



ECOLE  
NATIONALE  
VÉTÉRINAIRE  
TOULOUSE

ANNEE 2001 THESE : 2001 - TOU 3 - 4109

# LA TRANSFUSION SANGUINE CHEZ LE CHAT

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2001  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**Isabelle, Mireille CARRÉ**

Née, le 16 novembre 1975 à DIGNE (Alpes-de-Haute-Provence)

---

Directeur de thèse : Mlle le Docteur Armelle DIQUELOU

## JURY

PRESIDENT :  
**M. Pierre CARLES**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :  
**Mlle Armelle DIQUELOU**  
**M. Jean-François GUELFI**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

LA TRANSFUSION SANGUINE CHEZ LE CHAT.

6608-2001 1



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE LA PÊCHE  
ET DE LA MER

A notre Jury de Thèse

**Monsieur le Professeur Carles**

*Professeur des Universités – Médecine interne  
Praticien hospitalier*

Qui nous a fait l'honneur de présider notre jury de thèse  
Avec nos hommages très respectueux

**Mademoiselle le Docteur Armelle Diquelou**

*Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse  
Pathologie médicale des Équidés et des Carnivores*

Qui a bien voulu accepter de nous guider dans la réalisation de ce travail avec beaucoup de bienveillance.

Qu'elle veuille bien trouver ici l'expression de notre grand respect et de notre vive reconnaissance pour le temps qu'elle nous accordé non seulement pendant la rédaction de ce travail mais aussi pendant les deux années passées à ses côtés dans le Service de Médecine.

**Monsieur le Professeur Jean-François Guelfi**

*Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse  
Pathologie médicale des Équidés et des Carnivores*

Qui nous a fait l'honneur de bien vouloir participer à ce jury.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre plus vive gratitude et de notre profond respect.



**A Monsieur le Docteur Olivier Dossin,**

Pour les années d'étude et de travail en sa compagnie au service de Médecine et pour l'expérience précieuse qu'il m'a transmise.

Sincères remerciements

**A Monsieur le Professeur Jean-François Guelfi, à Monsieur le Professeur Alain Regnier, à Mademoiselle Catherine Trumel et à tous les membres du service de Médecine,**

Pour les deux années enrichissantes passées à leur côté.

Remerciements

**A toutes les bibliothécaires de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse**

Qui m'ont toujours très bien reçue et qui m'ont beaucoup aidée dans mes recherches.

Avec tous mes remerciements.



**A mes parents,**

Qui m'ont soutenue durant toutes mes études et qui ont supporté, sans faillir, mes terribles sautes d'humeur pendant la réalisation de ce travail.

Avec tout mon amour et mes sincères excuses.

**A ma grand-mère,**

Qui m'a hébergée et dorlotée pendant mes premières années d'École.

Avec toute mon affection.

**A la mémoire de mon grand-père**

**A mon frère et à Catherine,** pour leur affection et leur soutien.

**A Léa,**

pour toute la joie qu'elle apporte, chaque jour, dans la famille.

Avec tout l'amour de sa marraine.

**A ma marraine,** pour son amour, sa disponibilité et son aide dans des moments difficiles.

**A Charlotte,** pour toutes les confidences partagées et pour la bouffée d'oxygène qu'elle a souvent su m'apporter.

**A ma grande-tante,** pour son affection constante.

**A ma famille Québécoise,** pour tous les bons souvenirs que nous avons en commun.

**A mon parrain.**

**A toute la famille de mon père, mes oncles, tantes et cousins ; à la mémoire de mes grands-parents**



**A Annick**, pour son amitié inconditionnelle et son écoute attentive.

**A Jean Pascal**, pour son amitié et son aide.

**A tout le « groupe de TP »** avec lequel j'ai passé ces quatre années d'École et de merveilleux moments de loisir.

Et puis..., à tous les animaux de la famille qui m'ont un jour ou l'autre un peu servi de cobaye.





**LA TRANSFUSION SANGUINE  
CHEZ LE CHAT**



## **TABLE DES MATIÈRES**



# PLAN DE LA THÈSE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>23</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : Les indications de la transfusion sanguine</b> .....	<b>27</b>
<b>1) L'anémie</b> .....	29
a) Anémie par perte de sang .....	29
$\alpha$ ) Anémie lors d'hémorragie aiguë .....	29
$\beta$ ) Anémie lors de perte de sang chronique .....	29
b) Anémie hémolytique .....	30
$\alpha$ ) Anémie hémolytique d'origine non immunitaire .....	30
$\beta$ ) Anémie hémolytique d'origine immunitaire .....	31
c) Anémie non régénérative .....	31
<b>2) Trouble de l'hémostase</b> .....	34
a) Coagulopathies .....	34
$\alpha$ ) Coagulopathies congénitales .....	34
$\beta$ ) Coagulopathies acquises .....	35
b) Un problème plaquettaire .....	36
c) La coagulation intravasculaire disséminée .....	38
<b>3) Une hypoprotéïnémie</b> .....	39
<b>4) Une leucopénie</b> .....	39
<b>5) Transfusion avant une chirurgie</b> .....	39
<b>DEUXIEME PARTIE : La réalisation pratique de la transfusion sanguine</b> .....	<b>41</b>
<b>1) Les groupes sanguins du chat</b> .....	43
a) Les groupes sanguins : support biochimique et génétique .....	43
b) Les anticorps naturels .....	44
c) Incidence des groupes sanguins dans la population féline .....	45
<b>2) Le choix du donneur</b> .....	47
a) Le groupe sanguin du donneur .....	47
b) Comment choisir un chat donneur .....	47
.....	48
c) Suivi médical du donneur .....	49
d) Entretien du donneur .....	49
e) Mise en place d'un programme de don du sang .....	49
$\alpha$ ) Utilisation d'un chat résidant à la clinique .....	50
$\beta$ ) Utilisation des chats de la clientèle .....	50
<b>3) Prélèvement et conservation du sang</b> .....	50
a) Volumes prélevés et fréquence des dons .....	50
b) Les méthodes de prélèvements .....	51
$\alpha$ ) L'anesthésie du donneur .....	51
$\beta$ ) Les sites de ponction .....	52
$\gamma$ ) Le prélèvement .....	53

c) Conservation du sang total .....	53
.....	56
α) Physiologie des hématies pendant le stockage .....	58
β) Anticoagulants et solutions de conservation .....	58
γ) Température de stockage .....	
δ) Récipients de stockage .....	59
3) <b>Administration du sang</b> .....	59
a) Tests de compatibilité donneur-receveur .....	60
α) Le typage .....	60
β) Le test d'agglutination croisé .....	62
b) Préparation du sang .....	64
c) Techniques d'administration .....	64
d) Voies d'administration .....	67
e) Volume administré .....	67
f) Vitesse de transfusion .....	68
g) Particularités de la fluidothérapie pertransfusionnelle .....	
	<b>69</b>
<b><u>TROISIÈME PARTIE : Les conséquences de la transfusion sanguine</u></b> .....	71
	71
1) <b>Complications à médiation immune</b> .....	71
a) Complications associées aux incompatibilités entre groupes sanguins..	74
α) Transfusion de sang de type A à un receveur de type B .....	74
β) Transfusion de sang de type B à un receveur de type A .....	
γ) La maladie hémolytique néonatale .....	75
b) Autres complications d'origine immunitaire .....	75
α) Réaction vis-à-vis des antigènes leucocytaire, plaquettaire et	75
plasmatiques .....	
β) Réaction vis-à-vis d'allergènes plasmatiques .....	75
	75
2) <b>Complications non immunes</b> .....	75
a) Vomissement .....	76
b) Hypervolémie .....	76
c) Hémolyse d'origine mécanique .....	76
d) Perturbations électrolytiques .....	76
α) Hypocalcémie .....	77
β) Hyperkaliémie .....	77
e) Transmission de maladies infectieuses .....	77
α) Septicémie .....	
β) Transmission de parasites ou de virus .....	
	78
3) <b>Surveillance post-transfusionnelle et évaluation de l'efficacité de la</b>	78
<b>transfusion</b> .....	78
a) Détection et diagnostic des complications transfusionnelles .....	80
b) Traitement des complications transfusionnelles .....	80
c) Evaluation de l'efficacité de la transfusion .....	82
α) Remplacement des globules rouges .....	82
β) Remplacement des facteurs de la coagulation .....	
γ) Remplacement des plaquettes .....	
	<b>83</b>
<b><u>QUATRIÈME PARTIE : Les autres types de transfusion</u></b> .....	85
	85
1) <b>L'autotransfusion</b> .....	85

a) Définitions .....	85
b) Autotransfusion en peropératoire ou à la suite d'un traumatisme .....	87
α) Techniques .....	87
β) Composition du sang après l'autotransfusion .....	88
γ) Complications de l'autotransfusion .....	89
c) Récolte préopératoire et administration postopératoire .....	89
d) Cas particulier de l'aphérese .....	89
2) <b>Utilisation des dérivés sanguins</b> .....	90
a) Préparation et conservation des dérivés sanguins .....	90
α) Préparation du concentré érythrocytaire, du plasma frais congelé et du plasma congelé .....	90
β) Préparation du cryoprécipité .....	92
γ) Préparation du plasma riche en plaquettes et du concentré plaquettaire .....	92
δ) Préparation des granulocytes .....	96
b) Indications des dérivés sanguins .....	97
c) Administration des dérivés sanguins .....	97
3) <b>Utilisation des produits de substitution</b> .....	98
a) Les dérivés de l'hémoglobine .....	98
b) Les perfluorocarbones .....	98
4) <b>Utilisation du sang de chien</b> .....	99
 <b><u>CONCLUSION</u></b> .....	 <b>103</b>
 <b><u>ANNEXES</u></b> .....	 <b>111</b>
 <b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b> .....	



## TABLE DES ILLUSTRATIONS

<b><u>Tableau 1</u></b> : Supplémentation en fer lors d'anémie ferriprive .....	30
<b><u>Tableau 2</u></b> : Différents types d'anémies non régénératives chez le chat ; leurs caractéristiques et leurs causes .....	32
<b><u>Tableau 3</u></b> : Principales thrombopénies et thrombopathies chez le chat .....	37
<b><u>Tableau 4</u></b> : Caractéristiques du système AB du chat .....	45
<b><u>Tableau 5</u></b> : Incidence des groupes sanguins du chat dans plusieurs pays .....	46
<b><u>Tableau 6</u></b> : Incidence du groupe B chez les chats de pure race aux Etats Unis .....	46
<b><u>Tableau 7</u></b> : Supplémentation en fer chez le chat donneur .....	49
<b><u>Tableau 8</u></b> : Les différents protocoles d'anesthésie employés pour la collecte de sang chez le chat .....	51
<b><u>Tableau 9</u></b> : Liste des anticoagulants : composition et utilisation chez le chat .....	57
<b><u>Tableau 10</u></b> : Comparaison des avantages et inconvénients des flacons en verre par rapport aux poches à sang .....	59
<b><u>Tableau 11</u></b> : Préparation des tubes pour les tests d'agglutination croisés .....	61
<b><u>Tableau 12</u></b> : Pourcentage d'absorption des globules rouges, chez le chien, selon la voie d'administration .....	64
<b><u>Tableau 13</u></b> : Dérivés sanguins utilisables en fonction des affections .....	95
<b><u>Tableau 14</u></b> : Volume et fréquence d'administration des principaux dérivés sanguins .....	96
<b><u>Figure 1</u></b> : Les voies du métabolisme des globules rouges .....	55
<b><u>Figure 2</u></b> : Réalisation d'un test d'agglutination croisée simplifié chez le chat .....	63
<b><u>Figure 3</u></b> : Mise en place d'un cathéter pour intramédullaire .....	66
<b><u>Figure 4</u></b> : Enregistrements cardiaques et respiratoires d'un chat de groupe B transfusé avec du sang de groupe A .....	72
<b><u>Figure 5</u></b> : Durée de vie des globules rouges après une transfusion incompatible ....	81
<b><u>Figure 6</u></b> : Autotransfusion avec récolte du sang sur abdomen ouvert .....	86
<b><u>Figure 7</u></b> : Autotransfusion avec récolte du sang sur abdomen fermé .....	86

<b>Figure 8</b> : Résumé de la préparation des dérivés sanguins .....	91
<b>Figure 9</b> : Calcul du volume de plasma nécessaire en fonction du déficit protéique.	93

## TABLE DES ANNEXES

<b>Annexe 1</b> : Dispositions législatives concernant la garde d'un chat en cage .....	104
<b>Annexe 2</b> : Exemple de solutions de conservation employées pour prolonger la durée de vie des globules rouges séparés de leur plasma .....	105
<b>Annexe 3</b> : Exemple d'un protocole de typage en laboratoire .....	106
<b>Annexe 4</b> : Exemple d'une carte de typage rapide par Rapid Vet-H .....	107
<b>Annexe 5</b> : La maladie hémolytique néonatale .....	108
<b>Annexe 6</b> : Caractéristique de la solution d'Oxyglobine .....	110



## **INTRODUCTION**



La transfusion peut se définir comme l'administration, par voie parentérale, de sang total, de dérivés sanguins (plasmas, concentrés érythrocytaires...) ou de produits de substitution (dérivés de l'hémoglobine, perfluoro-carbones...).

Les premiers essais transfusionnels, réalisés sur l'homme et le chien, remontent au XVII<sup>e</sup> siècle. Mais la transfusion sanguine ne s'est réellement développée qu'au XX<sup>e</sup> siècle avec la découverte des groupes sanguins et des anticoagulants (34,168).

On commence à parler couramment de transfusion sanguine chez le chat dans les années 60 (59,60).

La transfusion joue, depuis, un rôle important en médecine féline. Elle peut être ainsi fondamentale dans le traitement des chats anémiques ou accidentés.

Une bonne connaissance du système de groupe sanguin félin est indispensable dans la pratique courante de la transfusion. En effet les chats possèdent dès leur plus jeune âge des anticorps naturels dirigés contre les autres groupes sanguins. Ces alloanticorps sont responsables, dès la première transfusion, de réactions hémolytiques souvent graves pouvant provoquer la mort de l'animal.

Ce travail a pour but de présenter tous les aspects pratiques de la transfusion sanguine chez le chat.

Nous développerons donc, dans une première partie, les indications de la transfusion sanguine. Puis nous détaillerons la réalisation pratique de la transfusion de sang total, depuis le prélèvement chez le donneur jusqu'à l'administration chez le receveur. Nous considérerons ensuite les complications possibles et nous verrons aussi comment les prévenir, les détecter et les traiter. Dans une dernière partie nous envisagerons les autres types de transfusion : autotransfusion, transfusion de dérivés sanguins, transfusion de produits de substitution et transfusion de sang de chien.



**PREMIÈRE PARTIE :  
LES INDICATIONS DE LA  
TRANSFUSION SANGUINE**





La transfusion de sang total ou de ses dérivé est indiquée dans de nombreuses affections. Nous verrons dans cette partie, les indications de la transfusion en général et nous préciserons les indications de chaque dérivé sanguin dans la partie IV.

## 1) L' anémie

L'anémie est l'indication la plus classiquement rencontrée dans la transfusion chez le chat (86). L'anémie est définie comme une baisse de l'hémoglobinémie au-dessous de 8 g/dL chez le chat. Elle s'accompagne toujours d'une baisse de la capacité de transport en oxygène. (146)

### a) Anémie par perte de sang

#### α) Anémie lors d'hémorragie aiguë

Une hémorragie peut survenir à la suite d'un traumatisme, à la suite de la rupture d'une tumeur ou pendant une chirurgie; elle peut également être associée à un trouble de la coagulation (65). L'anémie est alors normocytaire normochrome avec fréquemment des signes de régénération (réticulocytes, polychromatophilie, anisocytose).

L'animal peut supporter la perte d'environ 25% de son volume sanguin (le volume sanguin du chat étant d'environ 60 mL/kg) (15,33).

A partir de 30 à 40% de perte, le choc hémorragique est probable (hypovolémie et diminution des capacités de transport en oxygène) (168).

On commence donc par mettre en place une perfusion et on essaie de traiter la cause du saignement (64). La transfusion est envisagée si l'état clinique du patient se dégrade, si le saignement persiste ou si l'animal doit être anesthésié (15).

**La transfusion n'est le plus souvent nécessaire que lorsque l'hématocrite tombe en dessous de 20% (56,119,180) ou lorsque l'hémoglobinémie est inférieure à 7 g/dL (56,109).**

#### β) Anémie lors de perte de sang chronique

Les pertes de sang chroniques surviennent lors d'infestations parasitaires massives (parasites externes et gastro-intestinaux), lors d'ulcères gastro-intestinaux ou lors de tumeurs ulcérées (tumeur du tractus digestif, tumeurs cutanées...) (33,126,127, 157,161).

On parle alors d'**anémie ferriprive** : il s'agit d'une anémie microcytaire hypochrome avec éventuellement une poïkilocytose (33,126,127,161). La concentration en fer sérique est diminuée (127,161).

**Dans ce cas, le chat a rarement besoin d'une transfusion. On commence par éliminer la cause du saignement et par supplémenter l'animal en fer (33,65,127,161). (Tableau 1)**

	<b>Posologie</b>	<b>Voie</b>	<b>Remarques</b>
<b>Sulfate ferreux</b>	50 à 100 mg/chat/j pendant 9 mois	VO	Diminution des doses dès que l'hématocrite est dans les normes
<b>Fer dextran</b>	10 mg/kg/j pendant 9 mois	IM	Fer Dextran B12® Fort Dodge®

TABLEAU 1: Supplémentation en fer lors d'anémie ferriprive (127)

La transfusion est envisagée lorsque l'animal montre des signes d'hypoxie (tachycardie, tachypnée, muqueuses cyanosées...) ou lorsqu'il doit subir rapidement une chirurgie (15,161).

## b) Anémie hémolytique

L'hémolyse se définit comme la destruction massive et prématurée des globules rouges, libérant en particulier de l'hémoglobine.

L'anémie hémolytique est normocytaire (parfois macrocytaire), normochrome et le plus souvent régénérative avec une réticulocytose modérée (70,132).

Les indications de la transfusion sont différentes selon le type d'anémie hémolytique (15).

Les anémies hémolytiques sont d'origine immunitaire ou non immunitaire.

### α) Anémie hémolytique d'origine non immunitaire

Les anémies hémolytiques non immunes sont les plus fréquentes chez le chat. Elles sont d'origine :

- **infectieuse** (hémobartonellose, babésiose féline en Afrique du sud...) (33,45,65,157)
- **toxique** (paracétamol, propylène glycol, acétaminophène...) (33,65)
- **métabolique** (hypophosphatémie avec lipidose hépatique et diabète sucré) (2,65)
- **héréditaire** (déficit en Pyruvate kinase de l'Abyssin et du Somali). (70)

Pour le traitement, la mise en place d'une perfusion est indispensable. Elle permet de limiter les lésions rénales associées à l'élimination de l'hémoglobine (132).

La transfusion est envisagée lorsque l'animal présente des signes d'hypoxie. Elle permet souvent de maintenir les fonctions vitales en attendant les effets du traitement étiologique (149).

## β) Anémie hémolytique d'origine immunitaire

On distingue deux sortes d'anémies hémolytiques à médiation immune (AHMI) (70,146) :

### - **L'anémie hémolytique à médiation immune primaire.**

Elle est appelée aussi anémie hémolytique auto-immune ou idiopathique. Elle est très rare chez le chat.

### - **Les anémies hémolytiques à médiation immune secondaire.**

L'hémolyse accompagne ou suit une maladie ( Infection par le Virus leucémogène félin ou le FIV, Péritonite Infectieuse Féline, lymphosarcome, hémobartonellose...) (43,163,177). Elles représentent 50 à 70% des anémies hémolytiques à médiation immune.

Le diagnostic différentiel des AHMI repose sur la réalisation d'un test de Coombs direct. Il faut impérativement utiliser des réactifs antiglobulines de chat (132,146). Un test positif permet de diagnostiquer une hémolyse d'origine immune.

Le traitement repose sur la perfusion et l'emploi de substances immunosuppressives (glucocorticoïdes). Lors d'AHMI secondaires, il faut aussi traiter la maladie évoluant en parallèle (132,146,157,161).

La transfusion n'est pas recommandée car les hématies transfusées sont rapidement détruites par le processus immunologique (15,115,132,164). Elle risque donc d'aggraver les lésions rénales ou de favoriser une thrombose ou une coagulation intravasculaire disséminée (CIVD) (15).

Néanmoins, si des signes évidents d'hypoxie apparaissent, il faut prendre le risque de transfuser (15,26,33,149,161). On administre alors des volumes de sang minimums (15,168).

Il existe deux autres cas d'hémolyse à médiation immune (70) :

- l'hémolyse associée à la transfusion de sang incompatible ;
- l'érythrolyse néonatale.

Nous envisagerons ces deux pathologies ultérieurement avec toutes les complications de la transfusion.

## c) Anémie non régénérative

Les anémies non régénératives se caractérisent par une atteinte de l'érythropoïèse. On constate soit une diminution de l'érythropoïèse (atteinte quantitative) soit une érythropoïèse anormale ou incomplète (atteinte qualitative). Le diagnostic différentiel repose sur la réalisation d'un myélogramme (160). Les principales anémies non régénératives et leur causes sont regroupées dans le tableau 2.

		Type d'anémies NR**	Caractéristiques	Etiologie
de l'érythropoïèse Anomalies	quantitatives	Aplasie médullaire	pancytopénie MO*** : atteinte des 3 lignées	médicaments (griséofulvine, chloramphénicol...), FeLV, origine immunitaire?
		Atteinte isolée de la lignée rouge	A* normocytaire normochrome	diminution de la synthèse d'érythropoïétine lors d'IR, FeLV
		Infiltration médullaire	par des fibroblastes : myélofibrose	FeLV
			par des cellules tumorales	leucémie, lymphome
	qualitatives	Carence en vitamine B <sub>12</sub> ou folates	A* normocytaire normochrome parfois mégalo blasts et macrocytes MO: hyperplasie de la lignée rouge avec blocage de la maturation	alimentation carencée ou malabsorption
		Dysérythropoïèse	MO***: prolifération des blastes et maturation anormale état préleucémique?	FeLV
		Troubles de l'hémoglobino-génèse	A* ferriprive, microcytaire hypochrome	perte de sang chronique ou défaut d'apport (alimentation carencée ou malabsorption)
	A* inflammatoire, normocytaire normochrome. MO*** : dépôts de fer		inflammation chronique (sepsis, tumeur...)	

\* A = Anémie, \*\* NR = Non Régénératives, \*\*\*MO = Moelle Osseuse

TABLEAU 2: Différents types d'anémies non régénératives chez le chat; leurs caractéristiques et leurs causes (65,70,126,160,161)

Les anémies non régénératives évoluent lentement et cela permet à l'organisme du patient de s'adapter. Ainsi, différents mécanismes compensateurs se mettent en place au cours du temps (36,158,175) :

- au niveau cardiaque avec accélération du rythme, augmentation du débit systolique et hypertrophie du cœur ;

- au niveau périphérique avec diminution de la résistance vasculaire, diminution du volume plasmatique et augmentation de la fréquence respiratoire.

En conséquence, le chat atteint d'anémie chronique supporte assez bien un hémocrite très bas (jusqu'à 12%).

Prendre la décision de transfuser repose alors sur trois éléments : l'état clinique du patient, l'hémocrite et l'affection associée. Nous allons maintenant les détailler :

#### L'état clinique du patient

Lorsque l'état du patient se dégrade, il est alors nécessaire de le transfuser. Les symptômes évocateurs sont l'abattement, l'anorexie, la tachycardie, la tachypnée ou l'orthopnée (33,103,138,168,175).

#### L'hémocrite

La transfusion est indispensable si l'hémocrite descend en dessous de 10%, même si l'état clinique est acceptable (125,138,168,175).

#### L'affection associée

Certaines maladies provoquant une anémie sont incurables et mortelles et il est important d'en avertir le propriétaire. Il choisira alors de poursuivre ou non le traitement (15,125,138).

L'exemple le plus classique est celui d'une anémie induite par le virus leucémogène félin (70% des anémies non régénératives du chat (36)). Le pronostic est sombre mais certains propriétaires souhaitent poursuivre le traitement. On est alors amené à réaliser de multiples transfusions et l'on prolonge, ainsi, la vie de l'animal (50).

Dans d'autres cas, la transfusion doit être associée au traitement de la maladie (33,149).

Lors d'une anémie d'origine inflammatoire, on a rarement besoin de transfuser.

Les signes hématologiques s'estompent dès que l'on peut éliminer le processus inflammatoire. Le traitement peut être chirurgical, mais lorsque le chat est trop anémié, il faut le transfuser avant d'opérer (33,157,161).

