

Introduction

Graves signes de surmenage en fin de saison

PUYDUFOU.

✓ **Prévenir en évaluant le risque de surmenage ?**

✓ **Rationalisation du processus d'entraînement = Formalisation et quantification**

- aptitudes physiques et comportementales

- qualités de récupération

- les adaptations fonctionnelles induites par l'exercice : **Entraînement = «chaotique régulier»** = Progressif, Graduel, Pas stéréotypé, Séances épuisantes → adaptation fonctionnelle à un niveau supérieur sans entraîner de surmenage

- **Contrôle du processus d'entraînement** : vérification par étapes de la performance de l'athlète
(Platonov, 1988; Grappe, 2005)

Introduction

Graves signes de surmenage en fin de saison

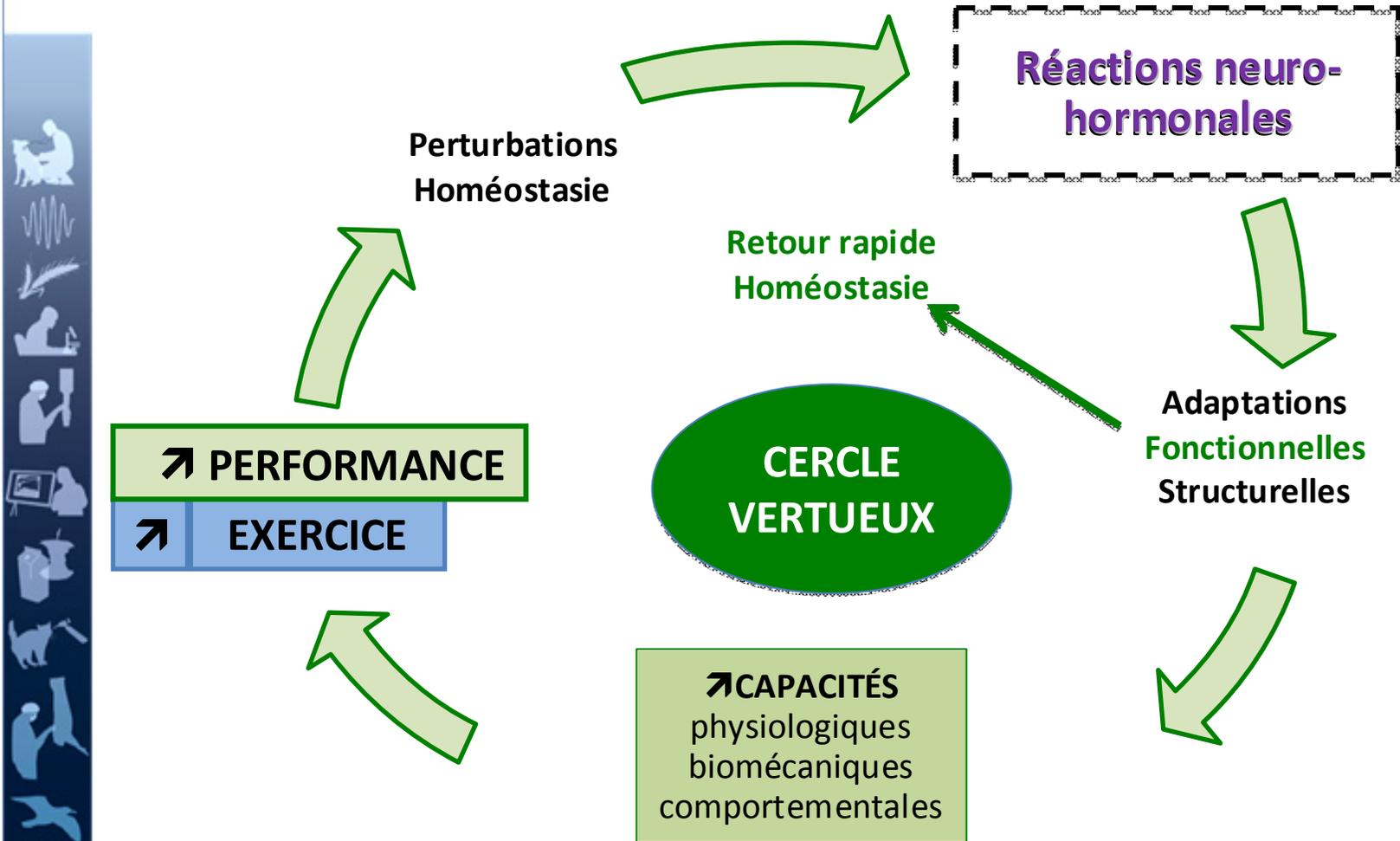
PUYDUFOU

- ✓ **Prévenir en évaluant le risque de surmenage ?**
- ✓ **Rationalisation du processus d'entraînement = Formalisation et quantification**
 - aptitudes physiques et comportementales
 - qualités de récupération
 - les adaptations fonctionnelles induites par l'exercice : **Entraînement = «chaotique régulier»** = Progressif, Graduel, Pas stéréotypé, Séances épuisantes → adaptation fonctionnelle à un niveau supérieur sans entraîner de surmenage
 - **Contrôle du processus d'entraînement** : vérification par étapes de la performance de l'athlète (Platonov, 1988; Grappe, 2005)
- ✓ **Classiquement: Cardio-fréquencemètre + GPS + mesures sanguines Lactate**
 - Evaluer les adaptations physiologiques du cheval au cours du travail (Rose 1995, Evans 2007)
 - Indicateurs : $V_4 = \text{vitesse:lactate} = 4 \text{ mmole/L}$ ou $V_{200} = \text{vitesse:FC} = 200 \text{ bpm}$
 - Programmes spécifiques avec contrôle d'efficacité de l'entraînement et évolution de performance
 - Si contre-performance : seulement constat, ne prend pas en compte les différentes causes de fatigue (**conception métabolique instantanée peu explicative**)

