Fatigue et conduite d'un véhicule lourd

Normand Teasdale

Université Laval, Faculté de médecine, Département de kinésiologie

UNIVERSITÉ LAVAL

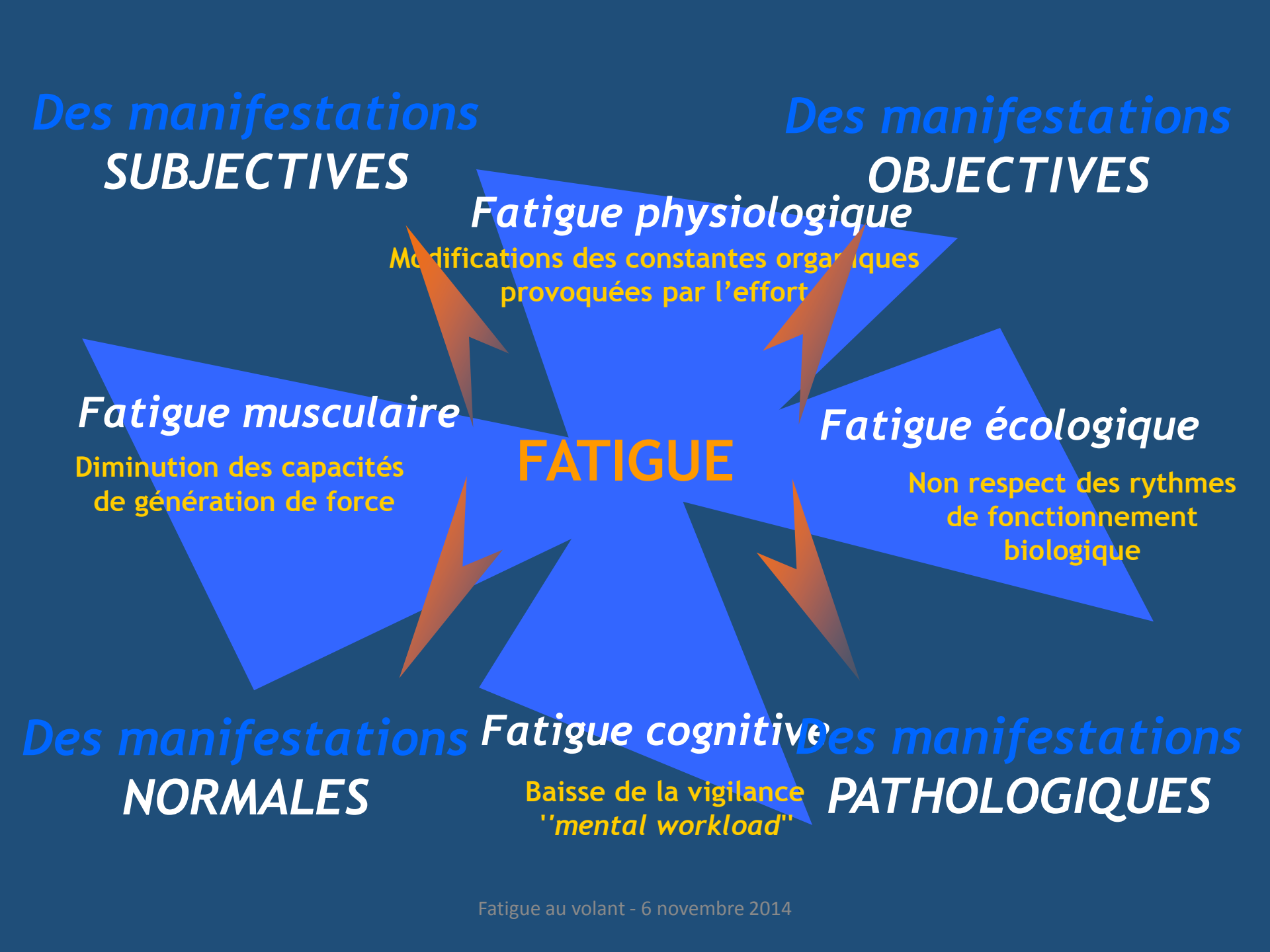
Aujourd'hui

- Les différents visages de la « fatigue » et un modèle simple appliqué à la conduite d'un véhicule.
- Quelques chiffres sur la fatigue et la conduite.
- Un projet de recherche visant à détecter comment la fatigue associée à l'obésité et à un symptôme de l'apnée du sommeil affecte la performance de conduite d'un véhicule lourd.

1. La fatigue
2. Quelques données sur les effets de la fatigue sur la conduite
3. Un projet de recherche avec des conducteurs d'un véhicule lourd

La fatigue est un phénomène :

- Commun
- Complexe
- Controversé


Des manifestations
SUBJECTIVES
Des manifestations
OBJECTIVES
Fatigue physiologique
Modifications des constantes organiques
provoquées par l'effort
Fatigue musculaire
Diminution des capacités
de génération de force
FATIGUE
Fatigue écologique
Non respect des rythmes
de fonctionnement
biologique
Des manifestations
NORMALES
Fatigue cognitive
Baisse de la vigilance
''mental workload''
Des manifestations
PATHOLOGIQUES

Multiplicité de definitions

- Il y a une multiplicité de définitions qui sont parfois irréconciliables (Desmond & Hancock, 2001).

- Le terme fatigue est mal défini dans la littérature (May & Baldwin 2009).

Fatigue active et passive et troubles du sommeil

- Fatigue active
  - Charge élevée de travail mental, surcharge cognitive
  - p. ex. : Visibilité difficile, grande densité de la circulation, tâche secondaire

- Fatigue passive
  - Faible charge de travail mental, monotonie
  - Effet de l'automatisation (p. ex., régulateur de vitesse) lorsque la tâche est prévisible que la densité de la circulation est faible

- Fatigue associée à un trouble du sommeil
  - narcolepsie
  - apnée du sommeil
  - Manque de sommeil causé par une perturbation du rythme circadien

May JF, Baldwin CL (2009) Driver fatigue: The importance of identifying causal factors of fatigue when considering detection and countermeasure technologies. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 12:218–224.

