d'un non tissé monocouche.

1.2.ANALYSE DU RELARGAGE PARTICULAIRE

Au niveau du relargage particulaire on retrouve le classement établi pour les cotons et non tissés avec, cependant pour notre étude de meilleures performances pour le non tissé monocouche (les méthodes CROCK METER et GELBO FLEX donnant une préférence au non tissé doublé de polyéthylène). Il est à noter que les méthodes CROCK METER (38) et GELBO FLEX (80) ne testent que le relargage des échantillons en les soumettant à une torsion ou à un frottement. Les particules générées proviennent donc uniquement de la matière constitutive. Ces deux méthodes ne testent donc pas l'effet du relargage des échantillons chargés en particules ; la méthode GELBO FLEX présente cependant l'avantage de se dérouler dans le temps ; pendant 10 minutes il est possible de suivre le

comportement des textiles au cours de l'expérimentation et d'estimer si le textile présente un simple ou un double relargage.

Le second problème soulevé par ces deux méthodes est le fait que l'expérimentation ne repose que sur le comptage de 1 ou 6 canaux de taille de particules(0,13, 0,3, 0,5 1, 3, 5 microns)pour les méthodes GELBO FLEX et CROCK METER.

La méthode que nous avons utilisée permettait elle, d'avoir toutes les tailles de particules représentées à travers 16 canaux.

Les résultats issus de ces deux méthodes sont en corrélation avec ceux de notre étude ; il s'avère que par toutes ces méthodes, on constate un abaissement de 80% des particules générées par les non tissés par rapport aux cotons de type cretonne ou étamine.

D'une manière générale, en ce qui concerne l'efficacité globale des textiles (effet barrière et relargage), les auteurs sont unanimes pour conclure à la supériorité des non tissés par rapport aux cotons sous toutes leurs formes (cretonne, tétra, étamine). Au sein des non tissés, ceux doublés d'une couche de polyéthylène présentent en plus, des performances d'effet barrière bien supérieures aux non tissés monocouches. On peut donc conclure que cette couche plastifiante joue un rôle important bien qu'elle soit responsable d'une forte perte de charge.

Il apparaît donc évident que les non tissés sont plus adaptés à un usage opératoire que les cotons ; ils pourront trouver une utilisation efficace tant au niveau des champs opératoires que des tenues de bloc.

2. ANALYSE SUR LE PLAN ÉCONOMIQUE

2.1 ANALYSE MICRO ET MACRO ECONOMIQUE

Sur un plan économique notre étude à permis de montrer une économie globale de l'ordre de 30% dans le meilleur des cas en utilisant des champs non tissés, jusqu'à un surcoût de 17 % suivant les fournisseurs. Ces estimations ne sont qu'indicatives avec toutes les restrictions que nous avons déjà présentées.

Au niveau du drapage coton, il faut garder à l'esprit que les coûts de fonctionnement sont des coûts réels, donc déjà engagés sur l'année 1987 tandis que les prévisions faites pour les non tissés reposent sur des prix catalogue.
Ces prévisions reposent également sur des protocoles de drapage établis par les fabricants en accord avec divers hôpitaux nationaux. Il n'y a donc pas eu d'essais préalables dans les blocs .opératoires ce qui veut dire que les références sélectionnées dans notre étude vont évoluer. Cette évolution permettra d'optimiser le choix des trousses, dans un but d'efficacité et d'économie permanente.

Notre étude à permis de montrer une corrélation au niveau du prix du kg de linge traité avec trois études faites dans les établissements suivants : Nice, Toulouse, Versailles(28) (11) (100).
Au niveau de Nice et Versailles, les services chargés de l'étude ont demandé aux laboratoires fournisseurs de faire des propositions de prix à titre indicatif. Il est donc difficile de comparer ces résultats avec les nôtres.

L'étude de comparaison de coûts de DUCEL (25) (hôpital de Genève) s'intéresse unique à des opérations types et fait apparaître de grandes variations. Par contre notre étude s'applique à une activité globale opératoire incluant divers secteurs et permet une vision générale des dépenses susceptibles d'être engagées sur l'hôpital.
Cette vision globale est nécessaire car l'utilisation des non tissés peut d'une part engendrer de fortes augmentations pour certains types d'opération et d'autre part largement contribuer à diminuer les coûts pour d'autres.

Les protocoles d'étude peuvent varier. En effet selon les auteurs la détermination des coûts de lavage repose soit sur le prix du kilo de linge soit sur le prix du champ traité.
De la même façon, l'unité de stérilisation est, selon le cas, le paquet avec toutes la diversité de leur composition (donc de leur volume occupé dans les autoclaves) ou bien le coût d'une charge d'autoclave. Ces deux unités ne permettent pas d'englober les frais liés au stockage à la livraison des produits dans les blocs ; ces coûts devant être rajoutés.

Dans notre étude, nous avons utilisé la méthode du point de stérilisation qui englobe tous les frais susceptibles d'être engagés par ce service . Cette méthode à l'avantage de pouvoir être réactualisable à tout instant par une rapide calcul des frais . Cette méthode paraît plus souple à utiliser qu'une étude en temps réel, car les services de stérilisation centrale ont une organisation assez souple (par exemple au niveau de l'emballage) que n'ont pas les buanderies.

On peut donc dire que l'hypothèse de l'usage unique est intéressante au C.H.R.U de Grenoble sur le plan économique. Dans le cas d'un passage aux non tissés il sera possible de redéployer du personnel. Ce redéploiement supprimerait 3 postes à la buanderie et 5 à la stérilisation centrale

2.2 AUTRE PROPOSITION

Outre l'usage unique et le traitement interne du linge, il existe une troisième possibilité qui permet un traitement extérieur par sous-traitance à des organismes spécialisés proposant selon leur capacité le lavage ou le lavage et la stérilisation.

Ce système de location permet d'alléger la gestion. Nous n'étudierons pas ici cette solution mais il faut noter que ce peut être une possibilité intéressante pour un établissement hospitalier.

Il existe enfin un problème important à évoquer Il s'agit de l'élimination des déchets hospitaliers . En effet le passage aux non tissés dans les blocs opératoires impose un circuit d'élimination approprié et efficace. Tous les jours un grand volume de champs usagers devront être éliminés. La législation actuelle ne permet plus l'élimination de déchets hospitaliers par les voies habituellement utilisées . Ce passage aux non tissés impose dans un premier temps à l'établissement l'achat d'un compacteur de grand volume et d'établir un réseau d'élimination.

Outre ce problème on peut dire à la vue des nombreuses études faites à ce sujet que les non tissés à usage opératoire sont des produits

adaptés, offrant toute sécurité permettant une économie à court terme mais surtout à long terme.

CONCLUSION

Cette étude nous à permis de montrer:

- Que les non tissés présentaient un bien meilleur effet barrière que les cotons utilisés actuelement au C.H.R.U de Grenoble;

- Que les non tissés relarguent 80% moins de particules que les cotons.

- Qu'un compositede non tissés présente des performances supérieures aux non tissés monocouches, la couche de polyéthylène étant directement responsable de cette propriété.

Que sur un plan économique le passage éventuel à l'usage unique dans les blocs opératoires permettrait une économie de l'ordre de 30% au minimum face au coton traditionnel.

- En 1987 le prix du Kg de linge était de 11,80 Fr TTC, le coût du point 1,2459 Fr.

- Qu'en cas de remplacement du drapage traditionnel par les non tissés cela permettrait un redéploiement de personnel de l'ordre de 4,5 à 8 agents selon l'activité opératoire.

CONCLUSION GENERALE

QUATRIEME PARTIE

CONCLUSION GENERALE

L'objet de ce travail était de comparer sur un plan technique et théorique deux types de drapage opératoire ; il s'agissait du drapage coton à usage multiple par opposition aux non tissés à usage unique

A la lumière de ce qui vient d'être exposé, il apparaît que les progrès technologiques des non tissés opératoires font que les textiles traditionnels paraîssent ne plus être vraiment adaptés à un usage de blocs.

En effet il s'avère que les non tissés présentent les qualités suivantes :

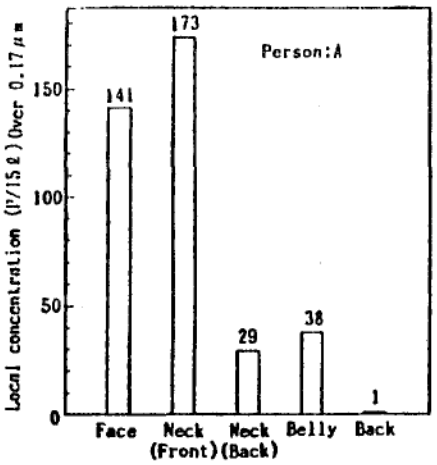
- un meilleur effet barrière
- un très faible effet de relargage
- une garantie de stérilité
- une économie permanente lors de l'utilisation

L'utilisation des non tissés contribue donc à limiter l'infection hospitalière. Ces produits pouvant être considérés comme un élément favorable de lutte contre la surinfection post-opératoire.

La tendance actuelle étant à l'usage unique dans le secteur opératoire la décision de passage aux non tissés devra être prise après consultation des services concernés à savoir, la direction, les services économiques financiers et techniques, les blocs opératoires en relation avec la buanderie et la stérilisation centrale.

En conclusion, le remplacement des champs opératoires coton par les non tissés est considéré comme une avance technique qui ne devrait se faire qu'en corrélation avec un remplacement des tenues du personnel. En effet l'utilisation des cotons en tant que vêtements présente les mêmes inconvénients que les champs constitués de cette même matière (faible effet barrière, fort relargage particulaire)

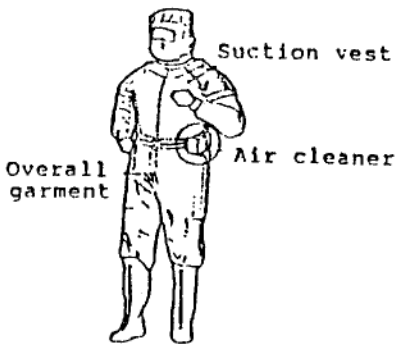
Il serait donc nécessaire afin de lutter contre les problèmes de contamination que nous avons évoqués, de remplacer les tenues cotons également. Alors pourquoi ne pas utiliser des tenues de bloc en non tissés?