→ IMPORTANCE DES CONTRÔLES NEUROHORMONAUX DE L'ENTRAÎNEMENT

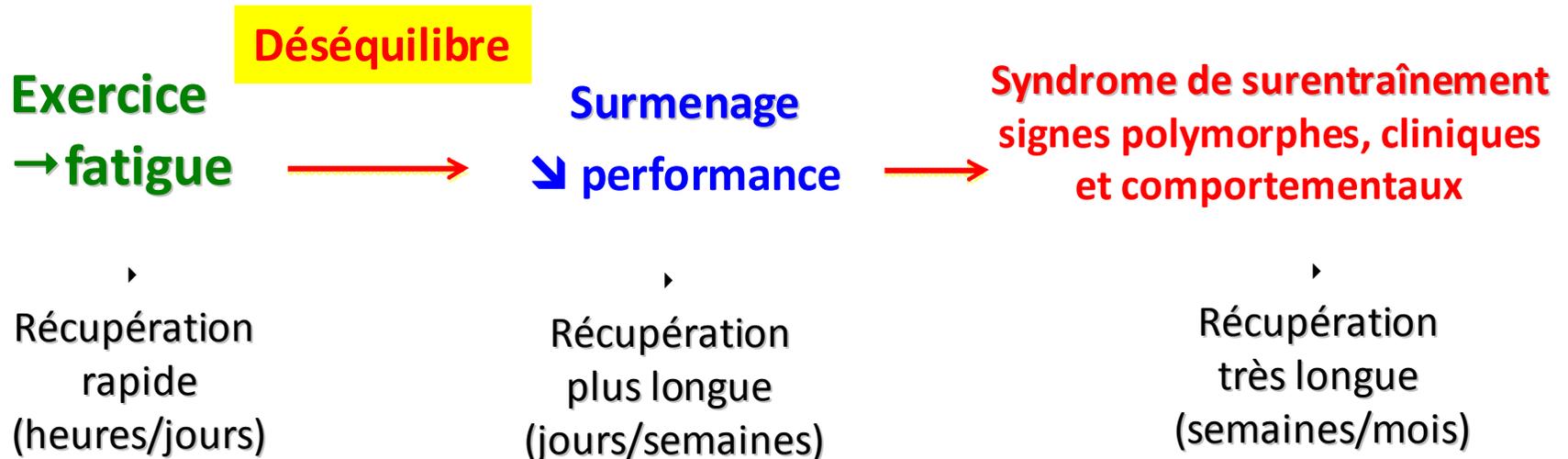
L'entraînement

PROGRAMME ADAPTÉ À L'ANIMAL, Alimentation adaptée , Temps récupération suffisant



Réactions neuro-hormonales induites par l'exercice

1. **Adaptations avec effets immédiats (activités cellulaires)**: permettent l'effort au moment de l'exercice et la récupération immédiatement après
 2. **Adaptations avec effets durables (modifications des potentiels cellulaires)**: qui modifient l'organisme et servent de support aux charges d'entraînement suivantes
 3. **Adaptations à effets cumulatifs (modifications des interactions organiques)**: qui apparaissent au cours d'un cycle d'entraînement **causes de déséquilibres**
- ✓ **Monotonies exercices , Récupération Insuffisante, Erreurs nutritionnelles et Stress environnementaux causes de déséquilibres**



Absence de modèles expérimentaux de fatigue , surmenage (overreaching) ou de surentraînement (overtraining) : **Diagnostic clinique mal défini et tardif**

Objectifs de l'étude

- **Un suivi longitudinal** des **variations des sécrétions endocrines** durant une saison complète de travail en fonction des paramètres **biologiques classiques** (Cardiofréquencemètre + GPS + mesures sanguines de Lactate, **cliniques et comportementaux** pour mettre en évidence les épisodes de **surmenage, voire de surentraînement**
- **Marqueur(s) biologique(s) de dépistage précoce** du surmenage ou du surentraînement ?



Suivi longitudinal

Oct. 2008–Sept. 2009

MATÉRIEL ET MÉTHODES



- ✓ **ANIMAUX : 37 chevaux de spectacle : sains**
- **PRE et Lusitanien** : 22 hongres et 15 entiers, de 5 à 19 ans
- **Conditions d'entretien et type de travail identiques** : Box individuels sur paille, Ration individuelle: 5-6 repas/jour (foin, floconné, barbotage de son, sel, Eau *ad libitum*), 1,2 à 1,5 fois besoins d'entretien : 4,3 UFC hongres et 4,7 étalons (INRA, 1990)
- ✓ **PROTOCOLE**
- **Fiche individuelle** : pesée, notations état corporel (NEC), alimentation, examen clinique (maladies, soins), activités mise à jour 2 fois / mois
- **Biologie** :
 - **Glucose et lactate sanguins** pré et pendant l'exercice
 - **Biologie Classique** : hémocrite, paramètres biochimiques: urée, protéines totales, créatinine, albumine, CK, ASAT, ALAT, ALP, GGT, fibrinogène, ionogramme, cholestérol (HDL), triglycérides, **le matin avant l'exercice**
 - **Hormones Sanguines (méthodes immunologiques)**: cortisol, ACTH, insuline, leptine, IGF-1, T₄L, testostérone et prolactine **le matin avant l'exercice**

