

Année Universitaire 2021/2022

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté de Technologie

Thèse de Doctorat

Présentée par :

CHELLALI Samira

En vue de l'obtention du diplôme de **DOCTORAT SCIENCES** en :

Filière : Génie des procédés

Option : Génie des polymères

**TITRE : Optimisation des paramètres technologiques
de la bande jersey, utilisée comme protection du corps
humain lors de la pose du plâtre**

Devant le jury composé de :

Mr A. ZERIZER	Professeur	UMBB	Président
Mr Y. BOUAFIA	Professeur	UMMTO	Examineur
Mr S. TIACHACHT	Maître de Conférences (A)	UMMTO	Examineur
Mr R. HALFAOUI	Professeur	UMBB	Directeur de thèse

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

Les échantillons utilisés dans l'étude exposée dans ce manuscrit ont été réalisés à l'entreprise ABH (Fabrication, Rubans, Tresses, Passementerie) Bouzaréa - Alger.

Je suis gré à monsieur Abdelatif ZERIZER, Professeur à l'université M'hamed BOUGARA de Boumerdes de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Je suis très reconnaissante à monsieur Youcef BOUAFIA, Professeur à l'université Mouloud MAMERI de Tizi Ouzou et monsieur Samir TIACHACHT, Maître de conférences A à l'université Mouloud MAMERI de Tizi Ouzou de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Mes plus vifs remerciements vont naturellement vers monsieur Rachid Halfaoui, Professeur à l'université M'hamed BOUGARA de Boumerdes, pour avoir dirigé ma thèse et avoir fait preuve d'une patience exemplaire et d'une disponibilité à toute heure. Ses connaissances et sa rigueur scientifique m'ont beaucoup apporté. Sans lui, cette thèse n'aurait jamais vu le jour.

Je tiens également à remercier l'ensemble du personnel de l'entreprise ABH Bouzaréa pour leur aide à réaliser la partie expérimentale.

Et je souhaite remercier du fond du cœur ma famille et mes amis pour leur soutien et leurs encouragements sans faille tout au long de la thèse.

Permettez-moi enfin de rendre hommage à mes défunts parents qui m'ont soutenu le long de mes années d'étude que dieu les accueille dans son vaste paradis

Table des matières

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre 1. Les textiles circulaires étroits.

Technologie de fabrication de la bande jersey.

1.1 Principes généraux de la technologie de tricotage des étoffes circulaires	5
1.1.1 Structure tubulaire	5
1.1.2 La longueur de la boucle.....	6
1.1.3 Les rangées.....	7
1.1.4 Les colonnes	7
1.1.5 La densité des points.....	8
1.2 Les principales caractéristiques de la machine à tricoter.....	10
1.2.1 L'aiguille.....	11
1.2.2 L'entraînement de l'étoffe	11
1.2.3 Le tricotage de base d'une aiguille	11
1.2.4 Formation de la maille.....	14
1.2.5 Le système de came.....	15
1.3 Les propriétés mécaniques	16
1.3.1 L'élasticité	16
1.3.2 Extensibilité	17
1.3.3 La perméabilité à l'air	17
1.3.4 Perméabilité à la vapeur d'eau	19
1.3.5 Résistance à la vapeur d'eau	20
1.3.6 La porosité	21
1.4 Conclusion	22

Chapitre 2 Les propriétés de confort de la bande jersey et son comportement en présence de l'humidité

2.1 Définition du confort	23
2.2 L'évaluation du confort.....	24
2.2.1 Les aspects du confort	24
2.2.2 Le confort thermo physiologique	25
2.2.3 Le confort sensoriel.....	26
2.3 Comportement du textile de protection en présence de l'humidité.....	27
2.3.1 Transmission de l'humidité à travers les textiles.....	27
2.3.2 Le processus de sorption-désorption	27
2.3.3 Le processus de diffusion.....	28
2.3.4 Processus de convection.....	30
2.3.5 Transmission de l'eau liquide	32
2.4 Relation de la surface cutanée avec le textile.....	33
2.4.1 La neurophysiologie des perceptions sensorielles.....	33
2.4.2 La thermo physiologie du corps humain	34
2.4.3 Les différents types de peau humaine	34
2.4.4 Environnement froid.....	35
2.4.5 Métabolisme énergétique, production de chaleur dans un environnement froid.....	36
2.4.6 L'équation du bilan thermique humain.....	37
2.5 La bande jersey.....	40
2.5.1 Exigences de fonctionnalité de la bande jersey	41
2.5.2 Les fibres utilisées pour la production de la bande jersey.....	42
2.5.2.1 Les fibres naturelles.....	42
2.5.2.2 Fibres synthétiques	42
2.5.2.3 Les mélanges de fibres.....	43
2.6 Conclusion	44

Chapitre 3

La méthodologie des travaux

3.1 L'objectif de l'étude	45
3.2 Le matériel et équipements utilisés.....	46
3.2.1 L'équipement de production.....	46
3.2.2 Géométrie des boucles	48
3.2.3 Les matières premières utilisées.....	50
3.2.4 Les échantillons utilisés	50
3.2.5 Matériel de laboratoire utilisé pour l'analyse des résultats.....	52
3.3 Détermination des propriétés structurelles et physiques de la bande jersey	53
3.3.1 Allongement transversal sous charge fixe	53
3.3.2 Masse par unité de surface.....	55
3.3.2 Épaisseur.....	55
3.3.3 La densité des points	55
3.3.4 La perméabilité à l'air.....	56
3.3.5 La porosité	56
3.3.6 La longueur des boucles.....	57
3.3.7 Le facteur de couverture.....	58
3.4 La détermination des propriétés de confort thermo physiologiques de la bande jersey.....	58
3.4.1 Le transfert d'humidité	58
3.4.2 Le transfert thermique.....	61
3.5 La détermination des propriétés de confort sensoriel de la bande jersey.....	63
3.5.1 La rigidité.....	64
3.5.2 Le nombre de points de contact avec la peau	64
3.6 Conclusion	64

Chapitre 4

Les résultats des travaux et discussions

4. Les résultats des travaux et discussions	66
4.1 Propriétés de confort sensoriel.....	67
4.1.1 Propriétés physiques.....	67
4.1.2. Propriétés de transfert d'humidité.....	75
4.1.2.1. Temps de mouillage.....	76
4.1.2.2. Taux d'absorption.....	77
4.1.2.3 Vitesse de propagation.....	78
4.1.3 Relation entre les propriétés physiques et les propriétés de transfert de l'humidité.....	79
4.2 Propriétés de confort thermo physiologiques.....	83
4.2.1 Conductivité thermique.....	84
4.2.1.1. Résistance thermique.....	84
4.2.1.2. Conductivité thermique.....	84
4.2.2. La perméabilité à l'air.....	90
4.3 Conclusion	94
5. Conclusions et recommandations	95
6. Bibliographie	98
7. Annexes	

Numérotation figures

CHAPITRE 1

Figure 1.1 : La face technique du tricot simple unie	6
Figure 1.2. Processus de la formation de la boucle	12
Figure 1.3. Rabattement des mailles	13
Figure 1.4. Cycle de tricotage d'une machine à aiguille en jersey	15
Figure 1.5. Cames des aiguilles (en bas) et des platines (en haut).....	16

CHAPITRE 2

Figure. 2.1. Métier à tricoter circulaire Bentley komet transformé pour produire La bande jersey simple continu. Photo Ali Bey H. Alger.....	41
--	----

CHAPITRE 3

Figure 3.1. Machine à tricoter Bentley Komet. Photo ABH 2021	45
Figure 3.2 Diagramme d'une Boucle jersey tricotée uniesur les machines Bentley Komet	46
Figure 3.3. Deux boucles similaires	48
Figure 3.4. Espacement des boucles	49
Figure 3.5. Echantillon de la bande jersey 5x (20-25-30).Photo ABH 2021 Alger	50
Figure 3.6. Schéma des capteurs à anneaux	58
Figure 3.7.Schéma de l'appareil pour mesurer la conductivité thermique	62

CHAPITRE 4

Figure 4.1. Graphe du poids de l'échantillon E1 en fonction de la densité total $G = f(P)$	Annexe 1
Figure 4.2. Graphe : l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total $E = f(P)$	Annexe 2
Figure 4.3. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total $N_m = f(P)$	Annexe 2
Figure 4.4. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total $N_c = f(P)$	Annexe 3
Figure 4.5. Graphe du nombre de points en fonction de la densité total	

Np = f(P)	Annexe 3
Figure 4.6. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité total G= f(P)	Annexe 4
Figure 4.7. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total E = f(P)	Annexe 5
Figure 4.8. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total Nm=f(P)	Annexe 5
Figure 4.9. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total Nc=f(P)	Annexe 6
Figure 4.10. Graphe du nombre de points en fonction de la densité total Np=f(P)	Annexe 6
Figure 4.11. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité total G= f(P)	Annexe 7
Figure 4.12. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total E=f(P)	Annexe 8
Figure 4.13. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total Nm = f(P)	Annexe 8
Figure 4.14. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total Nc= f(P)	Annexe 9
Figure 4.15 Graphe du nombre de points en fonction de la densité total Np=f(P)	Annexe 9
Figure 4.16. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité total G= f(P)	Annexe 10
Figure 4.17. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total E = f(P)	Annexe 11
Figure 4.18. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total Nm= f(P)	Annexe 11
Figure 4.19. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total Nc= f(P)	Annexe 12
Figure 4.20. Graphe du nombre de points en fonction de la densité total Np=f(P)	Annexe 12
Figure 4.21. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité total G= f(P)	Annexe 13

Figure 4.22. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total $E = f(P)$	Annexe 14
Figure 4.23. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total $N_m = f(P)$	Annexe 14
Figure 4.24. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total $N_c = f(P)$	Annexe 15
Figure 4.25. Graphe du nombre de points en fonction de la densité total $N_p = f(P)$	Annexe 15
Figure 4.26. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité total $G = f(P)$	68
Figure 4.27. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total $E = f(P)$	68
Figure 4.28. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total $N_m = f(P)$	69
Figure 4.29. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total $N_c = f(P)$	69
Figure 4.30. Graphe du nombre de points en fonction de la densité total $N_p = f(P)$	70
Figure 4.31. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité total $G = f(P)$	Annexe 17
Figure 4.32. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total $E = f(P)$	Annexe 17
Figure 4.33. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total $N_m = f(P)$	Annexe 18
Figure 4.34. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total $N_c = f(P)$	Annexe 18
Figure 4.35. Graphe du nombre de points en fonction de la densité total $N_p = f(P)$	Annexe 19
Figure 4.36. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité total $G = f(P)$	Annexe 20
Figure 4.37. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité total $E = f(P)$	Annexe 20

Figure 4.38. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité total $N_m = f(P)$	Annexe 21
Figure 4.39. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité total $N_c = f(P)$	Annexe 21
Figure 4.40. Graphe du nombre de points en fonction de la densité total $N_p = f(P)$	Annexe 22
Figure 4.41. Poids moyens des échantillons G (g/m ²)	71
Figure 4.42. Epaisseurs moyens des échantillons E (mm)	71
Figure 4.43. Le nombre moyen de mailles N_m (mailles/cm)	72
Figure 4.44. Le nombre moyen des courses N_c (courses/cm)	72
Figure 4.45. Le nombre moyen de points N_p (points/cm ²)	73
Figure 4.46. temps de mouillage de la surface supérieure et de la surface inférieure	75
Figure 4.47. Taux d'absorption de la surface supérieure et de la surface inférieure	76
Figure 4.48. Vitesse de propagation de la surface supérieure et de la surface inférieure	77
Figure 4.49. Graphe du temps de mouillage de la surface supérieure en fonction du nombre de points, $r = 0.831$	78
Figure 4.50. Graphe du temps de mouillage de la surface inférieure en fonction du nombre de points, $r = 0.969$	78
Figure 4.51. Graphe du taux d'absorption de la surface supérieure en fonction du nombre de points, $r = -0.899$	79
Figure 4.52. Graphe du taux d'absorption de la surface inférieure en fonction du nombre de points, $r = -0.928$	79
Figure 4.53. Graphe de la vitesse de propagation sur la surface supérieure en fonction du nombre de points, $r = -0.972$	80
Figure 4.54. Graphe de la vitesse de propagation sur la surface inférieure en fonction du nombre de points, $r = -0.961$	80
Figure 4.55. La conductivité thermique en fonction du poids de l'échantillon, $r = 0.818$	84
Figure 4.56. La conductivité thermique en fonction du nombre de points, $r = -0.917$	86

Figure 4.57. La résistance thermique en fonction du poids de l'échantillon r = - 0.839	87
Figure 4.58. La résistance thermique en fonction du nombre de points r=0.873	88
Figure 4.59. Histogrammes de la perméabilité à l'air par échantillon moyen	90
Figure 4.60. Graphe de la perméabilité à l'air en fonction de l'épaisseur de l'étoffe r = - 0.926	91
Figure 4.61. Graphe de la perméabilité à l'air en fonction du poids de l'échantillon r = - 0.928	91
Figure 4.62. Graphe de la perméabilité à l'air en fonction du nombre de points r = 0.942	Annexe 25

Numérotation tableaux

CHAPITRE 2

Tableau 2.1. Exemples de production d'énergie métabolique associée à différents types d'activités physiques.....	37
Tableau n°2.2. Les fibres et leurs propriétés	44

CHAPITRE 3

Tableau 3.1. Caractéristiques principales des échantillons	50
Tableau 3.2. Matériel utilisé pour les analyses des échantillons	51
Tableau 3.3 Extension absolues des échantillons sous charge fixe de 200 g	53

CHAPITRE 4

Tableau 4.1. Propriétés physiques de l'échantillon E1	Annexe 1
Tableau 4.2. Propriétés physiques de l'échantillon E2	Annexe 4
Tableau 4.3. Propriétés physiques de l'échantillon E3	Annexe 7
Tableau 4.4. Propriétés physiques de l'échantillon E4.....	Annexe 10
Tableau 4.5. Propriétés physiques de l'échantillon E5.....	Annexe 13
Tableau 4.6. Propriétés physiques de l'échantillon E6.....	Annexe 16
Tableau 4.7. Propriétés physiques de l'échantillon E7.....	Annexe 16
Tableau 4.8. Propriétés physiques de l'échantillon E8.....	Annexe 19
Tableau 4.9. Propriétés physiques de l'ensemble des échantillons sélectionnés	66
Tableau 4.10. Propriétés physiques de l'échantillon E6m.....	70
Tableau. 4.11. Test de transfert d'humidité. Résultats moyens (CV 0,62).....	74
Tableau 4.12. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le temps de mouillage de la surface supérieure et le nombre de points.....	Annexe 22
Tableau 4.13. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le temps de mouillage de la surface inférieure et le nombre de points.....	Annexe 23
Tableau 4.14. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le taux d'absorption de la surface supérieur le nombre de points.....	Annexe 23
Tableau 4.15. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le taux d'absorption de la surface inférieure et le nombre de points.....	Annexe 24

Tableau 4.16. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la vitesse de propagation sur la surface supérieure et le nombre de points.....	Annexe 24
Tableau 4.17. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la vitesse de propagation sur la surface inférieure et le nombre de points.....	Annexe 25
Tableau 4.18. Propriétés de confort thermique de l'ensemble des échantillons	83
Tableau 4.19. Calcul du coefficient de corrélation r entre la conductivité thermique λ et le poids de l'échantillon G	84
Tableau 4.20. Calcul du coefficient de corrélation r entre la conductivité thermique λ et le nombre de points N_p	85
Tableau 4.21. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la résistance thermique R et le poids de l'échantillon G	66
Tableau 4.22. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la résistance thermique R et le nombre de points N_p	87
Tableau 4.23. Perméabilité à l'air de l'ensemble des échantillons	90
Tableau 4.24. Calcul du coefficient de corrélation r entre la perméabilité à l'air P et l'épaisseur de l'étoffe E	Annexe 26
Tableau 4.25. Calcul du coefficient de corrélation r entre la perméabilité à l'air P et le poids de l'échantillon G	Annexe 26
Tableau 4.26. Calcul du coefficient de corrélation r entre la perméabilité à l'air P et le nombre de points N_p	Annexe 27

Résumé

Dans la plus part des pathologies nécessitant une immobilisation avec l'utilisation de plâtre ou de résine il est nécessaire de protéger la zone à plâtrer avec, dans un premier temps un jersey en coton, puis avec deux couches de mousse de type ouate. Le textile utilisé jusque-là pour la protection de la peau sous les plâtres, résines, attelles et bandages est de forme tubulaire 100 % coton, il doit être hydrofuge et hypoallergénique. Il est tricoté sur machines circulaires en différentes tailles et doit être extensible.

Les travaux qui suivent touchent principalement les propriétés d'utilisation comme le toucher, la perméabilité, l'absorption et le transfert de chaleur. Le plâtre appliqué sera porté pendant au moins 45 jours, c'est pour cette raison que le textile utilisé doit posséder des propriétés favorables pour le confort pendant toute cette durée.

L'objectif de la présente recherche est de produire des textiles de forme circulaire pour protéger la surface extérieure du corps humain à partir de fibres naturelles et synthétiques et de leurs mélanges qui offriront de bonnes propriétés de confort. Le coton et le polyester ont été choisis pour cette étude. Le coton est la fibre la plus utilisée dans le domaine des textiles à usage médical, il est également considéré comme une fibre verte et respectueuse de l'environnement.

La fibre de polyester est de plus en plus utilisée dans les vêtements. Des expériences préliminaires ont été menées pour déterminer les performances de transfert de liquide à travers les étoffes fabriquées. Des échantillons ont été produits sous forme de tubes simples avec différents facteurs de recouvrement de différents mélanges de fibres, notamment de polyester et de coton. Les propriétés physiques et structurelles retenues pour les tests sont le poids, l'épaisseur, la densité et le nombre de points de contact.

Il a été conclu que le facteur de recouvrement était influencé par la longueur de la boucle ; tandis que le facteur de la densité, les propriétés physiques et

structurelles influençaient la résistance à l'humidité des tissus, en fonction du taux de mélange utilisé.

Les propriétés de confort sélectionnées pour les tests et les analyses sont, le nombre de points de contact, le transfert d'humidité, le transfert de chaleur, la résistance thermique et la perméabilité à l'air. Ces paramètres ont été évalués afin de déterminer les propriétés de confort des échantillons tout en respectant les tailles commerciales utilisées en Algérie.

Il a été conclu que les fibres mélangées influençaient les propriétés de confort des échantillons expérimentaux. Les échantillons sont codés comme suit : E1 = ABH90, E2 = ABH80, E3 = ABH70, E4 = ABH60, E5 = ABH40, E6 = ABH30, E7 = ABH20 et E8 = ABH10

Mots clés : bande jersey, orthopédie, confort, coton, polyester

Optimization of the technological parameters of the jersey band, used as protection of the human body during plaster application

Abstract

In most pathologies requiring immobilization with the use of plaster or resin, it is necessary to protect the area to be plastered first with a cotton jersey and then with two layers of wadding-type foam. The textile used for the protection of the skin under casts, resins, splints and bandages are of tubular form 100% cotton, they must be water repellent and hypoallergenic. They are knitted on circular machines in different sizes and should be stretchy. The work that follows mainly concerns the properties of use such as touch, permeability, absorption and heat transfer. The plaster applied will be worn for at least 45 days, it is for this reason that the textile used must have favorable properties for comfort throughout this period.

The objective of the present research is to produce circular-shaped textiles to protect the outer surface of the human body from natural and synthetic fibers and their blends that will provide good comfort properties. Cotton and polyester were chosen for this study. Cotton is the most used fiber in the field of textiles for medical use, it is also considered a green fiber and respectful of the environment. Polyester fiber is increasingly used in clothing. Preliminary experiments were conducted to determine the liquid transfer performance through the manufactured fabrics.

Samples were produced as single tubes with different cover factors and from different fiber blends including polyester and cotton. The physical and structural properties retained for the tests are weight, thickness, density and the number of contact points.

It was concluded that the overlap factor was influenced by the length of the loop; while the cover factor, physical and structural properties influenced the wet strength of the fabrics, depending on the type of fiber used. The comfort properties selected for testing and analysis are, moisture transfer, heat transfer, heat and cold sensation and number of contact points. These parameters were

evaluated to determine the comfort properties of the samples. It was concluded that the blended fibers influenced the comfort properties of the experimental samples. Samples are coded as follows: E1 = ABH90, E2 = ABH80, E3 = ABH70, E4 = ABH60, E5 = ABH40, E6 = ABH30, E7 = ABH20 et E8 = ABH10

Keywords : jersey band, orthopedics, comfort, cotton, polyester

تحقيق المستوى الأمثل من المعايير التكنولوجية لنسيج الجرزي، المستخدم كحماية للجسم البشري عند وضع الجص

ملخص

في معظم الحالات المرضية التي تحتاج إلى شل باستخدام الجص أو الراتنج، من الضروري حماية المنطقة التي يتم معالجتها بقماش قطني في البداية ثم بطبقتين من نوع الصوف القطني. النسيج المستخدم لحماية الجلد تحت اللواصق والراتنجات والضمادات هو شكل أنبوبي قطني بنسبة 100 في المائة، ويجب أن يكون يسمح بمرور السوائل ومضاد للحساسية. مصنوع على آلات دائرية بأحجام مختلفة ويجب أن يكون قابل لتمدد. العمل التالي يتعلق أساساً بخصائص الاستخدام مثل اللمس، قابلية التمرير، الامتصاص ونقل الحرارة. سيتم ارتداء الجص لمدة 45 يوماً على الأقل، ولهذا السبب يجب أن يكون للمنسوجات المستخدمة خصائص مواتية للراحة طوال هذه الفترة

الهدف من هذا البحث هو إنتاج المنسوجات الدائرية الشكل لحماية السطح الخارجي لجسم الإنسان من الألياف الطبيعية والاصطناعية وخالطها التي توفر خصائص جيدة للراحة. وتم اختيار القطن والبوليستر لهذه الدراسة. القطن هو الألياف الأكثر استخداماً في مجال المنسوجات للاستخدام الطبي كما يعتبر أيضاً كألياف خضراء وصديقة للبيئة. يستخدم ألياف البوليستر بشكل متزايد في الملابس. وقد أجريت تجارب أولية لتحديد أداء نقل السائل من خلال الأقمشة المصنعة

وقد أنتجت العينات في شكل أنابيب ذات عوامل غطاء مختلفة ومن خليط الألياف المختلفة، بما في ذلك البوليستر والقطن. والخصائص الفيزيائية والهيكلية المستخدمة في الاختبارات هي الوزن، السمك، الكثافة وعدد نقاط الاتصال

لقد استنتج أن عامل الغطاء يتأثر بطول الحلقة؛ في حين أن عامل الغطاء، والخصائص الفيزيائية والهيكلية أثرت على مقاومة الرطوبة للأقمشة، اعتماداً على نوع الألياف المستخدمة. إن خصائص الراحة المختارة للاختبار والتحليل هي: نقل الرطوبة، نقل الحرارة، الإحساس بالحرارة والبرد وعدد نقاط الاتصال. وتم تقييم هذه المعايير لتحديد خصائص الراحة للعينات. واستنتج أن الألياف المختلطة تؤثر على خصائص الراحة للعينات التجريبية. العينات والتي يرمز لها بـ

E1=ABH90, E2=ABH80, E3=ABH70, E4=ABH60, E5=ABH40, E6=ABH30, E7=ABH20 et
E8=ABH10.

كلمات المفتاح: النسيج الجرزي، جراحة العظام، راحة، قطن، بوليستر

ABH

Fabrication, rubans, Tresses, Passementerie
05, Lot Robert- Bouzaréa 16032 - Alger
Tél/Fax: 024946117. Contact.abh-jersey.com
www.abh-jersey.com

Bouzaréa le 15/01/2022

Réf : 015/Doc/22/R

Certificat

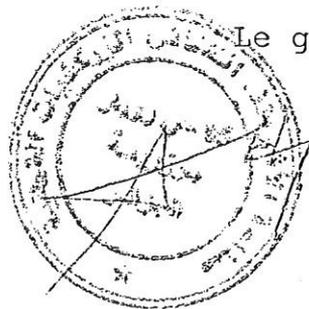
Le gérant de l'entreprise ABH certifie que les échantillons ayant servis pour l'étude du sujet : Optimisation des paramètres technologiques de la bande jersey, utilisée comme protection du corps humain lors de la pose du plâtre, ont fait l'objet d'un programme de travail dans notre entreprise durant la période du 01/09/2020 au 30/03/2021 par Chellali Samira.

Notation des échantillons

E1 = ABH90, E2 = ABH80, E3 = ABH70, E4 = ABH60,
E5 = ABH40, E6 = ABH30, E7 = ABH20, E8 = ABH10.

Les produits optimisés seront proposés pour le contrôle de qualité par le Laboratoire Nationale de Contrôle des Produits Pharmaceutiques et ensuite pour la pharmacie du CHU Djillali Bounâama de douéra pour essais.

Le gérant



Copie : Direction

Introduction

Introduction

Dans le domaine des soins, on utilise une multitude de produits à base de textiles divers destinés pour les soins parmi lesquels nous pouvons citer : les tissus pour les compresses, les différents sparadraps, le coton hydrophile destiné pour les utilisations diverses, les nappes de coton écru cardé, utilisé comme support intermédiaire lors de la pose des plâtres médicaux ainsi que les bandages fabriqués à base de matières naturelles ou synthétiques, ils peuvent être extensibles ou rigides.

Dans le même domaine, on utilise les textiles dont la fonction est d'accélérer la cicatrisation des plaies après une intervention chirurgicale. Les textiles adaptés aux besoins des malades ainsi que les textiles ayant des propriétés antibactériennes sont utilisés dans les milieux sollicités par les bactéries, les moisissures et les odeurs.

Les bandes élastiques sont généralement destinées pour le maintien en place des pansements en cas de brûlures ou en orthopédie pour l'immobilisation d'un membre à l'aide d'une pression appliquée. Elles sont aussi utilisées pour exercer une certaine pression sur une articulation afin de soulager la douleur due à une entorse ou sur les membres inférieurs afin de prévenir l'apparition du phénomène du gonflement des veines, mais cette pratique est rare dans la médecine Algérienne.

Les textiles tubulaires sont fabriqués par la méthode de tricotage circulaire étroit en jersey simple, ils sont destinés pour la protection cutanée lors de la pose du plâtre qui servira pour immobiliser une partie ou le membre entier. Ce genre de textile doit avoir des propriétés adaptées car le patient doit le porter pour une durée de minimum 45 jours.

Le textile doit avoir la propriété d'élasticité afin d'épouser la forme du membre lors de la pose et des propriétés de confort durant cette période. Parmi les paramètres les plus importants que doit posséder ce textile, le transfert d'humidité. Les propriétés élastiques ont une grande influence sur le confort

thermo-physiologique du corps humain, qui est maintenu en transpirant à la fois sous forme de vapeur et de liquide.

La bande primaire en textile doit permettre le transfert de cette transpiration afin de maintenir l'équilibre thermique du corps. La diffusion, l'absorption-désorption et la convection de la transpiration des vapeurs, ainsi que le mouillage et l'évacuation de la transpiration des liquides jouent un rôle important dans le maintien du confort thermo-physiologique en milieu hospitalier.

La compréhension scientifique des processus impliqués dans la transmission de l'humidité par le biais des textiles et des facteurs qui influent sur ces processus sont importants pour la conception et la fabrication de textiles à usage médical offrant un transfert d'humidité efficace dans différents environnements et conditions atmosphériques.

Le confort est un agréable état de comportement physique entre l'être humain et l'environnement. Les processus impliqués dans le confort humain sont physiques, thermo physiologiques, neurophysiologiques et psychologiques. Le confort thermo-physiologique est associé à l'équilibre thermique du corps humain, qui s'efforce de maintenir un niveau constant du corps. Une température d'environ 37°C et une augmentation ou une diminution de ± 5 ° C peuvent être fatales.

Dans des conditions atmosphériques normales, la chaleur produite par le métabolisme est libérée dans l'atmosphère par conduction, convection et rayonnement, et le corps transpire sous forme de vapeur pour maintenir la température corporelle.

Cependant, à des températures atmosphériques plus élevées, la production de chaleur est très élevée et les glandes sudoripares sont activées pour produire également une transpiration liquide.

Lorsque la transpiration est transférée dans l'atmosphère, elle transporte de la chaleur (latente et sensible), réduisant ainsi la température corporelle. Le tissu porté devrait laisser passer la transpiration, sinon cela entraînerait un inconfort. La perception d'inconfort dépend du degré d'humidité de la peau. Pendant la

transpiration, si le textile possède un taux de transfert d'humidité lent, les niveaux d'humidité relative et absolue du microclimat du textile augmenteront en supprimant l'évaporation de la sueur. Cela augmentera les températures cutanées, entraînant un stress thermique.

Il est également important de réduire la dégradation de l'isolation thermique causée par l'accumulation d'humidité. Si le ratio sueur évaporée et sueur produite est très faible, de l'humidité s'accumulera dans la couche interne du tissu, réduisant ainsi l'isolation thermique du textile et causant une perte indésirable de chaleur. Par conséquent, aussi bien par temps chaud et froid, La transmission de l'humidité à travers les tissus joue un rôle majeur dans le maintien du confort.

Par conséquent, une compréhension claire du rôle de la transmission de l'humidité par les textiles en relation avec le confort du corps est essentielle pour concevoir des tissus, hautes performances pour des applications particulières.

Afin d'épouser la forme du membre du corps, le textile final doit posséder une certaine extension élastique pour pouvoir disposer d'une large gamme de tailles possible et d'autre part pour éviter les plis qui causeront un gêne considérable lors du port du textile.

Malgré de nombreuses études publiées, dont les travaux sont portés sur l'efficacité des différents bandages, très peu touchent le comportement des forces intermédiaires entre le textile et la surface de la peau, ainsi une solide compréhension de la physique traitant les comportements appliqués par les différents bandages est nécessaire.

Dans la plupart des sujets publiés, nous avons remarqué l'utilisation comme support en textiles élastiques nommés uniquement par des noms commerciaux, propres aux fabricants. Dans la littérature, Il y a très peu de travaux publiés sur le comportement mécanique du matériau lui-même, alors qu'il constitue le principal facteur influant sur l'efficacité d'un tel type de traitement et pour cette raison ce travail a été abordé afin d'apporter notre contribution pour le développement des textiles techniques en Algérie.

Ce travail de recherche est composé des parties suivantes :

1. Les textiles circulaires étroits. Technologie de fabrication de la bande jersey.
2. Les propriétés de confort de la bande jersey et son comportement en présence de l'humidité
3. La méthodologie des travaux.
4. Les résultats des travaux et discussions
5. Les conclusions et les recommandations

Remarque : La programmation, le réglage et la fabrication des échantillons nécessaire pour cette étude est faite dans l'entreprise ABH, dont certificat.

**Chapitre 1 : Les textiles circulaires étroits.
Technologie de fabrication de la bande
jersey.**

1.1 Principes généraux de la technologie de tricotage des étoffes circulaires

Les étoffes tricotées peuvent être approximativement divisés en jersey simple ou double selon qu'ils ont été tricotés avec un ou deux cylindres d'aiguilles. Les structures tricotées sont construites progressivement en convertissant les nouvelles boucles dans les crochets, puis en fabriquant de nouvelles en commençant par les anciennes, conservées lors du cycle de tricotage précédent. Les aiguilles libèrent en même temps les anciennes boucles mais restent toujours suspendues par les crochets d'aiguilles. Une structure cohésive est ainsi produite par une combinaison des boucles enchevêtrées.

1.1.1 Structure tubulaire

Le tissu tubulaire peut être produit dans des structures doubles face ou simple face sur des machines circulaires. La structure de la boucle tricotée peut ne pas toujours être perceptible à cause de l'effet de finesse structurelle, de la distorsion des fils, des motifs supplémentaires ou de l'effet des processus de finition.

Cependant, à moins que l'enchevêtrement des boucles ne soit réalisé de manière sûre par le fait que les aiguilles reçoivent de nouvelles boucles de fil dans leurs crochets avant que l'anciennes boucles ne soient jetées et que la structure précédente n'est pas interrompue pendant la finition ou l'usure, cela entraîne une rupture ou une séparation de la structure. Les propriétés d'une structure tricotée sont en grande partie déterminées par l'interdépendance de chaque point par rapport à d'autre, des deux côtés au-dessus et au-dessous de celui-ci. Les boucles tricotées sont disposées en rangées, à peu près équivalentes à la trame et à la chaîne des structures tissées. On les appelle respectivement des rangées et des colonnes.

- Structure simple

La structure unie est la structure de base des tricots entièrement façonnés et des tissus à jersey simple. Sa face technique (Figure 1.1) est lisse, avec les branches latérales des boucles d'aiguilles ayant l'apparence de colonnes en V. Celles-ci sont utilisées comme unités de conception de base lors du tricotage avec des fils de couleurs différentes.

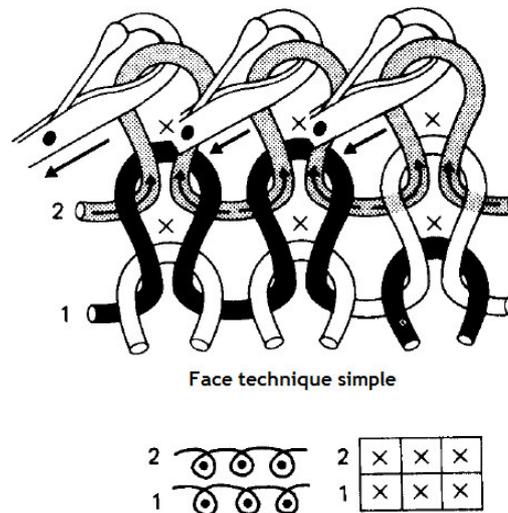


Figure 1.1 : La face technique du tricot simple unie

Si le fil se casse, les boucles d'aiguilles se démaillent successivement, cette rupture structurelle est appelée échelonnement [1].

La plupart des tissus à jersey simple sont produits sur des machines circulaires dont le cylindre à aiguille tourne à travers les systèmes de came de tricotage fixes qui, avec leurs alimentations en fil, sont situés à des intervalles réguliers autour de la circonférence du cylindre. Le fil est fourni à partir de bobines coniques, placés soit sur un support suspendu intégré ou sur un cantre autoportant, à travers des tendeurs, des mouvements d'arrêt et des œillets de guidage jusqu'aux guides d'alimentation du fil.

1.1.2 La longueur de la boucle

La longueur de la boucle est l'un des paramètres structurels qui déterminent la taille des pores de l'étoffe tricotée. Les variations de la longueur de la boucle

entre une étoffe et une autre peuvent produire des variations de taille, tandis que les variations de longueur de parcours au sein des structures (en particulier lors de l'utilisation de fils à filaments continus) peuvent produire des trames horizontales et altérer l'apparence du tissu.

Avec les exigences rigoureuses de la technologie de tricotage moderne, la nécessité de maintenir une longueur de boucle constante entre une alimentation et une autre sur la même machine, et entre différentes machines à tricoter est devenue importante dans le contrôle de la qualité du tissu. Cette exigence a favorisé le développement des dispositifs de mesure et de contrôle de l'alimentation du fil.

Dans des circonstances normales, environ 15% du fil tiré dans une boucle nouvellement formée est en fait tiré des boucles voisines déjà formées. Bien qu'une machine puisse être réglée pour tricoter une longueur de point spécifique, les fluctuations du fil ou des variables de la machine peuvent affecter le frottement de la surface du fil ou la tension du fil et finalement influencer la tension d'entrée du fil au point de tricotage. Les mesures de la longueur du parcours peuvent être obtenues en déroulant le fil d'une étoffe tricotée. Ces questions ont été traitées dans la publication qui accompagne cette thèse à savoir.

1.1.3 Les rangées

Une rangée est une ligne horizontale de boucles produites par des aiguilles adjacentes dans une fonture. Dans le tricot de trame simple, cela est identique à une course, mais dans les tissus plus complexes, une rangée de motifs peut être composée de deux longueurs de courses ou plus. Dans le tricotage en chaîne, chaque boucle d'une course est généralement composée d'un fil.

1.1.4 Les colonnes

Une colonne est une ligne essentiellement verticale de boucles à aiguilles enchevêtrées, elles sont généralement produites par la même aiguille à tricoter à des cycles de tricotage successifs. Une colonne débute dès qu'une aiguille vide commence à tricoter.

1.1.5 La densité des points

La densité de points correspond au nombre total de boucles dans une zone de tissu mesurée et non à la longueur du fil dans une boucle. Il s'agit du nombre total de boucles d'aiguilles dans une zone donnée ou nombre de points. Le chiffre est obtenu en comptant le nombre de parcours ou de rangées dans un cm ou 10 cm.

Il est préférable d'utiliser une mesure de 10 centimètres au lieu d'un seul. La densité de points donne une mesure plus précise. Une tension agissant dans un sens pourrait produire une lecture faible pour les rangées et une lecture élevée pour les colonnes quand ils sont multipliés ensemble, cet effet est annulé [2].

Le facteur de densité de l'étoffe (CF) est un facteur qui indique le serrage ou le relâchement relatif de la structure tricotée et est défini comme le rapport de la surface couverte par les fibres dans une boucle et de la surface occupée par cette dernière. Ce facteur influence sur la porosité des étoffes tricotées qui à son tour a un effet sur ses performances de transfert de l'humidité.

Sur les tricots unis, la densité de points ne dépend que de la longueur de la boucle et est indépendante des variables de fil.

Des études ont montré que les dimensions des tissus de laine tricotés unis, dans un état d'énergie minimale, ne dépendent que de la longueur de fil tricoté dans chaque boucle.

Ses études expérimentales ont montré que les équations suivantes peuvent être appliquées et donnent un certain nombre de valeurs constantes.

$$K_c = c \cdot X \cdot l \quad 1.1$$

$$K_w = w \cdot X \cdot l \quad 1.2$$

$$K_s = K_c \cdot X \cdot K_w \quad 1.3$$

Ou bien

$$K_s = S \cdot X \cdot l^2 \quad 1.4$$

$$K_r = R = \frac{K_c}{K_w} \quad 1.5$$

Où :

c est le nombre de rangées par unité de longueur de tissu

w est le nombre de colonnes par unité de largeur de tissu ;

S est la densité de boucle

l est la longueur de la boucle en mm ou en cm,

Et K_r ou R est la forme de la boucle et à une valeur moyenne de 1,3 pour les tissus à la fois dans l'état détendu sec et détendu humide.

L'importance des équations ci-dessus est que les dimensions du tricot uni sont définies de manière unique par la longueur du fil dans la boucle de tricotage. Toutes les autres variables n'influencent pas les dimensions sauf en changeant cette variable, c'est-à-dire si les tissus sont toujours mesurés dans le même état détendu. Des recherches ont introduit un terme impliquant le diamètre du fil et ont proposé une petite modification aux équations de base bien connues. La stabilité dimensionnelle du tissu jersey uni peut être obtenue soit par des techniques mécaniques, soit par des traitements chimiques et suggère une stabilité de la géométrie des boucles.

$$K = C \cdot F = T \cdot F = \sqrt{\frac{T}{l}} \quad 1.6$$

Où

T est le titre en tex et l est la longueur de boucle en cm ou mm. Le facteur densité est un moyen d'évaluer les performances de tricotage, et il a été prouvé expérimentalement que ses valeurs varient de 10 à 20 lorsque la longueur de boucle est définie en cm. Le facteur de serrage peut être modifié en modifiant la longueur de boucle ou la densité linéaire du fil ou en modifiant ces deux paramètres.

$$T \cdot F = \frac{C+W}{\sqrt{Nm}} \quad 1.7$$

Où

C est le nombre de rangées horizontales par cm,

W est le nombre de côtes ou rangées verticales par cm

Nm est le titre du fil en Tex

La variation de la densité de l'étoffe entraîne des variations systématiques des valeurs relâchées à sec des paramètres de tissu K_c et K_w pour les étoffes tricotées avec la même jauge. Pour une gamme d'étoffes tricotées (ET) sur une même machine, une augmentation de la tension du tissu provoque une diminution du rétrécissement en longueur accompagnée d'une augmentation de la largeur. La densité de l'ET est importante en ce qui concerne la perception par l'utilisateur final de la qualité du tissu. L'ET ne doit pas être trop serré ni trop lâche.