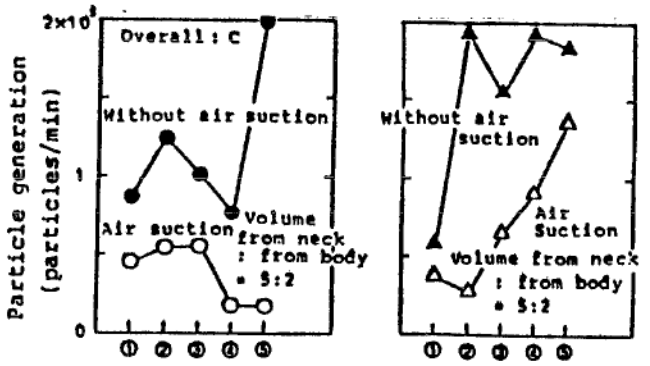
Annexe n°1

Emission particulaire en fon ction de la topographie

Annexe n°2

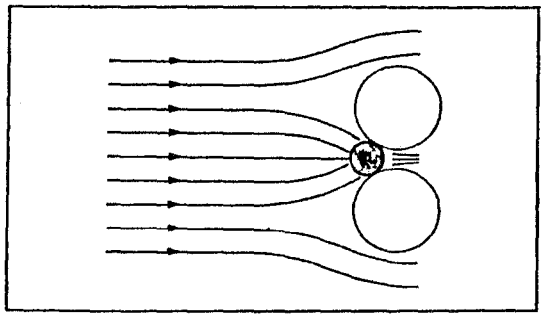


Type de protection à aspiration

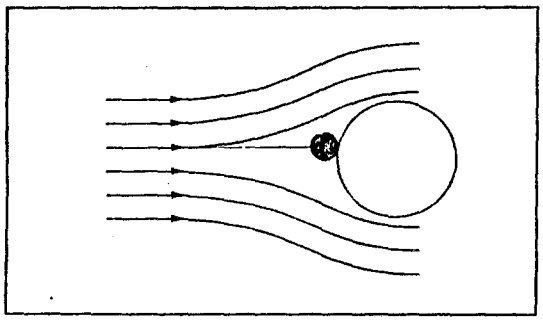


① sitting with one arm and head moving
② standing and sitting
③ moving both arms up and down
④ stepping
⑤ movement

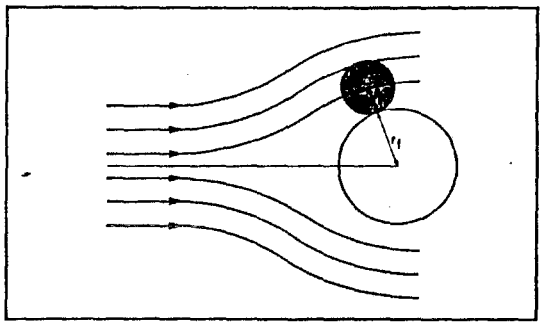
Résultats



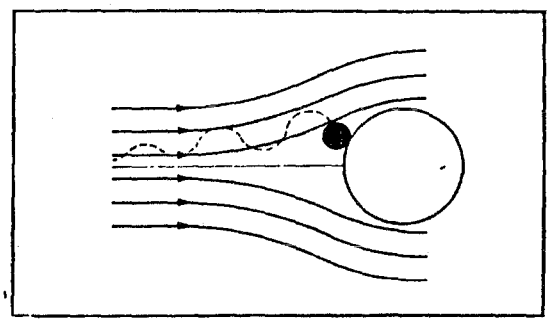
Effet de tamisage.



Effet d'inertie.



Effet d'interception.

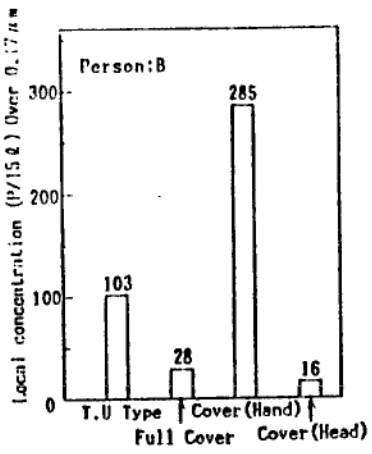


Diffusion

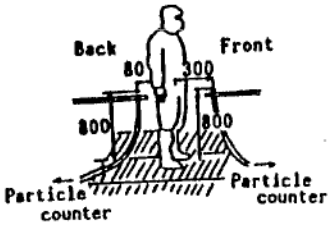
Annexe n°3

Annexe n°4

Types de tenues



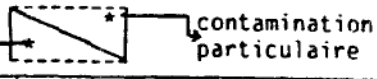
Résultats



Principe de mesure

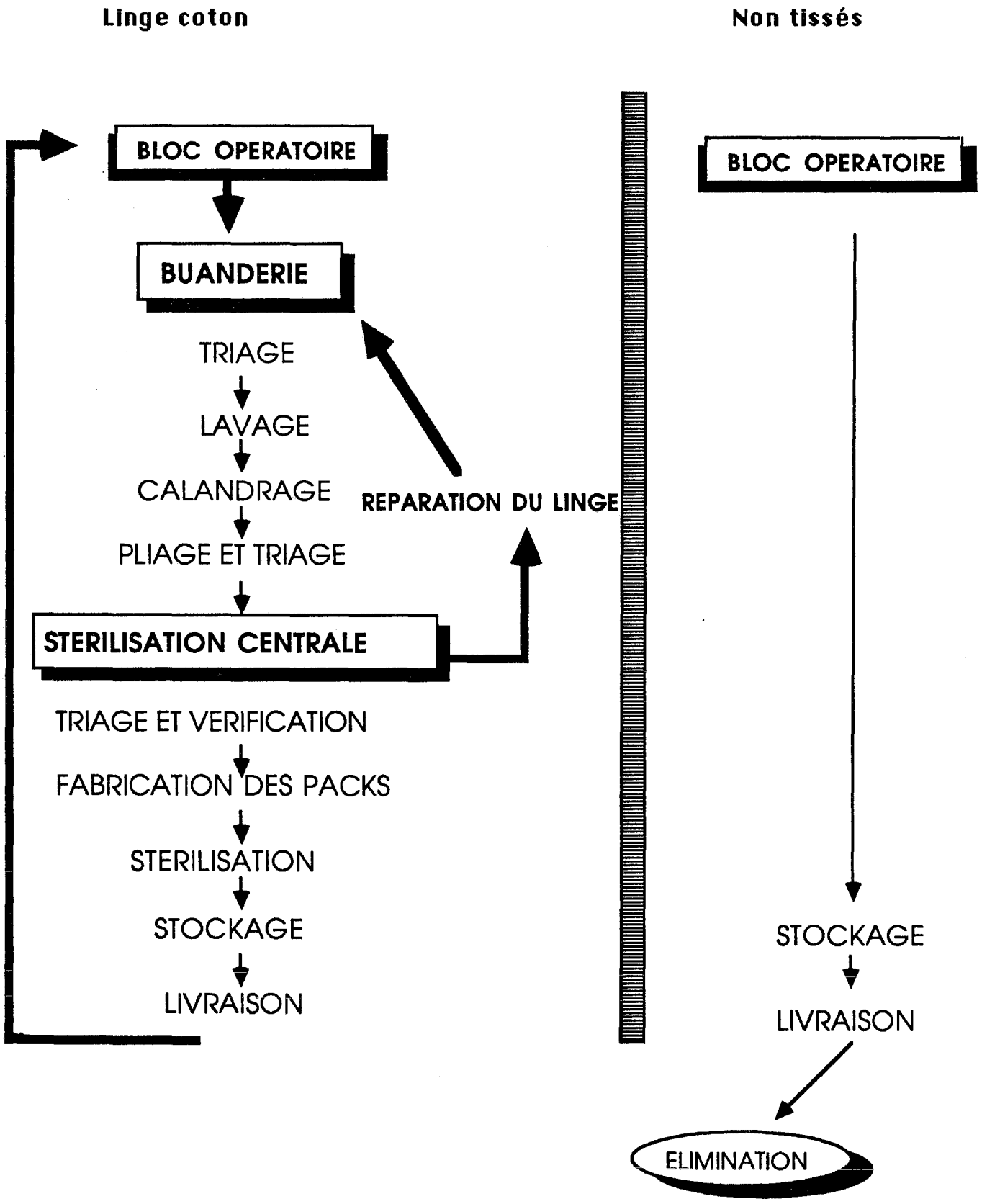
Annexe n°5

RECOMMANDATION POUR L'EQUIPEMENT VESTIMENTAIRE MINIMUM



	FORMES VESTIMENTAIRES	CLASSE D'EMPOUSSIEREMENT 4000				CLASSE D'EMPOUSSIEREMENT 400.000				CLASSE D'EMPOUSSIEREMENT 4.000.000		LOCAUX NON CLASSES		
		Poste protégé		Poste non protégé		Poste protégé		Poste non protégé		Poste protégé	Poste non protégé	RISQUES		
		FIXE	En MVT.	FIXE	En MVT.	FIXE	En MVT.	FIXE	En MVT.			ELEVE	MOYEN	FAIBLE
1	BLOUSE COL SIMPLE										*		*	*
2	BLOUSE COL FERME							*	*	*				
3	BLOUSE A CAPUCHE	*				*	*						*	
4	PANTALON, TUNIQUE ET SARRAU											*	*	
5	COMBINAISON COL FERME	*	*	*	*									
6	COMBINAISON A CAPUCHE		*	*	*	avec masque	avec masque	avec masque	avec masque					
7	COIFFURES							*	*	*		*	*	* *
8	CAGOULE	*	*	*	*	*	*							
9	GANTS	* *	* *	* *	* *	- suivant besoins -						*	*	
10	CHAUSSURES SPECIALES	* *	* *	* *	* *	* *	* *	* *					*	* *
11	COUVRE-CHAUSSURES	*				*	*			*			*	
12	BOTTES	*	*	*	*	*	*	*	*			*		