Lors d'une infiltration médullaire par des cellules tumorales, la transfusion peut être associée à une chimiothérapie (91).

Lors d'une anémie associée à l'insuffisance rénale chronique, on a rarement recours à la transfusion. Le traitement spécifique à base d'érythropoïétine (EPO) d'origine humaine est souvent efficace. La posologie recommandée est de 50 à 150 UI/kg par voie sous-cutanée, trois fois par semaine jusqu'à ce que l'on ait atteint l'hémocrite désiré, puis seulement deux fois par semaine. Parfois, le patient développe des anticorps anti-EPO et le traitement est alors inefficace (47,66,141,150).

## 2) Troubles de l'hémostase

### a) Coagulopathies

#### α) Coagulopathies congénitales

Le chat peut être atteint d'**hémophilie A** (déficience en facteur VIII) ou d'**hémophilie B** (déficience en facteur IX) (37,48,124). Les gènes codant pour les facteurs de coagulation concernés, sont portés par le chromosome X. Lors d'hémophilie, le gène est déficient. Les mâles et les femelles homozygotes sont donc les seuls atteints (124). L'hémophilie A ou B a été décrite chez le British Shorthair, le Siamois, l'Himalayen et chez le Chat Domestique Américain à poils courts (79).

Même si la déficience en facteur VIII ou IX est majeure, le chat présente rarement des saignements spontanés et la maladie se révèle souvent au moment de la castration. L'apport du facteur manquant est le seul moyen de stopper une hémorragie importante (37,124).

La transfusion de *sang total frais* (prélevé depuis moins de 12 heures) apporte le facteur de coagulation manquant et permet de traiter l'anémie associée au saignement. Le *sang total conservé* ne peut pas être utilisé pour contrôler le saignement car il ne contient plus les facteurs VIII et IX (26,50,115) (cf partie 4). La transfusion doit être répétée chaque jour, voire deux fois par jour jusqu'à l'arrêt des saignements (50,58,164).

Une fois l'hémorragie arrêtée, le chat peut avoir une vie parfaitement normale, sans présenter d'autres saignements (37).

Le chat peut présenter d'autres coagulopathies congénitales :

- **Une dysfibrinogénémie** ( Chat Domestique Américain )

On peut transfuser du sang total frais mais il existe aussi des risques de thrombose (14,79).

. - **Une déficience en facteur X** ( Chat Domestique Américain à poils courts)

On transfuse du sang total frais (14,79).

- **Une coagulopathie vitamine K-dépendante** (Rex Devon)

Le saignement est arrêté par l'administration de vitamine K (cf coagulopathies acquises) (48).

- **Une déficience en facteur XII**

Cette déficience ne provoque pas de saignements mais induit une tendance à la thrombose (79). La transfusion de sang total est possible mais il est préférable d'utiliser les dérivés sanguins (cf partie n°4).

## β) Coagulopathies acquises

Les coagulopathies acquises sont assez rares chez le chat (65).

### •**Intoxication aux anti-vitamines K**

Contrairement aux chiens, les chats sont rarement victimes d'intoxication aux anti-vitamines K (79).

Les anti-vitamines K inhibent le recyclage hépatique de la vitamine K et donc la synthèse de nombreux facteurs de coagulation (II, VII, IX, X) (14).

Le traitement repose sur l'administration de vitamine K<sub>1</sub> en intraveineux, en urgence, puis par voie orale pendant deux semaines minimum (5 mg/kg/j en deux administrations). La rémanence de ces toxiques étant longue, il faut parfois traiter deux semaines supplémentaires (64).

La transfusion peut s'avérer nécessaire lorsque l'animal a perdu beaucoup de sang (cf hémorragies aiguës). On administre, de préférence, du sang frais car il contient, non seulement des globules rouges pour combattre l'anémie, mais aussi des facteurs de coagulation actifs pour stopper le saignement. A défaut, on peut utiliser du sang conservé pour compenser uniquement les pertes sanguines (15,26,50,65).

La carence en vitamine K peut, plus rarement, provenir (14,15,123,147) :

- d'une carence alimentaire (anorexie) ;
- d'un défaut d'absorption lors d'obstruction des canaux biliaires, d'infiltration intestinale chronique ou lors d'insuffisance pancréatique ;
- d'un défaut de synthèse par les bactéries lors d'antibiothérapie à long terme.

Le traitement étiologique est associé au traitement de la carence en vitamine K (cf intoxication aux anti-vitamines K).

### •**Insuffisance hépatique**

Lors d'insuffisance hépatique, on observe fréquemment un allongement des temps de coagulation (123).

Plusieurs mécanismes expliquent ce phénomène :

#### - Le défaut de synthèse des facteurs de la coagulation

Le foie est le siège de la synthèse de nombreux facteurs de coagulation (14,149,180). Lorsqu'un processus pathologique détruit la majorité de la masse fonctionnelle hépatique, ces facteurs ne sont plus synthétisés et un risque hémorragique apparaît (14,79,180).

On rencontre ce problème lors de nécrose hépatique, de cirrhose, de shunt portosystémique et de cholestase (14).

#### - La carence en vitamine K

L'obstruction biliaire empêche la sécrétion des sels biliaires indispensables à l'absorption de vitamine K et les chats atteints de maladie hépatique sont souvent anorexiques. Ces deux éléments expliquent un défaut d'apport en vitamine K. Lorsqu'une carence apparaît, il y a un risque hémorragique (cf intoxication aux anti-vitamines K).



Les saignements spontanés sont rares mais ils surviennent fréquemment à la suite d'une biopsie hépatique (hémorragie abdominale) (14,15).

La transfusion de sang total frais est recommandée avant une chirurgie (biopsie hépatique...) si les temps de coagulations sont allongés (79,149).

## b) Un problème plaquettaire

Le chat peut présenter une thrombopénie ou une thrombopathie.

Lors de thrombopénie, le nombre de plaquettes est inférieur à 200 000/ $\mu$ L.

Lorsque le nombre de plaquettes est inférieur à 50 000/ $\mu$ L, on peut observer des saignements spontanés (pétéchies, purpura, ecchymoses, saignements des muqueuses) (42,58,78).

Lors de thrombopathie, la numération plaquettaire est normale ou légèrement diminuée mais les fonctions plaquettaires sont anormales (15).

Les causes de thrombopénie et de thrombopathie chez le chat sont résumées dans le tableau 3.

*Remarque : Les appareils automatisés actuels réalisent souvent un comptage erroné des plaquettes félines. Il est donc important de vérifier que la thrombopénie constatée n'est pas seulement d'origine analytique.*

La transfusion sanguine peut être indiquée (58,115) :

- à l'apparition de saignements.

Les saignements associés aux thrombopénies sont rarement abondants et l'on peut souvent attendre les effets du traitement étiologique avant de transfuser. Mais la transfusion est urgente si les saignements surviennent dans l'œil ou dans le système nerveux central (15,33).

- avant une chirurgie, par précaution.

En particulier, si la numération plaquettaire est inférieure à 50 000/ $\mu$ L ou si une thrombopathie congénitale a été diagnostiquée (33,58).

On peut administrer du sang total prélevé depuis moins de 6 heures et conservé à température ambiante (9,15,79,149,180). Mais il faut transfuser un très grand volume de sang total pour fournir une quantité suffisante de plaquettes (chez le chien, 12,5 mL/kg de sang total augmente la numération d'environ 13 000 plaquettes/ $\mu$ L) (33,109,149,180). Les dérivés sanguins sont mieux adaptés au remplacement plaquettaire (cf partie IV).

La transfusion doit être répétée toutes les 6 à 8 heures jusqu'à l'arrêt des saignements (56).

	Différentes sortes	Informations complémentaires
Thrombopénies	Infectieuse	- virales : FeLV, FIV, PIF, virus de la panleucopénie - bactériennes: Hémobartonellose, Ehrlichiose - parasitaires: toxoplasmose, cytauxzoonose
	Médicamenteuse	oxytétracycline, phénobarbital, prédnisolone, diazépam, chimiothérapies...
	A médiation immune	- primaire: "auto-immune" ou "idiopathique" (rares chez le chat) - secondaire (tumeur...)
	Par séquestration plaquettaire	- dans la rate suite à une splénomégalie - dans le foie
	Par consommation excessive	autre coagulopathie, tumeur, CIVD, vascularite, maladie rénale
	Dysplasie mégacaryocytaire	associée à une dysmyélopoïèse (FeLV...)
	Par infiltration médullaire	leucémies, lymphome
Thrombopathies	Congénitale	- syndrome de Chédiak-Higashi
		- maladie de Willebrand (très rare)
	Acquise	- d'origine médicamenteuse (aspirine, inhibiteurs calciques, antihistaminiques...)
		- maladie hépatique
- coagulation intravasculaire disséminée (CIVD)		
		- néphropathie et urémie

TABLEAU 3: Principales thrombopénies et thrombopathies chez le chat (40,78,79,101)

Lors de thrombopénie à médiation immunitaire, la transfusion est souvent inefficace car les plaquettes administrées sont rapidement détruites (15, 33,79). Il faut avant tout mettre en place un traitement immunosuppresseur (glucocorticoïdes 1 à 3 mg/kg) (101).

Lors de séquestration plaquettaire, la thrombopénie est modérée et la transfusion est donc inutile (79).

Lors de thrombopathie congénitale, la transfusion permet souvent de passer un épisode hémorragique ou de réaliser une chirurgie. D'autres traitements peuvent être envisagés comme l'administration de Desmopressine (peu efficace) ou la greffe de moelle osseuse (39,78,79).

### c) La coagulation intravasculaire disséminée

La coagulation intravasculaire disséminée (CIVD) se caractérise par l'apparition de nombreux microcaillots dans la circulation générale (CIVD compensée) conduisant à un état d'hypocoagulabilité (CIVD décompensée) par consommation des éléments de la coagulation (plaquettes, facteurs de la coagulation (87,165,169))

Cette affection est décrite depuis peu chez le chat et semble moins fréquente que chez le chien (148).

Les signes cliniques sont variables (87,109) :

- défaillances organiques (thrombus et ischémie)
- rares hémorragies (pétéchies, hématomes, saignements des plaies chirurgicales)

Les causes de CIVD décrites chez le chat sont les tumeurs (hémangiosarcome, lymphome, carcinome...), la Péritonite Infectieuse Féline (PIF), l'infection par le FeLV ou le FIV, les maladies hépatiques (cholangohépatite, lipidose), l'hyperthyroïdie, l'insuffisance cardiaque, les morsures de serpent et l'infection par *Cytauxzoon felis* (82, 121,123,148,169).

Le diagnostic repose sur l'exploration de l'hémostase : thrombopénie, allongement du temps de Quick et du temps de Céphaline avec activateur, diminution de la concentration en antithrombine III (mauvais indicateur lors de PIF), augmentation des PDF (peu fiable chez le chat), hypofibrinogénémie (rare) (12,169).

Le traitement initial cherche à éliminer la cause de CIVD et à limiter la souffrance tissulaire (perfusion, maintien de l'équilibre acido-basique et hydroélectrique...).

L'administration d'héparine seule semble apporter une amélioration pendant la phase de CIVD compensée (activation de l'antithrombine III) (87,109). Des doses de 100 à 150 UI/kg, en sous-cutané toutes les 8 heures, semblent donner de bons résultats (82).

La transfusion de sang total frais (ou de plasma) s'avère nécessaire en phase décompensée car elle apporte les éléments consommés par la CIVD : apport de facteurs de coagulation, de plaquettes et d'antithrombine III (15,87,109,149,168).

### 3) Une hypoprotéinémie

L'hypoprotéinémie sévère est rare chez le chat (65)

Elle peut résulter d'un défaut d'apport (alimentation carencée, défaut de synthèse hépatique lors d'insuffisance hépatique...) ou d'une fuite excessive (entéropathie exsudative, glomérulopathie, pleurésie, péritonite, hémorragie...) (15,26,65,161).

La transfusion sanguine permet de remplacer les protéines plasmatiques indispensables à la survie de l'animal (albumine, antithrombine III). Mais les bénéfices sont de courte durée et la transfusion permet juste le passage d'une crise aiguë. Le traitement est mis en place lorsque la concentration en protéines totales est inférieure à 50 g/L ou lorsque l'albuminémie est inférieure à 20 g/L (81,109).

Si l'animal présente seulement une hypoprotéinémie, les dérivés sanguins à base de plasma ou les solutés colloïdaux sont mieux adaptés que le sang total (58).

### 4) Une leucopénie

Chez le chat, la leucopénie est le plus souvent d'origine virale (FeLV, FIV...) ou médicamenteuse (griséofulvine, chloramphénicol, chimiothérapie...) (118).

En médecine humaine, la transfusion sanguine comme apport de leucocytes n'a pas donné de bons résultats (15,58,161). De plus les leucocytes sont détruits très rapidement (15).

**Donc la transfusion n'est pas recommandée lors de leucopénie** (15,58,161).

Lors de chimiothérapie, si le nombre de neutrophiles est inférieur à 2000 / $\mu$ L, le risque infectieux est majeur (89). Il faut alors suspendre le traitement et administrer des antibiotiques pendant toute la phase critique (161).

L'administration de Granulocyte Colony-Stimulating Factor (G-CSF) d'origine canine à 5  $\mu$ g/kg/j semble stimuler durablement la production de neutrophiles (42 jours) (140). Le G-CSF d'origine humaine provoque la synthèse d'anticorps chez le receveur et s'avère donc peu efficace à long terme (141). Mais les études ont été menées chez des chats sains et l'on ne connaît pas l'efficacité du G-CSF chez des chats atteints de FeLV ou FIV.

### 5) Transfusion avant une chirurgie

Pendant une chirurgie, les pertes sanguines et la perfusion mise en place ont tendance à faire diminuer l'hématocrite. Les auteurs recommandent donc un hématocrite de 25% minimum pour un animal qui va subir une opération (63,168). Lorsque l'apport de facteurs de coagulation n'est pas indispensable, il est préférable de transfuser 48 heures avant l'opération pour limiter les risques d'hypervolémie (134).

Un chat en hypoprotéinémie risque de présenter, pendant l'opération, des complications associées à une faible pression oncotique, une diminution des capacités de transport des protéines et un retard de cicatrisation (63).  
Il faut donc traiter le patient avant d'entamer la chirurgie (cf hypoprotéinémie).





**DEUXIÈME PARTIE :  
RÉALISATION PRATIQUE  
DE LA TRANSFUSION SANGUINE**





## Les groupes sanguins du chat

### a) Les groupes sanguins : supports biochimiques et génétiques

Depuis 1950, un seul système de groupes sanguins a été décrit : le système AB (5,54,97). **Il définit 3 groupes sanguins : les groupes A, B et AB.**

Il existe éventuellement d'autres systèmes mais le système AB est le plus important car il suffit à expliquer toutes les complications transfusionnelles.

Au Japon, il existe une autre nomenclature. Elle définit 3 groupes sanguins : les groupes Ca<sup>+</sup>, Cb<sup>+</sup> et Ca+Cb<sup>+</sup> mais ils semblent correspondre aux groupes A, B et AB (52).

#### Support biochimique :

Les groupes sanguins sont définis par des molécules s'exprimant sur la membrane érythrocytaire. On parle d'antigènes de groupes sanguins (26).

Chez le chat, comme chez l'homme, les antigènes sont des gangliosides c'est-à-dire des glycolipides portant un acide neuraminique (83). Mais les gangliosides du système humain ont une structure différente des gangliosides du système félin (5).

Les antigènes du groupe A contiennent de l'acide N-glycolyl-neuraminique en grande quantité et de l'acide N-acétyl-neuraminique en faible quantité. Les antigènes du groupe B ne contiennent que de l'acide N-acétyl-neuraminique. Les antigènes du groupe AB contiennent les deux acides dans les mêmes proportions (3,83).

Les antigènes apparaissent à la surface des hématies du fœtus dès le 38<sup>ième</sup> jour de gestation (5).

#### Génétique des groupes sanguins :

La transmission des antigènes des groupes sanguins se fait sur le mode autosomal. Les groupes A et B correspondent aux deux allèles d'un même gène. L'allèle A est dominant sur l'allèle B.

Le gène responsable des groupes A et B coderait ou ne coderait pas, selon l'allèle, pour une enzyme capable de transformer l'acide N-acétyl-neuraminique en acide N-glycolyl-neuraminique (83).

Les chats de groupe A (phénotype) ont pour génotype A/A (homozygotes) ou A/B (hétérozygotes).

Les chats de groupe B ont pour génotype B/B (5,67,73).

Pour les chats de groupe AB, le mécanisme est mal connu. Mais l'on sait qu'un chat AB peut être issu des croisements suivants : A×A, A×AB, A×B, AB×B et AB×AB. Les dernières études semblent montrer que le groupe AB correspond à un troisième allèle récessif par rapport à A et dominant sur B (69,84,85). Mais certains résultats, en dehors de cette étude, ne sont pas en accord avec cette hypothèse (10) et d'autres recherches doivent être menées.

## b) Les anticorps naturels

Les chats possèdent naturellement des anticorps dirigés contre le groupe sanguin manquant : on les appellent des alloanticorps (5,19,54,73,143).

- 95% des chats de groupe B ont des anticorps anti-A. Ces anticorps ont une activité agglutinante et hémolysante. Dans 70% des cas, les titres sont largement supérieurs à 1/8 (4). L'activité agglutinante est le plus souvent majoritaire (4,5,52,76,117,179). Ces anticorps appartiennent essentiellement à la classe des IgM (19,75).

- 35% des chats de groupe A, seulement, ont des anticorps anti-B. Les titres des anticorps agglutinants sont rarement supérieurs à 1/2 . Mais les titres des anticorps hémolysants sont parfois supérieurs à 1/8 (40% des cas) (5). L'activité hémolysante est majoritaire mais elle reste faible par rapport à l'activité agglutinante des anticorps anti-A (4,5,29,52,76,179). Ces anticorps appartiennent à la classe des IgM (agglutination) et à la classe des IgG (hémolyse et agglutination) (19).

Chez les chats de groupe AB, on ne retrouve jamais d'anticorps anti-A ou anti-B (5,19,117).

Chez le fœtus, on ne retrouve jamais d'anticorps dirigés contre les groupes sanguins (5). Les anticorps sont transférés par la mère via le colostrum, dans les deux jours suivant la naissance. Le titre en anticorps décroît ensuite régulièrement comme pour tous les autres anticorps maternels. Mais vers 8 semaines, les chatons développent leurs propres anticorps anti-A ou anti-B. Les raisons évoquées comme l'exposition à un antigène similaire présent dans la nature n'ont jamais été vérifiées (19,29).

Le tableau 4 résume les principales caractéristiques du système AB du chat.

**Conclusion : Les chats du groupe B possèdent naturellement des anticorps anti-A à titre élevé alors que les chats de groupe A possèdent plus rarement des anticorps anti-B et les titres sont faibles.**

GLOBULES ROUGES		ANTICORPS		
phénotype	génotype	Type	fréquence	Titre
A	A/A ou A/B	anti-B	rare	Bas
B	B/B	anti-A	élevée	élevé
AB	(AB/AB ou AB/B)*	aucun	nulle	0

\*cette hypothèse n'a pas été prouvée

TABLEAU 4 : Caractéristiques du système AB du chat (5,85,125, 179)

### c) Incidence des groupes sanguins dans la population féline

**Le groupe A est le groupe le plus répandu dans la population féline mondiale** (Tableau 5).

Néanmoins, dans certaines races comme le British Shorthair, le groupe B est sur-représenté (plus de 40% des individus sont de groupe B).

D'autres races comme le siamois ne semblent pas présenter d'individus de groupe B (Tableau 6). Mais l'incidence des groupes sanguins, dans les différentes races, varie selon le pays d'origine (31,116). Ainsi l'on trouve des siamois de groupe B en Italie (31).

Le groupe AB est très rare. Il a été trouvé chez des chats sans pedigree et chez l'Abyssin, le Birman, le British Shorthair, le Chat des forêts Norvégien, le Persan, le Scottish Fold, le Bengale et le Somali (84,116).

PAYS	Taille de l'échantillon	Groupes sanguins (%)			Année	Référence
		A	B	AB		
France	350	85,1	14,9	0	1962	54
Angleterre	139	87,1	7,9	5	1999	116
Allemagne	868	92,6	6,7	0,7	1993	88
Italie	363	87,1	12,9	0	1992	31
Suisse	1014	99,6	0,4	0	1993	98
Danemark	244	93	7	0	1994	102
USA	3785	98,1	1,7	0,1	1991	75
Australie	1895	73,3	26,3	0,4	1981	5
Japon	299	89,3	3	9,7	1986	52

TABLEAU 5: Incidence des groupes sanguins du chat dans plusieurs pays

INCIDENCE du groupe B	RACES
Pas de chat du groupe B	Siamois et races apparentées Burmese, Bleu russe, Tonkinois
1 à 10% de chat du groupe B	Maine Coon Chat des forêts Norvégien
11 à 20% de chat du groupe B	Persan, Birman, Somali, Abyssin, Sphinx, Scottish Fold, Bobtail Japonais
21 à 30% de chat du groupe B	Cornish Rex, Exotic
40 à 50% de chat de type B	British Shorthair, Rex Devon

TABLEAU 6: Incidence du groupe B chez les chats de pure race aux Etats Unis (65,67,73,86)

## 2) Le choix du donneur

### a) Le groupe sanguin du donneur

Les chats étant naturellement porteurs d'alloanticorps, il n'existe pas de donneur universel dans l'espèce féline (86). **Le groupe sanguin du donneur doit donc correspondre à celui du receveur** (56), en particulier si celui-ci est de groupe B (166). Les chats de groupe AB n'ont pas d'alloanticorps dirigés contre les globules rouges A ou B. Ils peuvent être transfusés, en théorie, avec du sang de type A ou B (138). Mais la présence d'un taux élevé d'anticorps anti-A chez les donneurs de type B risque de provoquer une hémolyse chez le receveur AB (85).

En résumé : on choisira

- un donneur A pour un receveur A ;
- un donneur B pour un receveur B ;
- un donneur AB ou A pour un receveur AB (56,85,86,138).

### b) Comment choisir un chat donneur

Le donneur doit être un animal de grande taille: il doit peser **plus de 4 kg** si l'on veut pouvoir lui prélever, sans risque, une unité de sang (soit 50 mL) (17,105,142). Sur un chat de poids inférieur, on ne prélèvera que 40 mL et on espacera les dons de plus d'un mois (104).

Pour faciliter la ponction veineuse, le donneur doit avoir un cou long, avec une veine jugulaire bien visible (104,105) : les races brachycéphales et les animaux obèses ne font pas de bons donneurs (65,94).

Il faut choisir **un chat calme, se laissant facilement manipuler** (45,94,104,105,142). Pour le tester, on peut essayer de le mettre sur le dos, de l'y maintenir et de le mettre en position de ponction pendant une minute, etc...Un animal acceptant toutes ces manipulations, sans manifester de la peur ou de l'agressivité, fera certainement un bon donneur (106). On pourra, à la limite, tolérer un chat réticent mais non agressif (105).

Le chat donneur est de préférence un **jeune adulte** (1 à 8 ans (57)). Certains chats peuvent rester donneurs plus longtemps mais la composition sanguine évolue avec l'âge (baisse de l'hématocrite à partir de 8-10 ans). D'autre part, un animal âgé met plus de temps à se remettre d'une ponction (104).

On peut choisir aussi bien un mâle qu'une femelle. Mais chez une femelle, le cycle hormonal modifie périodiquement la composition sanguine : il faut donc préférer une chatte ovariectomisée (105,149).

Enfin, le donneur ne doit pas avoir reçu de transfusion sanguine car il peut avoir développé des anticorps vis à vis des plaquettes, des leucocytes... même si la transfusion était compatible (8).

### c) Suivi médical du donneur

L'animal choisi doit être en **bonne santé**.

Pour s'en assurer, il est conseillé de réaliser un bilan complet 1 à 2 fois par an : examen clinique, hémogramme, biochimie complète, analyse d'urine, coproscopie parasitaire et tests sérologiques (65,142,57).

On s'assure alors qu'il est FeLV et FIV négatif. Hohenhaus recommande d'effectuer 3 tests FeLV-FIV, à un mois d'intervalle, avant d'inclure un chat dans un programme de dons.

Certains auteurs suggèrent, en plus, un test PIF (Péritonite Infectieuse Féline) (65,80). Mais ce test est difficilement interprétable car il existe des réactions croisées avec les autres coronavirus (8,94). Il n'est donc pas obligatoire (17,57,105). Pour Bucheler J et Cotter S, un test PIF positif n'est même pas un critère d'exclusion (57).