Des chercheurs ont suggéré un modèle et en ont déduit une certaine relations entre le nombre de mailles par cm et la longueur du fil dans une seule boucle.

$$L = \frac{2}{c} + \frac{1}{w} + 5.94 d \quad 1.8$$

Où

L est la longueur du fil dans une boucle

c est le nombre de rangées par cm

w est le nombre de côtes par cm

d est le diamètre du fil en mm.

1.2 Les principales caractéristiques de la machine à tricoter

Une machine à tricoter est un appareil permettant d'appliquer un mouvement mécanique aux éléments de tricotage afin de convertir le fil en une structure à boucles. La machine incorpore et coordonne l'action d'un certain nombre de mécanismes et de dispositifs, chacun remplissant des fonctions spécifiques qui contribuent à l'efficacité du tricotage. Les principales caractéristiques d'une machine à tricoter sont les suivantes :

a. Le bâti, normalement circulaire ou rectiligne selon la forme du lit à aiguilles, il constitue le support de la plupart des mécanismes de la machine.

- b. Le système de commande et d'entraînement de la machine, il coordonne l'alimentation de l'entraînement des dispositifs et des mécanismes.
- c. L'alimentation en fil comprend le cantre à fil ou le logement du faisceau, les dispositifs de tension, le contrôle de l'alimentation et les supports ou guides d'alimentation en fil.
- d. Le système de tricotage comprend les éléments à tricoter, leur logement, leur entraînement et leur commande, ainsi que le dispositif de sélection du modèle associé et le dispositif de contrôle de la longueur de l'étoffe.

1.2.1 L'aiguille

L'aiguille en métal crochue est l'élément de tricotage principal de la machine à tricoter. Avant d'enfiler le fil, l'aiguille est levée pour dégager l'ancienne boucle du crochet et recevoir la nouvelle boucle au-dessus de celle-ci sur la tige de l'aiguille. La nouvelle boucle est alors enfermée dans le crochet de l'aiguille lorsque l'aiguille commence à descendre. Le crochet tire ensuite la nouvelle boucle à travers l'ancienne, celle-ci glissant sur l'extérieur de la boucle descendante du clapet fermé. Toutes les aiguilles doivent donc disposer d'une méthode permettant de fermer le crochet pour conserver la nouvelle boucle et libérer l'ancienne.

1.2.2 L'entraînement de l'étoffe

Les boucles de tissu sont toujours tirées des aiguilles situées du côté éloigné de leurs crochets. Lorsque vous utilisez deux jeux d'aiguilles, disposés verticalement dos à dos ou à un autre angle, chaque jeu de crochets est placé face à l'autre. Le tissu produit est tiré dans l'écart entre les deux ensembles.

1.2.3 Le tricotage de base d'une aiguille

La figure 1.2 illustre l'action de base d'une aiguille. À l'exception de la manière dont le crochet est fermé (dans ce cas en appuyant sur la barbe), le tricotage est similaire pour toutes les aiguilles. Les flèches indiquent le mouvement relatif des boucles le long des aiguilles. Que l'aiguille se déplace dans les boucles

ou que les boucles soient déplacées sur l'aiguille par d'autres éléments dépend de la conception de la machine.

1. L'aiguille est en position dite de repos, la boucle précédemment formée (a) étant maintenue sur sa tige et emprisonnée par le clapet.
2. L'aiguille commence à se déplacer vers le haut du mécanisme pour libérer l'ancienne boucle formée précédemment.
3. Sous l'effet de la boucle le clapet s'ouvre et cette dernière est dégagée du crochet d'aiguille vers une position plus basse sur la tige de l'aiguille.
4. Le nouveau fil (b) est introduit dans le crochet d'aiguille à une position plus haute que la position de la boucle précédente sur la tige de l'aiguille.
5. Le fil est formé dans une nouvelle boucle et le crochet est fermé, enfermant la nouvelle boucle et excluant et posant l'ancienne boucle sur l'extérieur du crochet fermé. La nouvelle boucle (b) est formée à travers la tête de l'ancienne boucle (a). Simultanément, l'ancienne boucle glisse du crochet fermé de l'aiguille et est jetée ou renversée. L'ancienne boucle est maintenant suspendue aux pieds de la nouvelle boucle entièrement formée et le cycle de tricotage recommence.

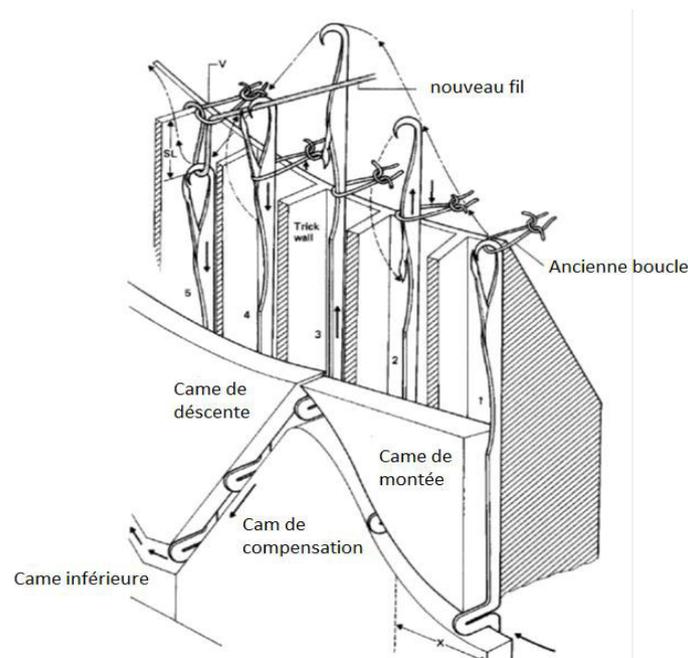


Figure 1.2. Processus de la formation de la boucle

Sur une machine circulaire, on utilise des platines spécialement conçues pour permettre le rabat des mailles vers l'intérieur du cylindre, (figure 1.3).

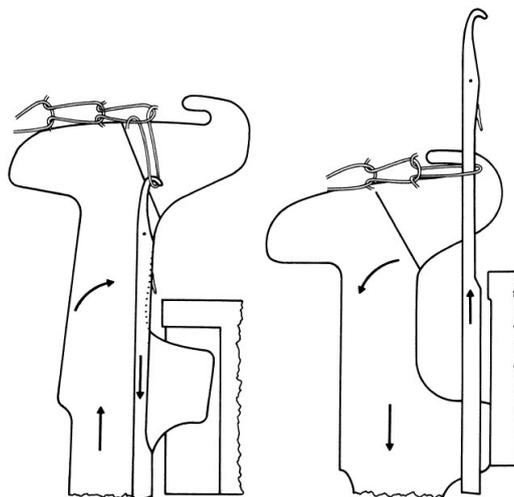


Figure 1.3. Rabattement des mailles

La plupart des étoffes jersey sont fabriquées sur des machines circulaires dont le cylindre à aiguilles et la bague de platine de verrouillage tournent à travers les systèmes de cames à tricoter fixes qui, avec leurs dévidoirs de fil, sont situés à des intervalles réguliers autour de la circonférence du cylindre. Le fil est fourni à partir de bobines coniques, placés soit sur un porte-bobine intégré ou sur un cantre séparé, à travers des tendeurs et les guides du chargeur de fil.

Le tissu, sous forme tubulaire, est tiré vers le bas depuis le cylindre à aiguille par des rouleaux de tension et est enroulé sur le rouleau d'étoffe. Le mécanisme d'enroulement tourne avec le cylindre et le tissu. Le tube est actionné par un levier à crémaillère via des suiveurs de came fonctionnant sur la face inférieure d'un anneau de came profilé. Comme la plaque à came de la platine est montée à l'extérieur sur la circonférence d'aiguilles, le centre du cylindre est ouvert et la machine est appelée machine à plateau supérieur ouvert ou à plateau creux.

Comparée à une machine à côtes, une machine standard est plus simple et plus économique, avec un potentiel d'alimentation supplémentaire, de vitesses de fonctionnement plus élevées et de tricotage d'une gamme plus étendue de

comptes de fils. Le diamètre le plus utilisé est de 4 pouces, ce qui donne une largeur approximative du tissu fini de 10 à 30 cm.

Pour les jauges fines, un compte plus élevé est nécessaire. Voici des exemples de jauges utilisées pour les fils en coton.

J18 :Nm1/24-1/32,

J20 :Nm1/28-1/40,

J22 :Nm1/32-1/44,

J24 :Nm1/34-1/48,

J 28 : Nm1/50-1/70

1.2.4 Formation de la maille

La figure 1.4 montre l'action d'une aiguille et d'une platine de maintien pendant la production d'une couche de tissu uni.

(a) La platine est en avant, maintenant l'ancienne boucle pendant que l'aiguille remonte de la position de repos.

(b) Compensation. L'aiguille a été relevée à sa position la plus haute, libérant l'ancienne boucle de son clapet.

(c) Le chargeur présente le fil au crochet de l'aiguille descendant et libère l'ancienne boucle afin qu'elle puisse glisser vers le haut de la tige de l'aiguille et sous le clapet ouvert.

(d) Renversement. La platine est complètement retirée pendant que l'aiguille descend pour renverser l'ancienne boucle sur la surface de la platine.

(e) La platine avance pour maintenir la nouvelle boucle dans sa gorge tandis que l'aiguille monte sous l'influence de la came ascendante jusqu'à la position de repos où la tête du crochet ouvert dépasse juste au-dessus de la surface de la platine.

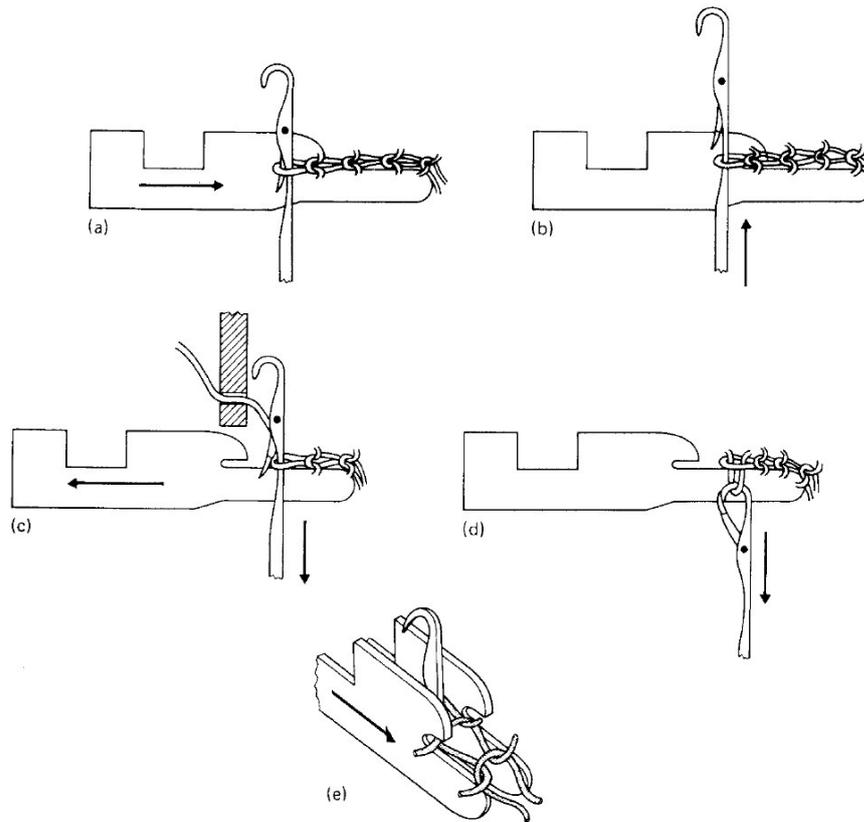


Figure 1.4. Cycle de tricotage d'une machine à aiguille en jersey.

1.2.5 Le système de came

La figure 1.5 illustre la disposition et la relation entre les cames d'aiguille et de platine lorsque les éléments passent de gauche à droite, les lettres indiquant la position des éléments aux différents points du cycle de tricotage.

La course de came à aiguille comprend les éléments suivants : la came de dégagement (1) et sa came de protection (4), la came de descente (2) et la came de guidage de descente (3).

Ces cames sont réglables ensemble verticalement pour modifier la longueur de point, ainsi que la came de retour (5) et sa came de protection (6).

Les trois sections de la course de came de platine sont la came de course (7), la platine avec la came de tirage (8) et la came de retour de la platine (9) qui est réglable en fonction de la longueur du point.

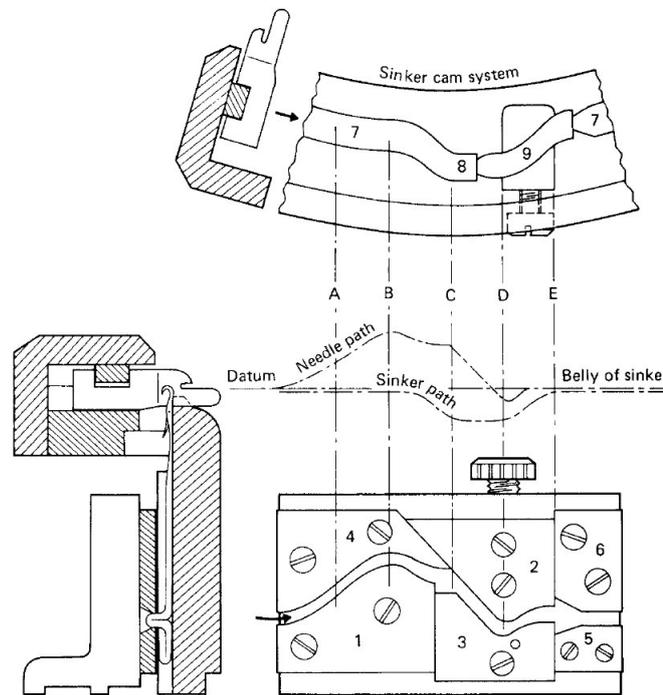


Figure 1.5. Cames des aiguilles (en bas) et des platines (en haut).

1.3 Les propriétés mécaniques

1.3.1 L'élasticité

C'est la capacité d'un bandage à revenir à sa longueur initiale lorsque la tension est supprimée. En fonction de leur élasticité, les bandages peuvent être divisés en deux grandes catégories :

- Les bandages inélastiques : Ils sont généralement fabriqués en coton sans élastomères.
- Les bandages élastiques : ils contiennent des élastomères tels que le lycra.

Cette classification ne permet pas de fournir des informations sur la façon dont fonctionnent les bandages, elle fournit des informations pour savoir si un bandage reprend sa position initiale ou non. De nombreux chercheurs dans ce domaine ont tendance à utiliser les termes, bandages rigides, extensibles et élastiques.

Les bandes tubulaires élastiques, souvent appelées bandes à extension longue, contiennent des fibres en élasthanne, qui leur confèrent la possibilité de s'étirer en largeur puis de retrouver leurs dimensions initiales. Ils peuvent maintenir une pression jusqu'à une semaine en raison de leur capacité d'adaptation aux changements affectant la forme et le mouvement du membre. En pratique, il se produit une légère réduction de la pression quand le patient est allongé car la circonférence diminue un peu quand les muscles sont détendus.

Ces fibres et fils contiennent environ 85 % de polymères de longue chaîne de polyuréthane segmenté [3]. Ils confèrent au tissu fabriqué une importante élasticité avec un module élevé, c'est pour cette raison qu'il faut bien tenir compte de ce facteur car le problème de risque et de complication est constamment soulevé dans la plus part de ces études. Lijing Wang et al ont conclu dans leur recherche que les bandes élastiques étudiés avaient une déformation résiduelle uniquement de 2 % seulement après trois semaines de relaxation [4].

1.3.2 Extensibilité

C'est la capacité de la bande à s'étirer lorsqu'une force est appliquée sur sa longueur. Les bandages peuvent être divisés en trois grandes catégories en fonction de leur extensibilité. Il existe des bandages rigides qui ne produisent aucune extension lorsqu'ils sont soumis à une force extérieure.

Il existe aussi des bandages à extension courte, ils sont généralement faits de coton sans élastomères, Ils fournissent environ 40 % d'extension lorsqu'ils sont soumis à des forces extérieures. Il existe encore des bandages à allongement long pouvant dépasser 140% de la longueur initiale car ils contiennent des élastomères.

1.3.3 Perméabilité à l'air

La perméabilité à l'air est une propriété composée de la performance et de l'épaisseur d'un matériau en $[m^3/s.m^2]$ dans le système SI. La perméabilité à l'air est définie comme le volume d'air en millilitres qui passe pendant un temps égal à 1 seconde sur 100 mm^2 du tissu à une différence de pression de 10 mm de hauteur d'eau. Les paramètres structurels du tissu ont un impact sur la perméabilité à l'air

en provoquant une modification de la longueur des chemins d'écoulement d'air à travers un tissu. La densité (porosité), par ex. la forme et la taille des pores et les procédés de finition influencent également sur la perméabilité à l'air [5]. L'inverse de la perméabilité à l'air est la résistance à l'air, elle est définie comme le temps en secondes pour qu'un certain volume d'air traverse une certaine zone de tissu sous une pression constante.

Le passage de l'air est important pour un certain nombre d'utilisations finales de tissus tels que les filtres industriels, les tentes, les toiles à voile, les parachutes, les imperméables, les chemises, les tissus anti-duvets et les airbags. Dans les vêtements d'extérieur, il est important que la perméabilité à l'air soit aussi faible que possible car il doit fonctionner comme une protection contre le vent. Dans les textiles à usage médical, une perméabilité à l'air élevée est souhaitable.

Généralement, la perméabilité à l'air d'une étoffe peut influencer ses comportements au confort de plusieurs manières. Dans le premier cas, un matériau perméable à l'air est, en général, susceptible d'être perméable à l'eau, soit en phase vapeur soit en phase liquide. Ainsi, la perméabilité humidité-vapeur et la transmission liquide-humidité sont normalement liées à la perméabilité à l'air.

Dans le second cas, la résistance thermique d'un tissu dépend fortement de l'air immobile enfermé, et ce facteur est à son tour influencé par la structure du tissu.

La perméabilité à l'air est un facteur important pour déterminer le niveau de confort d'un tissu car elle joue un rôle important dans le transport des vapeurs d'humidité de la peau vers l'atmosphère extérieure. L'air dans le microclimat entre les textiles individuels a également une fonction physiologique. Lorsque le corps est au repos, cet air dans le microclimat contribue jusqu'à environ 50 pour cent de la propriété d'isolation thermique efficaces des textiles.

Lorsque le corps est en mouvement, environ 30 % de la chaleur et de l'humidité peuvent être éliminés par convection d'air dans le microclimat et par échange d'air à travers les étoffes. L'hypothèse est que les vapeurs se déplacent

principalement à travers les espaces du tissu par diffusion dans l'air d'un côté du tissu à l'autre [6].

La plupart des études précédentes ont étudié la relation entre la perméabilité à l'air et les caractéristiques structurelles des tissus tricotés unis. Marmarali a étudié la perméabilité à l'air de tissu jersey simple coton/élasthanne dans leurs propriétés dimensionnelles et physiques et les résultats comparés avec des tissus tricotés à partir de coton seul. Il a prouvé que la perméabilité à l'air des tissus contenant du spandex était plus faible.

Les propriétés thermiques et le comportement thermique des tissus textiles cellulosiques et la perméabilité à l'air, la porosité ont été étudiés par Stankovic et al., dans lesquels ils ont découvert que la perméabilité à l'air et le transfert de chaleur à travers les tissus sont étroitement liés à la fois à la structure capillaire et aux caractéristiques de surface des fils.

1.3.4 Perméabilité à la vapeur d'eau

La perméabilité à la vapeur d'eau est définie comme la capacité d'un tissu à transporter la vapeur d'eau de la surface de la peau à travers le tissu vers l'environnement extérieur [7].

Cette propriété est importante pour les tissus utilisés dans le domaine médical. Le corps humain a son propre mécanisme pour se refroidir en cas de surchauffe par transpiration insensible (sous forme de vapeur d'eau) et/ou transpiration sensible (sueur liquide) pour équilibrer la chaleur corporelle générée par les activités quotidiennes d'intensité variable. En fin de compte, son but est de maintenir une température constante.

La chaleur corporelle évapore la transpiration ; cependant, si la vapeur ne peut pas s'échapper dans l'atmosphère environnante, l'humidité relative à l'intérieur du textile augmentera, ce qui provoquera une sensation d'humidité sur la peau et une sensation inconfortable [8].

C'est une propriété importante pour les tissus à usage médical, la perméabilité à la vapeur d'eau est la vitesse à laquelle la vapeur d'eau se diffuse à

travers une structure [9]. Cela devrait se produire spontanément en raison du gradient de pression de vapeur. La vapeur d'eau se dissipe de la région de pression de vapeur élevée (surface corporelle humide) vers la région de pression de vapeur inférieure (environnement externe plus sec).

L'écoulement de l'humidité liquide à travers les textiles est provoqué par l'attraction moléculaire fibre-liquide à la surface des matériaux fibreux, qui est principalement déterminée par la tension superficielle et la distribution et les trajets efficaces des pores capillaires. Le transport de l'humidité liquide à travers les textiles augmente leur conductivité thermique et modifie le transfert de chaleur et l'absorption d'humidité des fibres.

1.3.5 Résistance à la vapeur d'eau

La perméabilité à la vapeur d'eau est indirectement liée à la résistance à la vapeur d'eau. Cette dernière propriété peut être décrite comme la résistance contre le transport de vapeur d'eau à travers un tissu [10],

Dans certains cas, non seulement la quantité totale de liquide pouvant être absorbée est importante, mais également la vitesse du processus d'absorption est importante. Le taux de transmission de la vapeur d'eau est la vitesse à laquelle la vapeur d'eau se déplace à travers un tissu et est généralement déterminé en mesurant la quantité de vapeur d'eau en grammes qui traverse 1 m² de tissu en 24 heures. La transmission de la vapeur d'eau est fonction de l'épaisseur et de la porosité du tissu.

Au repos, un corps dégage environ 60 ml de vapeur d'eau par heure dans des conditions ambiantes. Un effort modéré (marche, etc.) augmentera la quantité à environ 450 ml par heure. C'est un facteur important, il est lié au confort thermique.

Avec la méthode de la plaque chauffante protégée par transpiration, la transmission de la vapeur d'eau est mesurée en termes de résistance à la chaleur par évaporation (Ret) du matériau, c'est-à-dire la quantité d'énergie requise pour maintenir la plaque chauffée à la température de la peau (35°C) lorsque la vapeur

d'eau s'évapore de la plaque et diffuse à travers l'échantillon d'essai placé au-dessus de celle-ci. Un échantillon mesurant 5 cm x 5 cm est placé sur la plaque chauffante (ou membrane) qui est saturée d'eau pour simuler la transpiration. La résistance thermique (R_{et}) est donnée par l'équation :

$$R_{et} = \frac{A(P_s - P_a)}{H} \quad 1.9$$

Où :

A : surface de test (m^2)

P_s : Pression de la vapeur sur la plaque (Pa)

P_a : pression de la vapeur dans l'air (Pa)

H : puissance d'entrée (W)

La résistance à la chaleur et à la vapeur d'eau augmente avec l'épaisseur du matériau et l'air emprisonné dans le tissu [11].

1.3.6 La Porosité

La propriété de perméabilité est le résultat de l'écoulement dans le textile, elle est fonction en premier lieu des propriétés des pores du tissu et de certains facteurs environnementaux tels que la chaleur, la pression, l'humidité et la fonction des propriétés du liquide qui traversent le tissu, comme la viscosité et la tension superficielle. Il est logique de s'attendre à ce que la structure du tissu ait un impact sur la perméabilité à l'air, à savoir la porosité. En conséquence, la prédiction des performances de perméabilité du tissu utilisé dans une certaine zone peut être obtenue par le contrôle des propriétés des pores. Il est extrêmement important en termes de développement de la production, temps et coût pour pouvoir prédire la propriété de performance pendant la période de conception en particulier dans les textiles techniques où la performance de perméabilité a une grande importance lors de l'utilisation, tels que les airbags, les géotextiles, les textiles de filtration et les textiles à usage médical [12].

Les étoffes tricotées sont les structures préférées des articles textiles utilisés dans les soins dans lesquels la demande de confort est une exigence clé. La production de chaleur et de sueur liquide doit être évacuée et dissipée dans l'atmosphère.

Une propriété clé influençant de tels comportements est la porosité [13]. Deux paramètres qui le caractérisent sont la taille des pores et le volume des pores. Le flux d'air à travers les textiles est principalement affecté par les caractéristiques des pores des tissus. La dimension et la distribution des pores dans un tissu sont fonction de la géométrie du tissu. Le diamètre du fil, la structure de tricotage, la densité des rangées verticales et horizontales et la densité linéaire du fil sont les principaux facteurs affectant la porosité des tissus tricotés [14, 15]. Il a été déterminé que la longueur de boucle d'un jersey a plus d'influence sur la porosité que la densité et l'épaisseur du point. La porosité est déterminée en calculant la différence entre le volume total d'un échantillon de tissu et le volume total de fibres qu'il contient. La différence entre ces deux valeurs est considérée comme l'espace aérien et lorsqu'il est calculé en pourcentage du volume total, donne la valeur de porosité calculée.

La porosité peut également être donnée à l'aide des paramètres de construction du tissu tricoté à l'aide de l'équation :

$$\varepsilon = 1 - \frac{\pi d^2 l c w}{2t} \quad 1.10$$

Où:

t : épaisseur de l'échantillon (cm) ;

l: longueur de la boucle élémentaire (cm) ;

d : diamètre du fil (cm) ;

c : nombre de rangées horizontales par cm ;

w : nombre de rangées verticales par cm.

1.4 Conclusion

La bande jersey fabriquée par la méthode de tricotage circulaire a une structure de boucles qui lui donne une élasticité et une capacité à s'adapter au corps humain, nécessaire pour son utilisation comme protection contre le plâtre pour une période de 45 jours minimum.

Chapitre 2 : Les propriétés de confort de la bande jersey et son comportement en présence de l'humidité

2.1 Définition du confort

De nombreux chercheurs ont étudié la propriété de confort par rapport aux différents articles textiles qui existent actuellement dans le marché. Le confort n'est pas facile à définir car il se compose, à la fois des considérations quantifiables et subjectives. Le confort est une situation où les différences de température entre les membres du corps sont faibles avec une faible humidité de la peau et l'effort physiologique de régulation thermique est réduit au minimum. Le confort n'est pas seulement une fonction des propriétés physiques des matériaux et des variables des étoffes textiles, mais il doit également être interprété dans le contexte global des réponses physiologiques et psychologiques de l'être humain.

Le confort en tant que bien-être est le maintien de la température de nos organes vitaux autour de 37°C sinon le système métabolique peut être considérablement perturbé. Le contrôle de la température est obtenu en modifiant la température de la peau par des changements dans le flux sanguin et par l'évaporation de l'eau à la surface de la peau [16].

Le confort au sens physique comme le fait que le corps est en équilibre thermique avec l'environnement (confort thermique), que le corps n'est pas soumis à la pression de vêtements étroits ou mal conçus (confort de mouvement) et que la peau ne souffre d'irritation qui peut être provoquer par un contact désagréable avec les textile (confort sensoriel) [17].

D'une façon générale, le confort vestimentaire est régi par l'interaction de trois composantes : le corps, le climat et les étoffes. Le corps humain, son microclimat et ses vêtements forment un système mutuellement interactif. Le corps et son microclimat sont invariables ; le système vestimentaire est la seule variable [18].

Le confort en plusieurs éléments.

- Le confort se rapporte à la perception subjective de diverses sensations.

- Le confort implique de nombreux aspects des sens humains tels que le visuel (confort esthétique), le thermique (chaleur), la douleur (picotements et démangeaisons) et le toucher (lisse, rugueux, mou et raide).
- Les perceptions subjectives impliquent un processus psychologique dans lequel toutes les perceptions sensorielles pertinentes sont formulées, combinées et évaluées par rapport aux expériences, pour une évaluation globale de l'état de confort.
- Les interactions corps-vêtements (thermiques et mécaniques) jouent un rôle important dans la détermination de l'état de confort du porteur.
- L'environnement extérieur (physique, social et culturel) a un grand impact sur l'état de confort du porteur.

2.2 L'évaluation du confort

Les qualités d'isolation thermique et de transport de l'humidité des textiles ne sont pas seulement mesurées dans des conditions normales, mais également dans des situations d'une activité corporelle intense. A ce niveau d'analyse, une sélection précise parmi un certain nombre de matériaux, éventuellement adaptés à un textile particulier est possible. Seuls les meilleurs éléments doivent être pris en compte dans le cas des textiles techniques.

À l'aide d'essais, un ensemble de grandeurs physiologiques spécifiques peut être étudié dans un modèle simulant les performances de confort dans toutes les conditions climatiques actives possibles, une sélection précise des meilleurs matériaux peut être effectuée pour notre étude.

2.2.1 Les aspects du confort

Le confort au porté est un phénomène complexe mais en général il peut être divisé en quatre aspects principaux [19]

- Confort thermo physiologique.

Cela comprend les processus de transfert de la chaleur et de l'humidité à travers les textiles, ils influencent directement la thermorégulation du corps humain

- Confort sensoriel cutané.

Il s'agit des sensations mécaniques provoquées par les textiles en contact direct avec la peau. Les perceptions agréables et désagréables, telles que la douceur, les éraflures, la raideur ou l'adhérence à la sueur de la peau peuvent être créée par les textiles.

- Confort ergonomique.

Cela se caractérise par la géométrie du textile et la liberté des mouvements, l'élasticité des matériaux sont l'aspect principal du confort ergonomique.

- Confort psychologique.

Ceci est également important, il concerne d'autres articles textiles tels que les vêtements. Il est affecté par la mode et les préférences personnelles.

2.2.2 Le confort thermo physiologique

Le confort thermo physiologique concerne les propriétés de transfert de la chaleur et de l'humidité dans les textiles et la façon dont ils aident à maintenir l'équilibre thermique du corps à différents niveaux de mouvements [20]. Le confort thermo physiologique comporte deux phases distinctes.

Lors d'un port normal, une transpiration insensible est générée en permanence par le corps.

Des flux de chaleur et de vapeur d'eau en régime permanent sont ainsi créés et doivent se dissiper progressivement pour maintenir la thermorégulation et une sensation de confort thermique. Dans ce cas, les textiles deviennent une partie du système de thermorégulation en régime permanent.

Dans des conditions de port transitoires, caractérisées par une pulsation intermittente de transpiration modérée ou abondante causée par une activité

intense ou par des conditions climatiques, une transpiration sensible et une sueur liquide se produisent et doivent être rapidement gérées par les textiles.

Cette propriété est importante en termes de confort sensoriel et thermorégulateur du porteur. Par conséquent, les propriétés de transfert de chaleur et d'humidité dans des conditions stables et transitoires doivent être prises en compte pour prévoir le confort au porté [21].

2.2.3 Le confort sensoriel

Le confort sensoriel est le déclenchement de diverses sensations lorsque le textile entre en contact avec la peau. Le confort sensoriel cutané au porté caractérise les sensations mécaniques qu'un textile provoquées par le contact direct avec la peau. La perception peut être agréable, comme la douceur, mais elle peut aussi être désagréable, si le textile est rugueux, trop rigide ou s'accroche à la peau mouillée de sueur [22].

Le confort sensoriel n'implique pas directement un équilibre de température mais il est lié à la façon dont la personne se sent, lorsque les textiles sont portés à même la peau. L'humidité peut être une source majeure d'inconfort sensoriel dans les situations de transpiration abondante [23]. Le confort sensoriel est principalement déterminé par la structure de la surface du tissu et, dans une certaine mesure, par le transfert de l'humidité et la capacité d'absorption. Elle est associée à une sensation de contact avec la peau et est souvent exprimée comme une sensation de douceur, d'onctuosité, d'adhérence, de picotement, etc.

Ces descripteurs peuvent être liés à des propriétés mécaniques et de surface spécifiques des tissus, notamment le nombre de points de contact, l'adhérence humide à une surface, l'absorption, la rigidité à la flexion, la résistance au cisaillement, les forces de traction et la fraîcheur au toucher.

Ces propriétés sont principalement déterminées par les caractéristiques des fibres, la construction du fil et du tissu et la finition du textile, mais il est nécessaire de reconnaître que l'étendue de leur relation avec la perception du confort dans le cas des vêtements est influencée par leur construction.

2.3 Comportement du textile de protection en présence de l'humidité

2.3.1 Transmission de l'humidité à travers les textiles

Le processus de transfert de l'humidité à travers les textiles dans des conditions transitoire est un facteur important, il influence sur le confort dynamique lors d'une utilisation en pratique. L'humidité peut être diffusée à travers des matières textiles sous forme de vapeur et de liquide. Le cas des bandes jersey nécessite le maintien de bonnes conditions de confort lorsqu'elles sont portées par les patients car la durée peut dépasser parfois 45 jours.

2.3.2 Le processus d'absorption-désorption.

L'absorption-désorption est un processus important pour maintenir le microclimat pendant des conditions transitoires. Le tissu hygroscopique absorbe la vapeur d'eau contenue dans l'air humide près de la peau en sueur et la libère dans l'air sec. Ceci améliore le flux de vapeur d'eau de la peau vers l'environnement comparativement à un tissu qui n'absorbe pas et réduit l'humidité accumulée dans le microclimat [24]. Dans le processus d'absorption-désorption, un tissu absorbant joue le rôle de source d'humidité dans l'atmosphère.

Il fonctionne également comme un tampon en maintenant une concentration de vapeur constante dans l'air qui l'entoure immédiatement, c'est-à-dire qu'une humidité constante est maintenue dans l'air adjacent, bien que la température change en raison de la chaleur de sorption.

L'absorption des molécules d'eau a lieu en dessous d'une température critique, en raison des forces de Van der Waal entre les molécules de vapeur et la surface solide de la structure. Plus la pression de vapeur et la température sont basses, plus la quantité absorbée est élevée. Les phénomènes associés à l'hystérésis de sorption, à l'effet de la chaleur, aux changements dimensionnels et aux effets de récupération élastique, dus au gonflement réduit des fibres.

Lors du gonflement, les macromolécules de fibres ou bien les micros fibrilles sont écartées par les molécules d'eau absorbées, ce qui réduit la taille des pores entre les fibres et les fils, réduisant ainsi la transmission de vapeur d'eau à travers le tissu. Au fur et à mesure que le gonflement augmente, les capillaires entre les fibres sont obstrués, ce qui entraîne une diminution de la transpiration. De plus, la distorsion provoquée par le gonflement crée des contraintes internes qui influencent le processus de sorption d'humidité.

2.3.3 Le processus de diffusion

Dans le processus de diffusion, le gradient de pression de la vapeur agit comme une force motrice dans la transmission de l'humidité d'un côté d'une couche textile à l'autre. Le taux d'humidité peut être calculé selon la formule 2.1 suivante [25].

$$J_{ax} = D_{Ax} \frac{dC_A}{d_x} \quad 2.1$$

Où, J_{ax} le taux d'humidité

$\frac{dC_A}{d_x}$ Le gradient de concentration

D_{Ax} Le coefficient de diffusion

La vapeur d'eau peut être diffusée à travers une structure textile de deux manières, une simple diffusion à travers les espaces d'air entre les fibres et les fils et le long de la fibre elle-même [26]. En cas de diffusion le long de la fibre, la vapeur d'eau se diffuse de la surface intérieure du tissu à la surface des fibres, puis se propage à l'intérieur des fibres et de leurs surfaces, atteignant la surface extérieure du tissu.

Le taux de diffusion le long du matériau textile dépend de la porosité du matériau et également de la transmission de l'humidité de la fibre. Le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau à travers l'air est de $0,2 \text{ cm}^2 / \text{sec}$ et à travers un tissu de coton est d'environ $8 \text{ cm}^2 / \text{sec}$.

La diffusion d'humidité à travers la partie aérienne du tissu est presque instantanée, alors que le système de tissu est limité par la vitesse à laquelle l'humidité peut se diffuser dans et hors des fibres, en raison de la plus faible humidité de diffusion du matériau textile [27].

Ce processus de diffusion s'explique par le gonflement des fibres. En raison de l'affinité des molécules de fibres hydrophiles avec la vapeur d'eau, lorsqu'elles se diffusent à travers le système fibreux, elles sont absorbées par les fibres, provoquant un gonflement des fibres et une réduction de la taille des espaces d'air, retardant ainsi le processus de diffusion. La chaleur de sorption produite augmente la température des assemblages fibreux, ce qui à son tour affecte le taux de transmission de l'humidité [28].

La diffusion de l'humidité à travers un matériau textile est influencée par un certain nombre de facteurs. Elle diminue avec l'augmentation de la masse volumique de fibres du matériau.

Au fur et à mesure que la masse volumique des fibres augmente, la proportion d'air dans l'assemblage fibreux diminue, ce qui réduit la diffusivité totale. La diffusion de l'humidité à travers le tissu diminue avec l'augmentation de la planéité de la section des fibres. Avec une augmentation de l'épaisseur du tissu, la porosité du matériau est réduite, réduisant ainsi le taux de diffusion.

La diffusion de vapeur d'eau dépend fortement de la perméabilité à l'air du tissu. La perméabilité à l'air augmente à mesure que la porosité du tissu augmente ; ce qui entraîne également une humidité plus élevée à travers les espaces d'air dans le tissu. Le type de traitement appliqué (hydrophile ou hydrophobe) sur un tissu n'a pas d'effet important sur le processus de diffusion. Le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'air peut être donné en fonction de la température et de la pression par l'équation suivante n°2.2.

$$D = 2,2 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\theta}{\theta_0} \right]^2 \cdot \left[\frac{P}{P_0} \right] \quad 2.2$$

Où D est le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'air (m^2 / sec), θ est la température absolue ($^{\circ}K$), θ_0 est la température standard de $273,15^{\circ}K$, P est la pression atmosphérique et P_0 est la pression standard (Bar). En général, le coefficient de diffusion des fibres augmente avec l'augmentation de la concentration en eau dans les fibres ; le polypropylène constitue une exception à ce comportement en raison de sa nature. La transmission de vapeur d'eau à travers les tissus augmente avec l'augmentation de la teneur en humidité et de la condensation d'eau dans le tissu.

2.3.4 Processus de convection

La convection est un mode de transfert d'humidité qui se produit lorsque l'air circule sur une couche d'humidité. Ceci est connu comme la méthode de convection forcée. Le transfert de masse dans ce processus est contrôlé par la différence de concentration d'humidité entre l'atmosphère environnante et la source d'humidité. L'évaporation et la condensation ont également un effet notable sur la transmission de l'humidité. L'évaporation et la condensation dépendent de la température et de la répartition de l'humidité dans les textiles poreux au moment de transfert d'humidité [29]. Lors de l'évaporation de la transpiration liquide, la chaleur latente est extraite du corps pour le refroidir.