COMPARAISON DES CIRCUITS



Annexe n°6

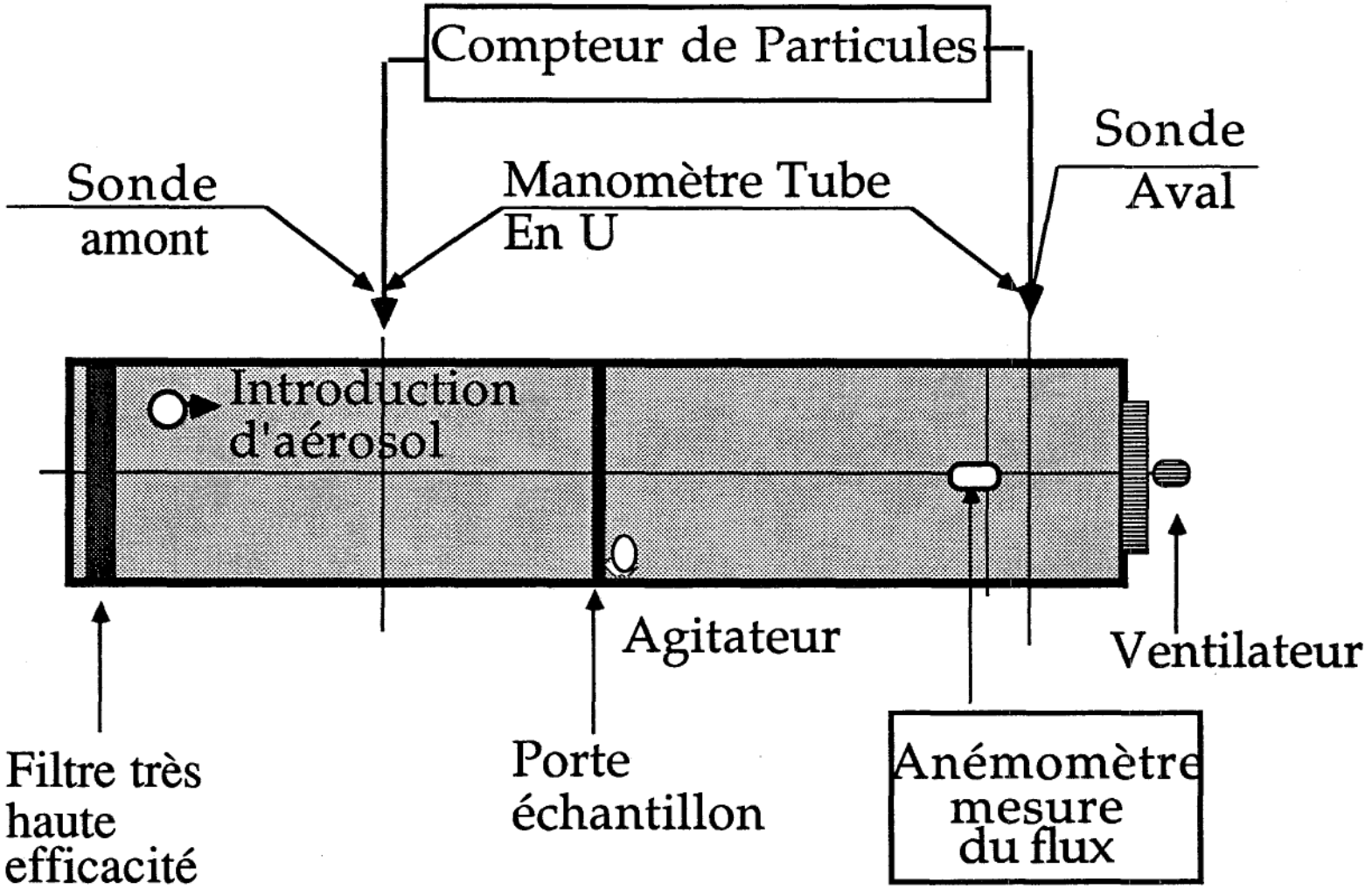


Schéma de fonctionnement du banc d'essai

Annexe n°7

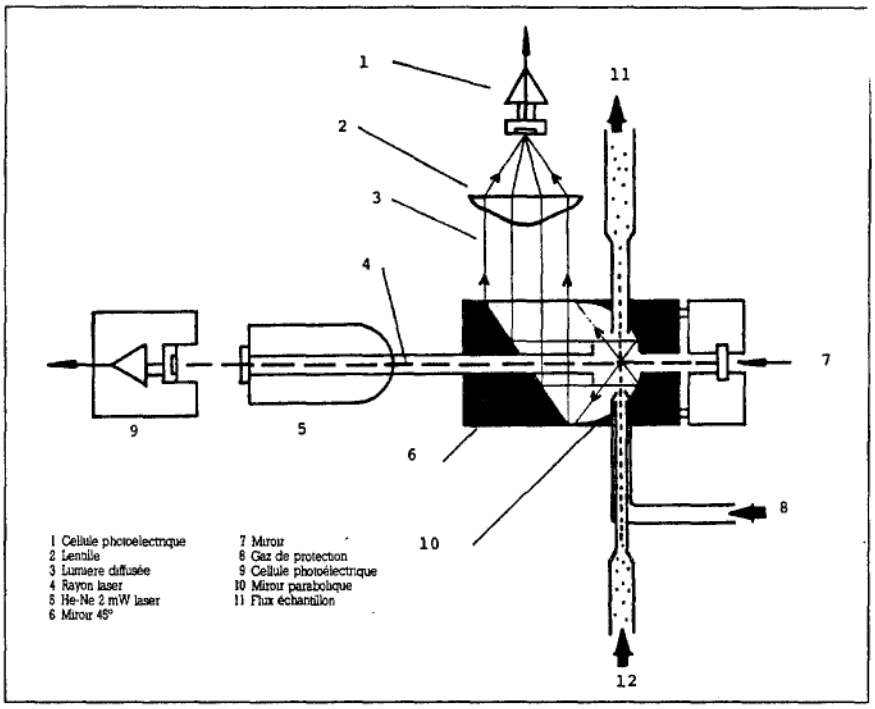
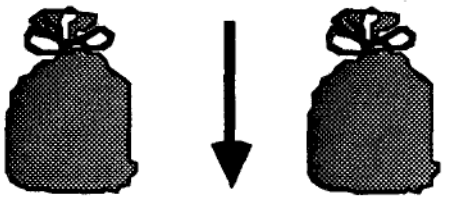


Schéma optique de l'appareillage de comptage particulaire - Compteur Royco 226 à laser.

Annexe n°8

CIRCUIT DU LINGE

BLOC OPERATOIRE



TRANSPORT DANS DES SACS

BUANDERIE

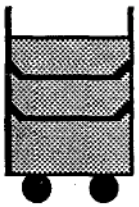
REPARATION DU LINGE

TRIAGE

LAVAGE

CALANDRAGE

PLIAGE ET TRIAGE



STOCKAGE SUR CHARIOTS

STERILISATION CENTRALE

TRIAGE ET VERIFICATION

FABRICATION DES PACKS

STERILISATION

STOCKAGE

LIVRAISON

VALIDATION DES AUTOCLAVES

(TOUT LE LINGE EST TRAITE AU SEIN DE L'HOPITAL)

Annexe n°9

Annexe n°10

Relevés Annuels Poids De Linge

Jan-87	Fév-87	Mar-87	Avr-87	Mai-87	Jui-87	Jui-87
POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO
600	850	740	700	600	840	800
775	700	400	1020	500	600	800
515	850	700	720	700	900	650
600	680	750	850	650	750	1100
550	600	550	800	700	600	700
650	550	800	750	750	420	750
900	540	460	700	820	700	750
540	900	700	650	600	500	650
750	800	750	1365	700	650	1000
850	550	800	900	800	650	700
600	1050	650	850	750	900	940
920	500	560	800	950	700	750
600	680	640	800	750	750	1050
750	740	650	895	700	700	720
550	600	750	570	550	720	800
800	810	800	850	700	900	800
860	850	700	900	1080	650	750
750	740	900	900	900	700	1100
900	850	800	800	1180	850	1000
540	760	750	800	690	840	750
850		720	700	600	900	600
		650	950		600	1100

Aoû-87	Sep-87	Oct-87	Nov-87	Déc-87
POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO	POIDS EN KILO
1000	760	600	1100	750
940	650	720	1240	900
1135	700	1230	590	600
1040	750	760	900	750
700	900	760	720	1200
1000	540	760	1020	900
750	900	820	1110	750
750	540	900	770	700
700	900	720	830	750
600	540	1000	880	1020
900	720	940	1080	840
600	1020	740	900	760
540	700	1050	720	820
650	650	900	600	600
750	740	850	820	900
720	700	750	950	750
540	1150	600	950	1020
700	800	1080	700	720
950	650	750	800	900
720	750	700	700	750
900	700	860	1300	720
	900	600		600
	950			
	750			

