ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2008 - Thèse n°

ETUDE HISTOMORPHOMETRIQUE ET MORPHOLOGIQUE DES GREFFES DE PEAU LIBRE CHEZ LE CHIEN

THESE

Présentée à l'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON
et soutenue publiquement le 25 septembre 2008
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

VALRAN Thibaut
Né le 09 octobre 1983
à Ambilly (74)

Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, membre de UNIVERSITÉ DE LYON

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2008 - Thèse n°

ETUDE HISTOMORPHOMETRIQUE ET MORPHOLOGIQUE DES GREFFES DE PEAU LIBRE CHEZ LE CHIEN

THESE

Présentée à l'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON
et soutenue publiquement le 25 septembre 2008
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

VALRAN Thibaut
Né le 09 octobre 1983
à Ambilly (74)

Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, membre de UNIVERSITÉ DE LYON

DEPARTEMENT ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ENVL

Mise à jour : 20/03/2008

Directeur : Stéphane MARTINOT

	PR EX	PR 1	PR 2	ISPV,MC, MC(HC)	Contractuel, Associé, IPAC	Praticiens hospitaliers
DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE						
Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale	Y. RICHARD		A. KODJO	V. GUERIN-FAUBLEE (HC) D. GREZEL		
Pathologie infectieuse		M. ARTOIS	A. LACHERETZ	J. VIALARD (HC)		
Parasitologie et Maladies Parasitaires	MC. CHAUVE	G. BOURDOISEAU		MP. CALLAIT-CARDINAL L. ZENNER		
Qualité et Sécurité des Aliments			P. DEMONT C. VERNOZY	A. GONTHIER S. COLARDELLE (ISPV) D. SERGENTET (stagiaire)		
Législation et Jurisprudence			A. LACHERETZ			
Bio-informatique - Bio-statistique			ML. DELIGNETTE	P. SABATIER (HC) K. CHALVET-MONFRAY		
DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE						
Anatomie			T. ROGER	S. SAWAYA	C. BOULOCHER	
Chirurgie et Anesthésiologie		JP. GENEVOIS	D. FAU E.VIGUIER D. REMY	C.CAROZZO K. PORTIER (stagiaire)	S. JUNOT	
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie			C. FLEURY	T. MARCHAL D. PIN	P. BELLI	
Hématologie		C. FOURNEL			D. WATRELOT-VIRIEUX	
Médecine interne		JL. CADORE	L. CHABANNE	F. PONCE M. HUGONNARD C.ESCRIOU	I. BUBLOT M. PASTOR C. POUZOT (siamu)	
Imagerie Médicale					F. RIGOUT-PAULIK	
DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES						
Zootechnie, Ethologie et Economie Rurale		M. FRANCK		L. MOUNIER	L. COMMUN	
Nutrition et Alimentation				D. GRANCHER (HC) L. ALVES DE OLIVEIRA G. EGRON		
Biologie et Pathologie de Reproduction		F. BADINAND	M. RACHAIL-BRETIN P. GUERIN	S. BUFF	A. C. LEFRANC	
Pathologie Animaux de Production	P. BEZILLE	T. ALOGNINOUWA		R. FRIKHA M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND		G. LESOBRE P. DEBARNOT P. OTZ
DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES						
Physiologie/Thérapeutique			JM. BONNET-GARIN	J.J. THIEBAULT (HC)		
Biophysique/Biochimie		E. BENOIT F. GARNIER		T. BURONFOSSE		
Génétique et Biologie moléculaire			F. GRAIN	V. LAMBERT		
Pharmacie/Toxicologie Législation du Médicament		G. KECK	P. JAUSSAUD P. BERNY	C. PROUILLAC (stagiaire)		
Langues					T. AVISON (IPAC) G. MARTIN (IPAC)	
DEPARTEMENT HIPPIQUE						
Pathologie équine		JL. CADORE		A. BENAMOU-SMITH		
Clinique équine		O. LEPAGE		A. LEBLOND	M. GANGL	

Remerciements

A Monsieur le Professeur Pierre BRETON
De la Faculté de Médecine de Lyon
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse
Qu'il trouve ici l'expression de mes hommages respectueux

A Monsieur le Docteur Claude CAROZZO
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Qui nous a fait l'honneur d'accompagner et de soutenir ce travail
Qu'il voit ici le témoignage de mon respect le plus profond

A Monsieur le Professeur Eric VIGUIER
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Qui nous a fait l'honneur de participer au jugement de notre thèse
Qu'il reçoive ici l'expression de mes hommages respectueux

A Monsieur le Docteur Didier PIN
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Qui nous a fait l'honneur de participer à l'élaboration et au jugement de ce travail
Qu'il reçoive ici l'expression de mes remerciements sincères

A Madame le Professeur Marie-Laure DELIGNETTE-MULLER
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Pour son aide dans la réalisation de la partie statistique de ce travail
Qu'elle voit ici le témoignage de mon respect le plus profond

A Thibaut Cachon qui a participé à ce travail

A mes parents, grand parents

A ma sœur Vanessa

A Coline

A mes oncles, tantes, cousins, cousines

A mes amis de l'ENVL ou d'ailleurs

Sommaire

Table des Figures ***13***

Table des Tableaux ***15***

Introduction ***17***

I. Etude bibliographique comparatives des différentes techniques de greffes de peau libre chez le chien ***18***

A. Définitions et indications générales des greffes de peau libre 18
1. Définitions 18
a) Greffe de peau libre 18
b) Greffe de peau totale et de peau partielle 18
c) Greffe en îlot, timbre, bandelette et filet 19
2. Indications générales des greffes de peau libre 20
a) Localisation topographique des lésions pouvant être traitées par greffe de peau libre 20
b) Etiologie des affections pouvant être traitées par greffe de peau 21
B. Techniques de mise en œuvre des greffes cutanées 21
1. Prélèvement et préparation du greffon 21
a) Choix du lieu du prélèvement du greffon 21
(1) Propriétés idéales de la peau donneuse 21
(2) Localisations habituellement prélevées 22
b) Mode de prélèvement 22
(1) En fonction de l'épaisseur souhaitée 22
(a) Technique générale de prélèvement d'un greffon de peau totale 22
(b) Technique générale de prélèvement d'un greffon de peau partielle 23
(2) En fonction du recouvrement de la plaie souhaité 24
c) Préparation du greffon 25
(1) En fonction de l'épaisseur de peau prélevée 25
(2) En fonction du recouvrement de la plaie souhaité 25
2. Mise en place du greffon 26
a) Préparation du lit receveur 26
b) Dépôt du greffon 27
(1) Cas des greffons en îlot et en timbre 27
(2) Cas des greffons en bandelette 27
(3) Cas des greffons en résille ou des greffons de recouvrement total 27
3. Devenir du site donneur 28
a) Suture bord à bord 28
b) Cicatrisation par ré épithélialisation 29
4. Soins postopératoire de la plaie greffée 29
C. Principes généraux et conditions de prise des greffons cutanés 30
1. Principes généraux de prise du greffon 30
a) L'adhérence 30
b) La nutrition 30

(1) L'imbibition plasmatique 30
(2) La circulation vasculaire rudimentaire 31
(3) La revascularisation 31
2. Conditions de prise du greffon 32
a) Milieu nécessaire à la prise du greffon 32
(1) Une vascularisation suffisante 33
(2) Une absence de contamination bactérienne et de tissu nécrosés 33
b) Interférences à la prise du greffon 33
(1) Facteurs locaux 33
(a) Un mauvais contact greffon-lit de plaie 33
(i) Par interposition d'une collection liquidienne 34
(ii) Par immobilisation insuffisante 34
(b) Un lit de plaie inapte à recevoir un greffon 34
(i) Une préparation insuffisante du lit receveur 34
(ii) Un lit receveur non adapté 34
(2) Facteurs systémiques 35
D. Résultats comparés 35
1. Aspect macroscopique 35
a) Influence de la profondeur du greffon prélevé 35
b) Influence de la proportion de la plaie cicatrisant par seconde intention 36
2. Pourcentage de survie des greffons 36
a) Influence de la profondeur du greffon prélevé 36
b) Influence de la technique de greffe employée 36
c) Influence du délai de réalisation de la greffe 37
3. Aspect histologique 37
E. Conclusion partielle : propriétés de chaque technique et indications spécifiques 38
1. Tableaux récapitula tifs : Comparaison des avantages et des inconvénients de chacune des techniques décrites 38
a) Selon l'épaisseur du greffon prélevé 38
b) Selon la proportion de recouvrement du lit de plaie souhaité 38
2. Indications comparées 39
a) Selon l'épaisseur du greffon prélevé 39
(1) Greffons de peau totale 39
(2) Greffons de peau partielle 40
b) Selon la proportion de recouvrement du lit de plaie souhaité 40

II. Etude morphologique des greffes de peau libre chez le chien 42

A. Objectifs 42
B. Etude préliminaire sur un chien 42
1. Sujets, matériels et méthodes 42
2. Résultats 43
3. Discussion 44
C. Etude complétée sur onze chiens 45
1. Sujets, matériels et méthodes 45
a) Matériels, support biologique et manipulations réalisées 45
b) Méthodes utilisées 46
2. Résultats 47
a) Résultats bruts 47
3. Discussion 50

a) Sujets, matériel et méthodes 51
(1) Support biologique et matériels utilisés 51
(a) Support biologique 51
(b) Matériels 51
(2) Méthodes utilisées 52
(a) Répartition des animaux en lots 52
(b) Réalisation pratique des biopsies à profondeur déterminée 53
b) Résultats 53
(1) Influence de la race 54
(2) Influence de la saison de prélèvement 54
(3) Influence de la localisation 54
(4) Influence de l'âge 55
(5) Influence du sexe 55
(6) Influence de l'épaisseur prélevée sur les principales localisations 55
D. Conclusions cliniques 56

III. Etude histomorphométrique des greffes de peau libre chez le chien 57

A. Objectifs 57
B. Etude préliminaire sur 4 chiens 57
1. Sujets, matériels et méthodes 57
a) Matériels, support biologique et manipulations effectuées 57
b) Méthodes utilisées 59
(1) Technique générale de prélèvement de peau partielle au dermatome 59
(2) Technique générale de prélèvement de peau totale au bistouri 60
(3) Mesures réalisées et méthode d'analyse statistique 61
2. Résultats 61
a) Résultats bruts 61
b) Analyse statistique des résultats 65
3. Discussion 65
a) Discussion des matériels et méthodes 65
b) Discussion des résultats 65
C. Etude complétée sur 14 chiens 66
1. Sujets, matériels et méthodes 66
a) Sujets et matériels utilisés 66
b) Méthodes statistiques utilisées 68
(1) Analyse du facteur épaisseur prélevée (peau totale Vs peau partielle (0,8 mm)) : caractérisation des facteurs et définition du modèle statistique 68
(2) Analyse du facteur orientation (greffe de peau totale) : caractérisation des facteurs et définition du modèle statistique 69
2. Résultats 69
a) Résultats bruts 69
b) Etude statistique : Influence des principaux facteurs de variation 74
(1) Analyse du facteur épaisseur prélevée : peau totale Vs peau partielle (0,8 mm) 74
(a) Hypothèses préalables 74
(b) Graphes d'interaction 74
(c) Résultats numériques de l'analyse de variance 76
(i) Rétraction relative du greffon 76
(ii) Expansion relative du lit de plaie 76

(2) Analyse du facteur orientation (greffe de peau totale) ... 76
(a) Hypothèses préalables ... 76
(b) Graphes d'interaction ... 77
(c) Résultats numériques de l'analyse de variance ... 78
(i) Rétraction relative du greffon ... 78
(ii) Expansion relative du lit de plaie ... 78
c) Résultats cliniques ... 79
(1) Influence de l'épaisseur et de la localisation ... 79
(a) Variations morphométriques en peau totale ... 79
(b) Variations morphométriques en peau partielle ... 80
(i) Epaisseur 0,8 mm ... 80
(ii) Epaisseur 0,4 mm ... 80
(iii) Epaisseur 1 mm ... 81
(2) Influence de l'orientation ... 81
3. Discussion ... 82
a) Sujets, matériels et méthodes ... 82
(1) Support biologique et matériels utilisés ... 82
(a) Support biologique utilisé ... 82
(b) Matériel utilisé ... 83
(2) Méthodes utilisées ... 83
(a) Répartition des chiens dans les différents groupes ... 83
(b) Préparation des animaux ... 85
(c) Réalisation des mesures ... 85
b) Résultats ... 86
(1) Influence de l'épaisseur du greffon prélevé ... 86
(a) Sur la rétraction du greffon ... 86
(b) Sur l'expansion du lit de plaie ... 87
(2) Influence de la localisation du greffon prélevé ... 89
(3) Influence de l'orientation du greffon prélevé ... 89
(4) Influence du sexe, de l'âge et de la période de l'année ... 89
D. Conclusions ... 90

Conclusion ... 91

Bibliographie ... 92

Table des Figures

Figure 1 : Différentes épaisseurs de greffons de peau (totale et partielle). (Cliché D. Pin)..... 19
Figure 2 : Différentes formes de greffons de peau permettant une couverture partielle de la plaie. 20
Figure 3 : Prélèvement d'un greffon de peau partielle grâce à un dermatome. D'après Pavletic[28] 23
Figure 4 : Réalisation du cadre de tension au moyen de quatre broches de Kirchner et quatre coapteurs..... 24
Figure 5 : Aspect d'une greffe cutanée de recouvrement total après mise en place sur le lit receveur. D'après Swaim [49]..... 25
Figure 6 : Aspect d'une greffe cutanée en filet après mise en place sur le lit receveur. (Cliché C. Carozzo)..... 26
Figure 7 : Aspect de greffons en îlot enchâssés dans un tissu de bourgeonnement quelques jours après la réalisation de la greffe. D'après Swaim [49] 27
Figure 8 : Mise en place d'un greffon de peau avec débordement de 0,2 à 1 cm par rapport à la brèche cutanée puis découpe du débord nécrosé après la prise de la greffe. D'après Swaim [48] 28
Figure 9 : Mécanisme de nutrition du greffon..... 32
Figure 10 : Représentation schématique des lieux de biopsie cutanée du chien de l'étude préliminaire (chien en face dorsale) 43
Figure 11 : Aspect histologique des échantillons prélevés sur les lombes du chien 1 pour une profondeur d'excision de 0,6 mm 44
Figure 12 : Représentation schématique de la localisation des biopsies cutanées en fonction de leur épaisseur sur les chiens du groupe 5 (chien en face dorsale)..... 45
Figure 13 : Représentation schématique de la localisation des biopsies cutanées 46
Figure 14 : Echantillons de la face latérale de l'épaule droite du chien 2 pour une excision de 0.4 mm de profondeur. 47
Figure 15 : Représentation schématique des sites d'excision des chiens du groupe 1 (vue dorsale) 58
Figure 16 : Représentation schématique des sites d'excision des chiens du groupe 2 (vue dorsale) 59
Figure 17 : A. Dermatome Aesculap (vue générale)..... 60
Figure 18 : Aspect de la plaie après découpe de la totalité de l'épaisseur cutanée sur la périphérie du greffon 60
Figure 19 : Représentation graphique des résultats des expérimentations réalisées sur les lits de plaie des chiens 1 à 4 64
Figure 20 : Représentation graphique des résultats des expérimentations réalisées sur les greffons des chiens 1 à 4 64
Figure 21 : Représentation schématique des sites d'excision des chiens du groupe 3 (vue dorsale) 67
Figure 22 : Graphes d'interaction représentant les moyennes des rétractions des greffons (A) et d'expansion des lits de plaie (B) en fonction de la localisation et de l'épaisseur prélevée.. 75
Figure 23 : Graphes d'interaction représentant les moyennes des rétractions des greffons (A) et d'expansion des lits de plaie (B) en fonction de la localisation et de l'orientation..... 77
Figure 24 : Comparaison des variations morphométriques sur le greffon et le lit de plaie associé en fonction des lignes de tension 82
Figure 25 : A. Représentation schématique des lignes de tension (LT) chez le chien..... 84

Figure 26 : Distorsion des quatre cotés du lit de plaie qui perd sa forme rectangulaire (les mesures sont effectuées au niveau des flèches aboutissant à une surestimation de la surface du lit de plaie après calcul)..... 86
Figure 27 : Illustration de l'expansion comparée du lit de plaie d'excision de peau totale (à gauche) et de peau partielle (à droite) sur le site de l'épaule du même chien..... 88
Figure 28 : Représentation schématique d'interprétation des résultats d'expansion comparée des excisions de peau totale et partielle..... 88

Table des Tableaux

Tableau I: Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de l'utilisation des greffons de peau partielle ou totale [3, 20, 27, 28, 46, 48, 49, 54, 55]. 38
Tableau II : Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de l'utilisation des greffons de peau partielle ou totale [20, 28, 33, 48, 49, 54, 55, 56]. 39
Tableau III : Résultats de l'analyse histologique des greffons et lits de plaie 43
Tableau IV : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin des chiens 2 à 6 48
Tableau V : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin... 49
Tableau VI : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin du chien 9 49
Tableau VII : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin du chien 10 50
Tableau VIII : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 1 et 2 62
Tableau IX : Aires (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 1 et 2 62
Tableau X : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 3 et 4 63
Tableau XI : Aire (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 3 et 4 63
Tableau XII : Analyse statistique des données de l'expansion des lits de plaie des chiens de l'étude préalable 65
Tableau XIII : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 5 à 9 70
Tableau XIV : Aires (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 5 à 9 71
Tableau XV : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur le troisième groupe de chiens 72
Tableau XVI : Aires (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur le troisième groupe de chiens 73
Tableau XVII : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable rétraction du greffon 76
Tableau XVIII : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable expansion du greffon 76
Tableau XIX : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable rétraction du greffon 78
Tableau XX : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable expansion du greffon 78
Tableau XXI : Variation morphométrique relative du greffon de peau totale et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes 80
Tableau XXII : Variation morphométrique relative du greffon de peau partielle (0,8 mm) et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes 80
Tableau XXIII : Variation morphométrique relative du greffon de peau partielle (0,4 mm) et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes 80
Tableau XXIV : Variation morphométrique relative du greffon de peau partielle (1 mm) et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes. 81

Tableau XXV : Variation morphométrique relative du greffon de peau totale prélevé dans le sens perpendiculaire au lignes de tension et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes..... 81

Introduction

Historiquement, les greffes de peau ont été développées chez l'homme, principalement pour la réparation des pertes de substances cutanées secondaires à des brûlures profondes et étendues. Ainsi, chez l'homme, les premières descriptions modernes des greffes de peau partielle mince remontent à 1869 (par Reverdin). Les premières descriptions de greffes de peau totale remontent elles à 1875 (par Wolfe) [44]. En chirurgie vétérinaire canine, il faudra attendre 1934, pour que soit publiées les premiers articles sur le sujet par Self [21]. Les indications, les techniques et les caractéristiques histologiques de la peau présentent des similitudes entre l'homme et le chien mais diffèrent par certains points. A titre d'exemple, les greffes de peau totale sont plus souvent indiquées en médecine vétérinaire qu'en médecine humaine. En effet, à l'opposé du chirurgien humain pour qui la peau donneuse disponible est souvent peu importante, le chirurgien vétérinaire dispose la plupart du temps d'une peau abondante dans les zones donneuses. Cela lui permet de réaliser plus fréquemment des greffes de peau totale.

Le premier objectif de ce travail est de rassembler de manière synthétique les données bibliographiques des principales techniques de greffes cutanées libres utilisables chez le chien, ainsi que leurs indications et résultats.

Le second objectif de ce travail est de donner au chirurgien des connaissances pratiques applicables en chirurgie concernant la structure histologique et les propriétés morphométriques de la peau du chien. En effet, par une étude expérimentale, nous répondrons aux questions suivantes :

Quelle profondeur minimale doit-on exciser pour exporter l'ensemble des annexes cutanées et garantir ainsi un résultat cosmétique optimal après la prise du greffon ?

Quelle va être le comportement physique du greffon prélevé et du site donneur en termes d'extension ou de réduction de surface ? Un des intérêts étant de pouvoir déterminer quelle surface cutanée doit-on exciser pour couvrir une plaie d'une taille donnée.

Ainsi, dans une première partie, nous réaliserons une étude bibliographique définissant et décrivant les principes et la réalisation des greffes cutanées et les principales indications et résultats des différentes techniques envisageables chez l'animal.

Dans une seconde partie, nous étudierons expérimentalement la structure de la peau par des excisions cutanées à différentes épaisseurs pour déterminer la profondeur des annexes cutanées les plus profondes du derme : les bulbes pileux.

Enfin, dans une troisième partie, nous étudierons expérimentalement la rétraction attendue des greffons de peau et l'expansion attendue des lits de plaie correspondants en fonction de facteurs de variation tels que la profondeur excisée, la localisation topographique ou l'orientation du grand axe du greffon par rapport aux lignes de tension cutanée.

I. Etude bibliographique comparatives des différentes techniques de greffes de peau libre chez le chien.

A. Définitions et indications générales des greffes de peau libre

1. Définitions

a) Greffe de peau libre

Une greffe cutanée libre est un fragment de peau (comprenant l'épiderme et tout ou partie du derme) totalement détaché de son emplacement originel [20, 28, 48, 49, 54, 55]. Ce fragment est transféré sur un site receveur, où sa survie dépendra de mécanismes complexes [48, 49]. Ce type de greffon est parfois qualifié de manière caricaturale de fragment de peau morte (au moment de son prélèvement) qui revient ensuite à la vie (au moment de son implantation définitive) [17].

b) Greffe de peau totale et de peau partielle

Les greffes de peau totale comprennent l'épiderme et le derme dans sa totalité (Figure 1) [20, 48, 49, 54, 55, 56]. Le plus souvent, une suture chirurgicale des zones donneuses de greffons permet une cicatrisation par première intention [48, 54]. Après implantation, ce type de greffe ressemble le plus souvent à une peau normale du point de vue visuel. La couleur, la texture, l'élasticité et la croissance des poils sont conservés [5, 48].

Les greffes de peau partielle comprennent l'épiderme et une épaisseur variable du derme superficiel (Figure 1) [20, 48, 49, 54, 55, 56]. Selon l'épaisseur prélevée, les greffes de peau partielle pourront être subdivisées en fines, moyennes ou épaisses [48]. Les greffons sont prélevés à l'aide d'un dermatome manuel ou mécanique le plus souvent. La plaie résultant du prélèvement n'est pas systématiquement excisée chirurgicalement mais conduite vers une cicatrisation par seconde intention dans la plupart des cas [54].

Chez le chien, il est possible de prélever des greffons de peau partielle ou de peau totale. Chez le chat, la finesse de la peau rend difficile le prélèvement de greffon de peau partielle [20, 28, 49].

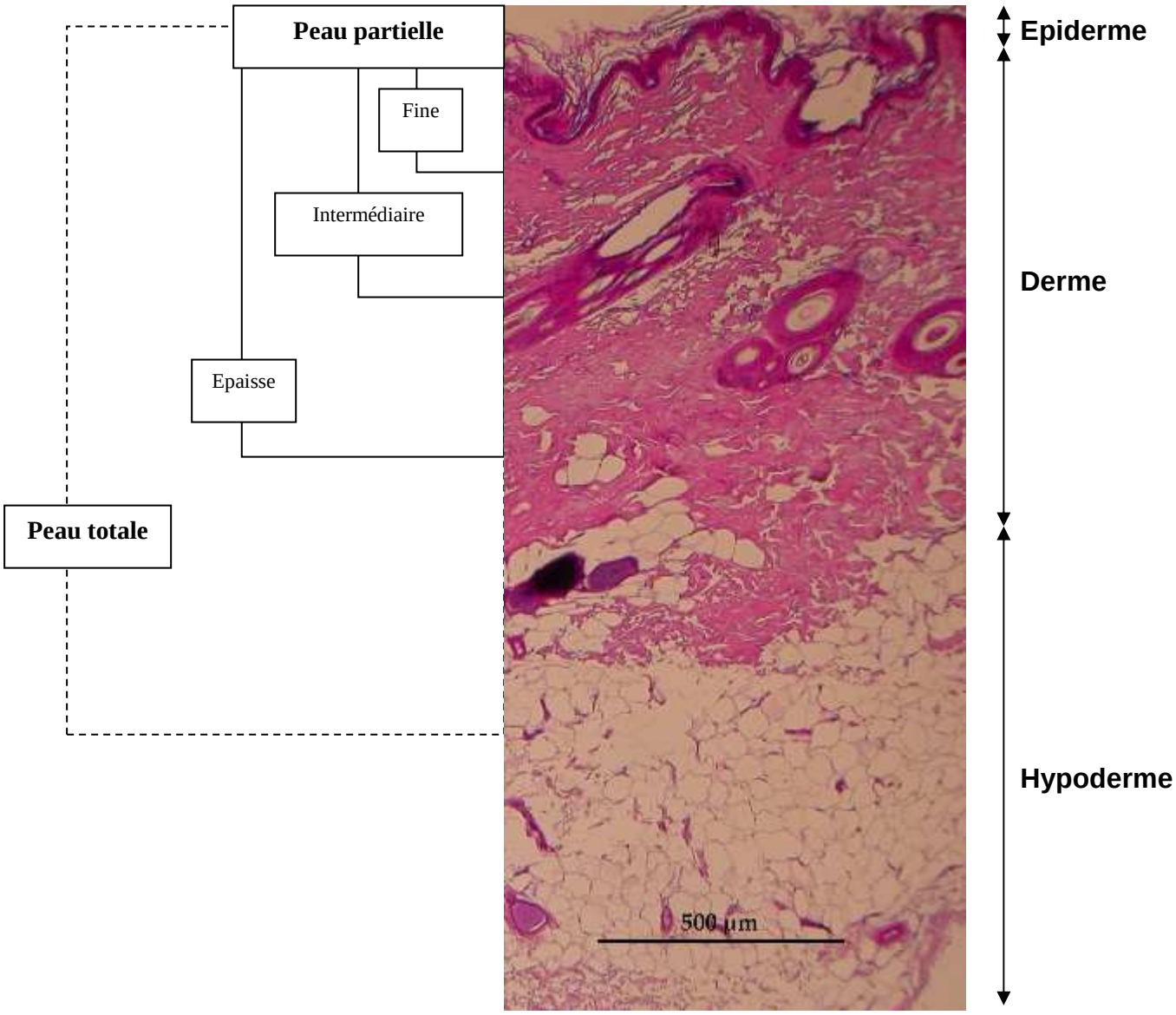

Figure 1 : Différentes épaisseurs de greffons de peau (totale et partielle). (Cliché D. Pin).

c) Greffe en îlot, timbre, bandelette et filet

Il est couramment distingué plusieurs formes de greffons de peau selon que le chirurgien peut obtenir une couverture complète ou seulement partielle de la plaie. Dans le cas d'une couverture partielle, une certaine proportion de la plaie est laissée en cicatrisation par seconde intention. Ces couvertures partielles sont presque toujours envisagées avec des greffons épais c'est-à-dire des greffons de peau totale [55].

Une couverture partielle est obtenue par implantation de greffons de peau en îlots, en timbres, en bandelettes cutanées, ou en résilles (Figure 2) [28]. Cette dernière technique est aussi appelée greffe en filet ou meshing [33, [56]. Les greffons de peau offrant un recouvrement partiel couvrent une proportion variable de la plaie. Ils permettent ainsi de fermer partiellement la plaie par leur couverture et donnent un point de départ à l'épidermisation de recouvrement qui se développe secondairement. Dans la suite de ce

travail, ces techniques de recouvrement partiel seront évoquées ponctuellement lorsque des différences majeures existent avec les techniques de recouvrement total.

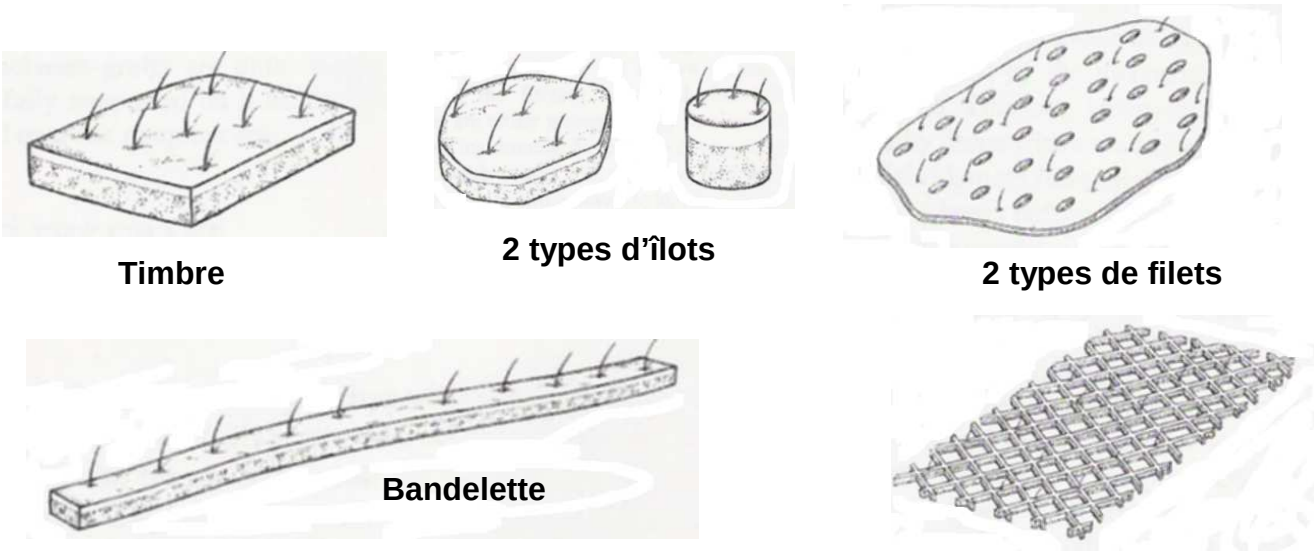

Figure 2 : Différentes formes de greffons de peau permettant une couverture partielle de la plaie. D'après White [55].