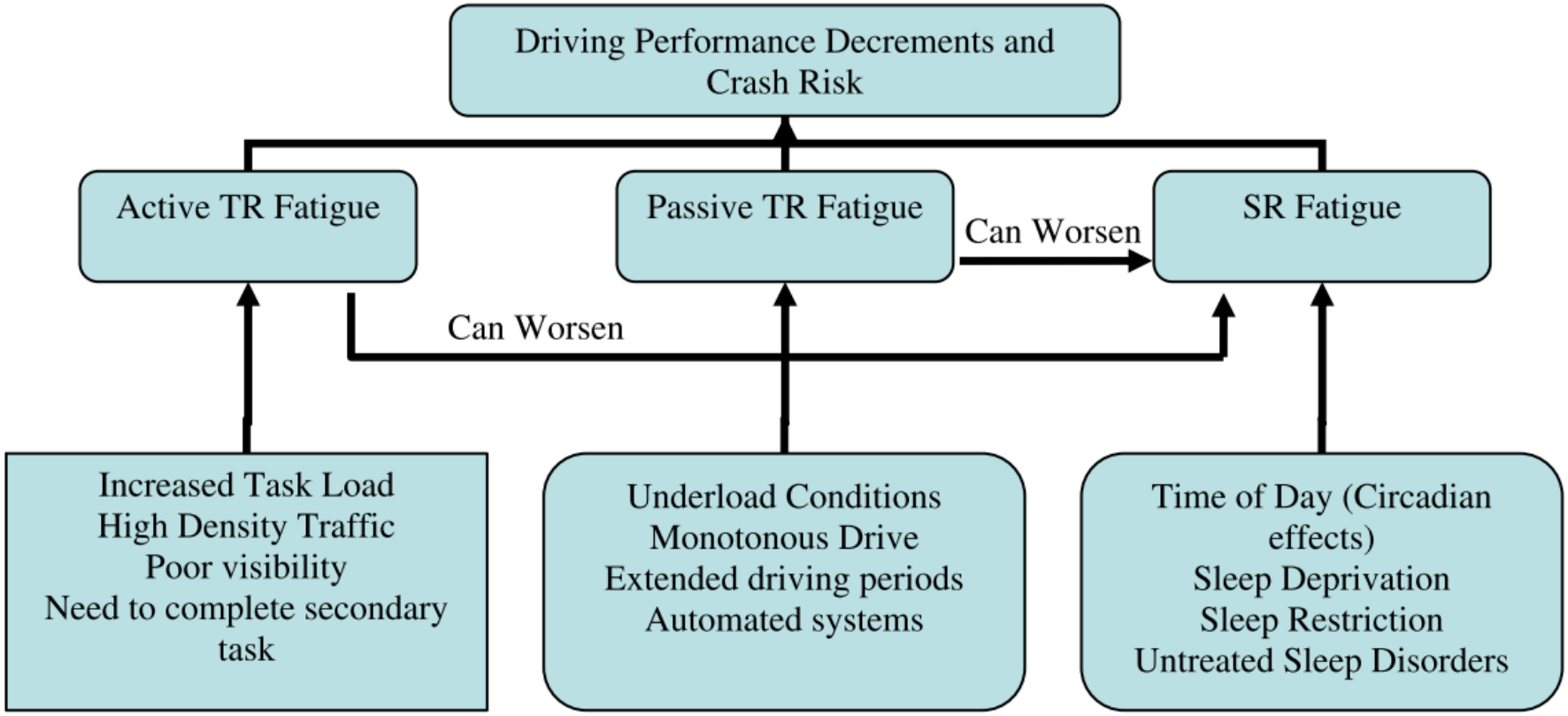


Fig. 1. A model of fatigue.

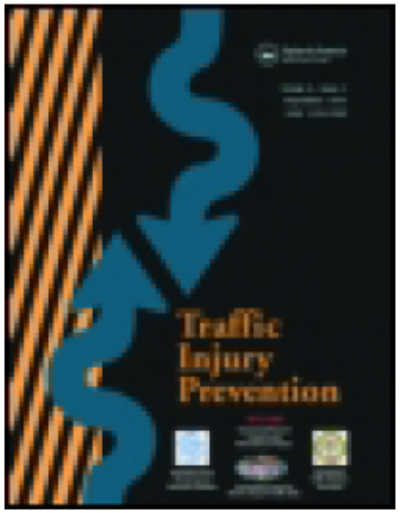
1. La fatigue
2. Quelques données sur les effets de la fatigue sur la conduite
3. Un projet de recherche avec des conducteurs d'un véhicule lourd

Fatigue, conduite et accidents

- La fatigue serait responsible de 1 à 3% des accidents (Lyznicki et al. 1998)
- Pour la conduite sur autoroute et sur les routes principales, on mentionne que le taux pourrait atteindre 20% (Horne & Reyner 1995).
- La vaste majorité des auteurs s'entendent pour dire que ces valeurs sont une sous-estimation du problème puisque lors d'un accident, les causes sont souvents multifactorielles.

Obésité, fatigue et conduite

- L’obésité, même sans trouble du sommeil, est associée à des symptômes de fatigue diurne. Des facteurs métaboliques et psychologiques seraient en cause (Vgontzas et al. 2006)
- L'obésité est aussi un des facteurs les plus importants associés à la présence et à la sévérité de l’apnée du sommeil (SAS).
- Environ 50 % des camionneurs seraient obèses. Dans certaines régions, certains auteurs parlent d'un pourcentage qui pourrait être près de 90%! (Dagan et al. 2006; Wiegand et al. 2009)
- En 2000, aux États-Unis, plus de 800 000 camionneurs souffrant de SAS auraient été impliqués dans un accident. Coût de 1400 vies et 16 milliards. (Sassani et al. 2004)



Traffic Injury Prevention
Publication details, including instructions for authors and subscription information:
http://www.tandfonline.com/loi/gcpi20

Commercial Drivers' Health: A Naturalistic Study of Body Mass Index, Fatigue, and Involvement in Safety-Critical Events

Douglas M. Wiegand [a] , Richard J. Hanowski [b] & Shelby E. McDonald [b]

[a] National Institute for Occupational Safety and Health , Cincinnati, Ohio, USA

[b] Center for Truck and Bus Safety , Virginia Tech Transportation Institute , Blacksburg, Virginia, USA

Published online: 13 Nov 2009.

Wiegand et al. (2009)

- 103 camionneurs suivis pendant plusieurs mois (camions instrumentés).
- Identification des situations ayant menées à des accidents et des quasi-accidents (''*near-miss*'').
- Mesures de somnolence (subjective et évaluation de la somnolence sur la base d'un pourcentage d'ouverture des yeux). 4 catégories: pas somnolent, peu somnolent, somnolent et très somnolent.

Obésité et somnolence

- 48 camionneurs non-obèse, IMC : 18.5 à 29.9 kg/m2
- 55 camionneurs obèses, IMC : > 30.0 kg/m2

Pour l'ensemble des situations analysées, les camionneurs obèses avaient un risque plus élevé que les non-obèses d'être somnolents [1.22 (IC 1.03-1.45)].

Aucune information sur la présence d'apnée du sommeil

Nombre total d'é critiques vs IMC

	N d'é	% des é
Non-obèse	445	36.6%
Obèse	772	**64.4%**
Total	1217	100%

Nombre d'é critiques/[Nombre d'é critiques + Nombre d'é lors de situations contrôle]

	N d'é	% des é
Non-obèse	907	44.2%
Obèse	1146	**55.8%**
Total	2053	100%

Risque relatif pour les obèses : 1.37 (CI = 1.19–1.59)

Obésité ou Apnée du sommeil?

1. La fatigue
2. Quelques données sur les effets de la fatigue sur la conduite
3. Un projet de recherche avec des conducteurs d'un véhicule lourd
   - Qualité de vie
   - Performance de conduite

Objectifs du projet

- Évaluation **objective** des effets du SAS et de l'obésité sur la conduite sur route et en simulateur.

- Évaluer l’efficacité d’une perte de poids et d’un traitement en ventilation par pression positive continue (CPAP) sur la conduite.