Annexe n° 10

Annexe n°11

correspondance poids/temps

Poids de linge sale en Kg	Volume de champs en Kg	Temps de triage en mn	Temps de lavage en mn	Temps de triage en mn	Temps de calandrage en mn	Temps de retriage en mn	Total en mn
600	246	60	150	40	510	120	760
650	266	66	150	40	550	120	806
700	287	72	150	40	595	120	857
750	307	78	150	50	635	120	913
800	328	84	150	50	680	120	964
850	349	90	150	50	720	120	1010
900	369	96	225	60	765	150	1146
950	390	102	225	60	805	150	1192
1000	410	108	225	60	855	150	1248
1050	430	115	225	70	890	150	1300
1100	450	120	225	70	930	150	1345

Fournitures stocks = T1:

H 600	Produits pharmaceutiques
H 601	Alimentation
H 602	Fournitures produits à usage médical
H602-3	Petit matériel médico chirurgical non stérile
H603	Carburants et produits de garage
H 604	Combustibles
H 605	Fournitures hôtelières
H 605-2	Habillement (achat et amortissement du linge opératoire)
H 605-4	Produits d'entretient
H 609	Autres fournitures
H 609-0	Fournitures de bureau

FRAIS DE PERSONNEL = T2

H 610	Rémunération du personnel titulaire.
H 611	Rémunération personnel auxiliaire et contractuel sur emploie permanent.
H 612	Rémunération du personnel de remplacement.
H 614	Primes de service.
H 615	Rémunération diverse.
H 617	Charges sociales.
H 618	Autres charges.
H 619	Frais divers de personnel.
H 620	Impôts et taxes sur les rémunérations.
H 641	Déplacement personnel.
H 760-3	Reversement du demi-salaire du personnel malade. Autre reversement de traitement.

AUTRES CHARGES = T3

H 631	Entretient et répartitions courantes.
H 632-3	Informatique
H 633	Petit matériel et outillage
H 634-0	Eléctricité
H 634-1	Eau et assainissement
h 634-2	Gaz
H 634-3	Chauffage
h 638-10	Assurance incendie
H 638-20	Responsabilité civile
H 645	Transport usagers
H 650	Pécule
h 662	Fournitures bureau et imprimés
H 670	Intérêts des empruns
H 682	Dotation aux amortissement
H 682 -2	Amortissement batiments
H 682-4	Amortissement de l'outillage du matériel et du mobilier
H 682-5	Amortissement du matériel de transport
H 685-55	Provisions capital décès

RECETTES EN ATTENUATIONS = T4

H 720	Ventes de dêchhets et rebus
H 761	Recettes en atténuations charges
H 767	Rembourssements cessions diverses
H769	Autres produits accessoires
H 783	Productions de linge

PRIX DE REVIENT SECTION BUANDERIE

ANNEE 1987

FRAIS DE PERSONNEL	T2	286455,46	Fr
ACHATS POUR 87	H605	332740,60	Fr
FRAIS GENERAUX STOCK	T1	12436,84	Fr
FRAIS DE TRANSPORT	H645	11771,68	Fr
AUTRES CHARGES	T3	134334,57	Fr
T1+T2+T3=		768302,31	Fr
TOTAL RECETTES EN ATTENUATION	T4	15872,87	Fr
T1+T2+T3-T4= TOTAL NET		752429,44	Fr

NOMBRE D'UNITES :78000 KG

PRIX DE REVIENT AU KILO	9,64Fr
PRIX DU KILO TRAITE	11,80 Fr

Annexe n°13

COUT DU BADGE
ANNEE 1987

PRIX DE REVIENT DESFOURNITURES		2 551,50Fr
FRAIS DE PERSONNEL 150 HEURES		10 335,02Fr
FRAIS GENERAUX		
STOCK		359,25Fr
AUTRES CHARGES		2 835,10Fr
	TOTAL	16080,87 Fr
RECETTES EN ATTENUATIONS		233,45 Fr

TOTAL NET : 15847,42Fr

NOMBRE DE PIECES TRAITEES 11350

PRIX DE REVIENT A L'UNITE 1,39Fr

Annexe n°14

COUT DU RACOMMODAGE

ANNEE 1987

(ACTIVITE 1,14% du total)

FRAIS DE PERSONNEL	140 000,00 Fr
FRAIS GENERAUX STOCK	4552,63 Fr
AUTRES CHARGES	8236,03 Fr
TOTAL	152 788,66 Fr

NOMBRE DE PIECES TRAITEES EN 1987

5000 PIECES

PRIX DE LA REPARATION 30,55Fr

Annexe n°15

reference	nombre d'articles	points	pourcentage	total en fr
1	8966	403470	35,359	502692,891
12	24400	170800	14,968	212797,512
2	28855	114200	10,008	142282,034
818	21924	109620	9,607	136581,085
819	12827	64135	5,621	79912,801
8	15258	61032	5,349	76045,824
13	6563	45941	4,026	57236,957
101	690	31050	2,721	38683,994
4	1146	28650	2,511	35698,46
16	4192	20960	1,837	26116,316
3	1138	20484	1,795	25519,209
7	486	17010	1,491	21197,294
112	1963	13741	1,204	17117,064
9	2600	10400	0,911	12951,532
11	1328	6640	0,582	8274,195
108	937	3748	0,328	4663,12
14	92	3220	0,282	4009,146
113	450	3150	0,276	3923,845
20	617	3085	0,27	3838,543
29	273	2730	0,239	3397,823
110	540	2700	0,237	3369,388
6	157	2355	0,206	2928,668
5	50	750	0,066	938,312
19	103	618	0,054	767,709
21	193	579	0,051	725,058
TOTAL	135748	1141068	99,999	1421668,78

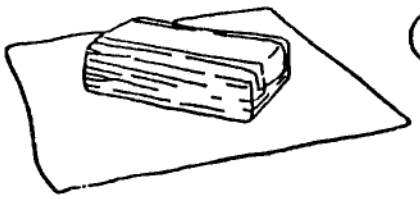
Correspondance références/points/1987

Annexe n°16

N° de Référence	Désignation	Nbr de points	Poids total en Kg
1	Pack standard	45	3
2	Pack standard	40	2,82
3	Pack ophtalmologie	18	0,675
4	Pack stomatologie	25	1,24
5	Pack neurochirurgie	15	1,37
6	Pack endoscopie	15	1,26
7	Pack O.R.L	35	1,7
8	Champ 60 x 60	4	0,055
9	Champ 60 x 60 f	4	0,055
10	Sarrau tétra	5	
11	Champ 160 x180	5	0,12
12	Champ 160 x180 f	7	0,38
13	Champ 160 x180 troué	7	0,38
15	Sarrau	10	
16	Champ tétra 60x60	5	0,055
18	Sarrau bleu	10	
20	Champ 160 x180 troué	5	0,38
29	Champ fendu de hanche	10	0,38
101	Pack standard vert	45	3
108	Champ vert 60x60	4	0,055
110	Champ vert 90x120	5	0,12
112	Champ vert 160x180	7	0,38
113	Champ vert 160x180 f	7	0,38
118	Sarrau séptique	10	
817	Sarrau	10	
818	Champ 90x120	5	0,12
919	Champ 90x120 f	5	0,12
328	Toile plastic	5	
329	Toile plastic	6	

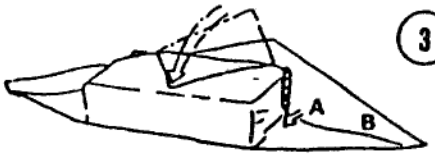
Correspondance poids/points

Annexe 16B

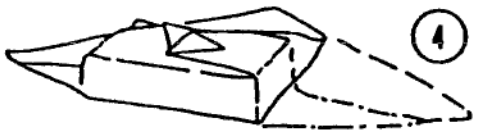


Le paquet de linge ou le plateau d'instruments, est placé en diagonale, au milieu de la feuille d'emballage.

Le coin le plus proche de l'opérateur est replié vers l'avant et maintenu bien tendu.



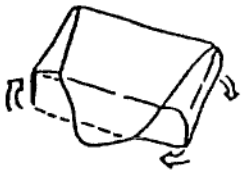
Le coin opposé est rabattu vers l'opérateur. En A, l'emballage est serré contre la charge, et le coin B, est plié vers la gauche.



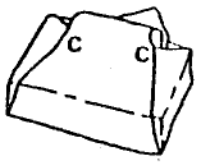
L'extrémité du coin B, est replié de telle sorte qu'il recouvre la moitié du paquet.

Le coin gauche est plié à son tour vers la droite, puis rabattu comme précédemment en 3 et 4.

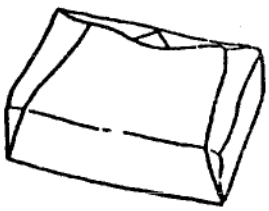
Le milieu du paquet est alors maintenu fermement à l'aide de la main gauche, tandis que le coin opposé à l'opérateur est ramené vers celui-ci comme en 3 (A et B).



La main gauche exerçant une pression au milieu du paquet, celui-ci subit une rotation de 180°.



L'emballage est alors tendu et maintenu serré avec les pouces, en C. Replier le coin à l'intérieur à l'exception de la partie extrême.



Cette extrémité ne doit pas dépasser le bord du paquet. Le matériel ainsi emballé est placé dans une panière métallique en vue des opérations de stérilisation.

