

Le dopage et ses conséquences

Application au chien de sport

Dominique GRANDJEAN

Dr Vet, Dr Nut, PhD, HDR

Unité de Médecine de l'Élevage et du Sport

École Nationale Vétérinaire d'Alfort

Chef Vétérinaire International Federation for Sled Dog Sports

**Éléments
artificiels**

Facteurs biologiques

**Sélection génétique
Entraînement physique
Nutrition**

Facteurs environnementaux

**Éducation
Psychologie canine
Logement**

?

**Performance
sportive**

Dopage : Définition

Le dopage a pour objectif de **modifier artificiellement** et le plus souvent temporairement un ou plusieurs des facteurs biologiques en cause dans la performance

« Est à considérer comme dopage le recours aux substances et à tous les moyens destinés à **augmenter** artificiellement le rendement en vue d'une compétition, et qui portent préjudice à l'éthique sportive et à l'intégrité physique et psychique de l'athlète »



Homme = « Augmenter »

Animal = « Modifier »

Le dopage et ses conséquences chez le chien de sport

1/ Aspects éthiques

2/ Approche physio-pathologique du dopage

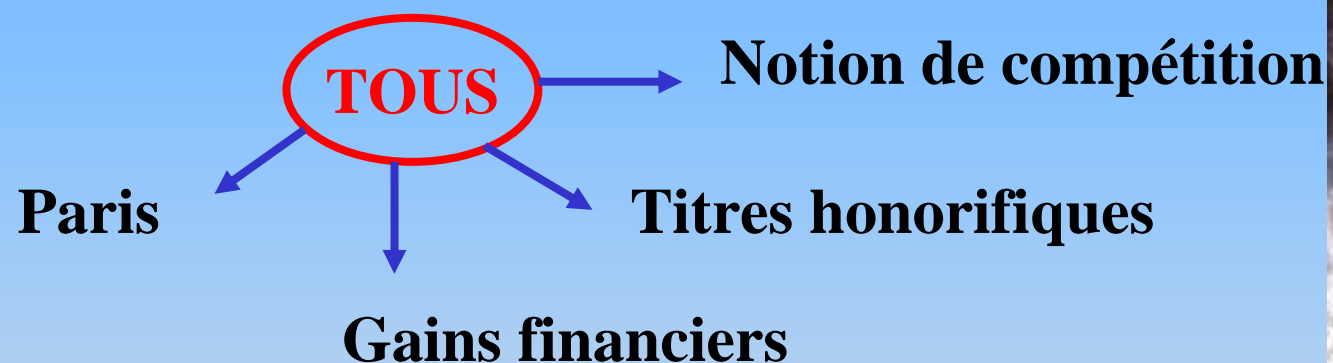
3/ Réglementation en vigueur

4/ Modalités de contrôle

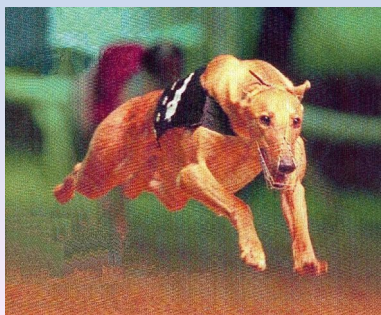
5/ Résultats du contrôle

Dopage : Aspects éthiques

Les sports canins concernés



Les contrôles effectués

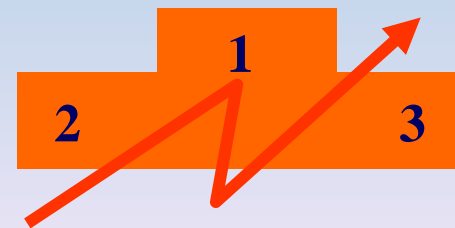
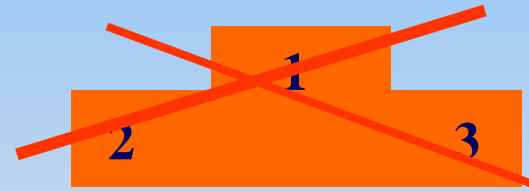
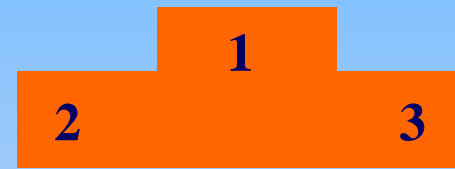


- ⚡ Lévrier de course
- ⚡ Pulka et traîneau à chiens

Dopage : Aspects éthiques

Les types de dopage concernés

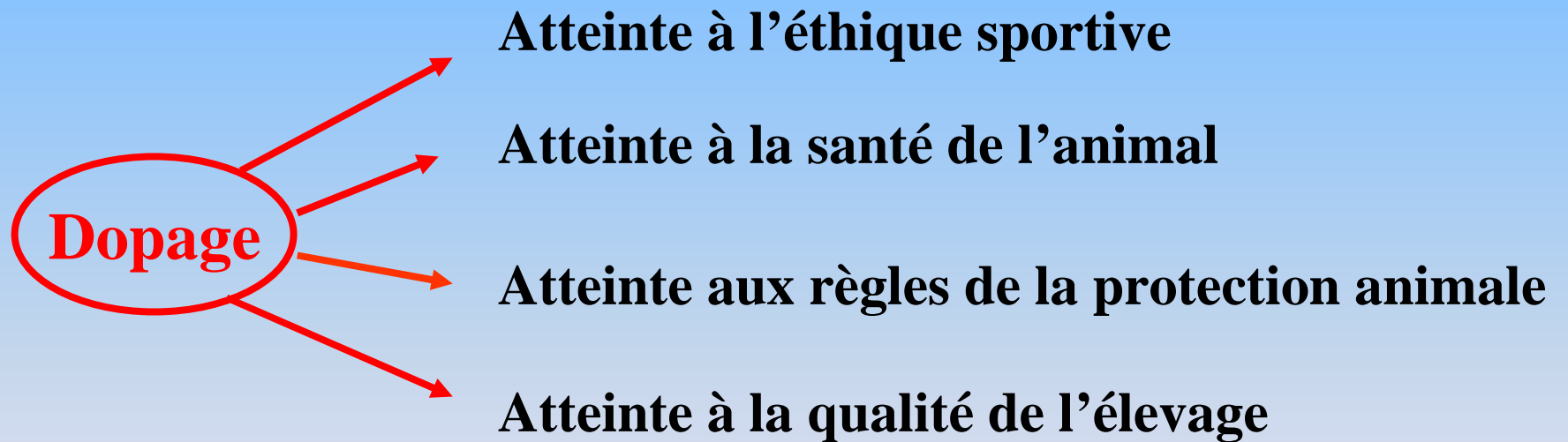
1. Dopage pour gagner
2. Dopage pour perdre
3. Dopage pour faire perdre



Dopage : Aspects éthiques

Où commence et où s'arrête la notion de dopage ?

1. Réglementation restrictive ou médication contrôlée



Lévrier ≠ Traîneau Longue Distance



?