Le chat donneur **ne doit pas être parasité** : les parasites externes et internes classiques sont traités régulièrement. Pour *Haemobartonella felis*, on effectue un dépistage par frottis sanguin lors des bilans et pour *Toxoplasma gondii*, des sérologies (56,180).

Une étude récente a mis en évidence la transmission par le sang de *Bartonella henselae*. Cette bactérie est en partie responsable de la maladie « des griffes du chat » chez l'homme et peut provoquer une anémie transitoire, une fièvre intermittente et une lymphadénopathie chez le chat (120). Chez l'animal, les signes cliniques ont généralement disparu au bout d'un mois mais la bactériémie peut persister jusqu'à 21 mois (120).

Etant donné les risques encourus par l'homme, il faut éviter la transmission de la bactérie chez le chat receveur. Pour cela, certains auteurs recommandent de réaliser une hémoculture chez les donneurs potentiels et d'exclure du programme de dons les animaux porteurs (94,120).

Le donneur est régulièrement **vacciné** contre le coryza (herpès virus, calicivirus, Chlamydia), la panleucopénie, la rage et le FeLV (en option) (8,17,86). Attention les vaccinations peuvent modifier les fonctions endothéliales et plaquettaires pendant environ 10 jours (49). Il faut donc éviter les prélèvements pendant cette période.

Avant chaque don de sang, il faut mesurer l'**hématocrite** du donneur : elle doit être **supérieure à 35%** (162). Pour un bilan plus complet on mesure aussi la concentration en hémoglobine (supérieure à 11 g/dL (86)) et les protéines totales (supérieures à 60 g/L (100,105)).

#### d) Entretien du donneur

Le donneur est impérativement maintenu à l'intérieur pour éviter la transmission des rétrovirus.

Il doit recevoir une alimentation équilibrée et riche en protéines pour fournir les précurseurs à la synthèse de l'hémoglobine (80).

Lorsque le chat est prélevé plus d'une fois par mois il faut le supplémenter en fer (7,65,86,157) (Tableau 7).

	Posologie	Fréquence	Référence
Sulfate ferreux (Tardyferon®)	10 mg/kg	2 fois /semaine	86
	150 mg/chat	1 fois /semaine	157

TABLEAU 7: supplémentation en fer chez le chat donneur

Les autres composés à base de fer comme le citrate de fer ammoniacal (Fercobsang®) ne sont pas recommandés dans la littérature (70).

#### e) Mise en place d'un programme de don du sang

Le vétérinaire praticien a le choix entre deux sortes de donneurs : soit un chat appartenant à la clinique, soit des donneurs potentiels recrutés dans sa clientèle. Nous allons détailler les avantages et inconvénients de ces deux méthodes.

##### α) Utilisation d'un chat résidant à la clinique

L'animal appartient au vétérinaire. Il est logé dans la clinique mais doit être éloigné des animaux contagieux (17).

Les avantages sont nombreux (24,107,142) :

- le chat est parfaitement suivi cliniquement ;
- il reçoit toujours une alimentation adaptée ;
- il est présent en cas d'urgence pour fournir du sang frais (nous verrons ultérieurement les avantages du sang frais par rapport au sang conservé à 4°C) ;
- il est habitué au personnel de la clinique et se laisse facilement manipuler.

Mais l'entretien du donneur est assez onéreux et en théorie, le vétérinaire devrait posséder au moins 2 chats pour pouvoir collecter du sang de type A et de type B (17,142). De plus, conserver un chat en cage, toute sa vie, pour le don de sang pose un problème éthique et législatif (17,30,62) (Annexe 1).

Ce concept est souvent adopté par les grandes structures hospitalières (Ecoles Vétérinaires) mais c'est une solution trop lourde pour une clinique privée.

### β) Utilisation des chats de la clientèle (17)

On établit une liste des donneurs parmi les patients de la clinique. Il faut prendre le temps nécessaire pour communiquer avec les propriétaires et leur expliquer les risques du don de sang (anesthésie...).

Pour encourager la démarche, certains avantages financiers peuvent être accordés (suivi médical gratuit) (8).

On peut ainsi disposer de nombreux donneurs de groupes sanguins différents et espacer les dons pour chaque chat.

Il est néanmoins difficile de disposer de sang frais, à n'importe quelle heure, pour une urgence. Mais on peut utiliser à tout moment du sang conservé à 4°C.

Aux Etats Unis, de nombreuses structures fonctionnent ainsi et les praticiens ont été étonnés du nombre de propriétaires volontaires (Tufts University, Angell Memorial Hospital, ...).

## 3) Prélèvement et conservation du sang

### a) Volumes prélevés et fréquence des dons

Un chat peut donner 10% de son volume sanguin sans effets secondaires. A partir de 20% le risque d'hypovolémie est majeur (114).

Le volume sanguin d'un chat étant en moyenne de 66 mL/kg (170), on peut, sans risques, prélever jusqu'à 12 mL/kg de sang (86,114).

En résumé, **un chat de 4 à 5 kg** peut donner **50 mL** de sang, soit une « unité », toutes les **2 à 3 semaines** (7,86,157).

Mais pour la santé du donneur, il est préférable d'espacer les dons d'au moins 8 semaines (17).

Lorsque le don est supérieur à 10% du volume sanguin total, certains auteurs conseillent d'y associer systématiquement une fluidothérapie pour prévenir une hypovolémie (130). La perfusion est mise en place juste après le début de la collecte (130).

D'autres auteurs considèrent qu'il ne faut mettre le donneur en perfusion que lorsqu'il montre des signes d'hypovolémie ( temps de remplissage capillaire allongé, muqueuses pâles, tachycardie...) (35).

Dans les deux cas, on utilise un soluté salé isotonique (NaCl 0,9%) ou du Ringer Lactate. Le volume perfusé est de 2 à 3 fois le volume de sang prélevé (65,114). Les colloïdes, généralement recommandés pour restaurer la volémie, ne sont pas cités par les auteurs mais pourraient être d'une grande utilité dans ce cas.

### b) Les méthodes de prélèvement

Les méthodes de prélèvement doivent respecter **la santé du donneur** et permettre la récolte **aseptique** d'un **sang de bonne qualité** (absence d'hémolyse...).



### α) L'anesthésie du donneur

Les chats coopératifs peuvent supporter le prélèvement sans anesthésie, enroulés dans une serviette (86).

Mais la plupart des donneurs doivent être endormis. Il faut éviter tous les anesthésiques dépresseurs cardiorespiratoires : xylazine, médétomidine, acépromazine et barbituriques (35,86,162). L'acépromazine interfère de plus avec les fonctions plaquettaires.

Les auteurs conseillent généralement une association kétamine (Imalgène®), diazépam (Valium®) et parfois atropine.

Les posologies citées sont regroupées dans le tableau 8.

Récemment, l'utilisation du propofol (Rapinovet®) a été recommandé malgré ses propriétés hypotensives car il est rapidement éliminé par le chat. Il est utilisé à 4 mg/kg par voie intraveineuse (IV) en induction puis à 1 mg/kg en bolus pour prolonger l'anesthésie (1).

<b>Kétamine</b>	<b>Diazépam</b>	<b>Atropine</b>	<b>Voie</b>	<b>Références</b>
2 mg/kg	0,25 mg/kg		IV	114
5 mg	0,5 mg	0,2 mg	IV	157
1 à 2 mg/kg	0,1 mg/kg	0,01 mg/kg	IV	15,86
10 mg	0,5 mg		IV	94
5 mg/kg	0,25 mg/kg		IM	114
10 mg/kg	0,2 mg/kg		IM	1

TABLEAU 8: les différents protocoles d'anesthésie employés pour la collecte de sang chez le chat.

### β) Sites de ponction

De nombreux sites ont été décrits pour la collecte de sang (8,21,149):

- les veines céphaliques ;
- les veines jugulaires ;
- les artères fémorales ;
- le cœur (ponction entre le 3° et le 5° espace intercostal (131)) ou les carotides pour un animal euthanasié.

Mais dans la pratique actuelle, le site recommandé est **la veine jugulaire** (diamètre et flux suffisants, bonne accessibilité...) (8,15,17,86,113).

Une parfaite asepsie de la zone de ponction est nécessaire pour éviter toute entrée de germes dans le système de collecte. **La peau doit être tondue et désinfectée.** En médecine humaine, l'alcool isopropyl à 70% en alternance avec de la teinture d'iode à 2% semble être la meilleure solution (77).

### γ) Le prélèvement

Le chat est soit placé en décubitus dorsal, le cou tendu (105,114) soit en décubitus sternal, sur le bord de la table, les pattes avant tirées vers le bas et le cou tendu vers l'arrière (152).

Le manipulateur est muni de gants stériles. Avec une main, il comprime la jugulaire et avec l'autre il ponctionne et cathétérise la veine.

La ponction est réalisée avec une aiguille épicroanienne de 19 à 21 gauges (15, 65,86,114,157). Les kits de prélèvement utilisés pour les chiens ne peuvent servir car ils comportent une aiguille trop volumineuse.

Il existe deux systèmes pour récolter le sang :

#### - Le système ouvert

L'aiguille est reliée à une seringue de 50 mL contenant un anticoagulant (cf 3-c-β) (7,114,125,157,164). Certains auteurs préfèrent utiliser des seringues de plus petits volumes pour éviter de coller la veine (20 à 30 mL) (15,65).

Le sang est aspiré lentement et on agite doucement la seringue pour assurer le mélange avec l'anticoagulant.

Le mélange peut alors être transféré dans un récipient (poche ou flacon) pour l'administration ou la conservation. Il y a discontinuité entre l'animal et le récipient de conservation : le système est dit « ouvert » (86,162).

Cette méthode demande peu de matériel mais il y a un plus grand risque de contamination bactérienne .

#### - Le système fermé

Il s'agit des poches de sang employées classiquement en médecine humaine : c'est le seul système où tous les éléments sont scellés, assurant une continuité parfaite entre l'animal et la poche de sang.

En France, il n'existe pas de poches de petite taille adaptées aux prélèvements des chats. Mais on peut utiliser les poches humaines normalement adaptées à la récolte de 450 mL de sang .

Il faut choisir un système à 2 poches : la première contenant l'anticoagulant (CPDA-1) et l'autre vide (appelée poche satellite).

Avant la récolte, on transfère l'anticoagulant dans la poche satellite en enroulant la première poche. Dans la première poche, il reste alors une petite quantité

d'anticoagulant qui n'a pu être expulsé (volume mort). Cette quantité d'anticoagulant restant correspond à la dose nécessaire pour 50 mL de sang.

On enlève ensuite la poche satellite. (35,152).

L'aiguille est directement reliée à la poche par une tubulure scellée. Elle est généralement de 16 gauges et convient donc pour une ponction au niveau de la veine jugulaire féline (1). Avant de réaliser la ponction, on place une pince hémostatique sur la tubulure pour éviter toute entrée d'air dans le dispositif. Une fois l'aiguille introduite dans la veine, on retire la pince et on remue régulièrement la poche pour assurer le mélange du sang et de l'anticoagulant (105,152).

Pour assurer la collecte de sang, le plus simple est d'utiliser la gravité : on place la poche au-dessous du niveau du chat. Mais pour accélérer le processus on peut employer, comme chez le chien, une chambre à vide. Le niveau de vide recommandé est de 7,5 cm Hg (100 hPa) (106,162).

Pendant le prélèvement, la poche est déposée sur une balance de précision et lorsque la différence de poids atteint 50 g, on arrête la ponction (1 mL de sang pèse environ 1g) et on scelle la poche. (95,152)

Lorsque la collecte est terminée, on remet la pince hémostatique sur la tubulure et on retire l'aiguille. L'hémostase est réalisée par pression sur le site, pendant une à deux minutes (105,152).

### c) Conservation du sang total

Les objectifs de la conservation sont :

- garder intact les composants sanguins (intégrité physique et fonctions)
- éviter la prolifération bactérienne.

Dans cette partie, nous verrons principalement la conservation des globules rouges. La conservation des autres éléments sanguins sera abordée dans la partie 4.

#### α) Physiologie des hématies pendant le stockage

De nombreux paramètres biochimiques influent sur la physiologie des globules rouges : adénosine triphosphate (ATP), 2-3diphosphoglycerate (2-3 DPG), pH et ammoniac.

La concentration de ces molécules évolue au cours du temps de stockage. En effet, les hématies continuent d'utiliser le glucose pour produire de l'ATP, du 2-3 DPG et comme métabolite final, de l'acide lactique (figure 1).

Si le glucose n'est pas renouvelé, sa concentration diminue et les molécules citées précédemment ne sont plus produites (173).

Les conséquences de ces modifications sont variables :

#### **- Diminution de la concentration en ATP**

Les hématies ayant une faible teneur en ATP ont une membrane cellulaire plus rigide : elles prennent une conformation sphérique. Une fois administrées, si elles ne retrouvent

pas leur conformation discoïde en 24 heures, elles seront éliminées par le système réticulo-endothélial (149,171,174).

#### **- Diminution de la concentration en 2-3-diphosphoglycérate**

Lorsque la concentration en 2-3 DPG est faible, l'hémoglobine a une forte affinité pour l'oxygène (déplacement de la courbe de dissociation vers la gauche). Lors de l'administration, ces cellules vont donc fournir moins d'oxygène aux tissus irrigués. Chez un individu sain, des concentrations normales en 2-3 DPG sont rétablies en 24 heures après l'administration (8,142,149). Mais chez le chat, les hématies ont une très faible concentration en 2-3-diphosphoglycérate et cette molécule semble peu intervenir dans la libération de l'oxygène par l'hémoglobine (22,65).

#### **- Diminution du pH**

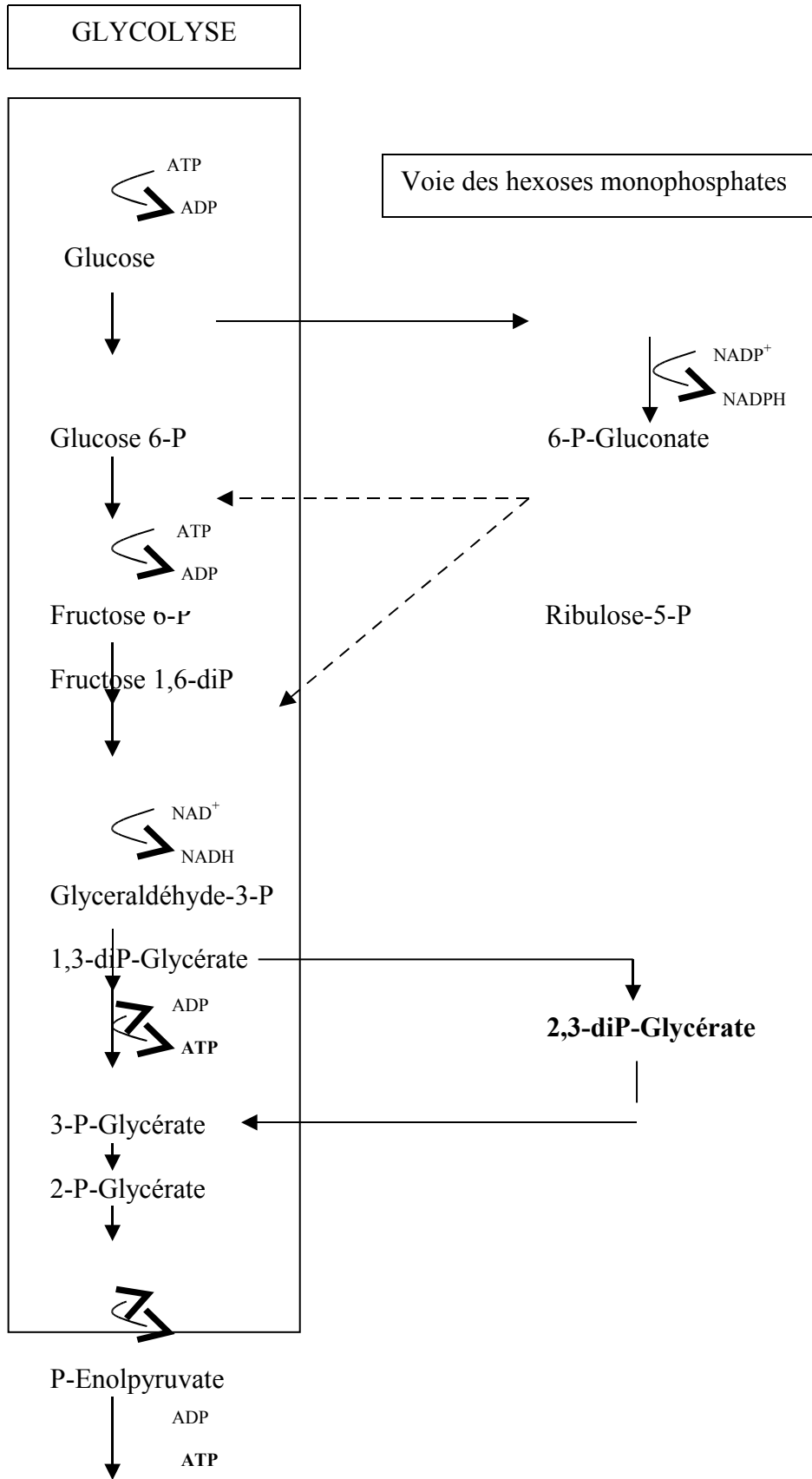
La production d'acide lactique est responsable d'une diminution du pH du milieu de stockage. Un pH acide favorise le relargage de l'oxygène par l'hémoglobine (déplacement de la courbe de dissociation vers la droite) (180). Mais il ralentit le métabolisme des globules rouges et donc freine la synthèse d'ATP et de 2-3-diphosphoglycérate (173). De plus, l'administration d'un produit acide peut poser problème chez le receveur (149).

#### **- Augmentation de la concentration en ammoniac**

L'augmentation en NH<sub>3</sub> résulte du métabolisme protidique. Elle ne semble pas avoir de répercussion clinique chez le receveur. Mais ce type de transfusion est déconseillé chez un animal insuffisant hépatique avec une ammoniémie déjà élevée (180,149).

Des solutions de conservation ont été développées pour éviter ces évolutions néfastes pour le receveur.

FIGURE 1: Les voies du métabolisme des globules rouges d'après K.Jane Wardrop (173)





Pyruvate

**Lactate**

## β) Anticoagulants et solutions de conservation

Les anticoagulants sont nécessaires pour pouvoir prélever un sang de bonne qualité (pas de caillots, pas d'hémolyse...). Mais pour la conservation des hématies, on doit ajouter également des substances indispensables à leur métabolisme : sources d'énergie (dextrose), précurseurs de la synthèse d'ATP (adénine) et phosphates (106).

Les anticoagulants avec ou sans additifs doivent aussi respecter les fonctions des autres composants sanguins (plaquettes, leucocytes...)

Pour chaque anticoagulant, on définit un temps de conservation des globules rouges : au moins 75% des globules rouges conservés doivent être encore présents dans la circulation sanguine, 24 heures après leur administration (Normes humaines américaines (173)).

La composition des anticoagulants, les proportions à respecter et les durées de conservation du sang sont résumées dans le tableau 9 .

- **Anticoagulants sans additifs**

- L'héparine

Elle était très souvent utilisée pour la transfusion de sang total chez le chat. L'héparine bloque la coagulation en se combinant avec l'antithrombine III. Ce complexe inhibe les protéases de la cascade de coagulation (thrombine et facteurs IXa, Xa, XIa et XIIa) (41,135).

Le sang hépariné doit être utilisé rapidement après le prélèvement. De plus, le sang hépariné est inutile lors de troubles de la coagulation car l'héparine provoque l'agrégation plaquettaire et inhibe de nombreux facteurs de la coagulation (86).

- Le citrate de sodium (3,8%)

Il n'est plus utilisé seul pour la transfusion (ajout de composés pour la conservation du sang). Il bloque la coagulation en chélatant le calcium et inhibe ainsi toutes les étapes calcium-dépendantes de la cascade de la coagulation (15,173).

- **Anticoagulants avec solution de conservation**

Ils contiennent tous du citrate comme anticoagulant .

Chez le receveur, le citrate est rapidement métabolisé en un produit alcalin qui compense l'acidité qui s'est développée pendant le stockage (149,180).

Les autres composants utilisés, le dextrose, l'adénine et le phosphate, assurent la conservation des globules rouges fonctionnels : le dextrose est ajouté comme substrat pour la glycolyse et l'adénine et le phosphate servent de précurseur pour la synthèse d'ATP (7).

- L' Acide-Citrate-Dextrose : ACD

Il existe sous deux formes (A ou B) qui ne diffèrent que par leur concentration en citrate (94,173). Chez le chat, les temps de conservation ont seulement été évalués pour la formulation B (129).

Anticoagulant	composition	proportion	durée de conservation du sang entre 1°C et 6°C
Héparine		0,5 à 2 UI/mL de sang (134) <b>5 à 12,5 UI/mL</b> de sang (15,94,173)	Pas de conservation Agrégation plaquettaire Inhibe les facteurs de la coagulation
Citrate de sodium	Solution à 3,8%	<b>1mL/ 9mL</b> de sang (94,173)	Pas de conservation
ACD Acide-Citrate-Dextrose	ACD-A: Citrate trisodique 22mg/mL, Acide citrique 8mg/mL, Dextrose 24,6mg/mL	<b>1mL/ 9mL</b> de sang (173)	Non déterminé chez le chat
	ACD-B: Citrate trisodique 13,2mg/mL, Acide citrique 4,8mg/mL, Dextrose 14,7mg/mL	<b>1mL/ 4mL</b> de sang (129,173)	<b>30 jours</b> dans des poches à sang (129)
CPD Citrate-Phosphate-Dextrose	Citrate trisodique 26,3mg/mL Acide Citrique 3,27mg/mL Dextrose 25,5mg/mL Phosphate 2,22mg/mL	<b>1mL/ 7mL</b> de sang (134)	Non déterminé chez le chat Évalué à 30 jours d'après les études sur le CPDA-1(65)
CPDA-1 Citrate-Phosphate-Dextrose-Adénine	Citrate trisodique 26,3mg/mL Acide Citrique 3,27mg/mL Dextrose 31,8mg/mL Phosphate 2,22mg/mL Adénine 0,27mg/mL	<b>1mL/ 7mL</b> de sang (134,173)	<b>35 jours</b> dans des poches à sang (18)

TABLEAU 9 : Liste des anticoagulants : composition et utilisation chez le chat (18,26,94,106,129,173)



- Le Citrate-Phosphate-Dextrose : CPD

- Le Citrate-Phosphate-Dextrose-Adénine : CPDA-1

Il est surtout utilisé pour la préparation des composants sanguins.

En France, on le retrouve dans les poches de prélèvement en matière plastique.

- **Solutions supplémentaires de conservation**

Ces solutions sont ajoutées pour conserver les globules rouges séparés du plasma (exemples annexe 2). Aucune étude n'a été menée chez le chat et l'existence d'intolérances chez le bébé a amené certains auteurs à déconseiller son utilisation sans essais préalables (65).

**En conclusion, les anticoagulants les plus utilisés** sont :

- **L'ACD (B)** à une concentration de 1 mL/ 4mL de sang.

Il permet de conserver le sang pendant 30 jours entre 1 et 6°C.

- **Le CPDA-1** à une concentration de 1 mL/ 7mL de sang

Il permet de conserver le sang pendant 35 jours entre 1 et 6°C.

#### γ) Température de stockage

Les unités de sang total sont conservées entre **1°C et 6°C** (15,107,162).

Ces températures ralentissent le métabolisme des hématies (glycolyse) et surtout limitent la prolifération bactérienne (107). Mais cette précaution est parfois insuffisante car il existe des bactéries comme *Serratia marcescens* qui se développent et qui produisent des endotoxines à 4°C (96). La seule garantie est donc un prélèvement stérile.

Une unité qui est restée hors du réfrigérateur suffisamment longtemps pour atteindre plus de 6°C ne doit pas être restockée (168).

#### δ) Récipients de stockage

Il existe deux types de récipients : les flacons en verre sous vide et les poches en matière plastique. Il n'existe aucune description de prélèvement de sang directement en flacon chez le chat mais les flacons pourraient être utilisés pour le stockage seul.

En réalité les flacons présentent de nombreux inconvénients et sont donc abandonnés au profit des poches (Tableau 10).