PLIAGE SUIVANT LA TECHNIQUE DE L'ENVELOPPE DE COURRIER

Annexe n°17

STERILISATION CENTRALE

BLOCS OPERATOIRES

Pack n°1

1 Champ de table 160 X 180
30 Compresses
2 Carrés à border 60 X 60
4 Champs 160 X 180

1 Champ de table 160 X 180
30 Compresses
2 Carrés à border 60 X 60
6 Champs 160 X 180

A LA PIECE

8 Champ bleu 60 X 60
9 Champ bleu 60 X 60 fendu
10 Champ bleu 90 X 120
11 Champ bleu 90 X 120 fendu
12 Champ bleu 160 X 180
13 Champ bleu 160 X 180 fendu
14 Enfant
16 Champ tétra abdominal
17 Cagoule
18 Sarrau dos stérile
18 Sarrau dos stérile taille 6
19 Champ blanc unique ophtalmo
20 Champ bleu unique ophtalmo
21 Champ bleu unique ophtalmo
22 Pince à servir
23
24 Cupule
25 Bocal d'aspiration pleurale
26 Bocal d'aspiration redon
27 Bistouri électrique
28 Tablier
29 Drap fendu 300 X 180

LINGE VERT SPECIAL HYPERSEPTIQUE

101 idem que n° 1
108 " n° 8
112 " n° 12
113 " n° 13
118 " n° 18

Annexe n°18

CENTRE HOSPITALIER REGIONAL ET UNIVERSITAIRE DE GRENOBLE

STERILISATION CENTRALE - C.A.M.S.P.

PAQUETAGE DES SPECIALITES

3 OPHTALMOLOGIE	1 Champ microscope bleu 60 X 60
	1 Champ 160 X 180 troué
	1 Champ blanc 90 X 120 jaune
	1 Champ de table 90 X 120 bleu
	10 Compresses
4 STOMATOLOGIE	1 Champ de table enveloppe 160 X 180
	1 CHamp bleu 160 X 180
	4 Champs 90 X 120
	1 Feuille papier pliée en 4 40 X 40
	4 Grandes compresses 65 X 65
	50 Petites compresses
5 NEURO-CHIRURGIE	2 Champs 300 X 180
	2 Champs 60 X 60
6 UROLOGIE GYNECO	1 Champ de table 160 X 180
	2 Champs pour position gynécologique
	1 Champ 90 X 120 fendu
	20 Petites compresses
7 O.R.L.	1 Champ de table enveloppe 160 X 180
	3 Champs bleus 160 X 180
	1 Champ fendu 160 X 180
	1 Champ microscope avec lacettes
	1 Jersey plat
	2 Jersey roulés 80 X 100 cm
	20 Petites compresses
14 ENFANT	1 Champ bleu 160 X 180
	2 Champs 60 X 60
	6 Champs 90 X 120
	20 Petites compresses

CHIRURGIE CARDIAQUE

TYPE D'INTERVENTION	NOMBRE	POID	POINTS	PRIX LAVAGE	PRIX STE	TOTAL	TOTAL ANNEE
COEUR AVEC CEC	205	9,66	183	112,05	227,99	340,04	69709,43
COEUR SANS CEC	84	9,55	175	110,78	218,03	328,81	27620,25
POUMON							
*MEDIASTINOSCOPIE	29	3,0	45	34,8	46,24	81,04	2350,16
*POUMON	106	4,9	80	56,84	99,67	156,51	16590,06
*MEDIASTINOSCOPIE PLUS POUMON	40	7,8	160	90,48	199,34	289,82	11592,80
VOIE D'ABORD HAUTE							
*PACE MACKER	107	3,38	52	39,20	64,78	103,99	11126,72
*COU	24	2,82	40	32,71	49,83	82,55	1981,50
DIGESTIF	141	5,36	106	62,17	132,06	194,23	27387,28
DIVERS	4	3,0	45	34,8	46,24	81,04	324,16
					TOTAL N° 329		44085,85
						TOTAL TTC	212768,21

Annexe n°19

CHIRURGIE DIGESTIVE

TYPE D'INTERVENTION	NOMBRE	POIDS EN KG	POINTS STE	PRIX LAVAGE EN FF	PRIX STE EN FF	TOTAL EN FF	TOTAL ANNEE 87 EN FF
SEIN							
*SEIN SIMPLE	97	3,11	53	36,00	66,03	102,03	16301,82
*KIRICUTA	3	9,24	145	107,18	180,65	287,83	863,5
LAPAROTOMIE							
*HERNIE	187	3,35	63	38,86	78,49	117,35	21944,76
*ESTOMAC CARDIA	186	4,11	77	47,68	95,93	143,60	26710,72
VOIE BILIARE	231	7,0	124	81,20	142,03	223,23	51566,13
VENTRE	59	5,22	109	60,55	135,80	196,35	11584,77
COLON	168	4,34	87	50,34	108,39	158,73	26667,31
POSITION GYNECOLOGIQUE	74	5,01	102	58,11	127,08	185,20	13704,50
					TOTAL TOILES N°328 ET 329		50438,29
					TOTAL TTC		219781,60

Annexe n°20

NEUROCHUIRURGIE

TYPE D'INTERVENTION	NOMBRE	POIDS EN KG	POINTS	PRIX LAVAGE EN FF	PRIX STE EN FF	TOTAL EN FF	TOTAL ANNEE 87 EN FF
CRANE							
CRANE SANS TUMEUR	282	5,3	95	61,48	118,36	179,84	50714,88
CRANE AVEC TUMEUR	152	5,87	120	68,09	149,51	217,60	33075,20
DERIVATION VENTRICULO PERITONEALE	129	MINI 3	45	34,80	56,06	90,86	11720,94
		MAXI 5	85	58,00	105,90	163,90	21143,10
NEURINOMES	3	5,48	105	63,57	130,81	194,38	583,14
HYPOPHYSES	31	4,34	92	50,35	114,63	164,98	5114,38
COLONNE VERTEBRALE							
HERNIE DISCALE	438	3,88	69	45,01	85,96	130,97	57364,86
ROY CAMILLE(OSTEOSYNTHESE)	72	6,46	116	74,94	144,53	219,47	15801,84
LAMINECTOMIE	5	5,36	100	62,18	124,59	186,77	933,85
TUMEUR	7	5,48	105	63,57	130,81	194,38	1360,66
ABORD CERVICAL	74	8,24	140	95,58	174,43	270,01	19980,74
STEREOTAXIE	104	1,055	28	12,24	34,89	47,13	4901,52
ABORD ANTERO- ABDOMINAL	2	6,72	120	75,63	149,51	225,14	450,28
DRAINAGES	40	0,12	5	1,39	6,23	7,62	304,80
DIVERS	41	3,00	45	34,80	56,07	90,87	3725,67
					TOTAL TOILES N°328 ET 329		25875,50
						MINI:	206239,11
					TOTAL TTC	**MAXI**	**:215662,12**

CHIRURGIE VASCULAIRE

TYPE D'INTERVENTION	NOMBRE	POIDS EN KG	POINTS	PRIX LAVAGE EN FF	PRIX STE EN FF	TOTAL EN FF	TOTAL ANNEE 87 EN FF
ANEVRISME	146	8,35	178	98,86	179,24	276,10	40310,60
PONTAGES	197	6,55	130	75,98	161,96	237,94	46875,55
EVEINAGE	212	6	90	69,60	112,13	181,73	38526,97
FISTULES	121	3,76	59	43,62	73,50	117,12	14271,52
INTERVENTION DIGESTIVE	59	4,98	99	57,77	123,34	181,11	10685,38
DIVERS	12	0,18	7	2,08	8,72	10,80	129,60
TRANSPLANTATION HEPATIQUE	8	13,37	333	155,09	414,88	569,97	4559,78
						TOTAL TOILES N°328 ET 329	34186,54
						TOTAL TTC	189545,94

CHIRURGIE GENERALE ET INFANTILE

TYPE D'INTERVENTION	NOMBRE	POIDS EN KG	POINTS	PRIX LAVAGE EN FF	PRIX STE EN FF	TOTAL EN FF	TOTAL ANNEE 87 EN FF
THYROIDE POUMON DIGESTIF	737	3,38	52	39,20	64,78	103,99	76639,16
CHIRURGIE INFANTILE	295	3,0	45	34,80	56,06	90,86	26803,70
ATHRESIE DE L'OESOPHAGE	3	1,01	35	11,61	43,6	55,21	165,63
OESOPHAGE	31	7,26	116	84,22	144,52	228,74	7090,82
					TOTAL TOILES N°328 ET 329		19607,75
					TOTAL TTC		130307,06

Annexe n°23

UROLOGIE

TYPE D'INTERVENTION	NOMBRE	POIDS EN KG	POINTS	PRIX LAVAGE EN FF	PRIX STE EN FF	TOTAL EN FF	TOTAL ANNEE 87 EN FF
VOIE ABDOMINALE	553	3,38	52	39,21	64,78	103,99	57507,47
VOIE BASSE	51	4,24	67	49,18	83,47	132,65	6765,40
VOIE BASSE SIMPLE	6	0,66	15	7,70	18,68	26,38	158,28
					TOTAL TOILES N°328 ET 329		10284,52
					TOTAL TTC		74714,67

Annexe n°24

CHIRURGIE CARDIAQUE

TYPE D'INTERVENTION ET NOMBRE		MOLNLYCKE	en francs		BAXTER	en francs		JOHNSON	en francs	
		REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
COEUR AVEC CEC COEUR SANS CEC	289	699400 698000	291,00	84099,00	29 CP 209	366,58	105941,62	456125	367,69	106262,41
POUMON MEDIASTINOSCOPIE POUMON + MEDIASTINOSCOPIE	225	698700	95,00	21375,00	29105	155,57	35003,25	451105	229,69	51680,25
PACE MACKER	107	698700	95,00	10165,00	29105	155,57	16645,99	451105	229,69	24576,83
COU	28	705600 808005	52,00	1456,00	9363 22	65,78	1841,84	452110 453104	53,92	1509,76
DIGESTIF	141	698700	95,00	18189,00	29105	155,57	21893,07	456104	163,04	22421,82
CHAMPS DE TABLE SUPPLEMENTAIRES	740		22,00	16280,00	22	17,99	16280,00	453104		18152,20