Dopage : Aspects éthiques

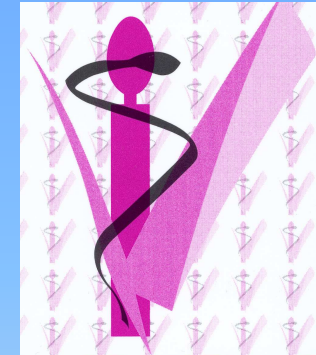
Où commence et où s'arrête la notion de dopage ?

2. Les agents dopants

- | | |
|--|-----|
| ↳ Substances à activité pharmacologique médicamenteuse | Oui |
| ↳ Minéraux, oligo-éléments, vitamines... | ? |
| ↳ Oxygénothérapie | ? |
| ↳ Injections de sang | ? |
| ↳ Electrothérapie | Oui |
| ↳ Réhydratation percutanée | ? |
| | Oui |

Dopage : Aspects éthiques

Position et rôles du vétérinaire



Prescripteur « médical »



« Gendarme » du dopage



Le dopage et ses conséquences chez le chien de sport

1/ Aspects éthiques

2/ Approche physio-pathologique du dopage

3/ Réglementation en vigueur

4/ Modalités de contrôle

5/ Résultats du contrôle

Dopage : Aspects physio-pathologiques

Données pharmacologiques

La cinétique et les effets pharmacologiques ou toxiques des médicaments définissent les modalités de contrôle et la réglementation antidopage...

Absorption



Distribution



Biotransformation



Elimination



Contrôle

↑ Temps de demi-vie
↑ Délai d'élimination
↑ Temps de détection



Possibilités de prescription



Disponibilités des données ???

Dopage : Aspects physio-pathologiques

Application aux modalités de contrôle

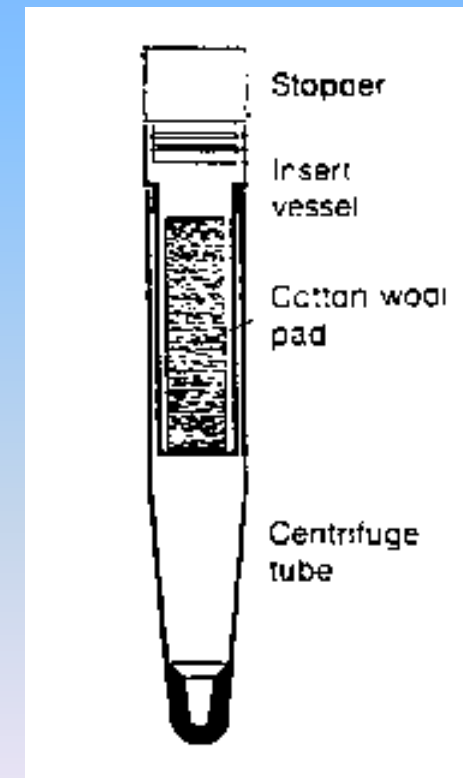


Dopage : Aspects physio-pathologiques

Application aux modalités de contrôle

⚡ Prélèvement de salive

- Abandonné chez le cheval
- Peu réaliste chez le chien après effort



Dopage : Aspects physio-pathologiques

Application aux modalités de contrôle

↙ Prélèvement de sang

- Aisé à la jugulaire post-effort
- Approche psychologie du propriétaire
 - effraction / douleur (...)
 - quantité de sang (...)

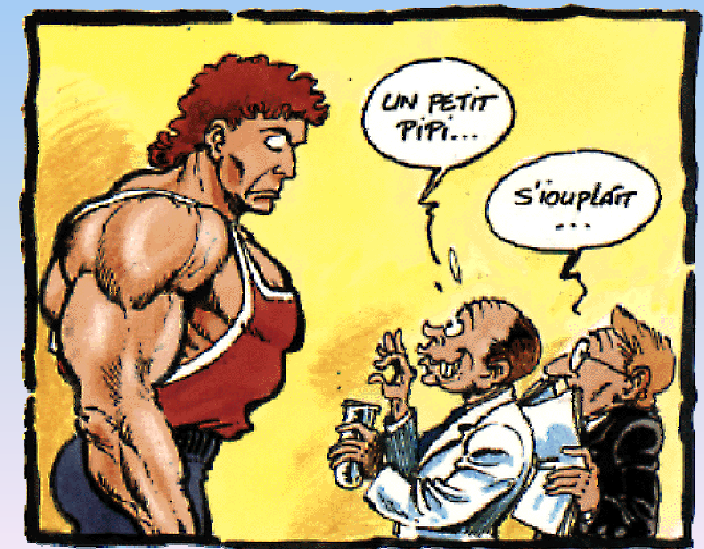
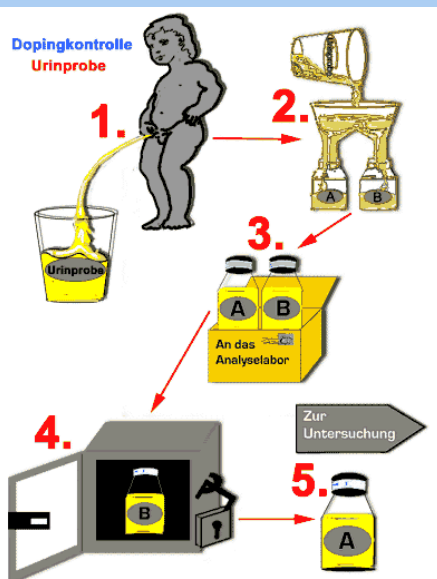


Dopage : Aspects physio-pathologiques

Application aux modalités de contrôle

↳ Prélèvement d'urine

- Miction rapide après effort
- Nécessite système D et expérience
- Pénible pour le vétérinaire