<b>POCHE en matière plastique</b>	<b>FLACON en verre</b>
Migration des composants du plastique dans le sang (toxicité inconnue)	Le verre est inerte
Faible activation des plaquettes	Activation des plaquettes
Faible activation du facteur XII	Activation du facteur XII
Incassable	Cassable et cher
Demande peu d'espace de stockage	Espace de stockage important
Faible risque de contamination bactérienne	Risque de contamination élevé car nécessite une prise d'air
Séparation facile du sang en ses composants	Séparation difficile du sang en ses composants

TABLEAU 10: comparaison des avantages et inconvénients des flacons en verre par rapport aux poches à sang d'après 149, 166

Les seringues, souvent utilisées pour le prélèvement chez le chat, ne sont pas adaptées pour le stockage et le sang ne peut y être conservé que 24 heures (9)  
Pendant le stockage, le récipient doit être agité doucement et régulièrement pour assurer une répartition homogène des métabolites apportés par le conservateur (au moins deux fois par semaine) (65,149).

## **4) Administration du sang**

### **a) Tests de compatibilité donneur-receveur**

Le chat présentant naturellement des alloanticorps, il est indispensable, avant toute transfusion, d'effectuer des tests de compatibilité entre les groupes sanguins du donneur et du receveur.

Il existe deux méthodes pour évaluer la compatibilité donneur-receveur :

- Le typage
- Le test d'agglutination croisée ou « crossmatch »

### α) Le typage

Il s'agit de déterminer le groupe sanguin du donneur et du receveur. Si les groupes sont identiques, on en déduit qu'ils sont compatibles.

Quel que soit le protocole utilisé, le typage repose sur l'emploi de deux réactifs (86,114) :

- un sérum anti-A prélevé chez des chats de type B qui provoque l'agglutination du sang de type A ;
- un réactif anti-B : on utilise une phytoagglutinine : *Triticum vulgare* ( le sérum anti-B n'est pas assez puissant) qui provoque l'agglutination du sang de type B.

Les premiers typages étaient réalisés en laboratoire (Annexe 3) mais il existe maintenant des cartes de typage rapide, disponibles dans les pays Anglo-Saxons (Rapid Vet-H : annexe 4 ).

Le groupe sanguin peut être confirmé par une procédure appelée « back-typing ». On utilise alors des globules rouges de type connu et on teste le plasma des patients (86,137). Un plasma agglutinant des globules rouges de type A provient d'un chat B et inversement. Le plasma d'un chat AB ne contient pas d'alloanticorps et donc ne provoque pas d'agglutination quelles que soient les hématies.

### β) Le test d'agglutination croisé

Ce test ne permet pas toujours de déterminer les groupes sanguins mais il met en évidence les incompatibilités (hémolyse, agglutination) entre le sang du donneur et celui du receveur (66,86,94).

Il ne nécessite pas de réactifs particuliers et peut être réalisé au chevet du patient.

Il comprend deux volets :

- **Le test majeur** met en évidence les réactions entre **les globules rouges du donneur** et les alloanticorps du **plasma du receveur**.
- **Le test mineur** met en évidence les réactions entre **les globules rouges du receveur** et les alloanticorps du **plasma du donneur**.

#### Exemple de réalisation d'un test d'agglutination croisé (44,57,65,94,157,170)

- Prélever du sang sur EDTA (acide éthylènediaminetétraacétique) chez le donneur et le receveur.
- Centrifuger les deux prélèvements à 1000g pendant 5 minutes.
- Séparer le plasma des globules rouges.
- Laver les globules rouges : c'est-à-dire remettre les globules rouges en suspension dans une solution saline (NaCl 0,9%) puis recentrifuger (1000g, 5 min). Séparer les globules rouges du surnageant et répéter l'opération 2 fois (3 lavages en tout).
- Après le troisième lavage, remettre les globules rouges en suspension dans une solution saline : 0,2 mL du culot et 4,8 mL de NaCl (Solution 1/50°).

Cette préparation doit être effectuée pour les hématies du donneur et du receveur.  
 - Préparation des tubes (test majeur, mineur et contrôles) tableau 11.

	Tube 1 Test majeur	Tube 2 Test mineur	Tube 3 Contrôle receveur	Tube 4 Contrôle donneur
Plasma donneur		50 µL		50 µL
Plasma receveur	50 µL		50 µL	
Hématies donneur	25 µL			25 µL
Hématies receveur		25 µL	25 µL	

TABLEAU 11: préparation des tubes pour les tests d'agglutination croisés (d'après 95)  
 Certains auteurs ne font pas de « contrôle donneur » (65,94)

- Remuer doucement chaque tube.
- Laisser incuber les tubes à température ambiante pendant 15 min.
- Centrifuger les tubes (1000g, 15s).
- Rechercher l'hémolyse (surnageant) et l'agglutination macroscopique.  
 Comparer les tubes 1 et 2 avec les tubes « contrôles ».
- Rechercher l'agglutination microscopique en remettant les tubes en suspension et en examinant un échantillon, sur une lame, au microscope.  
 On peut ainsi différencier agglutination et formation de rouleaux (fréquents chez le chat) (1).

Interprétation du test :

On note l'hémolyse : le test est alors positif  
 Et on qualifie le degré d'agglutination en utilisant l'échelle suivante (94) :

- 0 = pas d'agglutination : test négatif
- 1+ = nombreux petits agglutinats associés à des cellules libres
- 2+ = mélange de petits et de gros agglutinats
- 3+ = nombreux gros agglutinats
- 4+ = un seul agrégat (prise en masse de tout le tube)

Si l'un des contrôles est positif, le test ne peut être interprété (receveur atteint d'anémie hémolytique à médiation immune avec auto agglutination ... )  
 Des tests mineur et majeur négatifs montrent que les deux animaux sont de même groupe sanguin.  
 Griot-Wenk et Giger ont observé des tests positifs pour des animaux parfaitement compatibles lorsque le receveur est anémique et FeLV + (86).

Si le test majeur est fortement positif cela signifie que les anticorps du receveur attaqueraient les cellules transfusées risquant de provoquer une réaction hémolytique grave (66). Un test mineur fortement positif a moins de signification car les anticorps plasmatiques du donneur sont transfusés en faible quantité : il n'y a pas de risque d'accident hémolytique.

En partant du principe que les animaux de groupe A ont une faible quantité d'anticorps anti-B et que les animaux de groupe B ont une grande quantité d'anticorps anti-A, on peut déduire du « crossmatch », les groupes sanguins des deux chats (86) :

- **si on a une forte agglutination dans le test majeur et une faible agglutination dans le test mineur : le donneur est A et le receveur est B.**

- **si on a une faible agglutination dans le test majeur et une forte agglutination dans le test mineur : le donneur est B et le receveur est A.**

Ces considérations ont aussi amené certains auteurs à proposer un **test d'agglutination croisé simplifié** (86) : il est réalisé sur lame, à partir du sang total et sans lavage des globules rouges (voir Fig.2).

Le donneur et le receveur étant compatibles on peut envisager l'administration du sang au receveur.

## b) Préparation du sang

Le sang prélevé est soit transfusé immédiatement, soit conservé dans des poches entre 1 et 6°C.

Le sang réfrigéré peut être administré directement, en petite quantité (une unité maximum) chez des chats adultes. Mais si l'animal est jeune ou débilité ou si les quantités à administrer sont trop importantes, il faut réchauffer le sang avant de le transfuser (33,94). De plus le sang réfrigéré a une viscosité élevée et la vitesse de transfusion est donc plus lente (divisée par 2 ou 3) (51).

La température du sang est ramené à 37°C par différentes techniques :

- la tubulure du set de transfusion est passée dans un bain à 37°C maximum (51,86,106) ;

- la poche est déposée dans un bain à 37°C (ou moins) pendant 30 min maximum (33,51,65,86) .

Attention des températures supérieures à 40°C risquent d'endommager le sang : il s'agglutine à 45°C, le fibrinogène précipite à 50°C et au dessus de 50°C il y a hémolyse (80,33).

Les globules rouges réchauffés se détériorent rapidement et si le sang n'est pas utilisé immédiatement, il doit être détruit (94).

FIGURE 2: Réalisation d'un test d'agglutination croisé simplifié chez le chat (d'après 66 et 86).

La simplification est permise par l'existence, chez les chats de groupe B, d'alloanticorps anti-A en grande quantité.

Protocole :

- Prélever 0,5 mL de sang, sur EDTA, chez le donneur et chez le receveur.
- Centrifuger les prélèvements (1000g, 5 min) et retirer le plasma.
- Préparer les lames

test majeur : 50 µL du plasma du receveur + 25 µL des hématies du donneur


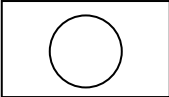



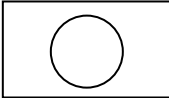
test mineur : 50 µL du plasma du donneur + 25 µL des hématies du receveur

contrôle : 50 µL du plasma du receveur + 25 µL des hématies du receveur

- Agiter doucement les lames.
  - Rechercher l'agglutination au bout de 5 min.
- On observe les lames au microscope pour rechercher l'agglutination microscopique et pour différencier agglutination et rouleaux.

Interprétation :

Les contrôles ne sont pas représentés

Test majeur			
Test mineur			
	Pas d'agglutination	Agglutination du test majeur	Agglutination du test mineur
<hr/>			
	Chats de même groupe sanguin	Receveur B Donneur A	Receveur A Donneur B

### c) Techniques d'administration

Le sang à transfuser se trouve soit en poche soit en seringue.

La poche est reliée à un set de transfusion muni d'un filtre et d'un régulateur de débit.

Mais on peut aussi administrer directement le sang à partir de la seringue grâce à un pousse-seringue automatique. La seringue est alors reliée à un set de transfusion par l'intermédiaire d'un prolongateur de perfusion (53).

Le filtre est nécessaire pour éliminer tous les débris formés dans les poches pendant le stockage : caillots, fragments cellulaires, micro et macroagrégats (plaquettes, leucocytes, graisses) (80,106).

Ces débris risqueraient de former des microthrombi dans la circulation du receveur et de provoquer, par embolisation, des dommages pulmonaires (115). On utilise classiquement des filtres avec des pores de 170  $\mu\text{m}$  (33, 86,65,94,122). Mais ces filtres n'éliminent pas les microagrégats et certains auteurs recommandent donc des filtres avec des pores de plus petite taille (18 à 40  $\mu\text{m}$ ) pour les transfusions à partir d'une seringue (106) ou pour les transfusions massives de sang réfrigéré (33).

Il est parfois recommandé d'utiliser des sets de transfusion pédiatriques afin de diminuer le volume mort mais ces fournitures sont plus onéreuses et plus difficiles à obtenir (86,106).

### d) Voies d'administration

**Idéalement, le sang doit être administré par voie intraveineuse** par l'intermédiaire d'un cathéter le plus large possible (22 gauges minimum). On choisira la veine céphalique ou la veine jugulaire(26,33,65,94,115, 125,170).

Lorsqu'un accès veineux est impossible, d'autres voies sont envisageables mais l'absorption n'est que partielle (Tableau 12).

Voies	% d'absorption moyen par rapport à la voie intraveineuse
Intramédullaire (fémur)	> 95% 5 min après la transfusion
Intrapéritonéale	< 0,8% 30 min après la transfusion 48% en 24 heures 81,7% en 1 à 2 semaines
Intramusculaire et sous-cutanée	< 3%

TABLEAU 12: Pourcentage d'absorption des globules rouges, chez le chien, selon la voie d'administration (27)

L'étude a été réalisée chez le chien en injectant des hématies marquées au Cr<sup>51</sup>. On peut raisonnablement transposer ces résultats aux chats (65,86,157).

**La voie intramédullaire** est donc utilisable car plus de 95% des hématies ont été absorbées 5 minutes après la fin de la transfusion. De plus cette voie ne modifie pas la durée de vie des globules rouges (28).

Elle est souvent nécessaire chez le chaton ou chez un animal hypovolémique ou choqué (veines peu accessibles) (29,86,157). La cavité médullaire fémorale est la mieux adaptée (32). On utilise une aiguille spécifique de 20 gauges et 3,8 cm de long (1,5 inches), munie d'un trocart (figure 3). Mais chez le jeune chat, une aiguille pour ponction de liquide céphalorachidien (20 gauges, 3,8cm) est suffisante (144). Elle est introduite dans la cavité médullaire par la fosse trochantérique, médialement au grand trochanter et parallèlement à l'axe osseux, après une désinfection chirurgicale. Une fois l'aiguille en place, on retire le trocart et on branche la tubulure. Le dispositif doit être régulièrement hépariné (32,144,157,170).

Certains animaux supportent mal la ponction et il est conseillé de réaliser une anesthésie locale (32,144).

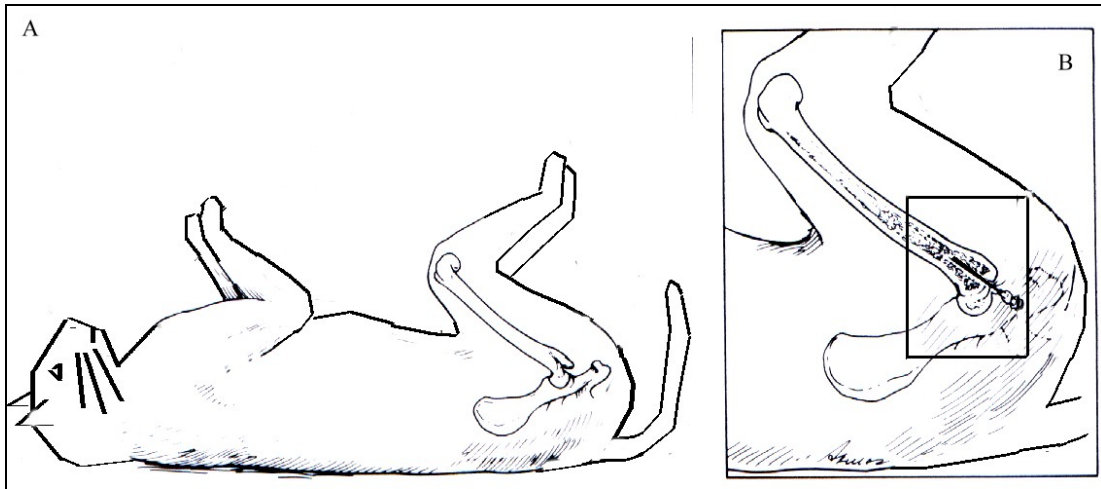
Les risques associés à cette technique sont faibles (ostéomyélite suite à un défaut d'asepsie) (170,108). La voie intramédullaire est contre-indiquée lors d'anomalies du squelette, d'infection de la peau dans la zone de ponction, de fractures osseuses et lors de septicémie (144).

**La voie intrapéritonéale** ne semble pas efficace car l'absorption immédiate est très faible. De plus, la durée de vie des globules rouges absorbés est légèrement écourtée (28). Cette voie est donc déconseillée mais utilisable en dernier recours pour des pertes de sang chroniques (65,138,170).

**Les voies sous-cutanée et intramusculaire** ne sont pas utilisables

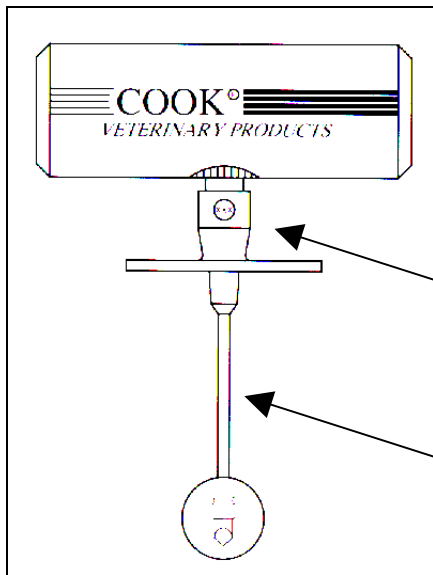


FIGURE 3: Mise en place d'une cathéter pour intramédullaire (146).



A : L'animal est placé sur le dos

B : On introduit le cathéter dans la cavité médullaire par la fosse trochantérique



Exemple d'une aiguille pour intramédullaire (COOK)

trocart

aiguille

### e) Volume administré

Le volume à administrer dépend essentiellement du degré et du type d'anémie. Lors d'anémie régénérative, on cherche à maintenir un hématoците de 15 à 20% (disparition des signes cliniques) jusqu'à ce que l'on ait éliminé la cause. Mais lors d'anémie non régénérative, l'hématoците à atteindre doit être plus élevé (35%) (65).

Une formule précise, tenant compte aussi de l'hématoците du donneur, permet de calculer ce volume (65,81).

$$\text{Volume de sang total à administrer (mL)} = 66 \times \text{Poids du receveur (kg)} \times \frac{\text{Ht* à atteindre} - \text{Ht du receveur}}{\text{Ht du donneur dans l'anticoagulant**}}$$

\* Ht = hématoците

\*\* Il faut recalculer (ou remesurer) l'hématoците du donneur après dilution du sang dans l'anticoagulant.

Rappel : CPDA-1 1 mL pour 7 mL de sang  
ACD B 1 mL pour 4 mL de sang

**Plus simplement**, on peut retenir que l'administration de **2 mL/kg de sang augmente l'hématoците du receveur de 1%** (le donneur ayant un hématoците entre 35 et 40%).

### f) Vitesse de transfusion

La vitesse de transfusion dépend de l'état clinique du patient :

- Pour un chat **correctement hydraté**, le rythme moyen est de **10 mL/kg/h** avec un maximum de 22 mL/kg/h (65,86,125,170).

Mais un chat de 3 kg peut tolérer une transfusion de 40 mL en 30 min (111).

- Pour un chat **hypovolémique**, le rythme moyen est de **22 mL/kg/h** avec un maximum de 66 mL/kg/h (65,125,170). Si l'animal est choqué, on transfuse aussi vite que possible et en association avec une perfusion.

- Pour un chat avec une **atteinte cardiovasculaire**, on réduit le rythme à **1-2 mL/kg/h** avec un maximum de 4,4 mL/kg/h (65,86,125,170).

**Dans tous les cas, la transfusion doit être achevée en moins de 4 heures** pour limiter les risques de prolifération bactérienne (35,86,94).

On commence la transfusion en injectant 1 à 2 mL seulement. Pendant les 5 minutes qui suivent, on surveille l'animal : comportement, fréquence cardiaque et respiratoire, temps de remplissage capillaire, température...

Si des signes de réaction transfusionnelle apparaissent, on arrête la transfusion et on met éventuellement en place un traitement (cf 3<sup>ième</sup> partie) (65,86,164).

### g) Particularités de la fluidothérapie pertransfusionnelle

Des solutés de perfusion peuvent être administrés pendant la transfusion lorsque l'animal est déshydraté ou choqué (180).

On peut alors utiliser un seul cathéter avec une tubulure en Y. Mais certains solutés réagissent avec les composants sanguins :

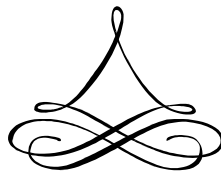
- le Ringer Lactate contient du calcium et peut provoquer la coagulation sanguine (9,65,94,133,164) ;

- les solutés hypotoniques et hypertoniques provoquent l'hémolyse (9,65) ;

- les solutés contenant du glucose peuvent causer l'auto-agglutination et/ou l'hémolyse sanguine (122).

On ne peut donc pas administrer le sang et ces solutés par le même cathéter. Il faut alors mettre en place une autre voie veineuse.

**Le NaCl à 0,9% est le seul soluté compatible avec le sang et il peut donc être administré par le même cathéter (7,33,65,86,94,115, 164,170,180).**





**TROISIÈME PARTIE :  
LES CONSÉQUENCES DE LA  
TRANSFUSION SANGUINE**



Les réactions du receveur à la thérapeutique transfusionnelle sont le plus souvent favorables mais des complications d'origine immunitaire ou non immunitaire peuvent survenir.

Ces complications peuvent être détectées et traitées dès leur apparition grâce à une surveillance rapprochée du patient pendant la transfusion.

Une fois la transfusion achevée, la surveillance du receveur permet d'évaluer l'efficacité de la thérapeutique.

## 1) Complications à médiation immune

### a) Complications associées aux incompatibilités entre groupes sanguins

Si une transfusion est pratiquée sans test de compatibilité préalable, on peut être amené à administrer du sang de type A à un receveur de type B et vice versa.

Les alloanticorps naturels du receveur provoquent alors **une hémolyse intravasculaire ou extravasculaire** des globules rouges transfusés.

L'intensité des symptômes est corrélée à la quantité d'alloanticorps chez le receveur (6,72).

#### α) Transfusion de sang de type A à un receveur de type B

##### •Aspects cliniques

Chez les chats de type B, recevant du sang de type A, le tableau clinique est le plus souvent dramatique (6,33,65,68,72,86,115,166,179).

Les symptômes évoluent en deux phases (6,65,72) :

##### - Phase 1 (le choc)

Dans les secondes qui suivent le début de la transfusion, le chat miaule et commence à s'agiter (72,180). Il tombe rapidement en décubitus latéral, et semble très abattu (65,72). Il peut alors saliver, vomir, uriner ou déféquer (3,26,65,72,180).

L'examen clinique révèle une bradypnée voire une apnée associées à une bradycardie et à une arythmie (3,6,65,72,115,180). Les muqueuses sont pâles et le temps de remplissage capillaire est allongé : le chat est en hypotension (6,72,86). Les pupilles sont dilatées (72).

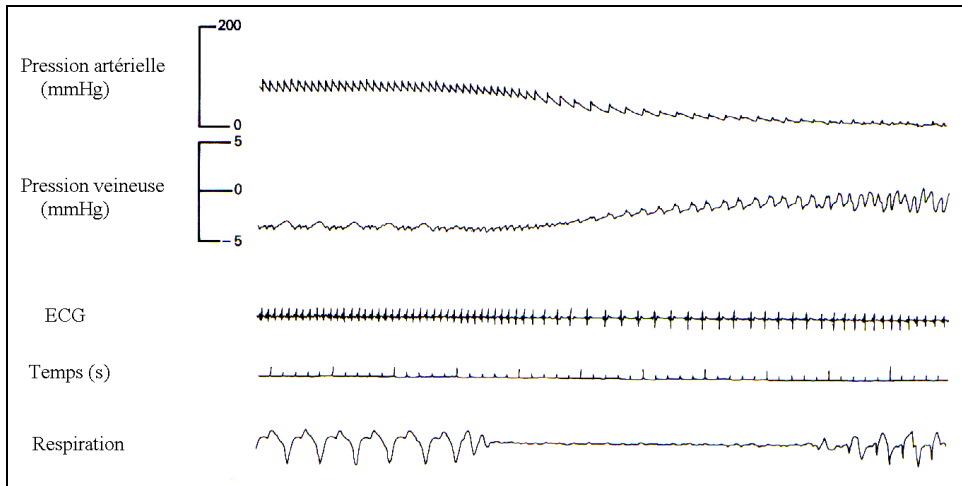
Cette phase dure 1 à 3 minutes et peut s'achever par un arrêt cardiaque suivi éventuellement par la mort. Si l'animal survit, la phase 2 commence (3,6,65,86,179).

La figure 4 présente l'évolution cardiaque et respiratoire pendant la phase 1.

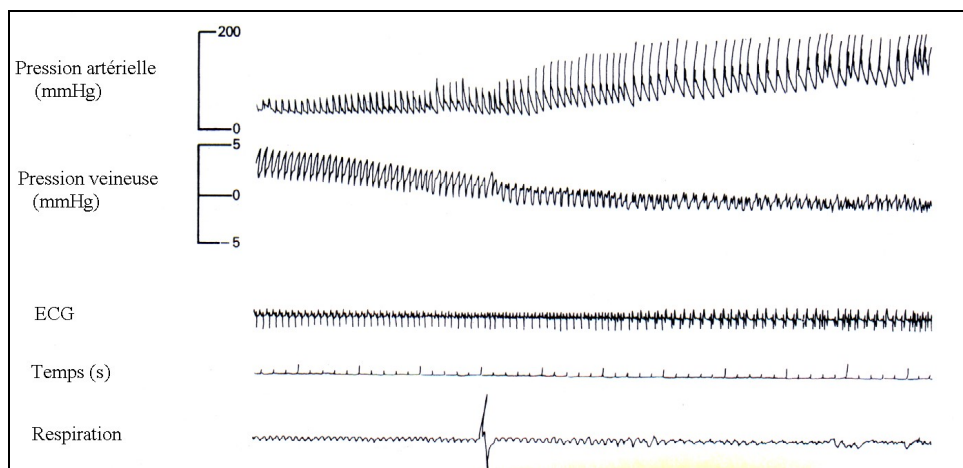
Nous avons décrit, ci-dessus, tous les symptômes rencontrés par les différents auteurs mais un chat peut très bien ne présenter qu'une partie du tableau clinique (3,71,179).