Le travail des chevaux



➤ **Entraînement** = Octobre-Avril

- 4-5 séances/semaine: 1 heure (travail sur plat ou répétitions spectacles)
- 2 séances/semaine : longe (50 min pas/trot)
- **1 jour/semaine : repos complet**

➤ **Saison spectacles** = Avril- Septembre

- ↗ Nombre spectacles → Août : 2 types différents, quotidiens à biquotidiens
- Effort : type 'sprint court' + stress
- **Aucun jour de repos**

✓ **Evaluation de la charge travail = Intensité (FC: puissance et stress) X durée**

- **Parcours individualisés** : cardiofréquencemètre (Polar)+ GPS (FRWD technologies) + glycémie /lactatémie + Durée, distance
- **Score** : FC, lactate : de 0,5 à 4 pour chaque exercice
- **Cumuls** /chaque individu

Le travail des chevaux

Voltige cosaque

Spectacle
historique

"Bataille du
donjon"
2 fois/jour
Avril-Sept

"Cinésclénié"
2 fois/semaine
à partir de Juin

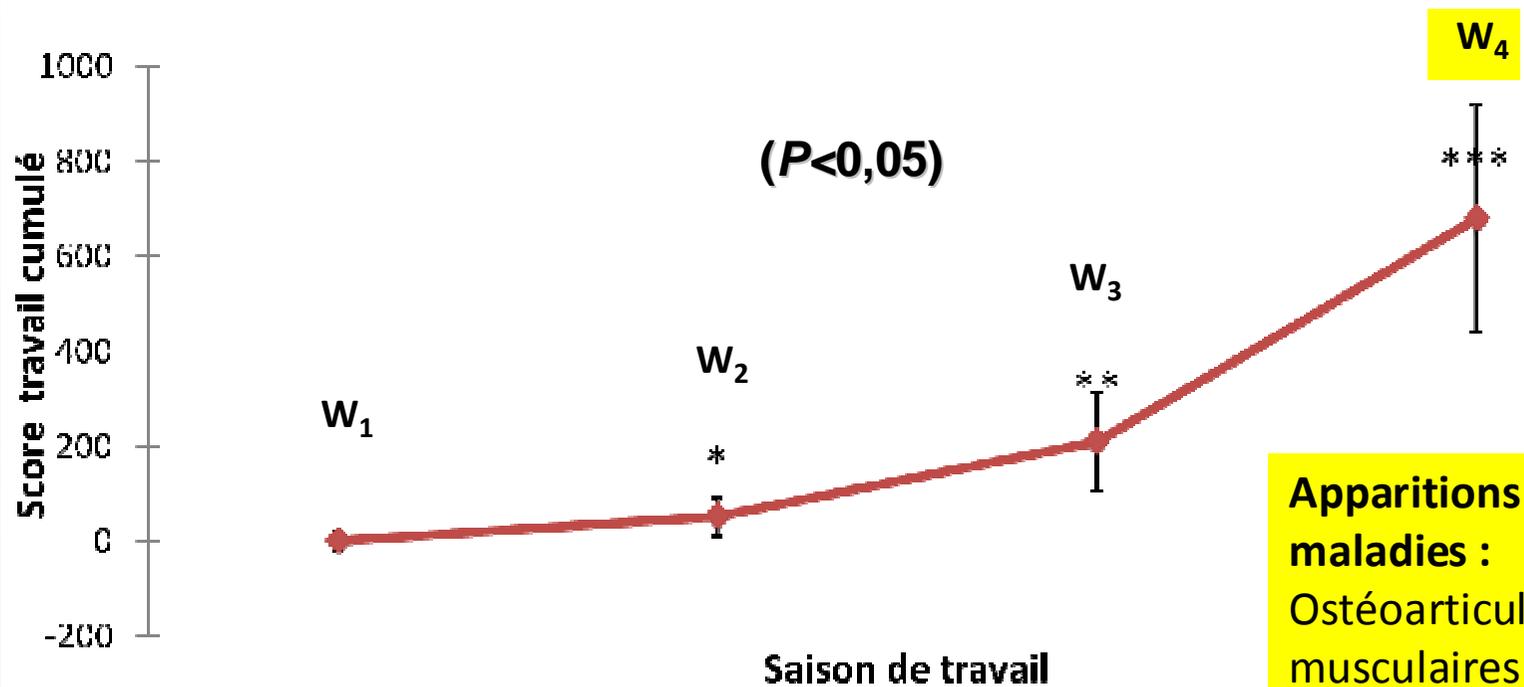
Durée (minutes)	90±20	120±40
Distance (m)	4003±874	8029±1295
Vit max (km/h)	21,2±2,5	40,3±8,3
FC max (bpm)	197±16	205±17
Lactate/travail (mmole/L)	4,1±2,4	11,7±4,9



RÉSULTATS : La charge de travail

Score de la charge de travail (spectacles, travail plat, répétitions...

score de l'exercice (à partir de la durée, distance, FC, vitesse de l'exercice, lactate) / séances