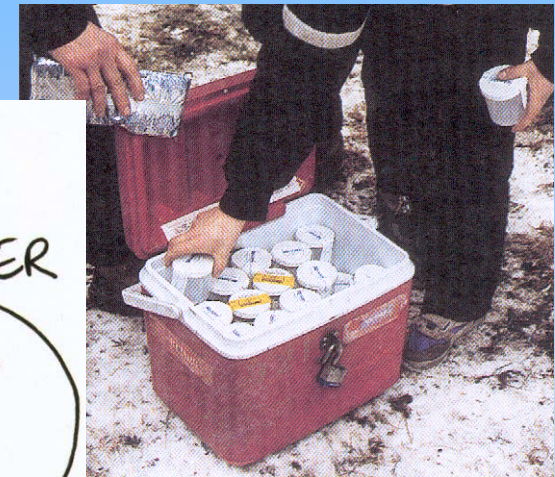


Dopage : Aspects physio-pathologiques

Application aux modalités de contrôle

↳ Prélèvement d'urine

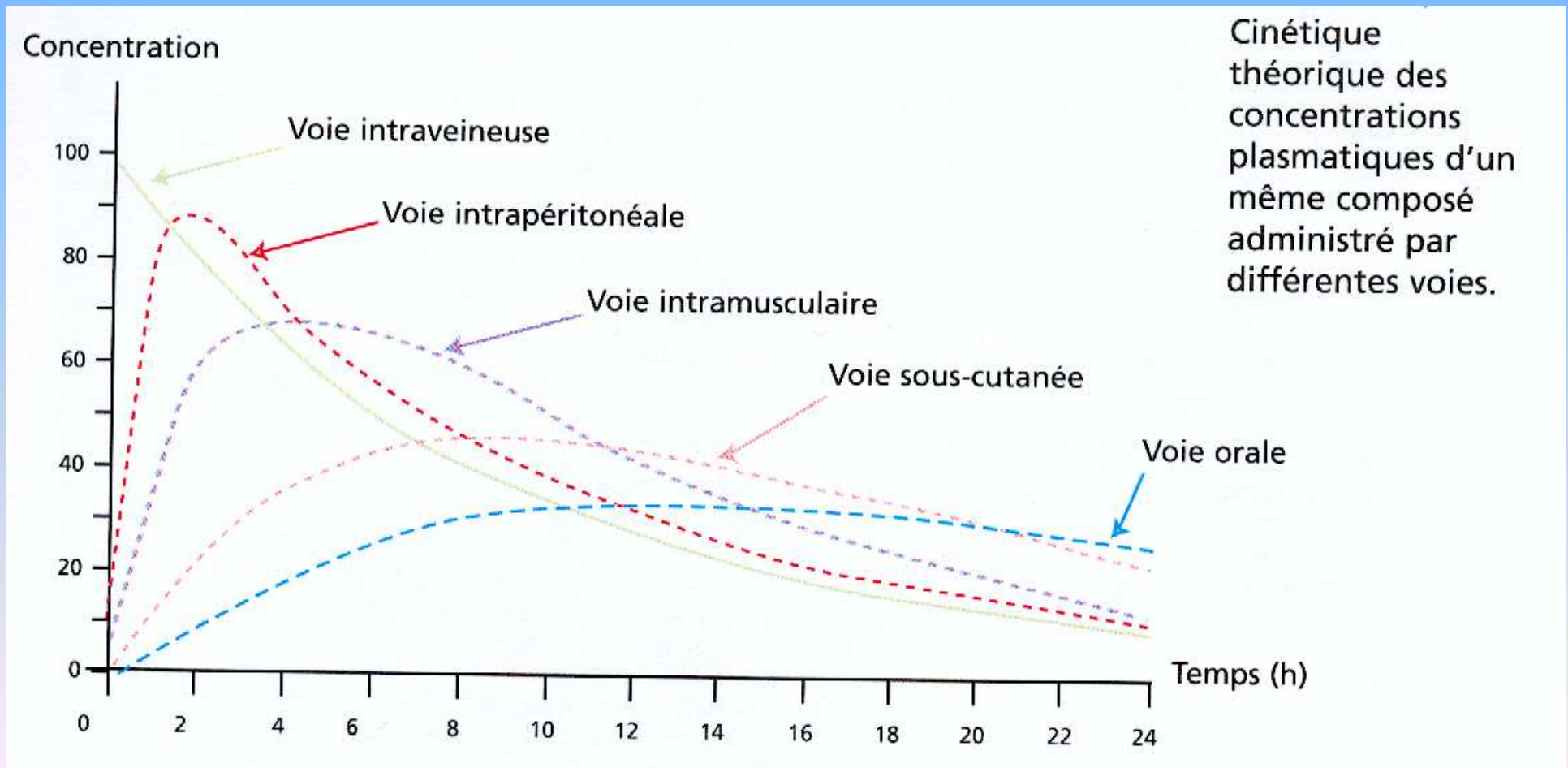
- Mâle
- Femelle



Dopage : Aspects physio-pathologiques

Relations pharmacocinétique / Résultats du contrôle

↳ Voie d'administration



Dopage : Aspects physio-pathologiques

Relations pharmacocinétique / Résultats du contrôle

↙ **Forme galénique**

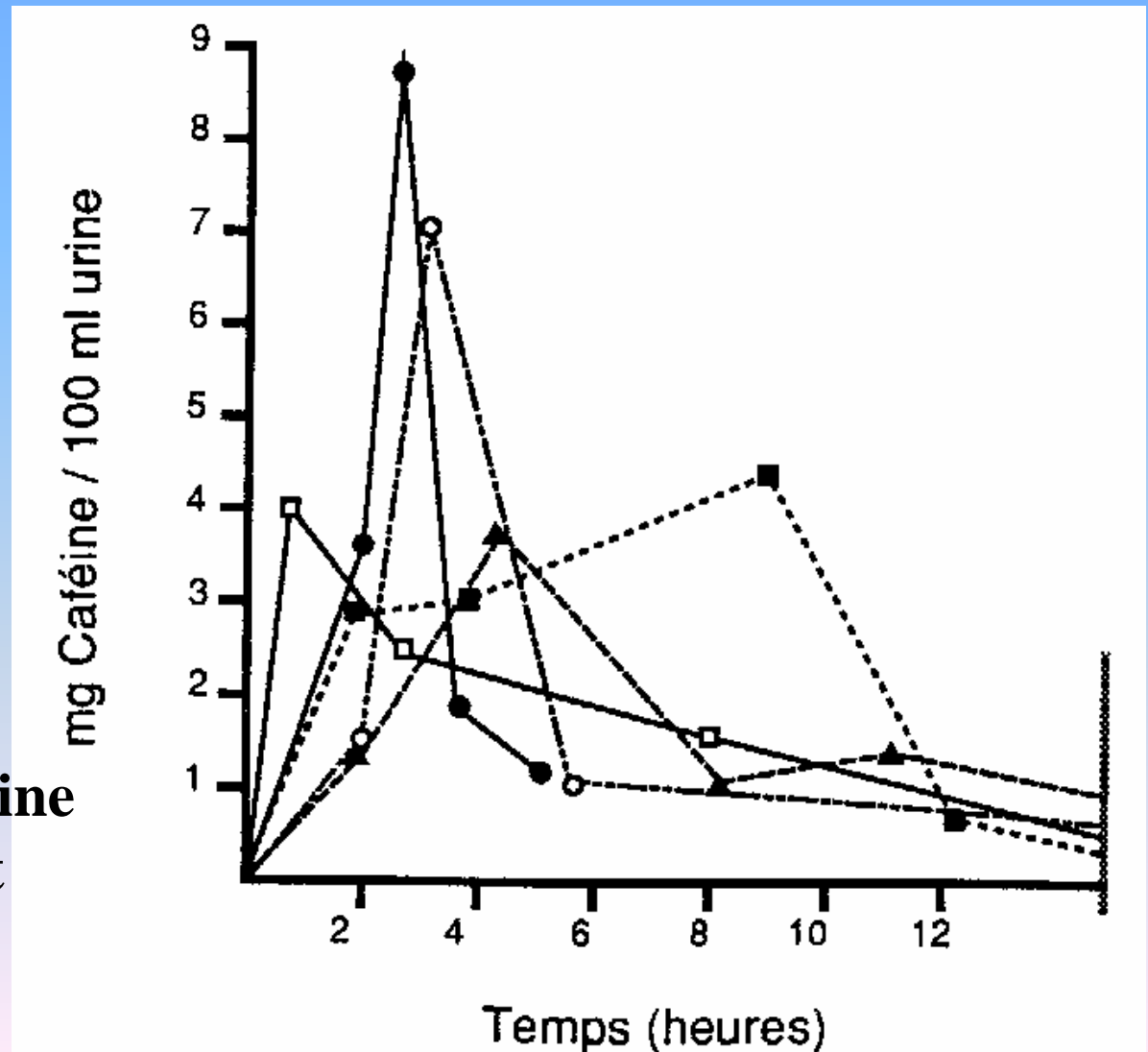
- **Excipients retardant l'absorption**
 - **Détection plus établie dans le temps de la molécule**
 - **Notion de concentration « seuil » dopante**

Dopage : Aspects physio-pathologiques

Relations pharmacocinétique / Résultats du contrôle

↙ Individu

Evolution de la teneur en caféine urinaire chez des chiens ayant Ingéré 600 mg de caféine.