**FIGURE 4: enregistrements cardiaques et respiratoires d'un chat de groupe B transfusé avec du sang de groupe A (réalisés par Auer L. et Bell K. (6))**

### **Enregistrements en phase 1**



### **Enregistrements en phase 2 (effectué 4 minutes après l'enregistrement de la phase 1)**





#### - Phase 2 (récupération)

Le chat passe en tachycardie et en tachypnée (3,6,33,65,72,86,115,180). On peut alors noter une arythmie cardiaque (6,72). Le chat repasse en décubitus sternal mais semble toujours abattu (4,72).

Sur certains animaux, Giger et Bucheler ont pu observer des anomalies oculaires (nystagmus horizontal, anisocorie, strabisme et syndrome de Claude Bernard Horner) (72).

Parfois, on note un état d'hypocoagulabilité voire une CIVD (33,65,72).

Cette phase dure environ 30 minutes mais le chat reste abattu pendant plus d'une heure (4,6,72).

La figure 4 présente l'évolution cardiaque et respiratoire pendant la phase 2.

- Des signes d'hémolyse intravasculaire apparaissent par la suite. On note une augmentation de l'hémoglobinémie, une hémoglobinurie (6,33,65,71,72,86,115) et éventuellement un ictère et une bilirubinurie (4,65). Malgré cette hémolyse, les auteurs n'ont jamais observé d'insuffisance rénale consécutive (26,65,71,72).

Il suffit d'injecter 1 mL de sang de groupe A à un chat de groupe B pour voir apparaître des signes de choc (6,65,72,115). Mais il faut injecter au moins 10 mL de sang pour pouvoir observer des signes évidents d'hémolyse (6,65,115).

#### • **Pathogénie**

##### Mécanismes de l'hémolyse intravasculaire (65,71,72)

Les chats de groupe sanguin B ont une grande quantité d'alloanticorps anti-A. Ces anticorps appartiennent à la classe des IgM.

Les IgM se fixent massivement sur les hématies de type A dès leur entrée dans la circulation. Les nombreuses IgM peuvent alors fixer une grande quantité d'éléments du complément permettant la réaction complémentaire totale jusqu'à la formation du système lytique : les hématies sont donc détruites immédiatement dans le compartiment vasculaire.

##### Mécanismes du choc

Les éléments C3a et C5a du complément stimulent la libération de substances proinflammatoires et vasoactives par les mastocytes, les leucocytes et les plaquettes (65,72).

L'histamine est l'une de ces substances. Or il a été montré qu'une forte concentration en histamine peut être à l'origine des symptômes de la phase 1 (6).

Remarque : le complément provoque aussi l'activation du facteur XII ce qui pourrait expliquer l'apparition d'une CIVD (72).

## β) Transfusion de sang de type B à un receveur de type A

### • Aspects cliniques

Les symptômes sont généralement discrets : on peut observer une apathie associée à une tachypnée et à une légère tachycardie (6,65,72).

Certains animaux présentent aussi une hémoglobinémie modérée et une hémoglobinurie (72).

Il n'existe parfois aucun symptôme (6,72).

### • Pathogénie

#### Mécanismes de l'hémolyse extravasculaire (65,72) :

Les chats de groupe A ont une faible quantité d'alloanticorps anti-B. Ces anticorps appartiennent à la classe des IgM et des IgG.

Les hématies de type B injectées sont ainsi partiellement recouvertes d'IgM. Ces IgM ne peuvent donc fixer qu'une petite partie du complément et la réaction aboutit rarement au système lytique : très peu d'hématies sont détruites dans le secteur vasculaire.

La plupart du temps, seul le complexe C3b peut se former. L'association hématie~C3b~IgM est reconnue et phagocytée par les macrophages : l'hémolyse est extravasculaire.

Mais le processus est lent et le complexe C3b est parfois dégradé en C3dg avant la phagocytose. Or le macrophage reconnaît l'association hématie~C3dg~IgM uniquement si elle est associée à 2 IgG. Les hématies fixées aux IgG sont phagocytées dans la rate : l'hémolyse est une fois encore extravasculaire.

Les symptômes observés sont provoqués par la libération, en faible quantité, des substances vasoactives et proinflammatoires déjà citées.

En effet, l'histamine, en faible concentration, déclenche plutôt une tachycardie et une tachypnée (6).

**En résumé :** Lorsque l'animal receveur possède une *grande quantité d'anticorps* dirigés contre les hématies du donneur, cela provoque une *hémolyse intravasculaire* massive et des signes de *choc* apparaissent.

Lorsque le receveur possède une *faible quantité d'anticorps* dirigés contre les hématies du donneur, l'hémolyse est plutôt *extravasculaire* et les *symptômes sont discrets*.

Parfois les chats B n'ont qu'une faible quantité d'alloanticorps et lors de la transfusion avec du sang de type A, le tableau clinique ressemblera plutôt au cas β (71).

Même en l'absence de tests prétransfusionnels, cette complication est peu fréquente car les chats de groupe B restent minoritaires (38,90).

## γ) La maladie hémolytique néonatale

La maladie hémolytique néonatale ou isoérythrolyse néonatale n'est pas une complication de la transfusion sanguine. Mais c'est une complication associée à

l'incompatibilité entre le groupe sanguin de la mère et celui du chaton (13,16,19,23,25,26,29,69,74,85,99,145,178) (Annexe 5).

## b) Autres complications d'origine immunitaire

### α) Réaction vis-à-vis des antigènes leucocytaires, plaquettaires et plasmatiques

Dans les 4 heures qui suivent le début de la transfusion, on note classiquement une augmentation de la température corporelle d'au moins 1°C (65,86,92). Le plus souvent, cette fièvre est la manifestation clinique de la réaction entre les anticorps du receveur et les antigènes plasmatiques, leucocytaires ou plaquettaires du donneur (26,65,86,115,168). Elle est dans ce cas sans gravité mais nous amène à suspecter une réaction hémolytique.

### β) Réactions vis-à-vis d'allergènes plasmatiques

Le receveur peut développer des réactions d'hypersensibilité vis-à-vis d'allergènes transfusés (interactions avec les IgE du receveur) (33,65,115,180).

Les symptômes apparaissent entre 1 et 45 minutes. On peut observer de l'urticaire, du prurit, un érythème généralisé et de l'anxiété (26,33,65,86,115,180). Le choc anaphylactique est possible mais semble rare chez le chat (65,115).

Les allergènes étant des protéines plasmatiques, on peut aussi avoir ces réactions allergiques après une transfusion de plasma (9,94).

## 2) Complications non immunes

### a) Vomissement

Des vomissements surviennent fréquemment pendant la transfusion. Ils semblent associés à une vitesse de transfusion trop rapide ou une prise alimentaire pendant ou juste avant l'administration (38,65,86,115).

Cette complication est sans gravité sauf si les vomissements s'accompagnent d'un syndrome hémolytique (65,86).

### b) Hypervolémie

Des signes d'hypervolémie peuvent apparaître si la vitesse de transfusion est trop rapide.

Les symptômes observés sont associés à l'œdème pulmonaire : on note une tachypnée, une dyspnée, de la toux et une tachycardie (7,15,26,33,86,94,115,168,180). A l'auscultation, on peut entendre des crépitements (33).

Les animaux à risque sont (7,26,33,86,94,115,158) :

- les chats insuffisants cardiaques car ils ont du mal à s'adapter aux changements brutaux de volume plasmatique.
- les chats atteints d'anémie chronique car les volumes de sang total à transfuser sont très importants et ils présentent souvent des modifications cardiaques (hypertrophie puis dilatation).
- les chats ayant simultanément une transfusion et une perfusion.

### c) Hémolyse d'origine mécanique

L'hémolyse se produit avant le début de l'administration ; elle résulte d'une mauvaise pratique de la transfusion (7,15,33,65,86,115,139,180).

Il y a hémolyse dans la poche lorsque le sang est chauffé à plus de 37°C ou conservé à des températures trop basses (< 1°C).

L'hémolyse peut aussi se produire dans la tubulure lorsque l'on administre simultanément des solutions autres que le soluté salé isotonique (cf. partie 2).

Les conséquences cliniques de ce type d'hémolyse sont moins graves que lors d'incompatibilité sanguine (26).

### d) Perturbations électrolytiques

#### α) Hypocalcémie

L'hypocalcémie est liée à l'**intoxication au citrate**.

Cet anticoagulant s'accumule rarement dans l'organisme car il est rapidement métabolisé par le foie. Ainsi, lorsque le citrate est utilisé dans de bonnes conditions, il ne provoque pas d'hypocalcémie (26,33,86).

Néanmoins, dans certains cas, on peut voir apparaître une toxicité :

- lorsque le citrate est en excès par rapport au sang (65,86,115) ;
- lorsque l'on administre de grands volumes trop rapidement (7,86,115) ;
- lorsque le chat est insuffisant hépatique car il ne peut plus métaboliser correctement le citrate (maladie hépatique, shunt portosystémique) (7,33,86,115) ;
- lorsque le chat est en hypothermie car le métabolisme est plus lent (7,33).

Les symptômes observés sont classiques : on note des tremblements ou plus rarement des contractions musculaires et de la tétanie (7,15,26,33,65,86,115). Au niveau cardiaque, on a parfois de l'arythmie (7,15,86,115). L'électrocardiogramme montre un allongement de QT (33,94).

#### β) Hyperkaliémie

L'hyperkaliémie est une complication possible lors de transfusion chez l'homme et le cheval. Mais cette complication n'a pas été décrite chez le chat (26,33,65).

## e) Transmission de maladies infectieuses

### α) Septicémie

Le sang récolté dans de mauvaises conditions peut être contaminé par des bactéries. Les bactéries proviennent de la peau du chat (désinfection du lieu de ponction insuffisante), des mains du manipulateur ou du matériel de ponction (matériel non stérile ou contaminé par manipulation) (26,96).

En général, la réfrigération rapide des poches de sang limite la prolifération bactérienne pendant le stockage. Mais, dès que l'on augmente la température, les microorganismes se multiplient (15,115). On limitera donc les risques de septicémie en évitant de réchauffer le sang trop longtemps à l'avance et en détruisant systématiquement les poches ramenées à plus de 6°C et non utilisées (7,15).

Mais certaines bactéries, comme *Serratia marcescens*, continuent de se développer à 4°C (96). Ces bactéries sont présentes dans l'environnement et peuvent donc facilement contaminer le matériel de prélèvement.

En conséquence, la réfrigération est une précaution insuffisante et il faut prélever dans des conditions d'asepsie parfaite.

Les poches contaminées sont parfois facilement identifiables car le plasma surnageant apparaît marron foncé ou noir (15,80,122).

La transfusion de sang contaminé provoque une septicémie (45).

Dans les 15 à 20 minutes qui suivent le début de l'administration, le chat peut présenter de la fièvre (80,86,96,115). On décrit aussi des vomissements et de la diarrhée (96,115,170). On observe parfois un choc septique (26,86,94,96,115).

L'administration de poches contaminées par *Serratia marcescens* provoque souvent une mort rapide (96).

Les contaminations bactériennes des poches de sang sont rarement décrites dans la littérature vétérinaire. Seul Hohenhaus et ses collaborateurs ont rapporté plusieurs cas de contamination par *Serratia marcescens* dans une banque de sang (96).

### β) Transmission de parasites ou de virus

Le donneur peut être porteur de virus ou de parasites. Ces agents infectieux sont prélevés avec le sang, survivent au stockage et sont transmis au receveur lors de la transfusion. Parmi les plus courants, on peut citer le FeLV, le FIV, le virus de la PIF et *Hemobartonella felis* (7,26,65,86,115).

Les maladies induites par certains de ces agents sont graves et souvent incurables ; il est donc indispensable d'effectuer un dépistage chez le donneur (26,86,115,170).

### 3) Surveillance post-transfusionnelle et évaluation de l'efficacité de la transfusion

#### a) Détection et diagnostic des complications transfusionnelles

Les réactions à médiation immune peuvent survenir dans les premières minutes de la transfusion, les autres complications sont plus tardives (33,45,86). Le chat receveur doit donc faire l'objet d'une surveillance rapprochée pendant toute la durée de la transfusion (7,65,115).

On notera le comportement de l'animal : abattement soudain, passage en décubitus latéral, vocalises (65)...

Un examen clinique doit être effectué régulièrement : couleur des muqueuses, rythme cardiaque et respiratoire, temps de remplissage capillaire (7,65,86)...

On recherchera tout particulièrement l'apparition des signes de choc, d'hémolyse et de fièvre.

Le choc peut être d'origine septique ou immunitaire (transfusion incompatible, réaction allergique).

L'hémolyse suit une transfusion incompatible ou une contamination bactérienne ; elle peut aussi se produire avant l'administration et elle est alors d'origine mécanique.

La fièvre peut accompagner une hémolyse ou révéler une septicémie. Mais elle est le plus souvent bénigne et transitoire (cf. Réaction vis à vis des antigènes leucocytaires, plaquettaires et plasmatiques).

Lorsque l'on suspecte des complications, il faut réaliser certains examens complémentaires pour en déterminer l'origine :

- faire une analyse d'urine pour détecter une hémoglobinurie (65,94,115,139) ;
- répéter les tests de compatibilité (117,94) ;
- réaliser une coloration de Gram et une mise en culture du sang provenant de la poche transfusée (9,15,65,94,115) ;
- mesurer la calcémie pour objectiver une hypocalcémie (94) ;
- faire une radiographie thoracique si l'auscultation est insuffisante pour diagnostiquer un œdème pulmonaire (94).

#### b) Traitement des complications transfusionnelles

Dès que l'on suspecte une complication, il faut **arrêter la transfusion** et **maintenir une perfusion** de soluté salé isotonique (65,86,94,115).

Puis le traitement varie en fonction des symptômes et de la cause.

### •Traitement du choc

Il s'agit d'un traitement d'urgence car la vie de l'animal peut être en jeu :

- mise en place d'une perfusion rapide de soluté salé isotonique (60 mL/kg/h) quelle que soit la cause du choc (9,80,86,94,115) ;
- injection de corticoïdes par voie intraveineuse, tout particulièrement si le choc est d'origine immunitaire: de la prédnisolone à 5 - 30 mg/kg ou de la dexaméthasone à 0,5 - 4 mg/kg (9,80,86,115,179) ;
- supplémentation en oxygène ;
- soutien de la fonction cardiaque (3,86,115,179).

Lors d'arrêt cardiaque on administrera de l'adrénaline à 1/10 000 (1mL de solution à 1/1 000 diluée dans 9 mL de NaCl 0,9%) – 0,1 à 0,3 mL/kg – en intraveineux toutes les 2 à 3 min.

Lors de bradycardie prononcée, on administrera de l'atropine – 0,04 mg/kg – en intraveineux.

- si l'on suspecte un choc septique, Il faut ajouter une antibiothérapie large spectre par voie intraveineuse (33,80,94,115). On modifie ensuite le traitement suivant les résultats de l'hémoculture (9,94).

Lors de choc, le risque de CIVD est élevé. Il faut donc faire un bilan d'hémostase et mettre éventuellement en place le traitement de la CIVD (cf partie 1).

### •Traitement d'un syndrome fébrile non hémolytique

Lorsque la fièvre n'est pas liée à une hémolyse ou à un sepsis, elle est transitoire (86,115). On peut néanmoins utiliser des antipyrétiques si le chat tolère mal cet état fébrile (65,94,168).

Lorsque la température est contrôlée, on peut reprendre la transfusion (7,65,86,94,168).

### •Traitement de l'urticaire

L'urticaire est contrôlé en administrant (7,15,33,65,86,94,115) :

- soit des antihistaminiques en injection intramusculaire : diphénhydramine 0,5 - 2 mg/kg.
- soit des corticoïdes en injection intraveineuse lente : dexaméthasone 0,5 - 1 mg/kg

On peut ensuite reprendre la transfusion lentement (7,15,33,65,94).

### •Traitement d'une hypervolémie

On arrête la transfusion et la perfusion (7,26,33,86,115,157,168). On administre des diurétiques (furosémide 2 à 4 mg/kg IV) et suivant la gravité, on supplémente parfois en oxygène (7,26,33,80,86,115,1557,168,170).

### •Traitement d'une intoxication au citrate

Le plus souvent, l'arrêt de la transfusion suffit à arrêter les symptômes en 5 à 10 minutes (7,26,33,157,170).

Mais il est parfois nécessaire d'injecter du gluconate de calcium en intraveineuse lente (15,33,80,86,94). La posologie du gluconate de calcium à 10 % est de 0,5 à 1,5 mL/kg (110).

Lorsque l'hypocalcémie est contrôlée, on peut continuer la transfusion à un rythme plus lent (7,33,157,170).

### c) Évaluation de l'efficacité de la transfusion

La transfusion apporte non seulement des globules rouges mais aussi des plaquettes, des facteurs de la coagulation et des protéines en général.

Après la transfusion, on cherche à évaluer l'efficacité de la thérapeutique dans le remplacement d'un des éléments cités précédemment.

#### α) Remplacement des globules rouges

On évalue tout d'abord l'efficacité de la thérapeutique en suivant l'évolution clinique. Une réponse normale à la transfusion entraîne une recoloration des muqueuses, une normalisation du temps de remplissage capillaire et un ralentissement du rythme respiratoire (15). Certains auteurs conseillent de noter l'évolution de ces signes 15 minutes, 30 minutes et 1 heure après la transfusion (58).

On mesure ensuite l'hématocrite 1 h, 24 h et 72 h après la transfusion (58,86). En l'absence d'hémolyse, l'hématocrite mesuré à 1 h doit avoir augmenté. Il doit ensuite rester stable lors des deux autres mesures.

Lorsque l'animal transfusé est hypovolémique, on a une redistribution des liquides dans le compartiment extravasculaire pendant les premières 24 h. L'hématocrite mesuré à 24 h est donc souvent supérieur à celui mesuré à 1 h. (33,58)

Dans des conditions optimales, la durée de vie des globules rouges transfusés est proche de la durée de vie d'un globule rouge normal (environ 70 jours) (33,167).

Mais la survie des globules rouges dépend de plusieurs facteurs :

#### - La compatibilité entre les groupes sanguins

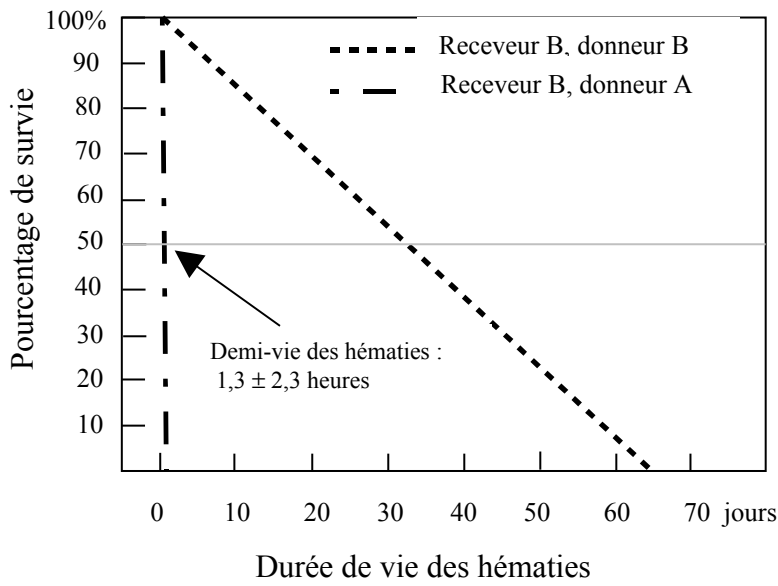
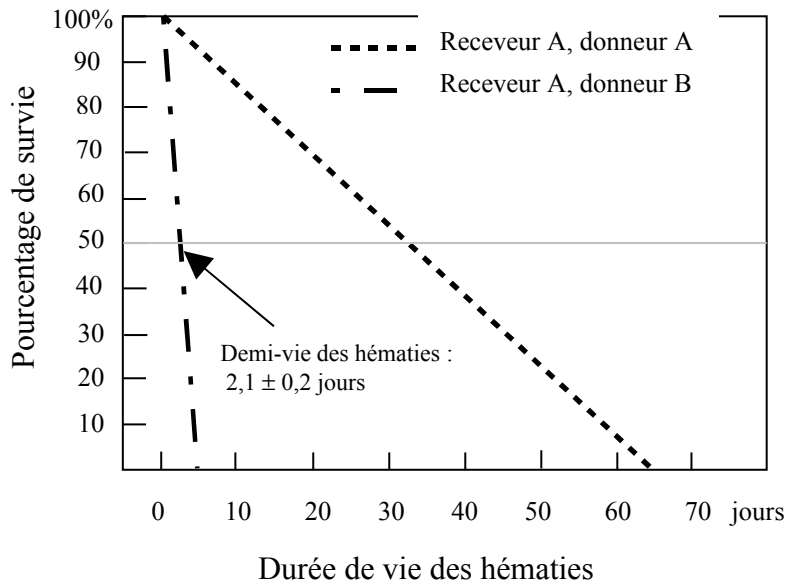
Lors de transfusion compatible on a pu noter une demi-vie de 29 à 39 jours (20,72,128). Mais lorsque la transfusion est incompatible, il y a une hémolyse et la durée de vie des hématies est considérablement raccourcie (20,72). Les globules rouges de type A transfusés chez un chat de groupe B survivent quelques minutes à quelques heures. Les globules rouges de type B transfusés chez un chat de groupe A survivent quelques jours. (voir fig5)

#### - La maladie du receveur (28)

Le processus pathologique évoluant chez le patient peut être à l'origine de la destruction des globules rouges transfusés ou non. Les effets bénéfiques de la transfusion durent donc moins longtemps.



**FIGURE 5 : Durée de vie des globules rouges après une transfusion incompatible (72)**



### β) Remplacement des facteurs de la coagulation

On peut dire que la transfusion est efficace lorsque les saignements s'arrêtent et que l'hématocrite se stabilise (15).

On peut aussi mesurer les temps de coagulation une heure après la fin de l'administration (7,58).

### γ) Remplacement des plaquettes

Si l'animal présentait des pétéchies ou des saignements des muqueuses, on peut suivre cliniquement l'effet de la transfusion en recherchant la disparition de ces signes (15).

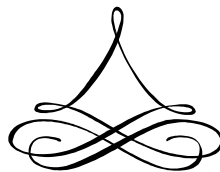
Dans les autres cas, on effectue une numération plaquettaire, 1 h (58) puis 24 h après la transfusion (15).

**Pour réaliser une transfusion en toute sécurité, il faut donc respecter les règles suivantes :**

**1-Sélectionner des donneurs en bonne santé et vaccinés.**

**2-Respecter les techniques de prélèvement, de stockage et d'administration décrites (asepsie, proportions...).**

**3- Faire systématiquement des tests de compatibilité sanguine car lors de transfusion incompatible, les globules rouges sont systématiquement détruits, la thérapie est inefficace et les risques trop grands.**



**QUATRIÈME PARTIE :**  
**AUTRES TYPES DE TRANSFUSION**



Nous avons présenté jusque là, la transfusion classique de sang de chat total, frais ou réfrigéré, mais il existe d'autres types de transfusion : l'autotransfusion, la transfusion de dérivés sanguins apportant uniquement l'élément manquant, la transfusion de produits de substitution et la transfusion de sang de chien.

Pour chaque type de transfusion, nous décrirons les indications, la technique si elle est différente de la technique déjà décrite et les complications.

## 1) L'autotransfusion

### a) Définition

On parle d'autotransfusion ou transfusion autologue lorsque l'on réadministre à un patient son propre sang (7,46,153).

Le sang du patient peut être collecté dans la cavité pleurale ou péritonéale lors d'une chirurgie ou après la rupture traumatique d'un organe.

Le sang peut aussi être prélevé, en préventif, avant la chirurgie et réadministré en fin d'opération.

La première description d'une autotransfusion remonte à 1818 (Bundel) mais il faudra attendre le début du XX<sup>ième</sup> siècle pour qu'elle rentre dans la pratique courante (151).

Les avantages de la transfusion autologue par rapport à la transfusion homologue sont nombreux :

- on élimine les risques d'incompatibilité d'origine immunologique (7,40,46,151,153) ;
- du sang total frais, à température corporelle, est utilisable immédiatement (pas de recherche d'un donneur, pas de chauffage...) (7,153,182) ;
- on élimine les risques de transmission de maladies infectieuses (7, 40,46,153) ;
- le prix de revient est inférieur (153).