Collaborateurs

Mathieu Germain Robitaille, Marcel Kaszap, Angelo Tremblay, Francine Pérusse, Martin Simoneau, Denis Laurendeau, Thierry Moszkowicz, Frédéric Sériès, Martin Lavallière, William Labrie, Pierre-Luc Caron…

Protocole

- Profil de santé et polysomnographie ambulatoire
- Mesures de conduite en simulateur (45 minutes) et en situations naturelles (1 semaine)
- Suivi nutritionnel (perte de poids) et traitement en pression positive continue (PPVC)
- Mesures de conduite en simulateur (45 minutes) et en situations naturelles (1 semaine)

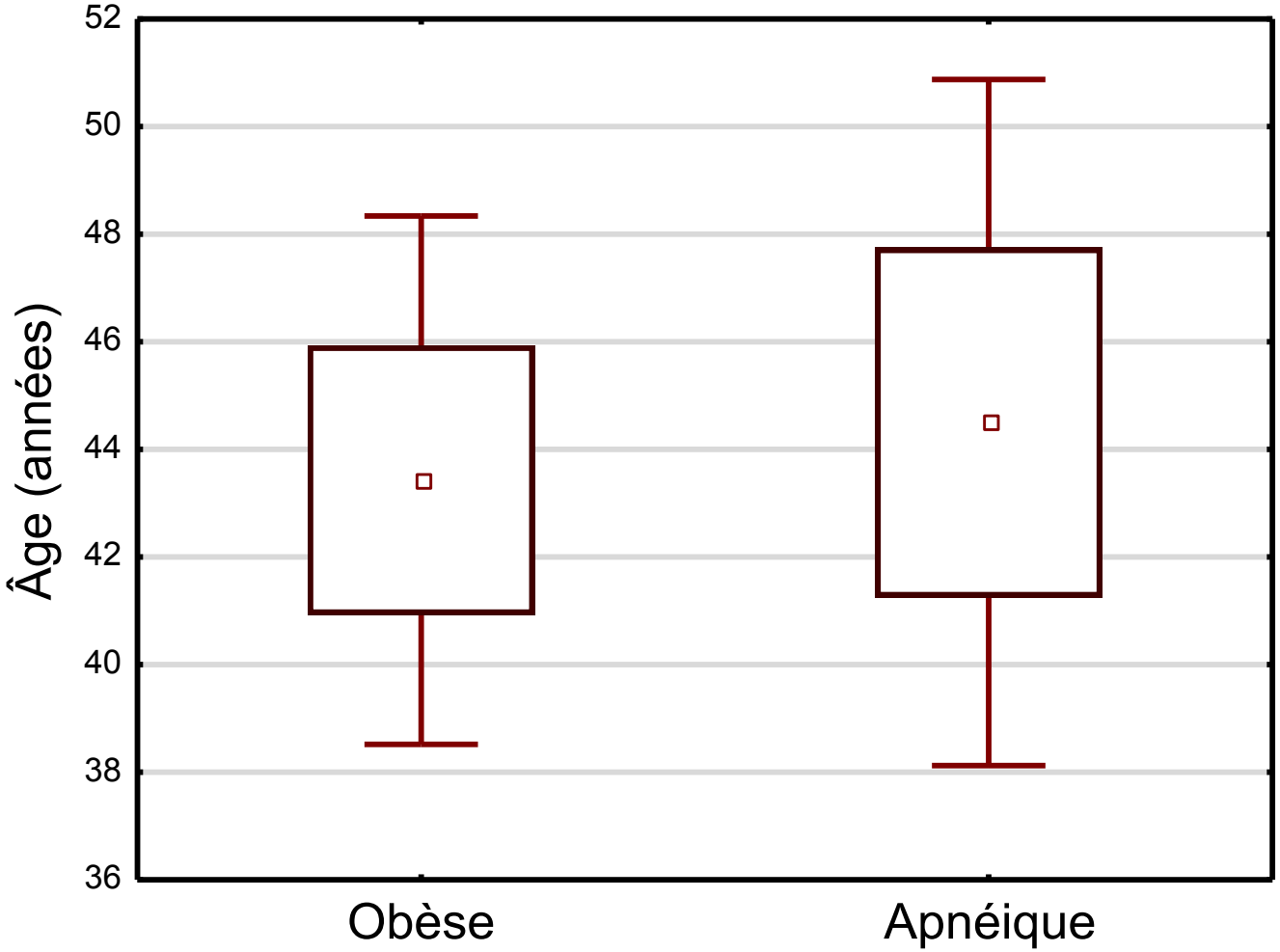
Participants

- 10 camionneurs avec un SAS (IMC > 28 kg/m^2)
- 7 camionneurs sans SAS (IMC > 28 kg/m^2)

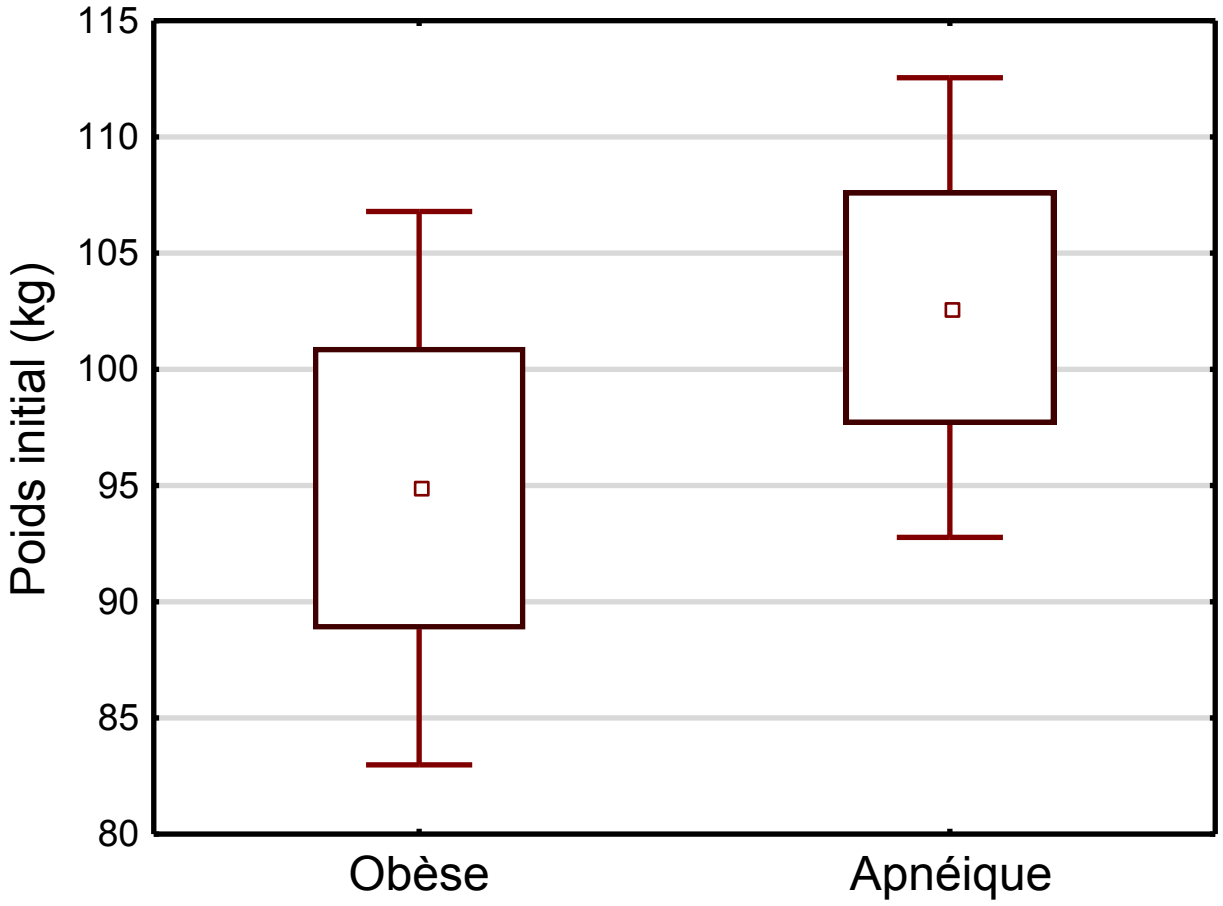
Tous les participants avec un SAS avaient des anomalies **sévères**

- **Aucun participant n'avait été diagnostiqué préalablement.**
- Le participant montrant le moins d'anomalies respiratoires (13.1 à 46.6 en sommeil paradoxal-REM).
- Le participant montrant le plus d'anomalies respiratoires (60.8 à 71.6 en sommeil paradoxal-REM).