Annexe n°25

Annexe n°26

CHIRURGIE DIGESTIVE

TYPE D'INTERVENTION ET NOMBRE		MOLNLYCKE	en francs		BAXTER	en francs		JOHNSON	en francs	
		REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
SEIN SIMPLE	97	1 698700	95,00	9215,00	29105	155,57	15090,29	451105	125,95	12217,15
		2 825000) 808005	79,00) 22,00	9797,00	9456) 26	60,00) 17,99	7565,03	452107) 453104	83,22	10451,75
KIRICUTA	3	698700	95,00	285,00	29105	155,57	466,71	456109	163,04	408,12
LAPAROTOMIE	246	1 698700	95,00	23370,00	29105	155,57	38270,22	456109	163,04	40107,84
GYNECOLOLOGIE AUTRE QUE LE SEIN		2 699300 808005	138,00	13386,00	29137	171,67	42304,62	455113 453104	183,75	45205,50
VOIE BILIAIRE	231	699300 707505	125,10	28898,10	29137 2X9361	207,71	47981,01	455113 452113	190,23	43943,15
COLON	168	698100 610130 706500	113,75	19110,00	291005 8420 8552	205,01	34441,68	451112	163,04	27390,72
POSITION GYNECOLOGIQUE	74	696100	49,00	3626,00	29170	112,46	8322,04	451112	122,34	90530,16
CHAMPS DE TABLE	1005		22,00	24732,24		17,99	18079,95	453104	29,53	24652,65

NEUROCHIRURGIE

TYPE D'INTERVENTION ET NOMBRE		MOLNLYCKE en francs HT			BAXTER en francs HT			JOHNSON en francs HT		
		REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
CRANE -SANS TUMEUR -AVEC TUMEUR NEURINOME HYPOPHYSE	468	699000 827500 699300 808005	209,00 138,00	97812,00 64584,00	29444 22 8339 29137	384,59 171,67	179988,12	455103 453107	205,04	95958,72
DERIVATIONS	129	699000	129,00	26961,00	29444+22	363,99	46954,71	455103 ET 07	205,04	26450,16
HERNIE DISCALE ROY CAMILLE LAMINECTOMIE TUMEUR	522	699000 699300 808005	129,00 116,00 22,00	67338,00 72036,00	29205 29137	229,02 171,67	119548,44 89611,74	456104 455113 453104	163,04 183,75	85106,88 95917,50
ABORD CERVICAL STEREOTAXIE ABORD ANTERO ABDOMINAL	293	698700	95,00	27835,00	29105	155,57	45582,01	451109	229,69	67299,17
DRAINAGES	40	808005 705600	52,00	2080,00	8441 22	46,89	1875,76	452110 453104	53,92	2156,80
CHAMPS DE TABLE	1375		22,00	30250,00		17,99	24736,25	453104	24,53	33728,75

CHIRURGIE VASCULAIRE

TYPE D'INTERVENTION ET NOMBRE		MOLNLYCKE	en francs		BAXTER	en francs		JOHNSON	en francs	
		REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
ANEVRYSME PONTAGE EVEINAGE DIGESTIF	826	698700	95,00	78470,00	29105	155,57	128500,82	451109	229,69	189723,94
FISTULES	121	825400 808005	92,70 22,00	13878,70	29185	140,50	17000,50	455116 455104	210,00 24,53	28378,13
DIVERS	12	825000 808051	79,00 22,00	1212,00	9459 17	60,00 17,51	930,12	452107 453104	83,22 24,53	1293,00
TRANSPLANTATION HEPATIQUE	8	699400 698000	226,00 65,00	2328,00	29CP209	366,58	2932,64	456125	367,69	2941,52
CHAMP DE TABLE SUPPLEMENTAIRES	909		22,00	19998,00		17,99	16352,91	453104	24,53	22297,77

Annexe n°28

Annexe n°29

CHIRURGIE GENERALE ET INFANTILE

TYPE D'INTERVENTION ET NOMBRE		MOLNLYCKE	en francs		BAXTER	en francs		JOHNSON	en francs	
		REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
COEUR THYROIDE	262	1 698700	95,00	79325,00	29105	155,57	129900,95	451109	229,69	191791,15
POUMON	59	2								
DIGESTIF	514	699300 808005	116,00 22,00	11523,00	29137	171,67	1433440,45	455113 453104	183,75	153431,25
OESOPHAGE	31	1 698700	95,00	3230,00	29105	155,57	5289,38	451109	229,69	7809,46
ATRESIE DE L'OESOPHAGE	3	2 825000 808005	79,00 22,00	3434,00	9459 26	60,00 17,99	2651,66	452107 453104	107,75	3663,50
THYROIDE	164	698700	95,00	15865,00	29105	155,57	25513,48	451109	229,69	37669,16
CHIRURGIE INFANTILE	262	698000	65,00	17031,00	29105	155,57	40759,34	451109	229,69	60178,78
		825000 808005	70,00 22,00	24104,00	29492 26	123,25	32291,50	455113 453104	183,75	48142,50
MEDIASTINOSCOPIE	33	825000 808005	70,00 22,00	3333,00	9456 26	60,00 17,99	2573,67	452107 453104	107,75	3555,75
CHAMPS DE TABLE SUPPLEMENTAIRES	1097	808005	22,00	24134,00	22	17,99	19735,00	453104	24,53	26909,41

UROLOGIE

TYPE D'INTERVENTION ET NOMBRE		MOLNLYCKE	en francs		BAXTER	en francs		JOHNSON	en francs	
		REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	REF FABRIQUANT	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
VOIE ABDOMINALE VOIE THORACO-ABDOMINALE LOMBOTOMIE	553	699000	129,00	7 1337,00	20105 + 8339	155,57 + 20,60	9 7422,00	451109 + 455106	261,19	14 438,07
VOIE D'ABORD BASSE	51	696400	120,00	6120,00	29380	92,70	4727,00	451113	163,69	8348,19
VOIE D'ABORD BASSE SIMPLE	6	696100	49,00	294,00	29360	132,60	797,40	451113	163,69	982,14
CHAMP DE TABLE SUPPLEMENTAIRES	610		22,00	13420,00		17,99	10973,00	453104	24,53	1 4963,30

Annexe n°30

RESUME MOLNLYCKE

	PRIX MINIMUM (HT)	PRIX MAXIMUM (HT)
CHIRURGIE CARDIAQUE	84099,00 21375,00 10165,00 1456,00 18189,00 16280,00 **151564,00 FF**	84099,00 21375,00 10165,00 1456,00 19458,00 16280,00 **152835,00FF**
CHIRURGIE DIGESTIVE	9215,00 285,00 13386,00 28898,10 19110,00 3626,00 24732,24 **99252,34FF**	9797,00 285,00 23370,00 28898,10 19110,00 3626,00 24732,24 **109818,34 FF**
NEUROCHIRURGIE	64584,00 26961,00 67338,00 27835,00 2080,00 30250,00 **219048,00FF**	64584,00 26961,00 72036,00 27835,00 2080,00 30250,00 **223746,00FF**

Annexe n°31

RESUME MOLNLYCKE

CHIRURGIE VASCULAIRE

78470,00
13878,70
1212,00
2328,00
19998,00
115886,70FF

CHIRURGIE GENERALE ET INFANTILE

COUT MAXIMUM	COUT MINIMUM
79325,00	115230,00
3230,00	3434,00
15865,00	15865,00
17031,00	24104,00
3333,00	3333,00
24134,00	24134,00
142918,00FF	**186100,00FF**

UROLOGIE

71337,00
6120,00
294,00
13420,00
91171,00FF

Annexe n°32

RESUME BAXTER

	PRIX MINIMUM	PRIX MAXIMUM
CHIRURGIE CARDIAQUE	105941,62 35003,25 16645,99 1841,84 21893,07 **181325,77 FF**	105941,62 30003,25 16645,99 1841,84 24205,47 **183638,17FF**
CHIRURGIE DIGESTIVE	7565,03 466,71 38270,22 47981,01 344441,68 8322,04 18079,95 **155126,64 FF**	15090,29 466,71 42304,62 47981,01 34441,68 8322,04 18079,95 **166686,30 FF**
NEUROCHIRURGIE	80341,56 46354,71 89611,74 45582,01 1875,76 24736,25 **289102,03FF**	80341,56 46954,71 119548,44 45582,01 1875,76 24736,25 **319038,73FF**

Annexe n°33

RESUME BAXTER

CHIRURGIE VASCULAIRE

128500,82
17000,50
912,12
2932,64
16352,91

165716,99FF

CHIRURGIE GENERALE ET INFANTILE

COUT MAXIMUM

129900,95
2651,66
25513,48
32291,50
2573,67
19735,00

212666,26FF

COUT MINIMUM

143334,45
5289,38
25513,48
40759,34
2573,67
19735,00

237215,32FF

UROLOGIE

97422,00
4727,00
797,40
10973,00

113919,40FF

Annexe n°34

RESUME SURGIKOS

	PRIX MINIMUM	PRIX MAXIMUM
CHIRURGIE CARDIAQUE	106262,41 51680,25 24576,83 1509,76 22421,82 **206451,07 FF**	106262,41 51680,25 24576,83 1509,76 22983,00 **207012,25FF**
CHIRURGIE DIGESTIVE	10451,75 408,12 40107,84 43943,15 27390,72 9053,16 24652,65 **156007,39 FF**	12217,15 408,12 45205,50 43943,15 27390,72 9053,16 24652,65 **162870,45FF**
NEUROCHIRURGIE	85995,00 26450,16 85106,88 67299,17 2156,80 33728,75 **300756,76FF**	85995,00 26450,16 95917,50 67299,17 2156,80 33728,75 **311547,38FF**