Le rôle du transfert de chaleur par évaporation dans le maintien de l'équilibre thermique devient de plus en plus crucial avec une augmentation de la température ambiante. Dans ce cas, en raison du faible gradient de température entre la peau et l'environnement, les transferts de chaleur par conduction et par convection sont réduits. Lorsqu'un gradient de température négatif existe entre la peau et l'environnement, le transfert de chaleur par évaporation devient le seul moyen de refroidir la température corporelle.

Comme la chaleur latente de l'eau est assez importante ($2500 \text{ kJ} / \text{kg}$), même une faible quantité d'évaporation ajoute de manière significative au flux de chaleur total [30]. Le vent améliore le transfert de chaleur par évaporation et entraîne un refroidissement supplémentaire souhaitable en période de pointe. À

l'état d'équilibre, la chaleur latente perdue par l'eau à cause de l'évaporation est égale à la chaleur de l'air ambiant qui refroidit l'eau. Dans ce cas, l'équation du bilan énergétique à l'interface air-eau est la suivante :

$$Q_{conv} = Q_{evap} \quad 2.3$$

Où

Q_{conv} Est le transfert de chaleur par convection de l'air ambiant vers l'eau

Q_{evap} Est la chaleur extraite de l'eau en raison de l'évaporation.

La condensation résulte directement de la saturation d'un tissu par la transpiration liquide. Il se produit dans le tissu lorsque la pression de vapeur locale atteint la pression de vapeur saturante à la température locale. La condensation se produit normalement lorsque la température atmosphérique est très basse. Lorsque l'air chaud et humide du corps rencontre le tissu, il fonctionne comme un mur froid et la condensation se produit.

Les résultats présentés lors d'essais en laboratoire et d'essais sur le terrain ont confirmé que la condensation se produit à des températures atmosphériques inférieures à 100 ° C. Dans le cas de tissus dans lesquels la vapeur d'eau peut diffuser de la peau vers une partie de la couche de tissu plus facilement que de la couche de tissu dans l'atmosphère, comme dans le cas de tissus imperméables, la probabilité d'apparition de condensation est très Haute.

La condensation dans un matériau poreux initialement sec se déroule en trois étapes. Tout d'abord, des champs de vitesse, de température et de concentration de vapeur se développent dans le matériau et la condensation commence. Dans la seconde étape, le contenu liquide augmente progressivement, mais il est encore trop faible pour se déplacer et, finalement, lorsque le contenu liquide augmente et dépasse une valeur critique, il se transforme en gouttes de condensat et commence à se déplacer sous la tension superficielle et la gravité.

La transpiration est le processus le plus efficace pour conserver une sensation de confort. Dans le cas de vêtements à haute capacité d'absorption de

l'humidité, l'humidité provenant de la peau est disséminée sur tout le tissu, offrant une sensation de sec et la propagation du liquide permet à l'humidité de s'évaporer facilement. Lorsque le liquide mouille les fibres, il atteint les espaces entre les fibres.

L'humidité dynamique de la surface des tissus, est un paramètre important qui influe sur le confort de contact avec la peau, car il est influencé à la fois par la collecte et le passage de l'humidité le long du tissu. Il a été démontré que l'humidité dynamique de la surface des tissus est en corrélation avec le confort de contact avec la peau [31].

Dans des conditions normales, la transpiration non stressée d'une personne au repos atteint environ $15 \text{ g/m}^2\cdot\text{h}$ et, dans des conditions d'effort ou dans un environnement chaud, la transpiration augmente jusqu'à atteindre une valeur pouvant dépasser $100\text{g/m}^2\cdot\text{h}$. Le taux de transpiration augmente avec le niveau d'activité.

Ainsi, dans le cas d'activités où la production de transpiration sensible est très élevée, l'humidité de surface dynamique est un facteur très important. Dans le cas d'un tissu de coton, même si l'absorption d'humidité de la peau est élevée en raison d'une grande mouillabilité, l'humidité de surface dynamique n'est pas très bonne.

Dans le cas de tissus de fibres de polyester, même si la capillarité est bonne, ils ne sont pas agréables à porter en raison de leur faible mouillabilité. Dans le cas des tissus en microfibres de polyester, l'absorption d'eau est élevée et en raison du nombre élevé de capillaires, une grande quantité d'humidité peut les traverser très rapidement vers l'atmosphère, procurant ainsi une sensation de sec et de confort.

2.3.5 Transmission de l'eau liquide

Le test de la gestion de l'humidité est utilisé pour déterminer les propriétés de transfert et de distribution d'eau liquide à travers les étoffes. Le principe de cet appareil est que lorsque l'humidité est diffusée à travers un tissu, la résistance électrique de contact du tissu change. La valeur du changement de résistance

dépend de deux facteurs : les composants de l'eau et la teneur en eau du tissu. Lorsque l'influence des composants de l'eau est fixe, la résistance électrique mesurée est liée à la teneur en eau dans le tissu [32].

L'échantillon est maintenu à plat par les capteurs supérieur et inférieur avec une certaine pression. Puis un certain poids de solution de test prédéfinie (transpiration synthétique) est placé sur la surface supérieure du tissu. Pendant ce temps, l'ordinateur enregistre le changement de la résistance entre chaque couple d'anneaux métalliques qui agissent comme détecteurs, pour détecter la zone mouillée du tissu afin de mesurer la taille de la zone mouillée et le temps qu'il faut pour que le tissu se mouille. La solution se diffuse dans trois directions après son arrivée à la surface supérieure du tissu :

1. elle s'étend vers l'extérieur sur la surface supérieure du tissu.
2. elle se diffuse à travers le tissu de la surface supérieure vers la surface inférieure.
3. elle se diffuse vers l'extérieur sur la surface inférieure du tissu puis s'évapore.

2.4 Relation de la surface cutanée avec le textile

2.4.1 La neurophysiologie des perceptions sensorielles

L'épiderme et le derme sont les deux couches de la peau humaine. La couche externe qui se compose de plusieurs couches de cellules mortes au-dessus d'une seule cellule vivante est l'épiderme. La couche interne qui comprend la plupart des terminaisons nerveuses de la peau est le derme. Les glandes de transpiration ainsi que filaments musculaires sont également situés dans le derme. Sous le derme, il y a des couches de tissu conjonctif et de cellules graisseuses [33].

2.4.2 La thermo physiologie du corps humain

Le corps humain a la capacité de réguler sa température interne avec un certain niveau de précision lors des changements des conditions externes et internes. La régulation de la température fonctionne grâce à des mécanismes

biologiques - des systèmes nerveux central et périphérique spécifiques détectent en permanence les fluctuations de température dans le corps et tentent de les maintenir en équilibre au moyen d'actions biologiques [34]. Les mécanismes de dissipation de chaleur tels que la transpiration induite par les récepteurs chauds peuvent avoir une température plus élevée que les mécanismes de production de chaleur induits par les récepteurs froids. Il existe donc une zone de neutralité thermique dans laquelle aucune régulation thermique n'intervient.

La régulation autonome répond aux perturbations thermiques dues à la chaleur interne générée par l'exercice et à la chaleur ou au froid de l'environnement. Les thermorécepteurs reçoivent des signaux des perturbations thermiques et les transfèrent au système nerveux central via des voies nerveuses afférentes. Les récepteurs peuvent réagir non seulement à la température, mais aussi beaucoup plus efficacement aux changements de température.

La thermorégulation comportementale chez l'homme est liée aux sensations thermiques et aux sentiments émotionnels de confort thermique et d'inconfort. La thermorégulation comportementale en réponse à la chaleur et au froid modifie le besoin de réponses thermorégulatrices autonomes. La thermorégulation technique peut être considérée comme une extension du système de régulation humaine à travers des inventions techniques. La régulation de la température est transférée du corps à l'environnement à l'aide de capteurs, de contrôleurs et d'effecteurs artificiels.

2.4.3 Les différents types de peau humaine

Le modèle de peau est un modèle thermorégulateur de la peau humaine. Il teste le confort thermo physiologique au porté des matières textiles. Le modèle de peau est normalisé au niveau international (ISO 11092).

L'unité de mesure est en acier inoxydable fritté. L'eau, qui est alimenté par des canaux sous l'unité de mesure, peut s'évaporer à travers les nombreux pores de la plaque, tout comme la sueur des pores de la peau. De plus, l'unité de mesure est

maintenue à une température de 35°C. Ainsi, le transfert de chaleur et d'humidité est comparable à celles de la peau humaine [35].

Les différentes situations d'usure peuvent être simulées avec le modèle de peau, et se résume comme suit :

- Situations d'usure normales.

Ceux-ci se caractérisent par une transpiration insensible, c'est-à-dire que les porteurs ne reconnaissent pas qu'ils transpirent. Néanmoins, au moins 30 grammes par heure de vapeur d'eau sont évaporés à travers la peau de la membrane semi-perméable.

- Transpiration plus abondante.

Les porteurs reconnaissent qu'ils ont commencé à transpirer, mais qu'ils ne sont pas encore trempés de sueur, par exemple lorsqu'ils montent les escaliers.

- La situation de transpiration abondante avec une grande quantité de sueur liquide sur la peau.

- La situation de port directement après un exercice.

Cette situation est également d'une grande importance pour les textiles à usage médical. Le textile peut être trempé de sueur et perd son isolation thermique. Cela conduit à ce qu'on appelle le refroidissement après l'exercice, qui est très désagréable. Le froid post-exercice peut être évité en utilisant un tissu à temps de séchage court.

2.4.4 Environnement froid

Un environnement froid peut être défini comme un environnement dans lequel on peut s'attendre à des pertes de chaleur corporelle plus importantes que la normale. Les facteurs climatiques régissant les déperditions thermiques sont : la température de l'air, la température radiante moyenne, la vitesse de l'air et l'humidité. Des facteurs tels que la neige et les précipitations affectent l'échange de chaleur principalement par interaction avec les propriétés de transfert de chaleur des textiles.

L'échange de chaleur entre le corps et l'environnement s'effectue à la surface de la peau par convection, rayonnement, conduction, évaporation et par les voies respiratoires humaines. Dans un environnement froid, le gradient de température entre la surface de la peau et l'environnement est généralement suffisant pour permettre le contrôle du bilan thermique par convection et rayonnement.

Une évaporation supplémentaire de la sueur peut n'être nécessaire qu'à des niveaux extrêmement élevés de production de chaleur métabolique. Pour un refroidissement efficace, la sueur évaporée doit être transportée sous forme de vapeur d'eau à travers les vêtements et les couches d'air adjacentes à la peau et/ou par convection à travers des ouvertures dans les textiles. Respirer de l'air à basse température refroidit les voies respiratoires et augmente les pertes de chaleur cutanées. L'air froid est réchauffé et saturé de vapeur d'eau dans les poumons et les voies respiratoires.

La quantité de refroidissement des voies respiratoires augmente avec une température de l'air plus basse. Elle augmente avec l'augmentation de la ventilation instantanée mais reste une fraction relativement constante de la production de chaleur métabolique. Les pertes de chaleur des voies respiratoires peuvent s'élever à 15 ± 20 % de la production totale de chaleur du corps. Les pertes de chaleur par les voies respiratoires ne sont soumises à aucun contrôle physiologique, mais peuvent être réduites par de simples couvertures buccales et nasales ou par des masques spéciaux pour la récupération de chaleur et d'humidité.

2.4.5 Métabolisme énergétique, production de chaleur dans un environnement froid

L'évaluation de la protection nécessaire en milieu froid nécessite des informations sur le métabolisme énergétique de l'individu. Le taux est lié à l'intensité du travail physique et peut être déterminé facilement à partir des mesures de la consommation d'oxygène. Des tableaux permettent son estimation au cours de différents types d'activité.

À quelques exceptions près, les valeurs du taux métabolique indiquent également le niveau de production de chaleur. En règle générale, les sports d'hiver peuvent impliquer des activités dont la production de chaleur varie de, très faible à extrêmement élevée. Le tableau 2.1 peut être utilisé pour une estimation approximative du taux métabolique et pour la production de la chaleur associée dans divers d'activité physique [36].

Tableau 2.1. Exemples de production d'énergie métabolique associée à différents types d'activités physiques

N°	Classe	Taux d'énergie métabolique moyen (W/m ²)	Exemples
1	Au repos	65	Allongé, repos
2	Faible	100	Spectateurs, marche occasionnelle (vitesse jusqu'à 3,5km/h)
3	Modérée	165	marche à une vitesse de 3,5 à 5,5km/h (personne moyenne)
4	Elevée	230	marche à une vitesse de 5,5 à 7km/h
5	Très élevée	290	courir ou marcher à une vitesse supérieure à 7km/h

2.4.6 L'équation du bilan thermique humain

Une protection appropriée contre le climat extérieur est fournie lorsque le corps humain est en équilibre thermique à des niveaux acceptables de températures corporelles (par exemple, les températures de la peau et du cœur). Cela implique que les pertes de chaleur sont égales à la production de chaleur métabolique. L'équation suivante décrit le bilan thermique :

$$S = M - C - R - E - RES \quad 2.4$$

Où

S , le taux de variation de la teneur en chaleur corporelle, W/m²

M , la production de chaleur métabolique, W/m²

C , l'échange thermique convection, W/m²

R , l'échange thermique radiation, W/m²

E , l'échange de chaleur par évaporation, W/m²

RES , la perte de chaleur par voies respiratoires, W/m²

Il existe deux propriétés thermiques principales qui déterminent les effets des textiles sur les échanges thermiques par convection, rayonnement et évaporation : l'isolation thermique et la résistance à l'évaporation

L'isolation thermique définit la résistance au transfert de chaleur par convection et rayonnement par les différentes couches des textiles utilisées. Il rend compte de la résistance aux échanges thermiques dans toutes les directions et sur toute la surface du membre ou du corps. Il s'agit d'une moyenne d'une partie ou du corps couvertes et découvertes. Cette définition permet d'introduire le textile dans l'équation du bilan thermique. L'isolation des textiles et des couches d'air adjacentes est définie comme la valeur d'isolation totale (L_T) et est définie par l'équation suivante :

$$L_T = \frac{t_{sk} t_a}{R + C} \quad 2.5$$

Où

L_t = Valeur d'isolement total, m² °C/W

C = l'échange thermique par convection, W/m²

R = l'échange thermique radiation, W/m²

t_{sk} = la température moyenne de la peau, °C

t_a = la température de l'air, °C

La résistance à l'évaporation définit la résistance au transfert de chaleur par évaporation et au transfert de vapeur à travers les couches des textiles. Quant à l'isolation, elle se réfère également à toute la surface en questions. En réalité, la

propriété est une résistance au transfert de vapeur. Le transfert de chaleur n'a lieu que lorsque la sueur s'évapore au niveau de la peau et est transportée dans l'environnement par diffusion ou convection. La résistance à l'évaporation des couches des textiles et des couches d'air adjacentes (R_{eT}) est définie par l'équation suivante.

$$R_{eT} = \frac{P_{sk} - P_a}{E} \quad 2.6$$

Où

R_{eT} , résistance à l'évaporation, m²/W

P_{sk} , la pression de la vapeur d'eau à la surface de la peau, kPa

P_a , la pression de la vapeur d'eau ambiante, kPa

E , l'échange de chaleur par évaporation, W/m²

Le bilan thermique du corps peut maintenant être écrit comme suit. On peut facilement voir comment le textile influence sur l'échange de chaleur et l'effet peut être quantifié.

$$S = M - \frac{t_{sk} - t_a}{L_T} - \frac{P_{sk} - P_a}{R_{eT}} - RES \quad 2.7$$

Où

S = le taux de variation de la teneur en chaleur corporelle, W/m²

M = la production de chaleur métabolique, W/m²

RES = la perte de chaleur des voies respiratoires, W/m²

L_T = Valeur d'isolement total, m² °C/W

t_{sk} = la température moyenne de la peau, °C

t_a = la température de l'air, °C

R_{eT} = résistance à l'évaporation, m²/W

P_{sk} = la pression de vapeur d'eau à la surface de la peau, kPa

P_a = la pression de vapeur d'eau ambiante, kPa

L'équilibre thermique est atteint lorsque la valeur de S est nulle. Cela peut se produire pour diverses combinaisons des variables de l'équation. Cependant, seules certaines valeurs des variables physiologiques (M , t_{sk} et P_{sk}) sont compatibles avec des valeurs acceptables des conditions de tolérables. Ces conditions peuvent être analysées en termes de différents scénarios d'activité, de climat et de pose des textiles sur les membres.

2.5 La bande jersey

Lors des soins, pour protéger une partie du corps humain contre les résines et les plâtres pendant un certain temps, il est nécessaire d'utiliser un tricot circulaire en coton comme matière première qu'on nomme généralement par « Bande Jersey ».

Pendant la fabrication, des fibres de coton se dégagent tout au long du processus de tricotage cela est due aux interactions des surfaces du filé avec les guides. Lors de la fabrication, des fibres courtes sont formées dans le dispositif de la machine, ce problème est plus important avec l'utilisation de fils de coton.

Les bandes jersey utilisées dans le domaine médical sont réalisées en 100% coton sur des métiers à tricoter circulaires à très grande vitesse [37].

Cependant, la production à grande vitesse pose certains problèmes dont l'un est la formation de fibres courtes [38], une accumulation de fibres détachées du corps du fil, en particulier des fils filés dans le cas du coton. Cela présente de nombreux problèmes tels que les déchets, l'efficacité du travail, l'environnement et les coûts.

Nous allons voir si l'utilisation de fibres synthétique dans l'étoffe permet son utilisation dans le domaine des soins ou non.



Figure. 2.1. Métier à tricoter circulaire Bentley komet transformé pour produire La bande jersey simple continu. Photo Ali Bey H. Alger.

Afin d'apporter une solution il est utile d'étudier le comportement des différentes étoffes lors de leur utilisation dans les soins, et par la suite donner des recommandations sur d'éventuelle solution à prendre.

2.5.1 Exigences de fonctionnalité de la bande jersey

Le corps humain a une température de 37°C, qu'il tente de maintenir dans diverses circonstances. La température corporelle augmente pendant l'activité physique et peut générer de la chaleur.

Cette valeur est portée au triple pendant les périodes de petites activités. Ainsi, il est nécessaire de diffuser la différence vers l'environnement extérieur afin de maintenir la température corporelle constante à 37°C. Le transport de chaleur vers l'environnement extérieur est réalisé grâce à un flux sec (conduction, convection et rayonnement) et un flux latent produit par la transpiration.

La transpiration corporelle, sous forme de vapeur et de sueur liquide doit avoir la possibilité de se diffuser immédiatement de la peau et éventuellement de la surface extérieure du textile utilisé pour la protection. Les textiles utilisés dans

le domaine de soin et de protection doivent avoir une faible résistance aux fluides, une ténacité et une extensibilité élevée. Les caractéristiques essentielles incluent la rétention thermique, la capacité de refroidissement, l'absorption de la sueur et le séchage rapide, une perméabilité à la vapeur, une imperméabilité à l'eau, etc. pour une relaxation sans fatigue.

2.5.2 Les fibres utilisées pour la production de la bande jersey

2.5.2.1 Fibres naturelles

- Le coton

Le coton est une fibre végétale naturelle composée principalement de cellulose et cultivée à partir d'une plante en formant des gousses ou flocons de fibres. Le coton est une fibre hydrophile avec 8,5% de reprise d'humidité et une faible élasticité avec un allongement de 3 à 10 % au point de rupture. Le coton n'accumule pas d'électricité statique, il possède une bonne résistance à la rupture avec une ténacité de 3 à 5 grammes et augmente de 10 % lorsqu'elle la fibre est mouillée. Les étoffes en coton sont douces et sont capables d'absorber des niveaux élevés d'humidité.

2.5.2.2 Les fibres synthétiques

Pour tous les articles à usage médical, les fibres synthétiques sont préférées car elles ne retiennent pas l'humidité et ne deviennent donc pas lourds lors de la transpiration comme le fait le coton. La fibre synthétique peut être modifiée lors de sa fabrication pour améliorer ses propriétés thermo physiologiques et sensorielles. Un certain nombre de techniques différentes sont disponibles pour produire de telles fibres : Des copolymères séquencés peuvent être ajoutés au polymère de base avant l'extrusion.

- Les fibres peuvent être extrudées avec différentes sections transversales.
- Les fibres peuvent être enduites après traitement.

L'une des modifications les plus courantes apportées afin d'améliorer le confort est l'utilisation de fibres ultrafines ou de microfibras avec des filaments ayant une densité linéaire bien inférieure à 1 décitex. L'utilisation de ces fibres permet de créer des étoffes très denses dans lesquelles la surface de la fibre est considérablement augmentée et l'espace entre les fibres est réduit. Cela conduit à l'augmentation de l'action capillaire pour une meilleure régulation thermique.

- Le Polyester

Le polyester est la fibre la plus populaire et la plus couramment utilisée dans les articles textiles à usage médical.

À l'état brut, la fibre de polyester est hydrophobe et a une capacité d'absorption d'eau beaucoup plus faible que, par exemple, la fibre de coton, il est également bon marché. Des fibres de polyester modifiées ont été développées afin de donner un toucher plus naturel, d'augmenter l'absorption, d'offrir une meilleure résistance thermique et de réduire l'électricité statique. Les microfibras de polyester sont aujourd'hui largement utilisées dans les vêtements.

2.5.2.3 Les mélanges de fibres

Deux fibres ou plus peuvent être mélangées pour former un seul fil afin d'améliorer la thermo physiologie et d'autres propriétés. L'étoffe tricotée à partir de mélanges de polyester/laine ou de mélanges de polypropylène/laine, par exemple, peut améliorer l'évacuation de l'humidité et les propriétés d'isolation. L'effet est permanent contrairement à certaines finitions chimiques appliquées au polyester.

Dans cette présente étude, les fibres qui seront utilisées pour les textiles de soins en milieu hospitalier sont le coton car il possède une bonne capacité d'absorption, le polyester comme il a une bonne résistance, une bonne élasticité, une bonne récupération, et est bon marché. (Tableau2.2).

Tableau n° 2.2. Les fibres et leurs propriétés

Fibres	Absorption	Elasticité	Récupération	Solidité
			Elastique	
Coton	8,5%	3-10 %	74 %	20-43 CN/tex
	Bonne	Faible		Bonne
Polyester	0,4-0,8%	19-23 %	97 %	Elevée
	Faible	Bonne	Bonne	

2.6 Conclusion

Le confort a plusieurs aspects mais les plus importants liés à l'utilisation de la bande jersey comme protection contre le plâtre et qui seront considérés dans cette étude est le confort sensoriel et le confort thermo physiologique.

Chapitre 3 : La méthodologie des travaux

3.1 L'objectif de l'étude

L'industrie textile Algérienne dépend en ce moment des fournisseurs étrangers de la matière première comme la Chine, l'Inde ou la Turquie. Après les évènements sanitaires de ces dernières années, les couts, dus à la matière première ont augmentés de 50 à 80 %.

L'objectif de ce travail de recherche est de produire des étoffes tricotées pour la protection des parties du corps humain contre les plâtres en orthopédie :

- en utilisant des fibres naturelles et synthétiques qui offriront de bonnes propriétés de confort et d'utilisation.

- en choisissant une longueur de boucle afin d'épouser parfaitement la forme du membre du corps considéré, autrement dit, il ne faut pas que le textile se plie lors de l'utilisation.

- en réduisant les couts de fabrication en utilisant des mélanges appropriés des matières naturelles avec les matières synthétiques.

Afin d'établir une optimisation des fibres naturelles dans les bandes jersey, les fibres naturelles et synthétiques seront mélangées à différentes proportions, les propriétés thermo physiologiques et sensoriel des étoffes tricotées seront ensuite évaluées [39].

L'étude se concentrera sur la sélection des fibres naturelles et synthétiques, les rapports des mélanges, les spécifications des fils, la construction ainsi que la détermination des paramètres des étoffes [40]. Une étude sera menée pour comparer le confort thermo physiologique et sensoriel cutané des différentes bandes jersey tricotées [41].

La physique joue un grand rôle dans la technologie textile, mais, s'il existe de nombreuses applications sur leur transformation, celles-ci sont diverses et ne peuvent être étudiées que dans un cadre bien défini ; cependant, l'étude de la structure et des propriétés physiques des fibres, des fils et des étoffes forment un

sujet appelé la physique des textiles, et qui est une partie essentielle de la formation de tout spécialiste en technologie textile [42].

3.2. Le matériel et équipements utilisés

3.2.1 L'équipement de production

Dans ce travail, les tissus tricotés unis sont ceux couramment utilisés dans de nombreuses applications de soins. La structure utilisée comme référence est le jersey uni qui est une étoffe à une seule couche dans laquelle le même fil est tricoté sur l'endroit et l'envers.

Les échantillons ont été fabriqués sur une machine à tricoter circulaire Simple Jersey Bentley Komet, de l'entreprise (ABH) Alger, spécialisée dans la fabrication des textiles à usage médical, voir la figure 3.1.

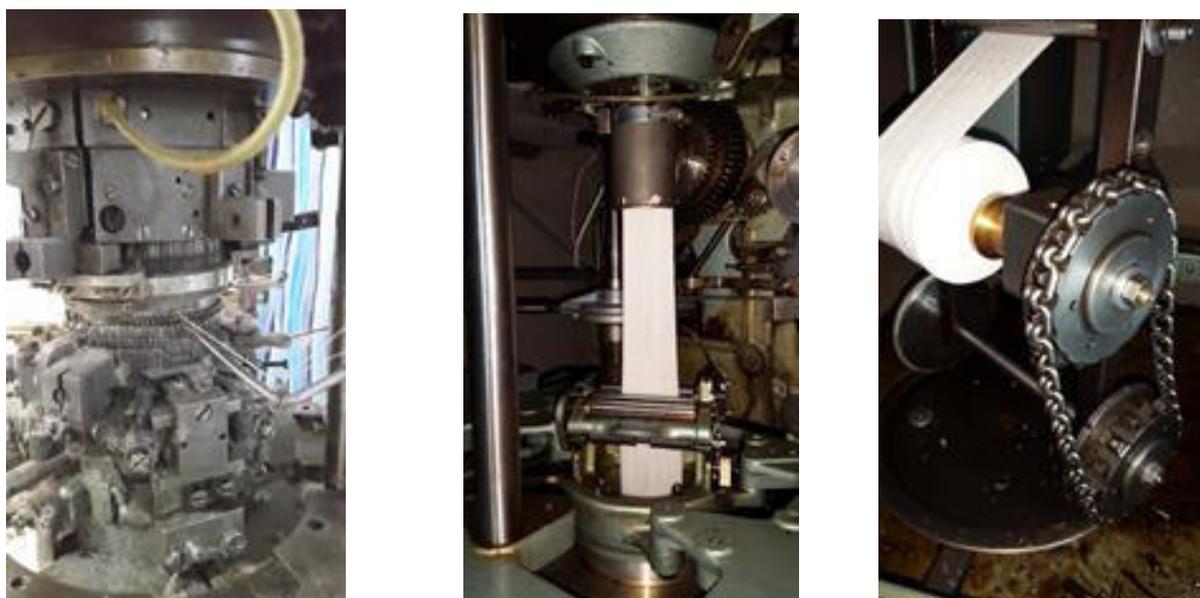


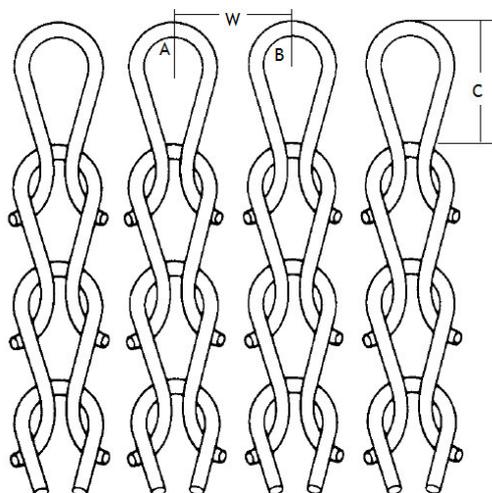
Figure 3.1. Machine à tricoter Bentley Komet. Photo ABH 2021.

a) zone de tricotage. b) livraison. c) enroulement de la bande jersey

Elle est équipée de deux chutes indépendantes, ce qui nous a permis de modifier à volonté la composition de la matière première d'alimentation. Cette machine possède une possibilité de doublage des fils de tricotage ainsi elle peut produire des échantillons et obtenir une gamme variée d'articles. En ajustant les cames de point, le taux d'alimentation du fil vers les aiguilles à tricoter a été

ajusté. La quantité d'alimentation du fil pendant un tour a été modifiée afin de produire des étoffes avec différentes valeurs de longueur de boucle (ℓ en mm) :

Les échantillons, E1 = ABH90, E2 = ABH80, E3 = ABH70, E4 = ABH60, E5 = ABH40, E6 = ABH30, E7 = ABH20 et E8 = ABH10 sont fabriqués en utilisant les courses respectives des aiguilles de tricotage suivantes : C1=3.4mm, C2=3.0mm, C3=2.6mm, C4=2.2mm, C5=2.0mm, C6=1.8mm, C7=1.6mm, C8=1.4mm, C9=1.2mm, C10=0.8mm, C11=0.4mm.



W - Distance entre les boucles, C- Distance entre les rangées
Surface d'une boucle = $W.C$

Figure 3.2 Diagramme d'une Boucle jersey tricotée unie
sur les machines Bentley Komet

Les étoffes en jersey s'étirent dans le sens de la largeur et de la longueur, mais davantage dans le sens transversal, elles sont moins stables et s'enroule à la coupe, ce qui exige une finition spéciale. La figure 3.2 montre une structure jersey simple. Les étoffes jersey et leurs dérivés sont des structures à simple face et comprennent des tissus tels que le jersey uni. Les étoffes tricotées peuvent être approximativement divisés en jersey simple ou double, selon qu'ils ont été tricotés avec un ou deux jeux d'aiguilles.

La plupart des étoffes en jersey simple sont produites sur des machines circulaires dont le cylindre à aiguille tourne à travers les systèmes de came de tricotage fixes qui, avec leurs alimentateurs de fil, sont situés à intervalles

réguliers autour de la circonférence du cylindre. Le diamètre des cylindres de tricotage utilisés est de 4 pouces, ce qui délivre un diamètre de, approximativement 10 cm. En Algérie, sont utilisée trois tailles standards : ce sont : 5m x 5-7cm ; 5m x 10-15cm ; 5m x 20-25-30cm.

3.2.2. La géométrie des boucles

Les principes de base de la géométrie des étoffes tricotés ont été posés à plusieurs reprises, nous avons constaté que dans le cas de la structure en uni, la densité de points est une fonction principalement de la longueur du fil et de la boucle et ne dépend pas du matériau ni de la structure du fil ni du système de fabrication utilisé pour former les mailles.

Les dimensions des étoffes tricotées dépendent de la longueur du fil dans chaque boucle. Indépendamment de ses propriétés physiques, les dimensions des tricots unis sont uniquement déterminées par la longueur de fil tricoté dans chaque boucle. Pour appliquer cela, l'étoffe doit être dans son état complètement relaxé, c'est-à-dire une configuration d'énergie minimale.

Dans la Figure 3.3 ci-dessous, les deux boucles AB et A1B1 sont similaires, celle-ci s'explique par la forme géométrique dont les grandeurs sont proportionnelles l'une par rapport à l'autre car le fonctionnement de la machine est cyclique c'est-à-dire le même. La boucle AB correspond au déplacement C11 et la boucle A1B1 correspond au déplacement C1, entre les deux nous observons tous les autres déplacements programmés dans cette étude, à savoir : C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9 et C10.

$$\frac{OB_1}{OB} = \frac{OB_x}{OB_{1x}} = p \quad 3.1$$

p est une constante. Donc on aura :

$$\frac{A_1B_1}{AB} = p \quad 3.2$$

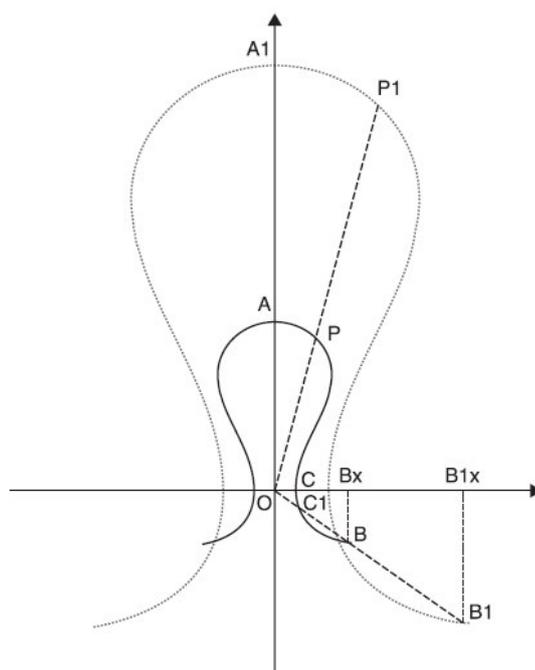


Figure 3.3. Deux boucles similaires

La figure 3.4 montre l'espace de deux boucles voisines dans l'étoffe.

L'espace des boucles, Fig. 3.4, est donné par la longueur Aa . Si l'on considère l'énergie due à la flexion minimale due au croisement des boucles pour une configuration stable, alors la coordonnée verticale du point D, qui est le point le plus étroit de la boucle ACDB, coïncide avec la coordonnée verticale du point c, qui est le point de la zone la plus large de la boucle acdb. Comme les deux boucles sont de forme et de taille identiques, nous avons : $AL = aN \Rightarrow Aa = LN$. Par conséquent, l'espace des boucles est donné par la longueur LN, qui est la différence des coordonnées verticales du de la boucle la plus large et du point de la boucle la plus étroite. L'espace des boucles est donc un paramètre qui dépend uniquement de la structure et de la forme.

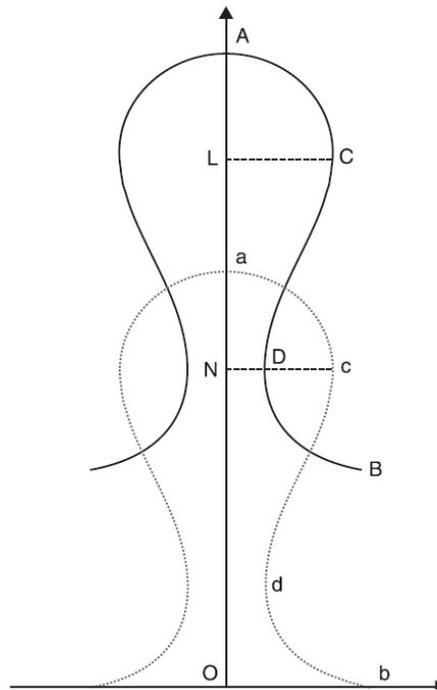


Figure 3.4. Espacement des boucles

3.2.3 Les matières premières utilisées

Pour ce travail, des fils en fibres de coton et en fibres de polyester ayant des densités linéaires de 20Tex (Nm50) ont été utilisés pour l'ensemble des échantillons. Dans tous les cas, nous avons essayé de maintenir constant le coefficient de torsion r , mais une petite différence a été observée. Les caractéristiques du fil produit sont indiquées dans le tableau 3.1.

3.2.4 Les échantillons utilisés

Pour la recherche, nous avons sélectionné huit échantillons : E_1 ; E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 et E_8 , ces échantillons diffèrent par la composition et le mélange des matières premières, le coton et le polyester.

Nous avons choisi la grande dimension (5m x 20-25-30cm) montrée dans la figure 3.5. La bande jersey est enfilée autour du membre à plâtre afin de protéger ce dernier contre le plâtre.



Figure 3.5. Echantillon de la bande jersey 5mx (20-25-30)cm.Photo ABH 2021 Alger

L'étoffe doit avoir des propriétés indiquées dans ce travail afin d'assurer un certain confort, car cette dernière sera portée pendant, au moins 45 jours comme il a été indiqué dans l'introduction. Les caractéristiques principales des matières utilisées sont présentées dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1. Caractéristiques principales des échantillons

Echantillons	% coton	% polyester
E1	100	0
E2	90	10
E3	80	20
E4	70	30
E5	60	40
E6	50	50
E7	40	60
E8	30	70

L'ordre de classement des échantillons est fait selon le pourcentage du coton contenu dans les filés textiles. Le coton en premier lieu et le polyester en deuxième position.

3.2.5 Matériel de laboratoire utilisé pour l'analyse des résultats

Certaines analyses ont été faites au Laboratoire de Traitement et de Mise en forme des polymères Fibreux (LTMFPF) de L'Université M'Hamed Bougara de Boumerdes (UMBB), tandis que les autres dans l'entreprise (GETEX), Bab Ezouar.

Tableau 3.2. Matériel utilisé pour les analyses des échantillons

N°	Caractéristiques	Matériel utilisé
a	Propriétés physiques des bandes jersey	
1	Masse par unité de surface	Balance de précision (LTMFPF-UMBB)
2	Epaisseur	Testeur d'épaisseur (LTMFPF-UMBB)
3	La densité des boucles	Microscope muni de micromètre (LTMFPF-UMBB)
4	Porosité optique	Microscope muni de micromètre (LTMFPF-UMBB)
b	Test du confort thermo physiologique	
1	Transfert d'humidité liquide	Testeur d'humidité (GETEX)
2	Conductivité thermique	Appareil de mesure de transfert de chaleur (GETEX)
c	Test de confort sensoriel	
1	La rigidité à la flexion	Testeur de rigidité (GETEX)
2	Nombre de points de contact	Compte fils électronique (GETEX)

3.3 Détermination des propriétés structurales et physiques de la bande jersey :

La présente étude doit tenir compte de la taille des bandes jersey utilisées, et qui se trouvent sur le marché nationale Algérien, à savoir :

- la taille 5m x5-7 cm
- la taille 5m x 10-15 cm
- la taille 5m x 20-25-30 cm

Ces désignations représentent, respectivement la longueur de l'article et les diamètres utiles lors de l'utilisation.

Dans cette études, nous avons considéré la taille 20-25-30cm pour les manipulations, le travail est le même pour les autres tailles mais ne sont pas représentées dans la thèse. Il faudra donc se limiter aux dimensions mentionnées dans chaque taille.

3.3.1. Allongement transversal sous charge fixe

Lors de l'application de la bande jersey, celle-ci doit épouser parfaitement la forme considérée quel que soit sa dimension, mais comme les dimensions sont variables il faudra que la structure textile utilisée soit extensible transversalement. Ces questions sont étudiées lors de la réalisation du Projet de Recherche et de la Formation Universitaire 2018-2022. Sous le numéro A16N01UN350120180001, intitulé : Conception d'un textile tubulaire utilisé pour la protection cutanée contre les plâtres et résines dans le domaine des soins en milieu hospitalier.

Pour chaque échantillon, désigné par, E1, E2, E3, ...E8, nous avons produit 11 échantillons avec différent déplacement d'aiguilles de tricotage, à savoir, C1, C2, C3, ... C11. Chaque échantillon est soumis à une extension sous une charge fixe de 200g. Cette expérience va nous permettre de nous limiter quant au choix de l'article qui présentera de meilleures performances, les valeurs des réglages sont expliquées dans le paragraphe 3.2.1.

Des éprouvettes normalisées de 50 mm x 200mm sont découpées en largeur et sont soumises à une charge fixe de 200 grammes dans des conditions ambiantes de température et d'humidité. Pour fixer notre choix il faut les extensions absolues

correspondant à un périmètre minimum de 2x200mm et à un périmètre maximum de 2x300mm.

Ces circonférences correspondent, respectivement à des diamètres de 127mm et 191mm. Il faut souligner que le matériau est souple donc instable lors des manipulations, par conséquent nous pouvons conclure que diamètre minimal doit être de 125 mm et le diamètre maximal de 190mm.