Une couverture totale est obtenue à l'inverse, par implantation d'un (ou plusieurs) greffon(s) sans modifications de celui-ci (ceux-ci). Ce greffon est aux dimensions de la plaie à combler.

Une greffe de peau libre est un fragment de peau totalement détaché de son emplacement originel pour être réimplanté sur un site receveur.
Les greffons prélevés peuvent être de peau partielle (épiderme et épaisseur variable du derme) ou de peau totale (épiderme, derme en totalité, hypoderme).
Il est possible de réaliser une couverture totale du lit receveur ou partielle (greffe en îlot, timbre, bandelette, filets)

2. Indications générales des greffes de peau libre

D'une manière générale, il s'agit des situations cliniques où le tissu cutané est perdu ou insuffisant.

a) Localisation topographique des lésions pouvant être traitées par greffe de peau libre

Les greffes cutanées libres sont principalement utilisées dans le traitement de pertes cutanées étendues et concernent majoritairement les extrémités des membres et plus rarement le tronc ou le cou [35, 37, 49, 54]. En effet, au niveau des membres, le manque de mobilité de la peau adjacente autorise difficilement le recours aux techniques de plastie simple (glissement, rotation…) [54]. De même, dans les plaies situées en regard des articulations, les greffes de peau sont particulièrement indiquées afin de prévenir les contractions cicatricielles qui pourraient entraîner une ankylose [48]. Il est en effet démontré chez le chien que ces phénomènes de contraction sont plus importants à la suite d'une cicatrisation par seconde

intention qu'après l'utilisation d'une greffe de peau [14, 32]. Outre leur rôle de couverture, les greffons exercent en effet un rôle inhibiteur sur les myofibroblastes impliqués dans la contraction de la plaie [40]. Cependant, ce ne sont pas les composants tissulaires mêmes du greffon qui sont à l'origine de l'inhibition de cette contraction : il est démontré expérimentalement chez l'homme qu'une couverture artificielle par des membranes de synthèse (exemple : membrane d'aspartame) inhibe de la même manière la contraction de plaie [16].

b) Etiologie des affections pouvant être traitées par greffe de peau

L'étiologie de ces lésions comprend :

- les atteintes traumatiques telles que :
  - les pertes cutanées résultantes des accidents de la voie publique. Les lésions sont primaires c'est-à-dire qu'elles sont la conséquence directe de l'abrasion ou secondaire par atteinte ischémique secondaire à une lésion vasculaire [48, 54].
  - les morsures avec le développement secondaire d'une infection ou l'action d'un venin nécrotoxique (piqûre d'insecte, morsure de serpent) [54].
  - les brûlures cutanées [48, 49, 54] qui sont parfois très étendues.
- les plaies chirurgicales récentes (exemple de tumeurs cutanées de grande taille) [7, 48, 49, 54].
- certaines affections génétiques cutanées rares comme les épidermolyses bulleuses qui se traduisent par la déhiscence brutale de zones cutanées pouvant être très étendues [29, 54]. Des essais cliniques démontrent que des greffons modifiés génétiquement peuvent apporter une correction fonctionnelle durable de la maladie [29].

Les greffes de peau libre peuvent être utilisées dans le traitement des plaies cutanées étendues des membres et du tronc.

B. Techniques de mise en œuvre des greffes cutanées

1. Prélèvement et préparation du greffon

a) Choix du lieu du prélèvement du greffon

(1) Propriétés idéales de la peau donneuse

Les propriétés idéales que la peau à prélever doit présenter sont au nombre de quatre.

La peau doit être d'épaisseur suffisante pour conférer une bonne résistance au greffon [54].

Les caractéristiques visuelles de la peau à prélever doivent être proches de celles de la peau manquante. Les poils doivent être de longueur, de couleur, d'orientation et de densité identique à celle initialement présente dans la zone receveuse [20, 33, 49, 54]. Une altération de la couleur des poils après la repousse est parfois observée [20].

La quantité de peau doit être suffisante et aisément mobilisable. Une fermeture de la plaie de prélèvement par sutures chirurgicales est ainsi réalisable [20, 54]. Ce point concerne principalement les prélèvements de peau totale. Les sites de prélèvement des greffons de peau partielle notamment après excision d'un lambeau de faible épaisseur sont généralement traités par cicatrisation par ré épithélialisation.

La localisation du prélèvement doit être choisie de telle sorte qu'elle ne nécessite pas le repositionnement per opératoire du patient pendant la réalisation de la greffe [28].

(2) Localisations habituellement prélevées

Pour les raisons précédemment citées, les zones les plus souvent prélevées sont :

- la paroi abdominale dorsale et la région lombaire [20, 28, 49]. La paroi abdominale ventrale présente une épaisseur cutanée et des caractéristiques pilaires différentes qui constituent rarement un bon site de prélèvement [56]. Elle est cependant également recommandée par certains auteurs [55].
- la paroi thoracique voire le cou [20, 33].
- la racine des membres thoraciques (en regard de la scapula) et pelviens (région de la cuisse) [20, 28, 49].

La peau donneuse doit être épaisse, visuellement proche de la peau manquante, en quantité suffisante et idéalement proche du site receveur.
Pour cela, les régions prélevées habituellement sont : les parois abdominale et thoracique ou la racine des membres.

b) Mode de prélèvement

(1) En fonction de l'épaisseur souhaitée

Dans tous les cas, les greffons doivent être prélevés dans des conditions d'asepsie rigoureuses. Une tonte rase et une préparation chirurgicale du site donneur sont requises [28, 48, 54, 55, 56].

(a) Technique générale de prélèvement d'un greffon de peau totale

Le chirurgien réalise le prélèvement au moyen d'une lame de bistouri. La peau est incisée sur toute la périphérie du futur greffon puis élevée et séparée du tissu sous cutané à l'aide de ciseaux [33]. Un calque de la plaie est réalisé par apposition de compresses ou d'un emballage stérile de gants chirurgicaux sur la plaie hémorragique de manière à réaliser un gabarit [20, 28, 49, 55]. Il convient cependant d'ajouter quelques millimètres voire 1 cm sur toute la périphérie du greffon en prévision d'une rétraction [28, 49]. Il n'existe pas à l'heure actuelle d'étude permettant de quantifier cette rétraction du greffon : il s'agit d'un des objectifs de la partie expérimentale de ce travail.

(b) Technique générale de prélèvement d'un greffon de peau partielle

Les greffons de peau partielle sont prélevés le plus souvent à l'aide d'un dermatome. Ce dernier peut être électrique, pneumatique ou même à usage unique [9, 28, 33, 48, 49, 50]. Plus rarement, un autre type d'appareillage peut être utilisé tel que divers couteaux à greffe, une lame de Weck, une lame de rasoir, un scalpel, ou un rasoir de sûreté [48]. Ce type d'instrument manuel est difficile d'utilisation et la profondeur d'excision choisie est rarement celle effectivement prélevée en pratique [28, 33]. L'épaisseur de prélèvement habituellement rapportée dans la littérature sur le chien est de 0,4mm mais peut varier de 0,1 mm à 0,8 mm [28, 49].

La préparation chirurgicale de la peau donneuse est terminée par l'application d'une huile minérale ou d'un gel hydrosoluble à rôle lubrifiant directement sur la peau [20, 28, 48, 49].

La réalisation du prélèvement nécessite idéalement deux personnes : le chirurgien et un assistant. L'assistant tend la peau dans une direction du bout des doigts ou à l'aide d'un abaisse-langue stérile. Le chirurgien exerce une traction sur la peau dans la direction opposée [20, 22, 28, 48, 49]. De son autre main, le chirurgien découpe le greffon à l'aide du dermatome ou à l'aide des instruments précédemment cités [28, 42, 48, 49]. Dans le cas de l'utilisation du dermatome, l'assistant, muni de pinces réceptionne le greffon et le maintient en tension tandis que ce dernier sort du dermatome (Figure 3) [33, 42, 48]. C'est à ce moment du prélèvement que le greffon est le plus vulnérable [55].

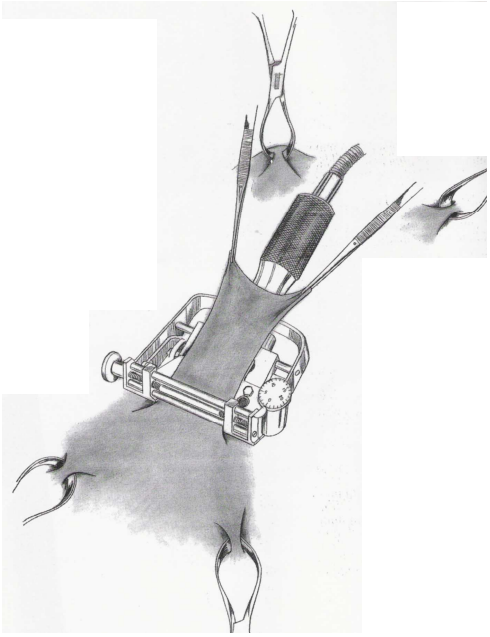

Figure 3 : Prélèvement d'un greffon de peau partielle grâce à un dermatome. D'après Pavletic[28]

Il existe divers artifices rendant le prélèvement du greffon plus aisé. Ces artifices sont utilisés notamment en région thoracique. Cette région anatomique présente en effet des tissus sous-jacents trop irréguliers (côtes, muscles intercostaux), comme support à l'action du dermatome. Il est par exemple possible d'utiliser des injections de petites quantités de sérum physiologique stérile en sous cutané, sous la zone à prélever, afin de décoller la peau et faciliter l'action du dermatome [20, 28, 33, 48]. Dans le même but, la peau peut être mise en

tension au moyen de pinces, de fils de traction ou d'aiguilles (implantées verticalement dans la peau) ou d'un cadre métallique [20, 23, 49, 50]. Celui-ci est composé de quatre broches de Kirchner reliées entre elles grâce à des coapteurs de fixateur externe [23]. Deux broches perforantes sont implantées sous la peau et maintenues au moyen des deux autres broches (Figure 4) [23].

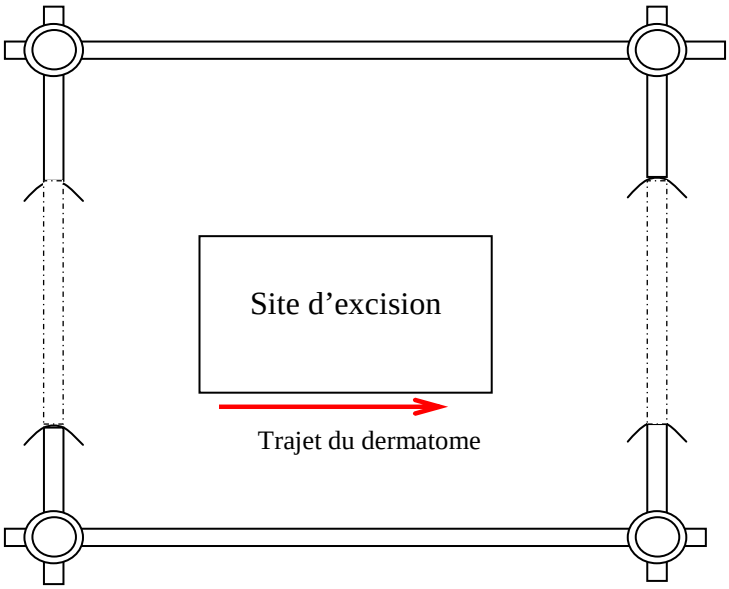

Figure 4 : Réalisation du cadre de tension au moyen de quatre broches de Kirchner et quatre coapteurs.

Enfin, selon le type de dermatome utilisé, il est possible d'utiliser une membrane semi-perméable, appliquée directement au contact de la peau à prélever [33, 42]. Cette méthode permet de limiter les traumatismes du greffon, d'autant plus que celui-ci présente une faible épaisseur [42]. Le greffon est délicatement séparé de la membrane à la pince avant d'être appliqué sur le site receveur [42].

(2) En fonction du recouvrement de la plaie souhaité

Les greffons destinés à un recouvrement total de la plaie sont prélevés classiquement de la manière décrite ci-dessus avec une épaisseur de greffon déterminée.

Les greffons destinés à un recouvrement partiel de la plaie peuvent être prélevés directement à la forme choisie au moyen d'une lame de bistouri, d'un trépan à biopsie ou d'un dermatome.

Le mode de prélèvement du greffon dépend de l'épaisseur du greffon choisie : le plus couramment, découpe simple au bistouri pour les greffons de peau totale, découpe au dermatome pour les greffons de peau partielle.

c) Préparation du greffon

(1) En fonction de l'épaisseur de peau prélevée

Les greffons de peau totale doivent préalablement être séparés du tissu adipeux sous dermique [33, 56]. L'exérèse de ce tissu adipeux favorise le contact du greffon avec les vaisseaux du lit de plaie. L'hypoderme est séparé du derme jusqu'à l'apparition des follicules pileux, par section avec une lame de bistouri neuve [20, 28, 33, 48, 55]. Il est également possible de le séparer à l'aide de ciseaux pointus [20, 33, 48]. Pour cela, le greffon est étalé sur un morceau de carton stérile et maintenu tendu par des sutures ou des aiguilles hypodermiques implantées verticalement [20, 33, 48, 49]. Il peut être également « drapé » autour du doigt du chirurgien [28, 55]. Puis le greffon est retaillé aux dimensions souhaitées [20, 49, 55].

Les greffons de peau partielle ne nécessitent pas de préparation spécifique et peuvent être appliqués directement sur le lit de plaie receveur.

(2) En fonction du recouvrement de la plaie souhaité

Les greffons de peau peuvent être préparés de différentes façons selon la disponibilité de la peau.

Dans le cas où le chirurgien dispose de suffisamment de peau pour obtenir un recouvrement total du lit receveur, les greffons sont utilisés sans nouvelle découpe [48, 54, 55].

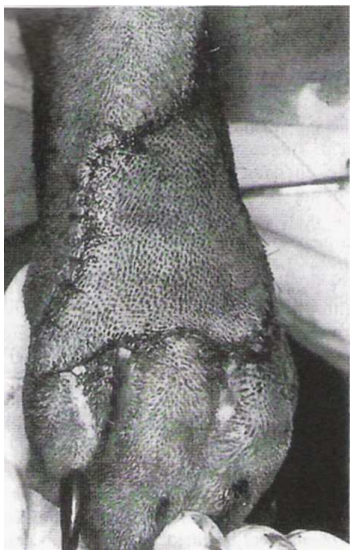

Figure 5 : Aspect d'une greffe cutanée de recouvrement total après mise en place sur le lit receveur. D'après Swaim [49]

Dans le cas où le chirurgien ne peut obtenir qu'un recouvrement partiel du lit receveur, les greffons peuvent être prélevés en îlots à l'aide d'un trépan à biopsie. Ils peuvent également être découpés après prélèvement en timbres ou en bandelettes cutanées de quelques millimètres de largeur ou perforés en filets [48, 54, 55]. Les greffons en filets sont perforés manuellement, à l'aide d'un rouleau perforateur ou d'une table perforatrice directement après

prélèvement [33, 49, 56]. Les perforations doivent idéalement mesurer 5 à 15mm de longueur et être orientées parallèlement aux lignes de tension et en rangées séparées par 2 à 5 mm [20, 33]. Il est possible d'arriver à une expansion de 2 à 4 fois voire 9 fois l'aire initiale du greffon après perforation [33, 55, 56]. Il convient de garder à l'esprit que plus le greffon est étiré en largeur plus il rétrécit en longueur : pour donner un ordre d'idée, pour doubler la largeur d'un greffon, le prélèvement doit être un tiers plus long que la longueur finale du greffon souhaité [33].

Figure 6 : Aspect d'une greffe cutanée en filet après mise en place sur le lit receveur. (Cliché C. Carozzo)

Il semblerait qu'une fois préparés, les greffons puissent être préservés dans une solution isotonique ou sur une éponge imbibée d'antibiotiques et stockés plusieurs jours à 4°C [54, 55]. Une bonne viabilité est obtenue même après 3 semaines chez le cheval [43].

Les greffons de peau totale nécessitent un parage du tissu hypodermique préalablement à la mise en place du greffon.
Le greffon est découpé aux dimensions de la plaie ou aux formes souhaitées le plus souvent après prélèvement.

2. Mise en place du greffon

a) Préparation du lit receveur

La plaie cutanée est préalablement préparée pour recevoir le greffon de la manière suivante :

L'épithélium situé aux marges de la plaie doit être excisé [48]. La surface du tissu de granulation peut être parée si nécessaire. Une couche superficielle de 0,5 à 2 mm de tissu de granulation est alors éliminée [20, 37, 48, 49]. Pour cela, le chirurgien utilise une lame effilée ou une compresse pour frotter la surface du tissu de granulation qui est ainsi préparée à recevoir le greffon [48, 49]. Si un tissu de granulation chronique est en place, il est excisé. La greffe doit alors être retardée jusqu'à ce qu'un nouveau tissu de granulation se soit formé, ce qui prend généralement 4 à 5 jours [20, 48]. La plaie peut ensuite être recouverte d'une éponge imbibée d'une solution antiseptique (exemple : chlorhexidine diluée à 0.05 %), ou être rincée avec une solution à 0,25 % de néomycine [37, 48]. Il est ensuite primordial de laisser le

temps à l'hémostase de se mettre en place au niveau de la plaie. L'utilisation de l'électrocoagulation est possible [49]. Des compresses imbibées d'une solution d'adrénaline peuvent accélérer ce processus [48].

b) Dépôt du greffon

La mise en place diffère selon les techniques employées.

(1) Cas des greffons en îlot et en timbre

Les greffons en îlot ou en timbre doivent être enchâssés dans le lit receveur afin d'éviter leur déplacement ou leur perte [20, 48]. Les fentes sont ouvertes à la lame de bistouri ou, pour les îlots, au trépan à biopsie d'un diamètre inférieur au greffon à insérer. Ces greffons ne conviennent donc qu'aux lits de plaie en bourgeonnement [54, 55]. La fixation définitive est généralement obtenue en quelques jours [55].

Figure 7 : Aspect de greffons en îlot enchâssés dans un tissu de bourgeonnement quelques jours après la réalisation de la greffe. D'après Swaim [49]

(2) Cas des greffons en bandelette

Les greffons en bandelette sont de même enchâssés dans des sillons découpés dans le tissu de bourgeonnement. Ils sont en outre maintenus par des points de suture à chaque extrémité [54, 55].

(3) Cas des greffons en résille ou des greffons de recouvrement total

Les greffons sont déposés puis suturés en place [28, 56]. Les sutures sont réalisées à la périphérie de manière lâche, les nœuds sont espacés de 3-4 mm. Il est également possible de réaliser des points de matelassier au travers du greffon. Le fil utilisé est préférentiellement

non résorbable (Nylon ou Polypropylène) [20, 48, 54, 55]. Il est également possible d'avoir recours aux agrafes chirurgicales. Celles-ci présentent l'intérêt d'une pose plus rapide [20]. Il est possible de suturer le greffon en légère tension pour faciliter son adhérence à la plaie, notamment pour les plaies de forme convexe [55].

Idéalement, il est possible de faire dépasser le greffon de 0,2 à 1 cm sur tout le périmètre de la plaie et de maintenir celui-ci avec des points simples [20, 48]. La portion de greffon qui déborde est destinée à nécroser en raison de l'absence de système vasculaire à son contact. Le débord peut être excisé immédiatement ou une fois la prise du greffon [28, 33, 54, 55].

Le greffon est si possible placé sur le lit de façon à ce que le sens du poil du greffon soit identique à celui de la peau adjacente [48].

Au besoin, le tissu de granulation peut être préparé à la lame de bistouri avant le dépôt du greffon sur le lit receveur.
Le greffon est fixé sur le lit receveur selon des modalités qui dépendent de la technique utilisée : il est enchâssé dans le tissu de granulation et/ou suturé au lit de plaie.

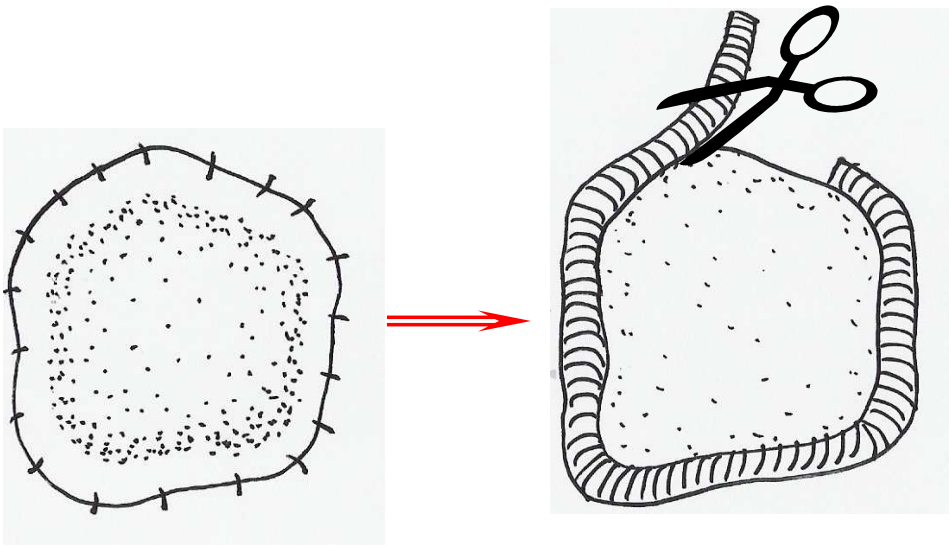

Figure 8 : Mise en place d'un greffon de peau avec débordement de 0,2 à 1 cm par rapport à la brèche cutanée puis découpe du débord nécrosé après la prise de la greffe. D'après Swaim [48]

3. Devenir du site donneur

Il existe deux destinées pour le site donneur.

a) Suture bord à bord

Le site donneur peut être excisé et ses bords suturés en première intention pour diminuer les soins et privilégier l'esthétique [48]. Cela concerne principalement les greffons de peau totale et certains cas de greffons de peau partielle épaisse où il ne persiste plus de follicules, ni de glandes annexes au sein du site donneur [28, 48, 49].

b) Cicatrisation par ré épithélialisation

Le site donneur peut également cicatriser par seconde intention en trois semaines environ [28, 44]. Cela concerne principalement les sites donneurs de greffe de peau partielle fine. Dans ce cas, le site de prélèvement cicatrise par ré épithélialisation à partir de l'épiderme persistant [28]. Cet épiderme est retrouvé aux marges de la plaie ainsi qu'à l'extrémité sectionnée des follicules pileux, des glandes sébacées et sudoripares si l'excision ne les a pas concernés [48].

Le site donneur est alors recouvert d'un pansement stérile classique ou éventuellement de gaze lipophile, de membrane biologique occlusive, de mousse de polyuréthane semi-perméable hydrophile, d'alginate de sodium et de calcium, de vaseline etc... [12, 53].

Les résultats de cette cicatrisation par seconde intention sont cependant moins bons qu'une exérèse du site donneur suivie d'une suture chirurgicale [55]. La structure cutanée est par ailleurs modifiée : des études chez l'homme prouvent que l'épaisseur de l'épiderme est doublée après cicatrisation par rapport à une peau normale [25].

Chez le chien le site donneur est le plus souvent excisé après des prélèvements de peau totale et de peau partielle épaisse.
Il est le plus souvent traité par cicatrisation par seconde intention après des prélèvements de peau partielle fine ou moyenne.

4. Soins postopératoire de la plaie greffée

Il est essentiel de prévenir tout exsudat s'interposant entre le greffon et le lit receveur. Un pansement doit maintenir un contact étroit entre le greffon et le lit de plaie pendant au moins 7 jours [20, 55]. Il doit comprendre une couche de contact non adhérente, une couche intermédiaire absorbante et une couche extérieure protectrice [54, 55]. De même, l'animal doit bouger le moins possible : il doit être confiné en cage et sédaté au besoin [28]. Il est également possible d'avoir recours aux drains passifs ou actifs [36, 48, 49].

Il est conseillé d'attendre 24 à 48 heures voire 5 à 7 jours pour le premier changement de pansement, afin de laisser les processus initiaux d'adhérence greffon-lit de plaie et d'imbibition se dérouler [20, 28, 33, 45, 49, 56]. Il convient de retirer ce pansement avec précautions pour ne pas risquer de rompre les adhérences crées entre le greffon et le lit receveur [20]. Cependant, la mobilité induite par cette opération ne doit pas décourager le changement de pansement : elle est, en effet, moins délétère que l'interposition d'une collection entre le greffon et le lit de plaie [20]. Une inspection tous les jours ou tous les deux voire quatre jours est recommandée les deux semaines suivantes [20, 28, 55]. Les bandages sont maintenus au total 2 à 5 semaines [20, 28, 49]. La résistance définitive est effectivement obtenue en 4 à 6 semaines [55].

Un système permettant un contact étroit entre le greffon et la plaie est obligatoire à la prise de la greffe : il s'agit de pansements le plus souvent, parfois associés aux drains.
Des soins réguliers doivent être entrepris au bout de 1 à 7 jours après réalisation de la greffe et pendant une durée de 2 à 5 semaines.

C. Principes généraux et conditions de prise des greffons cutanés

1. Principes généraux de prise du greffon

Après excision du site de prélèvement, le greffon subit des processus dégénératifs irrémédiables. Les phénomènes régénératifs commencent avec la mise en place du greffon dans son lit de greffe. Ils évoluent alors conjointement aux processus dégénératifs [21, 27, 48, 49]. Sept à dix jours après l'intervention, les processus régénératifs doit avoir pris le dessus sur les processus dégénératifs empêchant ainsi la mort du greffon [20, 21, 48]. Il s'agit d'un processus complexe [54, 55]. Il est possible de distinguer deux processus intervenant respectivement dans la fixation et la survie du greffon : l'adhérence et la nutrition.

a) L'adhérence

L'adhérence est le premier processus à se mettre en place. Elle est obtenue dès le premier jour grâce au développement d'une trame de fibrine entre le greffon et le lit receveur [20, 27, 49, 55, 56]. La fixation du greffon et son immobilité favorise la croissance des capillaires depuis le site receveur [20, 54, 55]. La fibrine est ensuite lysée par action de leucocytes et notamment des phagocytes. Un tissu fibreux de remplacement est alors synthétisé par les fibroblastes et permet une adhérence ferme entre le greffon et le lit receveur au 30ème jour [20, 48, 54, 55].

b) La nutrition

La nutrition du greffon est successivement assurée par trois procédés différents : l'imbibition plasmatique, la circulation vasculaire rudimentaire et la revascularisation.

(1) L'imbibition plasmatique

L'imbibition plasmatique intervient dans les trois premiers jours [28, 48, 49, 56]. Dans les premières minutes, les vaisseaux du greffon sont soumis à un spasme réflexe [49]. Une dilatation secondaire suit la mise en place sur le lit receveur et vient remplacer le spasme initial [20, 48, 49]. Le lit receveur produit un liquide contenant des protéines (sauf le fibrinogène) et des cellules sanguines (leucocytes et érythrocytes). Le greffon absorbe alors ce liquide par capillarité (Figure 9) [20, 27, 49]. Il est de ce fait fréquent d'observer un œdème du greffon dans les 48 à 72 heures [20]. Il résulte d'une circulation veineuse non rétablie avec le site receveur [20, 48]. Conjointement, l'absorption de produits de dégradation de l'hémoglobine donne au greffon un aspect cyanosé [20, 49]. Ces modifications morphologiques correspondent à un déroulement favorable du processus de prise de la greffe [48].

(2) La circulation vasculaire rudimentaire

La circulation vasculaire rudimentaire intervient à partir du troisième à cinquième jour environ et est fondamentale à la survie du greffon jusqu'à la revascularisation intervenant une semaine plus tard [18, 34, 49, 50, 54, 56]. Elle est même démontrée expérimentalement dès la 22ème heure [10, 34]. Des bourgeons capillaires se forment depuis le tissu receveur et s'anastomosent directement aux vaisseaux du greffon (Figure 9). Le réseau de fibrine sert d'échafaudage le long duquel les bourgeons vasculaires provenant du lit de plaie se développent [20, 49, 56]. Des anastomoses vasculaires peuvent se former entre les vaisseaux du greffon issus du plexus dermo-épidermique moyen et ceux du lit receveur [49, 51]. Aléatoirement, une artère provenant du greffon peut s'aboucher à une veine du lit de greffe et inversement. Ce phénomène implique des remaniement histologiques de la paroi des vaisseaux [48]. Le flux sanguin initial est faible. Ce flux augmente avec le temps et atteint une vitesse normale vers le cinquième ou sixième jour [48].