### b) Autotransfusion en peropératoire ou à la suite d'un traumatisme

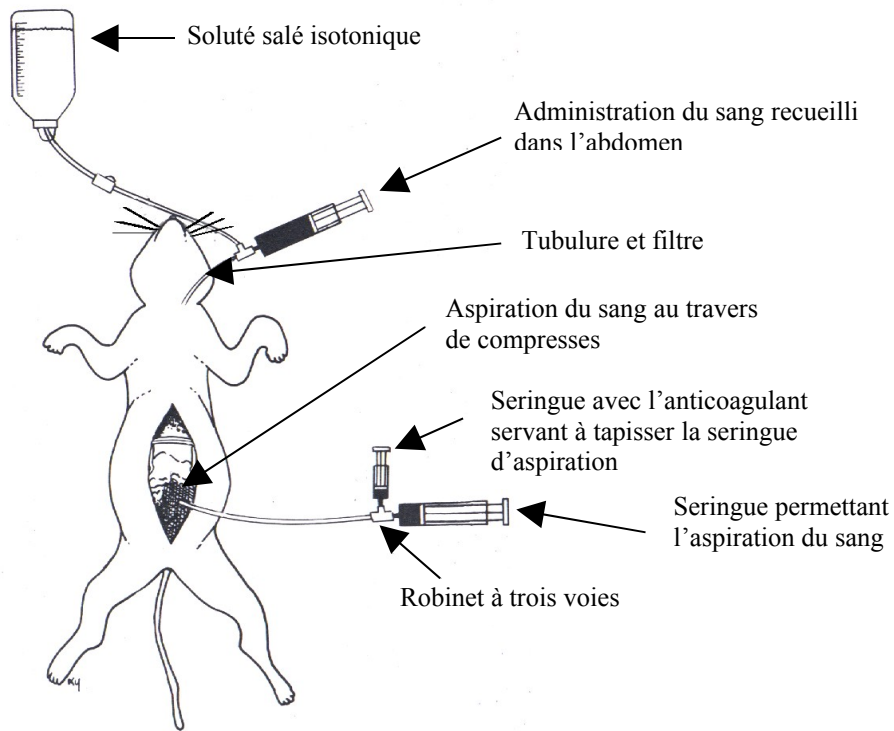
#### α) Techniques

Il s'agit de recueillir le sang accumulé dans une grande cavité après la rupture d'un organe (cavité fermée) ou suite à une chirurgie (cavité ouverte).

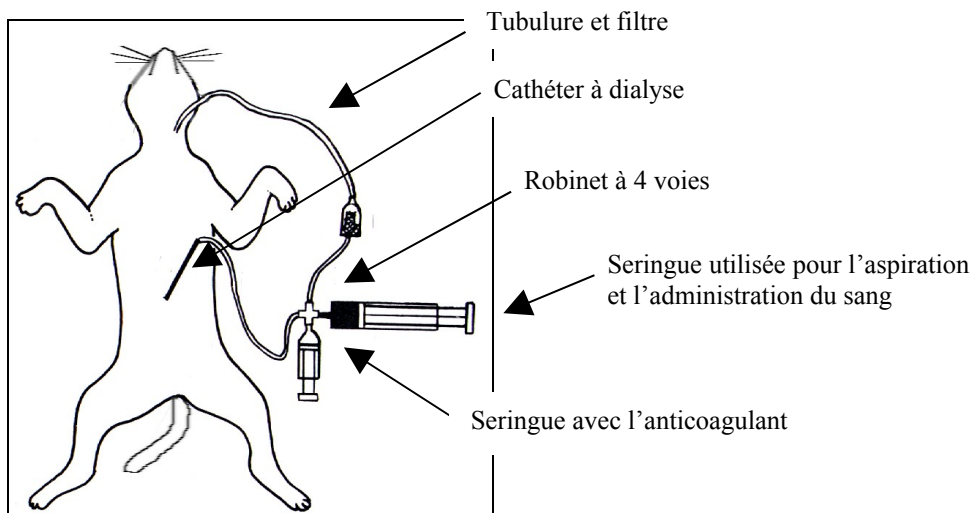
Chez le chat les volumes à récolter sont faibles. On utilise donc une technique simple où la seringue sert, à la fois, de système d'aspiration et de stockage (40). Les figures 6 et 7 présentent cette méthode sur abdomen ouvert et fermé.

Il existe d'autres systèmes d'aspiration plus compliqués avec une prise de vide ou une pompe mais ils sont adaptés à des volumes plus importants (40, 46,151,153).

**FIGURE 6 : Autotransfusion avec récolte du sang sur abdomen ouvert (40)**



**FIGURE 7 : Autotransfusion avec récolte du sang sur abdomen fermé (40)**



Lorsque l'hémorragie vient de se produire, il faut ajouter un anticoagulant au sang recueilli (40,153). Pour cela, il suffit, avant l'aspiration, de tapisser les parois de la seringue avec un anticoagulant (40).

Le sang en contact avec le péritoine ou la plèvre depuis plus de 45 min est défibriné (40,153). Il ne peut donc plus coaguler et il suffit de le prélever directement sans anticoagulant.

Le sang prélevé est toujours réadministré au travers d'un filtre. Il est conseillé d'utiliser des filtres avec des pores de 40 µm pour limiter les risques d'embolisation (153).

### β) Composition du sang après l'autotransfusion

#### •Les globules rouges

L'hématocrite diminue légèrement chez les animaux non héparinés (11). De nombreux globules sont en effet détruits (hémolyse) ou consommés dans la formation des caillots. Les globules rouges transfusés ont une durée de vie semblable à celle des globules rouges normaux (11).

La concentration en hémoglobine libre augmente rapidement (11,151).

#### •Les globules blancs

Dans les quelques jours qui suivent la transfusion, on note une hyperleucocytose (11,151).

#### •Les plaquettes

On note une diminution des plaquettes immédiatement après l'autotransfusion (participation aux caillots) (11,151).

#### •Les facteurs de la coagulation

Les temps de coagulation sont parfois allongés (46,40). Et l'on note une diminution provisoire de la fibrinogénémie (11,151).

### γ) Complications de l'autotransfusion

#### •L'hémolyse

L'hémolyse se produit lorsque les cellules restent en contact prolongé avec les séreuses ou pendant l'aspiration (11,153).

L'hémoglobine libérée a une toxicité rénale et pourrait être à l'origine d'une nécrose tubulaire aiguë. Mais les études montrent que le simple maintien de l'hydratation et de la diurèse prévient les complications rénales (151,153,182). On peut néanmoins se demander si l'autotransfusion doit être contre-indiquée chez l'insuffisant rénal (46,153).

#### •Les troubles de la coagulation

Le sang récolté est le plus souvent incoagulable car les éléments de la coagulation ont été consommés dans les grandes cavités. On note ainsi chez le patient autotransfusé une augmentation des temps de coagulation, une thrombopénie et une hypofibrinogénémie (7,40,46,151,153). Mais ces valeurs rentrent rapidement dans la norme et cela ne semble pas entraîner de répercussions cliniques (153).

Les animaux autotransfusés semblent présenter des risques accrus de CIVD en particulier lorsque le sang administré est fortement hémolysé (40,46,153).

#### •La contamination bactérienne

Il existe un risque septique lorsque le sang est recueilli dans un milieu contaminé.

Klebanoff et Smith ont injecté du sang contaminé à des chiens et n'ont pas observé de septicémie (les cultures bactériennes se négativent en 24 h) (113,167). Mais les risques ne sont pas négligeables chez un animal choqué (153).

L'autotransfusion est donc contre-indiquée lorsqu'il y a eu rupture du tube digestif, péritonite bactérienne, abcès intra-abdominal ou ostéomyélite (46).

#### •La dissémination de cellules tumorales

La rupture d'organes tumoralisés est une cause fréquente d'épanchement hémorragique (hémangiosarcome). Le sang est alors contaminé par des cellules cancéreuses. Lors d'une autotransfusion, on risque, en théorie, de disséminer ces cellules à travers l'organisme (40,46,153).

Mais des études menées chez l'homme semblent montrer que le risque est très faible (153).

#### •Les microembolies

Les microembolies sont formées de graisses, de lipoprotéines dénaturées, d'agrégats plaquettaires et leucocytaires et de débris cellulaires provenant des hématies. Ces embolies peuvent provoquer des lésions pulmonaires mais l'utilisation d'un filtre limite considérablement les risques (40,153).

**Les complications de l'autotransfusion, dans les conditions décrites, sont rares et cette technique demeure donc très fiable.**

### c) Récolte préopératoire et administration postopératoire

Cette méthode est utilisée chez les patients allant subir une opération provoquant des pertes de sang majeures (chirurgie orthopédique, thoracique ou vasculaire) (7,46).

On prélève 1 à 2 unités de sang dans les 2 à 3 semaines précédant la chirurgie et on les stocke entre 1°C et 6°C jusqu'à l'opération (46,153).

Le sang est ensuite réadministré en peropératoire ou en postopératoire.

La suspicion d'une bactériémie est une contre-indication majeure (46).

Il existe une autre technique appelée hémodilution : le sang est prélevé juste avant l'opération et remplacé par un soluté classique (46,153).



L'hématocrite du patient étant plus faible, les pertes en globules rouges, pendant la chirurgie, sont inférieures (46).

Le sang prélevé est conservé à température ambiante pendant l'opération (maintien des fonctions plaquettaires) et il est réadministré après avoir réalisé l'hémostase (46,153,156).

Les volumes à prélever et le statut médical du patient ne sont pas bien définis (46).

#### d) Cas particulier de l'aphérèse

On parle d'aphérèse ou hémaphérèse lorsque l'on prélève du sang à un patient, que l'on en retire un des éléments et que l'on réinjecte à ce même patient les éléments sanguins restants (8,112).

La cytophérèse est le retrait des cellules sanguines (réinjection du plasma).

La plasmaphérèse est le retrait du plasma (réinjection des cellules).

Cette technique permet

- de prélever sélectivement un des dérivés sanguins (cf. Utilisation des dérivés sanguins) (8,33) ;
- de retirer un composant anormal (élimination des protéines anormales lors de myélome multiple, élimination des autoanticorps lors de maladie auto-immune...) (33,112).

L'hémaphérèse demande un matériel spécifique et coûteux (centrifugeuses, filtres...). Elle n'est donc pas utilisée en pratique vétérinaire courante mais elle a déjà été employée avec succès chez le chat et chez le chien (traitement des syndromes d'hyperviscosité) (61,112).

## 2) Utilisation des dérivés sanguins

Les différents composants du sang peuvent être isolés par centrifugation et utilisés séparément. Les produits obtenus sont appelés dérivés sanguins (26).

Les principaux dérivés sanguins sont :

- le concentré érythrocytaire
- le plasma frais congelé
- le plasma congelé
- le plasma riche en dérivés du plasma
- le cryoprécipité
- le concentré plaquettaire
- les granulocytes

#### a) Préparation et conservation des dérivés sanguins

Le sang est collecté dans une poche à sang contenant du CPDA-1 et reliée à des poches satellites dont le nombre varie en fonction des dérivés que l'on veut obtenir (8,15,170) :

- une poche satellite est nécessaire pour la préparation du plasma frais congelé et du plasma riche en plaquettes ;
- deux poches satellites sont nécessaires pour la préparation du cryoprécipité ou du concentré plaquettaire.

Un résumé de la préparation des différents dérivés est présenté dans la figure 8.

#### α) Préparation du concentré érythrocytaire, du plasma frais congelé et du plasma congelé

Le sang total prélevé peut être conservé entre 1°C et 6°C pendant six heures avant d'être centrifugé (7,8,162,166).

Pour séparer les globules rouges du plasma, on utilise une centrifugeuse réfrigérée et l'on centrifuge à 5000g pendant 5 minutes (8,136,166,172). Chez le chat, il semble qu'une vitesse de 3000g pendant 10 min soit plus efficace (162). On fait ensuite passer le plasma dans une poche satellite grâce à un extracteur à plasma (8,136,139).

On appelle **concentré érythrocytaire**, le culot restant dans la poche principale. Pour une unité de sang on obtient 25 à 30 mL de concentré érythrocytaire (58). Il peut être conservé entre 1°C et 6°C pendant trois semaines (en remuant régulièrement la poche comme pour le sang total) (136,139,166).

On appelle **plasma frais congelé**, le plasma extrait et congelé entre -20°C et -30°C en moins de 6 heures après le prélèvement. Il peut être conservé entre -20°C et -30°C pendant un an (8,136,139).

On appelle **plasma congelé**, le plasma extrait et congelé après plus de 6 heures ou le plasma frais congelé conservé depuis plus d'un an. Il peut être conservé à -20°C pendant 5 ans (à partir de la date du prélèvement). (8,115,136,162,166)

La préparation de ces dérivés demande un matériel important et onéreux (centrifugeuse réfrigérée, extracteur à plasma...). Elle est donc réservée aux grandes structures hospitalière ayant mis en place une banque du sang (159).

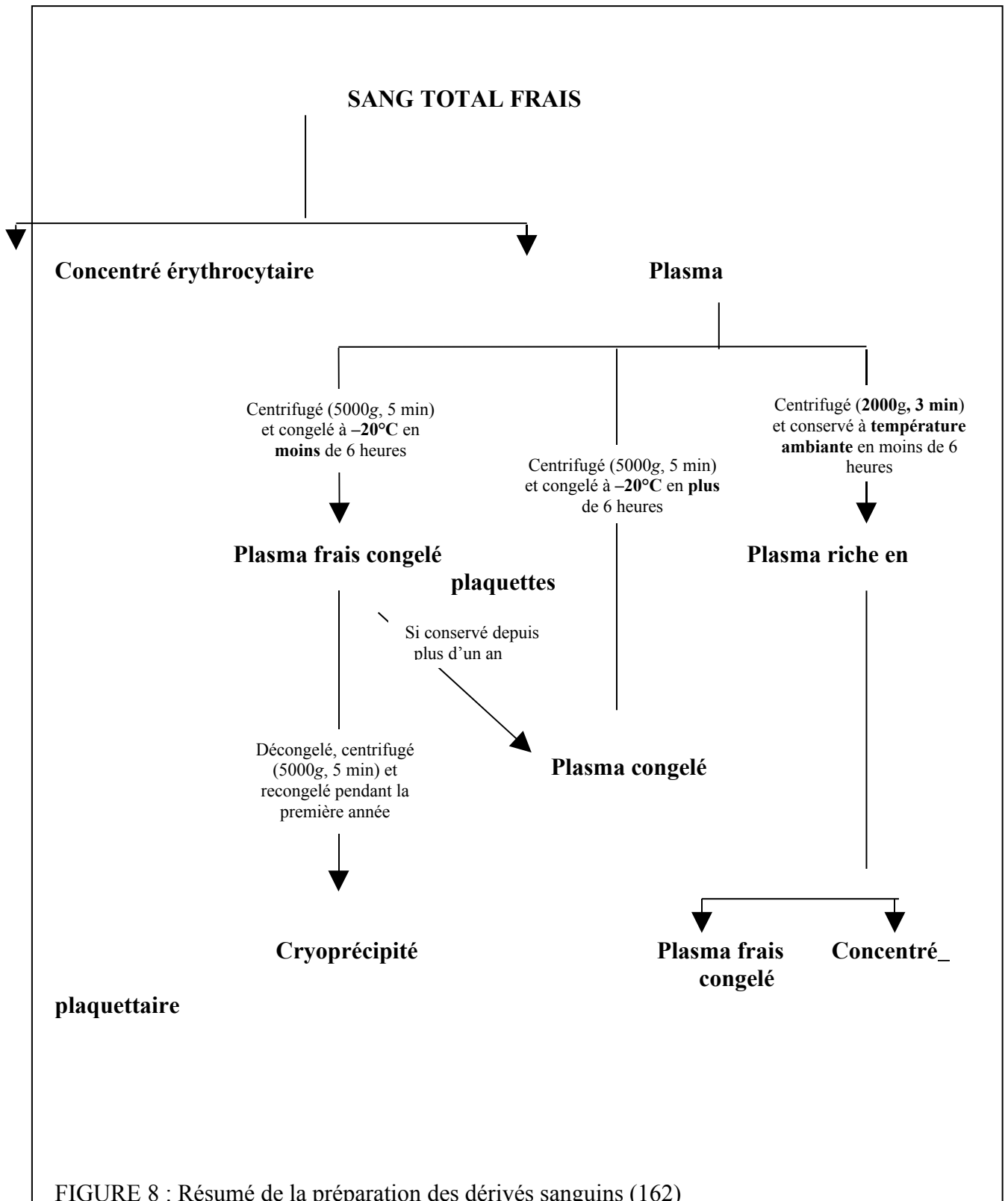
Pour séparer plasma et globules rouges, on peut employer une méthode plus simple : on laisse sédimenter les globules rouges, au réfrigérateur, en maintenant la poche à la verticale (17,57,115,168). Ensuite, le plasma est soit transféré dans une poche satellite (système fermé) soit retiré avec une aiguille et une seringue (système ouvert) (57,168). La sédimentation est obtenue en 12 heures environ (57). Le plasma peut alors être utilisé dans les 24 heures qui suivent sa préparation ou bien il est congelé (168).

Le plasma extrait dans ces conditions peut être assimilé à un « plasma congelé » (57).

#### β) Préparation du cryoprécipité

Le cryoprécipité est préparé à partir du plasma frais congelé. On laisse décongeler le plasma frais congelé, au réfrigérateur, pendant 5 à 7 heures (8,49,136). Ce plasma partiellement décongelé est centrifugé à 4°C, à 5000g pendant 5 minutes (8,162). Le plasma surnageant est transféré dans une poche satellite. Le culot restant (plasma semi congelé) est appelé **cryoprécipité**.

Le cryoprécipité peut être utilisé directement ou recongelé entre -20°C et -30°C. Il se conserve congelé pendant un an après le prélèvement initial (49,172).



### γ) Préparation du plasma riche en plaquettes et du concentré plaquettaire

Le sang total qui vient d'être prélevé est laissé à température ambiante (>20°C) puis centrifugé dans les 6 heures à 2000g pendant 3 minutes (8,172).

Le plasma surnageant est appelé **plasma riche en plaquettes (PRP)**. Il est transféré dans une poche satellite et peut être conservé à température ambiante pendant 72 heures maximum (8,172). Si l'on a prélevé le sang avec un système ouvert, le plasma riche en plaquettes doit être utilisé dans les 24 heures (prolifération bactérienne à 20°C) (172).

On peut utiliser le culot restant comme concentré érythrocytaire.

On obtient le concentré plaquettaire en recentrifugeant immédiatement le PRP à 5000g pendant 5 minutes (136,162). On appelle **concentré plaquettaire**, le culot restant après transfert du plasma surnageant (8,136,162). Il se conserve dans les mêmes conditions que le PRP.

Le plasma surnageant peut être congelé entre -20°C et -30°C : il est appelé plasma frais congelé (il est séparé du culot de globules rouges en moins de 6 heures) (8,136,162).

Des méthodes de lyophilisation des plaquettes ont été développées pour allonger le temps de conservation mais ces lyophilisats ne sont pas employés couramment (157).

### δ) Préparation des granulocytes

Il existe plusieurs méthodes pour isoler les leucocytes mais elles dérivent toutes de l'hémaphérèse (cf. IV-1) (7,176). Le sang prélevé est soit centrifugé pour extraire le buffy coat, soit filtré pour extraire uniquement les leucocytes. Les globules rouges et le plasma sont ensuite réadministrés au donneur.

Les granulocytes peuvent être conservés à température ambiante pendant 8 heures sans perdre leurs fonctions (94,176).

## b) Indications des dérivés sanguins

### •Le concentré érythrocytaire

Il contient une majorité de globules rouges (hématocrite entre 50% et 80%) (58). Ce dérivé fournit ainsi, pour un même volume, deux fois plus d'hémoglobine que le sang total (158). Le risque d'hypervolémie est donc moindre.

Le concentré érythrocytaire est utilisé lors d'anémie sans hypovolémie ou lors d'anémie associée à une insuffisance cardiaque (7,58,115,122,158, 166).

FIGURE 9 : Calcul du volume de plasma nécessaire en fonction du déficit protéique (62,94)

$$\text{Volume de plasma (mL)} = \text{Poids (kg)} \times \frac{\text{TP}_{\text{désirée}} - \text{TP}_{\text{patient}}}{\text{TP}_{\text{donneur}}}$$

TP = concentration en protéines totales

Plus simplement :

**45 mL/kg** de plasma augmente l'albuminémie de **10g/L**

### •Le plasma frais congelé

Il contient tous les facteurs de la coagulation, de la fibrinolyse et de l'immunité (58,94,115). Il représente aussi une source de protéines (56,58,115). Mais il ne contient pas de plaquettes (139).

Le plasma frais congelé peut être utilisé (33,56,58,94,166) :

- lors de déficiences congénitales ou acquises en facteurs de la coagulation (hémophilie, intoxication aux anti-vitamines K...) ;
- lors de CIVD ;
- lors d'hypoprotéïnémie (les volumes nécessaires sont très importants : cf. fig 9) ;
- pour le transfert de l'immunité chez le chaton.

### •Le plasma congelé

Il a les mêmes propriétés que le plasma frais congelé mais contient moins de facteurs V, VIII et de facteur von Willebrand (17,58,79).

On évitera donc le plasma congelé lors d'hémophilie A ou de maladie de Willebrand (56,79).

### •Le cryoprécipité

Il est particulièrement riche en fibrinogène, en fibronectine et en facteur VIII, et en facteur von Willebrand (33,56,58,94). Mais il contient aussi les facteurs IX, XI et XIII (58,170).

Le cryoprécipité est le dérivé de choix pour le traitement de l'hémophilie A et de la maladie de Willebrand (33,166). Il peut aussi être utilisé lors de CIVD et d'hémophilie B (33,49,168).

### •Les dérivés riches en plaquettes

Le plasma riche en plaquettes peut être utilisé comme le plasma frais mais il représente surtout une source de plaquettes.

Le concentré plaquettaire ne contient pratiquement que des plaquette(58).

Ces deux dérivés sont utilisés à la place du sang total lors de thrombopathies et de thrombopénies car les risques d'hypervolémie sont inférieurs (79,95,115). Le plasma riche en plaquettes peut aussi être administré lors de CIVD (170).

### •Le concentré de granulocyte

Il est théoriquement indiqué lors de sepsis ou de neutropénie ( $< 200/\mu\text{L}$ ) (176).

Mais il reste, comme le sang total, peu efficace pour combler le déficit en globules blancs (33,94,176).

Le tableau 13 résume les indications des différents dérivés en fonction de l'affection.

AFFECTIONS		DÉRIVES SANGUINS INDIQUÉS
Anémie		concentré érythrocytaire
Troubles de la coagulation	Hémophilie A	plasma frais congelé, <b>cryoprécipité</b>
	Hémophilie B	plasma frais congelé, <b>plasma congelé</b> (cryoprécipité)
	Maladie de Willebrand	plasma frais congelé, <b>cryoprécipité</b>
	Dysfibrinogénémie	plasma frais congelé, <b>cryoprécipité</b>
	Déficiences en facteur X	plasma frais congelé, <b>plasma congelé</b>
	Déficiences en facteur XII	<b>plasma frais congelé</b> , plasma congelé
	Intoxication aux anti-vitamine K	<b>plasma frais congelé</b> , plasma congelé
	Insuffisance hépatique	<b>plasma frais congelé</b> (plasma congelé)
Anomalie plaquettaire		<b>concentré plaquettaire</b> , plasma riche en plaquettes
Coagulation intravasculaire disséminée		<b>plasma frais congelé</b> , plasma congelé, cryoprécipité, plasma riche en plaquettes
Hypoprotéïnémie		plasma frais congelé, <b>plasma congelé</b> , plasma riche en plaquettes

En **caractères gras** : Les dérivés les mieux indiqués

TABLEAU 13: Dérivés sanguins utilisables en fonction des affections (15,33,79,170)

### c) Administration des dérivés sanguins

**Le concentré érythrocytaire** est très visqueux et ne peut donc pas être administré rapidement. Les auteurs conseillent de le diluer dans une solution saline à 0,9% (les autres solutés sont déconseillés : cf partie II) (56,57,115,139,166,170). La solution saline est préalablement chauffée à 37°C et mélangée au concentré juste avant l'administration (33). On utilise 0,5 mL à 1 mL de NaCl à 0,9% pour diluer 1 mL de concentré érythrocytaire (170).

Ce dérivé contenant des hématies, des tests de compatibilité doivent être réalisés avant l'administration (« crossmatch », typage) (33).

**Les autres dérivés** sont décongelés et réchauffés dans un bain à 37°C, 15 à 20 minutes avant l'administration (139,57).

**Le concentré de granulocyte** est souvent contaminé par des hématies, il faut donc réaliser des tests de compatibilité avant l'administration (176).

Les volumes à administrer ne sont pas clairement définis (176,58)

Les volumes et les fréquences d'administration des dérivés les plus utilisés sont résumés dans le tableau 14.