Ces valeurs correspondent respectivement à des allongements absolus des éprouvettes d'essais de 205 mm et 410 mm, les résultats sont représentés dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3 Extension absolues des échantillons sous charge fixe de 200 g

	C_{m11}	C_{m10}	C_{m9}	C_{m8}	C_{m7}	C_{m6}	C_{m5}	C_{m4}	C_{m3}	C_{m2}	C_{m1}
Em	18	52	96	128	156	178	205	308	410	522	630

Ces résultats permettent de nous orienter vers une valorisation rapprochée des échantillons susceptibles d'offrir un confort lors de l'utilisation en pratique.

Les propriétés physico-mécaniques des bandes jersey ont été étudiées car elles influent sur les propriétés de confort du produit. Dans cette étude, le poids du tissu (masse par unité de surface), l'épaisseur, le nombre de rangées (cours) et de colonnes (boucles) par unité de longueur, la porosité, la longueur de la boucle et les facteurs de couverture sont les propriétés structurelles et physiques considérées.

Avant le début de chaque test, les étoffes sont conditionnées pour éliminer l'influence de la teneur en humidité atmosphérique, car les propriétés physiques des fibres peuvent être affectées par leur teneur en humidité. En général, les fibres qui absorbent le plus d'humidité sont ceux dont les propriétés changent le plus. Les principales propriétés affectées sont : les propriétés dimensionnelles, les propriétés mécaniques et les propriétés électriques. Les conditions normales, température et humidité des échantillons ont été maintenu afin de se rapprocher le plus de la réalité.

3.3.2 Masse par unité de surface

Des échantillons de 100 mm x 100 mm d'étoffes ont été conditionnés et testés dans une atmosphère standard. Chacun des spécimens a été pesé sur une balance de précision. La masse par unité de surface a été calculée comme la masse moyenne par unité de surface des échantillons.

La masse par unité de surface a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$M_{us} = \frac{m}{a} \quad 3.3$$

Où

M_{us} : La masse surfacique du tissu après conditionnement dans l'atmosphère standard d'essai, (g/m²)

m : La masse de l'éprouvette, (g)

a : La surface de l'éprouvette, (m²)

3.3.3 Épaisseur

L'épaisseur de l'étoffe est l'une des propriétés de base qui donne des informations sur le bilan thermique, sur le poids et sur la rigidité à la flexion. L'épaisseur des échantillons de tissu a été mesurée comme la distance entre la plaque de référence et la plaque parallèle sur l'appareil de mesure.

Les éprouvettes ont été conditionnées et déterminées dans des conditions normales de température et d'humidité sur un testeur d'épaisseur. Une fois la plaque supérieure levée, l'échantillon a été positionné sur la plaque de référence du testeur d'épaisseur, puis la plaque supérieure s'abaisse doucement pour appliquer une pression sur l'échantillon de tissu, à ce moment-là une lecture a été enregistrée par l'appareil de mesure.

3.3.4 La densité des points

La densité des points est le nombre de boucles par unité de surface. Le nombre rangés verticales (boucles) et de courses sur une longueur mesurée avec précision a été observés. Une fois les échantillons de tissus conditionnés, chacun a

été posé sur un plan horizontal et la tension minimale requise a été fournie pour maintenir le tissu à plat. Le nombre de boucles et de courses a été compté à l'aide d'un microscope à faible grossissement.

3.3.5 La perméabilité à l'air

La perméabilité à l'air est une propriété liée directement à l'épaisseur d'un matériau, elle est définie comme le volume d'air en millilitres qui passe pendant un temps égal à une seconde à travers une surface de 100 mm² du tissu à une différence de pression de 10 mmHg.

Les paramètres de la structure influent considérablement sur la perméabilité à l'air. La densité (porosité), la forme, la taille des pores et les procédés de finition influencent également sur la perméabilité à l'air.

Généralement, la perméabilité à l'air d'un tissu peut influencer le confort de plusieurs manières. Dans le premier cas, un matériau perméable à l'air est, en général, susceptible d'être perméable à l'eau soit en phase vapeur soit en phase liquide. Ainsi, la perméabilité humidité-vapeur et la transmission liquide-humidité sont normalement liées à la perméabilité à l'air.

Dans le second cas, la résistance thermique d'un tissu dépend fortement de l'air immobile enfermé dans la structure de l'étoffe.

La perméabilité à l'air est un facteur important pour déterminer le niveau de confort d'un tissu car elle joue un rôle important dans le transport des vapeurs d'humidité de la peau vers l'atmosphère extérieure.

3.3.6 La porosité

La porosité a été déterminée en mesurant le volume total d'un tissu et en calculant le volume total de fibres dans l'échantillon. La différence entre ces deux valeurs est considérée comme un espace d'air et lorsqu'il est calculé en pourcentage du volume total, cela donne la porosité. La porosité a été calculée sur la base de la formule suivante [43]:

$$P = \frac{100 - (AT - \frac{W}{D})}{AT} (\%) \quad 3.4$$

Où :

P : La porosité, %

A : La surface de l'échantillon, cm^2

W : Le poids de l'échantillon, g

T : L'épaisseur de l'échantillon, cm

D : La densité des fibres, g/cm^3

3.3.7 La longueur des boucles

Pour déterminer la longueur de la boucle, il faut introduire, la densité des boucles et le diamètre des fils de tricotage utilisés.

Le diamètre du fil a été calculé sur la base de la formule suivante 3.5.

$$d = 2 \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho 10^5}} \quad 3.5$$

Où :

d : Le diamètre en cm

T : La densité du fil en Tex

ρ : La densité des fibres en g/cm^3

La longueur de la boucle a été déterminée sur la base de la formule de Peirce suivante :

$$l = \frac{2}{c} + \frac{1}{w} + 5.94d \quad 3.6$$

Où :

l : La longueur de fil dans une boucle en cm

c : Le nombre de courses par cm

w : Le nombre de boucles par cm

d : Le diamètre du fil en cm

3.3.8 Le facteur de couverture

Le facteur de couverture est un facteur qui indique le serrage ou le relâchement relatif de la structure tricotée.

Il est utilisé de manière similaire à celui du facteur de couverture dans l'industrie du tissage ou ce qu'on appelle par densité de l'étoffe.

Le facteur de couverture est défini comme le rapport de la superficie couverte par le fil dans une boucle par rapport à la zone occupée par cette boucle.

Le facteur de couverture est déterminé par la formule suivante :

$$FC = \frac{\sqrt{Tex}}{l} \quad 3.7$$

Où

FC : Le facteur de couverture

Tex : La densité linéaire du fil

l : La longueur de la boucle en mm

3.4 La détermination des propriétés de confort thermo physiologiques de la bande jersey

3.4.1 Le transfert d'humidité

Dans des conditions normales, c'est-à-dire une température et une humidité ambiante modérée, le corps humain produit en permanence de la vapeur d'eau à partir des pores de la peau. Le gradient de pression de la vapeur entre la peau et l'environnement ambiant provoque la diffusion des molécules de vapeur d'eau à travers les textiles [44]. La vapeur d'eau est transférée de plusieurs manières :

- diffusion dans l'air à travers les vides des étoffes,
- diffusion à travers les fibres de molécules d'eau adsorbées le long des surfaces des fibres.

La diffusion des molécules de vapeur à travers l'espace d'air dans les étoffes est un facteur important dans le transport total de la vapeur d'eau.

D'autres processus de transfert impliquent de plus petites quantités de vapeur d'eau. Ces procédés sont plus complexes que les procédés de diffusion mais peuvent contribuer de manière significative au confort des étoffes.

L'instrument de mesure du transfert d'humidité décrit dans la figure 3.6 a été utilisé pour tester le transfert et la distribution de la solution liquide dans des échantillons tricotés. Le principe utilisé est basé sur le fait que lorsque l'humidité traverse un tissu, le contact de la résistance électrique du tissu va changer.

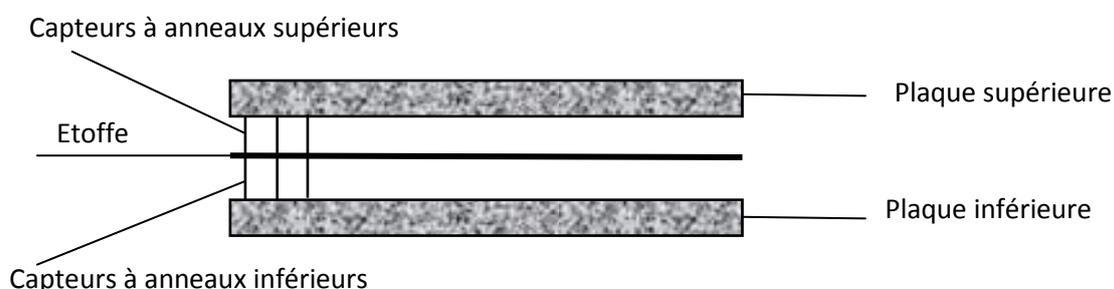


Figure 3.6. Schéma des capteurs à anneaux

Le tissu est en contact avec les anneaux de détection, qui déterminent la teneur en liquide et le comportement de transfert d'humidité liquide sur les surfaces supérieure et inférieure du tissu.

Sur la base des charges de tension mesurées, la variation de la teneur en eau avec le temps sur le haut et le bas du tissu peut être mesurée quantitativement.

Pendant les manipulations, chaque échantillon de tissu, de la taille de 50 x 50 mm, a été placé à plat entre les capteurs supérieur et inférieur et une quantité prédéterminée (0,15 g) de la solution de test a été versée sur la surface supérieure du tissu pour simuler une goutte de sueur liquide. Un signal de la résistance électrique des échantillons de tissu a été traité par une installation conçue pour cela.

Tous les échantillons ont été testés dans les mêmes conditions de laboratoire. La surface supérieure du tissu est considérée comme la surface la plus proche de la peau du corps humain et la surface inférieure du tissu est la plus proche de l'environnement voisin. Les paramètres mesurés sont :

Le temps de mouillage, TMs de la surface supérieure et TMi de la surface inférieure, est le temps pendant lequel les surfaces supérieure et inférieure du tissu commencent juste à se mouiller respectivement après le début du test.

Le taux d'absorption, TAs de la surface supérieure et TAi de la surface inférieure, est la capacité moyenne d'absorption d'humidité de la surface supérieure et inférieure de l'étoffe pendant l'augmentation de la teneur en eau, respectivement.

Le rayon maximum mouillé, $MWRs$ de la surface supérieure et $MWRi$ de la surface inférieure, est défini comme le rayon maximum de l'anneau mouillé sur les surfaces supérieure et inférieure.

La vitesse de dissipation, VPs de la surface supérieure et VPi de la surface inférieure est la vitesse de dissipation cumulée depuis le centre de l'échantillon jusqu'au rayon mouillé maximum.

L'indice de transport unidirectionnel cumulé (AOTI) représente la différence de la teneur en humidité cumulée entre les deux surfaces du tissu et détermine dans une large mesure si le tissu a de bonnes propriétés de transfert de l'humidité. Sur le plan de confort, cela signifie que plus la capacité de transfert à sens unique est élevée, plus la sueur liquide peut être transférée rapidement et facilement de la peau à la surface extérieure du tissu, gardant ainsi la peau sèche.

La capacité globale de transfert de l'humidité (OMMC) indique la capacité globale de l'étoffe à gérer le transfert de l'humidité liquide. Plus l'OMMC est grand, plus la capacité globale de transfert de l'humidité de l'étoffe est élevée.

Le transfert de la vapeur d'eau à l'état stable à travers les structures textiles se produit par des processus de diffusion. Les molécules d'eau diffusent à travers

les espaces d'air entre les fibres et les fils, à travers les fibres elles-mêmes et le long des surfaces des fibres.

$$R = \frac{1}{Q}DA t(\delta C) \quad 3.8$$

où

- R Est la résistance à la diffusion de l'humidité,
- Q Est la masse de vapeur d'eau transmise à travers la zone du tissu
- A Est la surface de la zone de transfert
- t Est le temps de diffusion ou transfert
- δC Est le gradient de concentration de vapeur d'eau
- D Est le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau

Le coefficient de diffusion des molécules de vapeur d'eau dans l'air change légèrement avec la température, mais le changement est négligeable :

$$D = 0.220 + 0.00147T \quad 3.9$$

où

- T est la température °C

Le gradient de concentration de vapeur d'eau (δC) peut être calculé à partir de la température, de l'humidité et de la pression de vapeur saturante de chaque côté du tissu. Le seul facteur déterminant lié aux propriétés du tissu est la masse de vapeur d'eau à travers la structure textile (Q), qui est influencé de manière complexe par les variables du tissu.

3.4.2 Le transfert thermique

La transmission de chaleur ou conductivité thermique à travers un tissu se fait à la fois par conduction à travers les fibres et l'air piégé et par rayonnement. Des méthodes pratiques de test de conductivité thermique mesurent la chaleur totale transmise par les deux mécanismes [45].

La valeur d'isolation d'un tissu est mesurée par sa résistance thermique qui est l'inverse de la conductivité thermique (transmittance) et elle est définie comme le rapport de la différence de température entre les deux faces de l'étoffe par rapport au débit de chaleur par unité de surface normales.

Comme on peut le voir à partir de cette définition, il est nécessaire de connaître le débit de chaleur à travers un tissu afin de pouvoir mesurer sa résistance. En pratique, la mesure du débit de chaleur dans une direction particulière est difficile car un appareil de chauffage, même lorsqu'il est alimenté avec une quantité d'énergie connue, dissipe sa chaleur dans toutes les directions.

Deux méthodes différentes sont utilisées pour surmonter ce problème : l'une consiste à comparer la résistance thermique de l'échantillon avec celle d'un étalon connu et l'autre est d'éliminer toute perte de chaleur autre que celle qui traverse le tissu testé. Il est important que toute mesure de résistance thermique effectuée à des températures proches de celles susceptibles d'être rencontrés lors de l'utilisation car la conductivité thermique des matériaux varie avec la température. Ceci est dû à la variation de la conductivité thermique de l'air avec la température et aussi à la dépendance de la perte de chaleur par rayonnement sur la température. Il existe plusieurs appareil de mesure du transfert de chaleur comme : Guarded hot plate et Alambeta instrument.

Résistance thermique

La résistance thermique est une indication de la qualité de l'isolation d'un matériau. Elle est calculée par l'équation 3.10.

$$R = \frac{h}{\lambda} \quad 3.10$$

Où R est la résistance thermique, h est l'épaisseur (m) et λ est la conductivité thermique (W/Mk).

Étant donné que λ est à peu près constant pour différents tissus, la résistance thermique est d'environ proportionnel à l'épaisseur du tissu. C'est donc l'épaisseur de l'étoffe qui détermine sa résistance thermique et protège le porteur du froid.

La conductivité thermique

La Conductivité thermique est basée sur l'équation :

$$\lambda = \frac{WD}{A\Delta T} \quad 3.11$$

Où:

D : L'épaisseur de l'échantillon, cm

A : La surface de l'échantillon de chaleur BT, cm²

T : L'échantillon de différence de température, C

W : La perte de flux de chaleur, W

λ : La conductivité thermique, W/cm °C

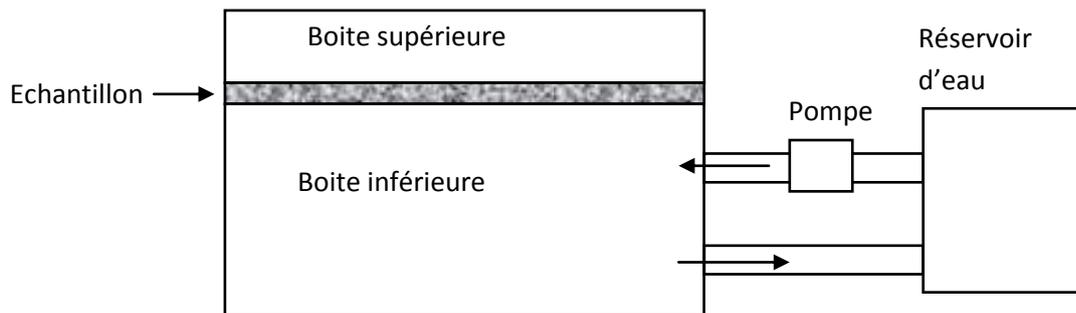


Figure 3.7. Schéma de l'appareil pour mesurer la conductivité thermique

3.5 La détermination des propriétés de confort sensoriel de la bande jersey

Les propriétés de confort sensoriel d'une étoffe est un paramètre lié à l'état de surface, cette dernière s'explique par la rugosité. La caractéristique de surface d'un tissu s'exprime par le coefficient de frottement, qui dépend du type de fibre utilisé, de la géométrie du fil, de la construction du tissu et de la finition du tissu [46].

3.5.1 La rigidité

Le test de rigidité a été utilisé pour mesurer la rigidité à la flexion d'une étoffe en permettant à une bande étroite du tissu de se plier sous un angle fixe sous son propre poids. La longueur du tissu nécessaire pour se plier sous cet angle est mesurée, elle est connue sous le nom de longueur de pliage. Donc la rigidité dépend de la longueur de pliage d'une étoffe.

Selon les conditions d'analyse, les éprouvettes mesurent chacune 25 mm de large et 200 mm de long.

Avant l'essai, les éprouvettes ont été conditionnées pendant 24 heures dans des conditions normales. Les lectures ont été effectuées sur chaque échantillon, une face vers le haut et une face vers le bas sur la première extrémité, puis la même chose pour la seconde extrémité. La longueur de pliage moyenne pour la chaîne et la trame a été calculée à cet effet.

3.5.2 Le nombre de points de contact avec la peau

Le nombre de points de contact avec la peau représente le nombre de boucles dépassant le niveau moyen de l'étoffe lorsque celle-ci est posée sur une surface quelconque.

Pour obtenir le nombre de points de contact, l'échantillon passe entre deux rouleaux exerçant une légère pression et au fur et à mesure de son déplacement une solution de colorant s'étale sur l'une des surfaces. L'empreinte est ensuite transmise sur une feuille de papier blanc, et après le séchage il suffit de tracer une surface de 35 mm x 35 mm et d'analyser le contenu de cette surface [47].

3.6 Conclusion

La fabrication des échantillons a été faite à l'entreprise d'ABH Bouzerea. Les échantillons ont été fabriqués à partir de mélanges de coton et de polyester selon 8 combinaisons différentes (selon le pourcentage du coton et le polyester dans le mélange) et selon 11 longueurs de courses d'aiguilles différentes, ce qui revient à fabriquer 88 échantillons différents. Afin de déterminer les différentes propriétés

liées aux confort sensoriels et thermo physiologique, nous avons utilisé des appareils disponibles au laboratoire de traitement et de mise en forme des polymères fibreux de l'université de Boumerdes, et les autres analyses ont été effectuées au laboratoire de l'entreprise GETEX Bab Ezzouar.

Chapitre 4 : Les résultats des travaux et discussions

4. Les résultats des travaux et discussions

Le sens subjectif du toucher, connu sous le nom de « main textile », peut être traduit en paramètres physiques. Les variables influençant la perception sensorielle de la peau peuvent se traduire par :

- Le nombre de points de contact entre le textile et la peau
- Un indice d'adhérence humide
- la rigidité du textile influence le confort sensoriel de la peau
- L'indice d'absorption qui montre à quelle vitesse une matière textile est capable d'absorber la sueur liquide et de la transporter loin du corps.

Les chercheurs ont défini le confort lié aux étoffes sous différentes formes. Certains définissent le confort uniquement en termes d'aspects physiques et physiologiques. Certains associent le confort à des aspects psychologiques, physiques et physiologiques. Mais ils s'accordent tous à dire que le confort est influencé par de nombreux facteurs [48].

Dans ce chapitre sont résumés tous les résultats des expériences effectuées, Nous les avons classées en deux parties car les paramètres sont étroitement liés surtout dans les propriétés de confort sensoriel, il comprend :

- Les propriétés de confort sensoriel
- Les Propriétés de confort thermo physiologique

La fabrication des échantillons est faite par nous même dans l'atelier de fabrication des bandes jersey de l'entreprise ABH, pour chaque échantillon nous avons fait varier la densité totale de l'étoffe. Cette première série d'expériences est destinée à mettre en évidence l'influence de la densité totale de l'étoffe sur les propriétés de confort sensoriel, elles sont étroitement liées à transmission de l'humidité dans le textile, et sur les propriétés thermo-physiologiques, ces dernières sont liées à la sensation du chaud et du froid par le corps humain.

En raison de leur capacité à s'adapter étroitement au corps du porteur, les étoffes tricotées, conviennent naturellement comme protection à des fins

médicales, la connaissance de la pression exercée sur le corps est alors importante. Un modèle sur la transmission de la chaleur et de l'humidité dans les étoffes est décrit en raison de son importance pour le confort.

4.1 Propriétés de confort sensoriel

L'humidité de n'importe quel textile destiné pour la santé humaine influe considérablement sur les propriétés de confort notamment le toucher, c'est pour cette raison que nous avons préféré intégrer le transfert de l'humidité à travers le textile considéré dans ce paragraphe.

4.1.1 Propriétés physiques

Les premières limites de notre choix ont été préalablement établies, ce sont les échantillons EmC7, EmC8 et EmC9, ces derniers correspondent aux courses d'aiguilles égales, respectivement à $C7=1.6\text{mm}$, $C8=1.4\text{mm}$, $C9= 1.2\text{mm}$.

Cette première conclusion fixe les dimensions de la bande jersey 20-25-30 [49].

Les premiers résultats sur les échantillons E1-E8 sont mentionnés respectivement dans les tableaux 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 et 4.8. Ces résultats sont représentés par les figures : 4.1 à 4.25, et les figures 4.31 à 4.40. Ils se trouvent dans les annexes, nous avons jugé qu'il n'était pas nécessaire de les représenter dans le texte pour que ce dernier soit facilement lisible.

Comme il a été énoncé dans le chapitre précédent, les services de soins utilisent trois tailles disponibles sur le marché Algérien, il s'agit de :

- la taille 5m x 5-7cm
- la taille 5m x 10-15cm
- la taille 5m x 20-25-30cm

Autrement dit : la taille (5-7)cm doit couvrir les circonférences 2 x (50, 60 et 70) mm, la taille (10-15)cm doit couvrir les circonférences 2 x (100- 110, 120, 130, 140 et 150) mm et la taille (20-25-30)cm doit couvrir les circonférences 2 x (200 - 250 - 300) mm.

Tableau 4.9. Propriétés physiques de l'ensemble des échantillons sélectionnés.

E	P	G(g/m ²)	E (mm)	Nm (mailles/cm)	Nc (courses/cm)	Np (points/cm ²)
E1.7	0,75	92,1	3,6	10,1	9,8	98,98
E1.8	0,82	95,9	3,6	10,1	10,3	104,03
E1.9	0,9	98,4	3,7	10,4	10,5	109,2
E1m	0,823	95,467	3,633	10,2	10,2	104,07
E2.7	0,75	91,9	3,2	10	9,5	95
E2.8	0,82	95,5	3,2	10	9,9	99
E2.9	0,9	98	3,2	10,1	10	101
E2m	0,823	95,133	3,2	10,033	9,8	98,333
E3.7	0,75	90,9	3,1	10,2	9,5	96,9
E3.8	0,82	94,5	3,2	10,4	9,5	98,8
E3.9	0,9	97,1	3,2	10,5	10	105
E3m	0,823	94,167	3,167	10,367	9,667	100,233
E4.7	0,75	88,9	3,1	11,6	8,6	99,76
E4.8	0,82	92,3	3,1	12,4	10,5	130,2
E4.9	0,9	95,1	3,1	12,4	10,8	133
E4m	0,823	92,1	3,1	12,133	9,967	120,987
E5.7	0,75	87,2	3,1	11,8	8,6	101,48
E5.8	0,82	88,3	3,2	12,4	10,6	131,44
E5.9	0,9	92,1	3,2	12,4	10,8	133,92
E5m	0,823	89,2	3,167	12,2	10	122,28
E6.7	0,75	87	3	12,8	9,6	122,88
E6.8	0,82	87,3	3,1	12,8	9,6	122,88
E6.9	0,9	91	3,2	13,4	10,8	144,72
E6m	0,823	88,433	3,1	13	10	130,16
E7.7	0,75	87,7	3	12,9	9,6	123,84
E7.8	0,82	88,1	3,2	13,1	9,7	127,07
E7.9	0,9	91	3,2	13,4	10,8	144,72
E7m	0,823	88,933	3,133	13,133	10,033	131,877
E8.7	0,75	88,8	2,9	13,3	9,8	130,34
E8.8	0,82	89,2	3	13,4	9,8	131,32
E8.9	0,9	92,1	3	13,4	10,8	144,72
E8m	0,823	90,033	2,967	13,367	10,133	135,46

Ces dimensions représentent les circonférences des tube jersey, il est donc nécessaire de respecter ces allongements lors de l'utilisation, c'est pour cette raison que nous sommes contraint de prendre en considération ces caractéristiques d'utilisation. D'après l'ensemble des échantillons nous avons sélectionné ceux, présenté dans le tableau 4.9.

En prenant comme deuxième référence le poids de la matière première, nous constatons que l'échantillon E_{6m} possède une faible consommation de la matière première car le poids se situe autour de 88.43 g, tandis que le nombre de points atteint 130, ce qui nous donne un touché agréable.

Nous rappelons que cette étude tient compte du rapport qualité prix car nous constatons que la matière première qui représente environ 70 % du prix de revient a augmentée d'environ 50 % dans l'espace de 6 mois.

Le graphe de la figure 4.26 nous montre comment varie le poids de l'étoffe lorsque la densité totale augmente pour l'échantillon E6, celui-ci est composé de 50% de coton et de 50 % de polyester de grade A. Lorsque la densité croit le poids suit la même loi mais d'une façon extrêmement sensible relativement à l'échantillon E5 et à l'échantillon E7.

Le nombre de points de contact qui constitue un facteur de confort est plus proche de celui de l'échantillon E7 que de celui de l'échantillon E5, ainsi comme deuxième conclusion, nous recommandons aux fabricants de produire l'échantillon E6, ce dernier présente pour le moment une meilleur argumentation concernant le confort au porté et aussi concernant le cout de fabrication.

La figure 4.27 montre la relation qui existe entre l'épaisseur et la densité totale de l'étoffe, cette caractéristiques n'as pas une grande influence sur les propriétés de confort, mais par contre elle contribue à l'isolation avec les plâtres utilisés.

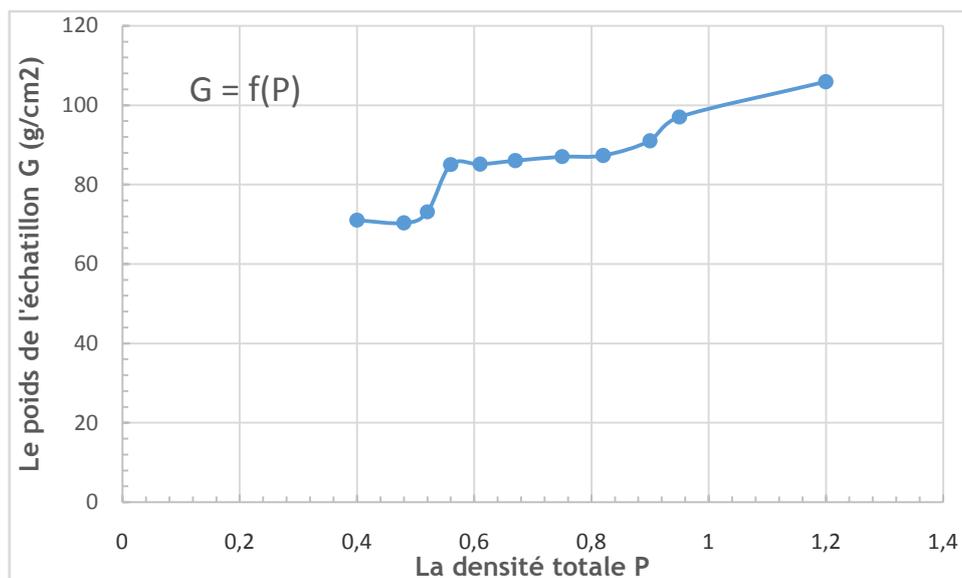


Figure 4.26. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité totale $G = f(P)$

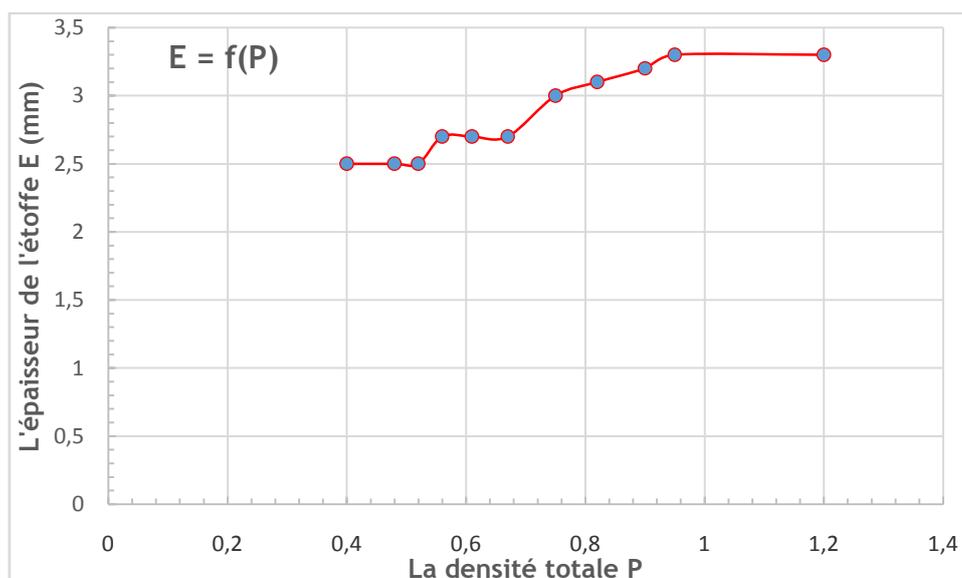


Figure 4.27. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale $E = f(P)$

La figure 4.28 montre la relation directe du nombre de mailles avec la densité totale de l'étoffe, autrement dit le tissu devient plus serré et donc moins aéré. Ce phénomène influe sur la sensation au toucher et sur la transfert d'humidité, c'est pour cette raison qu'il faut à la fois obtenir une surface douce par l'augmentation du nombre de points et en même temps une structure conductrice d'humidité et de chaleur.

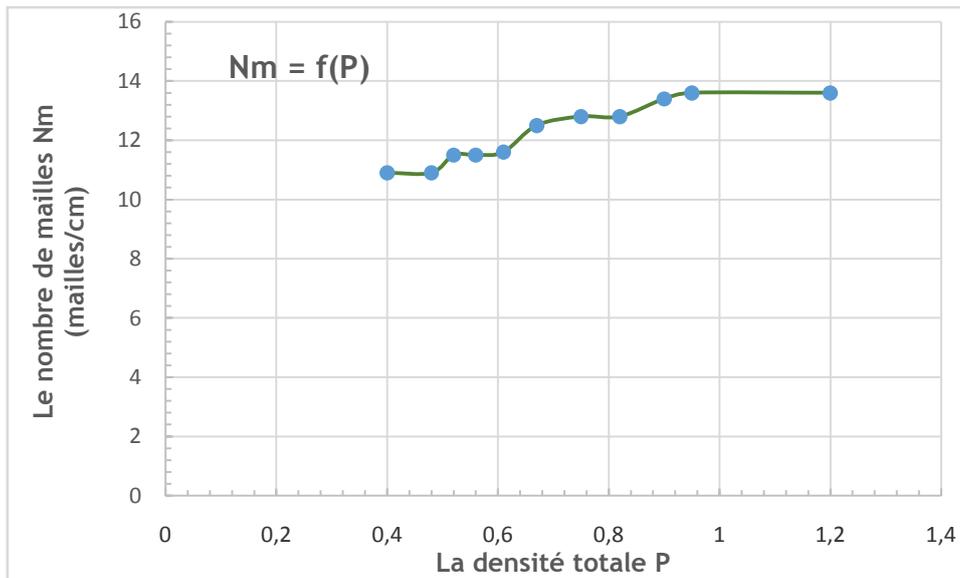


Figure 4.28. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale
 $Nm = f(P)$

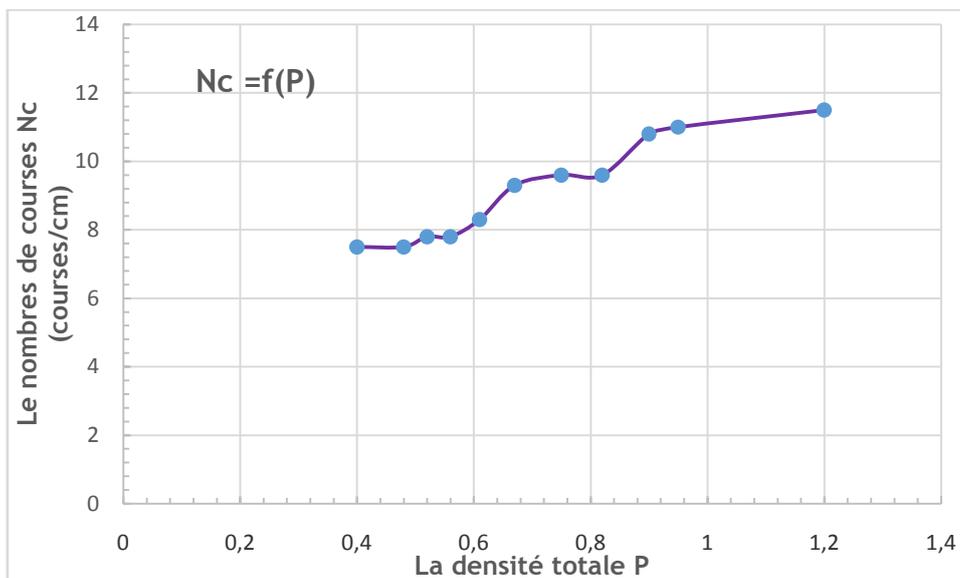


Figure 4.29. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale
 $Nc = f(P)$

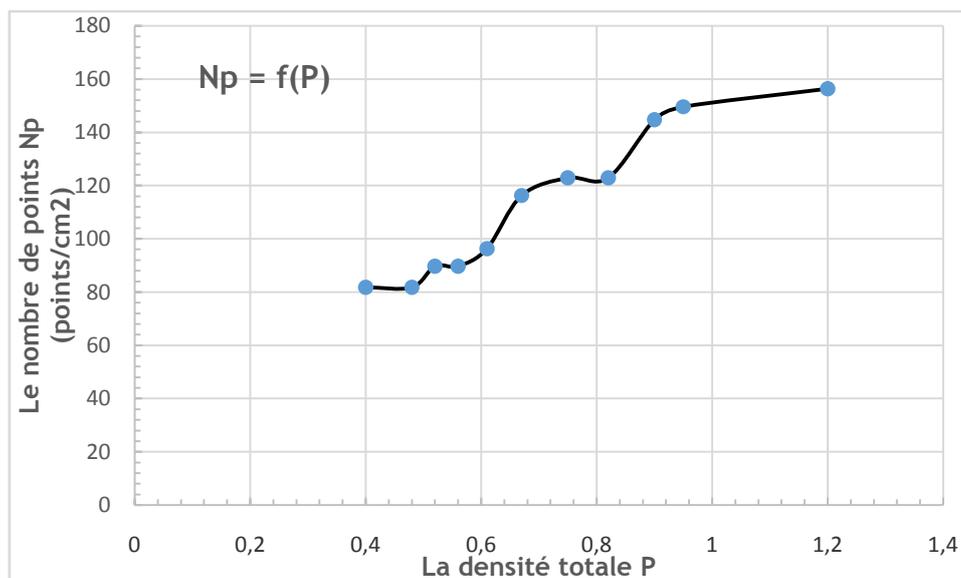


Figure 4.30. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale
 $N_p=f(P)$

Pour mieux définir les résultats, il est nécessaire de considérer les résultats moyens des analyses de l'échantillon E6, ces derniers sont représentés dans le tableau 4.10 ci-dessous.

Tableau 4.10. Propriétés physiques de l'échantillon E6m

E	P	G (g/m ²) N=5	E (mm) N=5	Nm (mailles /cm) N=5	Nc (courses/cm) N=5	Np (Points/cm ²)
E6m	0,823	88,433	3,1	13	10	130,16

Comme nous pouvons le constater sur la figure 4.41, l'étoffe E6 consomme une quantité de matière première assez modérée, cet échantillon se trouve toujours dans les limites des dimensions posées préalablement dans le chapitre 3.

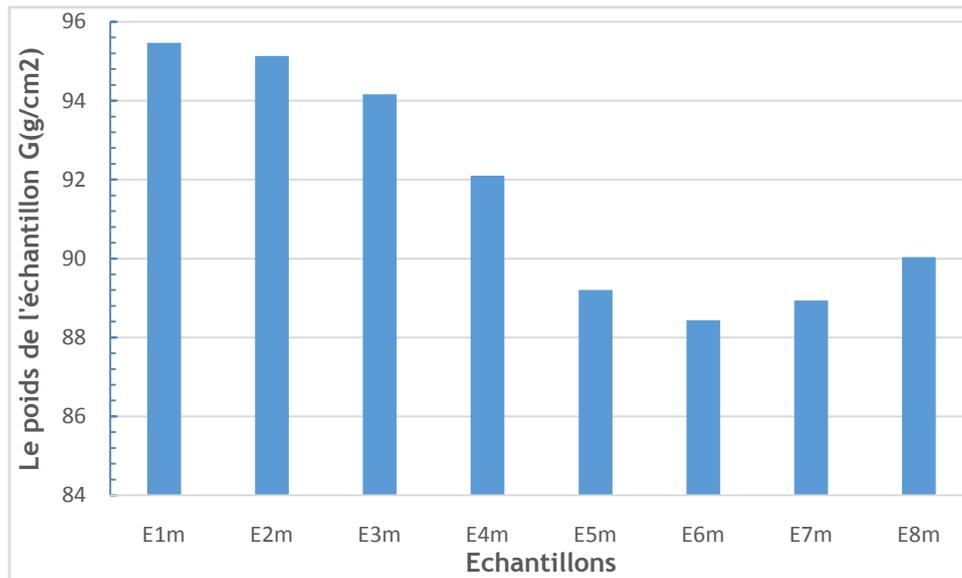


Figure 4.41. Poids moyens des échantillons G (g/m²)

La figure 4.42 montre la diminution de l'épaisseur des échantillons pour une densité moyenne, le pourcentage du polyester influe sur l'épaisseur de l'étoffe, elle est réduite pour l'échantillon E6.