Dopage : Aspects physio-pathologiques

Relations pharmacocinétique / Résultats du contrôle

↙ Exemples de temps d'épuration moléculaire chez le chien

Composé	½ vie (h)	Temps d'épuration (jours)
Furosemide	7,6 (urine)	24
Phénylbutazone	7-20 (urine)	24-66
Réserpine	264 (plasma)	748
Procaïne	24 (urine)	79
Caféine	17 (urine)	56
Ac. Meclofénamique	6 (plasma)	20
Amphétamine	1,4 (plasma)	5
Flunixin	4 (urine)	13
Morphine	5,98 (urine)	18

Temps de « clearance » chez le chien des principales catégories de médicaments

Molécules	Temps de clearance (heures)	Molécules	Temps de clearance (heures)
Anti-inflammatoires non stéroïdiens		Tranquillisants /Anesthésiques /Myorelaxants	
Acetaminophène	48	Diazepam	48
Aspirine	72	Methocarbamol	72
Ibuprofène	48	Opiacés	
Ketoprofène	> 96	Butorphanol	72
Corticostéroïdes		Anti-diarrhéiques	
Dexamethasone	48	Kaopectate	24
Fludrocortisone	72	Loperamide	96
Méthylprednisolone	> 96	Diphenoxalate	72
Prednisolone	48	Vermifuges	
Prednisone	48	Fenbendazole	72
Hydrocortisone	72	Ivermectine	72
Bronchodilatateurs /Antitussifs /Antihistaminiques		Mebendazole	72
Aminophylline	96	Metronidazole	96
Clenbuterol	48	Antibiotiques	
Ephedrine	72	Amoxicilline	72
Pseudoephedrine	72	Ampicilline	72
Pyrilamine	72	Sulfamides	
Theophylline	72	Sulfachlorpyridazine	72
Anesthésiques locaux		Sulfadimethoxine	120
Bupivacaïne	72	Sulfamethazine	72
Lidocaïne	48	Sulfamethoxazole	120
Mepivacaïne	72	Trimethoprim	72
Procaïne	48		

Dopage : Aspects physio-pathologiques

Conséquences nocives des agents dopants

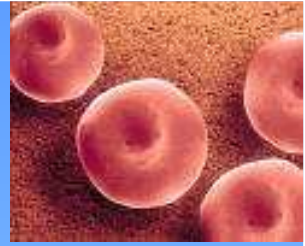
Molécule à effet pharmacologique

Administration par voie artificielle

Méthode extra-physiologique

**Effets secondaires
néfastes à l'organisme**

Conséquences du dopage par le sang



Définition

- **Transfusions globulaires ou sanguines**
- **Injections globulaires intramusculaires**

Modalités

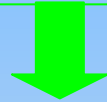
- **Prélèvement sanguin hors saison**
- **Conservation par congélation des globules rouges**
- **Réinjection à l'animal peu avant une compétition**

Conséquences du dopage par le sang



Effets recherchés

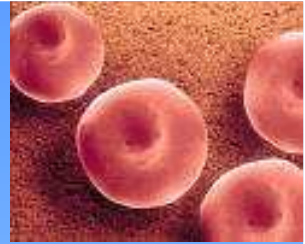
Augmentation de la concentration en hémoglobine



Elévation artificielle de la $VO_2\text{max}$
Elévation du débit cardiaque
Effet « altitude-like »

[Phénomène de surcompensation quantitative après déplétion]

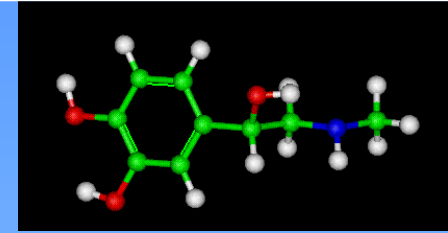
Conséquences du dopage par le sang



Effets nocifs

- ⚡ **Réduction des capacités énergétiques durant plusieurs semaines**
 - réduction durée et intensité de l'entraînement
- ⚡ **Compensation immédiate de l'augmentation volumique liée à la transfusion**
 - réduction de l'ADH
 - augmentation de l'élimination urinaire
 - augmentation de la viscosité sanguine
 - réduction de la fréquence cardiaque
- ⚡ **Aucune amélioration de la disponibilité locale de l'oxygène**
- ⚡ **Prive l'organisme de ses protections naturelles vis à vis de l'envahissement brutal d'éléments susceptibles de remettre en cause son équilibre naturel**

Conséquences du dopage bioénergétique



adrénaline

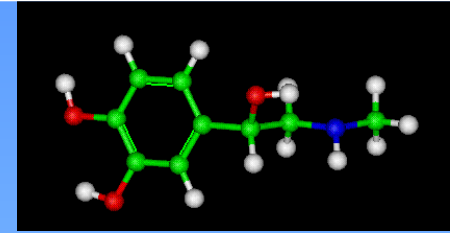
Définition

Administration d'une substance amélioratrice du métabolisme énergétique par une voie physiologique

Modalités

Administration de substances favorisant la captation de substrats ou leur utilisation [catécholamines]

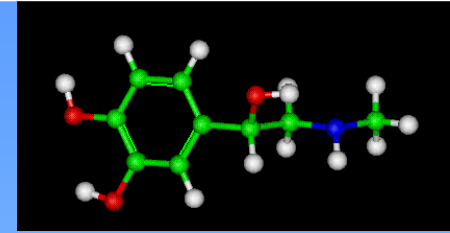
Conséquences du dopage bioénergétique



Effets recherchés

- ⚡ **Augmentation de l'ingéré énergétique**
- ⚡ **Amélioration de la disponibilité qualitative de l'énergie**
- ⚡ **Amélioration des capacités de transport de l'ensemble de la chaîne énergétique**

Conséquences du dopage bioénergétique



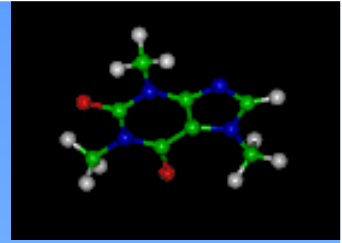
Effets nocifs

Ceux liés à l'utilisation de stimulants

+

- ✓ **Modification brutale des conditions d'équilibre homéostasique**
- ✓ **Fonctionnement déficitaire des mécanismes d'échange énergétique avec le milieu extérieur [thermorégulation]**
- ✓ **Souffrance tissulaire et lésions musculo-tendineuses à l'effort**