- W₁ : Début période d'entraînement;
- W₂ : Période d'entraînement;
- W₃ : Fin période d'entraînement et début période de spectacles;
- W₄ : Période de spectacles

Apparitions de maladies :
 Ostéoarticulaires et musculaires
 Anomalies appétit
 Comportement et FC

Fatigue, Surmenage, Surentraînement

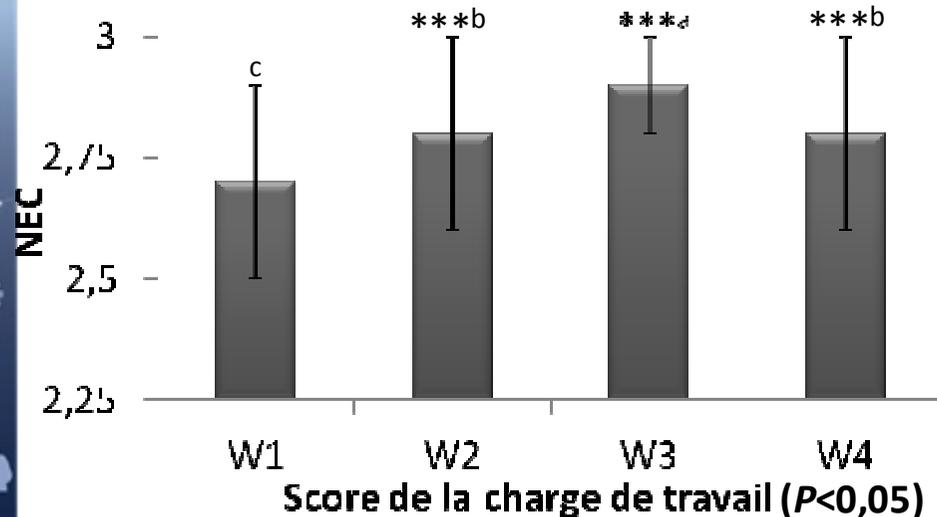


Notation état corporel (NEC)

Indicateur précis des réserves adipeuses : corrélé au % tissu adipeux

(Échelle de 0 à 5 : 3 optimum INRA, Martin-Rosset *et al.*, 2008)

✓ exercice prolongé



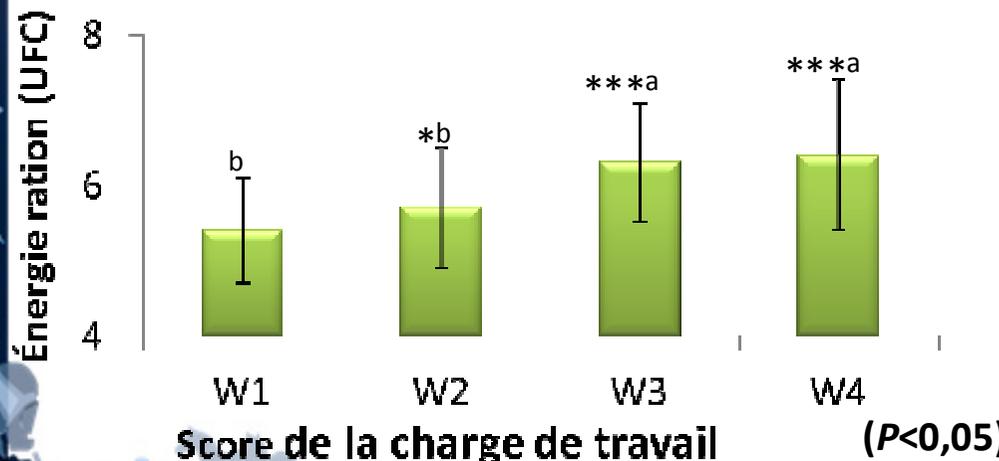
→ **déséquilibre énergétique entre consommation et dépenses à partir de W4**

• **Entraînement** : ↗ poids et NEC parallèlement à l'apport énergétique

• **Période intense de spectacles**: les chevaux perdent du poids et de NEC, (↗ apport énergétique)
49% de chevaux ont une perte de poids significative

= **Cheval surmené (tendance à la perte de poids et d'appétit → NEC)**

(Tyler *et al.*, 1996 ; Hamlin *et al.*, 2002; Rivero *et al.*, 2008)



Résultats: Anomalies hémato-biochimiques

✓ MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE

Glucose et lactate pendant l'exercice ↗ ($P < 0.05$) de W_1 à W_3 ,

▷ ($P < 0.05$) de W_3 à W_4 = **déplétion du glycogène**

↗ **Cholestérol (dont HDL)** ($P < 0.05$) = ↗ mobilisation lipoprotéines par ↗ besoins énergétiques

✓ DÉSHYDRATATION

↘ **Naémie, Chlorémie, Magnésémie** (sudation) progressive et fortement corrélée à la charge de travail = **marqueur d'intolérance à l'exercice ($P < 0.05$)** (McKeever, 2008 ; Munoz, *et al.*, 2010)

↘ **Créatinine et Hématocrite** ($P < 0.05$) [eau intracellulaire → extracellulaire]

↗ **Urée** ($P < 0.05$) [↗ Vasopressine → eau] (McGowan et Whitworth, 2008)