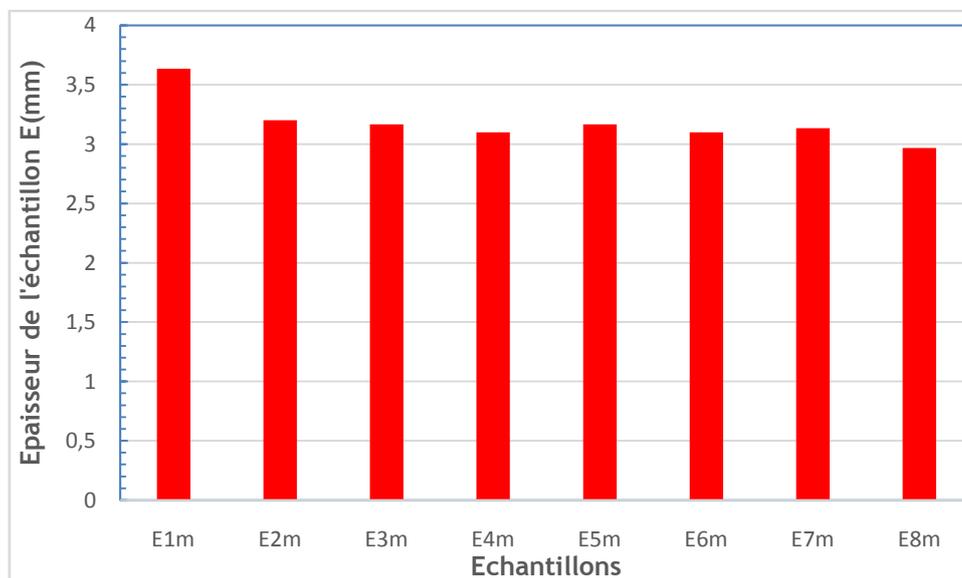


Figure 4.42. Épaisseurs moyennes des échantillons E (mm)

La figure 4.43 montre le nombre de mailles sur une unité de longueur, cette valeur est en relation avec le taux de mélange, elle augmente proportionnellement. E6 possède un grand nombre de points de contact.

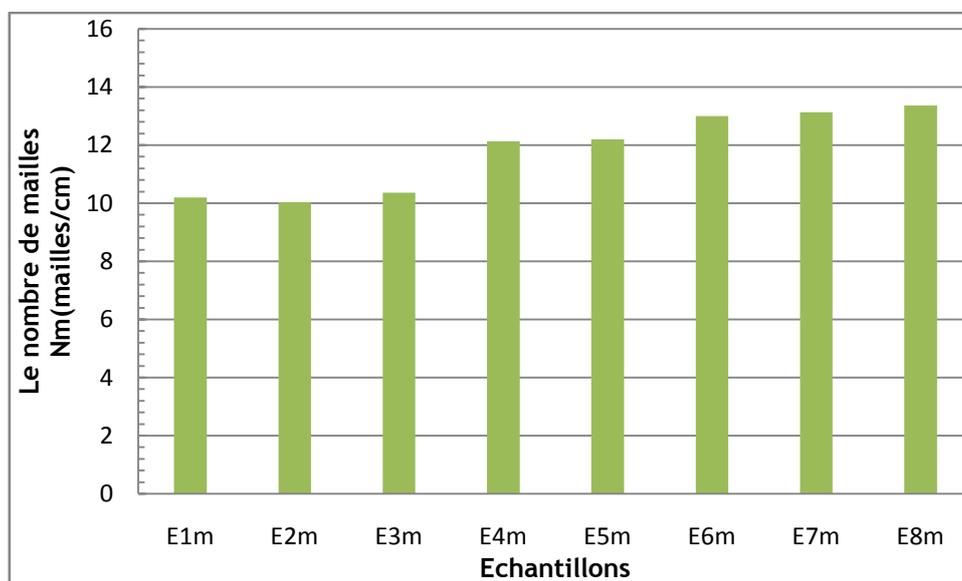


Figure 4.43. Le nombre moyen de mailles Nm (mailles/cm)

La figure 4.44 nous montre le nombre de courses contenues dans une unité de longueur de la bande jersey pour une densité totale moyenne, ce n'est pas une loi normale mais une relation expérimentale.

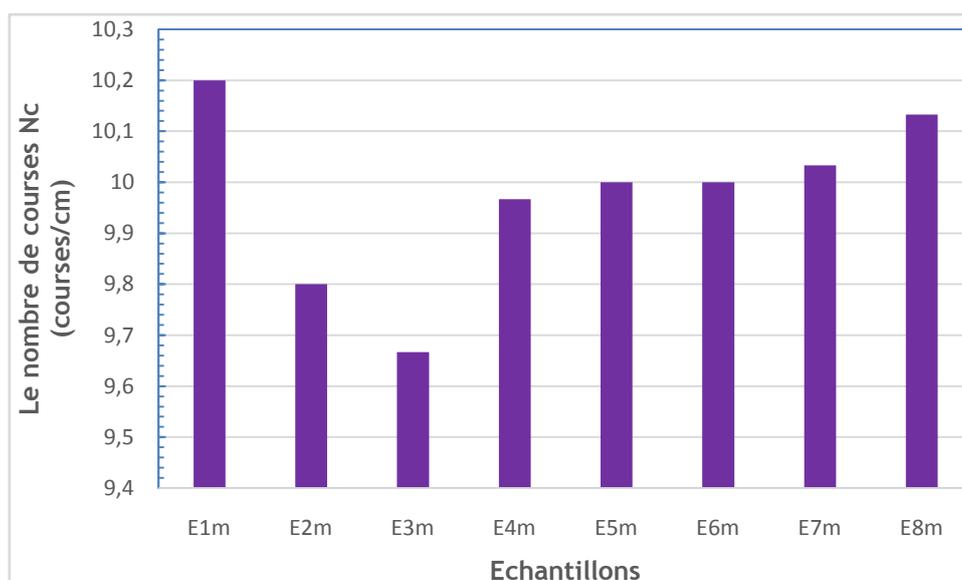


Figure 4.44. Le nombre moyen des courses Nc (courses/cm)

La figure 4.45 montre en revanche le nombre de points de contact avec la peau, cette caractéristique est très importante car elle nous donne une idée sur la propriété de confort recherchée. Le nombre de points est assez élevé ce qui donne une sensation de confort lors de la pose de la bande jersey, elle est de l'ordre de 130 point/cm².

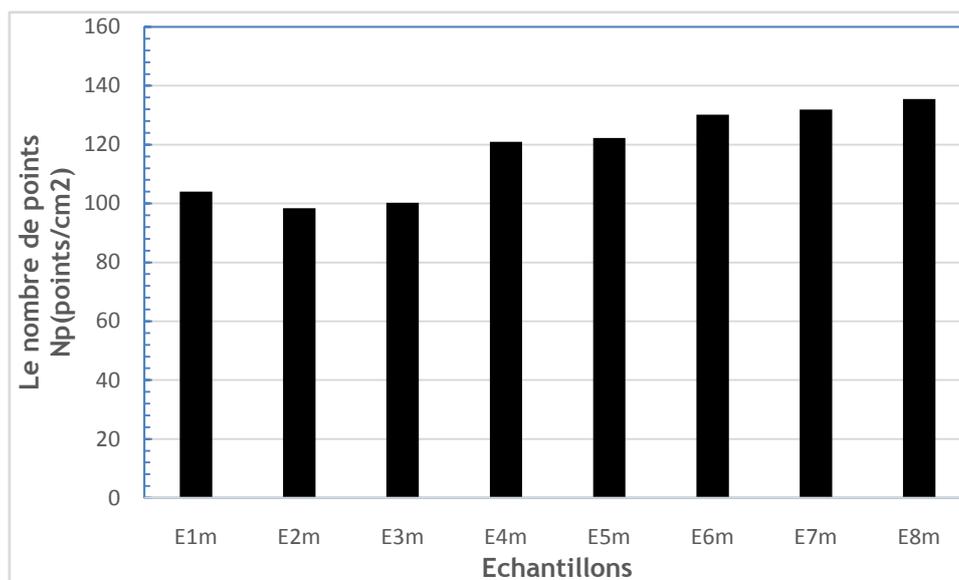


Figure 4.45. Le nombre moyen de points Np (points/cm²) :

Remarque : les résultats sont focalisés vers l'étoffe E6 pour le moment car elle présente des paramètres économiques et de confort acceptable.

4.1.2. Propriétés de transfert d'humidité

Le transfert de l'humidité fait souvent référence à la transmission de la vapeur d'eau et de liquide vers l'extérieur du corps. Les résultats des tests de transport d'humidité liquide des tissus en jersey simple tricotés en coton et en coton polyester en valeur sont donnés dans le tableau 4.11. Dans ce qui suit, sont pris en considération les facteurs suivant :

- TMs : Temps de mouillage sur la surface supérieure (sec)
- TMI : Temps de mouillage sur la surface inférieure (sec)
- TAs : taux d'absorption de la surface supérieur (%)
- TAI : Taux d'absorption de la surface inférieure (%)

- VPs : vitesse de propagation sur la surface supérieure (mm/sec)

- VPi : Vitesse de propagation sur la surface inférieure (mm/sec)

Tableau. 4.11. Test de transfert d'humidité. Résultats moyens (CV 0,62)

N°	Echantillons	Np (Points/cm ²)	TMs (sec)	TMi (sec)	TAs (%/sec)	TAi (%/sec)	VPs (mm/sec)	VPi (mm/sec)
1	E1m	88.08	5.37	8.12	77.95	10.65	5.25	3.10
2	E2m	84.53	6.93	12.55	72.10	8.75	5.20	3.00
3	E3m	84.61	7.85	18.21	70.21	9.15	5.10	3.00
4	E4m	97.29	8.55	28.10	69.33	8.95	3.75	1.65
5	E5m	102.63	8.98	33.20	69.10	7.85	2.10	1.00
6	E6m	113.81	9.12	45.12	61.33	5.65	1.55	0.65
7	E7m	118.02	9.52	48.10	61.10	5.20	1.10	0.42
8	E8m	122.81	9.95	50.30	60.20	5.10	1.10	0.42

4.1.2.1. Temps de mouillage

Le temps de mouillage de la surface supérieure (TMs) et de la surface inférieure (TMi), sont les périodes de temps en secondes (sec) pendant lesquelles ces surfaces, commencent juste à être mouillées depuis le début du test.

Comme on peut le voir dans le tableau 4.11 et la figure 4.46, Il est intéressant d'observer le comportement différentiel des surfaces supérieure et inférieure, une comparaison du temps de mouillage de la surface supérieure (TMs) et de celle de la surface inférieure (TMi) montre que le TMi est plus petit que le TMs, c'est à dire qu'il a fallu plus de temps pour que l'eau liquide soit transférée à la couche inférieure, l'échantillon est placé entre les deux surfaces.

Ces phénomènes pourraient être dus au fait que la diffusion de l'humidité dans un tissu à travers les espaces d'air entre les fils et les fibres est un processus rapide, tandis que la diffusion de l'humidité dans les fibres est lié au processus de transfert de chaleur, qui est beaucoup plus lent et dépend de la capacité des fibres à absorber l'humidité.

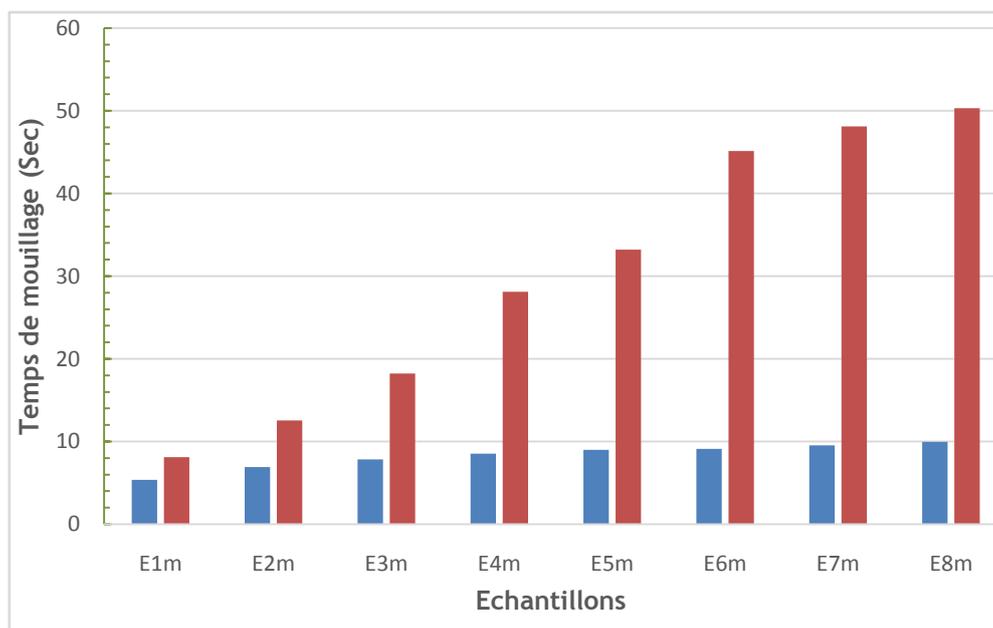


Figure 4.46. temps de mouillage de la surface supérieure et de la surface inférieure

Il est à noter que les tissus E1m, E2m, E3m, E4m et E5m ont le TMs moyen le plus petit, démontrant qu'ils ont une meilleure capacité de transfert de liquide de la couche supérieure à la couche inférieure. On peut voir que le tissu E1m a le temps de mouillage le plus rapide dans les surfaces supérieure et inférieure.

4.1.2.2. Taux d'absorption

Les taux d'absorption sur les surfaces supérieure et inférieure (%/sec) sont la capacité moyenne d'absorption d'humidité de l'échantillon, pendant le temps de transfert. Il ressort également du tableau 4.11 et de la figure 4.47 que les valeurs du taux d'absorption changent en fonction du pourcentage du mélange et de la densité totale (les résultats ne sont pas représentés dans la thèse dans ce cas, c'est le mélange qui nous intéresse dans ce paragraphe).

Comme le montre le tableau 4.11, les taux d'absorption de la couche inférieure sont généralement plus faibles que ceux des couches des surfaces supérieures.

Les étoffes E1m, E2m, E3m, E4m et E5m ont un taux d'absorption extraordinairement plus élevé sur la surface supérieure (TAs) qui peut être dû à l'accumulation d'eau liquide sur la surface de la couche supérieure pendant un très court instant, provoquant une augmentation évidente de la teneur en eau de la surface supérieure. (Voir figure 4.47).

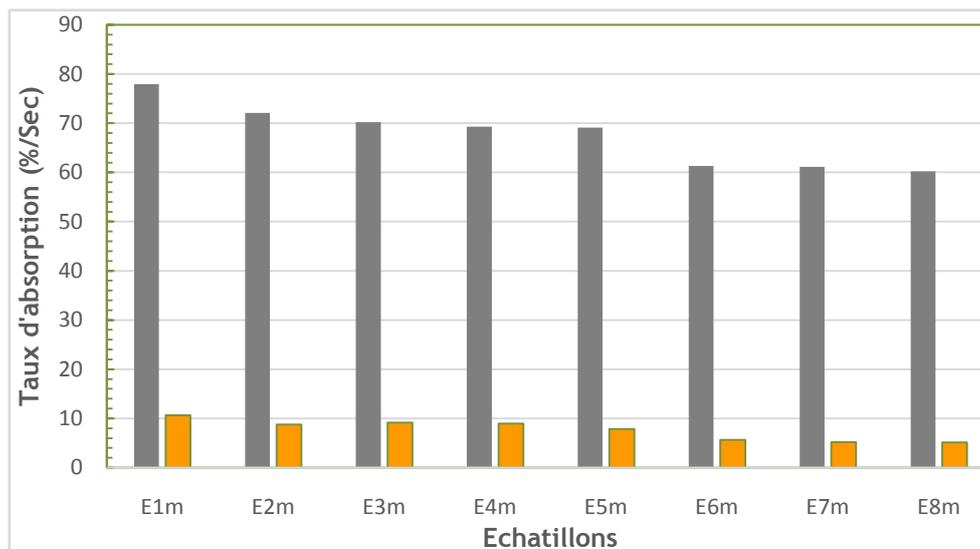


Figure 4.47. Taux d'absorption de la surface supérieure et de la surface inférieure

Le taux d'absorption est par conséquent dans les limites pour l'échantillon E6m puisque la différence avec les autres n'est pas significative, c'est là un résultat satisfaisant car l'étoffe est en mesure d'absorber l'humidité dégagée par le corps.

4.1.2.3 Vitesse de propagation

La vitesse de propagation de l'eau dans l'étoffe est liée au transfert de l'humidité, qui se produit parallèlement à la surface du tissu. Lorsque les valeurs de vitesse sont comparées, on peut clairement voir que plus le taux du polyester augmente, plus la vitesse de propagation diminue. La figure 4.48 montre les niveaux de vitesse de propagation, supérieure et inférieure.

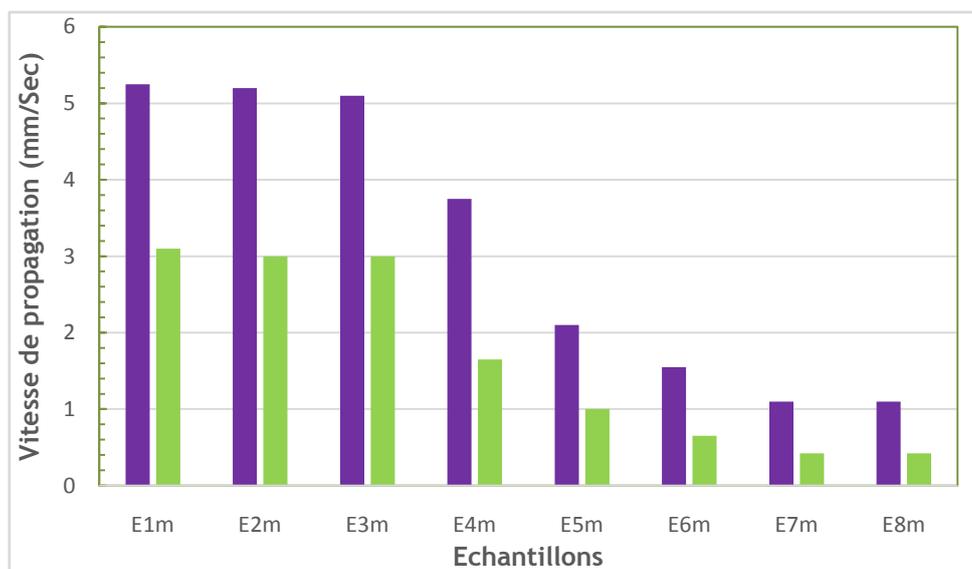


Figure 4.48. Vitesse de propagation de la surface supérieure et de la surface inférieure

Pour faire la relation avec le facteur économique le mélange E6m offre des résultats satisfaisants que nous pouvons exploiter en pratique. Il faut tenir compte d'autres propriétés physiques, telles que l'allongement.

4.1.3 Relation entre les propriétés physiques et les propriétés de transfert de l'humidité

Le nombre de points de contact avec la peau du corps humains, lors de la pose du textile influent sur les propriétés de confort sensoriel, il est important de mettre en évidence cette propriété afin de nous situer sur le choix définitif du modèle d'échantillons (Tableau 4.11). Les graphes de transfert d'humidité par rapport cette fois-ci au nombre de points de contact du textile avec la peau sont représentés dans les figures 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53 et 4.54.

Pour trouver la relation possible entre le facteur de densité totale et les propriétés de transfert de l'humidité des tissus tricotés, des diagrammes de dispersion avec des lignes de régression des indices moyens de transfert et du facteur de densité ont été représentés dans les figures énumérées.

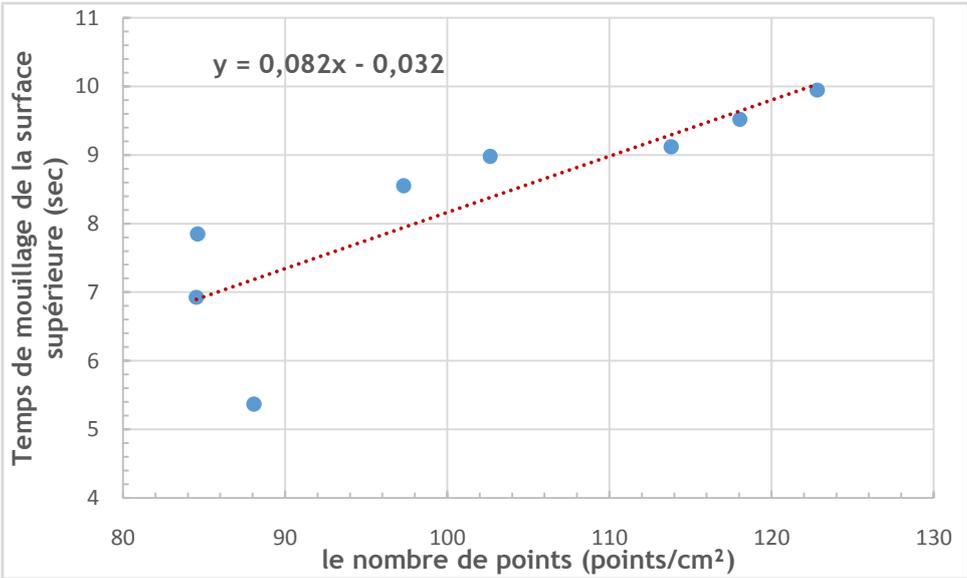


Figure 4.49. Graphe du temps de mouillage de la surface supérieure en fonction du nombre de points, $r = 0.831$

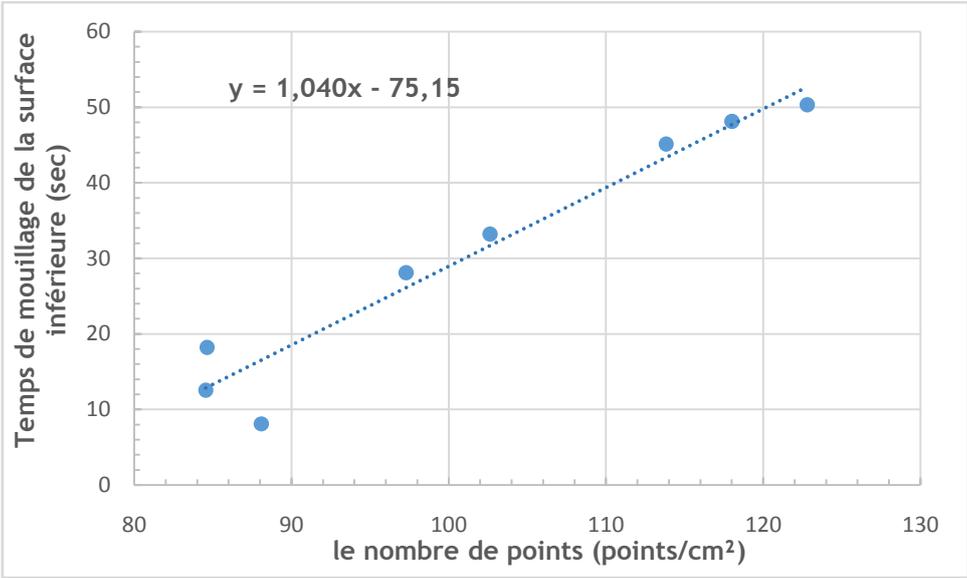


Figure 4.50. Graphe du temps de mouillage de la surface inférieure en fonction du nombre de points, $r = 0.969$

Le temps de mouillage de l'étoffe supérieure et de l'étoffe inférieure augmente proportionnellement, c'est pour cette raison que dans ce cas afin de permettre l'évacuation de l'humidité le nombre de points joue un rôle important

mais nous sommes dans l'obligation de nous limiter à la valeur correspondante de 120 points qui correspond approximativement à un temps de mouillage de 50 sec.

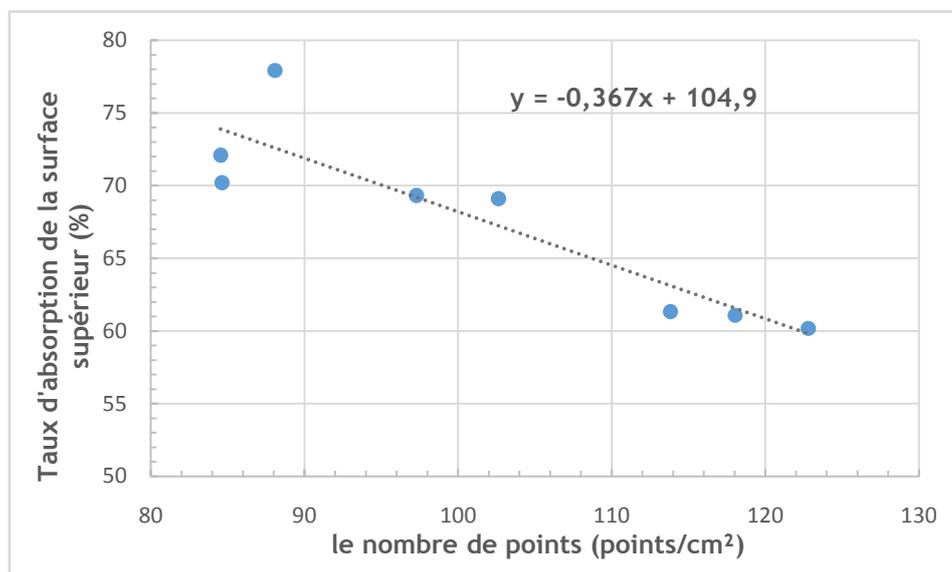


Figure 4.51. Graphe du taux d'absorption de la surface supérieur en fonction du nombre de points, $r = - 0.899$

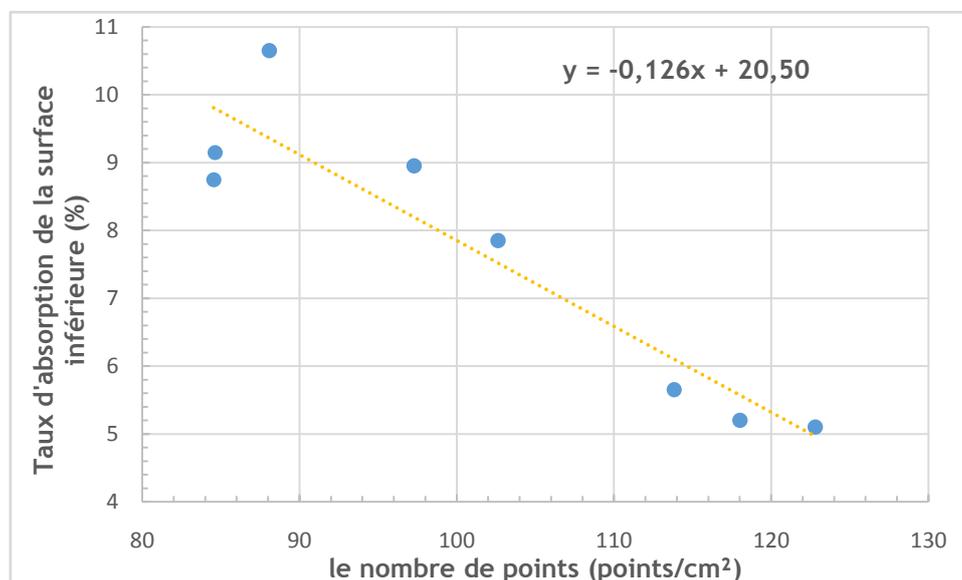


Figure 4.52. Graphe du taux d'absorption de la surface inférieure en fonction du nombre de points, $r = - 0.928$

Les figures 4.51 et 4.52 montrent que le taux d'absorption sont des fonctions de regression, ici le nombre de points/cm² influe négativement sur les propriétés

d'absorption [50], mais ces dernières sont acceptable jusqu'à environ 120 points/cm².

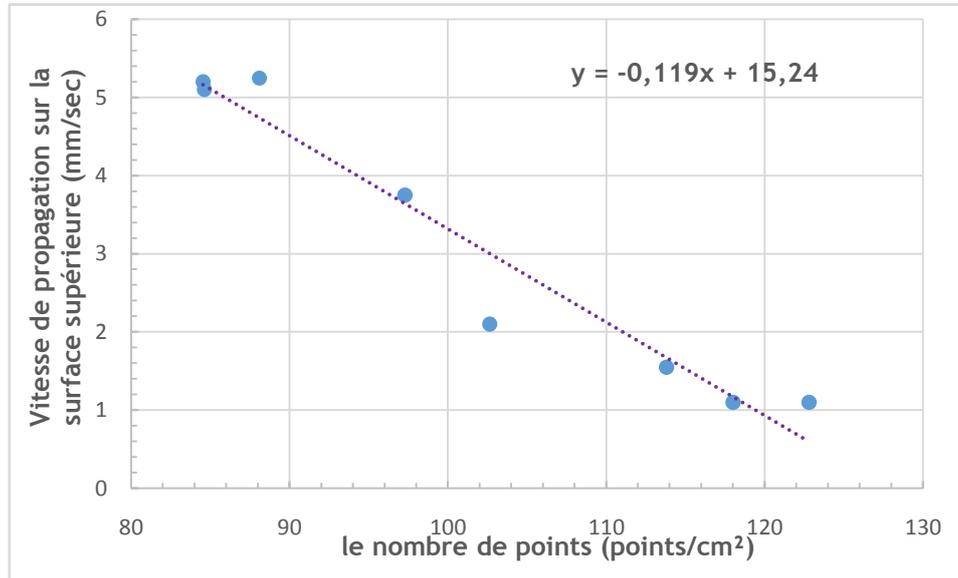


Figure 4.53 Graphe de la vitesse de propagation sur la surface supérieure en fonction du nombre de points, $r = - 0.972$

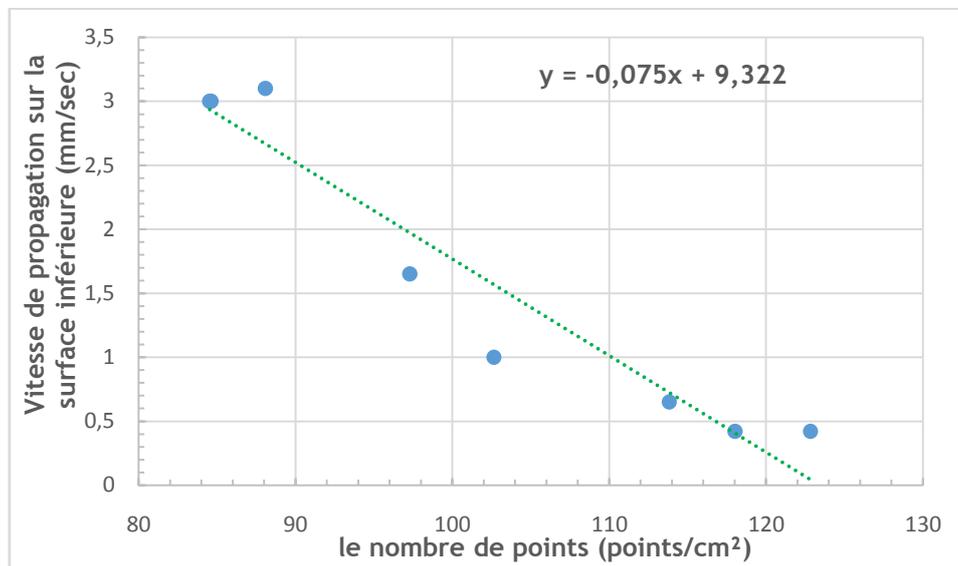


Figure 4.54. Graphe de la vitesse de propagation sur la surface inférieure en fonction du nombre de points, $r = - 0.961$

La vitesse de propagation de l'humidité de la surface supérieure et de la surface inférieure et une fonction de régression, les valeurs sont acceptable

jusqu'à environ 110 points/cm². L'analyse doit tenir compte des recommandations du fabricant qui est spécialisé dans ce domaine et des études menées dans le cadre du PNR de 2014 et du PRFU de 2018.

Dans ces études sont recommandées les valeurs à ne pas dépasser, ce sont des données prises en considération pour réaliser ce travail [51]. Le calcul des coefficients de régression est montré en annexes dans le tableau 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 et 4.17.

Remarque : en prenant en considération le transfert de l'humidité à travers l'étoffe, l'échantillon E5 est le mieux placé dans les graphiques, cependant, d'après la théorie, ce dernier peut provoquer un serrage mais cela reste à vérifier lors de la première expérimentation en pratique. D'autre part, au-dessus de la bande jersey, se trouve une couche de coton cardé sur laquelle est posée la bande plâtrée, de ce fait l'humidité peut être évacuée par la bande jersey et absorbée par la couche de coton cardé en question.

4.2 Propriétés de confort thermo physiologiques

Le confort thermo-physiologique concerne les propriétés de transfert de la chaleur dans les textiles et la manière dont ces derniers contribuent à maintenir l'équilibre thermique du corps à différents niveaux d'activité. Cette caractéristique a un effet sur les propriétés thermiques du tissu, à savoir :

- l'isolation thermique du tissu.

C'est la capacité du tissu à retenir la chaleur corporelle, dans ce cas, la propriété physique du tissu qui est la plus importante à cet égard est l'épaisseur du tissu.

- La capacité du tissu à évacuer la chaleur du corps.

Le flux d'air est plus important à cet égard que dans des conditions froides, dans la mesure où la perméabilité à l'air du tissu est élevée, l'air circulera du corps, emportant avec lui une transpiration excessive [52].

Il est évident que le transfert de chaleur à travers un tissu est un phénomène complexe affecté par de nombreux facteurs. Les trois principaux facteurs dans les

tissus normaux semblent être l'épaisseur, l'air immobile emprisonné et le mouvement de l'air extérieur.

Des équations de régression linéaire ont été utilisées et appliquées sur les propriétés de transfert de chaleur, des analyses de régression multiple ont été faites entre les propriétés thermiques et les paramètres du tissu. Les propriétés thermiques sont définies comme des variables dépendantes de la densité, du poids, de l'épaisseur du tissu et le nombre de points.

4.2.1 Conductivité thermique

4.2.1.1. Résistance thermique

La résistance thermique est une indication de la qualité de l'isolation d'un matériau. Il est basé sur l'équation: $R = h / \lambda$

Où R est la résistance thermique, h est l'épaisseur (m) et λ est la conductivité thermique, (W/Mk).

Étant donné que λ est à peu près constant pour différents tissus, la résistance thermique est environ proportionnelle à l'épaisseur du tissu. C'est donc l'épaisseur de l'étoffe qui détermine sa résistance thermique et offre une protection contre le froid.

4.2.1.2. Conductivité thermique

La conductivité thermique est un facteur, considérée comme très important dans la détermination du transfert de chaleur à travers les étoffes. Pour mesurer la conductivité et la résistance thermique, nous avons utilisé deux plaques isothermes dont la température peut être ajustée selon les valeurs souhaitées.

Le flux de chaleur causé par la température et le gradient est mesuré par des capteurs de flux de chaleur. La conductivité thermique peut être déterminée en fonction de l'épaisseur des étoffes.

Les résultats des mesures ont une précision de 1 %. La taille de l'échantillon était de 30 x 30 cm et cinq lectures ont été observées pour chaque échantillon.

La résistance thermique est une mesure de la capacité d'un matériau à empêcher la chaleur de le traverser. Sous certaines conditions climatiques, si la résistance thermique des étoffes est faible, l'énergie thermique diminuera progressivement avec une sensation de fraîcheur. Cela dépend principalement de l'épaisseur du textile, de la conductivité thermique des fibres et du taux d'humidité. La chaleur du tissu est régie par l'air emprisonné, plus la quantité d'air emprisonné est grande, plus la résistance thermique du tissu est grande.

On peut dire que le principal facteur qui détermine la valeur de résistance thermique du tissu est son épaisseur. Le poids est un autre facteur important, la relation de la chaleur avec le poids d'un matériau est définie comme le rapport de sa résistance thermique à sa masse. Une valeur élevée pour ce facteur est évidemment souhaitable. Le tableau 4.18 résume la conductivité et la résistance thermique en dépendance avec le poids et le nombre de point de contact.

Tableau 4.18. Propriétés de confort thermique de l'ensemble des échantillons

E	P	Conductivité	Résistance	G (g/m ²)	Np (Points/cm ²)
		thermique λ (w/m ² . °C) N=5	thermique R (M ² . °C/w) N=5		
E1m	0.71	0,6250	0.0138	89.17	88.08
E2m	0.71	0.6230	0.0141	89.17	84.53
E3m	0.71	0.6210	0.0148	87.55	84.61
E4m	0.71	0.6180	0.0149	86.44	97.29
E5m	0.71	0.6150	0.0150	86.65	102.63
E6m	0.71	0.6150	0.0150	85.34	113.81
E7m	0.71	0.6010	0.0165	85.69	118.02
E8m	0.71	0.6000	0.0168	85.08	122.81

Tableau 4.19. Calcul du coefficient de corrélation r entre la conductivité thermique λ et le poids de l'échantillon G

Echantillon	G (x)	λ (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	89,17	0,625	2,2838	0,0103	0,0234	5,2155	0,00010
E2m	89,17	0,623	2,2838	0,0082	0,0188	5,2155	6,806E-05
E3m	87,55	0,621	0,6637	0,0062	0,0041	0,4406	3,906E-05
E4m	86,44	0,618	-0,4463	0,0032	-0,0015	0,1991	1,056E-05
E5m	86,65	0,615	-0,2362	0,0002	-6E-05	0,0558	6,25E-08
E6m	85,34	0,615	-1,5463	0,0002	-0,0004	2,3909	6,25E-08
E7m	85,69	0,601	-1,1963	-0,014	0,0164	1,431	0,00019
E8m	85,08	0,6	-1,8063	-0,015	0,0266	3,2625	0,00022
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	86.886	0.615			= 0,0876	= 18,211	= 6.295E-04

$$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = 0.818$$

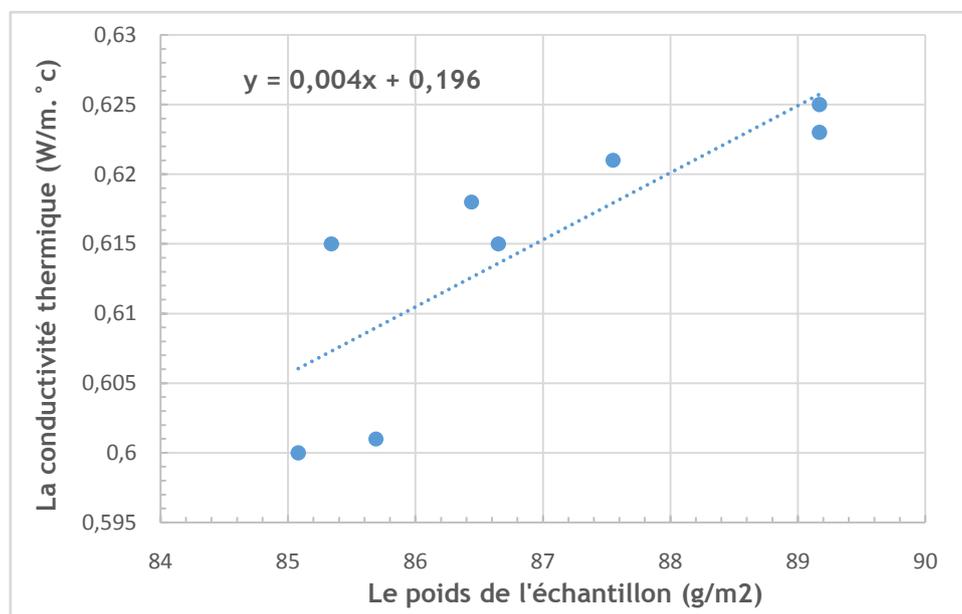


Figure 4.55. La conductivité thermique en fonction du poids de l'échantillon, $r = 0.818$

La conductivité thermique dépend du poids de l'étoffe comme le montre le graphe de la figure 4.55, c'est une fonction de régression dont le coefficient de corrélation entre les deux paramètres avoisine 0.8. Le poids de l'échantillon E6m est de l'ordre de 88 grammes/m² et la conductivité est de l'ordre de 0.62 w/m°C. L'échantillon E6m est en mesure d'évacuer la chaleur du milieu intérieur vers le milieu extérieur.

Par contre la conductivité diminue avec l'augmentation du nombre de points de contact, donc si l'étoffe est serrée le flux d'air diminue c'est ce qui explique la diminution de la conductivité thermique. Par conséquent la densité volumique doit être inférieure à 100 %, 80 % est la valeur de l'échantillon E6, alors celui-ci peut conduire la chaleur. Ce phénomène donne une sensation de confort de la part du porteur. Le coefficient de corrélation avoisine 0.9. L'interprétation est illustrée dans la figure 4.56.