Conséquences du dopage par les stimulants / tranquillisants



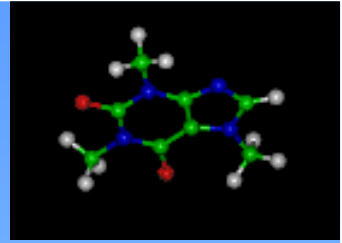
caféine

Définition

Administration de substances à effet neuro-endocrinien ayant pour objectif de

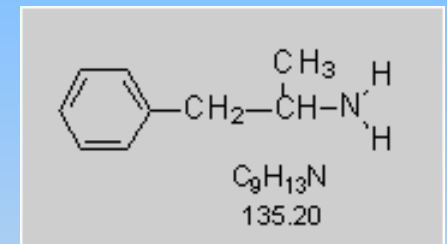
- renforcer la commande motrice
 - renforcer la vigilance
 - renforcer la motivation
 - renforcer l'agressivité
- ou à l'inverse de**
- diminuer l'impact du stress
 - diminuer la sensation subjective de pénibilité
 - diminuer la sensation de douleur

Conséquences du dopage par les stimulants / tranquillisants



Modalités

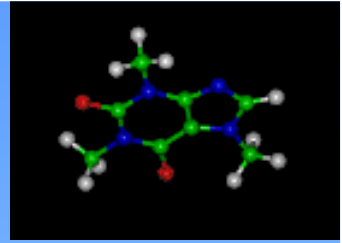
↙ **Dopage adrénérgétique : catécholamines
amphétamines
caféine**



↙ **Dopage tranquillisant : diazépam
acépromazine**



Conséquences du dopage par les stimulants / tranquillisants



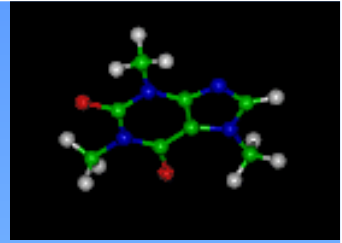
Effets nocifs des stimulants

- ✓ **Perturbations de la proprioception**
 - **équilibre**
 - **perception des distances**
 - **précision gestuelle**
- ✓ **Développement de forces ou de puissances supérieures à la limite de l'adaptabilité physiologique**



Réduction parfois marquée de la performance
Accidents traumatologiques par gestuelle inadaptée

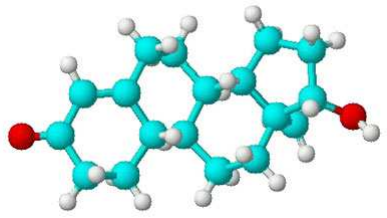
Conséquences du dopage par les stimulants / tranquillisants



Effets nocifs des tranquillisants

- ✓ Diminution
- ✓ Diminution de la perception des informations inconscientes
- ✓ Augmentation des CPK sanguines (atteinte des cellules musculaires)
- ✓ Dépression respiratoire





Conséquences du dopage par les anabolisants

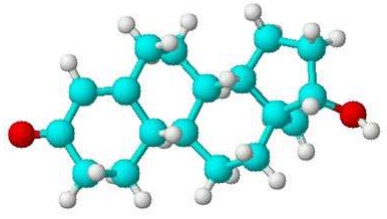
Définition

Administration de substances chimiques généralement nature stéroïdienne qui favorisent l'anabolisme protéique durant la transformation des matières nutritives en tissus vivants [FAO]

Modalités

**Injections répétés de stéroïdes anabolisants
[nandrolone, stanozolol, etc...]**



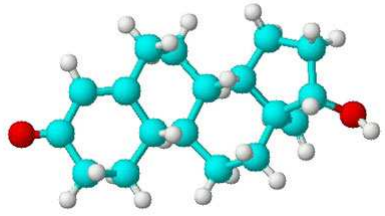


Conséquences du dopage par les anabolisants

Effets recherchés

- ↙ Molécules médiatiques (...)
- ↙ Développement musculaire
- ↙ Endurance (...)





Conséquences du dopage par les anabolisants

Effets nocifs

1/ Sur le développement corporel de l'animal

- Anomalies biomécaniques sources de traumatismes
[développement musculaire trop important / os, tendons, ligaments]
- Ossification prématurée des cartilages de conjugaison

2/ Sur la fonction de reproduction

- Chute de fécondité / fertilité
- Altération / Augmentation de la libido
- Hypernervosisme
- Virilisation des femelles

3/ Sur le métabolisme

- Rétention hydrosodée
 - processus oedémateux

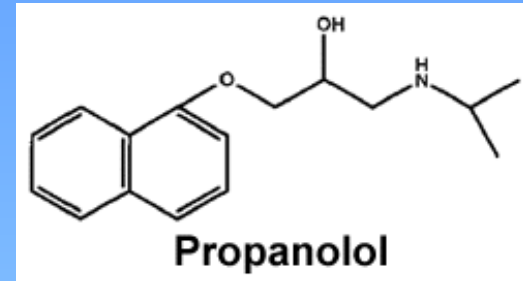
Conséquences du dopage par les bêta-bloquants

Définition

- Propanolol, Pindolol, Acebutolol, Atenolol...
- Substances bloquant les récepteurs bêta qui ont à l'origine de la détection et de la transmission des ordres centraux à chaque cellule cible ou organe.
- Thérapeutique cardiovasculaire

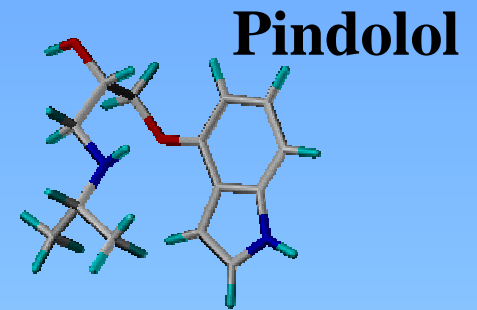
Modalités

- Utilisation quotidienne de thérapeutiques cardiovasculaires bêta-bloquantes



Conséquences du dopage par les bêta-bloquants

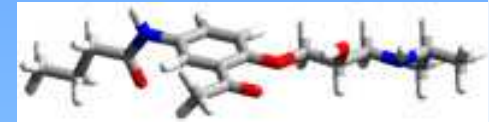
Effets recherchés



- Diminution du stress d'effort et de compétition (modification artificielle du système de commande neuro-endocrinienne)
- Amélioration globale et immédiate de la performance

Conséquences du dopage par les bêta-bloquants

Acebutolol



Effets nocifs

- **Réduction de la disponibilité en substrats énergétiques intra-cellulaires**
 - **Freination Béta 2 qui gêne la glycolyse**
 - **Freination Béta 1 qui entrave la lipolyse**
- **Ralentissement de l'élimination des lactates [blocage béta 2]**
- **Réduction des capacités de transport du système cardiovasculaire par fléchissement du débit**

Le dopage et ses conséquences chez le chien de sport

1/ Aspects éthiques

2/ Approche physio-pathologique du dopage

3/ Réglementation en vigueur

4/ Modalités de contrôle

5/ Résultats du contrôle

Différentes catégories de substances considérées comme dopantes

Substances permettant de restaurer une performance

- **anti-inflammatoires non stéroïdiens**
- **corticoïdes**
- **anesthésiques locaux**
- **fluides et électrolytes**