(3) La revascularisation

Une à deux semaines après la mise en place du greffon sur son lit receveur, la revascularisation débute [20, 56]. De même, de nouveaux vaisseaux lymphatiques se développent dans le greffon dès le 4 ou 5eme jour [20]. La revascularisation se traduit par le rétablissement des circulations sanguine et lymphatique dans le greffon permises par le développement de nouveaux vaisseaux (Figure 9). Ceux-ci proviennent du lit de greffe, et croissent en direction du greffon [8, 20, 27, 48, 54, 55]. Les vaisseaux nouvellement formés sont irréguliers, tortueux et de diamètre inconstant [20, 48]. Puis, un remodelage vasculaire a lieu au sein du greffon : les vaisseaux porteurs des flux sanguins majoritaires se redressent, s'élargissent et forment de nouvelles artérioles [20, 48]. La vitesse de croissance des néo capillaires a été évaluée à environ 0,5 mm par jour [34, 48]. Parfois, les vaisseaux néoformés peuvent se développer au contact des vestiges vasculaires du greffon. Il existe alors deux possibilités :

- soit une anastomose avec les cellules endothéliales encore viables du greffon
- soit une poursuite de la croissance du néo capillaire à l'intérieur du vestige vasculaire si ces cellules sont non viables. Leur croissance est alors plus rapide [48]. Ils rencontrent en effet moins de résistance mécanique [48].

Une ré innervation du greffon a lieu conjointement. Elle est d'autant plus satisfaisante que le greffon est fin, que les tissus adjacents sont bien innervés et qu'un bandage est appliqué pendant cette période [20, 49]. Elle se traduit en premier lieu par la douleur perceptible, puis par le rétablissement des sensations du toucher et enfin par la perception de la température [20].

La prise du greffon nécessite successivement plusieurs mécanismes : l'adhérence grâce à une trame de fibrine, l'absorption des fluides riches en éléments nutritifs exsudés par le lit de plaie, l'anastomose des vaisseaux du greffon et du site receveur et enfin, le développement de nouveaux vaisseaux.

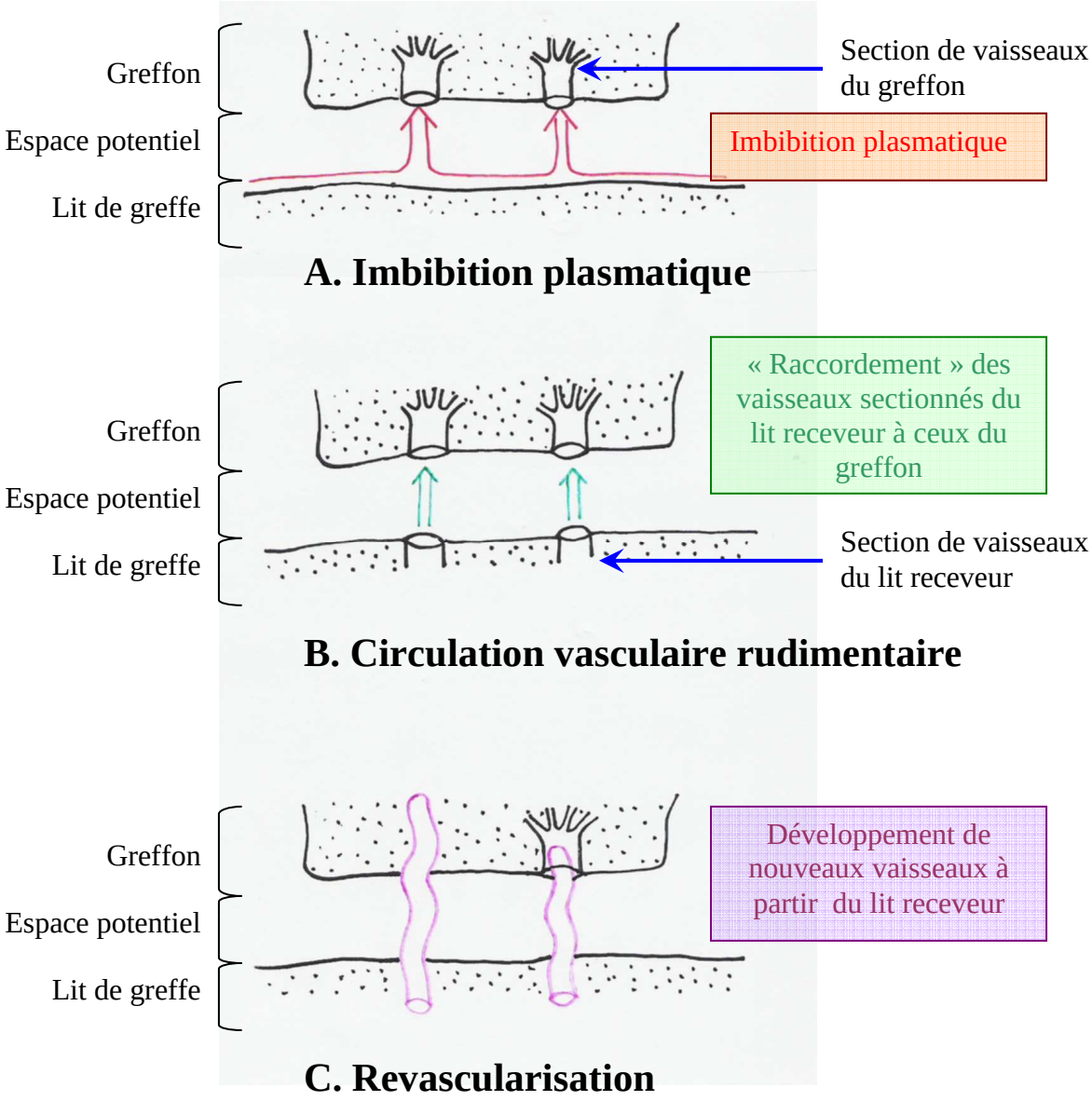

Figure 9 : Mécanisme de nutrition du greffon
A, Imbibition plasmatique. B, Circulation vasculaire rudimentaire.
C, Revascularisation. D'après Swaim [50]

2. Conditions de prise du greffon

a) Milieu nécessaire à la prise du greffon

Le lit de greffe idéal doit être bien vascularisé et doit présenter une absence de contamination bactérienne et de tissu nécrosé.

(1) Une vascularisation suffisante

Le tissu de bourgeonnement est un lit idéal du fait de la grande quantité de vaisseaux capillaires qu'il contient [6, 20, 28, 33, 45, 48, 49, 54, 55, 56]. Cependant des études menées chez le chien démontrent que les greffons se revascularisent encore plus rapidement et que leur survie est meilleure sur une plaie récente que sur un tissu de granulation (85 % de survie à 90 jour pour un greffon de peau total sur une surface à vif contre 58 % sur un tissu de granulation) [3, 48]. Cependant, certains auteurs considèrent qu'un délai de 24 à 48 heures après le traumatisme augmente les chances de succès en permettant la mise en place d'un début de tissu de granulation [56].

Les plaies chroniques chirurgicalement parées sont, elles aussi, propices à condition qu'elles comportent un tissu de bourgeonnement suffisant [20, 48, 49, 54]. Un délai de 1 à 2 jours est souvent préférable après le parage chirurgical pour favoriser le développement du tissu de bourgeonnement et éviter le développement d'hématomes ou de collections séreuses [20, 48, 49, 54, 55].

(2) Une absence de contamination bactérienne et de tissu nécrosés

Elle est obtenue habituellement par parage et lavage [48, 54]. Le lavage est effectué préférentiellement à l'aide d'une solution électrolytique équilibrée stérile ou à défaut avec de l'eau du robinet [54, 55]. Le parage peut être réalisé grâce à différentes techniques : excision chirurgicale jusqu'aux tissus sains (saignement observé), parage chimique secondaire à l'action d'agents protéolytiques ou d'association d'acides, parage mécanique par application de pansements adhérents non occlusifs [54, 55]. L'apparition d'un tissu épithélial en formation aux marges de la plaie est un indice signant que la plaie est suffisamment saine pour recevoir un greffon cutané [48]. Il est généralement obtenu dans les 3 à 6 jours suivant la perte du revêtement cutané [55].

b) Interférences à la prise du greffon

Plusieurs facteurs interfèrent avec la prise du greffon. Il s'agit de facteurs locaux ou de facteurs systémiques.

(1) Facteurs locaux

Cela concerne principalement les défauts de contact permanent ou intermittent entre le greffon et le lit receveur (du fait de l'existence d'une mobilité entre le greffon et le lit de plaie), et d'un lit receveur inapte.

(a) Un mauvais contact greffon-lit de plaie

Un mauvais contact greffon-lit de plaie peut résulter d'un défaut d'apposition par interposition d'une collection ou d'une immobilisation insuffisante.

(i) Par interposition d'une collection liquidienne

La trame de fibrine impliquée dans la cicatrisation ne peut se développer qu'en présence d'un contact étroit et durable entre le greffon et le lit de plaie (cf. I.C.1) [20, 54, 55]. Ce bon contact nécessite une préparation minutieuse du site receveur et des moyens de contention adaptés (suture, enchâssement…) [54, 55]. Toute accumulation de liquide tel qu'un hématome ou une collection séreuse, ou toute infection superficielle sont délétères à l'établissement de la trame de fibrine [20, 28, 54, 55]. De plus, l'infection induit la dissolution des ponts de fibrine déjà établis par l'action d'enzymes protéolytiques et du plasminogène notamment en présence de *Streptococcus pyogenes* [20, 28, 56].

Un drainage de la plaie est recommandé : il peut être actif ou passif.

Un drainage passif peut être obtenu par de courtes incisions reparties sur le greffon (greffon en filet). Elles favorisent l'évacuation des liquides [20, 33, 49].

Un drainage actif est bénéfique à la résorption des collections [36]. Dans le cas où une collection est anticipée ou si la plaie est faiblement contaminée, un drainage actif doit être mis en place au moment de la réalisation de la greffe [48, 54]. Un tel drain peut être réalisé par exemple au moyen d'une aiguille épicrânienne dont la tubulure est perforée et reliée à un tube sous vide. L'usage d'un drain augmente le drainage de la plaie mais nécessite un lavage de la plaie minutieux au préalable pour éviter l'oblitération de la tubulure [58]. Dans le cas d'apparition d'une collection sans drain disposé préalablement, une aspiration à l'aiguille fine doit être réalisée dès que possible et aussi régulièrement que nécessaire [54, 55].

(ii) Par immobilisation insuffisante

La mobilité est délétère pour l'établissement de la trame de fibrine nécessaire à l'adhérence [20, 28, 54, 55]. Elle est également délétère à l'établissement des connexions vasculaires et à la recolonisation du greffon par les bourgeons vasculaire du lit receveur [20].

Des sutures à la périphérie du greffon ou des points de matelassiers au travers du greffon peuvent apporter une immobilisation satisfaisante [20, 54, 55]. Des bandages ou des pansements peuvent également être utilisés [20]. Dans certains cas, comme par exemple pour les extrémités des membres, des pansements de type Robert Jones avec ou sans attelles, voire des résines ou encore des fixateurs externes peuvent être utilisés [49, 54, 55].

(b) Un lit de plaie inapte à recevoir un greffon

(i) Une préparation insuffisante du lit receveur

Une vascularisation suffisante est déterminante pour fournir l'apport nutritionnel nécessaire au greffon [56]. Elle est tributaire de la préparation du lit receveur [54, 55]. Les tissus nécrosés et les contaminations visibles macroscopiquement doivent être éliminées préalablement à la mise en place du greffon [54, 55].

(ii) Un lit receveur non adapté

Les epithelia squameux stratifiés, les os, les cartilages, les tendons, les nerfs sans tissu conjonctif protecteur sont des supports inaptes à recevoir des greffons cutanés [20, 27, 33,

48]. Les blessures par écrasement, les tissus irradiés, le tissu adipeux avasculaire, les tissus de granulation hypertrophiés ou anciens et les ulcères chroniques sont des surfaces peu adaptés à la greffe cutanée [20, 28, 48]. Dans ces cas, un tissu de granulation sain doit être recherché par parage et lavage préalablement au dépôt du greffon [33, 48]. Lors de plaie chronique, il est possible de mettre à profit l'omentum pour stimuler la granulation nécessaire à la réalisation de la greffe. Cette technique est particulièrement intéressante pour les plaies du thorax, de l'abdomen ou des creux inguinaux et axillaires [6].

(2) Facteurs systémiques

Un animal débilité ou une maladie chronique sous-jacente (par exemple une anémie sévère) contre indique la réalisation d'une greffe cutanée [49].

La prise du greffon nécessite un lit receveur bien vascularisé (tissu à vif ou tissu de granulation) et non contaminé.
Un mauvais contact greffon-lit de plaie (par collection liquidienne ou mobilité importante) ou un tissu receveur non adapté ainsi que toute maladie intercurrente sont des conditions défavorables aux processus de cicatrisation du greffon.

D. Résultats comparés

La période des 4 à 7 premiers jours est la période déterminant le succès de la prise de la greffe. Un aspect normal du greffon passé ce délai est en faveur d'une réussite de la greffe [55]. La repousse des poils débute généralement en 2 à 3 semaines et se poursuit encore pendant plusieurs semaines [20, 55].

1. Aspect macroscopique

L'aspect macroscopique d'une greffe cutanée chez le chien dépend surtout du degré de repousse des poils et de manière moins importante, de la présence d'une quantité suffisante d'annexes cutanées [48, 54, 55]. Plusieurs facteurs interviennent dans ces mécanismes. Ce sont principalement la profondeur de greffon prélevé et la proportion de la plaie qui cicatrise par ré épithélialisation.

a) Influence de la profondeur du greffon prélevé

Les greffes de peau partielle sont réputées pour contenir peu, voire aucun bulbe pileux et donc n'offrir qu'une repousse pilaire éparse [56]. Les greffes de peau totale conservent, elles, la totalité ou une grande majorité des bulbes pileux du greffon prélevé [28, 56]. Elles présentent par la suite une repousse pileuse optimale comme le montrent certaines études [27, 54, 55].

b) Influence de la proportion de la plaie cicatrisant par seconde intention

Les techniques par recouvrement complet de la plaie donnent les meilleurs résultats cosmétiques [54, 55]. A l'inverse, les greffons en îlot, en timbre, en bande et en filet donnent une proportion variable de plaie cicatrisant par seconde intention. La repousse pilaire est secondairement plus clairsemée [54, 55]. Parmi ces techniques, les greffons en bandelette ou en îlot cicatrisent en laissant des zones importantes de la plaie non recouvertes de poils et donnent donc les moins bons résultats esthétiques [54, 55].

Cependant, certains auteurs considèrent que le résultat cosmétique importe peu et que seule la restauration de la fonction de couvrement de la peau doit être recherchée en priorité [56].

Les techniques de greffe de peau totale sont réputées pour offrir les meilleurs résultats esthétiques, notamment par la bonne repousse pilaire qu'elles permettent. Le recouvrement total de la plaie est toujours préférable pour obtenir un résultat cosmétique optimal.

2. Pourcentage de survie des greffons

a) Influence de la profondeur du greffon prélevé

Des études montrent que les greffes de peau partielle fine ont pour principal avantage une prise plus aisée par rapport aux greffons de peau totale. Chez le chien, le pourcentage moyen de survie pour des greffons de peau partielle fine est de 89% contre 58% pour des greffons de peau totale [27]. Chez le cheval, une étude réalisée sur des greffons de peau partielle fine montre un pourcentage moyen de survie très proche (88%) [4]. D'autres études réalisées chez le cheval donnent des résultats comparables à ceux obtenus chez le chien : 75% de survie pour les greffons de peau totale [5]. Les mêmes différences de survie sont observées chez l'homme [9]. Ces observations sont expliquées par l'abondance du réseau capillaire à la surface du derme excisé sur les greffons de peau partielle fine. Les vaisseaux susceptibles de se reconnecter avec les vaisseaux du lit de greffe sont donc plus nombreux [20, 48]. La survie du greffon est ainsi facilitée. De plus, les vaisseaux en croissance ont une distance plus faible à couvrir et doivent supporter l'irrigation d'une masse tissulaire moindre [27, 48].

b) Influence de la technique de greffe employée

Le pourcentage de survie des greffons de peau totale en filet est très bon chez le chien, mais aussi chez le chat : il varie entre 90 et 100% [20, 45, 49]. Il est de même moins sensible à la formation de collections par les sérosités et à la mobilité du lit donneur [49].

c) Influence du délai de réalisation de la greffe

Empiriquement, certains auteurs considèrent qu'un délai de 24 à 48h après le traumatisme générant la plaie est préférable avant la réalisation de la greffe [56].

Expérimentalement, une étude réalisée chez le lapin confirme ces intuitions. Elle montre que des pourcentages de survie du greffon de peau totale inférieurs sont obtenus lorsque les greffons sont appliqués sur le lit receveur entre 12h et 24h après le traumatisme initial. Ces résultats sont corrélés à une exsudation et un œdème des tissus receveurs plus importants dans ces délais [52].

Les greffons de peau partielle fine présentent un pourcentage de survie plus élevé que les greffons de peau plus épaisse.
Une greffe en filet augmente le pourcentage de survie des greffons ainsi réalisés.
Un délai de 48h après un traumatisme est préférable avant de réaliser une greffe.

3. Aspect histologique

Selon l'épaisseur du greffon prélevé, les annexes épidermiques sont observées ou non dans le greffon. Contrairement aux greffons de peau totale, les greffons de peau partielle même épais réalisés par Jensen chez le chien ne comportent aucun follicule pileux, ni glandes sébacées, ni glandes sudoripares [21]. L'objectif de la deuxième partie de ce travail est de déterminer la profondeur minimale à exciser pour exporter dans le greffon la totalité des follicules pileux.

Les greffons de peau partielle fine contiennent peu voire aucune annexe épidermique (glandes cutanées et poils).
Les greffons de peau totale contiennent la totalité des annexes épidermiques.
Les greffons d'épaisseur intermédiaire contiennent une quantité variable d'annexes inversement proportionnelle à l'épaisseur prélevée.

E. Conclusion partielle : propriétés de chaque technique et indications spécifiques

1. Tableaux récapitulatifs : Comparaison des avantages et des inconvénients de chacune des techniques décrites

a) Selon l'épaisseur du greffon prélevé

Les avantages et les inconvénients des greffons de peau partielle et totale sont résumés dans le Tableau I.

Tableau I: Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de l'utilisation des greffons de peau partielle ou totale [3, 20, 27, 28, 46, 48, 49, 54, 55].

	Avantages	Inconvénients
Greffon de peau partielle	1. Facile et rapide à réaliser 2. Prise du greffon facilitée 3. Expansion du greffon plus importante après cicatrisation 4. Possibilité de cicatrisation par épithélialisation du site donneur *	1. Durée de vie réputée plus limitée 2. Résultats cosmétiques réputés moins bons * 3. Nécessité d'utilisation d'instruments spécifiques
Greffon de peau totale	1. Excellents résultats cosmétiques 2. Réalisation pratique accessible à tout praticien 3. Résistante après cicatrisation	1. Préparation plus longue et minutieuse 2. Difficultés de prise du greffon 3. Nécessité d'excision du site donneur

* selon la technique employée

b) Selon la proportion de recouvrement du lit de plaie souhaité

Les avantages et les inconvénients des greffons de recouvrement partiel et total sont résumés dans le Tableau II.

Tableau II : Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de l'utilisation des greffons de peau partielle ou totale [20, 28, 33, 48, 49, 54, 55, 56].

	Avantages	Inconvénients
Greffon de recouvrement partiel	1. Adhérence facilitée au lit de plaie donc moins sensible aux exsudats et aux infections 2. Flexible et plastique donc moins sensible à la mobilité du lit receveur 3. Possibilité d'expansion et d'ajustement du greffon au lit receveur *	1. Résultat cosmétique moins bon 2. Tissu de granulation parfois exubérant 3. Fixation chirurgicale au lit de plaie délicate* 4. Fastidieux à réaliser *
Greffon de recouvrement total	1. Résultat cosmétique maximal 2. Réalisation aisée *	1. Nécessite une immobilité parfaite du greffon par rapport au lit de plaie 2. Plus sensible au décollement par mise en place de collection liquidienne

* selon la technique employée

2. Indications comparées

Des propriétés différentes précédemment décrites se dégagent des indications spécifiques à chacune des techniques.

a) Selon l'épaisseur du greffon prélevé

(1) Greffons de peau totale

D'après la littérature, il semble que les greffes de peau totale doivent être privilégiées dans les plaies intéressant les membres. En effet, les greffons de peau totale seraient plus durables et moins sujets aux chocs que les greffons de peau partielle [3]. En effet, certaines études chez l'enfant démontrent que dans le cas de zones topographiques très mobiles comme les mains, les greffons de peau totale ont une meilleure durabilité à long terme que les greffons de peau partielle [46].

Cependant cette indication est relative, puisque certains bons résultats sont obtenus en pratique avec des greffons de peau partielle parfois même très fins (0,3 mm) [15].

Il en est de même pour les plaies concernant les chiens de petite taille, tels que les chiens des races Toy. Il est dans ce cas difficile de trouver une surface plane suffisante pour l'utilisation d'un dermatome [48]. Cette considération est généralisable à tous les animaux de petite taille (chat, lapin etc.…).

Pour tous les cas où un résultat cosmétique optimal est souhaité, une greffe de peau totale est souvent préconisée. Pour les greffons de peau totale, toute l'épaisseur cutanée est effectivement prélevée ce qui confère une repousse du poil maximale [48, 49]. L'objectif de

la deuxième partie de cette étude est de déterminer la profondeur minimale de greffon de peau partielle à prélever pour exporter tous les follicules pileux et se rapprocher alors des résultats cosmétiques des greffes de peau totale. De plus, les greffons de peau partielle fine peuvent parfois apparaître écailleux et manquer de glandes sébacées [48, 49].

Enfin, dans le cas où le matériel nécessaire à la réalisation de greffes de peau partielle est non disponible, une greffe de peau totale reste envisageable. Il en est de même si l'expérience du chirurgien est insuffisante pour prélever des greffons de peau partielle [48].

(2) Greffons de peau partielle

Les greffes de peau partielle doivent être privilégiées si la rétraction de plaie est susceptible de poser problème. En effet, il est démontré expérimentalement que cette expansion est plus importante avec des greffons de peau partielle qu'avec des greffons de peau totale (105% d'expansion pour les greffons de peau totale contre 130% pour les greffons de peau partielle sur un lit de plaie en bourgeonnement après 90 jours) [41]. Il est démontré que cette différence n'est pas liée au mode de prélèvement différent selon l'épaisseur cutanée prélevée [41]. Cette différence n'est par contre pas démontrée chez le cheval [9].

De même, si le principal souci est de voir le greffon prendre avec un maximum de chance, sans préoccupation esthétique, une greffe de peau partielle est indiquée en priorité [27, 48, 49]. Cependant, certaines études ne montrent pas de différence significative de viabilité à court terme entre les greffons de peau partielle et de peau totale [3].

Enfin, si le site donneur de peau ne peut faire l'objet d'une exérèse complète, une greffe de peau partielle est indiquée [27, 28].

Les greffons de peau totale semblent devoir être privilégiés dans le recouvrement des plaies des membres, dans les cas où un prélèvement de peau partielle s'avère difficile ou impossible et dans tous les cas où un résultat cosmétique optimal est requis.

b) Selon la proportion de recouvrement du lit de plaie souhaité

Un recouvrement partiel peut être envisagé dans tous les cas où son résultat esthétique pourra être satisfaisant ou lorsque peu de peau donneuse est disponible [20, 33]. Dans ce cas, une alternative au recouvrement partiel peut être l'expansion artificielle d'une portion cutanée par l'implantation d'une poche de silicone dans le tissu sous cutané au minimum une semaine avant le prélèvement du greffon. Elle permet d'étirer la peau, et autorise ainsi un prélèvement de plus grande taille au moment de réaliser la greffe [22, 44].

Un recouvrement partiel ne doit être privilégié que lorsqu'une immobilisation de la plaie est impossible ou insuffisante pour accueillir un lambeau de recouvrement total [49]. Les greffons en filets adhèrent en effet, plus facilement au tissu sous-jacent que les greffons non perforés. Elles sont donc indiquées pour les surfaces irrégulières et les plaies mobiles comme les zones en regard des articulations [48, 49].

De la même manière, lorsqu'une collection séreuse est présente ou lorsque la plaie est faiblement contaminée, elles trouvent leur intérêt [20, 49].

Un recouvrement partiel doit être privilégié quand les conditions de prise du greffon ne sont pas toutes réunies ou quand le résultat esthétique n'est pas prioritaire.

II. Etude morphologique des greffes de peau libre chez le chien

A. Objectifs

Les greffons de peau partielle fine présentent globalement l'avantage d'une prise plus aisée et les greffons de peau totale présentent souvent un résultat cosmétique meilleur. La finalité de cette étude est de conjuguer ces deux avantages en déterminant la profondeur d'excision minimale d'un greffon de peau partielle permettant l'exportation de tous les bulbes pileux pour une repousse pilaire maximale tout en favorisant une bonne prise de par sa finesse.

B. Etude préliminaire sur un chien

1. Sujets, matériels et méthodes

Un chien mâle adulte de race Beagle (chien 1) destiné à être euthanasié est utilisé pour cette étude. Une prémédication à l'aide d'acépromazine (CALMIVET® 1 mg/kg) par voie intramusculaire est réalisée. L'animal est ensuite euthanasié à l'aide de pentobarbital (DOLETHAL®) par voie intra veineuse. Une tonte rase est réalisée sur la région lombaire qui est destinée au prélèvement des biopsies.

Des prélèvements cutanés successifs en zone dorsolombaire sont réalisés, à l'aide d'un dermatome (Aesculap® : Aesculap AG et CO. KG, Tuttlingen, Germany). Le dermatome est réglé à différentes profondeurs de coupe, successivement 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 mm. Une biopsie du centre de ce greffon de peau et une biopsie du centre du lit de plaie correspondant sont ensuite effectuées à l'aide d'un trépan à biopsie de 6 mm (Figure 10) puis sont placées dans un fixateur histologique (formol à 10%), et identifiées. Ces biopsies sont ensuite préparées pour un examen histologique classique (recoupe, conditionnement en cassettes de paraffine, coupe en tranche fine, montage sur lame puis coloration hémalun-éosine) afin de déterminer le niveau auquel les annexes sont sectionnées.

Des exérèses de peau de profondeur variable entre 0,4 mm et 1 mm sont réalisées en région lombaire d'un Beagle adulte.

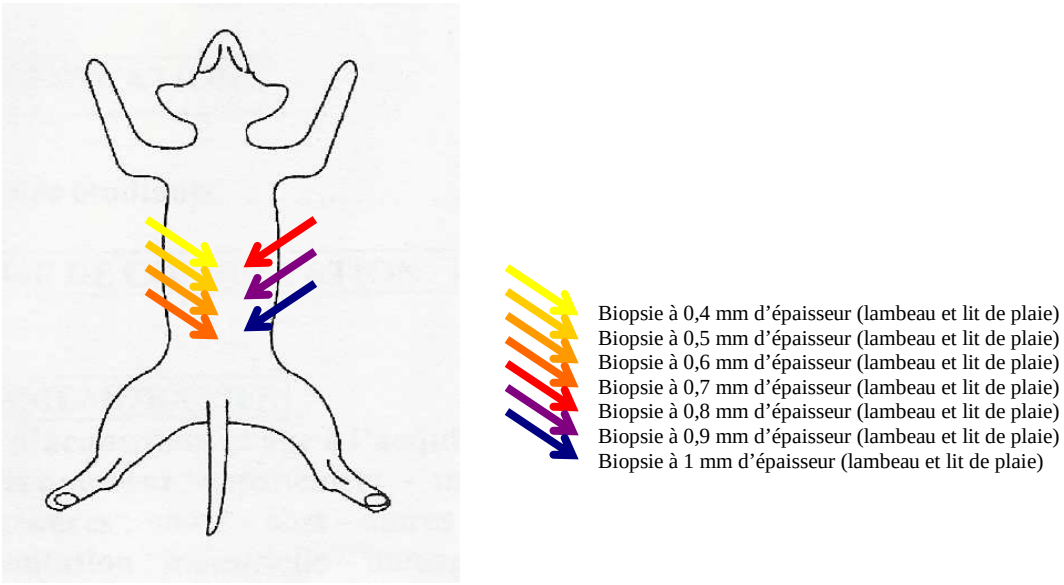

Figure 10 : Représentation schématique des lieux de biopsie cutanée du chien de l'étude préliminaire (chien en face dorsale)

2. Résultats

Les résultats de l'analyse histologique sont les suivants (Tableau III) : jusqu'à la profondeur de 0,5 mm, les bulbes pileux sont présents dans la portion du derme laissé *in situ* (lit de plaie). Les greffons ne concernent alors que les portions superficielles des follicules pileux. A 0,6 mm de profondeur, les bulbes sont retrouvés à la fois dans le lit de plaie et dans le greffon (Figure 11). A partir de 0,7 mm de profondeur, les bulbes pileux sont exportés en totalité avec le greffon.