Tableau 4.20. Calcul du coefficient de corrélation r entre la conductivité thermique λ et le nombre de points Np

Echantillon	Np (x)	λ (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	0,625	-13,393	0,0103	-0,1373	179,359	0,00010
E2m	84,53	0,623	-16,943	0,0082	-0,1398	287,048	6,806E-05
E3m	84,61	0,621	-16,863	0,0062	-0,1054	284,344	3,906E-05
E4m	97,29	0,618	-4,182	0,0032	-0,0136	17,493	1,056E-05
E5m	102,63	0,615	1,157	0,0002	0,0003	1,340	6,25E-08
E6m	113,81	0,615	12,337	0,0002	0,0031	152,214	6,25E-08
E7m	118,02	0,601	16,547	-0,014	-0,2275	273,820	0,00019
E8m	122,81	0,6	21,337	-0,015	-0,3147	455,289	0,00022
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	101.472	0.615			= -0.935	=1650.907	= 6.295E-04
$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.917$							

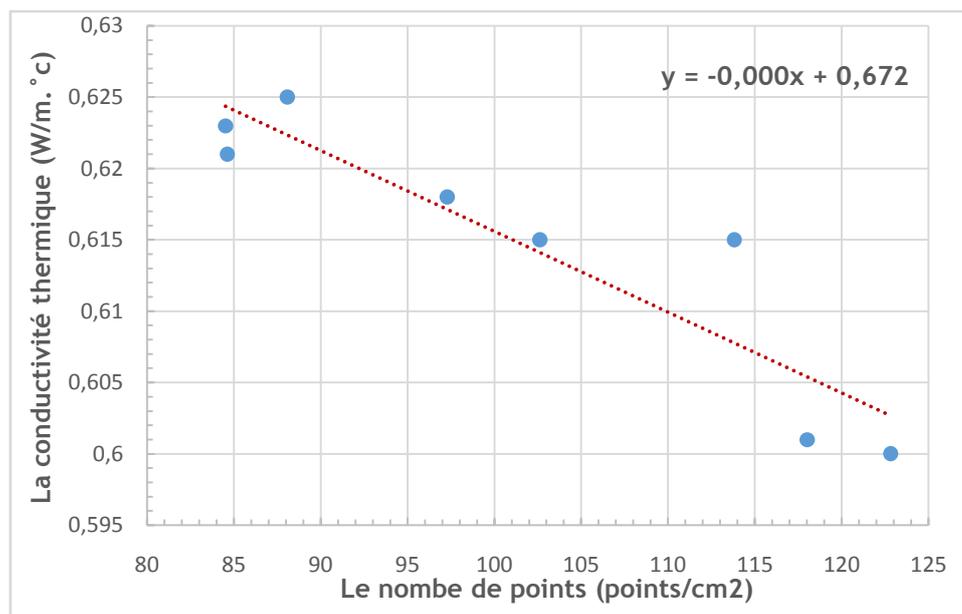


Figure 4.56. La conductivité thermique en fonction du nombre de points, $r = - 0.917$

Comme le montrent les résultats, figures 4.55, 4.56, 4.57 et 4.58, au fur et à mesure que le poids de l'étoffe augmente, la conductivité thermique augmente, tandis que la résistance thermique diminue au fur et à mesure que le poids augmente mais celle-ci augmente lorsque le nombre de points augmente.

Tableau 4.21. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la résistance thermique R et le poids de l'échantillon G

Echantillon	G (x)	R (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	89,17	0,0138	2,2838	-0,0013	-0,003	5,2155	1,723E-06
E2m	89,17	0,0141	2,2838	-0,001	-0,00231	5,2155	1,025E-06
E3m	87,55	0,0148	0,6637	-0,0003	-0,00021	0,4406	9,766E-08
E4m	86,44	0,0149	-0,4463	-0,0002	9,48E-05	0,1991	4,516E-08
E5m	86,65	0,015	-0,2362	-0,0001	2,66E-05	0,0558	1,266E-08
E6m	85,34	0,015	-1,5463	-0,0001	0,000174	2,3909	1,266E-08
E7m	85,69	0,0165	-1,1963	0,0014	-0,00166	1,431	1,925E-06
E8m	85,08	0,0168	-1,8063	0,0017	-0,00305	3,2625	2,848E-06
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	86.886	0.015			=-0.0099	= 18,211	=7.689E-06
$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.839$							

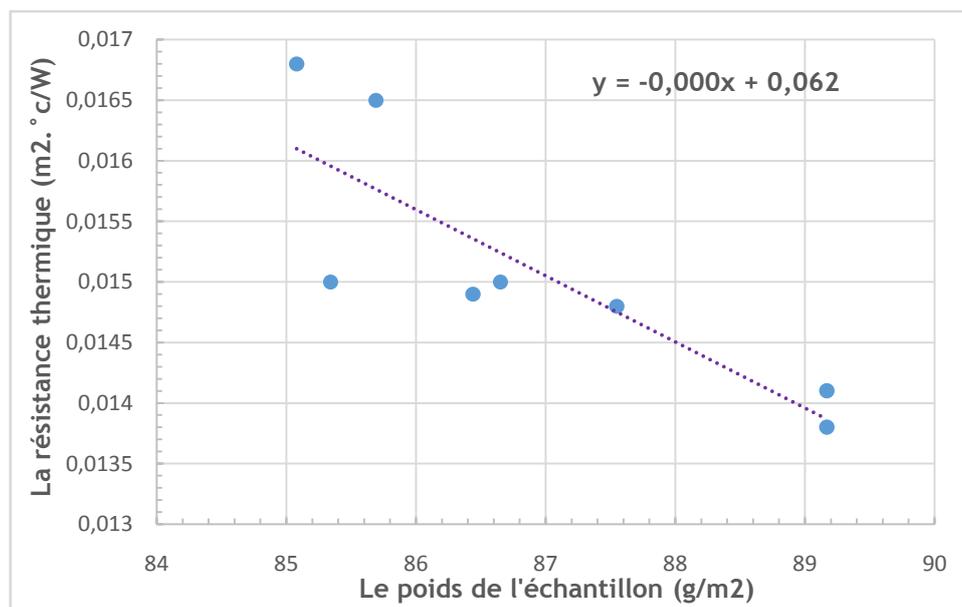


Figure 4.57. La résistance thermique en fonction du poids de l'échantillon

$$r = - 0.839$$

Tableau 4.22. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la résistance thermique R et le nombre de points Np

Echantillon	Np (x)	R (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	0,0138	-13,393	-0,0013	0,0175	179,359	1,723E-06
E2m	84,53	0,0141	-16,943	-0,001	0,0171	287,048	1,025E-06
E3m	84,61	0,0148	-16,863	-0,0003	0,0053	284,344	9,766E-08
E4m	97,29	0,0149	-4,182	-0,0002	0,0009	17,493	4,516E-08
E5m	102,63	0,015	1,157	-0,0001	-0,0001	1,340	1,266E-08
E6m	113,81	0,015	12,337	-0,0001	-0,0014	152,214	1,266E-08
E7m	118,02	0,0165	16,547	0,0014	0,0230	273,820	1,925E-06
E8m	122,81	0,0168	21,337	0,0017	0,0360	455,289	2,848E-06
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	101.472	0.015			= 0.0983	=1650.907	=7.689E-06
$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = 0.873$							

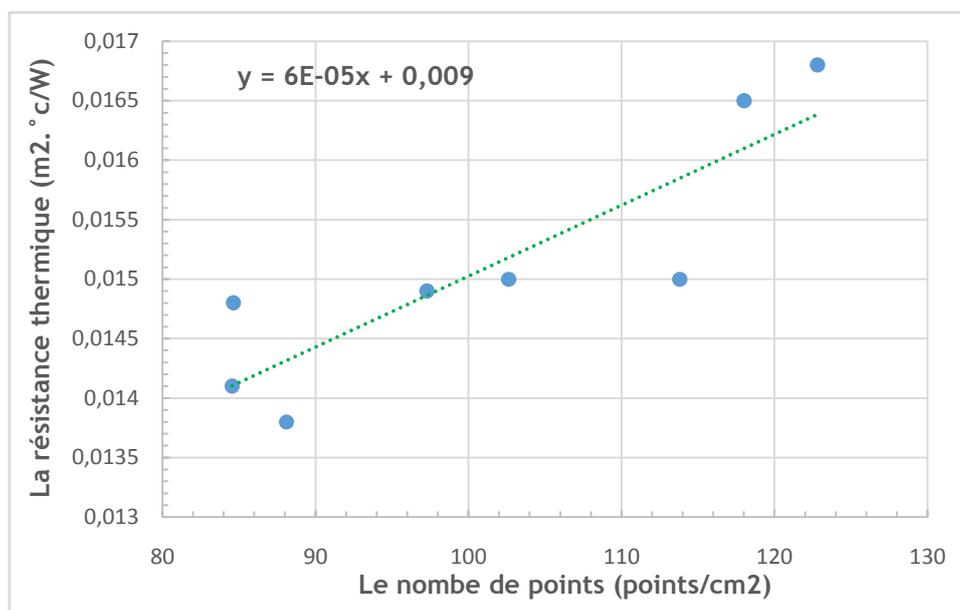


Figure 4.58. La résistance thermique en fonction du nombre de points $r=0.873$

Les coefficients de corrélation se rapprochent de 0.9, qui sont des valeurs qui confirment que les résultats d'analyse sont acceptables. Les échantillons Em5 et Em6 sont conseillés dans le cas de la conductivité thermique, ils sont à même de conduire la chaleur d'un milieu vers un autre.

4.2.2. La perméabilité à l'air

La perméabilité est une propriété composée de la performance et de l'épaisseur d'un matériau en $[m^3/s.m^2]$ dans le système SI. La perméabilité à l'air est définie comme le volume d'air en millilitres qui passe pendant un temps égal à 01 seconde à travers 100 mm^2 de tissu à une différence de pression de 10 mmHg.

Les paramètres structurels du tissu ont un impact sur la perméabilité à l'air en provoquant une modification de la longueur des trajets d'écoulement d'air à travers l'étoffe. La densité, la forme et la taille des mailles ainsi que les processus de finition influent également sur la perméabilité à l'air.

L'inverse de la perméabilité à l'air est la résistance de l'air, est défini comme le temps en secondes pour qu'un certain volume d'air passe à travers une certaine surface de tissu sous une pression constante.

Le passage de l'air est important pour un certain nombre d'utilisations finales telles que les filtres industriels tandis que pour, par exemple les tentes, les toiles à voile, les parachutes, les imperméables, les chemises, les airbags, la résistance au passage de l'air doit être importante.

Généralement, la perméabilité à l'air d'un tissu peut influencer ses comportements de confort de plusieurs manières. Dans le premier cas, un matériau perméable à l'air est, en général, susceptible d'être perméable à l'eau en phase vapeur ou liquide. Ainsi, la perméabilité à la vapeur d'eau et la transmission de l'humidité liquide sont normalement liées à la perméabilité à l'air. Dans le second cas, la résistance thermique d'un tissu dépend fortement de l'air immobile enfermé, et ce facteur est à son tour influencé par la structure du tissu.

La perméabilité à l'air est un facteur important pour déterminer le niveau de confort d'un tissu car elle joue un rôle important dans le transport des vapeurs d'humidité de la peau vers l'atmosphère extérieure. L'hypothèse est que les vapeurs se déplacent principalement à travers les espaces du tissu par diffusion dans l'air d'un côté du tissu à l'autre.

Pour utiliser une relation mathématique entre le poids du tissu, la densité totale, une équation de régression linéaire a été utilisée et appliquée sur les valeurs de la perméabilité à l'air. Le tableau 4.23 montre la relation qui existe entre la perméabilité à l'air et, l'épaisseur, le poids et le nombre de points. Le contraire de la perméabilité à l'air et la résistance à l'air.

Nous attirons l'attention du lecteur que dans les nouvelles technologies des soins en milieu hospitalier, le plâtre sera dans un certain laps de temps remplacé par un tube de maintien en matière plastique fabriqué par la méthode d'impression en trois D.

Cette méthode est en phase d'expérimentation, elle nécessite un certain savoir-faire comme la manipulation d'imagerie afin de déterminer les dimensions de la partie du corps à traiter. La perméabilité à l'air est un paramètre qui influence le confort thermo-physiologique que dans le cas d'application de cette nouvelle méthode.

Lorsque l'on applique le plâtre médical classique, il n'y a pas lieu de tenir compte de ce paramètre, c'est pour cette raison que dans ce paragraphe nous allons tenir compte de trois variables uniquement, il s'agit de l'épaisseur, le poids et le nombre de points de la bande jersey.

Tableau 4.23. Perméabilité à l'air de l'ensemble des échantillons

E	P	Perméabilité à	Epaisseur de	G (g/m ²)	Np
		l'air (cm ³ /cm ² /s) N=5	l'étoffe (mm) N=5	N=5	(Points/cm ²) N=5
E1m	0.71	83.3	3.42	89.17	88.08
E2m	0.71	94.3	3.42	89.17	84.53
E3m	0.71	123.8	3.08	87.55	84.61
E4m	0.71	164.8	3.04	86.44	97.29
E5m	0.71	171.2	3.03	86.65	102.63
E6m	0.71	191.3	2.86	85.34	113.81
E7m	0.71	218.1	2.92	85.69	118.02
E8m	0.71	281.1	2.76	85.08	122.81

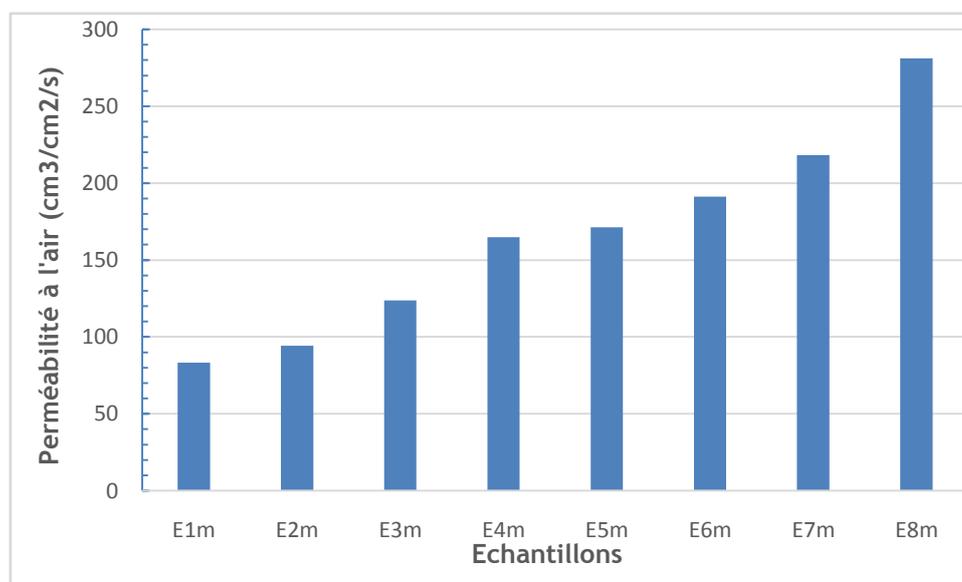


Figure 4.59. Histogrammes de la perméabilité à l'air par échantillon moyen

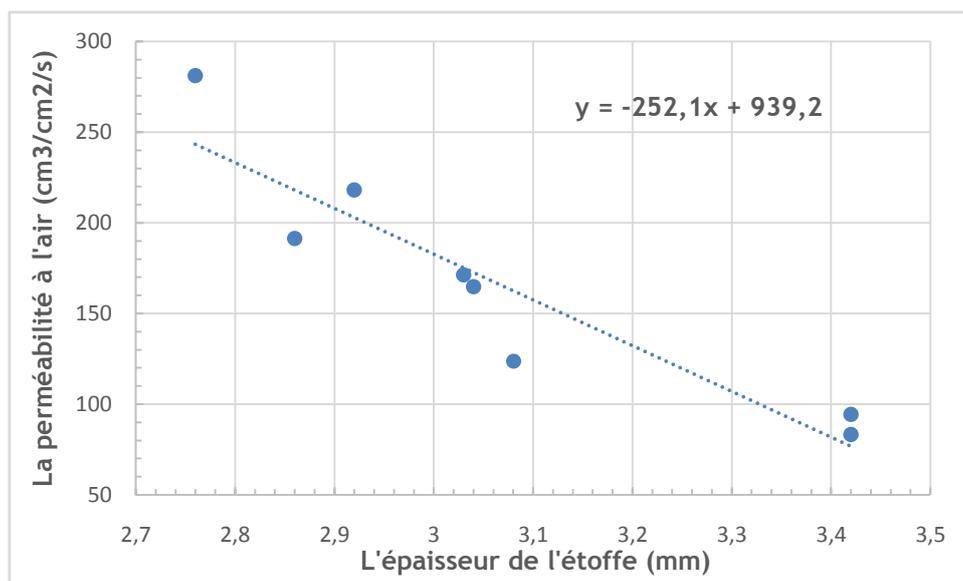


Figure 4.60. Graphe de la perméabilité à l'air en fonction de l'épaisseur de l'étoffe
 $r = - 0.926$

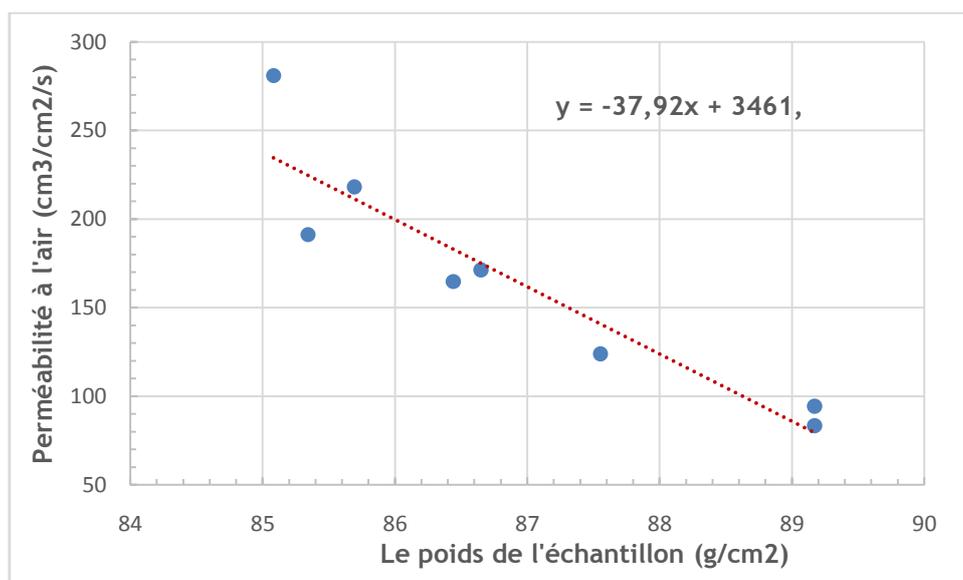


Figure 4.61. Graphe de la perméabilité à l'air en fonction du poids de l'échantillon
 $r = - 0.928$

La figure 4.59 montre clairement que les échantillons E4m, E5m, E6m, E7m et E8m donnent de bon résultats. D'après le graphe 4.60, on constate que la perméabilité à l'air est une fonction inverse de l'épaisseur de l'étoffe. Le graphe 4.61 nous donne un résultat similaire.

4.3 Conclusion

- Selon les propriétés physiques liés au confort sensoriel les résultats sont focalisés vers l'étoffe E6 pour le moment car elle présente des paramètres économiques et de confort acceptable.
- en prenant en considération le transfert de l'humidité à travers l'étoffe, l'échantillon E5 est le mieux placé dans les graphiques,
- Les échantillons Em5 et Em6 sont conseillés dans le cas de la conductivité thermique, ils sont à même de conduire la chaleur d'un milieu vers un autre.

Conclusions et recommandation

5. Conclusions et recommandations

D'une part, en Algérie les tubes jersey sont produits en trois tailles seulement, il s'agit de la taille (5-7)cm, (10-15)cm et (20-25-30)cm que les services des soins en milieu hospitalier utilisent pour l'ensemble du corps et pour l'ensemble des tailles et aussi pour l'ensemble de la population, que ce soit les enfants ou les adultes. Il est très difficile de choisir la taille du textile pour l'adopter sur une partie du corps, pour cette raison nous conseillons de produire une gamme variée de tailles. Le matériau doit parfaitement épouser la forme du membre à plâtrer pour ne pas laisser de traces qui peuvent altérer la santé du patient.

D'autre part, on assiste ces derniers temps à une inflation considérable des prix sur les matières premières, ce phénomène touche pratiquement tous les secteurs de l'industrie en particulier les textiles fabriqués en Algérie. Le coton connaît une augmentation de presque 60% en l'espace de 06 mois, ce dernier est largement utilisé dans la fabrication des textiles à usage médical. Pour assurer un équilibre financier il est très utile d'étudier les possibilités d'utiliser les mélanges avec le polyester tout en gardant les propriétés d'utilisation lors de la protection contre les plâtres médicaux.

Pour ces deux raisons, nous avons proposé une optimisation de la production de la bande jersey en utilisant des taux de mélange allant de 10 à 90 % du polyester avec le coton dans le fil. Le mélange sert, d'une part à assurer un équilibre financier des dépenses, trouver une variante qui donne de bons résultats d'utilisation qui s'expliquent par : Le confort sensoriel, le confort thermo-physiologique, et de palier au problème de dégagement de duvets lors du processus de fabrication.

Comme la longueur de la boucle de l'étoffe est réglée par le déplacement de l'aiguille de tricotage, et que l'allongement transversal du tube jersey dépend lui aussi de la longueur de la boucle et comme aussi il n'y a que trois tailles produites actuellement il faut poser une première condition : Les allongements obtenus

doivent satisfaire les tailles portées dans les étiquettes des trois dimensions existantes.

a. Dans le chapitre 3, sont définies les circonférences qui correspondent au diamètre minimal de 127 mm et au diamètre maximal de 191 mm. Ces valeurs correspondent respectivement à des allongements absolus des éprouvettes d'essais de 205 mm à 410 mm, les échantillons codés qui répondent à cette exigence sont : l'échantillon E7m avec un allongement de 205mm, l'échantillon E8m avec un allongement de 308 mm et l'échantillon E9m avec un allongement de 410 mm.

Ces derniers correspondent aux courses d'aiguilles égales, respectivement à $C7=1.6\text{mm}$, $C8=1.4\text{mm}$, $C9 =1.2\text{mm}$. Cette première conclusion fixe les dimensions de la bande jersey 20-25-30. Ces résultats permettent de nous orienter vers une valorisation rapprochée des échantillons susceptibles d'offrir un confort lors de l'utilisation en pratique.

b. En prenant comme deuxième référence le poids de la matière première, nous constatons que l'échantillon E6m possède une faible consommation de la matière première car ce dernier se situe autour de 88.43 g, tandis que le nombre de points atteint 130, ce qui nous donne un touché agréable.

Le nombre de points de contact avec la peau constitue un facteur de confort, il est plus élevé pour l'échantillon E6m, ainsi nous recommandons aux fabricants de produire cet échantillon, il présente pour le moment une meilleure argumentation concernant le confort au porté et le coût de fabrication.

Le taux d'absorption de l'humidité se trouve dans les limites pour l'échantillon E6m puisque la différence avec les autres n'est pas significative, c'est là un résultat satisfaisant car l'étoffe est en mesure d'absorber l'humidité dégagée par le corps.

Pour le transfert de l'humidité à travers l'étoffe, l'échantillon E5m est le mieux placé dans les graphiques, cependant, d'après la théorie, ce dernier peut provoquer un serrage mais cela reste à vérifier lors de la première expérimentation en pratique. D'autre part, au-dessus de la bande jersey, se

trouve une couche de coton cardé sur laquelle est posée la bande plâtrée, de ce fait l'humidité peut être évacuée par la bande jersey et absorbée par la couche de coton cardé en question.

c. La conductivité thermique est une fonction de régression dont le coefficient de corrélation entre les deux paramètres avoisine 0.8. Le poids de l'échantillon E6m est de l'ordre de 88 grammes/m² et la conductivité est de l'ordre de 0.62 w/m°C. L'échantillon E6m est en mesure d'évacuer la chaleur du milieu intérieur vers le milieu extérieur.

Par contre la conductivité diminue avec l'augmentation du nombre de points de contact, donc si l'étoffe est serrée le flux d'air diminue c'est ce qui explique la diminution de la conductivité thermique. Par conséquent la densité volumique doit être inférieure à 100 %, 80 % est la valeur de l'échantillon E6m, alors celui-ci peut conduire la chaleur. Ce phénomène donne une sensation de confort de la part du porteur, le coefficient de corrélation avoisine 0.9.

d. Les modèles d'échantillons E6m et E7m peuvent être utilisés comme protection contre les plâtres et résine, ils découlent d'une longue série d'expériences pratiques dans le domaine des textiles à usage médical. Cette étude prend en considération la géométrie, le confort sensoriel et le confort thermo physiologique de la bande jersey. Tous ces résultats seront vérifiés lors l'utilisation dans le milieu hospitalier prochainement.

Bibliographie

6. Bibliographie

- [1] Davies.w. (1923). Hosiery Manufacture. Pitman, London, UK. 129.
- [2] Paepke.h. (8 May 1967). Fundamentals of delayed and synchronised timing, Knit. O'wr Times, 145-151.
- [3] Nordon.P, David.H.G. (1967). Int. J. Heat Mass Transfer. 10.
- [4] Pause.B. (1996). Measuring the water vapor permeability of coated fabrics and laminates", J. of Coated Fabrics, 25(4). 311-320.
- [5] Atwal.MS. (1987). Factors affecting the air resistance of nonwoven needle-punched fabrics. *Text Res J.* 574-579.
- [6] Ogulata.RT. Mezarciroz.SM. (2011) Optimization of air permeability of knitted fabrics with theTaguchi approach. *J Text I*; 102(5). 395-404.
- [7] Croskell.R. (2001). Determining water vapour permeability of clothing materials. *Tech TextilesInt.* 9-13.
- [8] Barker.RL. (2002). From fabric hand to thermal comfort: the evolving role of objective measurements in explaining human comfort response to textiles. *Int J Clothing Sci and Technol*; 14(3/4). 181-200.
- [9] Hatch.KL. (1993). *Textile Science*. New York: West Publishing Company.
- [10] Adine.G, Jani.V. (2010). A comparative study of regenerated bamboo, cotton & viscose rayon fabrics. Part-1: selected comfort properties. *J Family Ecology and Consumer Sci.* 38, 63-73.
- [11] Havenith.G. (2002). The interaction of clothing and thermoregulation. *Exogenous Dermatology*; 1(5). 221-230.
- [12] Befru.RT, Ayşe.O, Remziye.D, Merve.A. (2011). Predicting the intra-yarn porosity by imageanalysis method. *Text Res J.* 82(6). 1720-1728.

[13] Blaga.M, Marmarali.A, Mihai.A. (accessed on 22 June 2012). High comfort knitted fabrics for linings of orthopaedics footwear. In: The 6th Conference Management of Technological Changes 1-5

<http://www.inventica.org.ro/fibtrico/art1.pdf>.

[14] Ričardas.Č, Abramavičiūtė.J. (2010, accessed 26 July 2011). Investigation of the air permeability of socks knitted from yarns with peculiar properties. *Fibre Text in Eastern Eur*18(1)

http://www.academia.edu/attachments/31243636/download_file

[15] Bivainytė.A, Mikučionienė.D. (2011, accessed 24 Sept 2012). Investigation on the air and water vapour permeability of double-layered weft knitted fabrics. *Fibre Text Eastern Eur*19(3),

www.fibtex.lodz.pl/2011/3/69.pdf

[16] HOLCOMBE, B. V. (1986). The Role of Clothing Comfort in Wool Marketing, Wool Technology and Sheep Breeding. 34, 80-83.

[17] NIELSEN, R. (1991). Work Clothing, International Journal of Industrial Ergonomics. 7, 77-85.

[18] ISHTIAQUE, S. M. (2001). Engineering Comfort, *Asian Textile Journal*, November. 36-39.

[19] BARTELS, V. T. (Ed.). (2005). Physiological comfort of sportswear, Cambridge, The Textile Institute, CRC Press, Woodhead Publishing Limited.

[20] SAVILLE, B. P. (2004). Physical testing of textiles, Cambridge, The Textile Institute, CRC Press, Woodhead Publishing Limited.

[21] YOO, S. & BARKER, R. L. (2005). Comfort Properties of Heat Resistant Protective Workwear in Varying Conditions of Physical Activity and Environment. Part I: Thermophysical and Sensorial Properties of Fabrics, *Textile Research Journal*. 75, 523-530.

-
- [22] SHISHOO, R. (2005). Textiles in sport, Cambridge, The Textile Institute, CRC Press, Woodhead Publishing Limited.
- [23] KOTHARI, V. K. & SANYAL, P. (2003). Fibres and Fabrics for Active Sportswear, *Asian Textile Journal*. 55-61.
- [24] Barnes, J. C. and Holcombe, B. V. (1996). Moisture sorption and transport in clothing during wear, *Text. Res. J.*, 66(12). 777-786.
- [25] Sachdeva, R. C. (2005). Fundamentals of engineering heat and mass transfer, 2nd ed, India, Publisher New Age International (P) Ltd.
- [26] Yoon, H. N. & Buckley, A. (1984). Improved comfort polyester, Part I: Transport properties and thermal comfort of polyester/cotton blend fabrics, *Textile Research Journal*. 289-298.
- [27] Kothari, V. K. (2000). Quality control: Fabric comfort, Indian Ins. of Tech, Delhi, India,
- [28] Li, Y., Holcombe, B. V., Scheider, A. M. and Aparcar, F. (1993). "Mathematical modelling of the coolness to the touch of hygroscopic fabrics", *J. Tex. Inst.* 84(2). 267-273.
- [29] Li, Y., Zhu, Q. (2003). "Simultaneous heat and moisture transfer with moisture sorption, condensation and capillary liquid diffusion in porous textiles", *Text. Res. J.* 73(6). 515-524.
- [30] Schneider.A.M. and Hoschke, B. N. (1992). Heat transfer through moist fabrics, *Text. Res. J.* 62(2). 61-66.
- [31] Scheurell.D.M., Spivak.S, and Hollies, N. R. S. (1985). Dynamic surface wettness of fabric inrelation to clothing comfort, *Text. Res. J.* 6, 394-399.
- [32] HU, Y. L., Li., Y. & Yeung, K.W (Ed.). (2006). Liquid Moisture Transfer, Cambridge, Woodhead Publishing Limited.
- [33] COREN.S. & WARD.L. M. (1989). Sensation and perception, Font Worth, Harcourt Brace Jovanovich.
-

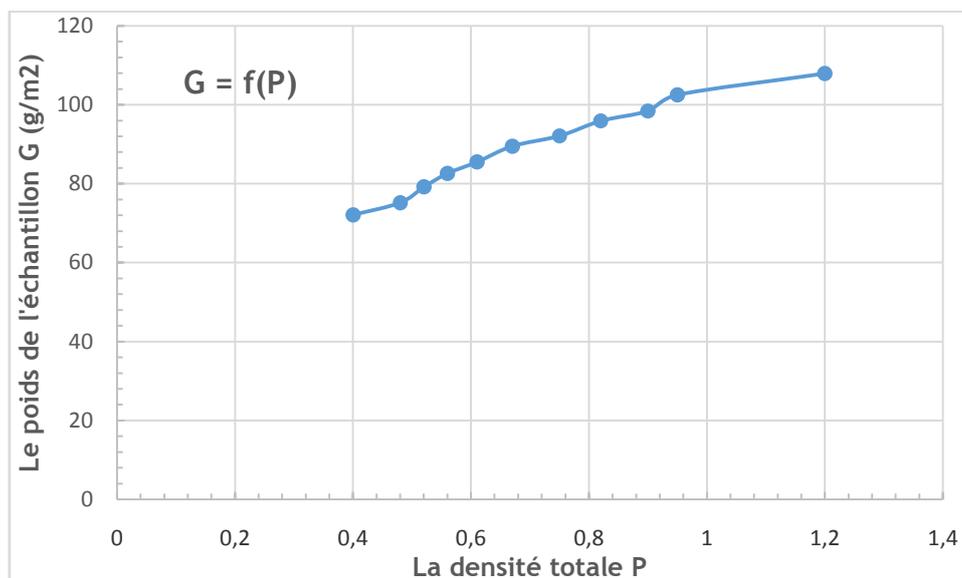
- [34] HENSEL.H. (1981). Thermoreception and temperature regulation, London and New York, Academic Press.
- [35] BARTELS, V. T. (Ed.). (2005). Physiological comfort of sportswear, Cambridge, The Textile Institute, CRC Press, Woodhead Publishing Limited.
- [36] HOLMER, I. (Ed.). (2005). Protection against cold, Cambridge, the Textile Institute, CRC Press, Woodhead Publishing Limited.
- [37] Khalil.E. Solaiman.M. (2014). Effect of Stitch Length on Physical and Mechanical Properties of Single Jersey Cotton Knitted Fabric, International Journal of Science and Research, Vol. 3. 539-596.
- [38] Jong.H. De, G. (1993). Yarn to Yarn Friction in Relation to Some Properties of Fiber Materials.Textile Res. J, 63. 14-18.
- [39] Sheela.Raj, Sreenivasan.S. (2009). Total wear comfort index as an objective parameter for characterization of overall wearability of cotton fabrics. Journal of Engineered Fibers and Fabrics. Vol. 4:29.
- [40] Eichhorn.S, Hearle.W.S, Jaffe.M, Kikutani.T. (2009a). Handbook of Textile Fiber Structure, vol. 1. Woodhead Publishing, Oxford, Cambridge, New Delhi.
- [41] Cimilli.S, Nergis&C.B.U. Candan.(2010). A comparative study of some comfort-related properties of socks of different fiber types.Textile Research Journal.Vol 80. 948-957.
- [42] Lewin.M, Sello.S.B. (1983b). Handbook of Fiber Science and Technology, vol.I, Part B.Marcel Dekker, New York.
- [43] Benltoufa.S et al. (2007).Porosity determination of jersey structure, Autex Research Journal, Vol.7, No.1, 63-69.
- [44] Pan.N and Gibson.P (Editors).(2006). Thermal and Moisture Transport in Fibrous Materials, WoodheadPublishing, Cambridge.
- [45] Youngmin Jun, Chung Hee Park, Huensup Shin & Tae Jin Kang. (2009).Thermal comfort properties of wearing caps from various textiles. Textile Research Journal.79 (2): 179-189, DOI:10.1177/0004051750808093444.

-
- [46] Nawaz.N, Troynikov.O and Watson.C. (2011). Evaluation of surface characteristics of fabrics suitable for skin layer of firefighters' protective clothing. *Phys Proc* 22. 478-486.
- [47] Akaydin.M, Can.Y. (2010). Pilling Performance and Abrasion Characteristics of Selected BasicWeft Knitted Fabrics. *Fib ers& Textiles in Eastern Europe*. Vol. 18, No. 2 (79).51-54.
- [48] Houshyar.S, Padhye.R, Troynikov.O, et al. (2015). Evaluation and improvement of thermo-physiological comfort properties of firefighters' protective clothing containing super absorbent materials. *J Text Inst*; 106: 1394-1402.
- [49] Song.G, Paskaluk.S, Sati.R, et al. (2011). Thermal protective performance of protective clothing used for low radiant heat protection. *TextRes J*; 81: 311-323.
- [50] Bartkowiak.G. (2006). Liquid sorption by nonwovens containing superabsorbent fibers.*Fibres Text East Eur*; 14: 57.
- [51] Padhye.R, Houshyar.S and Nayak.R. (November 2015). Moisture management and thermo-physiological properties of the multilayered clothing system containing super absorbent materials. In: Rimmer C (ed.) ATC-13, Deakin University, Geelong, Australia, , pp.859-863.
- [52] Budd.G. (2001) How do wildland firefighters cope? Physiological and behavioural temperature regulation in men suppressing Australian summer bushfires with handtools. *J ThermBiol*; 26: 381-386.