Différentes catégories de substances considérées comme dopantes

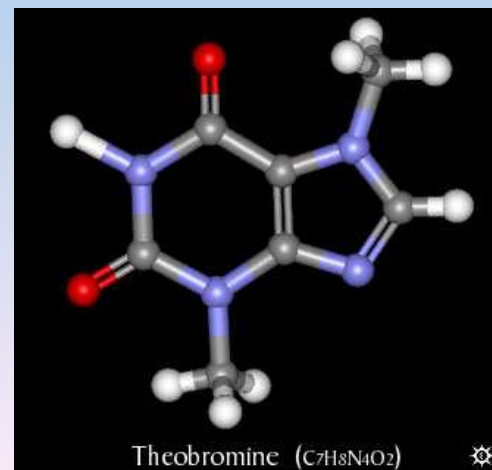
Substances pour gagner

- effet bref : stimulants d'action rapide, amphétamines, cocaïne, narcotiques
- effet chronique : stéroïdes anabolisants, antidépresseurs ou tranquillisants à faible dose

Différentes catégories de substances considérées comme dopantes

Substances présentes accidentellement dans l'aliment

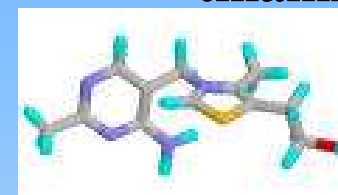
- procaïne dans la viande (*résidus d'injection de pénicilline-procaïne*)
- caféine
- théobromine du chocolat
- consommation de plantes



Différentes catégories de substances considérées comme dopantes

Substances masquantes

thiamine



- administration de dipyrone ou de thiamine afin d'interférer avec les méthodes analytiques de détection

Différentes catégories de substances considérées comme dopantes

Substances diluantes

- diurétiques

Différentes catégories de substances considérées comme dopantes

Substances pour perdre

- **dépresseurs du système nerveux**

Réglementations existantes : Chien de traîneau / Lévrier de course

Sont interdits

- Analgésiques
- Anti-inflammatoires stéroïdiens ou non
- Antiprostaglandines
- Stimulants du SNC
- Antitussifs
- Sédatifs / Anesthésiques
- Diurétiques
- Stéroïdes anabolisants
- Myorelaxants
- Myorelaxants
- Anticholinergiques
- Anti-histaminiques
- Injection de sang

Temps de « clearance » chez le chien des principales catégories de médicaments

Molécules	Temps de clearance (heures)	Molécules	Temps de clearance (heures)
Anti-inflammatoires non stéroïdiens		Tranquillisants /Anesthésiques /Myorelaxants	
Acetaminophène	48	Diazepam	48
Aspirine	72	Methocarbamol	72
Ibuprofène	48	Opiacés	
Ketoprofène	> 96	Butorphanol	72
Corticostéroïdes		Anti-diarrhéiques	
Dexamethasone	48	Kaopectate	24
Fludrocortisone	72	Loperamide	96
Méthylprednisolone	> 96	Diphenoxalate	72
Prednisolone	48		
Prednisone	48	Vermifuges	
Hydrocortisone	72	Fenbendazole	72
Bronchodilatateurs /Antitussifs /Antihistaminiques		Ivermectine	72
Aminophylline	96	Mebendazole	72
Clenbuterol	48	Metronidazole	96
Ephedrine	72	Antibiotiques	
Pseudoephedrine	72	Amoxicilline	72
Pyrilamine	72	Ampicilline	72
Theophylline	72	Sulfamides	
Anesthésiques locaux		Sulfachlorpyridazine	72
Bupivacaïne	72	Sulfadimethoxine	120
Lidocaïne	48	Sulfamethazine	72
Mepivacaïne	72	Sulfamethoxazole	120
Procaïne	48	Trimethoprim	72

Dopage involontaire

- ⚡ Résidus de procaine dans la viande
- ⚡ Extraits thyroïdiens dans compléments vitaminés
- ⚡ Chocolat, Café, Coca Cola,...
- ⚡ Acte vétérinaire en méconnaissance des règlements
- ⚡ Aromathérapie, Naturothérapie...



Utilisation des AINS : Etude d'un exemple

Commémoratifs

- Attelage de chiens de traîneau
- Course de vitesse en trois manches
- Utilisation d'Ibuprofène [AINS, Antalgique]



**Suppression douleurs et raideurs musculaires
entre 2 manches**

Utilisation des AINS : Etude d'un exemple

**Mise en œuvre d'un traitement à l'Ibuprofène
par le musher hors contrôle vétérinaire**



**Malgré des pattes « engourdies », la chienne de
tête conduit l'attelage sur le podium**



**Mise en évidence de fractures métacarpiennes
par le vétérinaire après la course !!!**

Utilisation des AINS : Etude d'un exemple

Enquête vétérinaire

Alimentation = viande non supplémentée en calcium



Ostéofibrose latente



Prédisposition aux fractures de stress



Action analgésique masquante de l'Ibuprofène

Le dopage et ses conséquences chez le chien de sport

1/ Aspects éthiques

2/ Approche physio-pathologique du dopage

3/ Réglementation en vigueur

4/ Modalités de contrôle

5/ Résultats du contrôle

Les règles de contrôle : Généralités

- Sérieux**
- Infaillibilité**
- Rapidité**
- Performance**
- Complet**
- Répression dissuasive**

Mise en place d'un contrôle antidopage

- a) **Chaîne d'évidence**
(collecte + identification échantillons)
- b) **Laboratoire de chimie**
(200 drogues à rechercher)
- c) **Examen des résultats par commission officielle**
(possibilité de recours)

Mise en place d'un contrôle antidopage

La chaîne d'évidence

- ↳ Responsable des procédures
Organisateur
Chef Juge
- ↳ Responsable des prélèvements
Vétérinaire de course
Équipe dédiée
- ↳ Matériels spécifiques
Kits de prélèvement
Stockage
Envois au laboratoire

Mise en place d'un contrôle antidopage

Procédures de contrôle

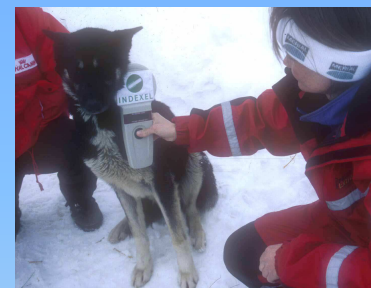
- **Strict suivi du règlement [qui ?, quoi ?, comment ?, où ?]**
- **Tirage au sort et/ou résultats**
- **Prélèvement contradictoire**



Mise en place d'un contrôle antidopage

Modalités de prélèvements

- ~~Salive~~, Sang, Urine
- Vérifier identité du chien
- Choix des outils de prélèvement / stockage par le concurrent
- Prélèvement et traitement en présence de 2 témoins
- Prélèvement « contradictoire »
- Scellés, identification numérique
- Documents signés



Mise en place d'un contrôle antidopage

Karelia Charm 2000 - Doping Control List				Chief Vet's list		
Sample #	BIB #	Dog	Date	Musher	Veterinarian	Judge
Sc00-001						
Sc00-002						
Sc00-003						
Sc00-004						
Sc00-005						
Sc00-006						
Sc00-007						
Sc00-008						
Sc00-009						
Sc00-010						
Sc00-011						
Sc00-012						
Sc00-013						
Sc00-014						
Sc00-015						
Sc00-016						