Tableau III : Résultats de l'analyse histologique des greffons et lits de plaie de l'étude préliminaire (chien 1)

Epaisseur du greffon exporté (mm)	Examen du greffon	Examen de la biopsie du fond de la plaie
0,4	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
0,5	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
0,6	Quelques bulbes pileux sectionnés	Présence de quelques sections de bulbes
0,7	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
0,8	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
0,9	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
1,0	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes

A **B**

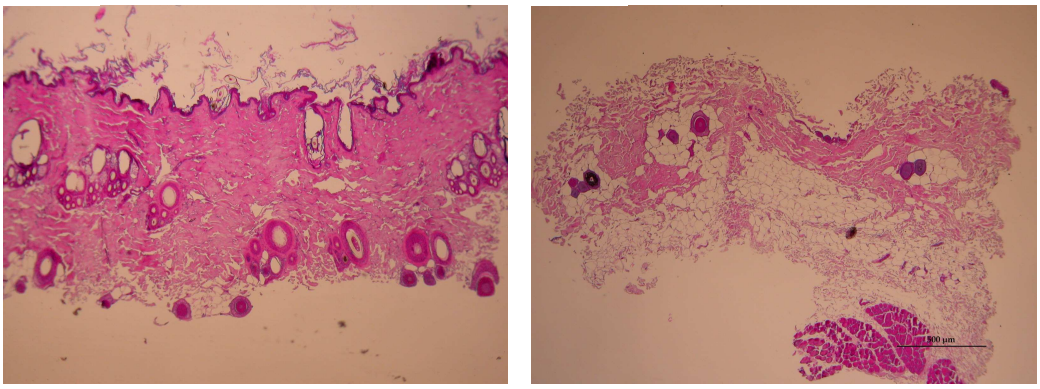

Figure 11 : Aspect histologique des échantillons prélevés sur les lombes du chien 1 pour une profondeur d'excision de 0,6 mm
A. Greffon de peau B. Lit de plaie associé
On note la présence de bulbes pileux sur les deux champs observés

Sur l'animal de cette étude préliminaire, la profondeur maximale des bulbes pileux en région lombaire est de 0,6 mm.

3. Discussion

Cette étude préliminaire est réalisée sur un seul chien, son but est de vérifier la faisabilité et de cibler approximativement la profondeur d'excision nécessaire pour l'exportation de tous les bulbes pileux. Elle ne tient, de ce fait, pas compte des variations individuelles, ni des variations engendrées par le prélèvement d'autres zones anatomiques que la région lombaire. L'étude de ces variations est l'objet de l'étude complétée.

Cette étude permet d'estimer que pour une excision de 0,7 mm d'épaisseur sur ce chien tous les bulbes pileux sont exportés. Cette profondeur de prélèvement pourrait donc permettre une repousse pilaire optimale après prise du greffon. Cette hypothèse reste cependant théorique.

Aussi, pour confirmer ces observations en limitant les manipulations, la majorité des manipulations de l'étude complétée sera réalisée avec des excisions de 0,8 mm d'épaisseur (0,7 + 0,1 mm de marge de sécurité). D'autres épaisseurs seront parfois prélevées pour établir des éléments de comparaison.

Les résultats de cette étude préliminaire ont fait l'objet d'une parution [30] :

Pin D., Cachon T., Carozzo C., (2007)
Determination of the depth of excision using a dermatome (Aesculap) to export all hair follicle bulbs from a donor site in the dog.
J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med, Nov, 54(9), 539-541.

C. Etude complétée sur onze chiens

1. Sujets, matériels et méthodes

a) Matériels, support biologique et manipulations réalisées

La préparation des animaux est identique à l'étude préliminaire (tranquillisation, euthanasie, tonte etc.).

Le protocole inclut 10 chiens Beagles, répartis en 2 groupes distincts.

Le premier groupe comprend 5 chiennes d'âge moyen qui font l'objet des prélèvements suivants :

- des prélèvements de peau distincts de 0.5, 0.6, 0.7, 0.9 mm d'épaisseur, en zone thoracique latérale. Des biopsies des greffons ainsi excisés et des lits de plaie correspondants sont ensuite réalisées.
- des biopsies de peau totale au niveau des faces dorsale et ventrale des tarses et face dorsale des carpes ainsi qu'en regard de l'épaule, au niveau de la cuisse et en zone dorsolombaire.
- des biopsies de peau partielle de 0,8 mm d'épaisseur (prélevées au dermatome) ainsi que des lits de plaie correspondants en regard de l'épaule, au niveau de la face latérale de la cuisse et en zone dorsolombaire (Figure 12).

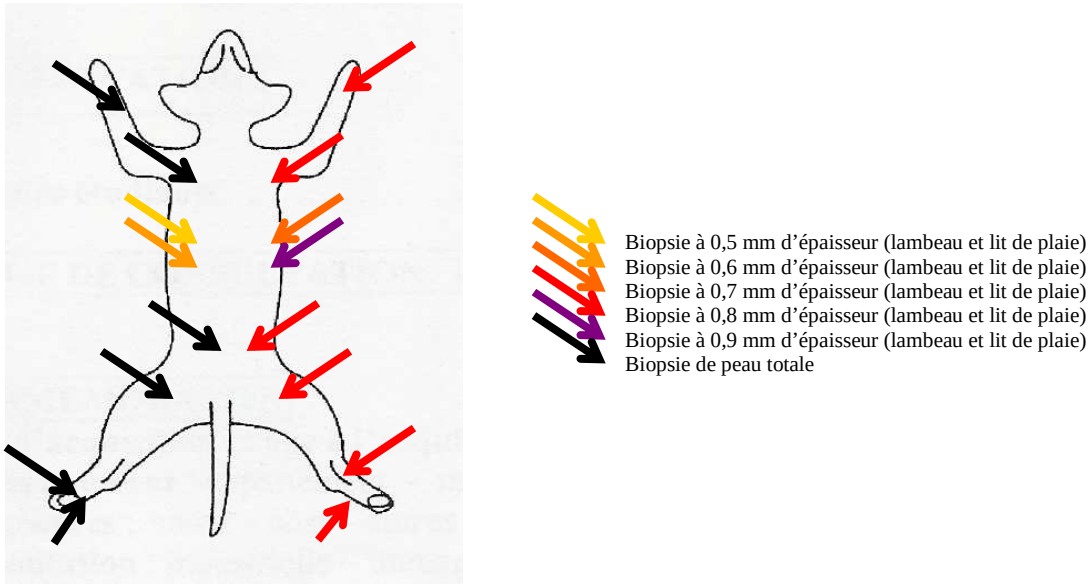

Figure 12 : Représentation schématique de la localisation des biopsies cutanées en fonction de leur épaisseur sur les chiens du groupe 5 (chien en face dorsale)

Le deuxième groupe comprend 5 chiens mâles d'âge moyen qui font l'objet des prélèvements suivants :

- des biopsies de greffon de peau partielle d'épaisseur 0,4 et 1 mm (prélevées au dermatome) ainsi que des lits de plaie correspondants en regard de l'épaule, au niveau de la face latérale de la cuisse et en zone dorsolombaire.
- des biopsies de peau totale au niveau de la face latéro-crâniale du tibia, et en face plantaire du radius ainsi qu'en regard de l'épaule, au niveau de la face latérale de la cuisse et en zone dorsolombaire.
- des biopsies de greffons de peau partielle d'épaisseur 0,8 mm (prélevées au dermatome) ainsi que des lits de plaie correspondants en face latéro-crâniale du tibia, et en face plantaire du radius (Figure 13) .

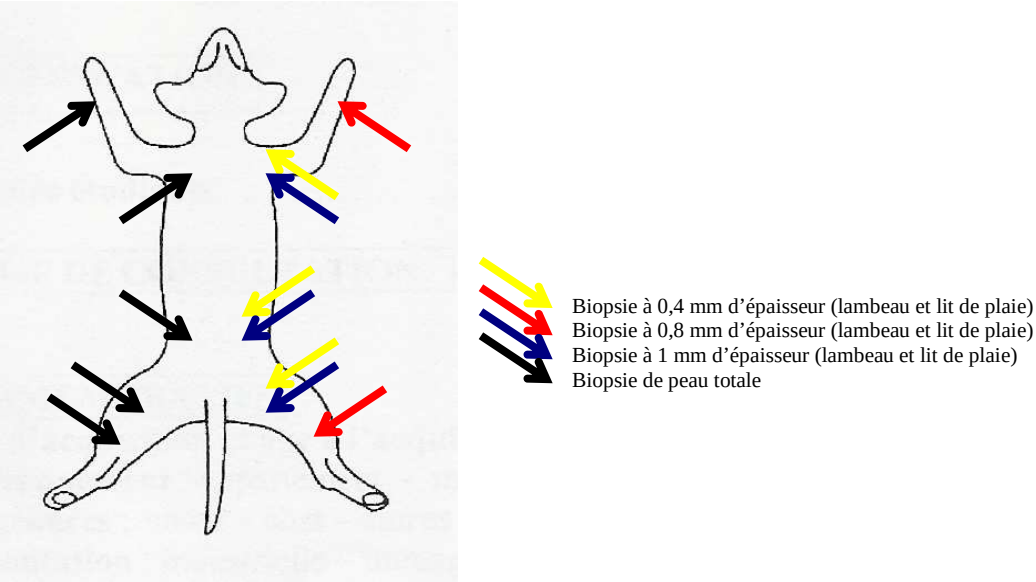

Figure 13 : Représentation schématique de la localisation des biopsies cutanées en fonction de leur épaisseur sur les chiens du groupe 5 (chien en face dorsale)

Pour les deux groupes, l'analyse histologique des prélèvements réalisés est similaire à celle pratiquée dans l'étude préliminaire.

Des excisions de peau d'épaisseur 0,4 mm à 1 mm et de peau totale sont réalisées sur 10 beagles adultes en diverses localisations topographiques.

b) Méthodes utilisées

Les biopsies de peau totale sont directement prélevées au trépan à biopsie de 0,6 mm. Elles sont ensuite saisies atraumatiquement puis extériorisées du revêtement cutané adjacent et enfin séparées à la lame de bistouri (lame numéro 11).

Les prélèvements de peau partielle sont réalisés au moyen d'un dermatome (cf. II.B.1). Un greffon de peau d'une épaisseur déterminée et d'une taille d'environ 50 mm x 30 mm est prélevé, puis exporté. La biopsie est prélevée au trépan à biopsie de 6 mm au centre du greffon ainsi réalisé (Figure 14). De la même manière, la biopsie du lit de plaie est effectuée au centre du site donneur (Figure 14). La biopsie du site donneur est également

saisie délicatement puis extériorisée et séparée du tissu profond au moyen d'une lame de bistouri.

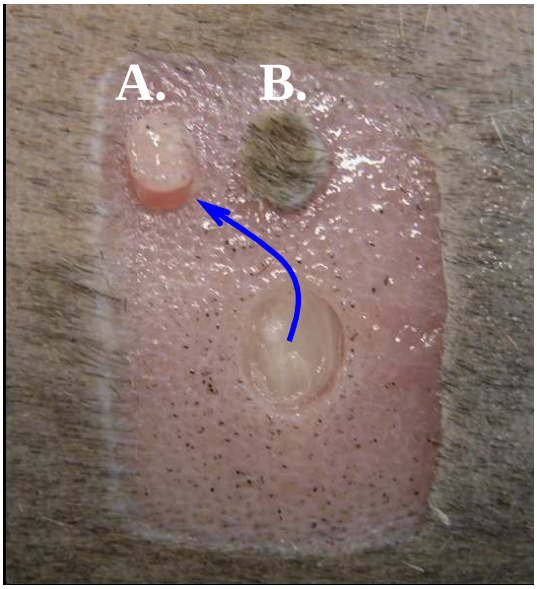

Figure 14 : Echantillons de la face latérale de l'épaule droite du chien 2 pour une excision de 0.4 mm de profondeur.
A. biopsie de lit de plaie. B. biopsie du greffon.

Les biopsies sont réalisées au trépan à biopsie de 6 mm de diamètre après excision du greffon à la profondeur déterminée.

2. Résultats

a) Résultats bruts

Les lames sont observées au microscope optique au faible grossissement (x50). Il est noté pour chacune la présence ou l'absence de bulbes pileux sur les champs observés à la fois pour le greffon et pour le lit de plaie.

Les résultats des deux groupes de chiens sont présentés dans les tableaux suivants (Tableau IV, Tableau V, Tableau VI, Tableau VII).

Tableau IV : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin des chiens 2 à 6

	Localisation et épaisseur	Examen du greffon	Examen du lit de plaie
Chien 2, 3, 4, 5 et 6	Thorax (0,5mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Thorax (0,6mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Thorax (0,7mm)	Quelques bulbes pileux sectionnés	Présence de quelques sections de bulbes
	Thorax (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Thorax (0,9mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Cuisse (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Lombes (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Epaule (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Cuisse (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Lombes (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Epaule (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Tarse ventral (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Tarse dorsal (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Carpe dorsal (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Tarse ventral (total)	Bulbes pileux entiers	
	Tarse dorsal (total)	Bulbes pileux entiers	
	Carpe dorsal (total)	Bulbes pileux entiers	

Tableau V : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin des chiens 7, 8 et 11

	Localisation et épaisseur	Examen du greffon	Examen du lit de plaie
Chien 7, 8 et 11	Cuisse (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Lombes (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Epaule (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Cuisse (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Lombes (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Epaule (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Cuisse (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Lombes (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Epaule (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Face latéro-crâniale tibia (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Face plantaire avant-bras (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Face latéro-crâniale tibia (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Face plantaire avant-bras (totale)	Bulbes pileux entiers	

Tableau VI : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin du chien 9

	Localisation et épaisseur	Examen du greffon	Examen du lit de plaie
Chien 9	Cuisse (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Lombes (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Epaule (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Cuisse (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Lombes (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Epaule (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Cuisse (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Lombes (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Epaule (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Face latéro-crâniale tibia (0,8mm)	**Quelques bulbes pileux sectionnés**	**Présence de quelques sections de bulbes**
	Face plantaire avant-bras (0,8mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Face latéro-crâniale tibia (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Face plantaire avant-bras (totale)	Bulbes pileux entiers	

Tableau VII : Résultats de l'examen histologique des greffons, lits de greffe et peau témoin du chien 10

	Localisation et épaisseur	Examen du greffon	Examen du lit de plaie
Chien 10	Cuisse (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Lombes (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Epaule (0,4mm)	Bulbes pileux sectionnés	Présence de sections de bulbes
	Cuisse (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Lombes (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Epaule (1mm)	Bulbes pileux entiers	Absence de section de bulbes
	Cuisse (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Lombes (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Epaule (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Face latéro-crâniale tibia (0,8mm)	**Quelques bulbes pileux sectionnés**	**Présence de quelques sections de bulbes**
	Face plantaire avant-bras (0,8mm)	**Quelques bulbes pileux sectionnés**	**Présence de quelques sections de bulbes**
	Face latéro-crâniale tibia (totale)	Bulbes pileux entiers	
	Face plantaire avant-bras (totale)	Bulbes pileux entiers	

Nous nommerons épaisseur charnière l'épaisseur où il est noté la présence de bulbes pileux conjointement sur le greffon et le lit de plaie. Les résultats obtenus dans cette étude (chien 2 à 6) montrent que l'épaisseur « charnière » est de 0,7 mm en région thoracique.

Les études effectuées sur les régions de l'épaule, de la cuisse et des lombes montrent que les prélèvements à 0,8 mm de profondeur permettent toujours d'exporter la totalité des bulbes pileux.

Les études effectuées sur les extrémités des membres montrent des résultats variables. En effet, pour les chiens 2 à 6, les excisions de peau partielle (0,8 mm) réalisées sur les tarses et carpes permettent de mettre en évidence l'exportation systématique des bulbes pileux à cette épaisseur. Les résultats de l'étude histologique des échantillons prélevés sur les chiens 7 à 11 montrent que dans la majorité des cas, l'épaisseur excisée est suffisante à l'exportation des bulbes. Cependant, dans 20% des cas d'excisions à 0,8 mm en région ventrale du carpe (chien 10) et dans 40% des cas d'excisions à 0,8mm en région latéro-crâniale du tibia (chiens 9 et 10). Cette épaisseur ne permet pas l'exportation de la totalité des bulbes pileux.

Dans la majorité des cas, une excision à 0,8 mm de profondeur est suffisante pour l'exportation de la totalité des bulbes pileux.

3. Discussion

Nous allons successivement discuter des matériels et des méthodes utilisés puis interpréter les résultats.

a) Sujets, matériel et méthodes

(1) Support biologique et matériels utilisés

(a) Support biologique

Onze chiens adultes de race Beagle sont utilisés pour cette étude. Cette race est choisie car il s'agit d'un chien de taille moyenne, se prêtant bien à l'expérimentation. Elle possède cependant des caractéristiques morphologiques cutanées particulières. Le Beagle présente en effet un pelage se rapprochant du type sauvage et comportant principalement des follicules pileux primaires implantés profondément. En outre, l'expérimentation est effectuée en fin de printemps, lors de la phase anagène du cycle pilaire alors que les bulbes sont ancrés le plus en profondeur du derme. Ces propriétés influencent donc la profondeur des bulbes pileux (cf. II.C.3.b)(1) et II.C.3.b)(2)).

Il n'a pas été démontré expérimentalement de différence significative d'épaisseur cutanée en fonction du sexe [57]. Nous choisissons donc aussi bien des individus mâles que femelles, et des animaux adultes pour des raisons de disponibilité.

Ces chiens sont euthanasiés pour l'expérimentation pour des raisons éthiques. L'expérimentation est réalisée immédiatement après euthanasie. Elle ne laisse pas le temps à d'éventuelles modifications structurelles de se produire. Les modifications gênantes seraient notamment la rigidité musculaire cadavérique (y compris des muscles peauciers) et le dessèchement cutané. Les résultats expérimentaux sont de ce fait jugés identiques à ce qu'ils seraient si l'expérimentation était réalisée sur animal vivant. Une tranquillisation préalable est réalisée pour les mêmes raisons éthiques. L'acépromazine à forte dose est choisie pour ses effets tranquillisants reconnus, pour des raisons de simplicité d'utilisation (voie intramusculaire) et de coût. Les animaux sont ensuite euthanasiés dans un délai compatible avec l'action optimale de l'acépromazine (attente de 10 minutes au moins). La molécule létale utilisée (le pentobarbital) est administrée par voie intra veineuse, favorisant ainsi une action rapide et une euthanasie sans douleur.

(b) Matériels

Le dermatome utilisé pour cette étude (dermatome Aesculap® AG et CO. KG, Tuttlingen, Germany) comporte des possibilités de réglage de profondeur par pallier de 0,1mm, indispensables à cette expérimentation.

L'objectif de l'étude est d'observer la présence des follicules pileux sur les différentes coupes réalisées. Pour cela, des biopsies cutanées sont prélevées au moyen d'un trépan à biopsie. Un diamètre de 6 mm est choisit, ce diamètre autorisant, en effet, une taille suffisante d'échantillon pour un examen histologique.

Un examen histologique standard est suffisant pour l'observation des follicules pileux. Le formol est choisi comme fixateur puisqu'il s'agit d'un fixateur classique et qu'il est compatible avec la réalisation d'un tel examen.

Les biopsies sont ensuite traitées de manière classique : elles subissent une coloration hémalun-éosine, qui permet de mettre en évidence les follicules pileux dans l'épaisseur cutanée.

L'étude est réalisée immédiatement après euthanasie sur des Beagles adultes des deux sexes.
Le dermatome utilisé autorise un réglage des profondeurs de coupe par pallier de 0,1 mm.

(2) Méthodes utilisées

(a) Répartition des animaux en lots

Les chiens sont répartis en groupes en fonction des divers objectifs de l'étude :

Le premier objectif est de déterminer la profondeur des bulbes pileux dans les zones potentiellement donneuses de greffon de peau. Pour cela nous réalisons des prélèvements successifs à 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 mm d'épaisseur, en zone thoracique d'un premier lot de 5 chiens (chiens 2 à 6). Cette zone présente une quantité de peau compatible avec le prélèvement de greffons pour la réalisation clinique de greffes de peau (cf. I.B.1.a)(2)). L'étude de sa structure morphologique est donc particulièrement intéressante.

Le deuxième objectif est de vérifier que la profondeur de 0,8 mm est suffisante à l'exportation de tous les bulbes pileux dans diverses localisations topographiques. Des prélèvements à 0,8 mm d'épaisseur sont alors réalisés en région lombaire, en regard de l'épaule et de la cuisse des chiens 2 à 6 (ils correspondent aux excisions réalisées dans le cadre de l'étude histomorphométrique). De la même manière, des prélèvements à 0,8 mm concernant d'autres territoires sont réalisées sur les chiens 7 à 11 (deux zones en regard du tibia et deux zones en regard de l'avant bras). Des biopsies de peau totale sont réalisées en parallèle et servent de moyen de contrôle (témoin) de la bonne exportation des follicules pileux.

Le troisième objectif est d'observer la présence éventuelle des bulbes pileux dans les greffons excisés aux profondeurs 0,4 mm et 1 mm dans le cadre de l'étude histomorphométrique (cf. III). Pour cela, nous réalisons des biopsies des incisions de peau ainsi que des lits de plaie correspondants sur les chiens 7 à 11. Les sites choisis sont les mêmes que précédemment, c'est-à-dire la région cutanée en regard de l'épaule, la face latérale de la cuisse et la zone dorsolombaire.

Les 10 chiens sont répartis en plusieurs groupes selon les objectifs de l'étude :
Un premier lot permet d'étudier la profondeur des bulbes pileux et de vérifier que la profondeur de 0,8 mm choisie pour l'étude histomorphométrique est suffisante.
Un deuxième lot permet d'étudier conjointement à l'étude histomorphométrique la présence des bulbes pileux dans les greffons réalisés.

(b) Réalisation pratique des biopsies à profondeur déterminée

Comme il est évoqué précédemment, l'objectif de cette étude est de déterminer la profondeur maximale des bulbes pileux. Plusieurs techniques sont envisageables :

- Premièrement, par réalisation de coupes histologiques cutanées puis mesure de la profondeur des bulbes pileux lors de l'examen microscopique.
- Deuxièmement, par réalisation de greffons d'excision à différentes profondeurs déterminées, puis examen microscopique de ces greffons et du lit de plaie associé. Cette technique permet de déterminer dans un second temps la profondeur minimale à laquelle plus aucun bulbe n'est observé.

Dans cette étude, la deuxième solution a été choisie. Bien que plus complexe de réalisation pratique, elle présente l'avantage de ne pas être tributaire de la rétraction artéfactuelle des prélèvements histologiques dans le fixateur (formol). En effet, il a été démontré que le traitement histologique de l'échantillon provoque une rétraction en longueur et une augmentation artéfactuelle de l'épaisseur cutanée chez le chien. Cette augmentation de l'épaisseur cutanée varie entre 45% et 76% selon la localisation topographique de la zone prélevée [39].

Elle n'est pas non plus tributaire de la réalisation pratique des coupes histologiques. En effet, une coupe de la biopsie qui ne serait parfaitement perpendiculaire au plan cutané majore de manière non chiffrable la profondeur des bulbes pileux. Pour des raisons pratiques évidentes, il est choisi de réaliser l'excision au dermatome puis la réalisation de la biopsie sur le greffon ainsi réalisé et non l'inverse.

Dans le même objectif, les biopsies sont réalisées au centre des greffons excisés (et des lits de plaie associées) dans le but de s'affranchir des effets de bord artéfactuels.

Les biopsies sont réalisées sur les greffons après excision au dermatome préalablement réglé à la profondeur choisie.

b) Résultats

Dans ce paragraphe, les résultats des études de Young et al. (2002) portant sur l'influence de divers paramètres sur l'épaisseur cutanée sont utilisés. Ces études sont réalisées sur un échantillon de seulement 32 chiens, sur lesquels il est étudié l'influence de très nombreux facteurs en parallèle : le sexe, l'âge, la période de l'année, la race des animaux utilisés. De plus, la technique de mesure d'épaisseur cutanée par mesure de l'épaisseur du pli de peau est critiquable. Celle-ci est en effet tributaire de l'épaisseur du tissu hypodermique sous-jacent, lui-même tributaire de l'état d'embonpoint du sujet. Il en résulte que tous ces résultats doivent être utilisés avec prudence.

(1) Influence de la race

A ce jour, il n'existe pas d'étude décrivant précisément la relation entre la profondeur des follicules pileux et les diverses races canines. Cependant, deux arguments sont en faveur d'une corrélation positive entre ces deux facteurs.

Premièrement, certaines études montrent qu'il existe une influence de la race sur l'épaisseur cutanée totale (une différence significative de l'épaisseur cutanée entre les races est notée). Les variations liées à la race vont du simple au double entre le Fox Terrier et le Labrador (respectivement une épaisseur moyenne de 2,56 ± 0,20 mm et 5,45 ± 0,31mm) [57]. Il est alors logique de penser que la profondeur des follicules pileux est variable en fonction de la race.

Deuxièmement, toutes les études histologiques de la peau canine s'accordent pour classer les races en fonction de leurs types de pelage selon la proportion de follicules pileux primaires et secondaires. Or, les follicules pileux primaires sont situés plus profondément dans le derme que les follicules pileux secondaires. Il en résulte probablement que selon la race, et donc le type de pelage, la profondeur des bulbes pileux est variable [13].

(2) Influence de la saison de prélèvement

La saison de prélèvement influe sur la phase du cycle pilaire. Or, chez la souris, une différence de profondeur des follicules pileux allant du simple au triple est notée entre la phase télogène (150 microns de profondeur) et la phase anagène (450-550 microns de profondeur) du cycle pilaire [19]. Aucune étude ne précise ces observations chez le chien. Chez cette espèce, il est cependant couramment admis qu'en phase catagène et télogène, les follicules pileux sont situés moins profondément dans le derme qu'en phase anagène [13]. La profondeur d'excision nécessaire est donc très certainement variable pour exporter les bulbes pileux selon que l'animal est dans l'une ou l'autre de ces phases. Les résultats de notre étude ne peuvent vraisemblablement pas être généralisés à toutes les phases du cycle pilaire. Cependant, les follicules observés dans les prélèvements de notre étude sont en phase anagène. Or, la phase anagène est celle où les follicules pileux sont les plus profonds. Une épaisseur suffisante à exporter les bulbes pileux lors de cette phase est donc suffisante pour exporter les bulbes pileux aux autres phases du cycle pilaire.

(3) Influence de la localisation

L'épaisseur « charnière » varie légèrement en fonction de la localisation. Elle est de 0,6 mm en région lombaire et 0,7 mm en région thoracique. Notre étude suggère donc que la profondeur des bulbes de la région lombaire prélevée est supérieure à celle des bulbes de la région thoracique. Il convient cependant d'être prudent quant à l'interprétation de telles variations car notre étude préliminaire ne comporte qu'un seul sujet. Pour une épaisseur inférieure à l'épaisseur charnière, seul le lit de plaie serait probablement capable de régénérer le poil. Pour une épaisseur supérieure, seul le greffon aurait probablement cette possibilité.

Dans 20% des cas de prélèvements à 0,8 mm en région ventrale du carpe (chien 10) et dans 40% des cas de prélèvements à 0,8 mm en région latéro-crâniale du tibia (chiens 9 et 10), cette épaisseur ne permet pas l'exportation de la totalité des bulbes pileux. Nous retrouvons cependant conjointement des bulbes pileux sectionnés sur le greffon correspondant suggérant que cette épaisseur est probablement l'épaisseur « charnière » dans ces localisations. Par comparaison avec les études réalisées sur les autres localisations, une épaisseur supérieure de

0,1 mm à l'épaisseur étudiée (0,8 mm) permettrait probablement l'exportation totale de ces bulbes. Il est à noter que l'on retrouve le chien 10 dans deux cas d'exportation incomplète des bulbes pileux pour deux localisations différentes. Aussi, l'intervention du facteur chien est probable dans ce cas.

Les données bibliographiques démontrent que l'épaisseur de la peau du chien est variable en fonction de la zone topographique prélevée [47]. Chez l'homme comme chez le chien, il est rapporté une décroissance de l'épaisseur cutanée depuis les régions dorsales vers les régions ventrales et depuis les régions proximales des membres vers les régions distales [11, 47]. Or, dans notre étude certains échantillons de lits de plaie de l'extrémité des membres comportent encore des bulbes pileux après excision d'un greffon de 0,8 mm. Conjointement, plus aucun bulbe pileux n'était retrouvé sur la racine des membres de ces mêmes chiens. L'hypothèse la plus probable permettant d'expliquer cette observation est qu'un défaut de profondeur de prélèvement a eu lieu du fait de la difficulté de mise en œuvre précise du dermatome dans ces régions : le prélèvement est potentiellement resté trop superficiel. De plus, il est prudent de considérer que les études portant sur les différences d'épaisseur cutanée en fonction de la localisation topographique ne donnent que des tendances et ne doivent pas être prises au pied de la lettre, ce qui pourrait redonner une certaine cohérence aux résultats obtenus.

L'épaisseur minimale d'excision pour l'exportation de la totalité des bulbes pileux semble varier avec la localisation topographique.

(4) Influence de l'âge

Chez le chien, des études montrent que l'épaisseur cutanée est inversement proportionnelle à l'âge du sujet [57]. De la même manière que précédemment, cette observation signifie que la profondeur des bulbes pileux est probablement variable selon l'âge de l'animal.