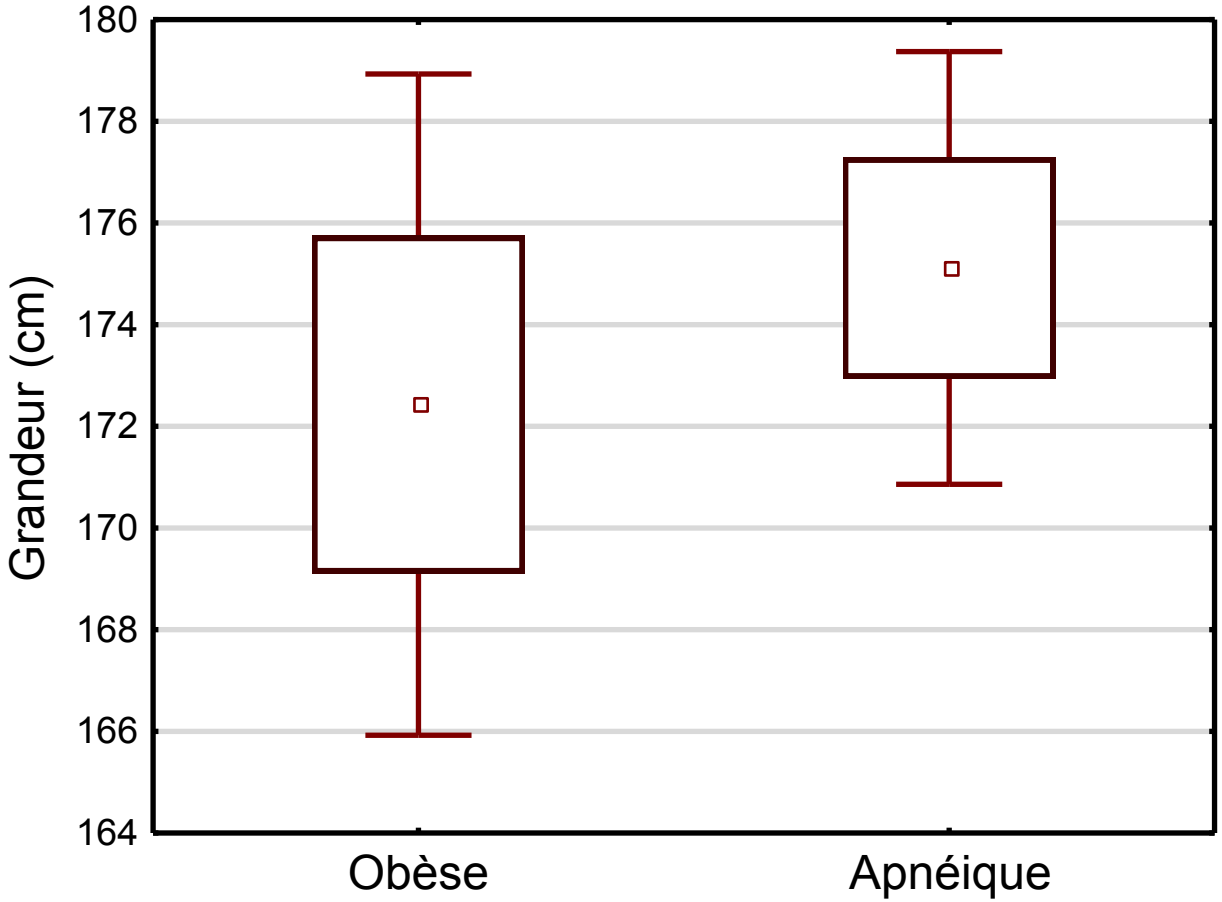
Âge des participants



Poids initial des participants



Grandeur des participants



Mesures qualitatives du sommeil

- Échelle de somnolence d'Epworth
- Index de la qualité du sommeil de Pittsburgh
- Questionnaire sur le sommeil de Québec

Échelle de Somnolence d'Epworth

Johns MW (Sleep 1991; 14:540-5) «A new method for measuring day time sleepiness : The Epworth Sleepiness Scale.Sleep».

La somnolence est la propension plus ou moins irrésistible à s'endormir si l'on est pas stimulé.

(Nb. Ce sentiment est très distinct de la sensation de fatigue qui parfois oblige à se reposer).
Le questionnaire suivant, qui sert à évaluer la somnolence subjective, est corrélé avec les résultats objectifs recueillis par les enregistrements du sommeil.

Prénom : ..... Nom :	.Date de naissance:.....
Date du test :.....	Ronflement? ..... oui ..... Non.....

Vous arrive-t-il de somnole ... née) dans les situations suivantes :

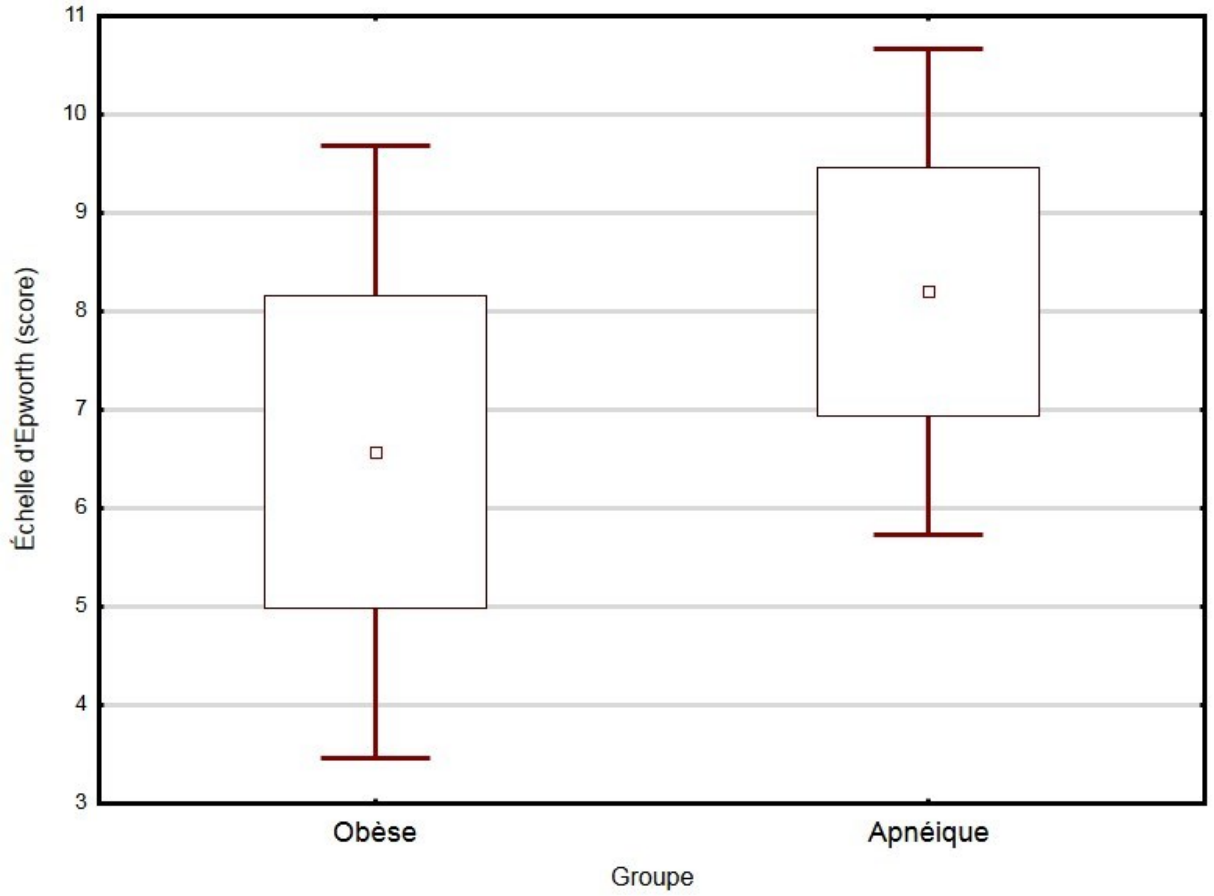
Même si vous ne vous êtes pas trouvé récemment dans l'une de ces situations, essayez d'imaginer comment vous réagiriez et quelles seraient vos chances d'assoupissement.