Annexe n°35

RESUME SURGIKOS

CHIRURGIE VASCULAIRE

189723,94
28378,13
1293,00
2941,52
22297,77
244634,36FF

CHIRURGIE GENERALE ET INFANTILE

COUT MAXIMUM	COUT MINIMUM
153431,25	191791,15
3663,50	7809,46
37669,16	37669,16
48142,50	60178,78
3555,75	3555,75
26909,41	26909,41
273371,57FF	**327913,71FF**

UROLOGIE

144438,07
8348,19
982,14
14963,30
168731,70FF

Annexe n°36

Type de chirurgie	MOLN LYCK		BAX TER		SURG IKOS	
	Hypothèse Basse	Hypothèse haute	Hypothèse Basse	Hypothèse haute	Hypothèse Basse	Hypothèse haute
Cardiaque	151 564,00 F	152 835,00 F	181 325,77 F	183 638,17 F	206 451,07 F	207 012,25 F
Digestive	99 252,34 F	109 818,34 F	155 126,64 F	166 686,30 F	156 007,39 F	162 870,45 F
Neurochirurgie	219 048,00 F	223 746,00 F	289 102,03 F	319 038,73 F	300 756,76 F	311 547,38 F
Vasculaire	115 886,70 F	115 886,70 F	165 716,99 F	165 716,99 F	244 634,36 F	244 634,36 F
Générale et infantile	142 918,00 F	186 100,00 F	212 666,26 F	237 215,32 F	273 371,57 F	32 913,71 F
Urologie	91 171,00 F	91 171,00 F	113 919,40 F	113 919,40 F	168 731,70 F	168 731,70 F
TOTAL	**819 840,04 F**	**879 557,04 F**	**1 117 857,09 F**	**1 186 214,91 F**	**1 349 952,85 F**	**1 422 709,85 F**

Annexe n°37

Resumé des coûts d'utilisation des non tissés

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1- ADAM W., MARCY G.
Versuche zur profung von papier aut serne eignund als strerilumhülung
Hyg. und Med. 1979, 4, 59-63.

2- A.F.N.O.R
Norme NFQ 03-016
Association Française de normalisation
Tour Europe Paris la Défense.

3- A.F.N.O.R
Normes homologuées.(décret N° 86-450 du 13 mars 1986)
Répertoire général des essais à effectuer sur les articles textiles hospitaliers 10-23

4- ANDRIEU R;
Application d'ennoblissement aux champs opératoires
Le matériel médico-chirurgical 1985, 10, 38-42.

5- ARNAUD Y.
Aspects pharmaceutiques des Non tissés
Revue A.D.P.H.S.O 1984, 9 , 13-21.

6- ARNAUD Y., VYGON SA
Aspects pharmaceutiques des Non tissés
Revue A.D.P.H.S.O 1984, 9 , 45-54.

7- AS.P.E.C
Association pour la prévention et l'étude de la contamination
Recommandation n° 73/03
1 Cité Paradis, Rue Paradis 75010 Paris.

8- AS.P.E.C
Association pour la prévention et l'étude de la contamination
Recommandation n°84/14
1 Cité Paradis, Rue Paradis 75010 Paris.

9- AYLIFFE C.A.J., BABB J.R. , COLLIN B.J.
Dispersal and skin carriage of staphylococci in healthy male and female subjects and patients with skin disease.
6th International Symposium on aerobiology, Utrecht, 1973, 435-437.

10- BECKER A., DAUPHIN A., RENAUX C. FAURE P.
Etude des propriétés physiques et mécaniques de quelques non tissés pour champs opératoires
Revue A.D.P.H.S.O., 1979 , 4 ,87-94.

11- CAMBASSEDES S.
Les non tissés. Application au drapage opératoire implantation au C.H.R Toulouse
1988 Thèse pharmacie N° 88 Tou 3 2090.

12- CERDAN A. , DESQUIN M ., CALOP J.
Etude du coût de la préparation à la livraison des objets stériles au sein de la stérilisation centrale
Revue ADPHSO ,1983, 8-2, 47-61.

13- CHAMPAULT G. .
Non tissés au blocs opératoire: le point de vue du chirurgien
Journée A.C.O.P.H.R.A 19 janvier 1989.

14- CHAMPAULT G.
Le non tissé intégral au bloc opératoire 13 années d'expérience (1975-1988)
"Des réticences à la confiance"
J. CHIR. ,1988, 178 ,215-218.

15- CHI-SUNG CHU M.D.
Therapeutique effects of silver Nylon dressing on Pseudomonas æruginosa infected burn wounds.
The journal of trauma, 28- 10, 1488-1491.

16- CHRITOL D., BOUSSOUGANT Y.
Les germes de l'air procédé d'étude et de numération - devenir spontané
La presse médicale. 1979, 7, 271-274

17- CLARK R.P., COX R.N.
Dispersal of bacteria from the human body surface
4th Internationnal symposium on aerobiology , Utrecht 1973 P 413,426.

18- DARBORD J.C., DAUPHIN A.
Hygiène hospitalière pratique
Editions médicales internationales 482-483

19- DARBORD J.C., DAUPHIN A.
Hygiène hospitalière pratique
Editions médicales internationales 527-528.

20- DELUMEAU J.
" La peur en occident"; "Le péché de la peur"
Fayard , Paris, 1984.

21- DENIAU J.F.
Application d'ennoblissement aux champs opératoires
Le matériel médico-chirurgical, 1985,10, 35-37.

22- DESCHAMPS A.
Evaluation économique de l'utilisation du linge à usage unique dans un bloc opératoire
Congrès E.D.A.N.A index 84
Session 9- Les non tissés à l'hôpital.

23- De ROSA G.
Hôpital: l'avènement du non tissé
Le quotidien du médecin 1982, 62, 26-27.

24- Din 58953 (Norme)
part 6 : paper for production of sterilised bags and tabularpackaging
Deutsches institut fûr normung 1981

25- DUCEL G.
Coûts et avantages comparatifs des non tissés à usage unique par rapport aux textiles traditionnels réutilisables, en pratique opératoire.
Soins chirurgie 1983, 28-29, 59-64.

26- DUCEL G.
Les non tissés à l'hôpital ,en particulier en chirurgie.
Revue A.D.P.H.S.O 1985, 10, 77-82.

27- DUCEL G., CHAPON J.L.
Importance du choix du tissu pour la conception des vêtements de salles d'opérations
Techniques hospitalières sept 1981, 432, 74-79.

28- DUGAND M.
Alternatives au tissé
Aspect économique et financier
Compte rendu journée A.C.O.P.H.R.A 19 janvier 1989

29- E.D.A.N.A (Association Européenne pour l'industrie des non tissés)
Les non tissés 1984

30- E.D.A.N.A (Association Européenne pour l'industrie des non tissés)
Nonwovens
Guide to good manufacturing practice for health care products 1984

31- E.D.A.N.A
(Association Européenne pour l'industrie des non tissés)
Les non tissés 1984, 56-61

32- E.D.A.N.A
Non wovens dry bacterial penetration
Jan. 1989 CG/ IV/ 48

33- E.D.A.N.A
Non woovens wet bacterial penetration- critical area
JAN. 1989 CG/IV/ 49

34- ESCHAMPS. A
Evaluation économique de l'utilisation du linge opératoire à usage unique
Congrès EDANA Index 84.
session 9 - les non tissés à l'hôpital

35- FAURE P.
Le non tissé au bloc opératoire. Le point de vue du chirurgien
Le matériel médico- chirurgical, 1985, 10, 58-62

36- FERRONI J.
Le non tissé et ses applications hospitalières
Journée A.D.P.H.S.O Cahors 1979
Extrait de la revue interblocs 5

37- FLÜGGE C.
Ueber luftinfektion.
Z. Hyg. Infektkr l897, 25, 179-224.

38- FONTAINE C.
Qualité des tissus utilisés pour les vêtements chirurgicaux
Sîgma contrôle 27100 Le vaudreuil
ITF nord 59656 Villeneuve d'Ascq

39- GEVAUDAN M.J.
Réflexion sur l'hospitalisme infectieux
Technique hospitalière 1981, 431-432, 29-31.

40- GPEM
Recommandations circulaires et spécification techniques établies par le Groupe Permanent d'Etude des Marchés pour les Equipements des Centres de Soins et Laboratoires (GPEM /SL)
Guide des articles textiles et à usage unique en milieu hospitalier.
41 quai Branly 75015 Paris

41- GOUILLET D.
Les alternatives au non tissé traditionnel en bloc opératoires
Journée A.C.O.P.H.R.A du 19 janvier 1989

42- GRENIER D., CALOP J., HANSEL S., POMETAN R., PONCET P.
Non tissés- Guide et critères de sélection
Mölnlycke Ed 1986.

43- HALTEBOURG R.
Passage au système de champs à usage unique
Centre de traumatologie de Nancy sept 1977

44- HARTMAN J.
Place et fabrication des Non tissés en 1985
Le matériel médico-chirurgical, 1985, 10, 6-12.

45- HARTMAN G.
Programme de réduction des suites infectieuses
A.D.R.N journal 197.

46- HEELEY P.H
Les biotextiles, le linge à l'hôpital
Lille, 1982 , 113.

47- HOBORN J.
Mensch, bekleidung und reinraumtechnik.
Medita 7 , 1977 , 8-9, 3-8.

48- HOET M.
Qualité de l'air dans les services nécessitant une atmosphère contrôlée
A.D.P.H.S.O Avril 1985, 10-2, 73-74.

49- HARDING L. WILLIAMS R.E.O.
Selection of Staphylooccus aureus in cultures from samples airs
Hyg. 1969, 67, 35-39..

50- ISOARD P.
Guide de la biocontamination
A.S.P.E.C 1989 1 Cité Paradis, Rue Paradis 75010 Paris.