✓ ACTIVITÉS ENZYMATIQUES

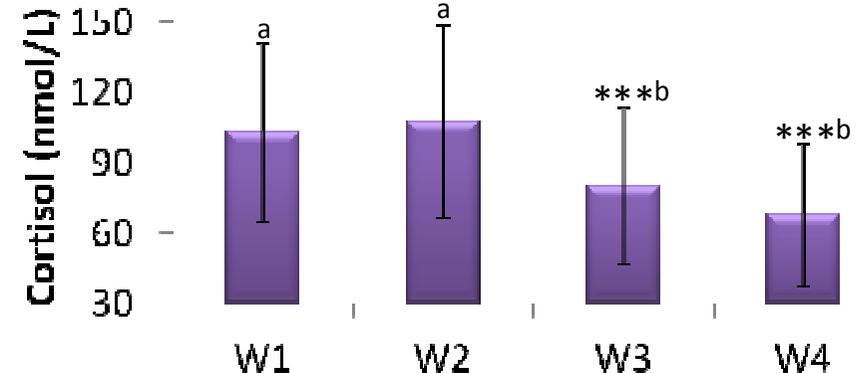
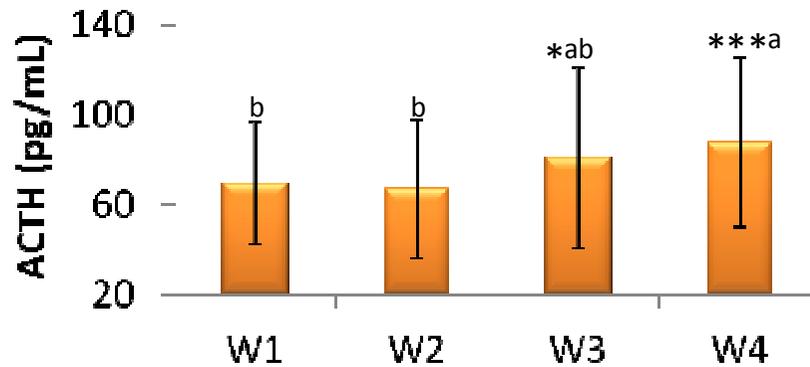
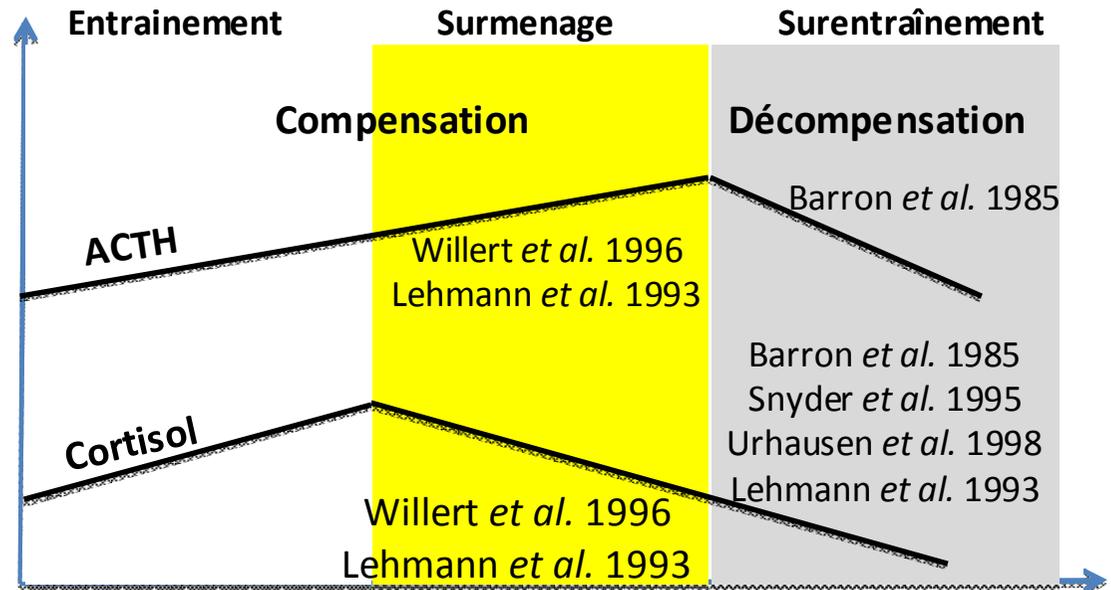
↗ **GGT et ALP** ($P < 0.05$) = ↗ activité métabolique hépatique (osseuse)

↗ **CK** ($P < 0.05$) → fatigue, surmenage?

(Fortier *et al.*, 2000; McGowan et Whitworth, 2008)

RÉSULTATS HORMONAUX ACTH et Cortisol

Entraînement = \nearrow ACTH et Cortisol
 Surmenage = \nearrow ACTH et \searrow Cortisol
 Surentraînement = \searrow ACTH et Cortisol



Score de la charge de travail (P < 0,05)