Outils de contrôle

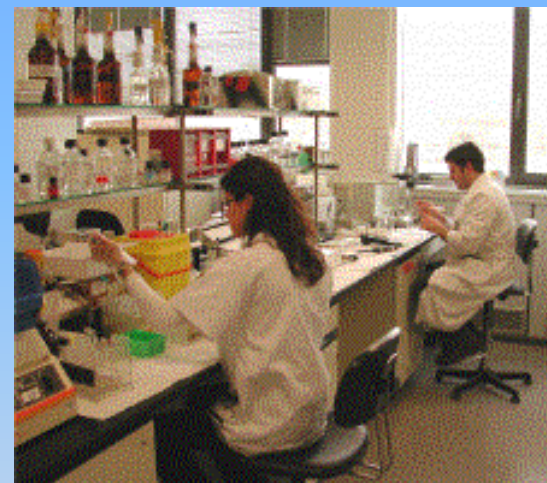
- Conteneurs plastique, tubes, seringues préscellées
- Sceaux autoadhésifs (co-signature)
- Documents autocopiants (code barre individuel)
- Glacière à serrure



Mise en place d'un contrôle antidopage

Le laboratoire d'analyse

- Spécialisé
- Agréé [CIO, PMU,...]
- Réactif
- Fiable



Mise en place d'un contrôle antidopage

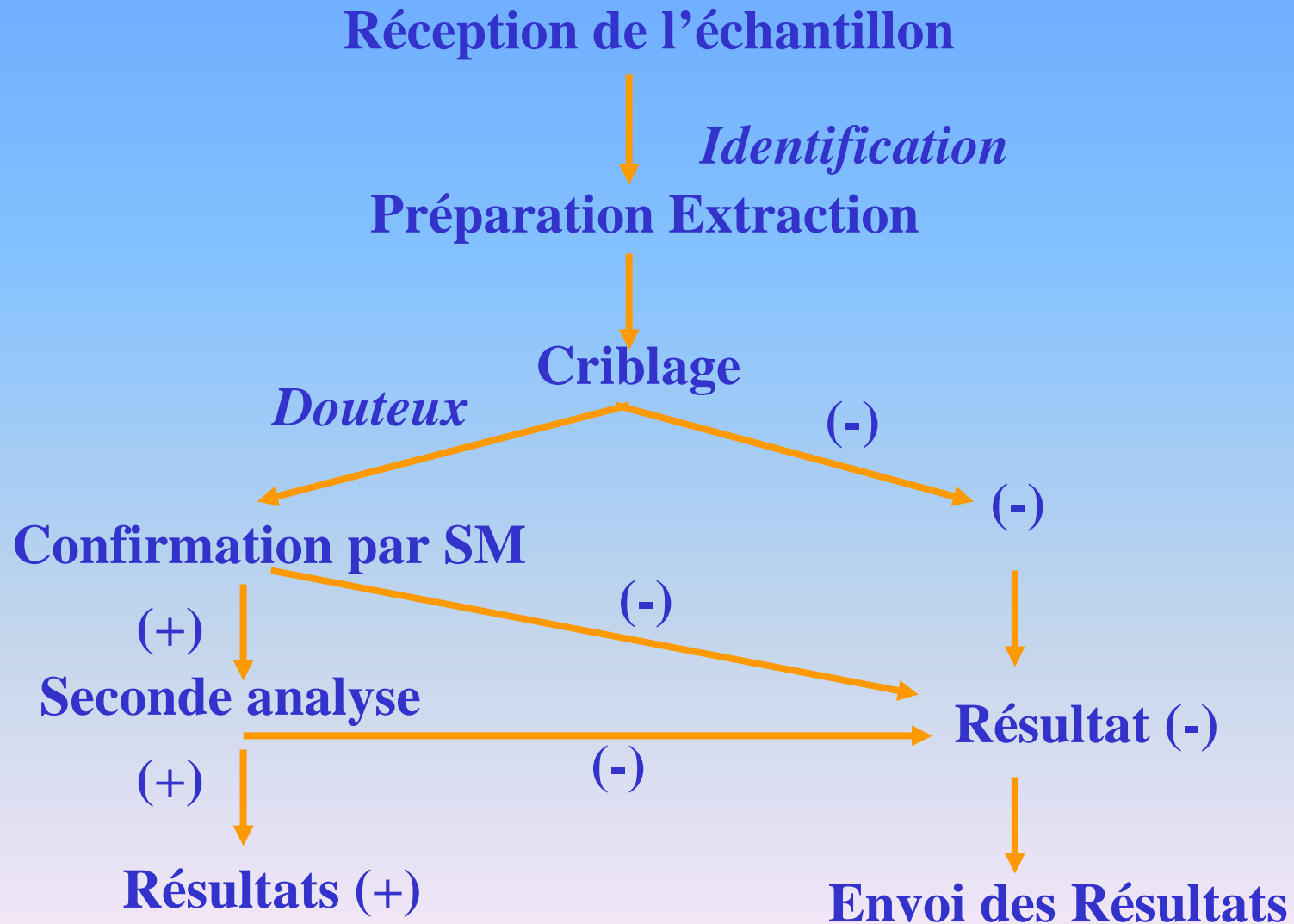
↳ Méthodes analytiques



- . Chromatographie en couche mince
- . Tests immulogiques ELISA
- . Chromatographie gazeuse
- . Spectrométrie de masse

Coût : 500 à 1000 F

Organigramme du déroulement des analyses



Sang

2,5 ml de plasma
Ajuster à pH environ 1 avec HCl 1 N
(environ 300 μ l) (Contrôle du pH au papier pH)
Ajouter 5 ml d'éther éthylique