DÉRIVÉS	VOLUME	FRÉQUENCE
Concentré érythrocytaire	6 à 10 mL/kg ou calculé selon la formule de la fig 9	1 fois par jour
Plasma frais congelé Plasma congelé Plasma riche en plaquettes	6 à 10 mL/kg	Toutes les 8 à 12 heures
Cryoprécipité	12 à 20 mL/kg	Toutes les 8 à 12 heures
Concentré plaquettaire	ND chez le chat (1U/10kg chez le chien)	Toutes les 8 à 12 heures

ND : Non Déterminé

1U : une Unité de concentré plaquettaire (préparé avec une unité de sang total : 500mL)

TABLEAU 14: Volume et fréquence d'administration des principaux dérivés sanguins (15,58,65,170)



**Conclusion : Les faibles quantités de sang prélevées chez le chat rendent difficiles la préparation des dérivés sanguins dans cette espèce (57,169,65). Dans la pratique courante, on utilise régulièrement le concentré érythrocytaire, le plasma frais congelé et le plasma congelé (92,162).**

### **3) Utilisation des produits de substitution**

Devant la pénurie de sang en médecine humaine, les chercheurs ont voulu développer des produits de substitution. Ces produits cherchent à imiter les capacités de transport en oxygène du sang en évitant les problèmes d'incompatibilité (156,181).

En médecine vétérinaire où il est encore plus difficile d'obtenir du sang rapidement (banques de sang rares, entretien d'un donneur coûteux...), ces produits de substitution seraient très utiles (155,156).

Lors de transfusion chez le chat, ces substituts éviteraient les problèmes majeurs associés à l'incompatibilité sanguine.

Deux types de produits de substitution ont été développés :

- des dérivés de l'hémoglobine appelés HBOC (Hemoglobin-based oxygen carriers) (47,66,155,156,166,181) ;
- les perfluorocarbones (47,156,166,181).

#### **a) Les dérivés de l'hémoglobine**

L'hémoglobine utilisable est d'origine humaine, animale (bovin) ou synthétique (synthèses bactériennes mais les risques sont élevés) (181).

L'hémoglobine naturelle ne peut être utilisée telle quelle ; elle doit être chimiquement modifiée pour changer son affinité pour l'oxygène et pour allonger son temps de persistance dans le secteur vasculaire (156,181).

Pour la médecine vétérinaire, il existe un HBOC : l'Oxyglobine (155,156). Les caractéristiques de l'Oxyglobine sont détaillées dans l'annexe 6. Des études ont montré son efficacité chez le chien mais aucune étude n'a été publiée chez le chat (155).

Néanmoins Walton en 1996 a testé chez le chat, en choc hémorragique, un HBOC développé pour l'homme. Les premiers résultats obtenus sont bons (155).

Les indications en médecine vétérinaire sont nombreuses (47,156,181) :

- traitement du choc (hémorragique, traumatique, septique) ;
- anémie aiguë (hémolyse, plaie, intoxication aux rodenticides...) ;
- hémodilution (on utiliserait l'HBOC comme soluté de remplacement après le prélèvement sanguin) ;
- potentialisation des effets de la chimiothérapie ou de la radiothérapie en favorisant l'oxygénation des tumeurs solides.

## b) Les perfluorocarbones

Les perfluorocarbones dissolvent l'oxygène et le dioxyde de carbone (181). Ils sont insolubles dans l'eau, ils doivent donc être émulsifiés pour être utilisés en intraveineux (47,181).

Mais les perfluorocarbones ne sont efficaces que si le patient est placé sous 60 à 100% d'oxygène (156,181).

Ces substituts sont donc réservés à quelques opérations d'angioplastie et n'ont pas été essayés sur les animaux de compagnie (156,181).

## 4) Utilisation du sang de chien

Comme nous l'avons montré au cours de cette étude bibliographique, il est difficile de se procurer du sang de chat :

- Entretenir un donneur est cher.
- Il faut disposer de sang de groupes sanguins différents.
- Le prélèvement nécessite une anesthésie et reste, malgré cela, difficile.
- Les volumes prélevés sont faibles.
- Les risques de transmission virale sont majeurs.

Ces considérations ont amené certains vétérinaires à utiliser du sang de chien. Il s'agit alors d'une transfusion hétérologue.

Il faut remonter aux années 60 pour trouver des traces de cette pratique dans la littérature vétérinaire mais la transfusion avec du sang de chien est parfois employée de nos jours (59,60,93).

Le sang de chien « ne tue pas un chat » (59) mais le bénéfice apporté par les globules rouges de chien est de très courte durée.

En effet les hématies transfusées sont détruites par le système immunitaire du chat, comme dans toute transfusion hétérologue (59,60). On retrouve une hémoglobinurie dans les 24 heures suivant la transfusion (60).

Néanmoins, il semble que la transfusion avec du sang de chien ait des conséquences moins graves que l'administration de sang de chat incompatible (59).

Après une première transfusion avec du sang de chien, le chat développe des hémagglutinines en 4 à 12 jours et des hémolysines en 7 à 21 jours (93). Par conséquent, 4 à 7 jours après une première transfusion, une seconde administration peut être fatale (réaction anaphylactique immédiate ou réaction hémolytique différée) (93).

**En conclusion, la transfusion d'un chat avec du sang de chien n'est pas recommandée mais peut permettre de passer une crise aiguë en fournissant des transporteurs d'oxygène.**



## **CONCLUSION**



La pratique de la transfusion sanguine féline nécessite une parfaite connaissance du système de groupes sanguins AB du chat. On doit, en effet, s'assurer, dès la première transfusion, de la compatibilité entre le donneur et le receveur en réalisant un typage sanguin ou un test de compatibilité (« crossmatch »). D'autre part, les prélèvements sanguins sont délicats car ils nécessitent le plus souvent une anesthésie générale du donneur.

Ces deux aspects rendent la transfusion chez le chat plus complexe que chez le chien, mais elle reste parfaitement réalisable en pratique courante grâce à des tests simplifiés ou des cartes de typage rapide.

Les dérivés sanguins s'avèrent plus spécifiques par rapport au sang total mais ils restent inaccessibles pour la plupart des praticiens libéraux français. Seul un système de banque de sang félin pourrait résoudre ce problème mais les coûts associés au développement d'une telle structure rendent ce projet difficilement réalisable actuellement.

L'arrivée sur le marché des dérivés de l'hémoglobine pourrait résoudre, en partie, les problèmes liés à la transfusion chez le chat. En effet, ils permettraient de s'affranchir des problèmes de prélèvement, des risques de transmission de maladies infectieuses et des tests de compatibilité.

Ces nouveaux produits représentent, certainement, l'avenir de la transfusion féline.

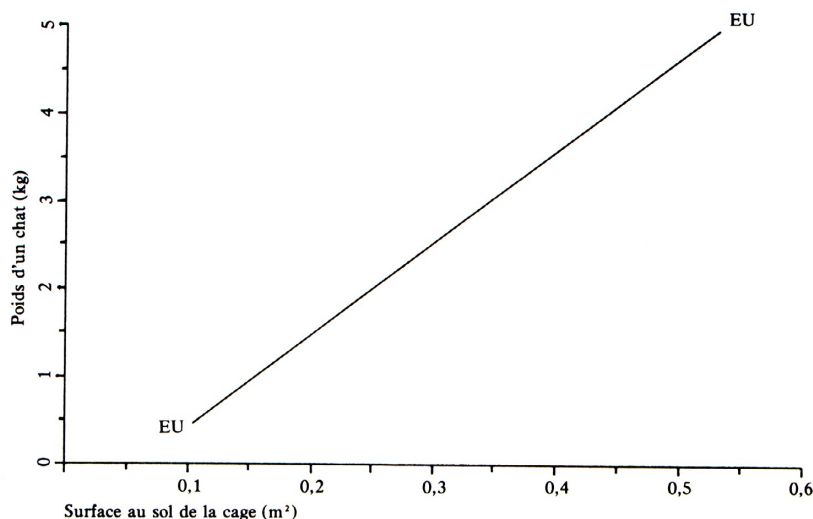


## **ANNEXES**

## ANNEXE 1 : dispositions législatives concernant la garde d'un chat en cage (30,62)

### Chats (stockage et procédures) Surface au sol minimale de la cage

Etant donné le poids d'un chat, la ligne pleine EU-EU, donne la surface minimale dont le chat devrait disposer.



### Lignes directrices pour les locaux d'hébergement de chats (procédures et reproduction)

Poids du chat kg	Surface au sol minimale de la cage par chat m <sup>2</sup>	Hauteur minimale de la cage cm	Surface au sol minimale de la cage par chatte et portée m <sup>2</sup>	Surface au sol minimale de l'enclos par chatte et portée m <sup>2</sup>
0,5-1	0,2	50	---	---
1-3	0,3	50	0,58	2
3-4	0,4	50	0,58	2
4-5	0,6	50	0,58	2

**Note :** L'hébergement de chats dans des cages devrait être strictement limité. Les chats ainsi confinés devraient pouvoir prendre de l'exercice au moins une fois par jour lorsque ceci ne gêne pas les procédures. Les enclos pour chats devraient toujours être équipés de plateaux à excréments, d'une surface de repos et d'objets leur permettant de grimper et de faire leurs griffes.

Par « hauteur de la cage » on entend la distance verticale entre le point le plus élevé du sol de la cage et le point le plus bas du sommet de la cage.

Pour le calcul de la surface minimale du sol, on peut inclure la surface des plateaux de repos. La surface au sol minimale pour une chatte et sa portée inclut la surface de 0,18 m<sup>2</sup> de la boîte des chatons.



SOLUTIONS DE CONSERVATION		
Composition	ADSOL	NUTRICEL
Chlorure de sodium	9 mg/mL	4,1 mg/mL
Dextrose	22 mg/mL	11 mg/mL
Adénine	0,27 mg/mL	0,3 mg/mL
Mannitol	7,5 mg/mL	
Citrate trisodique		5,88 mg/mL
Acide citrique		0,42 mg/mL
Phosphate monosodique		2,76 mg/mL

ANNEXE 2: Exemples de solutions de conservation employées pour prolonger la durée de vie des globules rouges séparés de leur plasma (culot globulaire )(173)

ANNEXE 3: Exemple d'un protocole de typage en laboratoire d'après 86

1- Préparation des réactifs

Réactif anti-A : sérum prélevé sur un chat B, chauffé pendant 30 min à 56°C et conservé à -20°C, en aliquot.

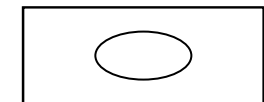
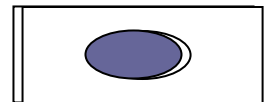
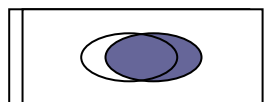
Réactif anti-B : Triticum vulgaris (SIGMA – Aldrich, St Quentin, Fallavier - France). Solution de départ : T vulgaris à 1mg/mL de NaCl 0,9%. Préparer des aliquots avec 64µL de la solution de départ et 936 µL de NaCl 0,9% (64µg/mL) et les conserver à -20°C.

Les réactifs peuvent aussi être conservés à 4°C pendant 6 semaines.

2- Procédure

- prélever 0,5 mL de sang à typer sur EDTA
- préparer une lame avec 50 µL de réactif anti-A
- préparer une lame avec 50 µL de réactif anti-B
- ajouter sur chaque lame 25 µL de sang prélevé et mélanger doucement avec une pipette. Remuer doucement la lame et observer l'hémagglutination après 1 à 5 minutes.

2- Interprétation



Groupe sanguin	Hémagglutination avec	
	Réactif anti-A	Réactif anti-B
Type A	agglutination	pas d'agglutination
Type B	pas d'agglutination	agglutination
Type AB	agglutination	agglutination

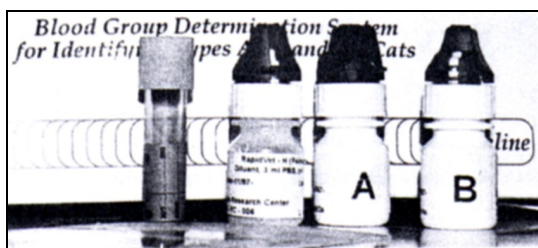
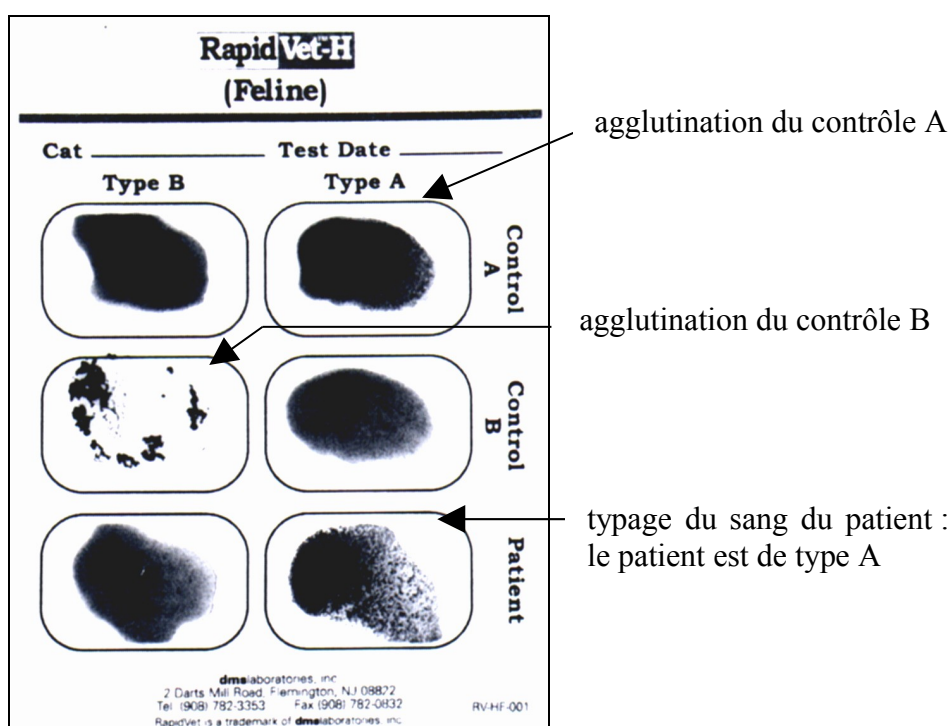
ANNEXE 4: Exemple d'une carte de typage rapide (55,94,114,116) par Rapid Vet-H ; dms laboratories, Flemington, NJ

La carte est composée de six compartiments dans lesquels adhère une agglutinine spécifique:

- pour la colonne « type A », des anticorps anti-A provenant d'un plasma de type B
- pour la colonne « type B », la phytoagglutinine de *Triticum vulgare*

Elle est accompagnée de deux réactifs de contrôle (A et B) et d'un diluant.

Il suffit de prélever 0,5 mL de sang à typer, sur EDTA et de le déposer dans les deux derniers compartiments. L'agglutination dans l'un des deux compartiments (ou dans les deux compartiments) définit le groupe sanguin.



La carte est stable pendant 1 an à -20°C

Les réactifs de contrôle sont stables pendant 6 mois entre 2 et 7°C

Le diluant est utilisable pendant 1 an

## ANNEXE 5 : La maladie hémolytique néonatale

### •Circonstances d'apparition et pathogénie

Cette maladie survient chez les chatons de groupe A ou AB élevés par une mère de groupe B (19,29,69,85,178).

Pendant la gestation, les anticorps maternels traversent difficilement la barrière placentaire (placentation endothéliochoriale) (26,74,145). Mais à la naissance, le chaton absorbe le colostrum et les anticorps qu'il contient passent dans la circulation sanguine du nouveau-né (IgG majoritaires) (69,74,145,178).

Si la mère est de groupe B, elle transfère à son chaton une grande quantité d'anticorps anti-A. Les globules rouges du chaton de groupe A sont alors détruits par les anticorps maternels. L'hémolyse est intravasculaire et extravasculaire et entraîne une anémie, des complications rénales et parfois une CIVD (29,69).

### •Etude clinique

Lorsqu'une chatte de groupe B a une portée, les chatons de groupe A (ou AB) naissent en bonne santé et commencent à téter normalement. Les signes cliniques de la maladie hémolytique néonatale apparaissent en quelques heures à quelques jours après la prise du colostrum. (69).

On peut observer trois tableaux cliniques différents :

- Evolution suraiguë (13,23,29,69,99)

Le chaton meurt le premier jour, brutalement et sans prodrome.

- Evolution aiguë (16,23,29,69,99)

Le chaton cesse de téter dans les trois premiers jours et commence à dépérir (l'isoérythrolyse néonatale est une cause du « syndrome de dépérissement du chaton »). On note une hémoglobinurie et éventuellement une anémie et un ictère. Le chaton peut présenter ensuite des signes d'anoxie et d'hypoglycémie. Il meurt le plus souvent dans la semaine. Les animaux qui survivent présentent parfois, dans les semaines qui suivent, une nécrose du bout de la queue.

- Evolution subclinique (13,16)

Le chaton ne présente pas de signes cliniques. On peut noter une anémie modérée et un test de Coombs positif. Certains chatons développent une nécrose du bout de la queue.

L'intensité des symptômes dépend de la quantité d'anticorps anti-A absorbés par le chaton, au cours de la tétée (29).

### •Traitement et prévention

Les chatons atteints doivent être immédiatement mis à l'écart et nourris avec un lait de remplacement (69,99). Lorsque des signes d'anoxie apparaissent, on peut les transfuser avec du sang de groupe A (la voie intramédullaire est souvent la mieux adaptée) (69,145).

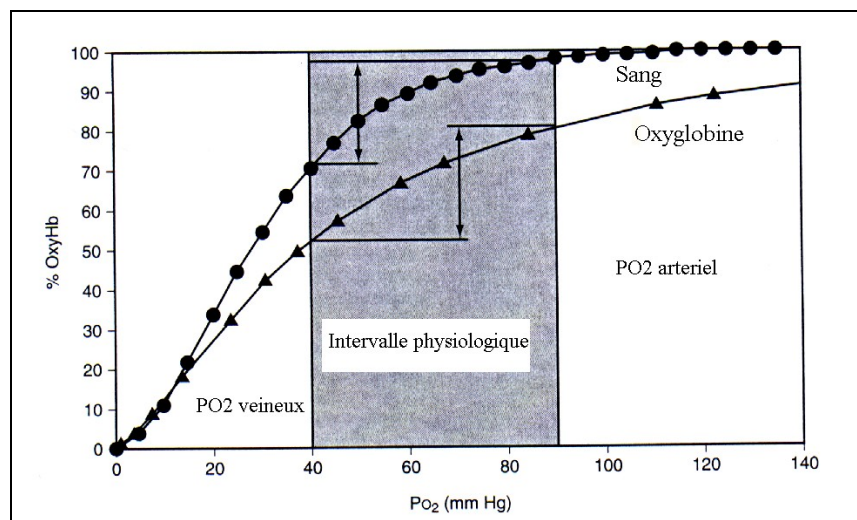
Malgré les soins, de nombreux chatons meurent et il faut donc privilégier la prévention (69,74).

Pour cela, il faut éviter de croiser des mères de groupe B et des pères de groupe A (69,74). Ainsi dans les races où le pourcentage de chat de groupe B est important, il est indispensable de typer les deux reproducteurs.

Si l'on n'a pas pu éviter l'utilisation de deux parents incompatibles, il faut séparer la mère des chatons avant l'ingestion du colostrum (69,74). On peut alors les faire adopter par une mère de même groupe ou les nourrir au biberon. Après 24 à 48 heures, on peut rendre les chatons à leur mère car ils ne peuvent plus absorber les anticorps (25,29,74).

ANNEXE 6 : Caractéristiques de la solution d'Oxyglobine (Biopure, Boston, MA, Etats Unis) (155,156)

- Hémoglobine polymérisée et ultrapurifiée d'origine bovine  
Les polymères ont un poids moyen de 200 kD  
Concentration en méthémoglobine  $\leq 10\%$
- Concentration en hémoglobine : 13mg/dL
- pH = 7,8
- Pression oncotique équivalente à celle du sang
  
- Stable pendant 2 ans à température ambiante
- Demi-vie dans le secteur intravasculaire : 30 à 40 h
  
- Courbe de dissociation en oxygène de l'Oxyglobine (155)



- Posologie recommandée : 30 mL/kg à une vitesse maximum de 10 mL/kg/heure chez un chien normovolémique (risque d'hypervolémie)
  
- Elimination de 90% du produit en 5 à 7 jours
- Pas de toxicité rénale
- Vomissements (parfois fièvre, diarrhée et mort sans que l'on ait pu savoir si l'Oxyglobine était seule en cause) (155)

## **BIBLIOGRAPHIE**





- 1 - ABRAMS-OGG A.  
Practical blood transfusion  
In: DAY M.J., MACKIN A., LITTLEWOOD J. - *Manual of Canine and Feline Haematology and Transfusion Medicine* –British Small Animal Veterinary Association, Quedgeley, 2001– pp 263-303
  
- 2 - ADAMS L.G., HARDY R.M., WEISS D.J., BARTGES J.W.  
Hypophosphatemia and hemolytic anemia associated with diabetes mellitus and hepatic lipidosis in cats  
*J. Vet. Inter. Med.* 1993; 7: 266-271
  
- 3 - ANDREWS G.A., CHAVEY P.S., SMITH J.E., RICH L.  
Feline blood group A and B antigens are determined by the form of neuraminic acid expressed on gangliosides and glycoproteins of the erythrocyte membrane  
*Vet. Clin. Pathol.* 1992; 21(1): 30
  
- 4 - AUER L., BELL K.  
Blood transfusion reactions in the cat  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1982; 180: 729-730
  
- 5 - AUER L., BELL K.  
The AB blood Group system of cats  
*Animal Blood Group and Biochemical Genetics* 1981; 12, 287-297
  
- 6 - AUER L., BELL K.  
Transfusion reactions in cats due to AB blood incompatibility  
*Res. Vet. Sci.* 1983; 35: 145-152
  
- 7 - AUTHEMENT J.M.  
Blood transfusion therapy,  
In DI BARTOLA S.P. - *Fluid therapy in small animal practice* - W.B. Saunders company, Philadelphia, 1992 - pp 371-383
  
- 8 - AUTHEMENT J.M.  
Preparation of components  
In COTTER S.M. - *Comparative Transfusion Medicine* - Advances in veterinary Science and comparative medicine vol 36. Academic Press INC, San Diego, 1991 - pp 171-185
  
- 9 - AUTHEMENT J.M., WOLFSHEIMER K.J., CATCHINGS S.  
Canine blood component therapy: product preparation, storage and administration.  
*J. Am. Anim. Hosp. Ass.* 1987; 23: 483-493
  
- 10 - BELL K.  
Blood groups of domestic animals.  
In AGAR N.S., BOARD D.G. - *Red blood cells of domestic mammals* - Elsevier, Amsterdam 1983 - pp 137-164
  
- 11 - BENNETT S.H., GEELHOED G.W., GRALNICK H.R., HOYE R.C.  
Effects of autotransfusion on blood elements  
*American Journal of Surgery* 1973 ; 125: 273-279
  
- 12 - BOUDREAUX M.K., WEISS R.C., COX N., SPANO J.S.  
Evaluation of antithrombin-III activity as a coindicator of disseminated intravascular coagulation in cats with induced feline infectious peritonitis virus infection.  
*Am. J. Vet. Res* 1989; 50: 1910-1913

- 13 - BRIDLE K.H., LITTLEWOOD J.D.  
Tail tip necrosis in two litters of Birman kittens  
*J. Small Anim. Pract.* 1998; 39: 88-89
- 14 – BROOKS M.  
Coagulopathies and thrombosis  
In: ETTINGER S.J., FELDMAN E.C.- *Textbook of Veterinary Internal Medicine.*(5<sup>o</sup> ed) - Philadelphia: W.B Saunders Company, 2000 - p1829-1841
- 15 - BROOKS M.  
Transfusion Medicine  
In MURTAUGH R.J., KAPLAN P.M.: *Veterinary emergency and critical care medicine* - Mosby Year Book, Saint Louis, 1992 - 536-546
- 16 - BUCHELER J.  
Fading kitten syndrome and néonatal isoerythrolysis  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1999 ; 29: 853-870
- 17 - BUCHELER J., COTTER S.M.  
Outpatient blood donor program  
*Probl. Vet. Med.* 1992 ; 4: 572-581
- 18 - BUCHELER J., COTTER S.M.  
Storage of feline and canine whole blood in CPDA-1 and determination of the posttransfusion viability  
*J. Vet. Inter. Med.* 1994; 8: 172
- 19 - BUCHELER J., GIGER U.  
Alloantibodies against A and B blood types in cats  
*Vet. Immunol. Immunopathol.* 1993; 38: 283-295
- 20 - BUCHELER J., GIGER U.  
Transfusion of type A and B blood in cats  
*J. Vet. Inter. Med* 1990; 4: 111
- 21 - BUENING G.M.  
Transfusions  
In Bojrab MJ - *Pathophysiology in Small Animal Surgery* - Philadelphia, Lea & Febiger 1981 - pp 478-501
- 22 - BUNN H.F.  
Differences in the interaction of 2-3-diphosphoglycerate with certain mammalian hemoglobins  
*Science* 1971: 172; 1049
- 23 - CAIN G.R., SUZUKI Y.  
Presumptive neonatal isoerythrolysis in cats  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1985 ; 187: 46-48
- 24 - CARLIN S.  
Donation and typing of blood  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1990 ;196: 13
- 25 - CASAL M.L.  
Feline paediatrics  
*Vet. Annu.* 1995; 35: 210-228