Score de la charge de travail

W3 PUIS W4 : \rightarrow Cortisol malgré \nearrow ACTH \rightarrow Surmenage

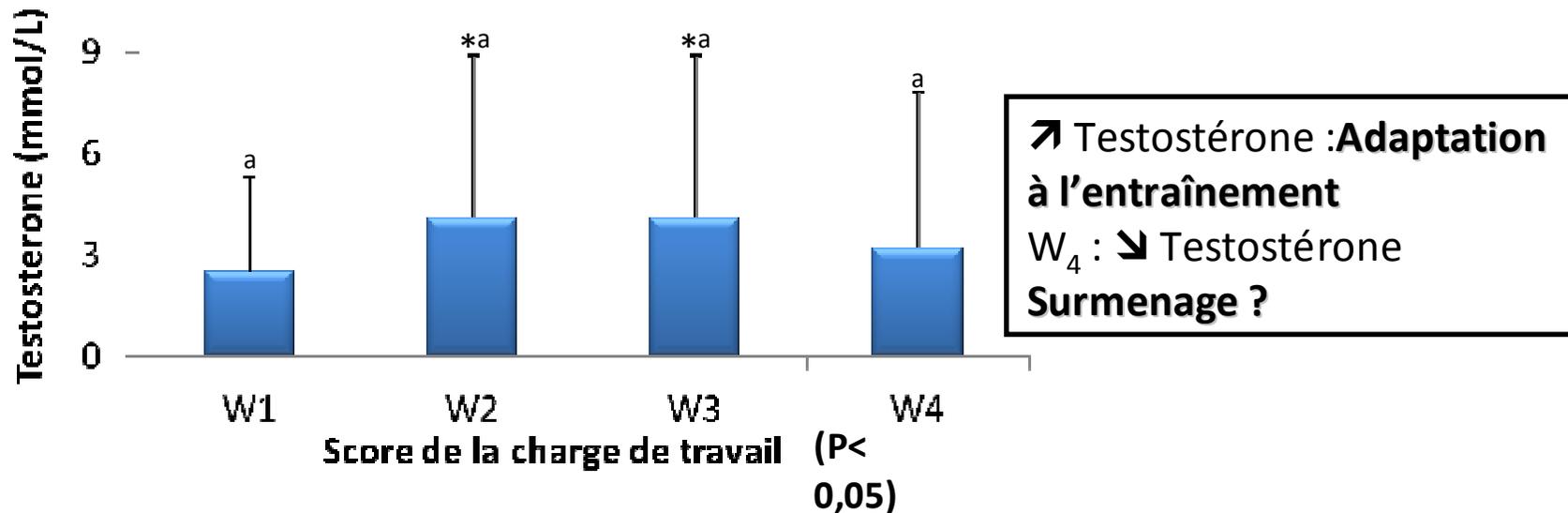
(Urhausen et al., 1998; Meeusen et al., 2004; De Graaf-Roelfsema et al., 2007)

Testostérone

Exercice court endurance : ↗ Testostérone

(Hackney *et al.*, 1995 Crewther *et al.*, 2006; Papacosta and Nassis, 2011)

Exercice prolongé durablement (marathon) : ↘ Testostérone (Gomez-Merino *et al.*, 2002)



Le rapport TESTOSTÉRONNE/CORTISOL: ↘30% = discrimination fatigue /surmenage

(Lane *et al.*, 2010, Papacosta et Nassis, 2011; Tanskanen *et al.*, 2011)

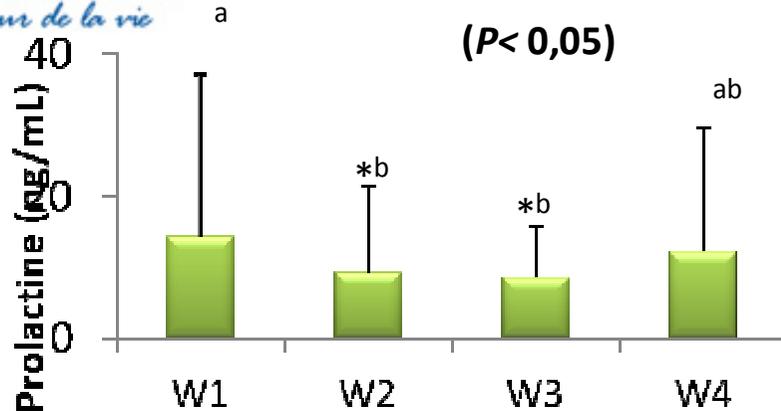
↗ (W1-W3) = adaptation à l'entraînement;

↘(>30% p<0,05) (W3- W4)= récupération incomplète/surmenage?



Prolactine

Stress, Exercice intense : ↗ Prolactine
(Urhausen *et al.*, 1995; Budgett *et al.*, 2008, Meeusen *et al.*, 2011)



↘ Prolactine (W1-W3):
Adaptation à l'entraînement

↗ Prolactine (W3-W4) :
Stress/Surmenage?

Thyroxine

↗ T4 L (W1-W2): (P < 0,05)
Adaptation à l'entraînement

↳ T4 L (W2-W3 et W3-W4) :
Stress/Surmenage? (P < 0,05)

Entraînement ↗ T4 = Peu de modification activité thyroïdienne

↘ T₄ quand la charge de travail s'intensifie :

Déficit énergétique → ↘ métabolisme de base ↘ T₄ ↘ **capacités d'exercice = fatigue**

(Biondi *et al.*, 2004, Steinacker *et al.*, 2005)

Microblessures, baisse performance (myopathies: **inflammation** → ↘ T₄: **surmenage?**

(Hyypä, 2005; Steinacker, *et al.*,

2005)

Leptine

Hormone adipocytaire (corrélée à la masse grasse) qui **régule la dépense énergétique** :