(5) Influence du sexe

Chez l'homme, une corrélation entre le sexe et l'épaisseur cutanée est notée [26]. Chez le chien, une étude montre une absence de corrélation entre ces deux facteurs [57]. Nous considérons donc, dans notre étude que le sexe des individus n'est pas un facteur de variation et nous avons utilisé indifféremment des mâles et des femelles.

Chez le chien, la race, la phase du cycle pilaire, la localisation topographique et l'âge du sujet influencent probablement la profondeur des bulbes pileux.

(6) Influence de l'épaisseur prélevée sur les principales localisations

Cette interprétation repose sur les résultats des expérimentations réalisées sur les chiens 2 à 11.

Les résultats sont similaires sur les trois principales localisations (épaule, lombes et cuisse) : un prélèvement de 0,4 mm d'épaisseur ne permet jamais d'exporter les bulbes pileux.

Une telle excision ne permettrait donc certainement pas d'obtenir des résultats cosmétiques satisfaisants (la repousse du poil nécessite la présence des follicules entiers). Une excision à 0,8 mm permet, elle, presque toujours d'exporter la totalité des bulbes pileux. Les résultats obtenus à une profondeur d'excision supérieure (1 mm) confirment cette observation. En parallèle, les greffons de peau totale permettent, eux aussi, l'exportation systématique des follicules pileux en intégralité. Nous en concluons qu'à partir de 0,8 mm d'épaisseur pour des Beagles adultes, des résultats cosmétiques optimaux concernant la repousse des poils du greffon peuvent être attendus.

Un résultat cosmétique optimal peut être attendu pour des excisions de 0,8mm d'épaisseur ou plus pour toutes les localisations étudiées.

D. Conclusions cliniques

Dans notre étude préliminaire, la profondeur minimale pour l'exportation des bulbes pileux est de 0,6mm en région lombaire pour un Beagle mâle d'âge moyen.

Dans notre étude complétée, la profondeur minimale pour l'exportation des bulbes pileux est de 0,7mm en région thoracique pour des Beagles mâles ou femelles d'âge moyen.

De plus, dans la majorité des cas de notre étude complétée (hors difficultés techniques), une profondeur d'excision de 0,8mm permet d'exporter tous les bulbes pileux de chiens beagle adultes, sans distinction de localisation topographique ou de sexe.

Du fait des variations de la profondeur des follicules pileux en fonction de la race, de la phase du cycle pilaire, de la localisation topographique, et de l'âge du chien, d'autres études spécifiques doivent être réalisées pour permettre l'élargissement de ces données à une plus grande part de la population canine.

III.Etude histomorphométrique des greffes de peau libre chez le chien

A. Objectifs

Il est constaté qu'immédiatement après exérèse d'un greffon de peau, la plaie ainsi créée subit une expansion [14]. Cette observation clinique n'est pas étudiée dans la littérature et est à l'origine de la présente étude chez le chien. De plus, il est couramment observé une rétraction des greffons après prélèvement.

Le premier objectif de cette partie est de déterminer le pourcentage de rétraction morphométrique d'un greffon de peau, au cours des premières minutes, en fonction de la méthode de prélèvement utilisée (greffon de peau partielle à différentes épaisseurs ou greffon de peau totale). De même, les principaux facteurs de variation associés sont étudiés. Il s'agit de l'orientation par rapport aux lignes de tension, et de la localisation topographique du prélèvement.

Le second objectif de cette étude est de déterminer le pourcentage d'expansion morphométrique du lit de greffe consécutive au prélèvement du greffon. De même, deux méthodes sont comparées (greffons de peau partielle et greffons de peau totale). Il est également étudié l'influence des principaux facteurs de variation. Ces facteurs sont l'orientation par rapport aux lignes de tension, et la localisation topographique du prélèvement.

Pour parvenir à ces résultats, une étude préliminaire est réalisée sur 4 chiens dans un premier temps. Son objectif est de dégager les tendances de comportement du lit de plaie et du greffon, dans le but d'affiner le protocole de réalisation pratique de l' « étude complétée » (notamment en ce qui concerne les délais de mesure).

Dans un second temps, l'étude complétée comporte 10 chiens supplémentaires. La même méthodologie que l'étude préliminaire est utilisée. Les résultats sont ainsi utilisables et viennent donc augmenter l'effectif total de l'étude.

B. Etude préliminaire sur 4 chiens

1. Sujets, matériels et méthodes

a) Matériels, support biologique et manipulations effectuées

Nous disposons pour cette étude de 4 chiens adultes de race Beagle (2 mâles et 2 femelles) destinés à être euthanasiés. Ces chiens faisaient l'objet d'une étude antérieure menée à son terme. Nous réalisons une prémédication poussée à l'aide d'acépromazine (CALMIVET® 1 mg/kg) par voie intra musculaire. Les animaux sont ensuite euthanasiés 10 minutes plus tard à l'aide de pentobarbital (DOLETHAL®) par voie intraveineuse. Nous

réalisons alors une tonte rase et large du pelage des chiens depuis la région cervicale jusqu'au sacrum, en étendant également la tonte sur les membres et sur les faces latérales du thorax.
Après la tonte, les traits d'incision sont tracés au feutre chirurgical, à l'aide d'un gabarit en plastique précédemment découpé aux dimensions indiquées (30 mm par 50 mm). La taille du rectangle tracé est vérifiée avant incision.
Nous comparons alors deux modes opératoires :

- Premièrement par incision de l'épaisseur totale de la peau à l'aide d'une lame de bistouri puis décollement du greffon à la pince à dents de souris et au bistouri, et enfin dépôt sur une surface plastifiée côté épiderme en contact avec le support.
- Deuxièmement par prélèvement d'un greffon d'épaisseur 0.8 mm à l'aide d'un dermatome (Aesculap® : Aesculap AG et CO. KG, Tuttlingen, Germany), puis dépôt sur une surface plastifiée côté épiderme en contact avec le support.

Pour ce faire, les chiens sont alors répartis en 2 groupes distincts :

- Un premier groupe de deux chiens (chiens 1 et 2) (1 mâle et 1 femelle). Sur chacun, nous réalisons 6 sites d'excision symétriques deux à deux (les deux cotés subissent une excision de peau totale) (Figure 15) :
    - Deux sites en regard de l'épaule : un site sur chaque épaule, d'une taille de 50 mm par 30 mm, dans l'axe du membre.
    - Deux sites en zone lombaire : un site de chaque coté de l'axe sagittal, d'une taille de 50 mm par 30 mm, dans l'axe du corps.
    - Deux sites en face latérale de la cuisse : un site sur chacune des cuisses, d'une taille de 50 mm par 30 mm, dans l'axe du membre.

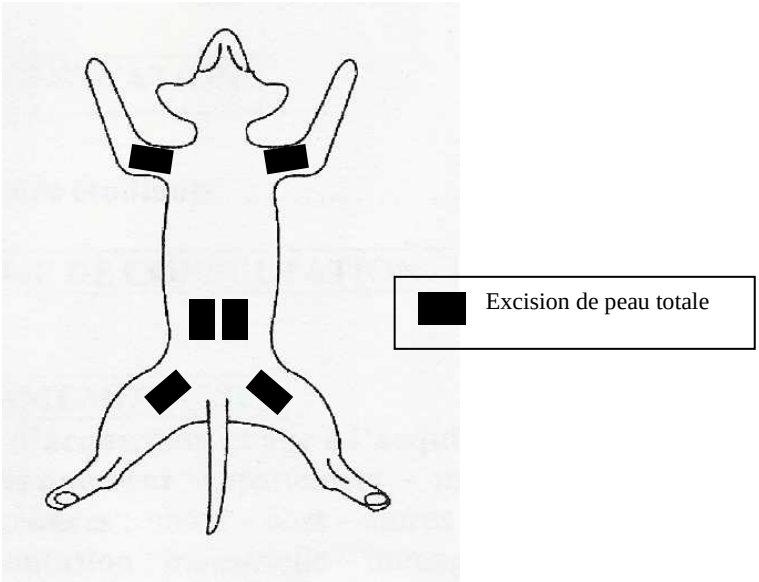

Figure 15 : Représentation schématique des sites d'excision des chiens du groupe 1 (vue dorsale)

- Un deuxième groupe de deux chiens (chiens 3 et 4) (1 mâle et 1 femelle). Sur chacun, nous réalisons 6 sites d'excision symétriques deux à deux. Un côté subit une excision de peau totale, le côté controlatéral subit une excision de peau partielle (Figure 16). Les sites sont répartis de la manière suivante :
    - Deux sites en regard de l'épaule : un site sur chaque épaule, d'une taille de 50 mm par 30 mm, dans l'axe du membre.
    - Deux sites en zone lombaire : un site de chaque côté de l'axe sagittal, d'une taille de 50 mm par 30 mm, dans l'axe du corps.

- Deux sites en face latérale de la cuisse : un site sur chacune des cuisses, d'une taille de 50 mm par 30 mm, dans l'axe du membre.

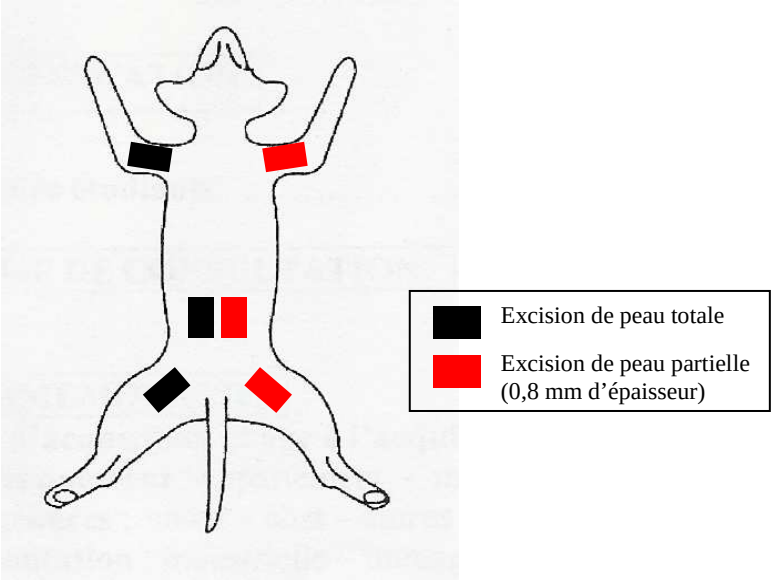

Figure 16 : Représentation schématique des sites d'excision des chiens du groupe 2 (vue dorsale)

Une étude préliminaire est réalisée sur 4 Beagles.
Elle consiste en la comparaison des variations d'aires des greffons prélevés et des lits de plaie associés en fonction de la profondeur de peau prélevée (peau totale ou peau partielle à 0,8 mm).

b) Méthodes utilisées

(1) Technique générale de prélèvement de peau partielle au dermatome

Le site d'excision est repéré puis tracé directement sur la peau au moyen d'un feutre chirurgical et d'un gabarit en plastique aux dimensions indiquées (50 mm x 30 mm).

Un premier manipulateur maintient manuellement la peau de la région d'excision tendue (avec le plat de la main). Un deuxième manipulateur vérifie l'exactitude du tracé et adapte la largeur de coupe du dermatome à la largeur du rectangle déformé par la tension (Figure 17). Il réalise alors la découpe au moyen du dermatome positionné dans le sens du grand axe du site de prélèvement. Aussitôt que l'entame le permet, le premier manipulateur, muni d'une pince à dents de souris, saisit le greffon en cours de découpe, et le maintient toujours en tension. En fin de découpe, le greffon est désolidarisé du reste du revêtement cutané au moyen d'une lame de bistouri (Une découpe le long du bord de coupe du dermatome est effectuée). Le prélèvement est ensuite libéré. Il est alors prêt pour la suite de l'expérimentation.

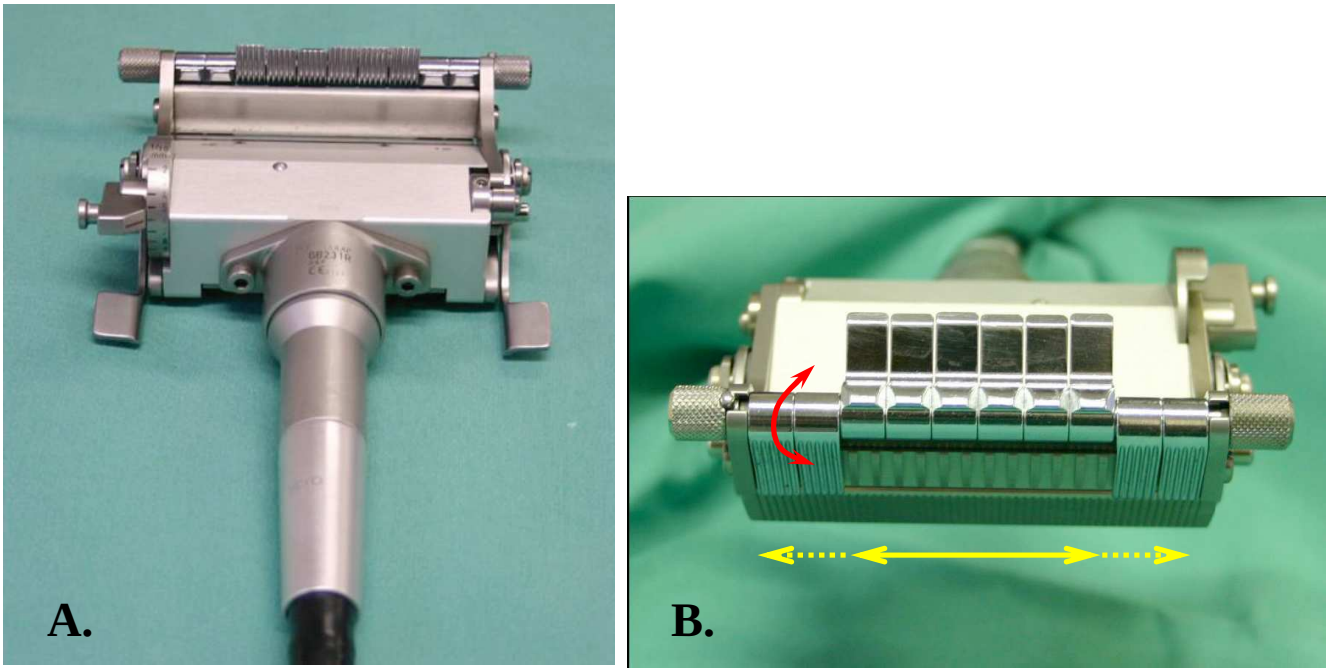

Figure 17 : A. Dermatome Aesculap (vue générale).
B. Dermatome Aesculap (vue de la tête de coupe) : la largeur de coupe est modulable au moyen des palettes métalliques amovibles

(2) Technique générale de prélèvement de peau totale au bistouri

Le site d'excision est repéré puis tracé directement sur la peau au moyen d'un feutre chirurgical et d'un gabarit en plastique aux dimensions indiquées (50 mm x 30 mm). Le manipulateur réalise la découpe totale du greffon au moyen du bistouri (manche et lame numéro 11) selon le tracé préalablement effectué (Figure 18).

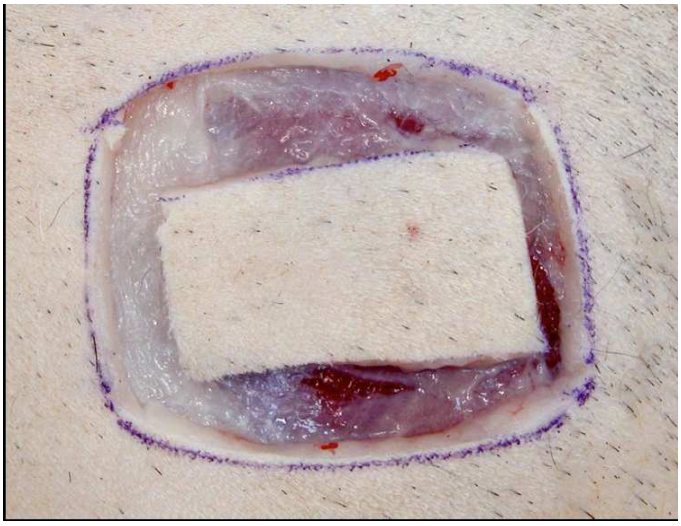

Figure 18 : Aspect de la plaie après découpe de la totalité de l'épaisseur cutanée sur la périphérie du greffon

Lorsque les quatre côtés du rectangle sont incisés, un angle est soulevé du reste du revêtement cutané, au moyen d'une pince à dents de souris. Le fragment de peau est alors désolidarisé progressivement au niveau du plan de clivage sous cutané grâce à une lame de bistouri tenue tangentiellement à la surface de la peau. Le manipulateur s'assure en particulier au cours de cette étape de ne pas léser le greffon et de bien conserver l'intégralité de l'épaisseur cutanée. Le prélèvement est ensuite libéré et prêt pour la suite de l'expérimentation.

Les greffons de notre étude sont prélevés selon les techniques classiques de chirurgie cutanée : découpe à la lame de bistouri pour les greffons de peau totale et découpe au dermatome pour les greffons de peau partielle.

(3) Mesures réalisées et méthode d'analyse statistique

Les mesures sont réalisées par un seul opérateur. La longueur est mesurée depuis le centre d'un petit coté jusqu'au centre du petit coté opposé. La largueur est mesurée depuis le centre d'un grand coté jusqu'au centre du grand coté opposé.

Les délais de mesure choisis sont de 5 minutes pour les greffons et 1, 5, 10 et 30 minutes pour les lits de plaie.

Nous réalisons ensuite une comparaison des moyennes des différences d'aires des lits de plaies observées entre 1 minute et 30 minutes après excision de peau totale. Ce calcul correspond à la comparaison expérimentale de la différence de deux moyennes d'échantillons appariés. Nous calculons, dans un premier temps, les différences observées entre 1 minute et 30 minutes de la manière suivante :

Différence observée = aire à t_{30} – aire à t_1

Puis nous calculons la moyenne des différences des aires observées ainsi que l'écart type associé. Enfin, nous calculons l'indice *t* défini de la manière suivante :

t = moyenne des différences / (écart type/effectif$^{1/2}$)

2. Résultats

a) Résultats bruts

Les résultats des expérimentations réalisés sur les chiens 1 et 2 sont les suivants (Tableau VIII et Tableau IX).

Tableau VIII : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 1 et 2

Chien	Localisation	Epaisseur	Coté	Greffon	Site donneur		
				t5	t0	t10	t30
Chien 1	Cuisse	tot	d	55*28	55*35	65*36	63*40
		tot	g	58*19	50*35	60*41	65*41
	Lombes	tot	d	45*27	55*35	54*42	63*40
		tot	g	45*25	55*35	60*37	57*40
	Epaule	tot	d	40*32	50*40	50*42	55*45
		tot	g	45*30	55*40	62*40	60*45
Chien 2	Cuisse	tot	d	45*26	60*41	60*40	60*40
		tot	g	40*25	54*40	52*40	53*38
	Lombes	tot	d	42*25	65*45	65*45	65*45
		tot	g	40*23	60*40	65*43	63*42
	Epaule	tot	d	42*25	61*37	60*40	60*38
		tot	g	42*23	65*40	65*40	65*40

Nota : tot : épaisseur totale ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

Tableau IX : Aires (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 1 et 2

	Localisation	Epaisseur	Coté	Greffon	Site donneur		
				t5	t0	t10	t30
Chien 1	Cuisse	tot	d	1540	1925	2340	2520
		tot	g	1102	1750	2460	2665
	Lombes	tot	d	1215	1925	2268	2520
		tot	g	1125	1925	2220	2280
	Epaule	tot	d	1280	2000	2100	2475
		tot	g	1350	2200	2480	2700
Chien 2	Cuisse	tot	d	1170	2460	2400	2400
		tot	g	1000	2160	2080	2014
	Lombes	tot	d	1050	2925	2925	2925
		tot	g	920	2400	2795	2646
	Epaule	tot	d	1050	2257	2400	2280
		tot	g	966	2600	2600	2600

Nota : tot : épaisseur totale ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

Les résultats des expérimentations réalisées sur les chiens 3 et 4 sont les suivants (Tableau X et Tableau XI).

Tableau X : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 3 et 4

	Localisation	Epaisseur	coté	greffon	site donneur		
				t5	t0	t10	t30
Chien 3	Cuisse	tot	g	51*26	65*40	66*41	65*40
		0,8	d	45*29	50*30	50*30	50*30
	Lombes	tot	d	48*27	58*36	60*37	59*38
		0,8	g	45*25	50*30	50*30	50*30
	Epaule	tot	g	44*26	60*45	61*47	60*47
		0,8	d	40*20	50*30	50*30	50*30
Chien 4	Cuisse	tot	d	45*23	60*35	58*37	60*38
		0,8	g	50*30	50*30	50*30	50*30
	Lombes	tot	g	45*25	52*43	55*45	55*45
		0,8	d	50*30	50*30	50*30	50*30
	Epaule	tot	d	43*25	56*45	58*43	57*45
		0,8	g	50*30	50*30	50*30	50*30

Nota : tot : épaisseur totale ; 0,8 : épaisseur du greffon de peau partielle (en mm) ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

Tableau XI : Aire (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 3 et 4

	Localisation	Epaisseur	coté	greffon	site donneur		
				t5	t0	t10	t30
Chien 3	Cuisse	tot	g	1326	2600	2706	2600
		0,8	d	1305	1500	1500	1500
	Lombes	tot	d	1296	2088	2220	2242
		0,8	g	1125	1500	1500	1500
	Epaule	tot	g	1144	2700	2867	2820
		0,8	d	800	1500	1500	1500
Chien 4	Cuisse	tot	d	1035	2100	2146	2280
		0,8	g	1500	1500	1500	1500
	Lombes	tot	g	1125	2236	2475	2475
		0,8	d	1500	1500	1500	1500
	Epaule	tot	d	1075	2520	2494	2565
		0,8	g	1500	1500	1500	1500

Nota : tot : épaisseur totale ; 0,8 : épaisseur du greffon de peau partielle (en mm) ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

Une représentation graphique des résultats est réalisée (Figure 19 et Figure 20).

Nous constatons que l'expansion du lit de plaie d'excision de peau totale présente un plateau après une minute : l'expansion est très faible entre 1 et 30 minutes.

L'expansion du lit de plaie d'excision de peau partielle est elle, quasiment nulle.

L'expansion du lit de plaie des greffons de peau totale est quasi instantanée.
L'expansion du lit de plaie des greffons de peau partielle est quasi nulle.
La rétraction des greffons est variable.

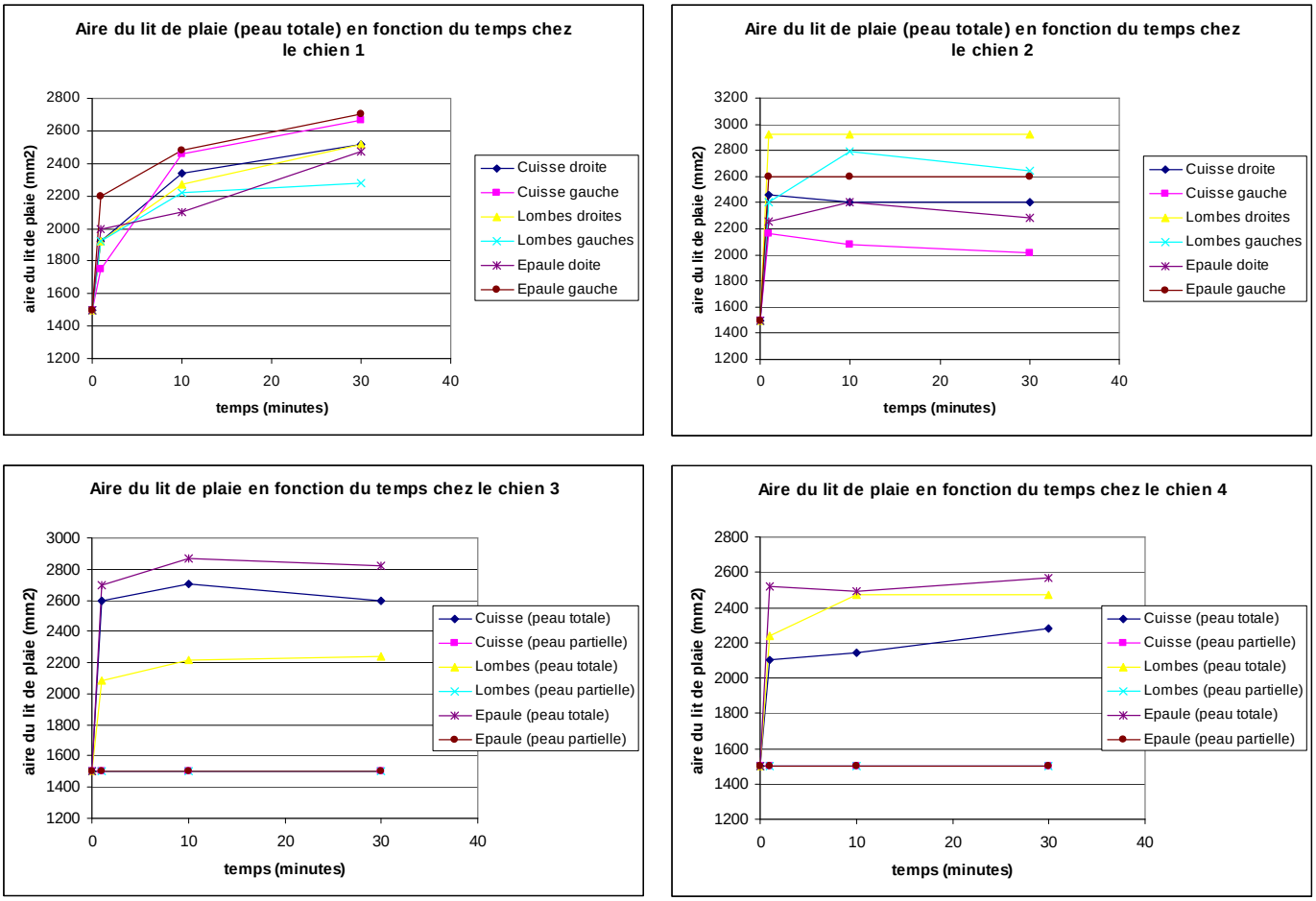

Figure 19 : Représentation graphique des résultats des expérimentations réalisées sur les lits de plaie des chiens 1 à 4

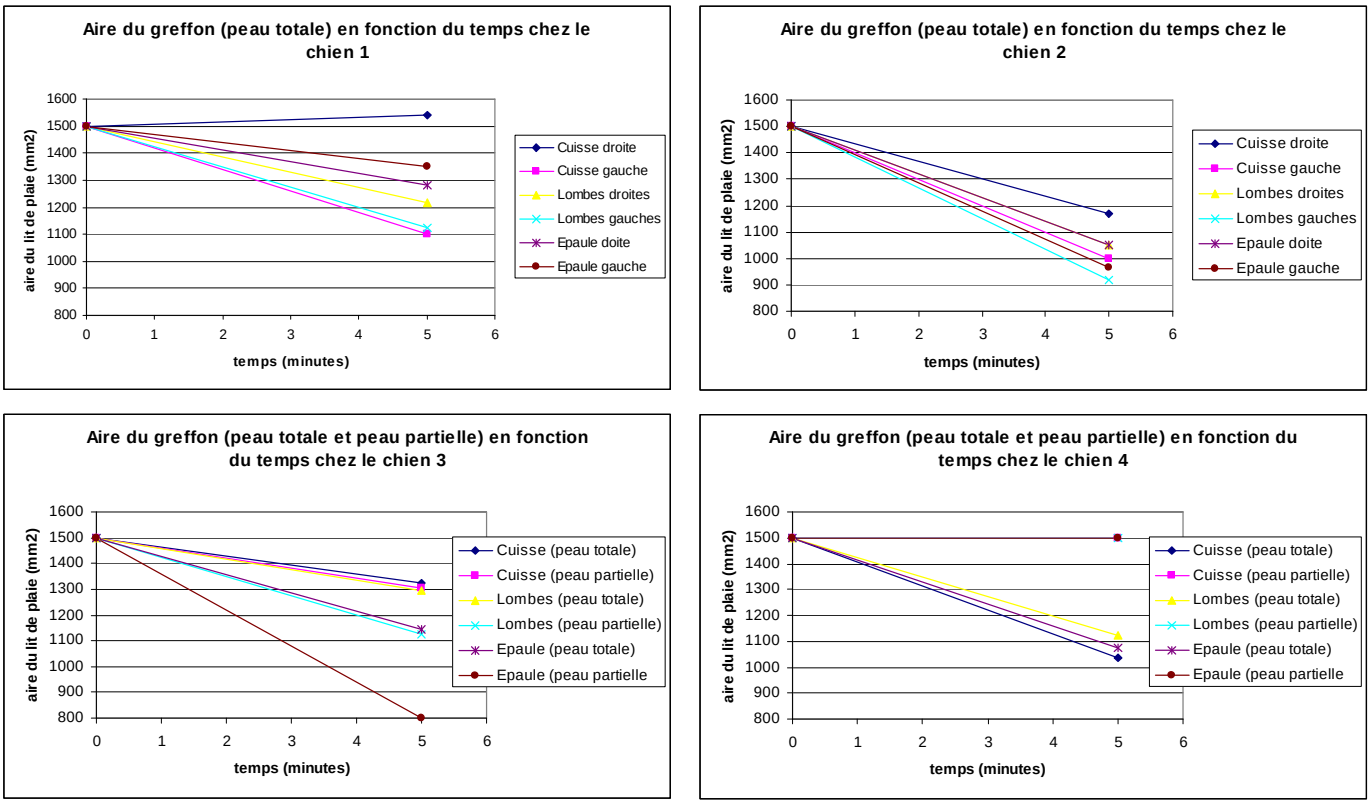

Figure 20 : Représentation graphique des résultats des expérimentations réalisées sur les greffons des chiens 1 à 4

b) Analyse statistique des résultats

Nous vérifions que la distribution des différences d'aires entre 1 et 30 minutes est normale (non développé). Nous comparons ensuite la valeur de *t* comme définie précédemment (Cf. III.B.1.b)(3)) avec les valeurs données par les tables de loi de Student. Les résultats sont donnés dans le Tableau XII.