51- ISOARD P.
Technique d'étude de la flore microbienne des atmosphères closes
mémoire d'obtention du titre de maître de recherche du service de santé des armées 1975

52- ISOARD P.
Technique d'études de la flore microbienne des atmosphères closes
Communication personnelle 1975

53- I.R.C.H.A
Document de l'institut national de recherche chimique appliquée
91710 Vert- le- Petit

54- JEAMBAR P.
Les procédés de fabrication des non tissés
Revue de l'A.D.PH.S.O,1988, 13,-1, 55-63

55- KOVACS J.
Les textiles Non-tissés.
Ed Eyrolles et Masson, 1972

56- LEROY S. CRETINON D.
Travail de fin d'étude : Elaboration et mise au point d'un banc d'essai des textiles
E.C.A.M., Lyon 1987 tome 1

57- LIDWELL D.M.
Effet de l'air ultra propre dans les salles d'opérations sur des infections graves de l'articulation après prothèse totale de la hanche ou du genou: une étude statistique.
Revue symbiose février 1985, 473, 63-69.

58- LACOURBAS M.
Les non tissés hydrophobes
Compte rendu journée A.C.O.P.H.R.A 1989

59- MAISONNET M.
Contribution à L'étude des germes l'analyse de l'air, description et d'un nouvel appareil permettant l'étude bactériologique de l'air.
Thèse de médecine, Paris 1955

60- MAISONNET M.
La contamination de l'atmosphère en milieu hospitalier
Revue hygiène médicale et sociale 1970, 18, 305-310.

61- MAISONNET M.
L'hygiène au bloc opératoire, le conditionnement de l'air, les circuits
Revue hygiène médicale et sociale 1970, 18 ,383-388.

62- MANILLIER M.H.
Champs opératoires en non tissé
Revue de l'infirmière, 1986, 17,34-40.

63- MARMET M.
Le non tissé au bloc opératoire
Le point de vue de l'infirmière de salle d'opération sur les champs en non tissés
Le matériel médico-chirurgical 1985, 10, 63-66.

64- MAY K.R. POMEROY N.P.
Bacterial dispersion from the body surface- airborn transmission and airborn infection.
4th Intern. Symp. on aerobiology, 1973, 426-431.

65- MOYLAN J.A, KENNEDY B.V.
The importance of gown and drape barriers in the prevention of wound infection
Surgery gynecology and obstetrics 1980, 151, 465-470.

66- NOBLE W.C LIDWELL O.M. KINGSTON D.
The size distribution of airborn particules carrying microorganisms
J. Hyg. (G.B.) 1959 , 57, 299-308.

67- NOBUHIKO
Measurement of the number of particules on cleanroom garment
9 th International Symposium on aerobiology,
Los Angeles 09/1988 p424-430

68- NOTTEBROCK D., HEHL B.
Des champs opératoires en tissus aux articles à usage unique,1981
référence inconnue

69- OLIGER M.
Expérience de comparaison multicritére entre l'utilisation de linge textile et de linge non tissé au bloc opératoire.
Revue A.D.P.H.S.O, 1984, 9, 31-35

70- OTTON M.
Choix du textile opératoire
A.N.I.R.S.C 1982, 10 ,12-14.

71- OXBORROW G.S, FIELD W.D, PUELO S.R., HERRING C.M.
Quantitative relationship between air born viable and total particules
Health laboratory sci. 1975, 1, 47-51.

72- PASTEUR L.
Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère; discussion sur la théorie des générations spontanées
Ann. Chim. Phys. 1862, 65, 7-110.

73- PHARMACOPEE FRANCAISE
9 ème édition, 2 ,204-1.

74- PHARMACOPEE FRANCAISE
9 ème édition , 2 ,212-11.

75- PHARMACOPEE FRANCAISE
9 ème édition , 2, 212-16.

76- PHARMAT
Banque de données sur le matériel médico-chirurgical
Centre d'études sur la pharmacie hospitalière (Cahors)

77- RAULT J.Y
La climatisation de l'air
Les éditions parisiennes 18-20

78- RAULT J.Y
La climatisation de l'air
Les éditions parisiennes 25

79- SAULNIERM. GUINET R.
Contamination de l'air et des locaux méthode d'étude
Revue de l'Inst PASTEUR Lyon : 1977, 10-3, 261-274

80- SCHEINBERG.S , O'TOOLE .J.H
La réduction des particules d'origine textile véhiculée par l'air dans le bloc opératoires.
Particulate &microbial control juillet-aout 1983

81- SEBALD.M, de CADORE
La flore microbienne en milieu hospitalier
Institut Pasteur
Cahiers : la peau chirurgicale, 1976

82- SILLS G.
Comparaison de différents types de champs et de casque utilisés au blocs opératoires dans les hôpitaux du royaume unis
Revue E.T.N. 1987, 1, 478-480.

83- SIMOUSEAU E.
Comparaison entre l'utilisation du textile et du non tissé. Aspect économique au blocs opératoires
Revue A.D.P.H.S.O, 1982, 7-2, 35-38.

84- SOULA M.R.
Une histoire d'infirmière de salle d'opération autour des packs tissé et non tissés avant, pendant, après l'intervention chirurgicale.
Revue A.D.P.H.S.O, 1988, 13-1, 81-83

85- TALLENTIRE A., SINCLAIR C.S.
Microbiological integrity of medical grade webs
Manchester business school. Univers. of Manchester
course on april 9-12th 1984

86- TRIPIER A., MOUNIER, SEREHO L.
Audit en marière de technique nouvelle.
Cas du linge opératoire: textile - non tissé
Approche méthodologique.
Revue A.D.P.H.S.O., 13-1, 69-71.

87- TAMAHASHI Y.
Emission of airborne particules and bacteria from human body wearing cotton surgical gowns related to the frequency of washing and stérilizing cycles
Japanese j. med. instrument,1985,10, 441-446.

88- VESSILLER F.
Biocontamination et textiles
1988 Thèse pharmacie Lyon 1 N°108

89- VINCENT- BALLEREAU.F TREVIDIC.J
Evaluation économique comparative du linge non tissé et du linge traditionnel en bloc opératoire
Annales de chirurgie avril 1989, 43

90- WELLS W. L.
"Apparatus for study of bactérial behaviour of air"
Ann. j . publ. health: 1933, 23,58-59.

91- WELLS W. L.
Airborn contagion and air hygiene: An ecologal study of droplet infections.
University Harward press, Cambridge, 1955, 423.

92- WERNER H.
Pattienttenabdeckung im operation saal
Congrès E.D.E.N.A, index 87

93- Williams R.E.O., Harding L
Selection of Staphyloccus aureus in cultures from samples airs
Journal hyg. 1969,67, 35-39

94- W. White P.V. Bailey
Particle dispersion in relation to clothing
Journal of ennvironmental sciences march/april 89 43-49

95- YOSHINOBU
Effects of suction type clean room garment
9 th International Symposium on aerobiology, Los Angeles 09/1988 p 475-481

96- ZOURBAS J.
La contamination bactérienne en salle d'opération
Symbiose 1981, 19, 47-53.

97- Anonyme
Etude de la perméabilité des masques
Document technique Surgikos 1985.

98- GORETEX®
Document technique GORE FRANCE

99- MOLNLYCKE MEDICAL
Evaluation du coût du drapage traditionnel
service d'orthopédie Traumatologie Dr BUTEL C.H.R.U. Grenoble
1985 Document technique mölnlycke

100- PRICE WATERHOUSE ASSOCIES
Expérience de Versailles hôpital Mignot
Mesurer l'intérêt économique pour l'hôpital public du recours aux non tissés stériles
Document technique BAXTER

BIBLIOTHÈQUE INTERUNIVERSITAIRE
GRENOBLE
MÉDECINE-PHARMACIE

AUTORISATION D'IMPRESSION

De la Thèse dont l'intitulé est :

Non tissés et textiles à usage opératoire
Etude comparative des deux concepts de drapage.
(Aspect théorique et économique)

CANDIDAT : M MEYZENC Et...

VU

GRENOBLE, le 13/07/89.

Le Président du Jury

VU

GRENOBLE, le 29.08.1989

Le Président de l'Université
Joseph FOURIER GRENOBLE I
Sciences. Technologie. Médecine

NOM : MEYZENC
PRENOM : Eric
TITRE : Non tissés et textiles à usage opératoire - Etude comparative des deux concepts - (aspect théorique et économique)
NATURE DE LA THESE : THESE DE DOCTORAT EN PHARMACIE

RESUME :

Actuellement deux concepts de drapage opératoire du patient sont en opposition. Il s'agit du linge traditionnel coton recyclé (lavage, stérilisation) et des non tissés à usage unique

Le linge opératoire doit répondre à différents impératifs ; il doit être une barrière efficace contre la propagation des germes, il ne doit pas ou peu relarguer de particules, il doit présenter une parfaite garantie de stérilité.

Notre étude se propose de comparer ces deux concepts sur le plan technique, dans une première partie, en étudiant le pouvoir filtrant , ainsi que le relargage particulaire dans le temps de divers échantillons.

Dans une seconde partie, nous comparerons dans les mêmes conditions les coûts de fonctionnement de ces deux méthodes sur 5500 interventions recensées en 1987.

Une approche macro économique permettra enfin d'estimer les frais engagés dans le cas d'un passage aux non tissés pour tous les secteurs opératoires du C.H.R.U de Grenoble.

MOTS-CLES

aérobiocontamination - particule - non tissés - textiles -drapage opératoire - effet barrière - tests de relargage - coûts de fonctionnement -

JURY

Monsieur le Professeur J. CALOP, Président du jury
Madame le Professeur A.M. MARIOTTE
Monsieur P. ISOARD (Maitre de recherche C.R.S.S.A.)
Monsieur le Professeur J. BUTEL Service orthopédie (C.H.R.U. Grenoble)
Monsieur P.CADET Directeur général (C.H.R.U. Grenoble)

Date de soutenance : le 30 octobre 1989