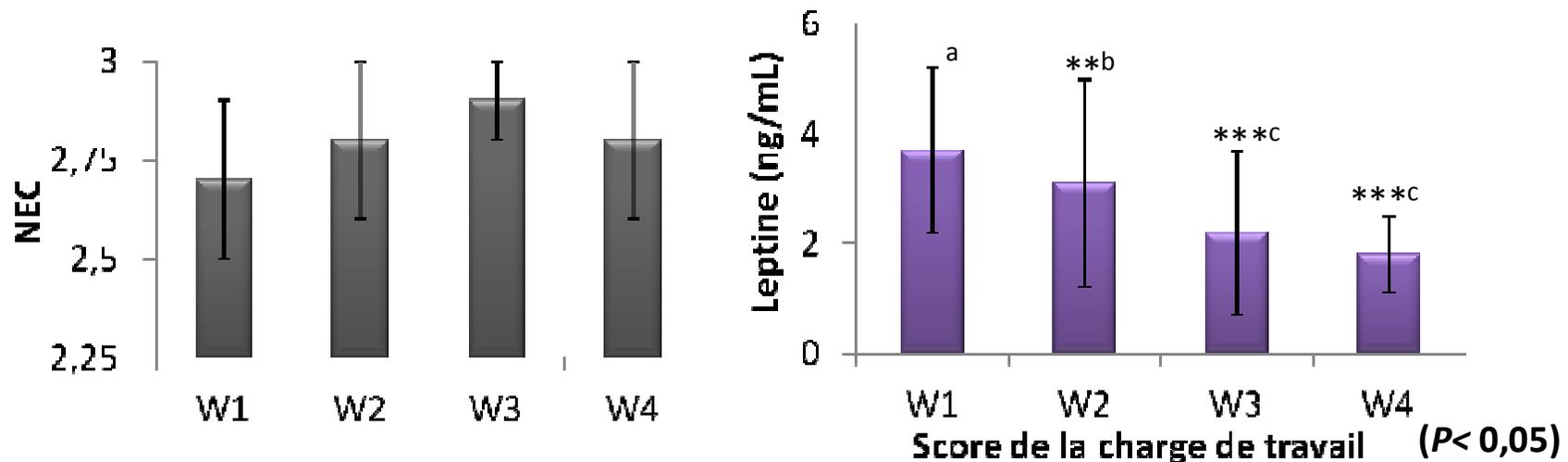
(Boden *et al.*, 1996; Klok *et al.*, 2007; Van Weyenberg *et al.*, 2008)

Inhibée: catécholamines, corps cétoniques et les AGNE

Stimulée: triglycérides, corticoïdes, insuline, TNF- α et IL-1

Rôle important dans le surentraînement

(Boden *et al.*, 1997 ; Gomez-Merino *et al.*, 2004; Boussida *et al.*, 2010; Jürimäe *et al.*, 2011)



↳ **Leptine discorde en W3-W4 : insuffisance de l'apport énergétique réparateur**

Surmenage?

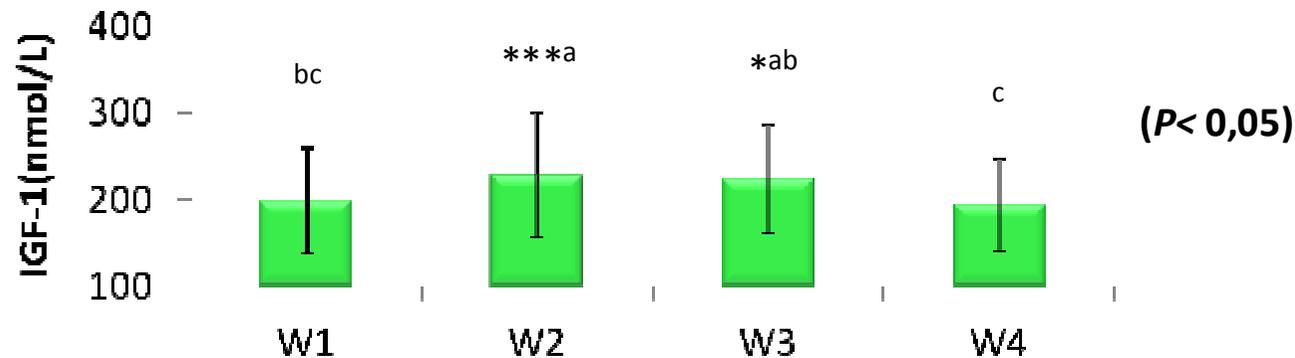
Insulin-like growth factor-1 (IGF-1)

Activité somatotrope (GH → foie)

IGF-1 → durée et intensité, et statut nutritionnel pendant l'exercice

Exercice intense + déséquilibre énergétique + état inflammatoire = **↘ IGF-1**

→ **Surmenage/Surentraînement** (Smith *et al.*, 1995; Chicarro *et al.*, 2001; De Graaf-Roelfsema *et al.*, 2008)



↗ **IGF-1** (W1-W2) → effet anabolisant

↘ **IGF-1** (W2-W4) → efforts musculaires répétés (inflammation) et/ou déficit calorique