notez **0** : si ***c'est exclu.*** «Il ne m'arrive jamais de somnoler: **aucune** chance,
notez **1** : si ***ce n'est pas impossible.*** *«Il y a un petit risque»*: **faible** chance,
notez **2** : si ***c'est probable.*** *«Il pourrait m'arriver de somnoler»*: chance **moyenne**,
notez **3** : si ***c'est systématique.*** *«Je somnolerais à chaque fois»* :**forte** chance.

- Pendant que vous êtes occuper à lire un document 0 1 2 3

...

Échelle de somnolence d'Epworth



Index de la qualité du sommeil de Pittsburgh (PSQI)

5. Durant le dernier mois, combien de fois avez-vous eu de la difficulté à dormir parce que vous…

a) ne pouviez pas vous endormir à l'intérieur de 30 minutes ?

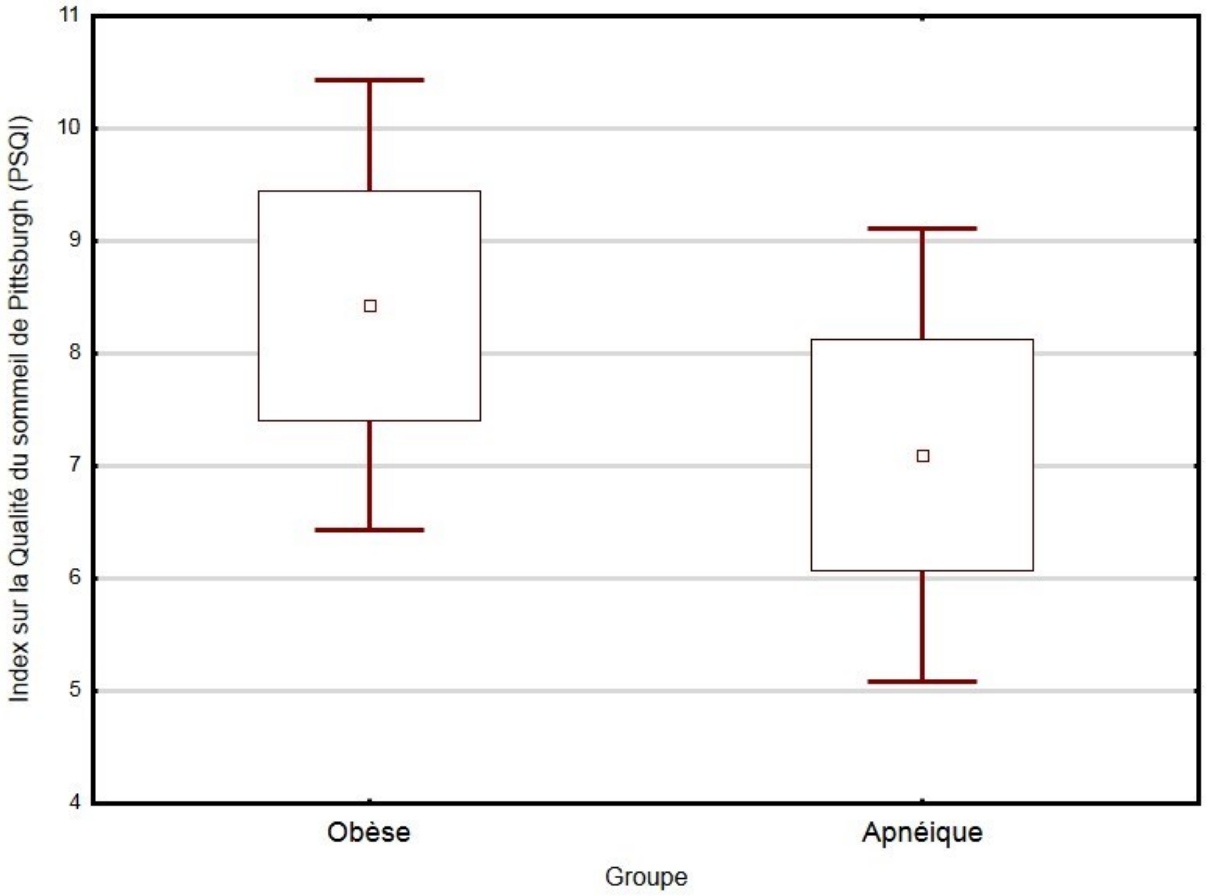
pas durant le dernier mois _____	moins d'une fois par semaine _____	une ou deux fois par semaine _____	3 fois ou plus par semaine _____

b) vous réveilliez au milieu de la nuit ou tôt le matin ?

pas durant le dernier mois _____	moins d'une fois par semaine _____	une ou deux fois par semaine _____	3 fois ou plus par semaine _____

…

PSQI : Mauvaise qualité du sommeil pour tous!