- 26 - CHABANNE L., PEYRONNET L., FOURNEL C., MEYER F., RIGAL D.  
Les groupes sanguins des carnivores domestiques. Transfusion et maladies hémolytiques néonatales  
*Point Vet.* 1994; 25: 819-832
- 27 - CLARK C. H., WOODLEY C. H.  
The absorption of red blood cells after parenteral injection at various sites  
*Am. J. Vet. Res.* 1959: 1062-1066
- 28 - CLARK C.H., WOODLEY C.H.  
The effects of certain diseases and transfusion methods on the life span of red blood cells  
*Am. J. Vet. Res.* 1959; 1069-1071
- 29 - CLOET-CHABRE B.  
Les groupes sanguins du chat: applications pratiques  
*Proc. Congrès CNVSPA Nice* 1998
- 30 - EUROPE : Convention Européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés a des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques.  
*Conseil de l'Europe* 1986 ; n°123
- 31 - CONTINANZA R., LUBAS G., GUGLIUCCI B.  
Indagini preliminari sul sistema di gruppo sanguigno AB nel gatto allevato in Italia.  
*Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.* 1992; XLVI: 147-1477
- 32 - CORLEY E.A.  
Intramedullary transfusion in small animals  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1963 ; 142: 1005-1006
- 33 - COTTER S.M.  
Clinical transfusion medicine  
In: COTTER S.M.- *Advances in veterinary science and comparative medicine* – San Diego, Academic Press INC 1991; 36: pp 188-219
- 34 - COTTER S.M.  
History of transfusion medicine  
In: COTTER S.M.- *Advances in veterinary science and comparative medicine* – San Diego, Academic Press INC 1991; 36; pp 1-7
- 35 - COTTER S.M.  
Blood banking I. Collection and storage; Blood banking II. Indications and side effects  
*Proc. 6 Annu. Vet. Med. Forum, Am. Coll. Vet. Intern. Med. Proc.* 1988; 45-50
- 36 - COTTER S.M.  
Non regenerative anemia  
In: ETTINGER S.J., FELDMAN E.C.- *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (5° ed) - Philadelphia: W.B Saunders Company, 2000 – pp 1804-1816.
- 37 - COTTER S.M., BRENNER R.M., DODDS W.J.  
Hemophilia A in three unrelated cats  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1978; 172: 166-168
- 38 - COTTER SM.  
Blood transfusion reaction in cats (letter)  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1982; 181: 5-6

- 39 - COWLES B.E., MEYERS K.M., WARDROP K.J. et al  
Prolonged bleeding time of Chediak-Higashi cats corrected by platelet transfusion  
*Thromb. Haemost.* 1992; 67: 708
- 40 - CROWE D.T.  
Autotransfusion in trauma patient  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1980; 10: 581-597
- 41 - DAMUS P.S., HICKS M., ROSENBERG R.D.  
A generalized view of heparin's anticoagulant action  
*Nature* 1973; 246: 355
- 42 - DAVENPORT D.J., BREITSCHWERDT E.B., CARAKOSTAS M.C.  
Platelet disorders in the dog and cat. Part I. Physiology and pathogenesis.  
*Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 1982; 4: 762-772
- 43 - DAY M.J.  
Immune-mediated hemolytic anemia  
*Vet. Q.* 1998; 20: S39-S40
- 44 - DAY M.J.  
Diagnostic assessment of the feline immune system  
*Feline Pract.* 1996; 24: 7-12
- 45 - DIPPENAAR T.  
Feline transfusion practice in South Africa: current status and practical solutions  
*J. S. Afr. Vet. Ass.* 1999; 70: 135-137
- 46 - DODDS J.W.  
Autologous transfusion  
In: COTTER S.M.- *Advances in veterinary science and comparative medicine* –  
San Diego, Academic Press INC 1991: 36; pp 239-255
- 47 - DODDS J.W.  
Blood substitutes  
In: COTTER S.M.- *Advances in veterinary science and comparative medicine* –  
San Diego, Academic Press INC 1991; 36;pp 258-285
- 48 - DODDS W.J.  
Bleeding disorders.  
In AUGUST J.R. - *Consultations in Feline Internal Medicine* - Philadelphia: W.B.  
Saunders Company, 1991, pp 383-388
- 49 - DODDS W.J.  
Management and therapy of bleeding disorders  
*Bi-Wkly. Small Anim. Med. Update Ser.* 1978 ; 20: 1-7
- 50 - DODDS W.J.  
The diagnosis, management and  
treatment of bleeding disorders. Part I et II  
*Mod. Vet. Pract.* 1977 ; 58(58): 680-684
- 51 - DULA D.J., MULLAR H.A., DONOVAN J.W.  
Flow rate variance of commonly used IV infusion techniques  
*Journal of Traumatology* 1981; 21: 480-482
- 52 - EJIMA H., KUROKAWA K., IKEMOTO S.  
Feline red blood cell groups detected by naturally occurring isoantibody  
*Jpn. J. Vet. Sci.* 1986; 48: 971-976

- 53 - ELLER R.L., HOSKINS J.D.  
Administering whole blood by automated syringe infusion pump  
*Vet. Tech.* 1991; 2: 166-168
- 54 - EYQUEM A., PODLIACHOUK L., MILOT P.  
Blood groups in chimpanzees, horses, sheep, pigs and other mammals.  
*Annals of the New York Academy of Sciences* 1962; 97: 320-328
- 55 - FELDMAN B.F.  
In-house canine and feline blood typing  
*J. Am. Anim. Hosp. Ass.* 1999; 35: 455-456
- 56 - FELDMAN B.F.  
Blood transfusion guidelines  
in KIRK R.W., BONAGURA J.D. - *Current Veterinary Therapy XIII Small animal practice* - Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000 pp 400-403
- 57 - FELDMAN B.F., KRISTENSEN A.T.  
Modern veterinary blood banking practices and their applications in companion animal practice  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1995; 25: 1231-1243
- 58 - FELDMAN B.F., KRISTENSEN A.T.  
General principles of small animal blood component administration  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1995; 25: 1277-1303
- 59 - FISHLER J.J.  
Direct blood transfusions  
*Mod. Vet. Pract.* 1962; 43(6): 30
- 60 - FISHLER J.J.  
Feline Medicine  
*Mod. Vet. Pract.* 1964; 45(7): 38
- 61 - FORRESTER S.D., GRECO D.S., RELFORD R.L.  
Serum hyperviscosity syndrome associated with multiple myeloma in two cats  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1992; 200: 79-82
- 62 - FRANCE. Ministère des affaires étrangères – Décret n° 2001-486 du 6 juin 2001 portant publication de la Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques, adoptée à Strasbourg le 18 mars 1986 et signée par la France le 2 septembre 1987 (1) –  
Journal Officiel du 8 juin 2001, p 9094
- 63 - FRIES C.L.  
Assessment and preparation of the surgical patient.  
In SLATTER D.H. - *Textbook of Small Animal Surgery* – (2<sup>d</sup> ed) Philadelphia, WB Saunders Co, in press, 1993; p 142
- 64 - GASCHEN F.  
Les troubles de l'hémostase: diagnostic et traitement initial.  
*Proc. Congrès Mondial Vet. Lyon* 1999
- 65 - GIGER U.  
Feline transfusion medicine  
*Probl. Vet. Med.* 1992; 4: 600-611

- 66 - GIGER U.  
Blood typing and crossmatching to ensure compatible transfusions  
in KIRK R.W., BONAGURA J.D. - *Current Veterinary Therapy (XIII) Small Animal Practice* - Philadelphia, W.B. Saunders Company pp 396-399
- 67 - GIGER U.  
Frequency of feline A and B blood types in purebred cats and their clinical importance  
*Vet. Clin. Pathol.* 1990; 19: 7
- 68 - GIGER U.  
Feline blood groups and incompatibility reactions  
*Proceedings of the American College of Vet Internal Medicine* 1990; 8: 319-321
- 69 - GIGER U.  
Feline neonatal isoerythrolysis:  
a major cause of the fading kitten syndrome  
*Proceedings of the American College of Vet Internal Medicine* 1991; 9: 347-350
- 70 - GIGER U.  
Regenerative anemias caused by blood loss or hémolysis  
In: ETTINGER S.J., FELDMAN E.C.- *Textbook of Veterinary Internal Medicine*.5°  
ed - Philadelphia: W.B Saunders Company, 2000 – pp 1784-1804.
- 71 - GIGER U., AKOL K.G.  
Acute hemolytic transfusion reaction in an Abyssinian cat with blood type B  
*J. Vet. Inter. Med.* 1990; 4: 315-316
- 72 - GIGER U., BUCHELER J.  
Transfusion of type A and type B blood to cats  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1991; 198: 411-418
- 73 - GIGER U., BUCHELER J., PATTERSON D.F.  
Frequency and inheritance of A and B blood types in feline breeds of the United States  
*Journal of Heredity* 1991; 82: 15-20
- 74 - GIGER U., CASAL M.L.  
Feline colostrum - friend or foe: maternal antibodies  
in queens and kittens  
*J. Reprod. Fertil* 1997; supp 51: 313-316
- 75 - GIGER U., GRIOT-WENK M., BUCHELER J., SMITH S., DISERENS D., HALE A., PATTERSON D.  
Geographical variation of the feline blood type frequencies  
in the United States  
*Feline Pract.* 1991; 19: 21-27
- 76 - GIGER U., KILRAIN C.G., FILIPPICH L.J., BELL K.  
Frequencies of feline blood groups in the United States  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1989; 195: 1230-1232
- 77 - GOLDMAN M., ROY G., FRECHETTE N. et al  
Evaluation of donor skin disinfection methods  
*Transfusion* 1997; 37: 309
- 78 - GOPEGUI R.R., FELDMAN B.F.  
Platelets and von Willebrand's disease.  
In: ETTINGER S.J., FELDMAN E.C.- *Textbook of Veterinary Internal Medicine*.5°  
ed - Philadelphia: W.B Saunders Company, 2000 – pp 1817-1828.

- 79 - GOPEGUI R.R., FELDMAN B.F.  
Use of blood and blood components in canine and feline patients with hemostatic disorders  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1995; 25: 1387-1401
- 80 - GREENE C.E.  
Blood transfusion therapy: an updated overview  
*AAHA 49th Annu Meet Proc* 1982; 187-189
- 81 - GREENE C.E.  
Practical considerations of blood transfusion therapy.  
*AAHA 47th Annu Meet Proc* 1980; 187-191
- 82 - GREENE C.E., LATIMER K., HOPPER E., SHOEFFLER G. et al  
Administration of diminazene aceturate or imidocarb dipropionate for treatment of cytauxzoonosis in cats.  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1999; 215: 497-500
- 83 - GRIOT-WENK M., PAHLSSON P., CHISHOLM-CHAIT A., SPITALNIK P.F., SPITALNIK S.L., GIGER U.  
Biochemical characterization of the feline AB blood group system  
*Animal Genetics* 1993; 24: 401-407
- 84 - GRIOT-WENK M., GIGER U.  
Cats with type AB blood in the United States  
*J. Vet. Inter. Med.* 1991; 5: 139
- 85 - GRIOT-WENK M.E., CALLAN M.B., CASAL M.L.  
Blood type AB in the feline blood group system  
*Am. J. Vet. Res.* 1996; 57: 1438-1442
- 86 - GRIOT-WENK M.E., GIGER U.  
Feline transfusion medicine. Blood types and their clinical importance  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1995; 25: 1305-1322
- 87 - GUELFY J.F., DIQUELOU A.  
La coagulation intravasculaire disséminée chez le chien.  
*Proc. Congrès Mondial Vet. Lyon* 1999
- 88 - HAARER M., GRUNBAUM EG.  
Blood group serology in cats in Germany  
*Kleintierpraxis* 1993; 38: 195-204
- 89 - HAMMER A.S.  
Prevention and treatment of chemotherapy complications  
in KIRK R.W., BONAGURA J.D. - *Current Veterinary Therapy XI small animal practice* - Philadelphia: W.B. Saunders Company 1992; pp 409-414
- 90 - HAYES A., MASTROTA F., MOONEY S., HURWITZ A.  
Safety of transfusing blood in cats (letter)  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1982; 181: 4-5
- 91 - HENNESS A.M., CROW S.E.  
Treatment of feline myelogenous leukemia: four cases reports  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1977 1; 171: 263-266

- 92 - HENSON MS., KRISTENSEN AT., ARMSTRONG PJ. PARROW J.  
Feline blood component therapy: retrospective study of 246 transfusions  
*J. Vet. Inter. Med.* 1994; 8: 169
- 93 - HESSLER J., DAVIS L.E., DALE H.E.  
Effect of repeated transfusions of dog blood  
*Small Anim. Clin.* 1962 ; 2: 684-687
- 94 - HOHENHAUS A.E.  
Blood banking and transfusion medicine  
In: ETTINGER S.J., FELDMAN E.C.- Textbook of Veterinary Internal Medicine.5°  
ed - Philadelphia: W.B Saunders Company, 2000 - pp 348-357
- 95 - HOHENHAUS A.E.  
Management of the impatient canine blood donor  
*Probl. Vet. Med.* 1992; 4: 565-571
- 96 - HOHENHAUS A.E., DRUSIN L.M., GARVEY M.S.  
Serratia Marcescens contamination of feline whole blood in a hospital blood bank  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1997 15; 210: 794-798
- 97 - HOLMES R.  
Blood groups in cats  
*J. Physiol.* 1950; 111: 61P
- 98 - HUBLER M., ARNOLD S., CASAL M., FAIRBURN A., NUSSBAUMER M.,  
RUSCH P.  
The blood group distribution in domestic cats in Switzerland  
*Schweiz Arch Tierheilkd* 1993; 135: 231-235
- 99 - HUBLER M., KAELEN S., HAGEN A., FAIRBURN A., CANFIELD P.,  
RUESCH P.  
Feline neonatal isoerythrolysis in two litters  
*J. Small Anim. Pract.* 1987; 28: 833-838
- 100 - JAIN N.C.  
The cat: Normal hématology with comments on response to disease  
In: *Schalm's Veterinary Hematology. 4° ed* - Philadelphia: Lea & Febiger, 1986,  
pp 126-136
- 101 - JAIN N.C., SWITZER J.W.  
Autoimmune thrombocytopenia in dogs and cats  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1981; 2: 421-434
- 102 - JENSEN AL., OLESEN AB., ARNBJERG J.  
Distribution of feline blood types detected in the Copenhagen area of Denmark  
*Acta Vet. Scand.* 1994; 35: 121-124
- 103 - KATZ A.J.  
Transfusion therapy: its role in the anemias  
*Hosp. Pract.* 1980; 15: 77-84
- 104 - KAUFMAN P. M.  
Management of feline blood donor  
*Probl. Vet. Med.* 1992; 4: 555-564
- 105 - KAUFMAN P.M.  
The feline blood donor  
*Compend. contin. Educ. Pract. Vet.* 1993; 14: 267-275



- 106 - KAUFMAN P.M.  
Supplies for blood transfusions in dogs and cats  
*Probl. Vet. Med.* 1992; 4: 582-593
- 107 - KILLINGSWORTH C.R.  
Blood banking for the feline and canine patient  
*J. Vet. Crit. Care* 1984 ; 7: 1-4
- 108 - KILLINGSWORTH C.R.  
Use of blood and blood component for the feline and canine patient  
*J. Vet. Crit. Care* 1984 ; 7: 6-10
- 109 - KIRBY R.  
Transfusion therapy in emergency and critical care medicine  
*Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 1995; 25: 1365-1385
- 110 - KIRBY R., RUDLOFF E.  
Fluid and electrolyte therapy  
In: ETTINGER S.J., FELDMAN E.C.- *Textbook of Veterinary Internal Medicine.5<sup>o</sup>*  
ed - Philadelphia: W.B Saunders Company, 2000 - p 344.
- 111 - KIRK R.W., BISTNER S.I.  
Blood transfusions  
In KIRK R.W., BISTNER S.I.- *Handbook of Veterinary Procedures and Emergency Treatment* - ed 3, WB Saunders Co, Philadelphia,  
1981; pp 599-604
- 112 - KLAUSNER J.S., POFFENBARGER E.M., MATUS R.E.  
Therapeutic hemapheresis  
in KIRK R.W., BONAGURA J.D. - *Current Veterinary Therapy IX Small Animal Practice - Philadelphia: W.B. Saunders Company*, 1986; pp 110-114
- 113 - KLEBANOFF G., PHILLIPS J., EVANS W.  
Use a disposable autotransfusion unit under varying conditions of contamination  
*Am. J. Surg.* 1970; 120: 351
- 114 - KNOTTENBELT C., MACKIN A.  
Blood transfusions in the dog and cat. Part 1.  
Blood collection techniques  
*In Pract.* 1998 20; 110-114
- 115 - KNOTTENBELT C., MACKIN A.  
Blood transfusions in the dog and cat. Part 2.  
Indications and safe administration  
*In Pract.* 1998 20; 191-199
- 116 - KNOTTENBELT C.M., ADDIE D.D., DAY M.J., MACKIN A.J.  
Determination of the prevalence of feline blood types in the UK  
*J. Small Anim. Pract.* 1999; 40: 115-118
- 117 - KNOTTENBELT C.M., DAY M.J., CRIPPS P.J., MACKIN A.J.  
Measurement of titres of naturally occurring alloantibodies against feline blood group antigens in the UK  
*J. Small Anim. Pract.* 1999; 40: 365-370

- 118 - KOCIBA G.J.  
Leukocyte changes in disease.  
In: ETTINGER S.J., FELDMAN E.C. - *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 5<sup>o</sup>  
ed - Philadelphia: W.B Saunders Company, 2000 - pp 1842-1857
- 119 - KOLATA R.J.  
The clinical management of circulatory shock based on pathophysiological patterns  
*Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 1980; 2: 314-325
- 120 - KORDICK D.L., BREITSCHWERDT E.B.  
Relapsing bacteremia after blood transmission of *Bartonella henselae* to cats  
*Am. J. Vet. Res.* 1997; 58: 492-497
- 121 - KRAJE A.C., MEARS E.A., HAHN K.A., McENTEE M.F. et al  
Unusual metastatic behavior and clinicopathologic findings in eight cats with  
cutaneous or visceral hemangiosarcoma.  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1999; 214: 670-672
- 122 - LEES G.E.  
Blood transfusion  
In SLATTER D.H. *Textbook of Small Animal Surgery* - WB Saunders Co, in press,  
Philadelphia 1985
- 123 - LISCIANDRO S.C., HOHENHAUS A., BROOKS M.  
Coagulation abnormalities in 22 cats with naturally occurring liver disease.  
*J. Vet. Inter. Med.* 1998; 12: 71-75
- 124 - LITTLEWOOD J.D.  
Inherited bleeding disorders of dogs and cats  
*J. Small Anim. Pract.* 1989;30:140-143
- 125 - LUBAS G., CONTINANZA R.  
Recent advances in our understanding of the immunohaematological  
characteristics of cats and their clinical application  
*Eur. J. Companion Anim. Pract.* 1995; 5: 47-54
- 126 - MADEWELL B.R., FELDMAN B.F.  
Characterization of anemias associated with neoplasia in small animals  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1980; 176: 419-425
- 127 - MAHAFFEY E.A.  
Disorders of iron metabolism  
In KIRK R.W., BONAGURA J.D. - *Current Veterinary Therapy IX Small Animal  
Practice* - Philadelphia: W.B. Saunders Company 1986; pp 521-524
- 128 - MARION R.S., SMITH J.E.  
Survival of erythrocytes after autologous and allogeneic  
transfusion in cats  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1983; 183: 1437-1439
- 129 - MARION S.R., SMITH J.E.  
Posttransfusion viability of feline erythrocytes stored in acid-citrate-dextrose  
solution  
*J. Am. Vet. Med. Ass.* 1983 Dec; 183: 1459-1460
- 130 - MATHEWS K.A., SCOTT H.  
Blood/plasma transfusion  
In *Veterinary Emergency and Critical Care Manual* - Ed K.A. Mathews - Ontario,  
Lifelearn 1996; 28.1- pp 28-22

131 - MICHEL R.L.

Blood groups, typing and crossmatching of animal blood

*Bull. Am. Soc. Vet. Clin. Pathol.* 1975; 4: 2-10

132 – MILLER

Diagnosis and treatment of Immune-Mediated Hemolytic Anemia

in KIRK R.W., BONAGURA J.D. - *Current Veterinary Therapy XIII small animal practice* 2000 - Philadelphia: W.B. Saunders Company pp 427-434

Toulouse, 2001

NOM : CARRÉ

PRÉNOM : Isabelle

TITRE : **La Transfusion sanguine chez le chat**

RÉSUMÉ :

La transfusion peut se définir comme l'administration, par voie parentérale, de sang total, de dérivés sanguins ou de produits de substitution.

L'anémie lors d'hémorragie aiguë et les troubles de l'hémostase constituent les deux principales indications de la transfusion chez le chat.

Le système de groupe sanguin félin est constitué de trois groupes : A, B et AB. Le chat présente naturellement des anticorps dirigés contre le groupe sanguin manquant. Le titre d'alloanticorps est très élevé chez les chats du groupe B et généralement plus faible chez les chats du groupe A. Les tests de compatibilité entre le donneur et le receveur sont donc indispensables dès la première transfusion. Le donneur est choisi en fonction du groupe sanguin du receveur et doit être exempt de maladies.

Le prélèvement s'effectue, sous anesthésie, avec une seringue ou avec des kits de transfusion humains modifiés. Les anticoagulants le plus souvent utilisés sont l'ACD (Acide Citrate Dextrose) et le CPDA-1 (Citrate Phosphate Dextrose Adénine). Le sang peut être administré par voie intraveineuse ou intramédullaire à un rythme défini par l'état médical du patient.

Les complications de la transfusion, d'origine immunitaire ou non immunitaire, sont rares mais parfois très graves.

Les transfusions utilisant les dérivés sanguins sont plus rarement pratiquées en médecine féline même si elles sont souvent plus indiquées.

L'hémoglobine de synthèse déjà mise sur le marché pour le chien, est en voie de développement pour le chat. Ce nouveau produit représente, certainement, l'avenir de la transfusion féline.

MOTS-CLÉS : TRANSFUSION – CHAT – GROUPE SANGUIN – DÉRIVÉ SANGUIN – AUTOTRANSFUSION.

---

ENGLISH TITLE : **Feline Transfusion Medicine**

ABSTRACT:

Blood transfusion can be defined as administration of whole blood, blood components or blood substitutes.

Acute blood-loss anemia and bleeding disorders are the two most common indications for feline transfusion.

The feline blood group system consists of three blood types: A, B and AB. Cats possess naturally occurring antibodies (alloantibodies) against the blood group antigen they lack. The alloantibodies titer is very high for group B cats and generally lower for group A cats. So compatibility tests between donor and recipient are necessary even before the first transfusion. The donor cat must be selected according to recipient's blood group and the donor must be disease free.

Blood is collected, under anaesthesia, with a syringe or a human modified collection set. Cat blood is usually anticoagulated with ACD (Acid-citrate-dextrose) or CPDA-1 (Citrate-phosphate-dextrose-adenine). Blood can be administered, intravenously or into the intramedullary cavity, with the transfusion rate depending on the cat's medical status.

Transfusion reactions are immunological or non-immunological. They are rare but sometimes very serious.

Transfusions using blood components are more rarely performed in feline medicine, although they are often recommended.

Hemoglobin-based solutions, used for dogs, are being developed for cats. This new substitute is certainly the future in feline transfusion medicine.

KEY WORDS: TRANSFUSION – CAT – BLOOD GROUP – BLOOD COMPONENTS – AUTOTRANSFUSION