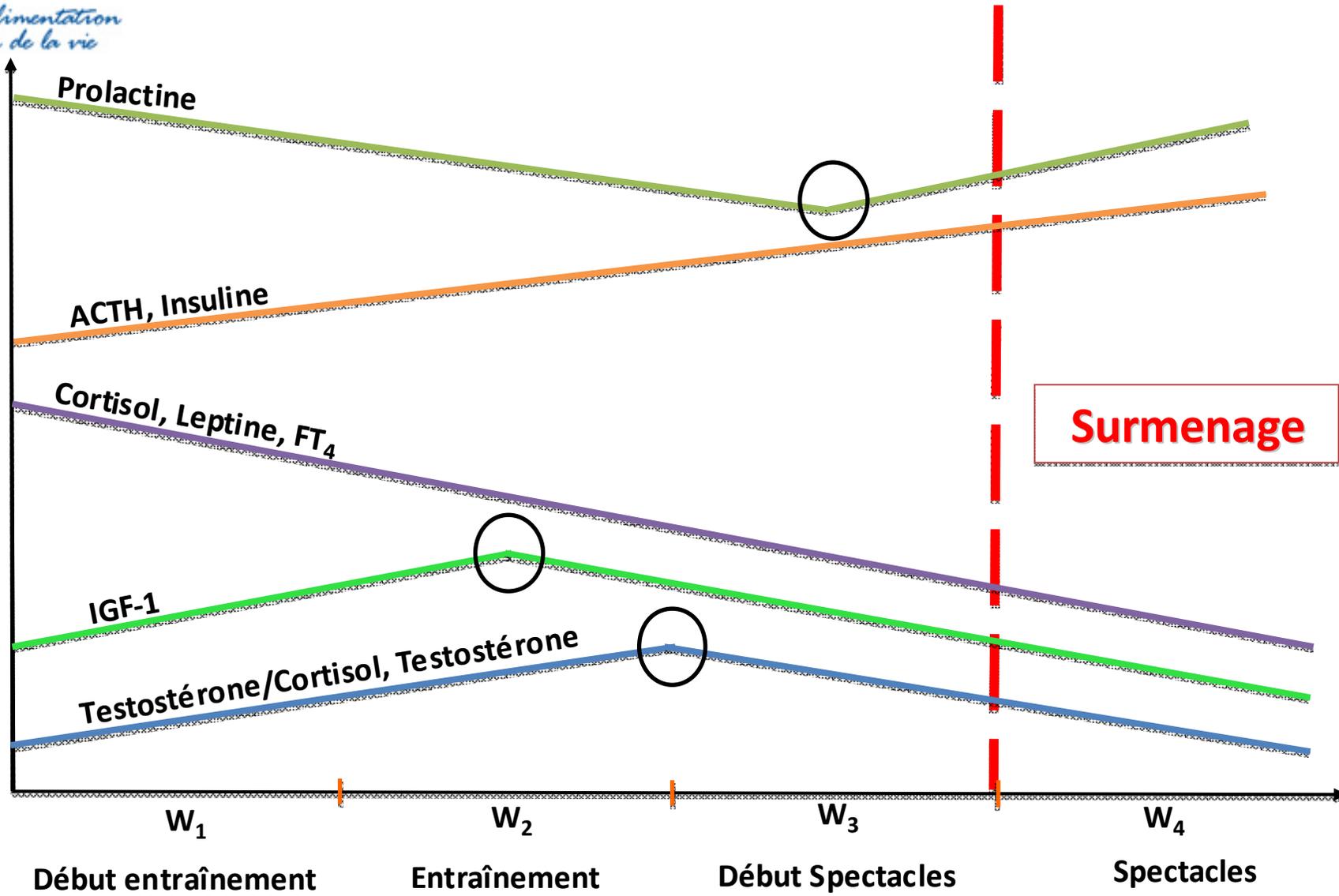
IGF-1 → anomalie fonction somatotrope dès W3 = **surmenage?**

Insuline

↗ Insuline avec W, ↘ W4 avec la ration + IR en W4?

Déplétion glycogénique, récupérations incomplètes et émoussement mécanismes hyperglycémiantes (Steinacker *et al.*, 2004; Hyyppä, 2008; McKeever, 2011) → **Surmenage ?**

Bilan: variations hormonales



Perspectives

✓ Valider ces **RÉSULTATS** dans les autres spécialités sportives équines

1) **Suivi hormonal régulier** → information cruciale et précoce sur l'évolution de la condition du cheval :

- **Toute perturbation** = annonciatrice de risque de surmenage/surentraînement
- **Suivi endocrinien mensuel : ACTH , cortisol, testostérone et leptine (IGF-1?)**

2) **Animal Suspect de risque de surmenage / surentraînement**

- **Profil hormonal ponctuel : idem + IGF-1**

Interprétation en fonction des **variations énergétiques de la ration, NEC et poids**

- **En cas de surentraînement avéré:**

Suivi endocrinien (15 jours ?) : ACTH , cortisol, leptine et testostérone + IGF-1?

- évaluer la **sévérité** du syndrome
- suivre la **restauration** de l'équilibre physiologique
- déterminer une éventuelle **guérison** → **reprise du travail**



CONCLUSION



✓ **Paramètres classiques** : indices des performance, NEC (poids), bilan nutritionnel, bilan hémato- biochimique, comportement

Après une contre-performance : Déceler un état de fatigue/maladie

✓ **Suivi hormonal**: cortisol, ACTH, leptine, testostérone, IGF-1

Alerter sur le risque de surmenage ou de surentraînement
Témoin de sévérité et de guérison

PUYDUFOU



Remerciements particuliers à l'équipe de l'Académie Equestre du Grand Parc du Puy du Fou, sans qui cette étude n'aurait pu être menée à bien