Questionnaire du sommeil de Québec

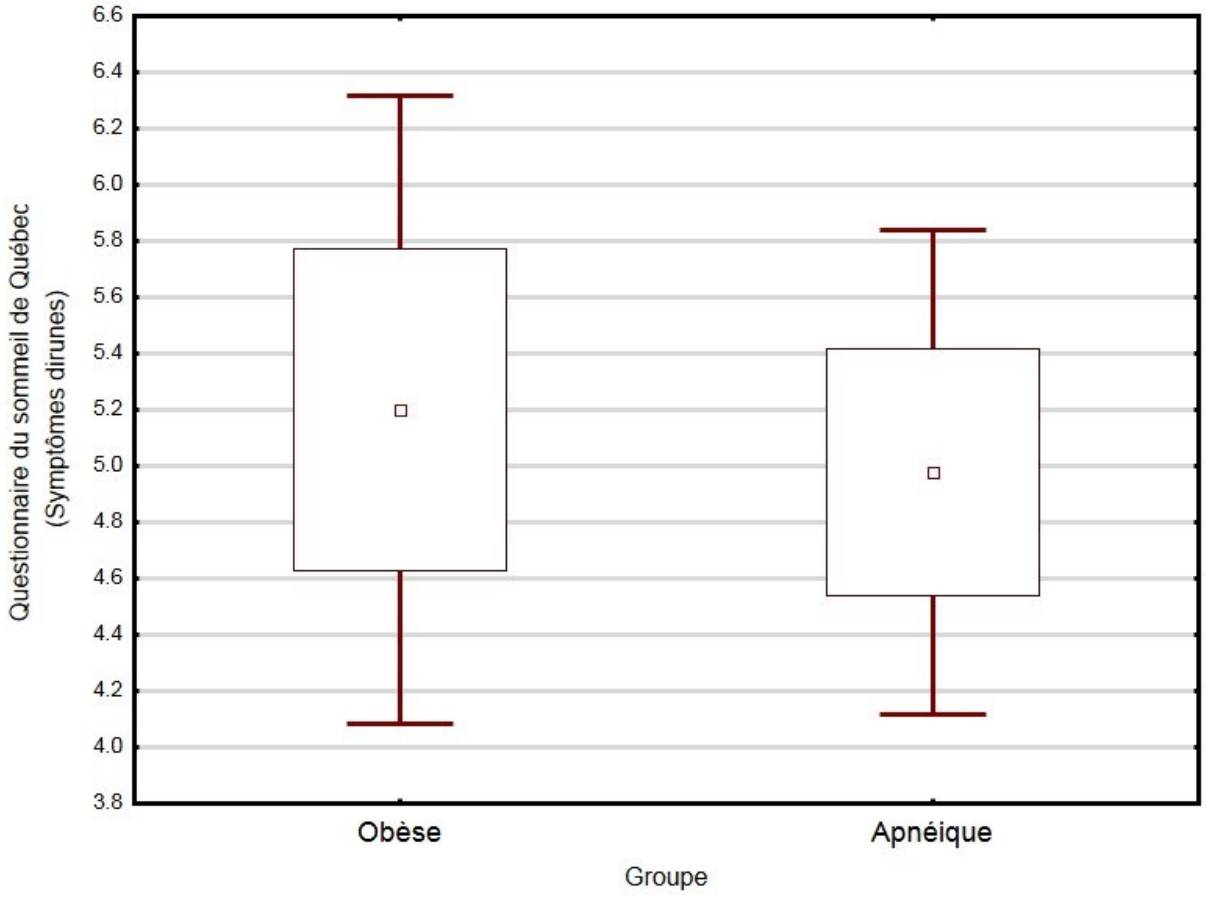
- 32 questions avec des échelles Likert à 7 items
- Un score élevé indique une meilleure qualité de vie

QUESTIONNAIRE DU SOMMEIL DE QUÉBEC

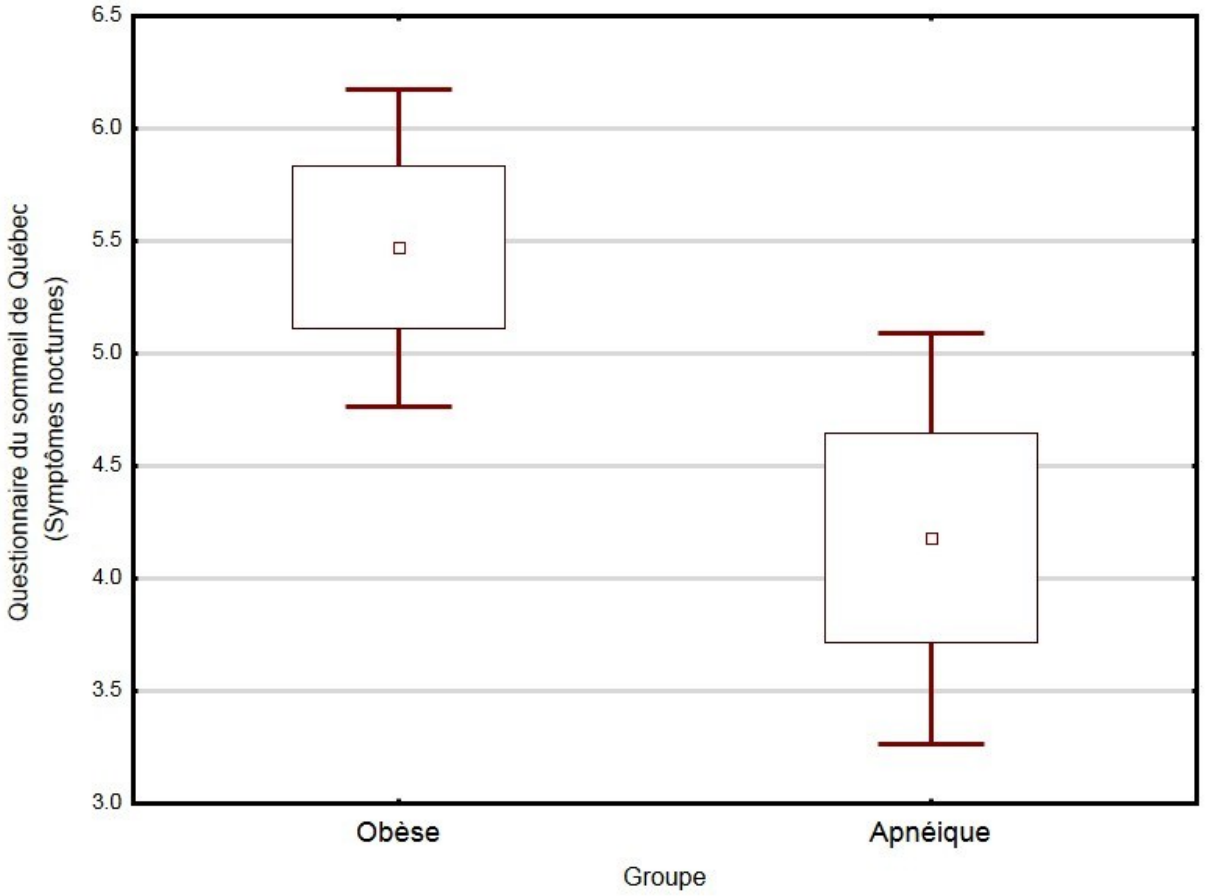
Ce questionnaire a été formulé pour nous faire savoir comment vous vous êtes senti au cours des 4 dernières semaines. Vous serez questionné à propos de l'impact que l'apnée du sommeil a pu avoir sur vos activités de tous les jours, vos émotions et votre vie sociale, ainsi qu'à propos de tout autre symptôme que l'apnée a pu causer.

Au cours des 4 dernières semaines :	*Tout le temps*	*La plupart du temps*	*Une bonne partie du temps*	*Une certaine partie du temps*	*Une petite partie du temps*	*Presque jamais*	*Jamais*
1. Avez-vous eu à vous forcer pour faire vos activités?	1	2	3	4	5	6	7
2. Vous est-il arrivé de déranger tout le monde la nuit durant les sorties entre amis?	1	2	3	4	5	6	7