Tableau XII : Analyse statistique des données de l'expansion des lits de plaie des chiens de l'étude préalable

	Moyenne des différences observées	Ecart type	*t*	$t_{\text{theo } 5\%}$
Cuisse	247	419,9	1,44	2,571
Lombes	265	264,9	2,45	2,571
Epaule	194	231,1	2,05	2,571

Nous obtenons des résultats non significatifs de l'influence du temps sur l'aire des lits de plaie sur les trois localisations principales (*t* inférieur au *t* théorique).

Le même calcul est réalisé pour la rétraction des greffons aux cours du temps et met également en évidence une absence de variation significative.

3. Discussion

a) Discussion des matériels et méthodes

Dans un souci de concision et pour éviter les redites, la discussion du choix du matériel, des supports biologiques et des méthodes n'est pas détaillée ici, mais est commune avec celle de l'étude complétée (cf. III.C.3.a). Il nous semble toutefois important de justifier la répartition des chiens en deux lots distincts. En effet, au regard de la répartition en lots, il y a plus d'excisions de peau totale. Les chiens 1 et 2 subissent une excision de peau totale des deux côtés et les chiens 3 et 4 sur un seul des côtés. Par comparaison, les excisions de peau partielle ne sont réalisées que sur un des côtés des chiens 3 et 4. Ce choix permet d'augmenter le nombre de résultats expérimentaux des greffons de peau totale. Ce choix se justifie par le fait que de plus grandes variations de dimensions des greffons de peau totale et de leurs lits de plaie associés étaient attendues. Le nombre plus important de ce type de prélèvements permet d'obtenir des résultats plus représentatifs.

b) Discussion des résultats

Les résultats sont interprétés ici dans leurs grandes lignes, et seront repris de manière plus approfondie dans l'étude complétée. Nous pouvons tirer trois applications qui servent pour l'étude complétée :

- Les mesures des dimensions des greffons ne sont réalisées que jusqu'à 5 minutes post excision. Une fois ce délai écoulé, le greffon commence à présenter des signes visibles de dessèchement et ce, d'autant plus que l'épaisseur excisée est faible (0,8 mm). Nous utiliserons pour cette raison, ce délai maximal pour l'étude complétée.

- Les mesures des dimensions des lits de plaie en peau totale (sur les 4 chiens) varient peu au-delà d'une minute après l'excision. En effet, les résultats comparant les différences de moyennes observées ne montrent pas de différence significative (cf. III.B.2.b). Cela ne signifie pas que cette différence n'existe pas. Cependant, compte tenu des faibles variations observées expérimentalement et en association avec une différence non significative, nous considérons que cette différence est négligeable. Dans un souci de reproductibilité clinique, nous choisirons le délai le plus long (30 minutes), permettant ainsi de se rapprocher le plus possible des délais cliniques de réalisation des greffes cutanées (souvent plusieurs heures). Nous considérons, de même, que l'intérêt de la poursuite des mesures au-delà de 30 minutes est limité étant donné la faible variation de surface des lits de plaie après quelques minutes.
- Les mesures des lits de plaie en peau partielle varient peu au cours du temps (cf. III.B.2.a)). De la même manière, une étude statistique sur une seule valeur temporelle paraît suffisante. Pour pouvoir réaliser une comparaison entre les excisions de peau partielle et de peau totale, le même délai de 30 minutes sera utilisé.

Notre étude préliminaire permet les conclusions suivantes :
Les mesures des greffons après 5 minutes sont peu judicieuses.
Les dimensions des lits de plaie varient peu au-delà d'une minute : le délai de 30 minutes est choisi pour l'étude statistique.
Les dimensions des lits de plaie de peau partielle sont minimes.

Les résultats de cette étude préliminaire ont fait l'objet d'une parution [31]:

Pin D., Cachon T., Carozzo C. (2008)
Etude comparative, chez le chien, de la variation de la taille de plaies cutanées intéressant toute ou partie de l'épaisseur de la peau.
Rev. Méd. Vét, 2008, vol. 159, (4), 183-186

C. Etude complétée sur 14 chiens

1. Sujets, matériels et méthodes

a) Sujets et matériels utilisés

L'expérimentation est réalisée de la même manière que précédemment (tranquillisation puis euthanasie). Les résultats des expérimentations sur les chiens de l'étude préliminaire sont réutilisés ici. Les 10 chiens supplémentaires sont répartis en deux groupes distincts :

- Un premier groupe comprenant 5 chiens mâles (chiens 5 à 9). Sur chacun, nous réalisons 6 sites d'excision symétriques deux à deux de la même manière que dans l'étude préliminaire (un côté subit une excision de peau totale, le côté controlatéral subit une excision de peau partielle) (Figure 15).

- Un deuxième groupe comprenant 5 chiens femelles (chiens 10 à 14). Sur chacun, nous réalisons 11 sites d'excision disposés conformément à la Figure 21. Pour 9 d'entre eux, un côté subit une excision de peau totale, le côté controlatéral subit une excision de peau partielle aux épaisseurs 0.4 mm et 1 mm (Figure 21). Le côté de prélèvement de peau totale est choisi aléatoirement pour chacun des chiens. Ces 9 sites sont répartis de la manière suivante :
    - Trois sites sont prélevés en regard de l'épaule : un site sur chaque épaule, d'une taille de 50 mm par 30 mm. L'exérèse de peau totale est réalisée perpendiculairement à l'axe du membre. Les exérèses de peau partielle sont réalisées parallèlement à l'axe du membre.
    - Trois sites sont prélevés en zone lombaire : un site de chaque côté de l'axe sagittal, d'une taille de 50 mm par 30 mm. L'exérèse de peau totale est réalisée perpendiculairement à l'axe du corps. Les exérèses de peau partielle sont réalisées parallèlement à l'axe vertébral.
    - Trois sites sont prélevés en face latérale de la cuisse : un site sur chacune des cuisses, d'une taille de 50 mm par 30 mm. L'exérèse de peau totale est réalisée perpendiculairement à l'axe du membre. Les exérèses de peau partielle sont réalisées parallèlement à l'axe du membre.

  Pour les 2 derniers, un côté est choisi aléatoirement. Il subit une excision de peau totale. Les sites sont définis de la manière suivante :
    - Un site est prélevé en face ventrale du carpe. Sa taille est de 50 mm par 30 mm. son axe est parallèle à l'axe du membre.
    - Un site est prélevé en regard du muscle tibial crânial. Sa taille est de 50 mm par 30 mm. Son grand axe est parallèle à l'axe du membre.

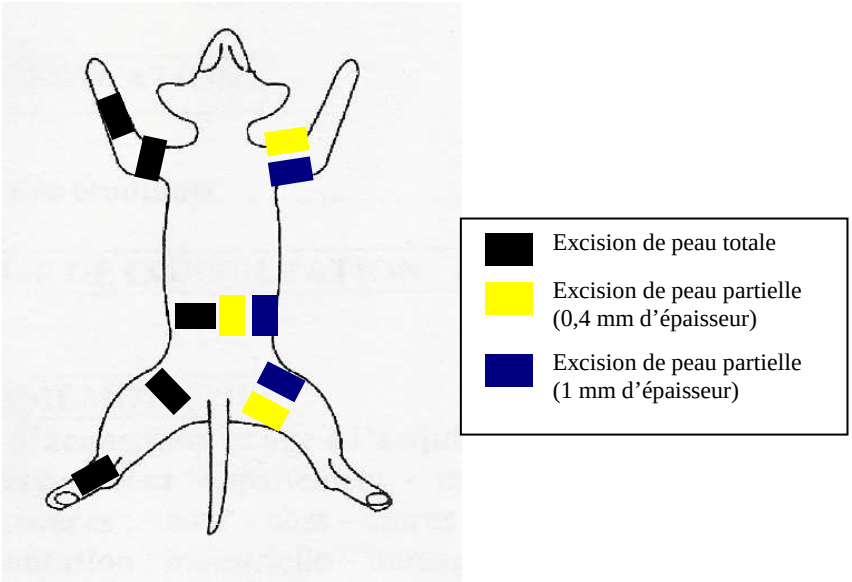

Figure 21 : Représentation schématique des sites d'excision des chiens du groupe 3 (vue dorsale)

Concernant le lit de la plaie, celui-ci est mesuré immédiatement après l'excision du greffon puis 5 minutes, 10 minutes et 30 minutes plus tard.
Concernant le greffon, il est mesuré 5 minutes plus tard.

La mesure est effectuée sur le greffon déposé préalablement sur le support en matière plastique, côté épiderme en contact avec le support et sans le déplacer entre les mesures.

Dans les deux cas (greffon et lit de la plaie), les mesures au fil du temps sont effectuées rigoureusement dans les mêmes conditions, en conservant les mêmes axes de mesure.

Un échantillon de 10 chiens supplémentaires est utilisé pour augmenter le nombre de résultats utilisables statistiquement.
Le même protocole que la série préliminaire est employé pour 5 de ces chiens.
Un protocole permettant l'étude de facteurs de variations tels que l'épaisseur de peau partielle prélevée ou le sens des lignes de tension est utilisé pour les 5 autres chiens.

b) Méthodes statistiques utilisées

Nous réalisons une étude statistique pour déterminer les principaux facteurs de variation morphométrique. L'étude est réalisée en raisonnant sur l'expansion relative des tissus, qui est définie de la manière suivante :

- Pour le greffon :
  Expansion relative = (aire à t5 - aire excisée à t0)/ aire excisée à t0

- Pour le lit de plaie :
  Expansion relative = (aire à t30 - aire excisée à t0)/ aire excisée à t0

Les mesures du greffon de peau partielle ne pouvant être effectuées avant exérèse (imprécision dans la réalisation de l'exérèse aux dimensions tracées exactes, liée à l'utilisation du dermatome), la taille du greffon à t0 est logiquement supposée égale à celle du lit de plaie correspondant à la même date.

(1) Analyse du facteur épaisseur prélevée (peau totale Vs peau partielle (0,8 mm)) : caractérisation des facteurs et définition du modèle statistique

Dans cette étude, les résultats des chiens 3 à 9 sont utilisés. Trois facteurs sont caractérisés :

- un aléatoire : le facteur chien,
- deux fixes : le facteur épaisseur (2 épaisseurs définies) et le facteur localisation (3 localisations définies).

Une analyse de variance à trois critères de classification est réalisée en utilisant un modèle mixte (2 facteurs fixes et 1 facteur aléatoire) correspondant à une expérience en blocs aléatoires complets.

(2) Analyse du facteur orientation (greffe de peau totale) : caractérisation des facteurs et définition du modèle statistique

Dans le but d'obtenir un plan d'expérimentation équilibré (5 chiens pour chacune des 2 modalités), seuls les résultats des chiens 5 à 9 et 10 à 14 sont utilisés dans cette étude. Trois facteurs sont également caractérisés :

- un aléatoire : le facteur chien,
- deux fixes : le facteur orientation (2 orientations définies) et le facteur localisation (3 localisations définies). Une analyse de variance à trois critères de classification est réalisée en utilisant un modèle mixte (2 facteurs fixes et 1 facteur aléatoire) correspondant à une expérience en split-plot.

2. Résultats

a) Résultats bruts

Les résultats des expérimentations réalisées sur les chiens 5 à 14 sont rapportés dans les tableaux XIII à XVI.

Globalement, une rétraction importante des greffons est observée pour des épaisseurs cutanées prélevées de 0,4 mm, 1 mm et pour les greffons de peau totale. Une expansion quasi nulle est observée pour les lits de plaie des prélèvements de peau partielle quelque soit leur épaisseur. A l'inverse, l'expansion des lits de plaie des prélèvements de peau totale est elle importante.

Tableau XIII : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 5 à 9

	Localisation	Epaisseur	coté	greffon	site donneur			
				t5	t1	t5	t10	t30
Chien 5	Cuisse	tot	d	40*25	57*37	64*40	62*37	66*39
		0,8	g	52*31	55*34	55*34	55*34	55*34
	Lombes	tot	d	47*25	55*35	57*50	62*55	66*60
		0,8	g	46*27	50*35	52*35	50*36	50*36
	Epaule	tot	d	45*28		75*50	75*51	78*52
		0,8	g	55*30	60*30	60*29	60*30	60*29
Chien 6	Cuisse	tot	d	40*27	65*43	65*42	66*42	66*42
		0,8	g	46*25	49*29	49*29	50*28	50*30
	Lombes	tot	d	41*26	53*38	60*55	60*56	60*52
		0,8	g	48*37	53*38	53*40	54*38	59*36
	Epaule	tot	d	32*22	63*40	70*42	72*48	70*47
		0,8	g	45*30	54*32	54*32	53*34	55*33
Chien 7	Cuisse	tot	d	37*23	60*39	64*40	64*39	64*40
		0,8	g	58*25	65*22	65*24	64*23	64*22
	Lombes	tot	d	44*24	50*38	53*38	54*38	54*40
		0,8	g	51*31	56*39	56*40	56*42	54*41
	Epaule	tot	d	34*21	63*33	63*33	63*35	70*40
		0,8	g	54*34	61*38	62*36	67*37	68*37
Chien 8	Cuisse	tot	d	39*17	60*42	62*39	62*45	64*48
		0,8	g	50*31	54*34	55*35	55*35	55*34
	Lombes	tot	d	41*20	47*43	51*44	56*48	55*47
		0,8	g	46*28	50*35	51*35	51*36	51*35
	Epaule	tot	d	35*16	67*38	69*41	70*40	71*40
		0,8	g	45*35	48*39	48*38	50*37	48*38
Chien 9	Cuisse	tot	d	35*25	59*38	60*42	60*41	62*42
		0,8	g	54*29	56*33	55*35	55*35	55*34
	Lombes	tot	d	41*21	54*48	58*45	60*50	60*50
		0,8	g	52*32	55*35	55*36	55*35	55*36
	Epaule	tot	d	39*23	70*42	71*42	72*45	71*45
		0,8	g	48*30	52*34	51*35	53*33	51*33

Nota : tot : épaisseur totale ; 0,8 : épaisseur du greffon de peau partielle (en mm) ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

Tableau XIV : Aires (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur les chiens 5 à 9

	Localisation	Epaisseur	coté	greffon	site donneur			
				t5	t1	t5	t10	t30
Chien 5	Cuisse	tot	d	1000	2109	2560	2294	2574
		0,8	g	1612	1870	1870	1870	1870
	Lombes	tot	d	1175	1925	2850	3410	3960
		0,8	g	1242	1750	1785	1800	1800
	Epaule	tot	d	1260		3750	3825	4056
		0,8	g	1650	1800	1740	1800	1740
Chien 6	Cuisse	tot	d	1080	2795	2730	2772	2772
		0,8	g	1150	1421	1421	1400	1500
	Lombes	tot	d	1066	2014	3300	3360	3120
		0,8	g	1776	2014	2014	2052	2124
	Epaule	tot	d	704	2520	2940	3456	3290
		0,8	g	1350	1728	1728	1802	1815
Chien 7	Cuisse	tot	d	851	2340	2560	2496	2560
		0,8	g	1450	1430	1430	1472	1408
	Lombes	tot	d	1056	1900	2014	2052	2160
		0,8	g	1581	2184	2240	2352	2214
	Epaule	tot	d	714	2079	2079	2205	2800
		0,8	g	1836	2318	2232	2479	2516
Chien 8	Cuisse	tot	d	663	2520	2418	2790	3072
		0,8	g	1550	1836	1925	1925	1870
	Lombes	tot	d	820	2021	2244	2688	2585
		0,8	g	1288	1750	1785	1836	1785
	Epaule	tot	d	560	2546	2829	2800	2840
		0,8	g	1575	1872	1824	1850	1824
Chien 9	Cuisse	tot	d	875	2242	2520	2460	2604
		0,8	g	1566	1848	1925	1925	1870
	Lombes	tot	d	861	2592	2610	3000	3000
		0,8	g	1664	1925	1980	1925	1980
	Epaule	tot	d	897	2940	2982	3240	3195
		0,8	g	1440	1768	1785	1749	1683

Nota : tot : épaisseur totale ; 0,8 : épaisseur du greffon de peau partielle (en mm) ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

Tableau XV : Dimension (en mm) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur le troisième groupe de chiens

	Localisation	Epaisseur	coté	greffon	site donneur			
				t5	t1	t5	t10	t30
Chien 10	**Cuisse**	tot	g	41*21	58*41	58*46	58*47	58*46
		0,4	d	21*40	55*29	53*29	54*28	55*28
		1	d	24*42	52*34	53*34	52*34	53*34
	Lombes	tot	g	41*27	65*38	65*41	65*44	65*44
		0,4	d	31*19	49*26	49*26	48*26	49*26
		1	d	44*23	52*37	52*37	52*39	52*39
	Epaule	tot	g	44*21	57*55	60*57	58*56	58*56
		0,4	d	22*42	60*33	60*32	60*32	60*31
		1	d	42*18	60*33	62*35	62*34	61*34
	Tib Cr La	tot	g	41*24	56*41	54*40	57*40	57*39
	Carpe Ve	tot	g	47*20	60*36	60*36	55*37	54*39
Chien 11	**Cuisse**	tot	d	44*18	57*40	57*48	56*48	60*50
		0,4	g	27*27	45*31	45*29	45*29	45*30
		1	g	27*22	68*32	68*32	68*32	68*32
	Lombes	tot	d	41*20	60*40	61*42	60*42	60*47
		0,4	g	43*22	55*33	55*33	53*33	55*33
		1	g	45*27	50*33	50*33	50*33	51*34
	Epaule	tot	d	39*19	60*56	60*56	59*55	60*59
		0,4	g	40*20	60*26	58*26	59*26	60*26
		1	g	40*18	61*32	60*33	60*33	60*34
	Tib Cr La	tot	d	38*21	58*44	58*43	59*43	61*41
	Carpe Ve	tot	d	33*22	57*41	57*41	60*42	61*43
Chien 12	**Cuisse**	tot	g	46*20	58*45	59*47	60*45	60*45
		0,4	d	52*20	57*30	56*30	54*29	55*30
		1	d	48*25	62*34	62*35	62*36	62*35
	Lombes	tot	g	42*22	60*41	62*43	65*43	65*43
		0,4	d	42*22	55*37	56*37	56*37	56*37
		1	d	49*30	60*40	60*40	60*40	60*42
	Epaule	tot	g	42*22	55*57	59*58	59*57	61*59
		0,4	d	32*20	69*32	69*32	69*32	67*32
		1	d	41*34	60*41	59*40	60*40	60*40
	Tib Cr La	tot	g	40*21	62*39	61*40	62*40	62*42
	Carpe Ve	tot	g	47*23	61*35	65*37	66*37	66*40
Chien 13	**Cuisse**	tot	g	44*22	58*42	58*45	58*45	60*44
		0,4	d	50*30	53*34	54*33	53*34	53*33
		1	d	41*25	60*34	60*34	61*33	60*34
	Lombes	tot	g	44*22	60*38	62*38	62*40	62*40
		0,4	d	46*29	60*37	60*38	60*38	61*37
		1	d	46*23	52*33	53*33	53*33	52*33
	Epaule	tot	g	42*21	58*58	59*58	58*58	58*59
		0,4	d	42*25	60*34	61*35	61*35	61*35
		1	d	51*24	68*37	67*38	68*37	67*38
	Tib Cr La	tot	g	40*22	58*37	60*41	59*41	59*43
	Carpe Ve	tot	g	40*23	60*39	61*41	61*41	60*41
Chien 14	**Cuisse**	tot	d	46*20	55*50	59*46	58*46	57*46
		0,4	g	43*23	57*33	58*33	58*33	58*32
		1	g	52*24	65*32	66*32	66*34	65*33
	Lombes	tot	d	48*24	70*41	70*40	70*40	70*41
		0,4	g	49*28	62*36	62*37	61*38	62*37
		1	g	46*30	58*34	60*34	60*34	60*34
	Epaule	tot	d	45*20	56*54	58*53	57*55	58*54
		0,4	g	50*24	62*35	62*36	62*35	62*36
		1	g	51*23	60*34	60*35	60*35	60*35
	Tib Cr La	tot	d	43*20	58*41	57*42	58*42	58*41
	Carpe Ve	tot	d	38*21	52*47	53*46	53*46	54*47

Nota : Tib Cr La : Tibial Cranial latéral ; Carpe Ve : Carpe ventral ; tot : épaisseur totale ; 0,8 : épaisseur du greffon de peau partielle (en mm) ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

Tableau XVI : Aires (en mm^2) du greffon et du site donneur correspondant en fonction du temps sur le troisième groupe de chiens

	Localisation	Epaisseur	coté	greffon	site donneur			
				t5	t1	t5	t10	t30
Chien 10	Cuisse	tot	g	861	2378	2668	2726	2668
		0,4	d	840	1595	1537	1512	1540
		1	d	1008	1768	1802	1768	1802
	Lombes	tot	g	1107	2470	2665	2860	2860
		0,4	d	589	1274	1274	1248	1274
		1	d	1012	1924	1924	2028	2028
	Epaule	tot	g	924	3135	3420	3248	3248
		0,4	d	924	1980	1920	1920	1860
		1	d	756	1980	2170	2108	2074
	Tib Cr La	tot	g	984	2296	2160	2280	2223
	Carpe Ve	tot	g	940	2160	2160	2035	2106
Chien 11	Cuisse	tot	d	792	2280	2736	2688	3000
		0,4	g	729	1395	1305	1305	1350
		1	g	594	2176	2176	2176	2176
	Lombes	tot	d	820	2400	2562	2520	2820
		0,4	g	946	1815	1815	1749	1815
		1	g	1215	1650	1650	1650	1734
	Epaule	tot	d	741	3360	3360	3245	3540
		0,4	g	800	1560	1508	1534	1560
		1	g	720	1952	1980	1980	2040
	Tib Cr La	tot	d	798	2552	2494	2537	2501
	Carpe Ve	tot	d	726	2337	2337	2520	2623
Chien 12	Cuisse	tot	g	920	2610	2773	2700	2700
		0,4	d	1040	1710	1680	1566	1650
		1	d	1200	2108	2170	2232	2170
	Lombes	tot	g	924	2460	2666	2795	2795
		0,4	d	924	2035	2072	2072	2072
		1	d	1470	2400	2400	2400	2520
	Epaule	tot	g	924	3135	3422	3363	3599
		0,4	d	640	2208	2208	2208	2144
		1	d	1394	2460	2360	2400	2400
	Tib Cr La	tot	g	840	2418	2440	2480	2604
	Carpe Ve	tot	g	1081	2135	2405	2442	2640
Chien 13	Cuisse	tot	g	968	2436	2610	2610	2640
		0,4	d	1500	1802	1782	1802	1749
		1	d	1025	2040	2040	2013	2040
	Lombes	tot	g	968	2280	2356	2480	2480
		0,4	d	1334	2220	2280	2280	2257
		1	d	1058	1716	1749	1749	1716
	Epaule	tot	g	882	3364	3422	3364	3422
		0,4	d	1050	2040	2135	2135	2135
		1	d	1224	2516	2546	2516	2546
	Tib Cr La	tot	g	880	2146	2460	2419	2537
	Carpe Ve	tot	g	920	2340	2501	2501	2460
Chien 14	Cuisse	tot	d	920	2750	2714	2668	2622
		0,4	g	989	1881	1914	1914	1856
		1	g	1248	2080	2112	2244	2145
	Lombes	tot	d	1152	2870	2800	2800	2870
		0,4	g	1372	2232	2294	2318	2294
		1	g	1380	1972	2040	2040	2040
	Epaule	tot	d	900	3024	3074	3135	3132
		0,4	g	1200	2170	2232	2170	2232
		1	g	1173	2040	2100	2100	2100
	Tib Cr La	tot	d	860	2378	2394	2436	2378
	Carpe Ve	tot	d	798	2444	2438	2438	2538

Nota : Tib Cr La : Tibial Cranial latéral ; Carpe Ve : Carpe ventral ; tot : épaisseur totale ; 0,8 : épaisseur du greffon de peau partielle (en mm) ; t0, t5… : chronologie des mesures des dimensions du greffon (en minutes).

b) Etude statistique : Influence des principaux facteurs de variation

(1) Analyse du facteur épaisseur prélevée : peau totale Vs peau partielle (0,8 mm)

(a) Hypothèses préalables

Une analyse de variance nécessite de vérifier deux hypothèses préalables :

- Les distributions doivent être normales. Dans le modèle utilisé, la normalité des distributions est testée *a posteriori* sur les résidus par un test de Shapiro-Wilk. Dans le cas présent, les distributions peuvent être considérées comme normales.
- Les variances doivent être égales. Dans le modèle utilisé, l'égalité des variances est testée (homoscédasticité des résidus) par un test de Levene (réalisé en deux temps). Dans le cas de figure présent, les variances peuvent être considérées comme égales.

(b) Graphes d'interaction

Des graphes d'interaction des facteurs de variations sont réalisés (Figure 22).

Le tracé A montre des droites unissant les valeurs moyennes des rétractions des greffons approximativement parallèles entre elles (absence d'interactions entre les facteurs localisation et épaisseur prélevée). De plus, cette absence d'interaction est confirmée par le Tableau XVII ($p = 0.29$).

Le tracé B montre des droites unissant les valeurs moyennes des expansions des lits de plaie non parallèles entre elles. Cependant, l'analyse statistique montre une interaction non significative ($p = 0,16$) (Tableau XVIII).

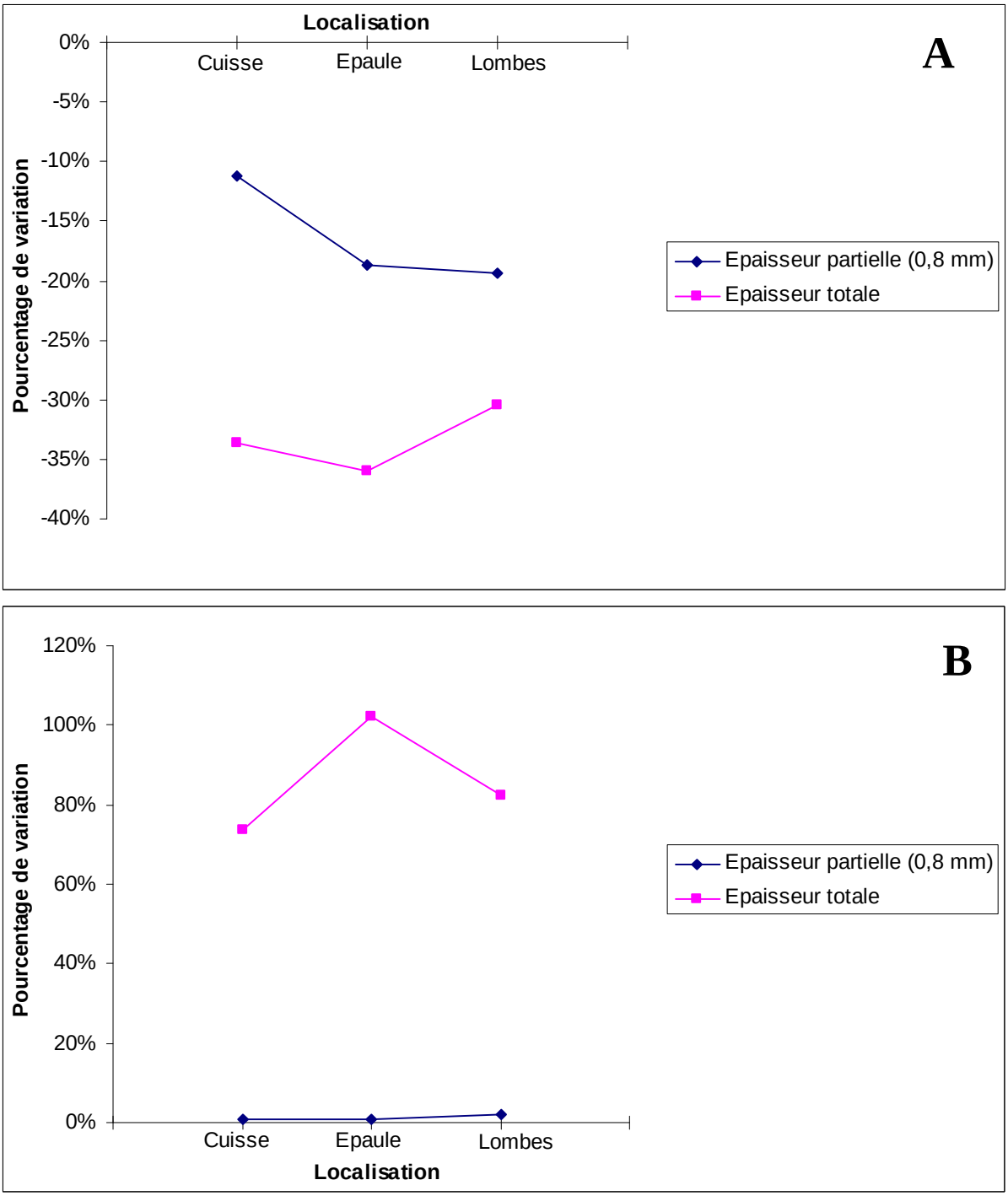

Figure 22 : Graphes d'interaction représentant les moyennes des rétractions des greffons (A) et d'expansion des lits de plaie (B) en fonction de la localisation et de l'épaisseur prélevée

(c) Résultats numériques de l'analyse de variance

(i) Rétraction relative du greffon

Tableau XVII : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable rétraction du greffon

	SCE	Degré de liberté	Variance	F observé	P
Localisation	0,031	2	0,015	1,1	0,34
Epaisseur	0,36	1	0,36	25,7	$1,9.10^{-5}$
Facteur Chien	0,19	6	0,032	2,3	0,059
Interaction Localisation/Epaisseur	0,035	2	0,017	1,2	0,29
Résidus	0,42	30	0,014		

SCE : Somme des carrés des écarts

Nous concluons donc à un effet significatif de l'épaisseur ($p = 1,9.\ 10^{-5}$) et non significatif de la localisation ($p = 0,34$).