Annexes

Tableau 4.1. Propriétés physiques de l'échantillon E1

E1	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	Points /cm ²
E1.1	0.40	72.1	2.9	9.6	5.6	53.76
E1.2	0.48	75.2	3.1	9.6	5.7	54.72
E1.3	0.52	79.2	3.1	9.7	5.8	56.26
E1.4	0.56	82.6	3.2	9.7	9.1	88.27
E1.5	0.61	85.5	3.4	9.8	9.3	91.14
E1.6	0.67	89.5	3.6	9.8	9.5	93.1
E1.7	0.75	92.1	3.6	10.1	9.8	98.98
E1.8	0.82	95.9	3.6	10.1	10.3	104.03
E1.9	0.90	98.4	3.7	10.4	10.5	109.2
E1.10	0.95	102.5	3.7	10.4	10.5	109.2
E1.11	1.20	107.9	3.7	10.5	10.5	110.25

Figure 4.1. Graphe du poids de l'échantillon E1 en fonction de la densité totale $G = f(P)$

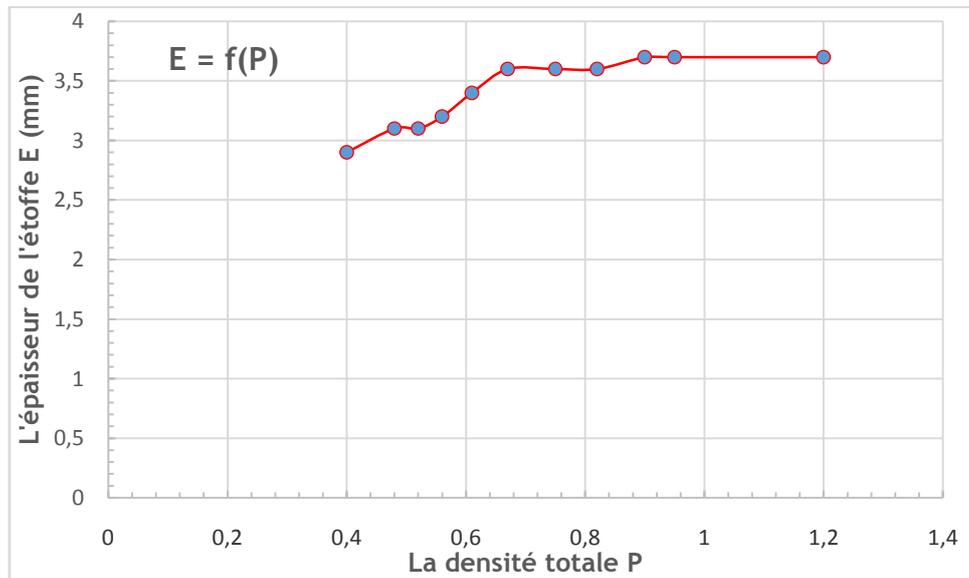


Figure 4.2. Graphe : l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale $E = f(P)$

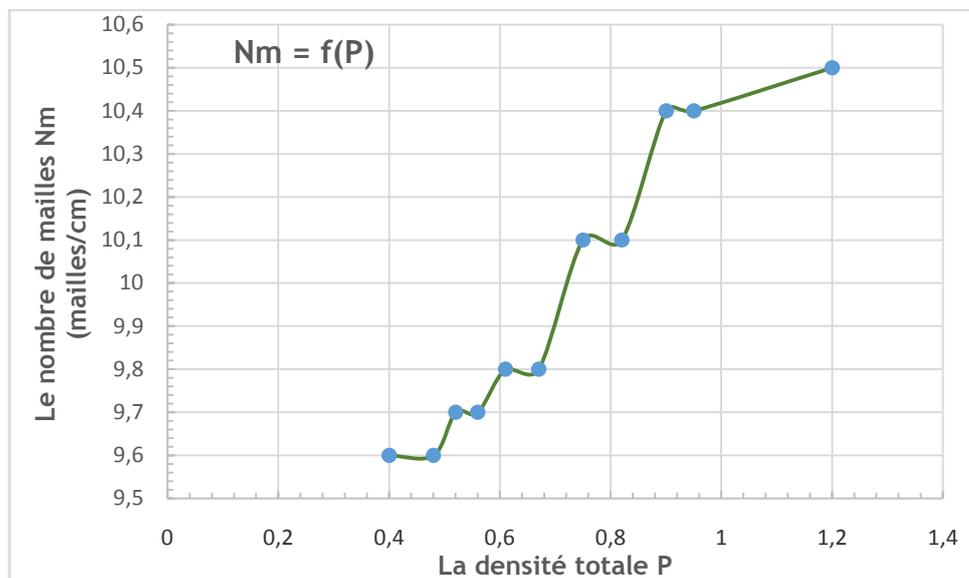


Figure 4.3. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale $Nm = f(P)$

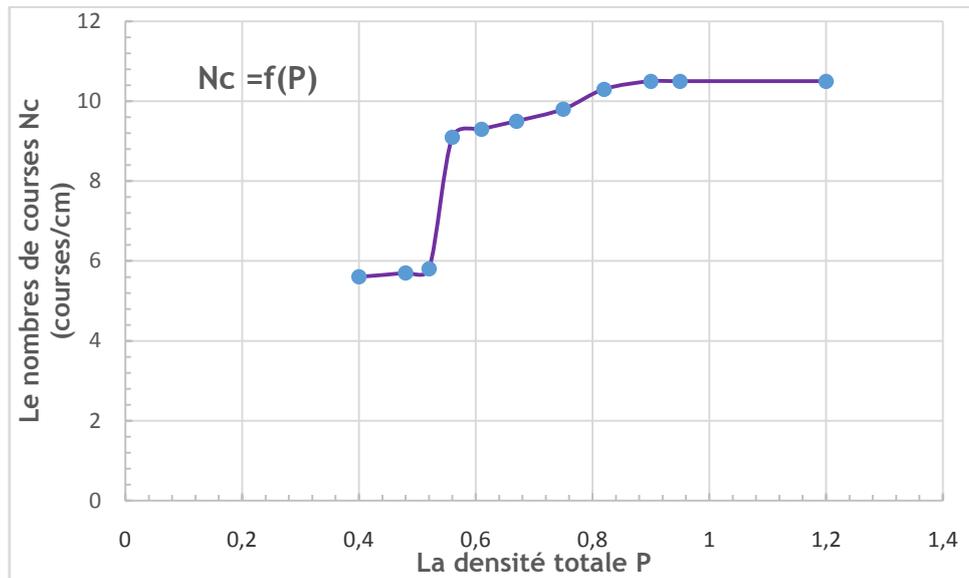


Figure 4.4. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale

$$N_c = f(P)$$

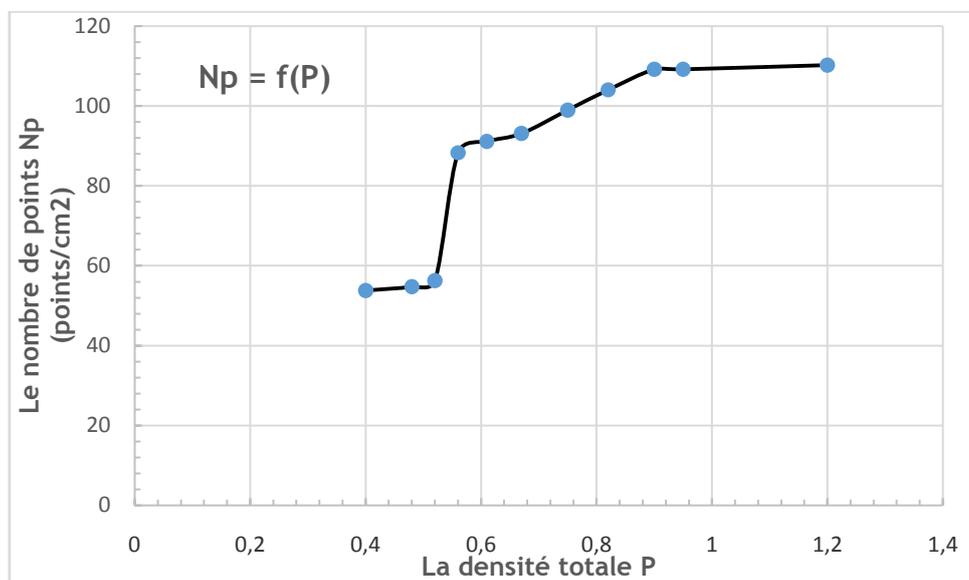


Figure 4.5. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale

$$N_p = f(P)$$

Tableau 4.2. Propriétés physiques de l'échantillon E2

E2	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	Points /cm ²
E2.1	0.40	71.9	2.8	9.6	5.6	53.76
E2.2	0.48	74.8	3.1	9.7	5.7	55.29
E2.3	0.52	78.8	3.0	9.7	5.7	55.29
E2.4	0.56	82.2	3.1	9.8	8.8	86.24
E2.5	0.61	85.1	3.1	9.8	9.1	89.18
E2.6	0.67	89.1	3.2	9.9	9.4	93.06
E2.7	0.75	91.9	3.2	10.0	9.5	95.0
E2.8	0.82	95.5	3.2	10.0	9.9	99.0
E2.9	0.90	98.0	3.2	10.1	10.0	101.0
E2.10	0.95	102.3	3.2	10.1	10.0	101.0
E2.11	1.20	107.1	3.2	10.1	10.0	101.0

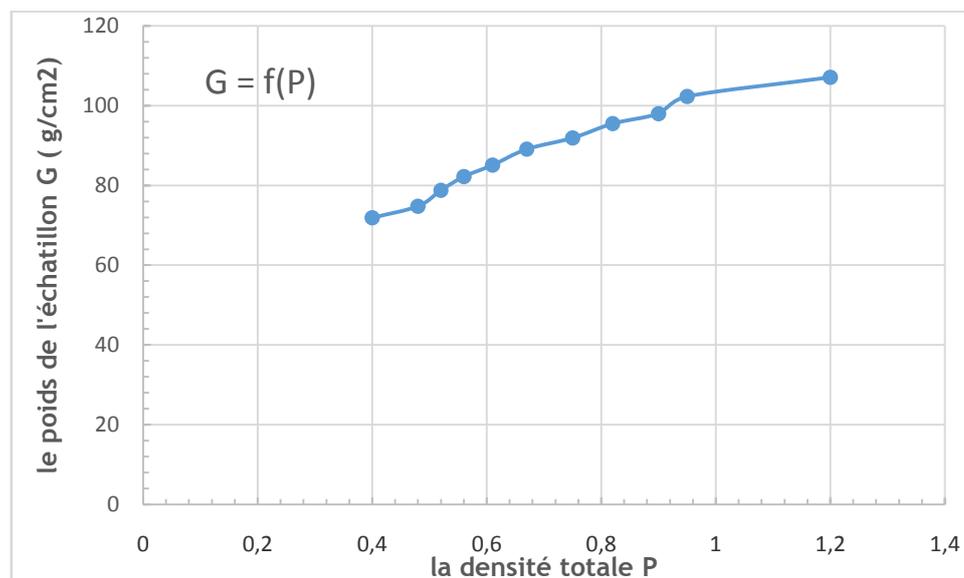


Figure 4.6. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité totale

$$G = f(P)$$

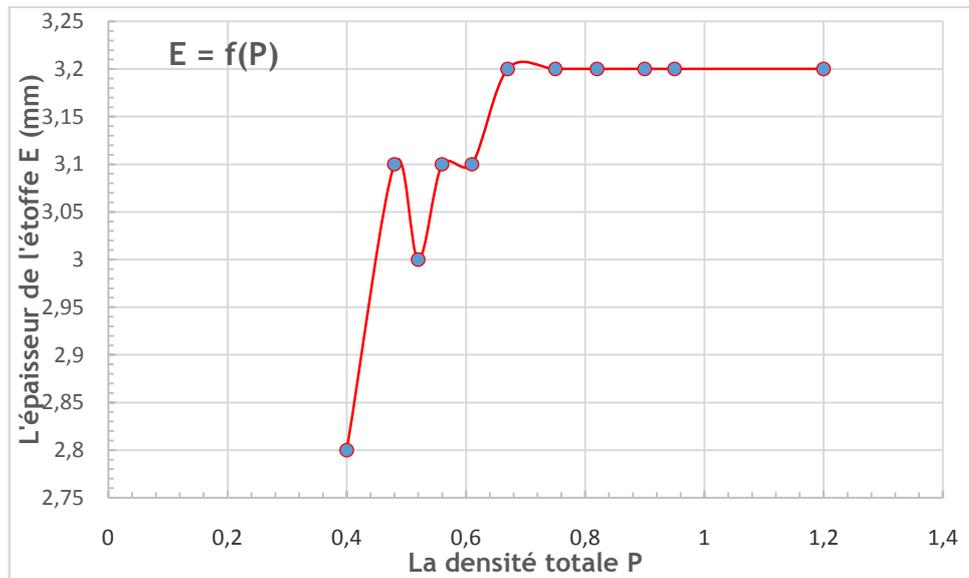


Figure 4.7. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale $E = f(P)$

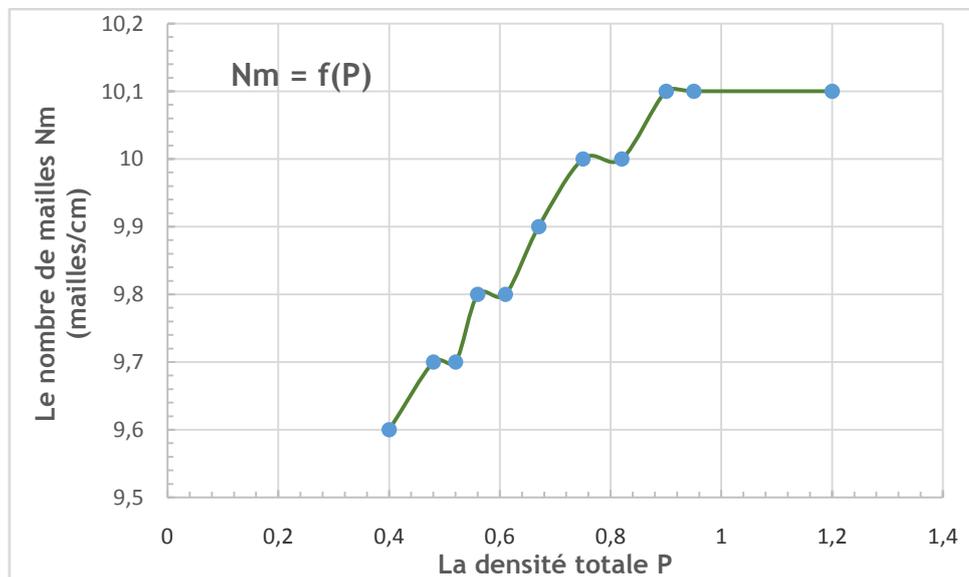


Figure 4.8. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale $Nm=f(P)$

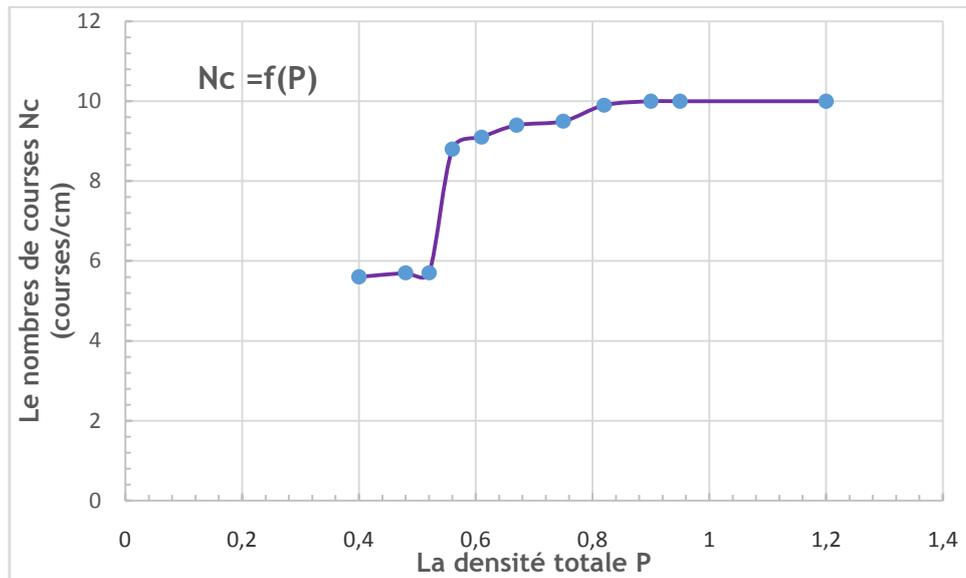


Figure 4.9. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale $N_c=f(P)$

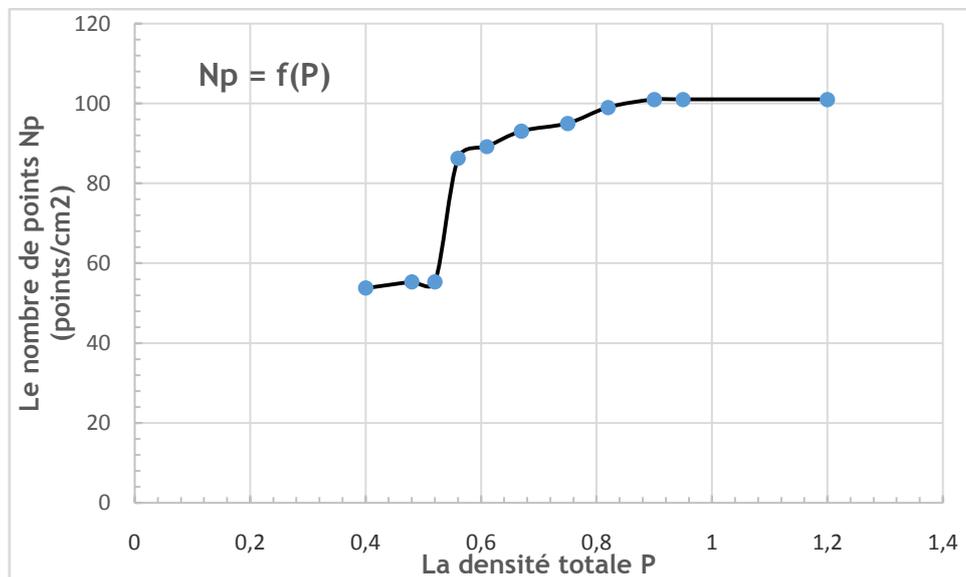
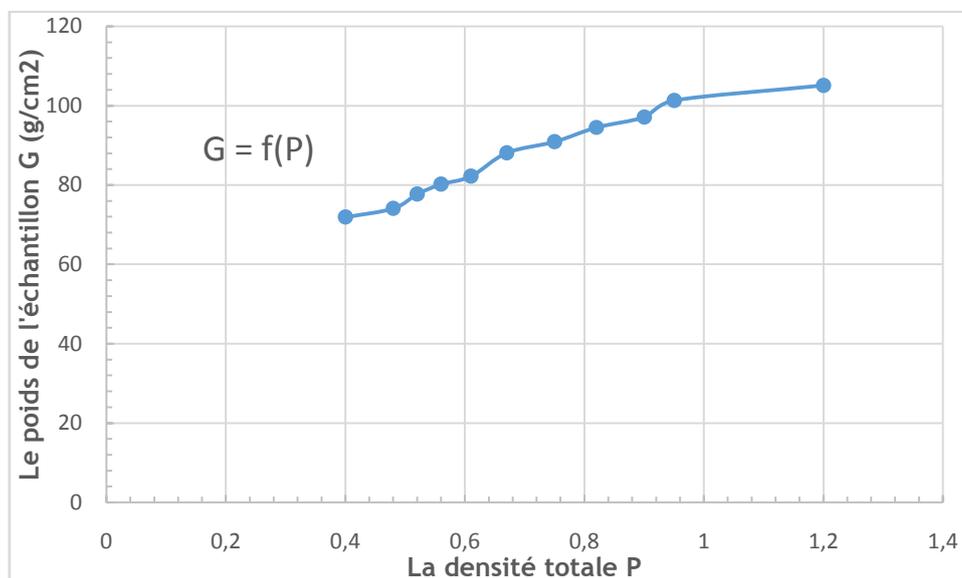


Figure 4.10. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale $N_p=f(P)$

Tableau 4.3. Propriétés physiques de l'échantillon E3

E3	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	Points /cm ²
E3.1	0.40	71.9	2.7	9.7	5.8	56.26
E3.2	0.48	74.1	3.0	9.7	5.8	56.26
E3.3	0.52	77.7	3.0	9.8	5.8	56.84
E3.4	0.56	80.2	3.1	9.8	6.8	66.64
E3.5	0.61	82.2	3.1	9.8	8.1	79.38
E3.6	0.67	88.1	3.1	9.9	9.3	92.07
E3.7	0.75	90.9	3.1	10.2	9.5	96.9
E3.8	0.82	94.5	3.2	10.4	9.5	98.8
E3.9	0.90	97.1	3.2	10.5	10.0	105.0
E3.10	0.95	101.3	3.2	10.6	10.5	111.3
E3.11	1.20	105.1	3.2	10.6	10.5	111.3

Figure 4.11. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité totale $G = f(P)$

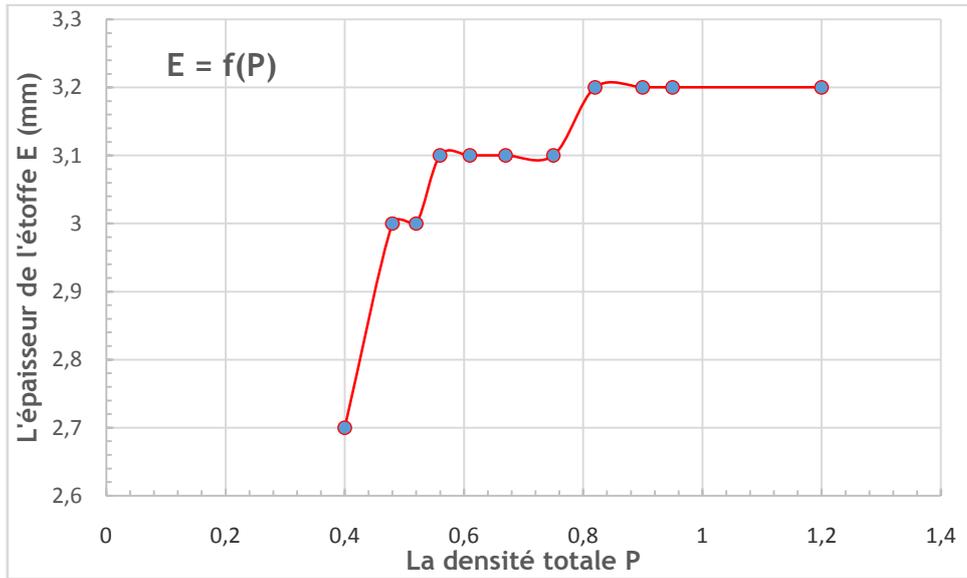


Figure 4.12. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale
 $E=f(P)$

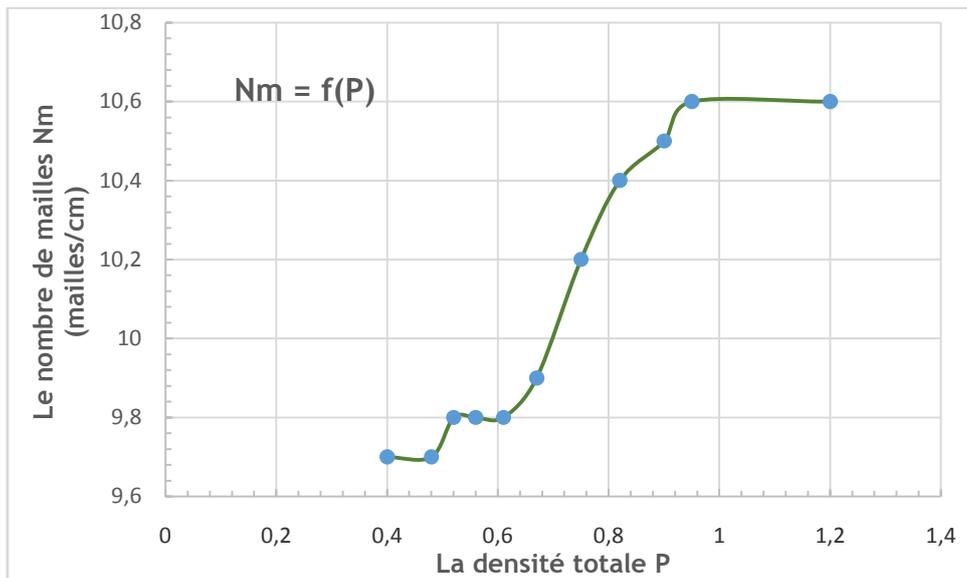


Figure 4.13. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale
 $Nm = f(P)$

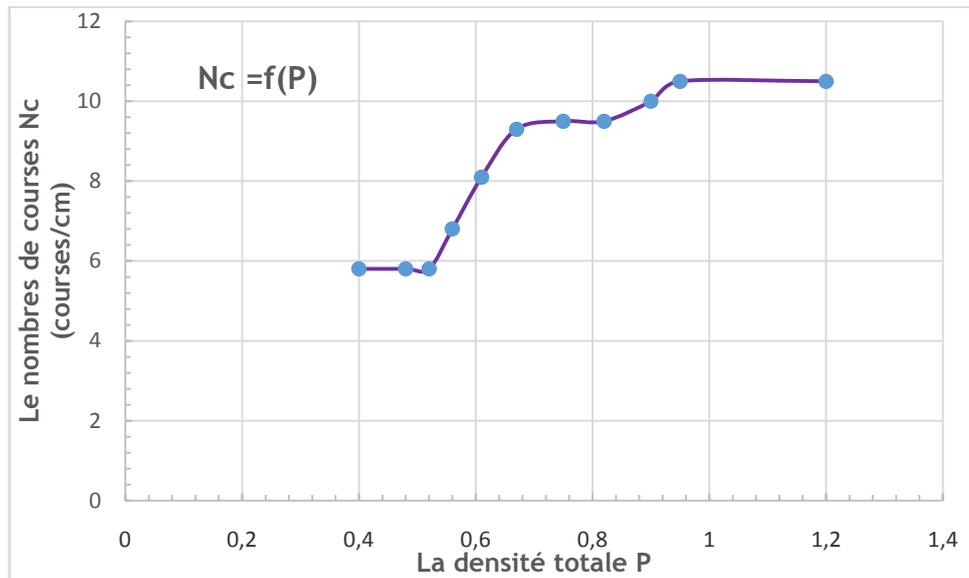


Figure 4.14. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale $N_c = f(P)$

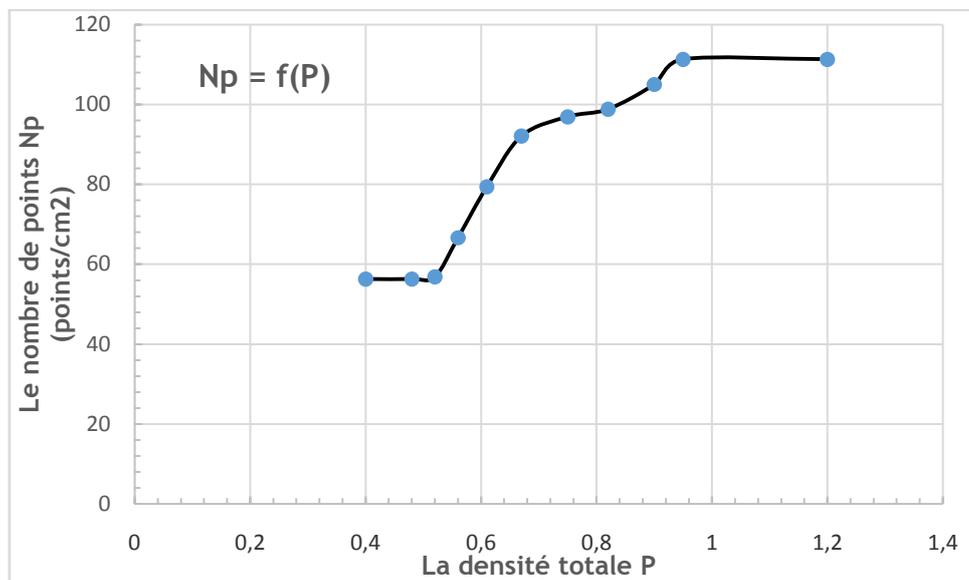
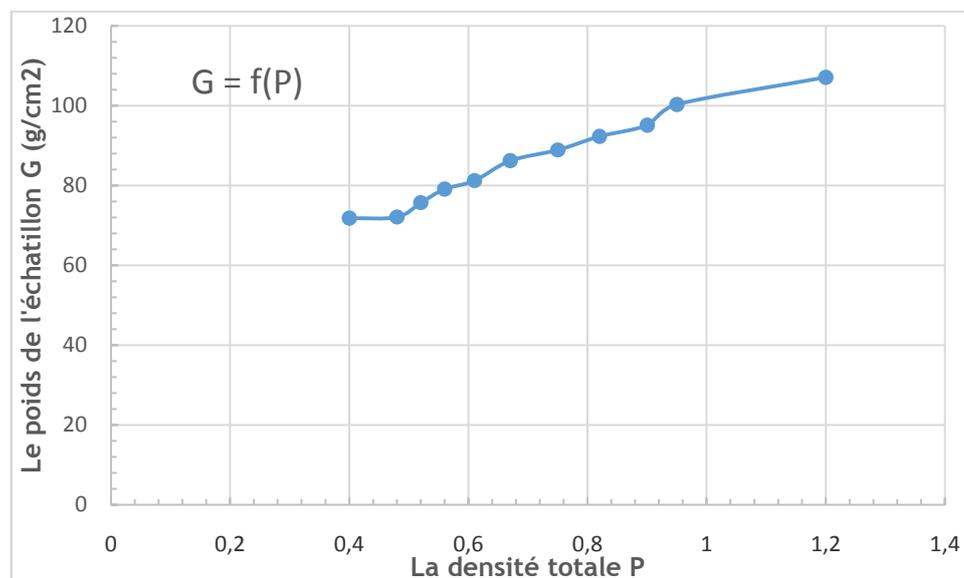


Figure 4.15. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale $N_p = f(P)$

Tableau 4.4. Propriétés physiques de l'échantillon E4

E4	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	Points /cm ²
E4.1	0.40	71.8	2.6	9.9	6.0	59.4
E4.2	0.48	72.1	3.0	9.9	6.1	60.39
E4.3	0.52	75.7	3.0	10.5	6.3	66.15
E4.4	0.56	80.1	3.0	10.5	6.8	71.4
E4.5	0.61	81.2	3.0	10.5	7.1	74.55
E4.6	0.67	86.2	3.1	11.6	7.3	84.68
E4.7	0.75	88.9	3.1	11.6	8.6	99.76
E4.8	0.82	92.3	3.1	12.4	10.5	130.2
E4.9	0.90	95.1	3.1	12.4	10.8	133.92
E4.10	0.95	100.3	3.2	12.6	11.5	144.9
E4.11	1.20	107.1	3.2	12.6	11.5	144.9

Figure 4.16. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité totale $G = f(P)$

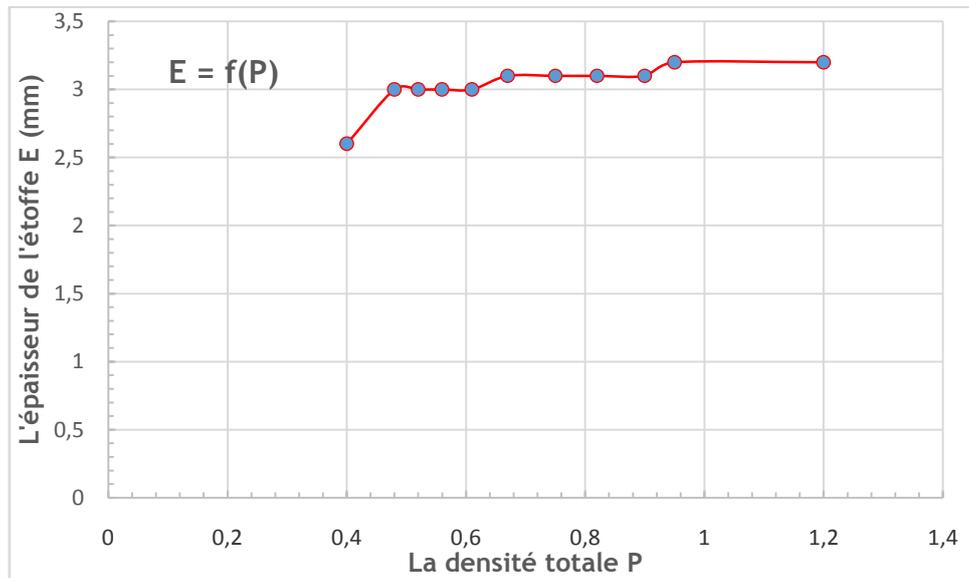


Figure 4.17. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale $E = f(P)$

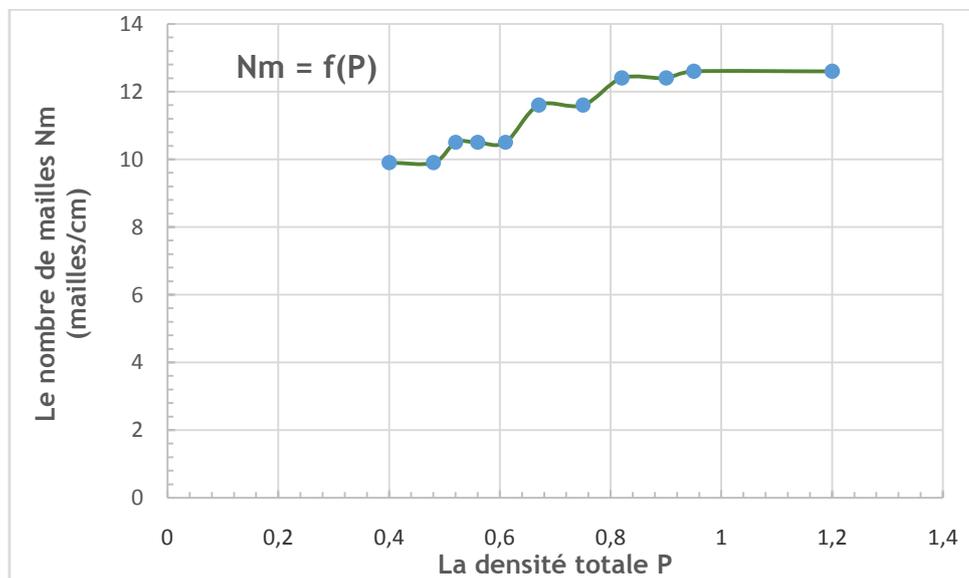


Figure 4.18. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale $Nm = f(P)$

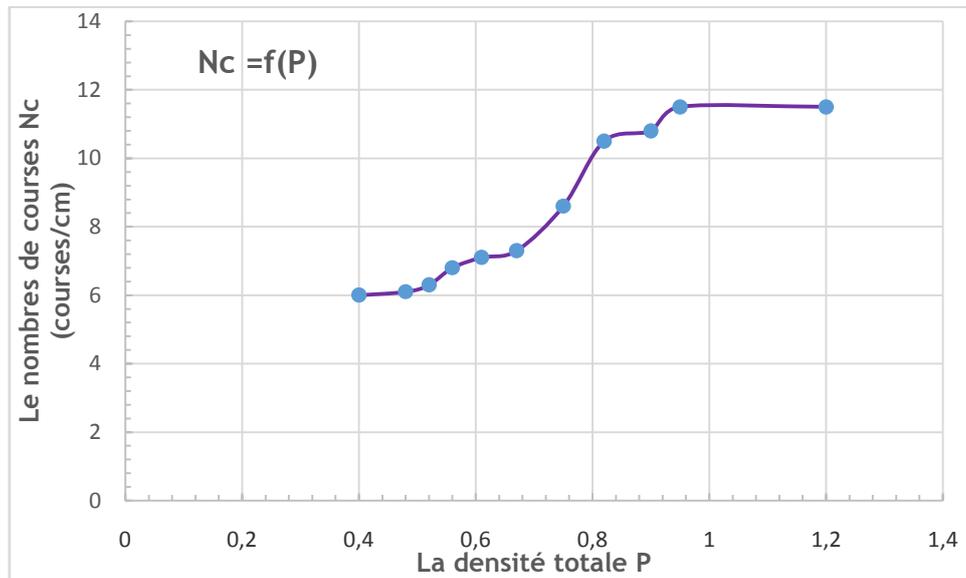


Figure 4.19. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale $N_c = f(P)$

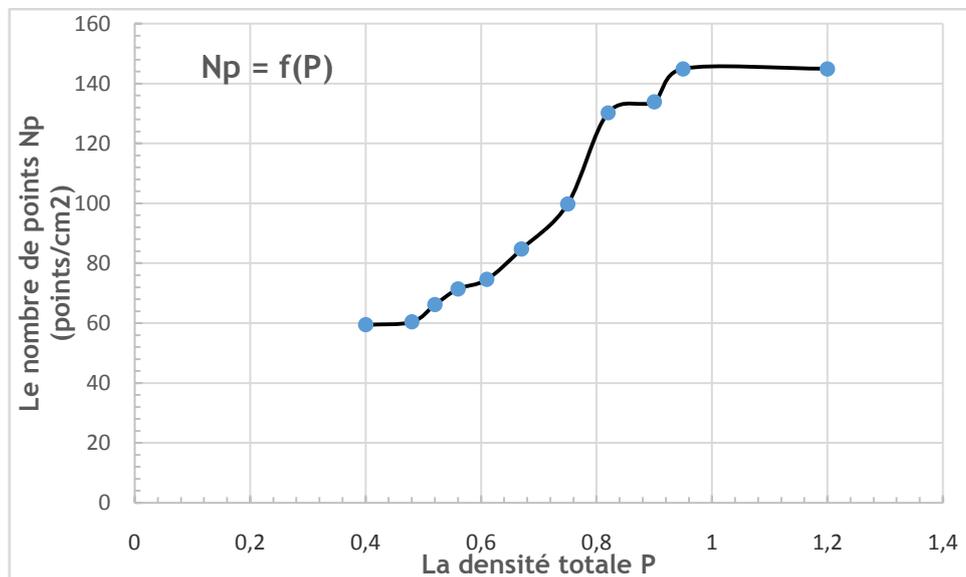
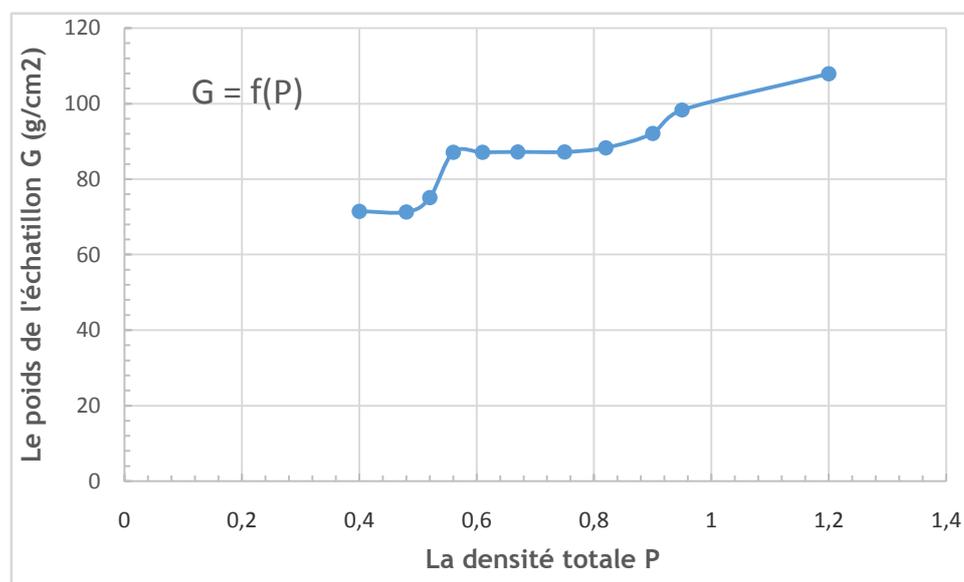


Figure 4.20. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale $N_p = f(P)$

Tableau 4.5. Propriétés physiques de l'échantillon E5

E5	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	Points /cm ²
E5.1	0.40	71.5	2.5	9.9	6.5	64.35
E5.2	0.48	71.3	2.8	10.1	6.5	65.65
E5.3	0.52	75.1	2.8	10.5	7.3	76.65
E5.4	0.56	87.1	2.9	10.5	7.8	81.9
E5.5	0.61	87.1	2.9	10.6	8.1	85.86
E5.6	0.67	87.2	2.9	11.8	8.3	97.94
E5.7	0.75	87.2	3.1	11.8	8.6	101.48
E5.8	0.82	88.3	3.2	12.4	10.6	131.44
E5.9	0.90	92.1	3.2	12.4	10.8	133.92
E5.10	0.95	98.3	3.3	12.6	11.5	144.9
E5.11	1.20	107.9	3.7	12.6	11.5	144.9

Figure 4.21. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité totale $G = f(P)$