QSQ: Symptômes diurnes

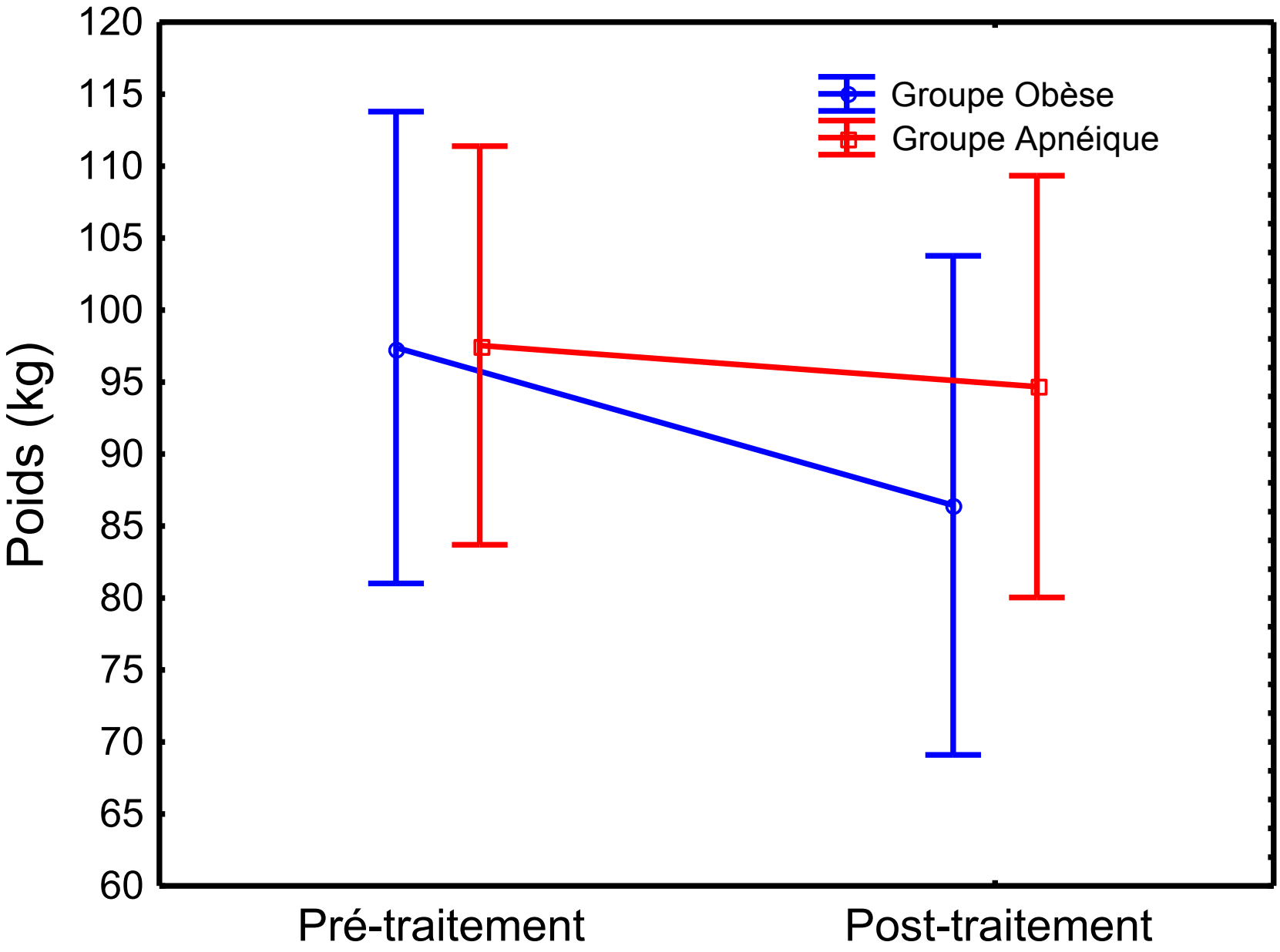


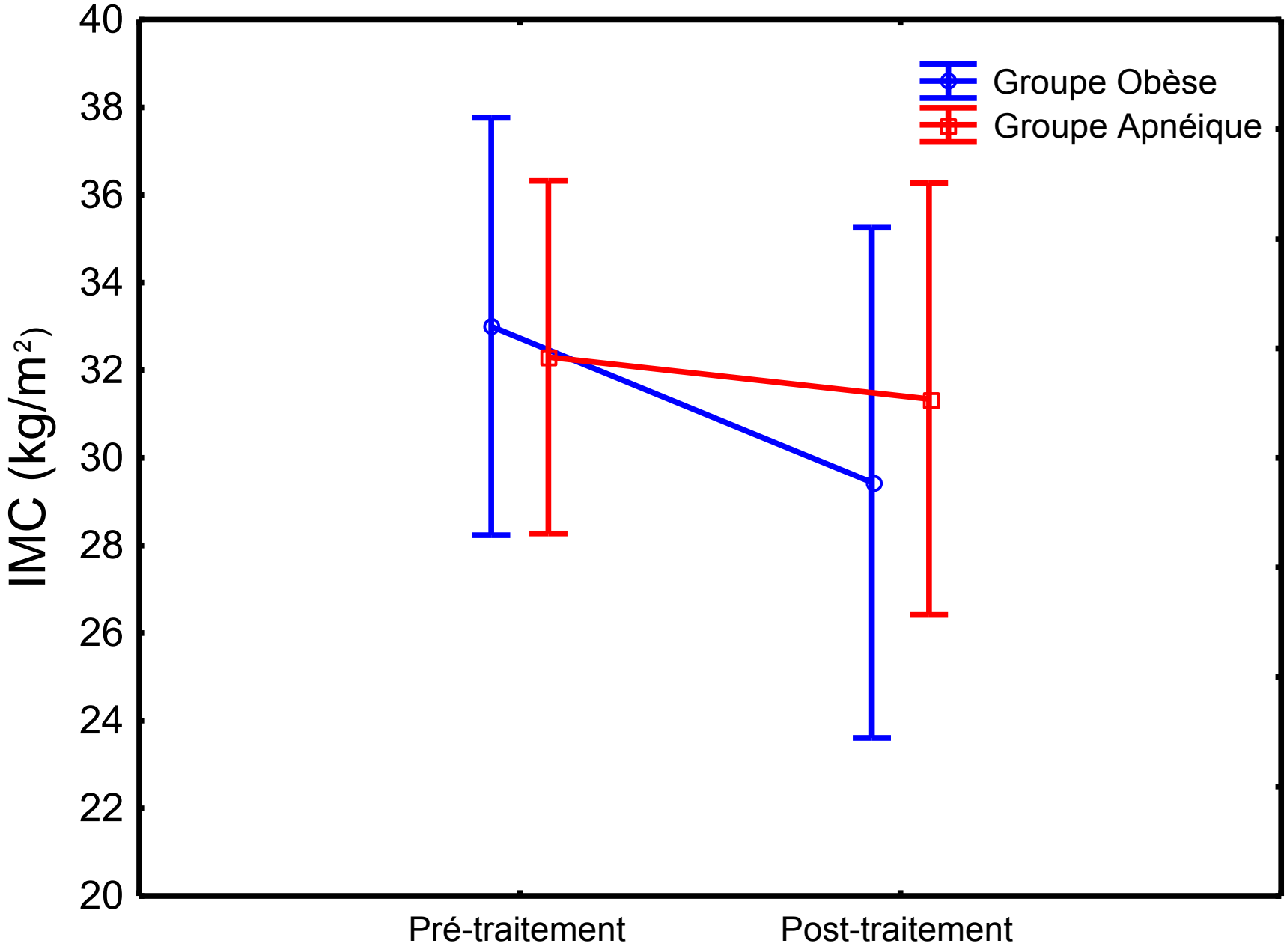
QSQ: Symptômes nocturnes

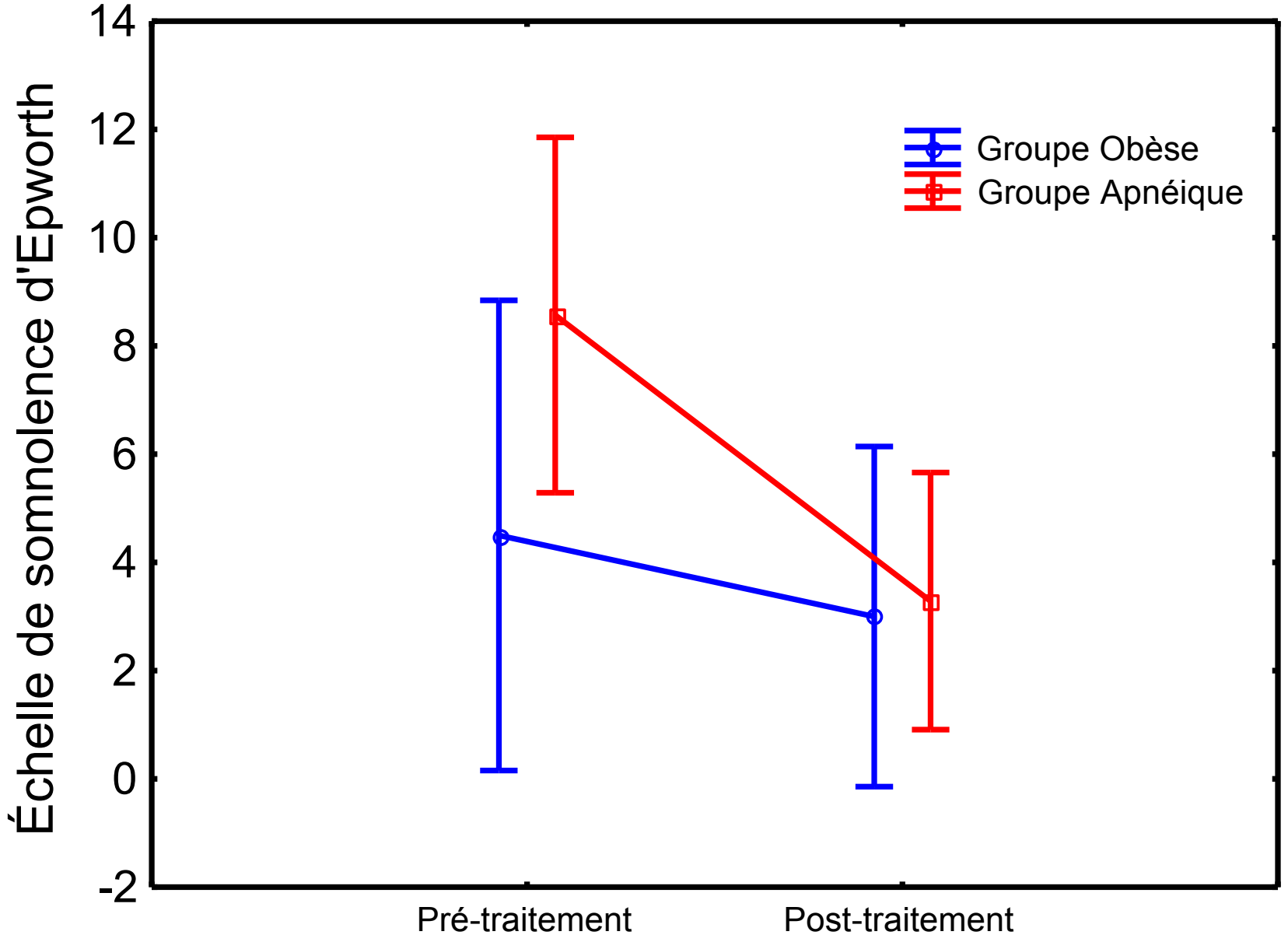