(ii) Expansion relative du lit de plaie

Tableau XVIII : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable expansion du greffon

	SCE	Degré de liberté	Variance	F observé	P
Localisation	0,15	2	0,075	1,7	0,19
Epaisseur	8,1	1	8,1	190,1	$1,6.10^{-14}$
Facteur Chien	0,60	6	0,10	2,3	0,057
Interaction Localisation/Epaisseur	0,17	2	0,083	2,0	0,16
Résidus	1,3	30	0,043		

SCE : Somme des carrés des écarts

Nous concluons donc à un effet significatif de l'épaisseur ($p = 1,6.\ 10^{-14}$) et non significatif de la localisation ($p = 0,19$).

(2) Analyse du facteur orientation (greffe de peau totale)

(a) Hypothèses préalables

Les deux mêmes hypothèses préalables sont vérifiées :

- Les distributions doivent être normales. La normalité des distributions est également testée *a posteriori* sur les résidus par un test de Shapiro-Wilk. Les distributions peuvent être considérées comme normales.

- Les variances doivent être égales. L'égalité des variances est de la même manière testée (homoscédasticité des résidus) par un test de Levene (réalisé en deux temps). Les variances peuvent être considérées comme égales.

(b) Graphes d'interaction

Des graphes d'interaction des facteurs de variations sont réalisés (Figure 23).

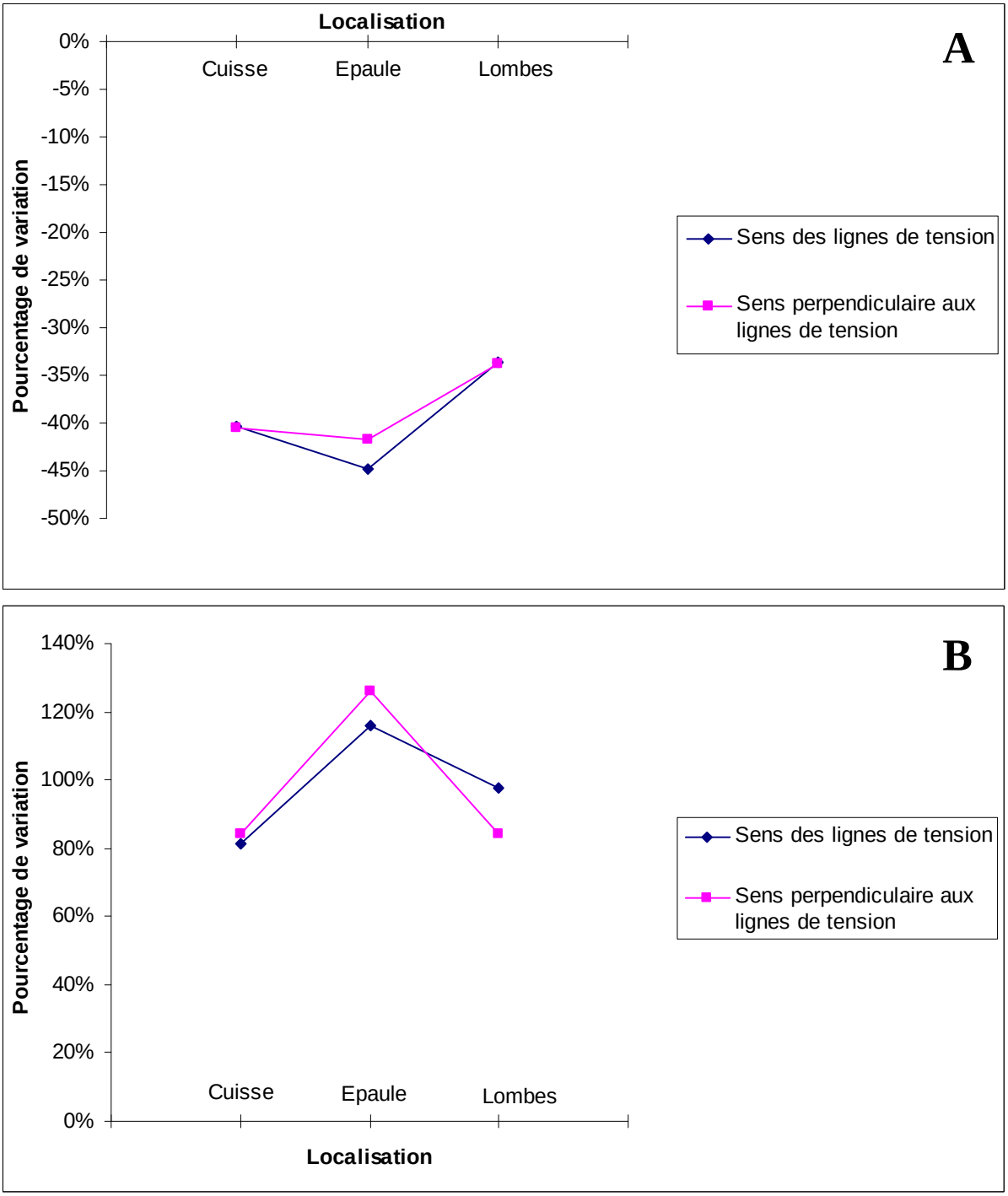

Figure 23 : Graphes d'interaction représentant les moyennes des rétractions des greffons (A) et d'expansion des lits de plaie (B) en fonction de la localisation et de l'orientation par rapport aux lignes de tension

Le tracé A montre des droites unissant les valeurs moyennes des rétractions des greffons approximativement parallèles entre elles (absence d'interactions entre les facteurs localisation et orientation). Cette absence d'interaction est confirmée par le Tableau XIX (p = 0,85).

Le tracé B montre des droites unissant les valeurs moyennes des expansions des lits de plaie approximativement parallèles entre elles (absence d'interactions entre les facteurs localisation et orientation). Cette absence d'interaction est également confirmée par le Tableau XX (p = 0,46).

(c) Résultats numériques de l'analyse de variance

(i) Rétraction relative du greffon

Tableau XIX : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable rétraction du greffon

	SCE	Degré de liberté	Variance	F observé	P
Localisation	0,049	2	0,024	4,7	0,024
Orientation	0,00072	1	0,00072	0,032	0,86
Facteur chien	0,18	8	0,023	4,4	0,0056
Interaction Localisation/Orientation	0,0018	2	0,00088	0,17	0,85
Résidus	0,083	16	0,0052		

SCE : Somme des carrés des écarts

Nous concluons donc à un effet significatif de la localisation ($p=2,4.\ 10^{-2}$) et non significatif de l'orientation ($p=8,6.\ 10^{-1}$).

(ii) Expansion relative du lit de plaie

Tableau XX : Résultats numériques de l'analyse de variance de la variable expansion du greffon

	SCE	Degré de liberté	Variance	F observé	P
Localisation	0,084	2	0,042	9,8	0,0017
Orientation	0,00055	1	0,00055	0,0054	0,94
Facteur Chien	0,81	8	0,10	2,4	0,069
Interaction Localisation/Orientation	0,070	2	0,035	0,81	0,46
Résidus	0,69	16	0,043		

SCE : Somme des carrés des écarts

Nous concluons donc à un effet significatif de la localisation ($p=1,7.\ 10^{-3}$) et non significatif de l'orientation ($p = 9,4.\ 10^{-1}$).

Effet peau totale/peau partielle pour l'orientation selon les lignes de tension :
Analyse de variance à 3 facteurs
(modèle mixte correspondant à une expérience en blocs aléatoires complets) :
°Sur la rétraction relative du greffon : effet significatif de l'épaisseur de la peau ($p=2.\ 10^{-5}$) et non significatif de la localisation
°Sur l'expansion relative du donneur : effet significatif de l'épaisseur de la peau ($p=2.\ 10^{-16}$) et non significatif de la localisation

Effet orientation par rapport aux lignes de tension pour les excisions de peau totale :
Analyse de variance à 3 facteurs
(modèle mixte correspondant à une expérience en split-plot) :
°Sur la rétraction relative du greffon : effet significatif de la localisation ($p=2.\ 10^{-2}$) et non significatif de l'orientation.
°Sur l'expansion relative du donneur : effet significatif de la localisation ($p=2.\ 10^{-3}$) et non significatif de l'orientation

c) Résultats cliniques

L'étude statistique permet de mettre en évidence une influence de l'épaisseur et de la localisation. Les résultats sont donc présentés synthétiquement selon ces conclusions.

(1) Influence de l'épaisseur et de la localisation

Nous avons démontré dans la partie précédente, l'influence de l'épaisseur prélevée sur les variations morphométriques des greffons et des lits de plaie associés. L'étude statistique a été réalisée en comparant l'excision de peau totale et l'excision de peau partielle à 0,8 mm. Par extension, nous considérons que cette influence est toujours présente aux autres profondeurs excisées (0,4 mm et 1 mm). Dans un souci d'application pratique, les résultats sont présentés en pourcentage d'expansion pour permettre une utilisation clinique. Un pourcentage négatif doit être interprété comme une rétraction.

De la même manière, l'influence de la localisation étant démontrée entre la région lombaire, la cuisse et l'épaule, nous généralisons la conclusion de l'influence de la localisation sur les variations morphométriques des tissus cutanés aux autres localisations.

(a) Variations morphométriques en peau totale

Les résultats en pourcentage sont obtenus en réalisant les opérations suivantes :

- Pour le greffon :
  - Pourcentage mesuré = (mesure après 5 min – mesure initiale) / mesure initiale
  - Pourcentage moyen = moyenne arithmétique des pourcentages mesurés
- Pour le lit de plaie :
  - Pourcentage mesuré = (mesure après 30 min – mesure initiale) / mesure initiale
  - Pourcentage moyen = moyenne arithmétique des pourcentages mesurés

Les intervalles de confiance sont calculés à 95 % d'après la formule suivante (répartition normale) :

μ = moyenne ± $t_{n-1\,;\,\alpha/2}$*écart type/$(n)^{1/2}$

avec $t_{n-1\,;\,\alpha/2}u_{\alpha/2}$ = écart réduit de la loi de Student et n = effectif de l'échantillon

Tableau XXI : Variation morphométrique relative du greffon de peau totale et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes

Localisation	Pourcentage variation greffon	Pourcentage variation lit de plaie
Cuisses	- 29 ± 10 %	70 ± 12 %
Lombes	- 29 ± 6 %	81 ± 22 %
Epaules	- 33 ± 11 %	92 ± 21 %
Tibia crânio-latéral	- 42 ± 6 %	63 ± 6 %
Carpe ventral	- 40 ± 11 %	65 ± 9 %

Les chiens 1 à 9 sont utilisés pour l'étude de la région lombaire, de l'épaule et des cuisses.
Les chiens 10 à 14 sont utilisés pour l'étude du tibia et du carpe.

(b) Variations morphométriques en peau partielle

Les résultats en pourcentage sont obtenus en réalisant les mêmes opérations que précédemment.

(i) Epaisseur 0,8 mm

Tableau XXII : Variation morphométrique relative du greffon de peau partielle (0,8 mm) et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes

Localisation	Pourcentage variation greffon	Pourcentage variation lit de plaie
Cuisses	- 11 ± 7 %	1 ± 1 %
Lombes	- 19 ± 10 %	2 ± 1 %
Epaules	- 19 ± 13 %	0 ± 3 %

Les chiens 3 à 9 sont utilisés pour cette étude.

(ii) Epaisseur 0,4 mm

Tableau XXIII : Variation morphométrique relative du greffon de peau partielle (0,4 mm) et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes

Localisation	Pourcentage variation greffon	Pourcentage variation lit de plaie
Cuisses	- 40 ± 17 %	3 ± 1 %
Lombes	- 47 ± 9 %	1 ± 1 %
Epaules	- 53 ± 13 %	0 ± 3 %

Les chiens 10 à 14 sont utilisés pour cette étude.

(iii)Epaisseur 1 mm

Tableau XXIV : Variation morphométrique relative du greffon de peau partielle (1 mm) et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes.

Localisation	Pourcentage variation greffon	Pourcentage variation lit de plaie
Cuisses	- 50 ± 17 %	2 ± 1 %
Lombes	- 36 ± 10 %	4 ± 1 %
Epaules	- 52 ± 12 %	2 ± 2 %

Les chiens 10 à 14 sont utilisés pour cette étude.

(2) Influence de l'orientation

Les chiens 10 à 14 ont été utilisés pour cette étude. Nous présentons alors les résultats obtenus pour des excisions de peau totale dans le sens perpendiculaire aux lignes de tension.

Les résultats en pourcentage sont obtenus en réalisant les mêmes opérations que précédemment (Tableau XXV).

Tableau XXV : Variation morphométrique relative du greffon de peau totale prélevé dans le sens perpendiculaire au lignes de tension et du lit de plaie correspondant après respectivement 5 minutes et 30 minutes

Localisation	Pourcentage variation greffon	Pourcentage variation lit de plaie
Cuisses	- 41 ± 6 %	82 ± 7 %
Lombes	- 34 ± 11 %	84 ± 7 %
Epaules	- 42 ± 6 %	126 ± 8 %

Les variations observées en fonction de l'orientation sont similaires selon les territoires cutanés. Nous choisissons donc de représenter graphiquement les expansions comparées d'une seule localisation : l'épaule (Figure 24).

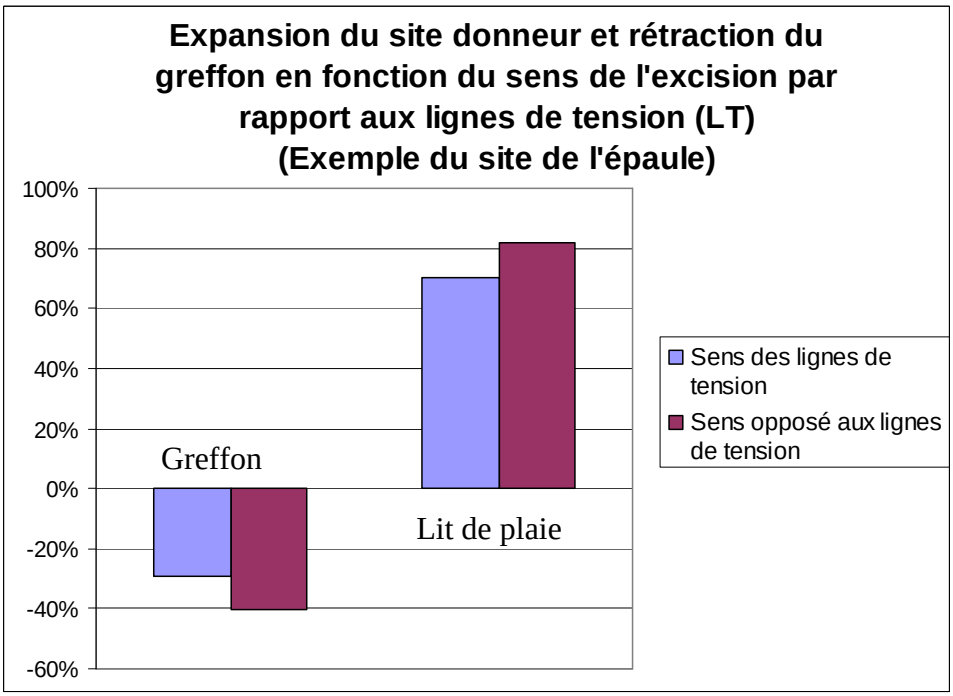

Figure 24 : Comparaison des variations morphométriques sur le greffon et le lit de plaie associé en fonction des lignes de tension

Les variations morphométriques des greffons et des lits de plaie associés doivent être lues dans les tableaux précédents en tenant compte de la localisation et de l'épaisseur prélevée.

3. Discussion

Nous allons discuter ici, des choix réalisés lors de la mise en œuvre expérimentale puis interpréter les résultats obtenus.

a) Sujets, matériels et méthodes

(1) Support biologique et matériels utilisés

(a) Support biologique utilisé

Nous choisissons pour cette étude 14 chiens adultes de race Beagle (7 mâles et 7 femelles). Cette race est choisie car il s'agit d'un chien de taille moyenne, possédant des caractéristiques d'élasticité cutanée proches de certaines autres races. Il est ainsi possible de supposer que les résultats de cette étude sont généralisables à ces autres races (Labrador, Fox Terrier). A l'inverse, il existe des races dont les propriétés d'élasticité sont très différentes de la race Beagle comme par exemple le Manchester terrier [57]. L'extension des résultats à ces autres races est difficile : il est possible au mieux d'anticiper de grandes tendances.

Il n'est pas démontré expérimentalement de différence significative de l'élasticité cutanée en fonction du sexe, de l'âge ou de la période de l'année [57]. Nous choisissons donc aussi bien des individus mâles que femelles, et des animaux adultes pour des raisons de disponibilité. Les résultats de l'étude préliminaire sont également intégrés bien que réalisés à quelques mois d'écart.

La race Beagle est choisie.
L'extension des résultats aux autres races canines est globalement difficile.

(b) Matériel utilisé

Nous choisissons pour cette étude un dermatome Aesculap® (Aesculap AG et CO. KG, Tuttlingen, Germany). En effet, celui présente deux caractéristiques nécessaires à l'expérimentation telle qu'elle est décrite :

- Premièrement, la profondeur de coupe est réglable (par palier de 0,1 mm). Elle autorise ainsi des excisions précises aux profondeurs déterminées.
- Deuxièmement, la largeur de coupe est réglable. Elle permet ainsi l'excision de greffons aux largeurs précisément définies au préalable.

Le support recevant les greffons postérieurement à leur prélèvement est choisi en matière plastique lisse. Il autorise des variations de taille des greffons. Dans ce même but, les greffons sont déposés côté épiderme en contact avec le support. Le manipulateur s'affranchit alors des interactions physiques entre le derme (ou l'hypoderme) humide (ou graisseux) et le support qui lui, est sec. En effet, dans ce cas des adhérences greffon-support limiteraient les variations morphométriques des greffons.

Le reste du matériel utilisé (feutre chirurgical, bistouri, pinces, réglette) ne présente pas de caractéristiques spécifiques.

Le dermatome utilisé est choisi pour permettre des excisions à une largeur réglable.
Le matériel expérimental est choisi pour interférer le moins possible avec les variations d'aires des greffons.

(2) Méthodes utilisées

(a) Répartition des chiens dans les différents groupes

Le premier objectif est de déterminer l'effet de l'épaisseur du prélèvement sur les variations morphométriques des tissus du greffon et du lit de plaie. Les chiens 5 à 9 subissent pour cela, des excisions de peau totale sur un côté du corps et de peau partielle (à 0,8 mm d'épaisseur) sur l'autre hémicorps et ce, en trois sites distincts. Le support biologique étant à chaque fois identique, le manipulateur s'affranchit de la variation individuelle liée à l'utilisation de chiens différents. Pour compléter cette étude, des excisions de peau partielle à d'autres épaisseurs (0,4 mm et 1 mm d'épaisseur) sont réalisées aux mêmes localisations sur les chiens 10 à 14. Les individus servant à ces mesures sont différents de ceux servant aux mesures d'excision de peau totale et de peau partielle à 0,8 mm : la puissance des tests statistiques est alors moins élevée, mais le nombre de sujets nécessaire est plus faible.

Le deuxième objectif de l'étude est de déterminer l'influence des lignes de tension sur les variations morphométriques des tissus. Les lignes de tension sont des lignes imaginaires déterminées expérimentalement par l'étude des variations de l'ouverture de plaies cutanées créées dans différentes orientations. Ces lignes servent de guide pour le chirurgien qui minimise l'ouverture de la plaie et secondairement les tensions sur les sutures en incisant parallèlement à elles (Figure 25) [20, 28].

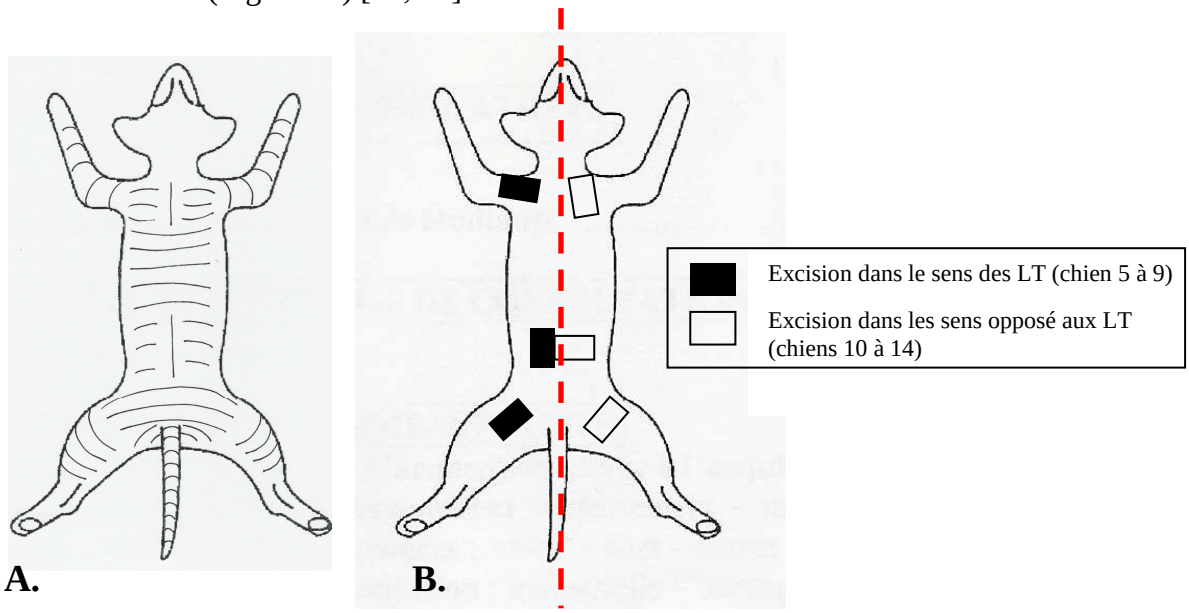

Figure 25 : A. Représentation schématique des lignes de tension (LT) chez le chien D'après Hedlung et Pavletic [20, 28]
B. Orientation des sites d'excision de l'étude réalisée sur les chiens 5 à 14

Les chiens 5 à 9 subissent pour cela une excision de peau totale dans le sens des lignes de tension. Le site d'excision lombaire est très proche de la ligne médiane du corps : les lignes de tensions sont alors longitudinales. Les chiens 10 à 14 subissent une excision de peau totale perpendiculairement aux lignes de tensions. Les résultats sont ainsi comparables. De la même manière que précédemment, les individus servant à ces deux séries de mesures sont différents. La puissance des tests statistiques est alors moins élevée, mais le nombre de sujets nécessaires est plus faible. En effet, les chiens 10 à 14 servent également à étudier les variations liées aux changements de profondeur d'excision.

Enfin, le troisième objectif est de déterminer l'influence de la région topographique sur les variations histomorphométriques des greffons. Ainsi, des excisions de peau totale sur l'extrémité des membres sont réalisées en complément des localisations déjà prélevées et leurs pourcentages de variations sont étudiés.

Les groupes d'animaux sont définis en fonction des objectifs :
Un premier groupe permet l'étude de l'influence de la profondeur prélevée et de la localisation topographique.
Un deuxième groupe permet l'étude de la profondeur prélevée et de l'influence des lignes de tension.

(b) Préparation des animaux

Une tonte rase et large de tous les territoires concernés par l'expérimentation est réalisée à la tondeuse. Cela permet de travailler en conditions optimales et aussi proches que possibles des conditions cliniques. Le manipulateur s'affranchit ainsi des poils, gênants, sans léser le tissu cutané comme avec un rasage par exemple.

Pour les greffons de peau totale, les incisions intéressent la totalité de l'épaisseur cutanée. Elles sont réalisées directement à l'aide d'une lame de bistouri, en suivant simplement le tracé préalablement établi à l'aide du gabarit en plastique. Il s'agit d'une méthode simple et précise. De la même manière, les greffons sont saisis délicatement à la pince à dents de souris puis séparés du tissu profond à l'aide d'une lame de bistouri. Les greffons sont manipulés le moins possible. Cette précaution permet d'éviter de les léser ou de leur faire subir des écrasements délétères à l'expérimentation.

Pour les greffons de peau partielle, le revêtement cutané est préalablement enduit d'huile minérale. Celle-ci favorise un glissement satisfaisant du dermatome sur la peau et autorise de fait des excisions plus précises des greffons cutanées. La peau est en permanence maintenue tendue manuellement pendant la découpe au dermatome. Le but est de favoriser la découpe aux bonnes dimensions et de limiter les artéfacts de découpe liés à la survenue de plis cutanés en regard du site d'action du dermatome.

(c) Réalisation des mesures

Il existe plusieurs techniques d'évaluation de la taille des plaies. Certaines techniques validées sont complexes comme les techniques assistées par ordinateur telles que la planimétrie ou le point counting. Il s'agit de techniques permettant une détermination quasi exacte de l'aire des plaies, qu'elle que soit leur forme [1, 2]. D'autres techniques sont beaucoup plus simples, telles que celles faisant appel aux mesures simples de la longueur, de la largeur, du calcul du produit longueur x largeur, de la mesure du périmètre ou du calcul de l'aire d'une ellipse à partir des mesures des deux axes. Des études démontrent une bonne corrélation entre le produit de la largeur x longueur de la plaie mesurée avec la mesure de l'aire obtenue par planimétrie si l'aire de la plaie est inférieure à 40 cm^2. Le coefficient de corrélation entre ces deux techniques est élevé (entre 0,88 et 0,97 en fonction de la technique statistique employée) [24].

Nous choisissons, pour des raisons de simplicité, un calcul du produit largeur x longueur pour la détermination de l'aire de la plaie et du greffon, d'autant plus que les plaies (ou greffons) sont excisé(e)s en forme rectangulaire. Le choix de cette forme rectangulaire permet d'approcher les résultats qui auraient pu être obtenus par planimétrie. Cette méthode de mesure présente toutefois un biais. Il est observé expérimentalement une distorsion de la forme des lits de plaie notamment (dans une moindre mesure, des greffons) (Figure 26), qui perdent leur forme rectangulaire primitive au profit d'une convexité des 4 côtés. Ce biais aboutit à la surestimation de l'expansion relative du lit de plaie au cours du temps. Cette surestimation est d'ailleurs d'autant plus importante que l'expansion du lit de plaie est importante. En effet, celui-ci perd d'autant plus sa forme rectangulaire primitive que l'expansion est importante.

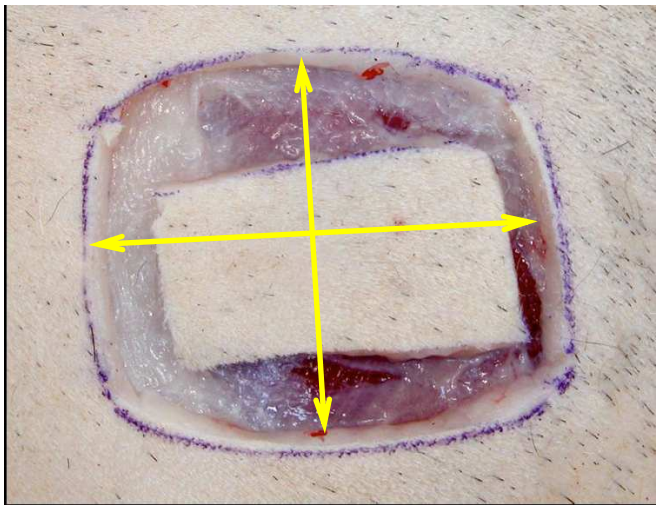

Figure 26 : Distorsion des quatre cotés du lit de plaie qui perd sa forme rectangulaire (les mesures sont effectuées au niveau des flèches aboutissant à une surestimation de la surface du lit de plaie après calcul)

Dans les deux cas (greffon et lit de la plaie), les mesures au fil du temps sont effectuées rigoureusement dans les mêmes conditions, par le même manipulateur et la même réglette. Les artéfacts de mesures sont ainsi limités.