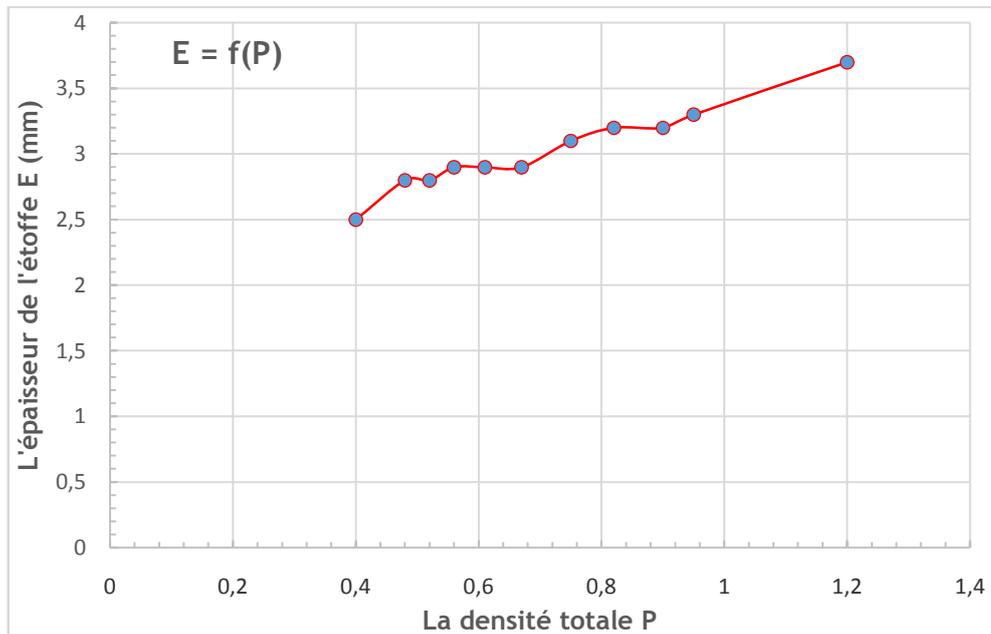


Figure 4.22. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale $E = f(P)$

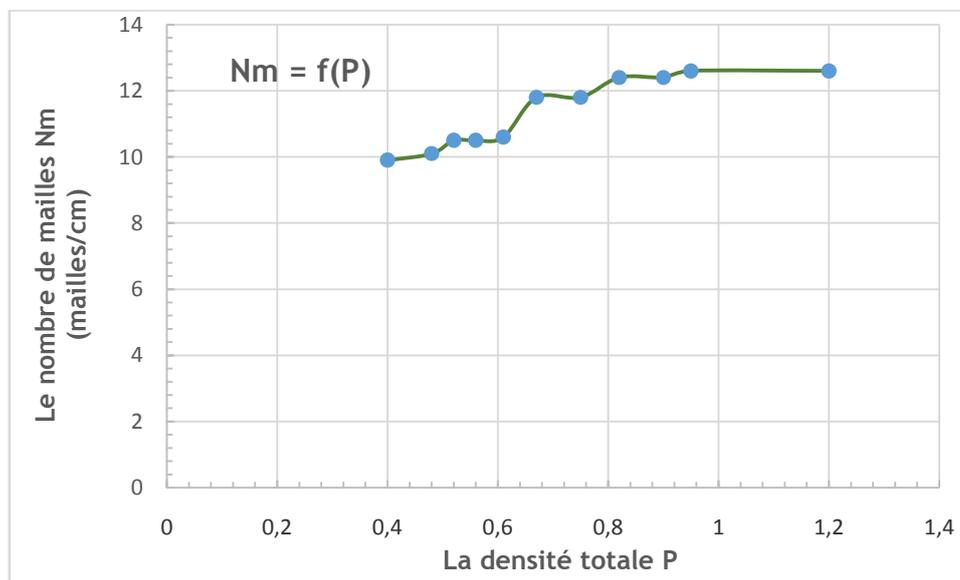


Figure 4.23. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale $Nm=f(P)$

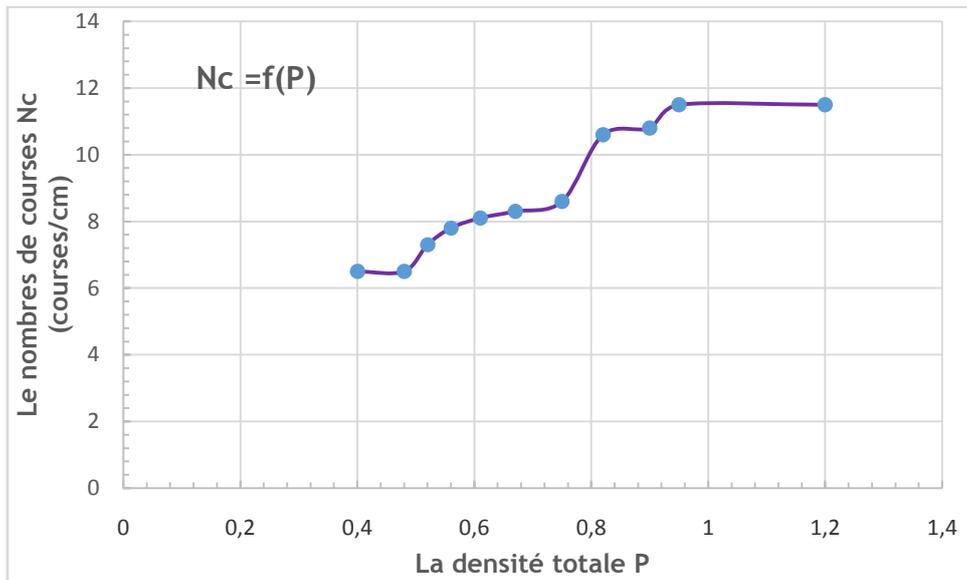


Figure 4.24. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale

$$N_c = f(P)$$

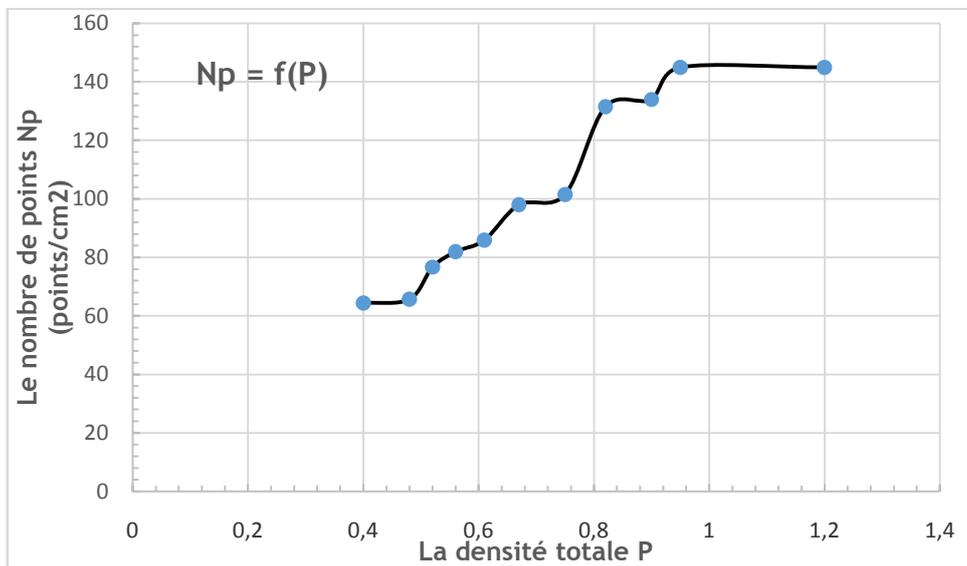


Figure 4.25. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale

$$N_p = f(P)$$

Tableau 4.6. Propriétés physiques de l'échantillon E6

E6	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	Points /cm ²
E6.1	0.40	71.0	2.5	10.9	7.5	81.75
E6.2	0.48	70.3	2.5	10.9	7.5	81.75
E6.3	0.52	73.1	2.5	11.5	7.8	89.7
E6.4	0.56	85.0	2.7	11.5	7.8	89.7
E6.5	0.61	85.1	2.7	11.6	8.3	96.28
E6.6	0.67	86.0	2.7	12.5	9.3	116.25
E6.7	0.75	87.0	3.0	12.8	9.6	122.88
E6.8	0.82	87.3	3.1	12.8	9.6	122.88
E6.9	0.90	91.0	3.2	13.4	10.8	144.72
E6.10	0.95	97.0	3.3	13.6	11.0	149.6
E6.11	1.20	105.9	3.3	13.6	11.5	156.4

Tableau n° 4.7. Propriétés physiques de l'échantillon E7

E7	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	Points /cm ²
E7.1	0.40	71.0	2.5	11.0	7.5	82.5
E7.2	0.48	70.3	2.5	11.9	7.5	89.25
E7.3	0.52	73.2	2.6	12.1	7.8	94.38
E7.4	0.56	85.0	2.7	12.5	7.8	97.5
E7.5	0.61	85.1	2.7	12.6	8.4	105.84
E7.6	0.67	86.3	2.7	12.8	9.4	120.32
E7.7	0.75	87.7	3.0	12.9	9.6	123.84
E7.8	0.82	88.1	3.2	13.1	9.7	127.07
E7.9	0.90	91.0	3.2	13.4	10.8	144.72
E7.10	0.95	97.0	3.3	13.6	11.5	156.4
E7.11	1.20	107.9	3.7	13.6	11.5	156.4

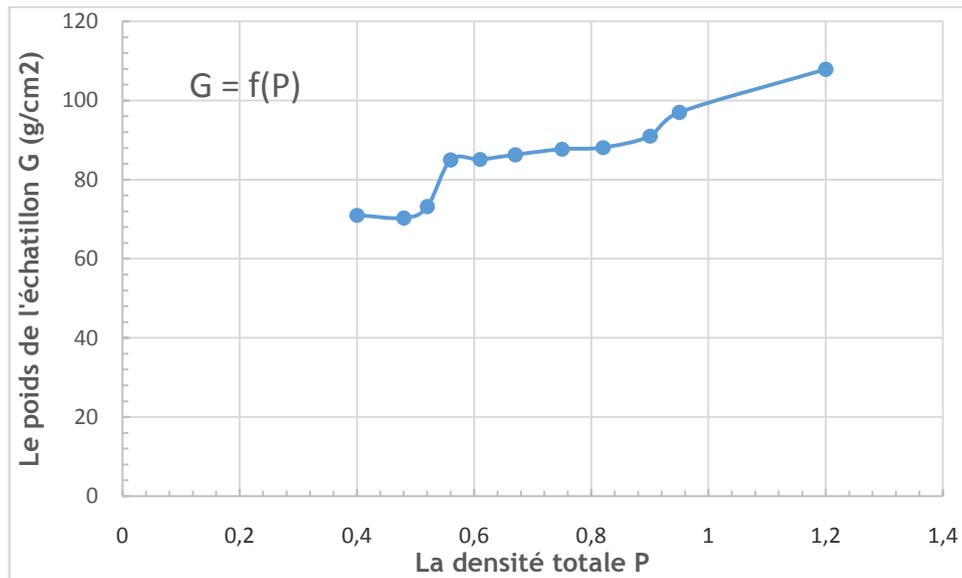


Figure 4.31. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité totale $G = f(P)$

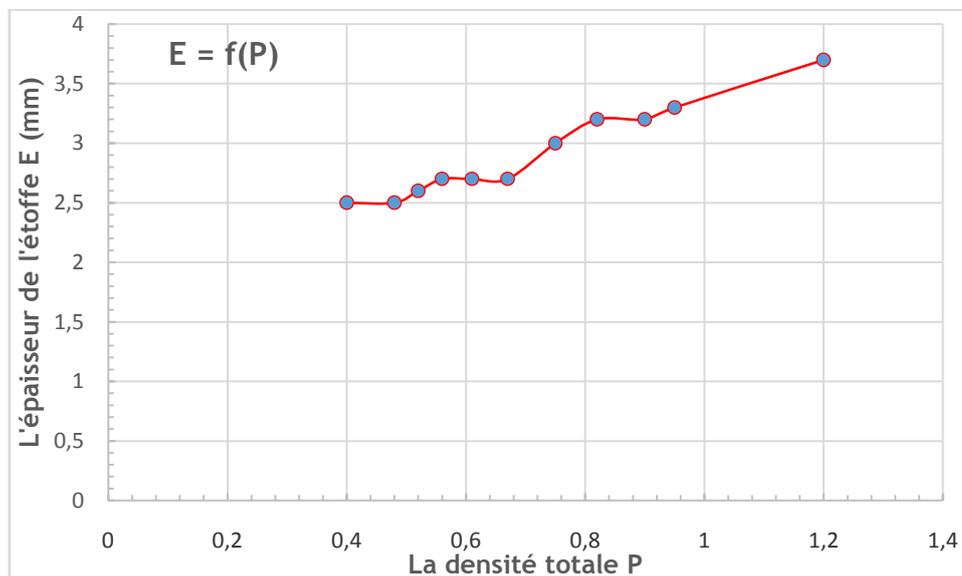


Figure 4.32. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale $E = f(P)$

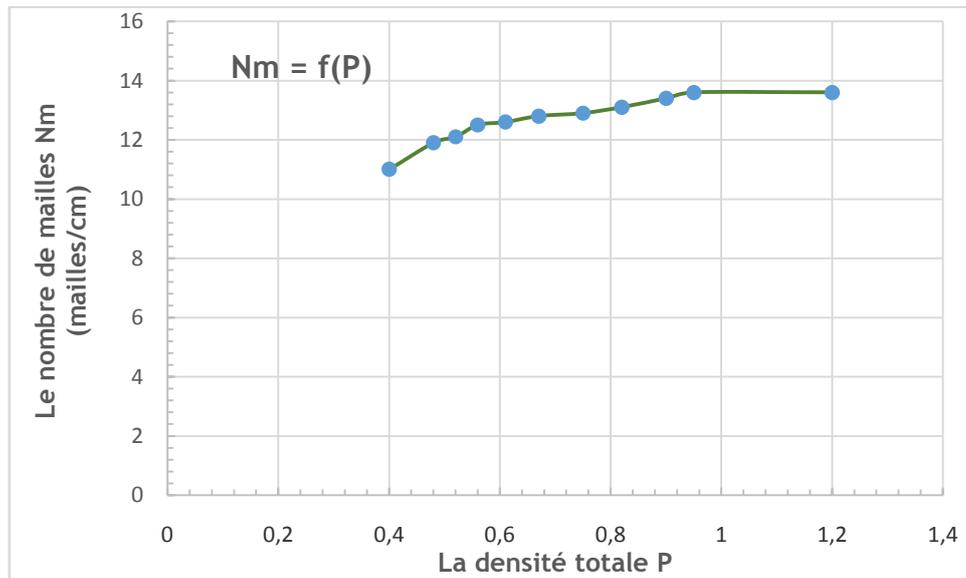


Figure 4.33. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale
 $Nm = f(P)$

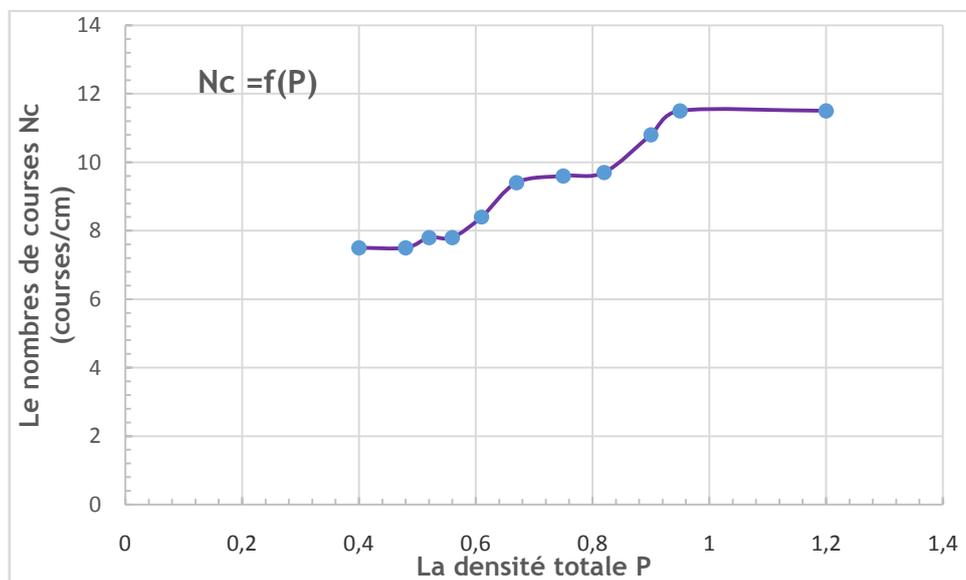


Figure 4.34. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale
 $Nc = f(P)$

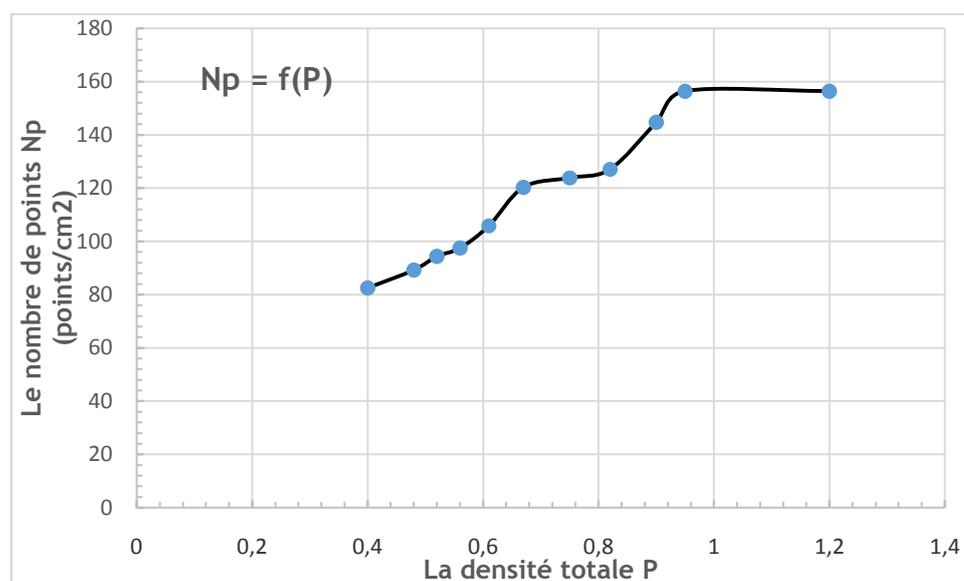


Figure 4.35. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale
 $N_p=f(P)$

Tableau 4.8. Propriétés physiques de l'échantillon E8

E8	P	G (g/m ²)	E (mm)	Nm	Nc	Np Points /cm ²
		N=5	N=5	(mailles /cm) N=5	(courses/cm) N=5	
E8.1	0.40	69.3	2.5	11.5	7.6	87.4
E8.2	0.48	69.3	2.5	12.0	7.9	94.8
E8.3	0.52	72.0	2.5	12.1	8.8	106.48
E8.4	0.56	80.0	2.6	12.5	8.8	110.0
E8.5	0.61	82.1	2.6	12.6	8.8	110.88
E8.6	0.67	87.1	2.6	13.0	9.4	122.2
E8.7	0.75	88.8	2.9	13.3	9.8	130.34
E8.8	0.82	89.2	3.0	13.4	9.8	131.32
E8.9	0.90	92.1	3.0	13.4	10.8	144.72
E8.10	0.95	98.0	3.0	13.6	11.5	156.4
E8.11	1.20	108.0	3.2	13.6	11.5	156.4

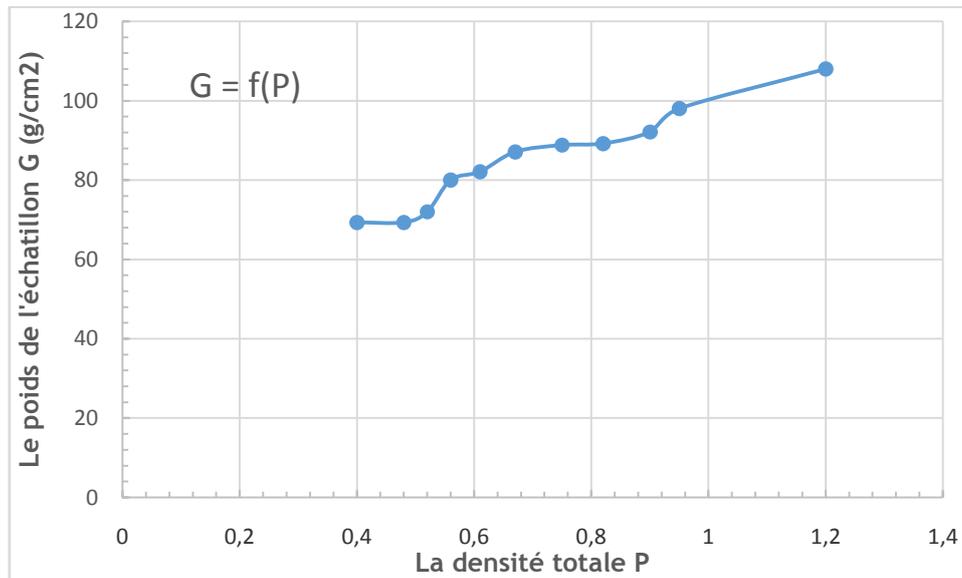


Figure 4.36. Graphe du poids de l'échantillon en fonction de la densité totale $G = f(P)$

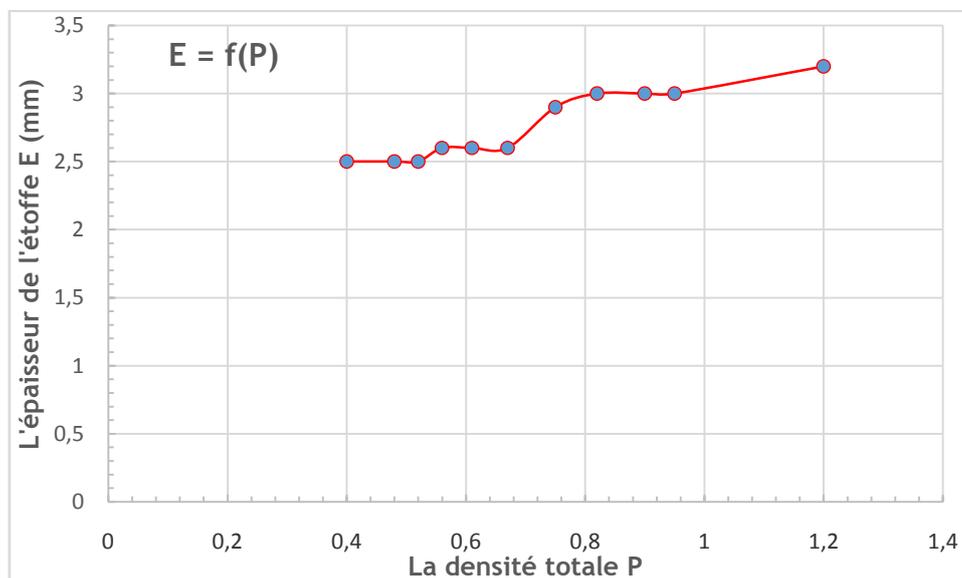


Figure 4.37. Graphe de l'épaisseur de l'échantillon en fonction de la densité totale $E = f(P)$

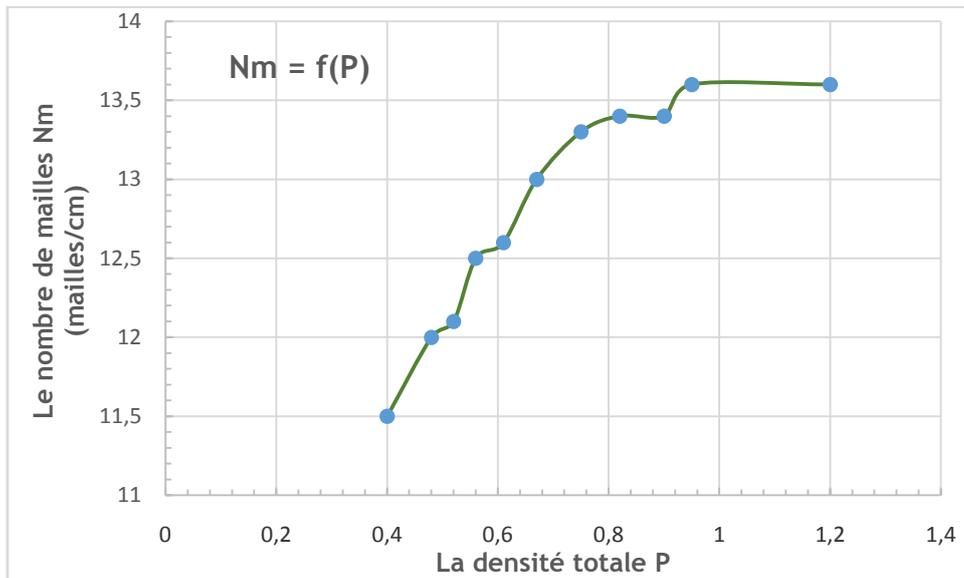


Figure 4.38. Graphe du nombre de mailles en fonction de la densité totale
 $N_m = f(P)$

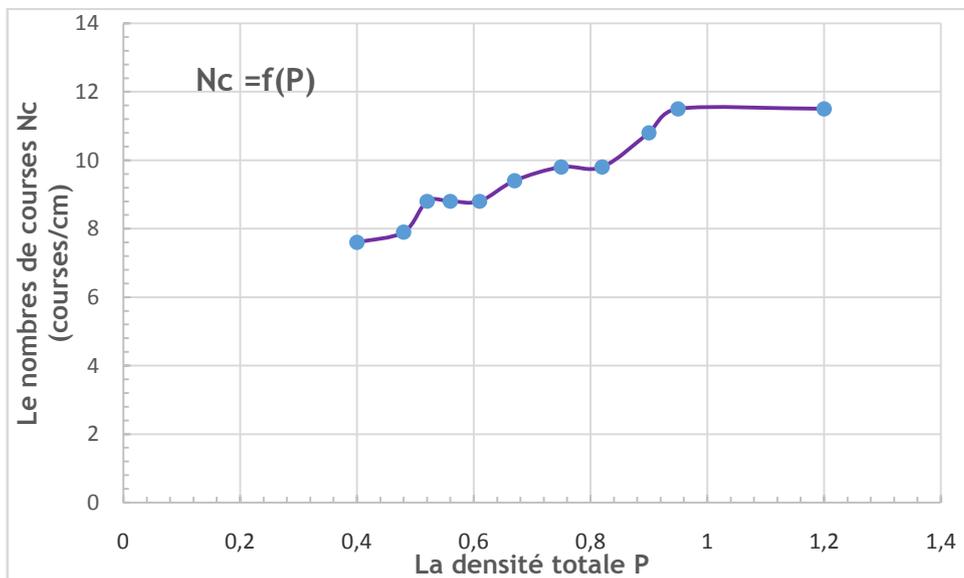


Figure 4.39. Graphe du nombre de courses en fonction de la densité totale
 $N_c = f(P)$

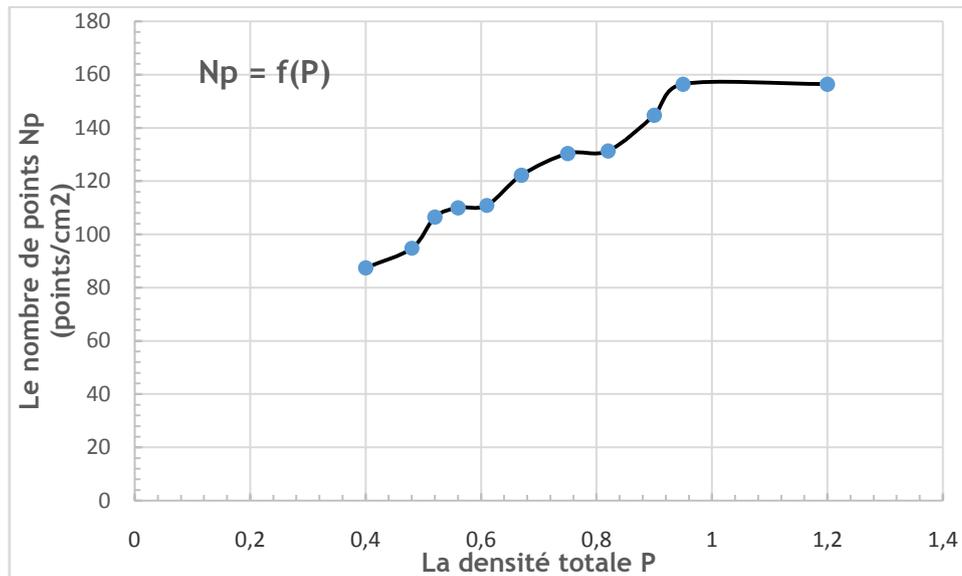


Figure 4.40. Graphe du nombre de points en fonction de la densité totale
 $N_p=f(P)$

Tableau 4.12. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le temps de mouillage de la surface supérieure et le nombre de points

Echantillon	N_p (x)	TMs (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	5,37	-13,393	-2,914	39,022	179,360	8,490
E2m	84,53	6,93	-16,943	-1,354	22,935	287,048	1,833
E3m	84,61	7,85	-16,863	-0,434	7,314	284,344	0,188
E4m	97,29	8,55	-4,182	0,266	-1,114	17,493	0,071
E5m	102,63	8,98	1,157	0,696	0,806	1,340	0,485
E6m	113,81	9,12	12,337	0,836	10,317	152,214	0,699
E7m	118,02	9,52	16,547	1,236	20,457	273,820	1,528
E8m	122,81	9,95	21,337	1,666	35,554	455,289	2,776
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	101.472	8.284			= 135.292	=1650.907	=16.070

$$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = 0.831$$

Tableau 4.13. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le temps de mouillage de la surface inférieure et le nombre de points

Echantillon	Np (x)	TMi (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	8,12	-13,392	-22,342	299,222	179,359	499,187
E2m	84,53	12,55	-16,942	-17,912	303,482	287,048	320,858
E3m	84,61	18,21	-16,862	-12,252	206,608	284,344	150,124
E4m	97,29	28,1	-4,182	-2,362	9,881	17,493	5,581
E5m	102,63	33,2	1,157	2,737	3,169	1,340	7,494
E6m	113,81	45,12	12,337	14,657	180,837	152,214	214,842
E7m	118,02	48,1	16,547	17,637	291,856	273,820	311,081
E8m	122,81	50,3	21,337	19,837	423,283	455,289	393,526
	$\bar{X}=$ 101.472	$\bar{y}=$ 30.462	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$ =1718.338	$\Sigma(x-\bar{X})^2$ =1650.907	$\Sigma(y-\bar{y})^2$ =1902.694

$$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = 0.969$$

Tableau 4.14. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le taux d'absorption de la surface supérieur le nombre de points

Echantillon	Np (x)	TAs (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	77,95	-13,392	10,285	-137,742	179,359	105,781
E2m	84,53	72,1	-16,942	4,435	-75,140	287,048	19,669
E3m	84,61	70,21	-16,862	2,545	-42,915	284,344	6,477
E4m	97,29	69,33	-4,182	1,665	-6,964	17,493	2,772
E5m	102,63	69,1	1,157	1,435	1,661	1,340	2,059
E6m	113,81	61,33	12,337	-6,335	-78,158	152,214	40,132
E7m	118,02	61,1	16,547	-6,565	-108,634	273,820	43,099
E8m	122,81	60,2	21,337	-7,465	-159,284	455,289	55,726
	$\bar{X}=$ 101.472	$\bar{y}=$ 67.665	0		$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$ = -607.177	$\Sigma(x-\bar{X})^2$ =1650.907	$\Sigma(y-\bar{y})^2$ = 275.717
				0			

$$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.899$$

Tableau 4.15. Le calcul du coefficient de corrélation r entre le taux d'absorption de la surface inférieure et le nombre de points

Echantillon	Np (x)	TAi (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	10,65	-13,392	2,987	-40,010	179,359	8,925
E2m	84,53	8,75	-16,942	1,087	-18,425	287,048	1,183
E3m	84,61	9,15	-16,862	1,487	-25,083	284,344	2,212
E4m	97,29	8,95	-4,182	1,287	-5,385	17,493	1,658
E5m	102,63	7,85	1,157	0,187	0,217	1,340	0,035
E6m	113,81	5,65	12,337	-2,012	-24,829	152,214	4,050
E7m	118,02	5,2	16,547	-2,462	-40,748	273,820	6,064
E8m	122,81	5,1	21,337	-2,562	-54,677	455,289	6,566
	$\bar{X}=$ 101.472	$\bar{y}=$ 7.662	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$ = - 208.941	$\Sigma(x-\bar{X})^2$ =1650.907	$\Sigma(y-\bar{y})^2=$ 30.693

$$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.928$$

Tableau 4.16. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la vitesse de propagation sur la surface supérieure et le nombre de points

Echantillon	Np (x)	VPs (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	5,25	-13,392	2,106	-28,208	179,359	4,436
E2m	84,53	5,2	-16,942	2,056	-34,838	287,048	4,228
E3m	84,61	5,1	-16,862	1,956	-32,987	284,344	3,827
E4m	97,29	3,75	-4,182	0,606	-2,536	17,493	0,367
E5m	102,63	2,1	1,157	-1,044	-1,208	1,340	1,089
E6m	113,81	1,55	12,337	-1,594	-19,663	152,214	2,540
E7m	118,02	1,1	16,547	-2,044	-33,819	273,820	4,177
E8m	122,81	1,1	21,337	-2,044	-43,608	455,289	4,177
	$\bar{X}=$ 101.472	$\bar{y}=$ 3.143	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$ = - 196.867	$\Sigma(x-\bar{X})^2$ =1650.907	$\Sigma(y-\bar{y})^2$ =24.842

$$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.972$$

Tableau 4.17. Le calcul du coefficient de corrélation r entre la vitesse de propagation sur la surface inférieure et le nombre de points

Echantillon	Np (x)	VPI (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	3,1	-13,392	1,445	-19,352	179,359	2,088
E2m	84,53	3	-16,942	1,345	-22,788	287,048	1,809
E3m	84,61	3	-16,862	1,345	-22,680	284,344	1,809
E4m	97,29	1,65	-4,182	-0,005	0,021	17,493	2,5E-05
E5m	102,63	1	1,157	-0,655	-0,758	1,340	0,429
E6m	113,81	0,65	12,337	-1,005	-12,399	152,214	1,010
E7m	118,02	0,42	16,547	-1,235	-20,436	273,820	1,525
E8m	122,81	0,42	21,337	-1,235	-26,352	455,289	1,525
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	101.472	1.655			= - 124.744	=1650.907	=10.195

$$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.961$$

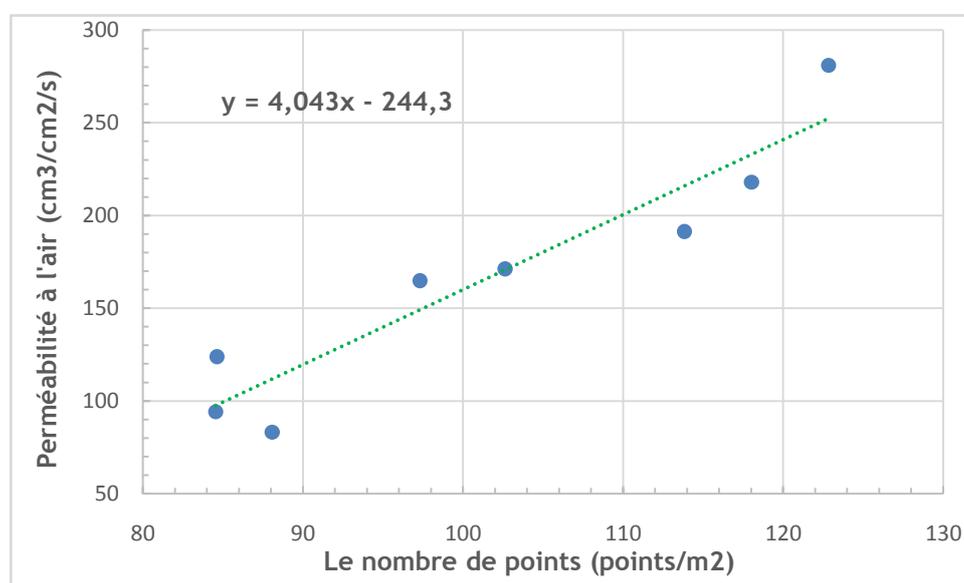


Figure 4.62. Graphe de la perméabilité à l'air en fonction du nombre de points

$$r = 0.942$$

Tableau 4.24. Calcul du coefficient de corrélation r entre la perméabilité à l'air P et l'épaisseur de l'étoffe E

Echantillon	E (x)	P (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	3,42	83,3	0,3537	-82,6875	-29,2507	0,1251	6837,223
E2m	3,42	94,3	0,3537	-71,6875	-25,3595	0,1251	5139,098
E3m	3,08	123,8	0,0137	-42,1875	-0,5801	0,0002	1779,785
E4m	3,04	164,8	-0,0263	-1,1875	0,0312	0,0007	1,410
E5m	3,03	171,2	-0,0363	5,2125	-0,1889	0,0013	27,170
E6m	2,86	191,3	-0,2063	25,3125	-5,2207	0,0425	640,723
E7m	2,92	218,1	-0,1463	52,1125	-7,6215	0,0214	2715,713
E8m	2,76	281,1	-0,3063	115,113	-35,2532	0,0938	13250,889
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	3.0662	165.987			= - 103.443	= 10.410	=30392.009
$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.926$							

Tableau 4.25. Calcul du coefficient de corrélation r entre la perméabilité à l'air P et le poids de l'échantillon G

Echantillon	G (x)	P (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	89,17	83,3	2,2838	-82,6875	-188,8376	5,2155	6837,223
E2m	89,17	94,3	2,2838	-71,6875	-163,7163	5,2155	5139,098
E3m	87,55	123,8	0,6637	-42,1875	-28,0020	0,4406	1779,785
E4m	86,44	164,8	-0,4463	-1,1875	0,5299	0,1991	1,410
E5m	86,65	171,2	-0,2362	5,2125	-1,2315	0,0558	27,170
E6m	85,34	191,3	-1,5463	25,3125	-39,1395	2,3909	640,723
E7m	85,69	218,1	-1,1963	52,1125	-62,3396	1,431	2715,713
E8m	85,08	281,1	-1,8063	115,113	-207,9220	3,2625	13250,889
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	86.886	165.987			= -690.6584	=18,211	=30392.009
$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = - 0.928$							

Tableau 4.26. Calcul du coefficient de corrélation r entre la perméabilité à l'air P et le nombre de points Np

Echantillon	Np (x)	P (y)	$x-\bar{X}$	$y-\bar{y}$	$(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$(x-\bar{X})^2$	$(y-\bar{y})^2$
E1m	88,08	83,3	-13,393	-82,687	1107,3923	179,359	6837,223
E2m	84,53	94,3	-16,943	-71,687	1214,5655	287,048	5139,098
E3m	84,61	123,8	-16,863	-42,187	711,3867	284,344	1779,785
E4m	97,29	164,8	-4,182	-1,1875	4,9667	17,493	1,410
E5m	102,63	171,2	1,157	5,2125	6,0335	1,340	27,170
E6m	113,81	191,3	12,337	25,312	312,2930	152,214	640,723
E7m	118,02	218,1	16,547	52,112	862,3316	273,820	2715,713
E8m	122,81	281,1	21,337	115,113	2456,2130	455,289	13250,889
	$\bar{X} =$	$\bar{y} =$	0	0	$\Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y})$	$\Sigma(x-\bar{X})^2$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$
	101.472	165.987			= 6675.1822	=1650.907	=30392.009
$r = \Sigma(x-\bar{X})*(y-\bar{y}) / [\Sigma(x-\bar{X})^2 * \Sigma(y-\bar{y})^2]^{1/2} = 0.942$							

ABH

Fabrication, rubans, Tresses, Passementerie
05, Lot Robert- Bouzaréa 16032 - Alger
Tél/Fax: 024946117. Contact.abh-jersey.com
www.abh-jersey.com

Bouzaréa le 15/01/2022

Réf : 015/Doc/22/R

Certificat

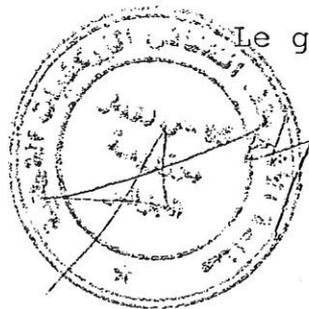
Le gérant de l'entreprise ABH certifie que les échantillons ayant servis pour l'étude du sujet : Optimisation des paramètres technologiques de la bande jersey, utilisée comme protection du corps humain lors de la pose du plâtre, ont fait l'objet d'un programme de travail dans notre entreprise durant la période du 01/09/2020 au 30/03/2021 par Chellali Samira.

Notation des échantillons

E1 = ABH90, E2 = ABH80, E3 = ABH70, E4 = ABH60,
E5 = ABH40, E6 = ABH30, E7 = ABH20, E8 = ABH10.

Les produits optimisés seront proposés pour le contrôle de qualité par le Laboratoire Nationale de Contrôle des Produits Pharmaceutiques et ensuite pour la pharmacie du CHU Djillali Bounâama de douéra pour essais.

Le gérant



Copie : Direction