Agitation manuelle 5' Centri 10'/3000trs/mn

Plasma
+ 5 ml d'éther éthylique
*Agitation manuelle 5'
Centri 10'/3000trs/mn*

Urine

éther

*Réunir les phases étherées
dans un Tube à vis bouché
de 10 ml*

éther

*Evaporation à sec sous courant
air sec à 60°C
ou bain marie à 50°C*

Extrait sec

*Reprise par 100 μ l de réactif
de méthylation*

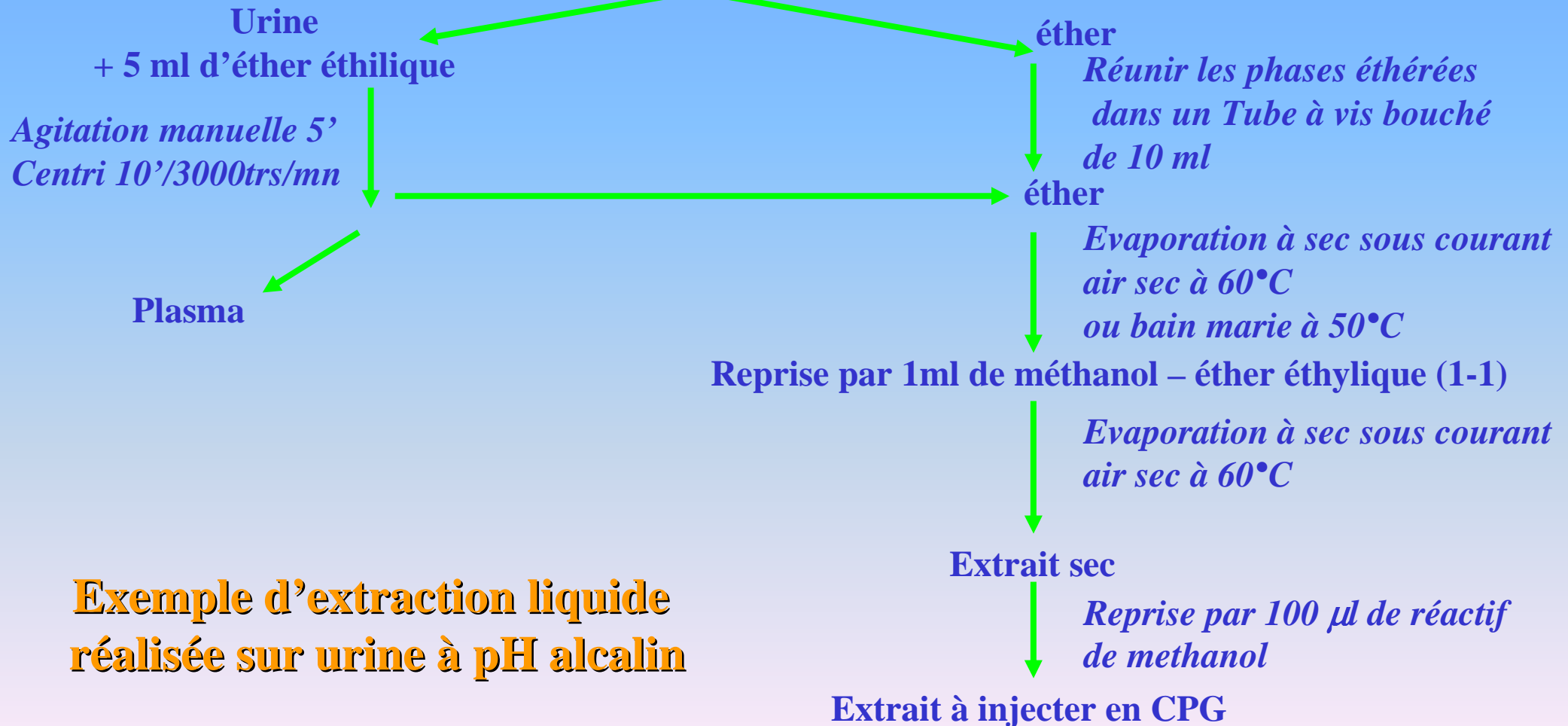
Extrait à injecter en CPG

**Exemple d'extraction liquide
réalisée sur sang à pH acide**

Urine

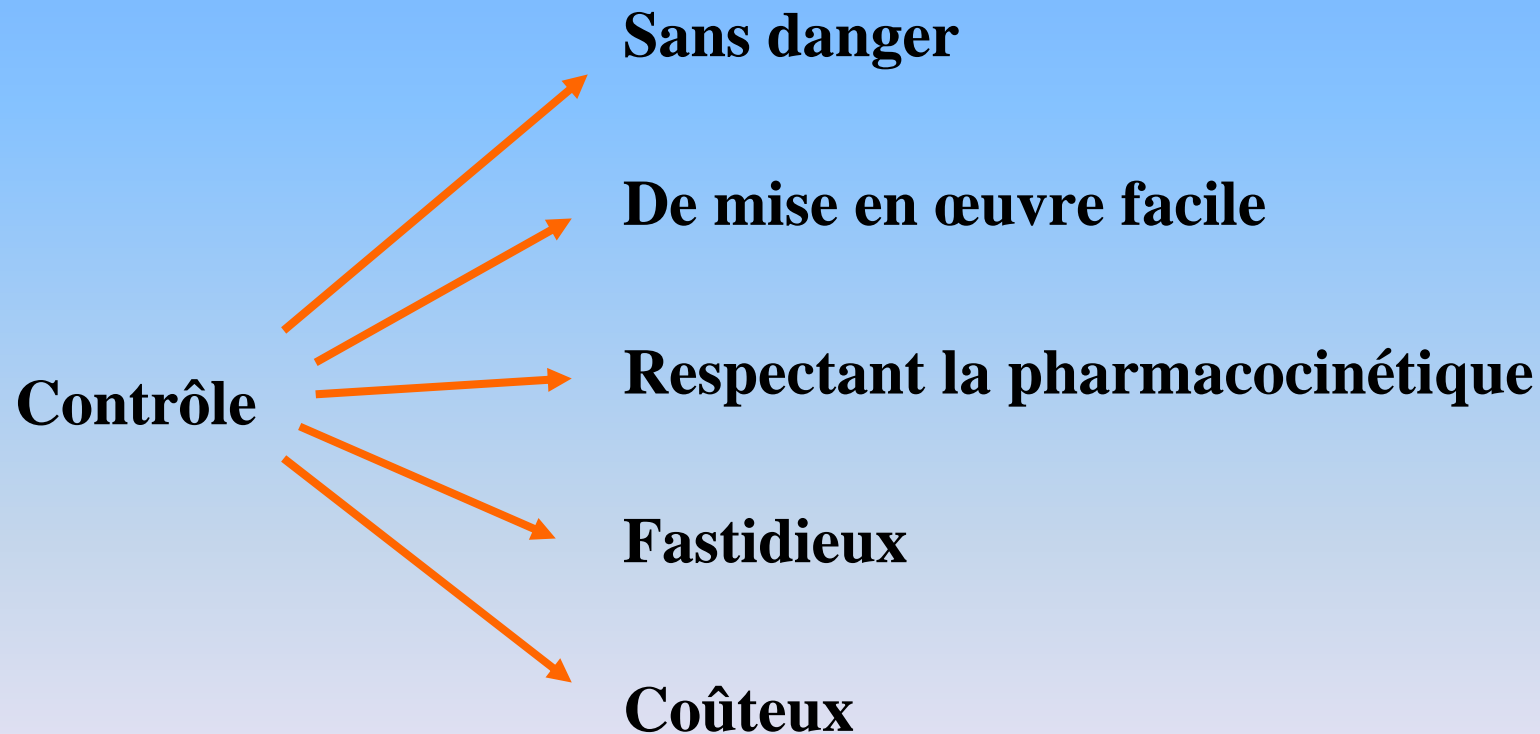
2,5 ml d'urine (après agitation flacon)
Ajuster à pH environ 12 avec NaOH 1 N
(environ 300 µl) (Contrôle du pH au papier pH)
Ajouter 5 ml d'éther éthylique

Agitation manuelle 5' Centri 10'/3000trs/mn



Exemple d'extraction liquide réalisée sur urine à pH alcalin

Mise en place d'un contrôle antidopage



Le dopage et ses conséquences chez le chien de sport

1/ Aspects éthiques

2/ Approche physio-pathologique du dopage

3/ Réglementation en vigueur

4/ Modalités de contrôle

5/ Résultats du contrôle

Résultats du contrôle antidopage



Résultats du contrôle antidopage

La procédure standardisée doit donner lieu à :

- Possibilité de contre-expertise sur second prélèvement conservé scellé par labo agréé à la demande du concurrent (labo de son choix, à ses frais)
- Examen précis du dossier par commission compétente
- Sanction sévère si volonté de dopage avérée

Vétérinaire et contrôle antidopage