Les mesures de longueur sont réalisées entre le centre du côté d'une largeur et le centre du côté de la largeur opposée. Les mesures de largeur sont réalisées entre le centre du côté d'une longueur et le centre du côté de la longueur opposée. Les mêmes axes de mesure sont ainsi en permanence identiques d'une mesure à l'autre sur le même greffon (ou lit de plaie) et entre les mesures de greffons différents (ou lits de plaie différents).

Il est démontré que le calcul de l'aire des plaies par le produit de la longueur par la largeur est une bonne approximation de l'aire réelle de la plaie [24].
Les calculs d'aire sont réalisés selon cette technique expérimentale simple et ne font pas appel à des techniques informatisées.

b) Résultats

(1) Influence de l'épaisseur du greffon prélevé

(a) Sur la rétraction du greffon

La partie précédente montre l'influence de l'épaisseur cutanée prélevée sur les modifications morphométriques des greffons. Une rétraction importante des greffons de peau totale est notée, et de manière moins importante pour les greffons de peau partielle excisés à 0,8 mm d'épaisseur. La différence s'explique probablement par la grande épaisseur de derme excisé dans les greffons de peau totale. Le derme est la structure cutanée possédant les propriétés d'élasticité du fait de la présence de fibres élastiques (fibres d'élaunine (immatures), les fibres élastiques proprement dites (matures) et les fibres oxytalanes) [38]. Ainsi, une grande épaisseur prélevée correspond expérimentalement à une rétraction

importante en raison de cette structure moléculaire. Il serait alors utile de réaliser des marquages des fibres élastiques (élastine…) pour tester cette hypothèse.

Cependant, la rétraction des greffons de 1 mm d'épaisseur est plus importante que celle des greffons de peau totale, pourtant plus épais donc contenant plus de derme. La différence histologique majeure entre les deux types de greffons est la présence de tissu hypodermique sous-jacent pour les greffons de peau totale. Ce tissu hypodermique se comporte probablement comme une trame rigide limitant les rétractions du greffon quand il est présent. De plus, il intervient peut-être dans une moindre mesure comme une couche barrière, limitant le dessèchement du greffon et donc secondairement sa rétraction.

Nous notons également une rétraction importante des greffons de peau excisée à 0,4 mm d'épaisseur. Ce greffon d'épaisseur très faible subit une forte rétraction probablement secondaire à la déshydratation rapide du greffon laissé à l'air libre. Pour s'en assurer, il serait nécessaire d'humidifier en permanence le greffon au moyen d'une solution empêchant son dessèchement, et de réaliser les mesures dans ces conditions.

La rétraction des greffons est d'autant plus importante que l'épaisseur excisée est grande sauf dans deux cas :
Quand l'épaisseur du greffon est faible (de l'ordre de 0,4 mm), certainement en raison du dessèchement plus rapide de celui-ci qui augmente considérablement sa rétraction.
Quand le tissu hypodermique est présent (en peau totale), probablement en raison de sa trame histologique qui limite les rétractions des greffons.

(b) Sur l'expansion du lit de plaie

L'expansion du lit de plaie est importante en greffe de peau totale. Elle est en revanche très faible aux trois épaisseurs de peau partielle prélevées (Figure 27). Cela s'explique certainement par le fait qu'une partie de la trame structurelle collagénique du derme est préservée lors d'excisions partielles. Or, cette trame collagénique est responsable de la résistance de la peau aux forces de traction [38]. Ainsi, une excision partielle du derme contenant ces fibres de collagène, suggère que le socle dermique profond restant est suffisant pour résister aux forces de tractions liées à l'excision (Figure 28).

Figure 27 : Illustration de l'expansion comparée du lit de plaie d'excision de peau totale (à gauche) et de peau partielle (à droite) sur le site de l'épaule du même chien

L'expansion des lits de plaie de peau totale est importante probablement du fait de la perte de continuité de la trame collagénique du derme de la peau adjacente.

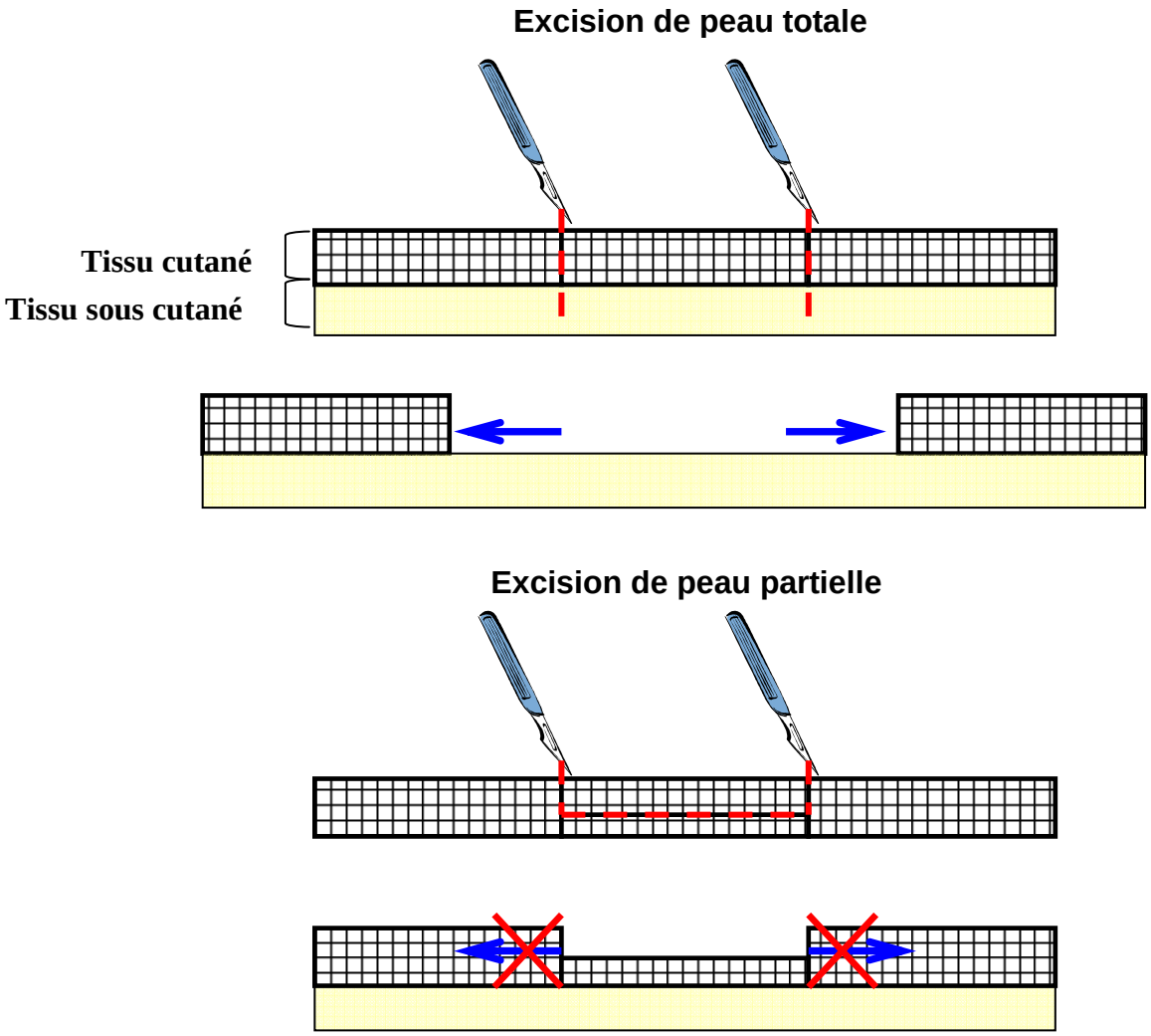

Figure 28 : Représentation schématique d'interprétation des résultats d'expansion comparée des excisions de peau totale et partielle

(2) Influence de la localisation du greffon prélevé

Dans la première série d'expérimentation (cf. III.C.2.b)(1)(c)), nous concluons à un effet non significatif de la localisation sur l'expansion du lit de plaie et la rétraction du greffon. A l'opposé, dans la deuxième série d'expérimentation (cf. III.C.2.b)(2)(c)), nous concluons à un effet significatif de la localisation sur ces mêmes facteurs. Ceci paraît paradoxal. L'explication est la suivante : en regardant les graphes d'interaction comparant la peau partielle et la peau totale (première série d'expérimentations), nous nous apercevons que les greffons de peau partielle et les lits de plaie associés varient peu en taille. Les différences liées à la localisation sont ainsi atténuées. En effet, dans la deuxième série d'expérimentations, les variations ne sont étudiées que sur des greffons et lits de plaie de peau totale. Cette différence nous permet de mettre en évidence l'influence de la localisation.

Nous démontrons ainsi, l'influence du territoire cutané sur les modifications morphométriques des tissus. Cela tient à la différence d'élasticité des tissus. Chez l'homme, il est en effet démontré une décroissance de l'élasticité cutanée depuis les régions dorsales vers les régions ventrales et depuis les régions proximales des membres vers les régions distales [11]. Cette observation n'a jamais été réalisée chez le chien.

La localisation topographique influence les variations morphométriques des tissus probablement en raison d'une différence d'élasticité cutanée (non démontrée chez le chien).

(3) Influence de l'orientation du greffon prélevé

Dans l'étude statistique, nous ne sommes pas parvenus à démontrer que l'effet orientation modifie les variations morphométriques des tissus mesurés. Cela ne doit en aucun cas conduire à la conclusion que l'orientation n'influence pas ces variations. En effet, en statistiques, un résultat non significatif est synonyme de non conclusion. Or, il est couramment admis l'influence des lignes de tension sur l'élasticité cutanée et les modifications morphométriques des plaies au cours du temps. De plus, les représentations graphiques montrent une rétraction du greffon (ou expansion du lit de plaie) systématiquement plus importante dans les sens opposé aux lignes de tension (exemple du site de l'épaule : Figure 24). C'est la raison pour laquelle nous choisissons de présenter séparément les résultats obtenus lors des mesures des excisions dans le sens opposé aux lignes de tension.

Cette différence non significative peut tenir au fait que la comparaison des différentes orientations est effectuée sur des chiens différents, ce qui ne permet pas de s'affranchir du facteur « chien ». De plus, un nombre de chiens plus important pourrait peut-être permettre de mettre en évidence cette influence.

Notre étude ne permet pas de démontrer mais seulement de suspecter l'influence des lignes de tension sur les variations morphométriques des tissus.

(4) Influence du sexe, de l'âge et de la période de l'année

Chez le chien, l'influence de facteurs tels que l'âge, le sexe ou la période de l'année sur les variations morphométriques des tissus cutanés ne sont pas connus. Aucune différence

significative d'élasticité cutanée n'est démontrée quand ces facteurs varient [57]. Cependant, ces conclusions doivent être relativisées dans la mesure où très peu d'animaux sont utilisés et qu'ils le sont à une unique période de l'année. De plus, dans l'espèce humaine, des différences d'élasticité sont parfois démontrées entre hommes et femmes [11].

D. Conclusions

Chez le Beagle, l'expansion du lit de plaie est proche de zéro pour les excisions de peau partielle quelle que soit l'épaisseur prélevée.

Celle du lit de plaie d'excision de peau totale est influencée par la localisation (démontrée) et probablement par l'orientation en fonction des lignes de tension (non démontrée).

La rétraction du greffon est, elle, influencée par sa localisation (démontrée), par son épaisseur (démontrée) et probablement par son orientation par rapport aux lignes de tension (non démontrée). Il est alors nécessaire de se reporter aux tables établies précédemment (cf. III.C.2.c).

Globalement, la rétraction des greffons de peau totale est importante ce qui nécessite une grande surface pour couvrir une plaie d'une taille donnée.

Conclusion

La reconstruction cutanée constitue un véritable défi thérapeutique lorsque les pertes de substance sont étendues, profondes et lorsque la peau à proximité de la plaie est difficilement mobilisable pour une reconstruction directe, notamment pour les extrémités (des membres ou de la face). La fermeture par première intention est alors difficile et la cicatrisation par seconde intention est souvent longue et décevante.

La greffe cutanée libre occupe une place de choix dans l'arsenal thérapeutique disponible. La greffe de peau fine est la technique la plus utilisée chez l'homme.

Les greffes de peau les plus anciennement décrites sont celles de peau totale. L'un de leurs avantages est leur excellent résultat cosmétique. En effet, elles ressemblent à une peau normale dans leur texture, leur élasticité et la possibilité de repousse des poils. Cependant, bien que plus facilement manipulables et solides après transfert, elles sont plus fastidieuses à élaborer que des greffes de peau partielle : leur préparation nécessite, en effet, l'exérèse minutieuse de l'hypoderme. De plus, leur épaisseur importante peut ralentir ou compromettre la survie et le succès de la prise de la greffe.

A l'opposé, les greffes de peau partielle semblent intéressantes pour plusieurs raisons : elles sont faciles et rapides à préparer avec un dermatome et, de par leur finesse, leur revascularisation est précoce et leur taux de survie est optimisé. En revanche, elles sont réputées dans le domaine vétérinaire pour n'apporter qu'une faible qualité esthétique de par une repousse de poils souvent éparse.

L'étude morphologique réalisée suggère que des résultats cosmétiques satisfaisants peuvent être obtenus après une greffe de peau partielle : une bonne repousse des poils est attendue dès lors que l'épaisseur du prélèvement est supérieure à 0,7 mm. En effet, à partir de cette épaisseur, une très forte proportion de follicules pileux est prélevée et ils sont totalement prélevés à partir de 0,8 mm dans la majorité des cas.

L'étude histomorphométrique démontre qu'à l'inverse des greffes de peau totale, les greffons de peau partielle se contractent peu après le prélèvement. Ainsi, des sites donneurs plus petits, sont nécessaires pour couvrir une plaie avec une greffe de peau partielle qu'avec une greffe de peau totale.

Initialement décrites à la fin des années 70 dans le domaine vétérinaire, les greffes de peau sont régulièrement citées dans les ouvrages de référence mais n'ont plus fait l'objet de publications scientifiques depuis lors. Ainsi, aucune série clinique n'a été rapportée. Cette étude permet de donner des critères décisionnels pour obtenir un juste équilibre entre le résultat esthétique attendu, la résistance et la survie des greffons de peau partielle et permet d'envisager une étude clinique prospective chez les animaux de compagnie.

Le Professeur responsable
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Le Président de la thèse

Professeur Pierre BRETON
Chirurgien des Hôpitaux

Vu et permis d'imprimer
09 JUIN 2008
Lyon, le 4 Juin 2008

Pour le président de l'Université
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales
Professeur FN GILLY

Vu : le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Pour le Directeur et par délégation,
LA DIRECTRICE DE L'ENSEIGNEMENT

Professeur Françoise GRAIN

Bibliographie

[1] **Antico A.,** (2004)
Morphometry in skin-test methodological studies--validation of the point-counting technique for precise area determination.
Eur Ann Allergy Clin Immunol. Jun, 36(6), 219-224.

[2] **Bahmer FA, Smolle J.,** (1992)
Morphometry in clinical dermatology.
Acta Derm Venereol. 72(1), 52-55.

[3] **Bauer M.S., Pope E.R.,** (1986)
The effects of skin graft thickness on graft viability and change in original graft area in dogs.
Vet Surg, 15(4), 321-324.

[4] **Booth LC.,** (1982)
Split-thickness autogenous skin transplantation in the horse.
J Am Vet Med Assoc. Apr 1, 180(7), 754-757.

[5] **Boyd C.L.,** (1967)
Equine skin autotransplant for wound healing.
J Am Vet Med Assoc. 151, 1618-1624.

[6] **Cachon T., Carozzo C.,** (2005)
Indications et limites en chirurgie reconstructrice chez le chien et le chat
Nouv. Prat. vét. canine féline, (hors-série chirurgie), 67-72

[7] **Caquant L, Mojallal A, Collin AC, Bouletreau P, Breton P.** (2008)
Cheek defect reconstruction with a vertical translation flap: nine cases.
Rev Stomatol Chir Maxillofac. Feb, 109(1), 15-19.

[8] **Converse JM, Smahel J, Ballantyne DL Jr, Harper AD.,** (1975)
Inosculation of vessels of skin graft and host bed: a fortuitous encounter.
Br J Plast Surg. Oct, 28(4), 274-282.

[9] **Converse J.M.,** (1970)
Plastic surgery and transplantation of skin,
In : Skin Surgery. Springfield. 161-182

[10] **Davis J.S., T.H.F.,** (1925)
Origin and development of the blood supply of whole-thickness grafts. An experimental study.
Ann Surg. December, 82(6), 871–879.

[11] **Diridollou S, Black D, Lagarde JM, Gall Y, Berson M, Vabre V, Patat F, Vaillant L.,** (2000)
Sex- and site-dependent variations in the thickness and mechanical properties of human skin in vivo.
Int J Cosmet Sci. Dec, 22(6), 421-435.

[12] **Disa JJ, Alizadeh K, Smith JW, Hu Q, Cordeiro PG.,** (2001)
Evaluation of a combined calcium sodium alginate and bio-occlusive membrane dressing in the management of split-thickness skin graft donor sites.
Ann Plast Surg. Apr, 46(4), 405-408.

[13] **Dellmann, H.D., Eurel J.,** (1998)
Textbook of veterinary histology. 5th edition Baltimore : Williams & Wilkins Company, 380 p.

[14] **Ford T.S., Schumacher.J., Brumbaugh G.W., Honnas C.M.,** (1992)
Effects of split-thickness and full thickness skin grafts on secondary graft contraction in horse.
Am J Vet Res, 9, 1572-1574.

[15] **Fox S.M., P.C.W.,** (1982)
Split-thickness autogenous skin transplantation in a dog.
Vet med sm anim clinic, May, 782-787.

[16] **Frank DH, Bonaldi LC.,** (1985)
Inhibition of wound contraction: comparison of full-thickness skin grafts, Biobrane, and aspartate membranes.
Ann Plast Surg. Feb, 14(2), 103-110.

[17] **Gillies H., Millard D.R.,** (1957)
The principles and Art of Plastic Surgery. Boston, Little Brown and Co. 113.

[18] **Haller JA Jr, Billingham RE.,** (1967)
Studies of the origin of the vasculature in free skin grafts.
Ann Surg. Dec, 166(6), 896-901.

[19] **Hansen LS, Coggle JE, Wells J, Charles MW.,** (1984)
The influence of the hair cycle on the thickness of mouse skin.
Anat Rec. Dec, 210(4), 569-573.

[20] **Hedlung C.S.,** (2002)
Surgery of the intertegumentary system,
In : Small Animal surgery.
Fossum Editor, Mosby, St. Louis. 134-229

[21] **Jensen E.C.,** (1959)
Canine autogenous skin grafting.
Am J Vet Res., 20, 898-908.

[22] **Johnston D.E.,** (1990)
Tissue expanders, in Plastic and Reconstructive Surgery.
Vet Clin Nor Am : Small Animal Practice, 20, 227-234.

[23] **Jong LR, Lin TW.,** (1995)
A modified method of harvesting split-thickness skin grafts from the abdomen.
Burns. Dec, 21(8), 610-611.

[24] **Kantor J, Margolis DJ.,** (1998)
Efficacy and prognostic value of simple wound measurements.
Arch Dermatol. Dec, 134(12), 1571-1574.

[25] **Malpass K.G., Snelling C.F., Tron V.,** (2003)
Comparison of donor-site healing under Xeroform and Jelonet dressins : unexpected findings.
Plast Reconstr Surg, 112 (2), 430-439.

[26] **Martin A.D.,** (1994)
Skin thickness : calliper measurement and typical values
In : Handbook of Non-Invasive Methods and the Skin. 293-296.

[27] **Mc Keever P.J., B.T.D.,** (1978)
Comparison of full and partial-thickness autogenous skin transplantation in dogs. A pilot study.
Am J Vet Res. Oct, 39(10), 1706-1709.

[28] **Pavletic M.M.,** (1992)
Atlas of Reconstructive Surgery,
ed MM Pavletic, Lippincot, Philadelphia

[29] **Pin D.,** (2007)
Traitement de l'épidermolyse bulleuse dystrophique canine par greffe de feuillets épidermiques génétiquement modifiés.
Thèse de Doctorat d'Université (Biologie et pharmacologie cutanée), Université Denis Diderot Paris VII, 243 p.

[30] **Pin D., Cachon T., Carozzo C.,** (2007)
Determination of the depth of excision using a dermatome (Aesculap) to export all hair follicle bulbs from a donor site in the dog.
J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med. Nov, 54(9), 539-541.

[31] **Pin D., Cachon T., Carozzo C.** (2008)
Etude comparative, chez le chien, de la variation de la taille de plaies cutanées intéressant toute ou partie de l'épaisseur de la peau.
Rev. Méd. vét., 2008, vol. 159, (4), 183-186

[32] **Pope E.R.,** (1985)
Effects of skin graft preparation and graft survival on the secondary contraction of full-thickness skin grafts in dogs.
Am J Vet Res. Dec, 46(12),2530-2535.

[33] **Pope E.R.,** (1990)
Mesh Skin grafting,
In : Plastic and Reconstructive Surgery. Vet Clinics of North America : Small Animal Practice., 20, 177-187.

[34] **Pope E.R.,** (1988)
Skin grafting in small animal surgery. I. The normal healing process.
Compend Contin Educ,. 10, 915

[35] **Pope E.R.,** (1988)
Skin grafting in small animal surgery. II. Full-thickness skin grafting techniques.
Compend Contin Educ,. 10, 1068

[36] **Pope E.R., Swaim S.F.,** (1985)
Wound drainage from under full-thickness skin grafts in dogs. Part I. Quantitative evaluation for four techniques.
Vet Surg, 14, 17-23

[37] **Probst C.W., P.l.C., Bingham H.G., et al.,** (1983)
Split thickness skin grafting in the dog.
J Am An Hosp Assoc,. 19, 555.

[38] **Prost-Squarcioni C, Fraitag S, Heller M, Boehm N.,** (2008)
Functional histology of dermis.
Ann Dermatol Venereol. Jan, 135(1 Pt 2), 1S5-20.

[39] **Reimer S.B., Séguin B., DeCock H.E., Walsh P.J., Kass P.H.,** (2005)
Evaluation of the effect of routine histologic processing on the size of skin samples obtained from dogs.
Am J Vet Res. Mar, 66(3), 500-505

[40] **Rudolph R.,** (1979)
Inhibition of myofibroblasts by skin grafting.
Plast Reconstr Surg, 63, 473-480

[41] **Rudolph R.,** (1976)
The effect of skin graft preparation on wound contraction.
Surg Gynecol Obstet, Jan, 142(1), 49-56.

[42] **Sams H.H., M.M.A., Stasko T.,** (2004)
Useful adjuncts to harvest split-thickness skin grafts.
Dermatol Surg,. 30, 1591-1592.

[43] **Schumacher J., Chambers M., Hanselka D.V., Dill Morton L.,** (1987)
Preservation of Skin by Refrigeration for Autogenous Grafting in the Horse.
Vet Surg 16(5), 358–361

[44] **Servant J.M., Revol M.,** (1989)
Greffes cutanées.
In : Encyclopédie médicale chirurgicale. Techniques chirurgicales, Chirurgie plastique. Paris, Elsevier, 45070, 12.

[45] **Siegfried R, Schmökel H, Rytz U, Spreng D, Schawalder P.**, (2004)
Treatment of large distal extremity skin wounds with autogenous full-thickness mesh skin grafts in 5 cats.
Schweiz Arch Tierheilkd. Jun, 146(6), 277-283.

[46] **Schwanholt C, Greenhalgh DG, Warden GD.,** (1993)
A comparison of full-thickness versus split-thickness autografts for the coverage of deep palm burns in the very young pediatric patient.
J Burn Care Rehabil. Jan-Feb, 14(1), 29-33.

[47] **Scott, D.W. ; Miller, W.H. ; Griffin, C.E.,** (2001)
Structure and function of the skin.
In : Muller and Kirk's small animal dermatology. 6th edition. Philadelphia : W.B. Saunders Company , 1528p.

[48] **Swaim, S.F.,** (1990)
Skin grafts,
In : Plastic and Reconstructive Surgery. Veterinary Clinics of North America : Small Animal Practice, 20, 147-175.

[49] **Swaim S.F.,** (2003)
Skin grafts,
In : Textbook of small animal surgery. 3rd edition. Volume 1. Slatter Philadelphia : Saunders, vol. 1, 1286 p.

[50] **Swaim S.F.,** (1980)
Surgery of Traumatized Skin: Management and reconstruction in the Dog and Cat. WB Saunders, Philadelphia, 428p.

[51] **Viguier E., Degorce F.,** (1992)
Eléments anatomiques fondamentaux en chirurgie cutanée plastique et reconstructrice chez les carnivores domestiques.
Point vét., vol. 24, (N° Spécial : Chirurgie plastique et reconstructrice cutanée), 393-407.

[52] **Wang YB, Ogawa Y, Kakudo N, Kusumoto K.,** (2007)
Survival and wound contraction of full-thickness skin grafts are associated with the degree of tissue edema of the graft bed in immediate excision and early wound excision and grafting in a rabbit model.
J Burn Care Res. Jan-Feb, 28(1), 182-186.

[53] **Weber RS, Hankins P, Limitone E, Callender D, Frankenthaler RM, Wolf P, Goepfert H.,** (1995)
Split-thickness skin graft donor site management. A randomized prospective trial comparing a hydrophilic polyurethane absorbent foam dressing with a petrolatum gauze dressing.
Arch Otolaryngol Head Neck Surg, Oct,121(10), 1145-1149.

[54] **White, R.,** (1991)
Greffe cutanée chez le chien.
Walth Int Foc,. 1(1), 2-8.

[55] **White, R.,** (1999)
Skin grafting,
In : Manual of canine and feline wound management and reconstruction., British Small Animal Veterinary Association, Shurdington. 83-94.

[56] **Williams, J.M.,** (1997)
Free skin grafting
In: Proceedings of the North American Veterinary Conference, Orlando, Florida, January 11-15, vol. 11, 645-647

[57] **Young LA, Dodge JC, Guest KJ, Cline JL, Kerr WW.,** (2002)
Age, breed, sex and period effects on skin biophysical parameters for dogs fed canned dog food.
J Nutr. Jun, 132(6 Suppl 2), 1695S-1697S.

[58] **Zacharski LR, Colt J, Mayor MB, Strohbehn JW, Brown SA.,** (1979)
Mechanism of obstruction of closed-wound suction tubing.
Arch Surg. May, 114(5), 614-615.

VALRAN Thibaut

ETUDE HISTOMORPHOMETRIQUE ET MORPHOLOGIQUE DES GREFFES DE PEAU LIBRE CHEZ LE CHIEN

Thèse Vétérinaire : Lyon, le 25 septembre 2008

RESUME :

Chez le chien, les greffons de peau totale sont réputés pour leurs qualités cosmétiques et leur résistance mécanique. Les greffons de peau partielle présentent eux l'avantage d'une prise facilitée de par leur épaisseur moindre.

L'étude morphologique réalisée montre que des prélèvements de peau partielle d'épaisseur 0,8 mm permettent l'exportation de la totalité des follicules pileux dans la totalité des cas. Avec cette épaisseur, le greffon est susceptible de conjuguer les avantages théoriques cosmétiques, plastiques et de survie des deux types de greffe de peau totale ou partielle fine.

D'autre part en situation clinique, après prélèvement, greffons et lits donneurs subissent des variations d'aire : les greffons cutanés montrent une forte tendance à la contraction et les sites donneurs de greffons de peau totale à l'expansion. L'étude morphométrique réalisée précise ces variations et les quantifie en termes de pourcentage en fonction de plusieurs facteurs tels l'épaisseur du greffon prélevée, la localisation topographique du site donneur et l'orientation du prélèvement par rapport aux lignes de tension. Ainsi, la rétraction d'un greffon lombaire prélevé en peau totale est de 29% contre 19% en peau partielle épaisse (0,8 mm) et 34% si le greffon est prélevé perpendiculairement aux lignes de tension. L'expansion du lit de plaie associée est respectivement de 81%, 1% et 84%. Les greffons de peau totale des régions de la cuisse et de l'épaule subissent des rétractions de respectivement 29% et 33%. Cela signifie qu'il est nécessaire de prévoir un greffon de plus grande taille quand celui-ci est prélevé en peau totale. De même, l'expansion significativement ($p<0,01$) plus importante de la plaie consécutive à un prélèvement de peau totale impose d'anticiper de manière plus rigoureuse sa fermeture chirurgicale.

MOTS CLES :

- **Etude histomorphométrique**
- **Etude morphologique**
- **Greffe**
- **Peau**
- **Chien**

JURY :

Président : Monsieur le Professeur BRETON Pierre
1er Assesseur : Monsieur le Docteur CAROZZO Claude
2ème Assesseur : Monsieur le Professeur VIGUIER Eric
Membre invité : Monsieur le Docteur PIN Didier

DATE DE SOUTENANCE :

25 septembre 2008

ADRESSE DE L'AUTEUR :

3 chemin du grand cras
74100 VETRAZ MONTHOUX