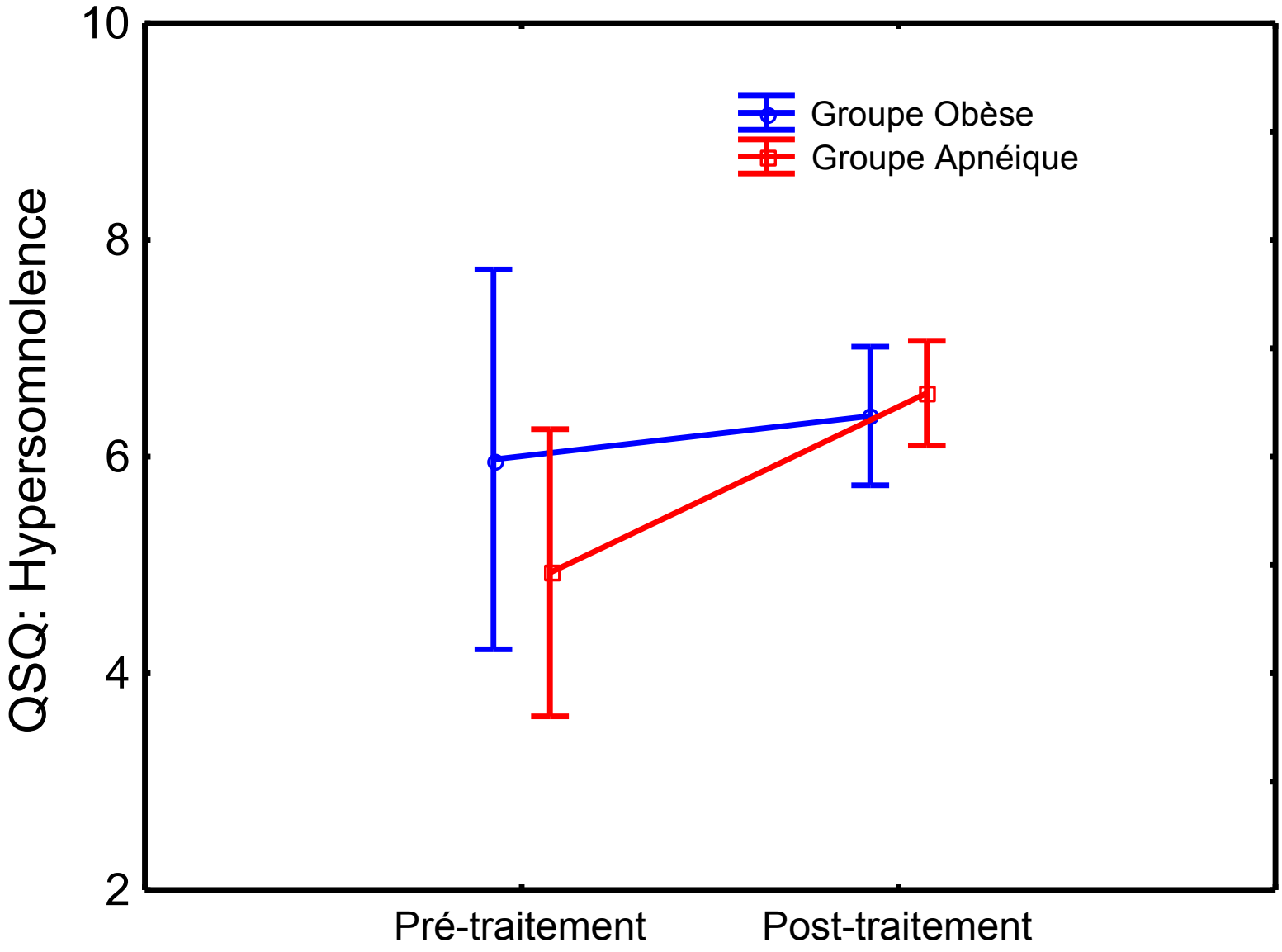
- Suivi nutritionnel = 25 à 30 semaines
- PPVC (CPAP) = diminution immédiate des anomalies respiratoires et excellente compliance des camionneurs

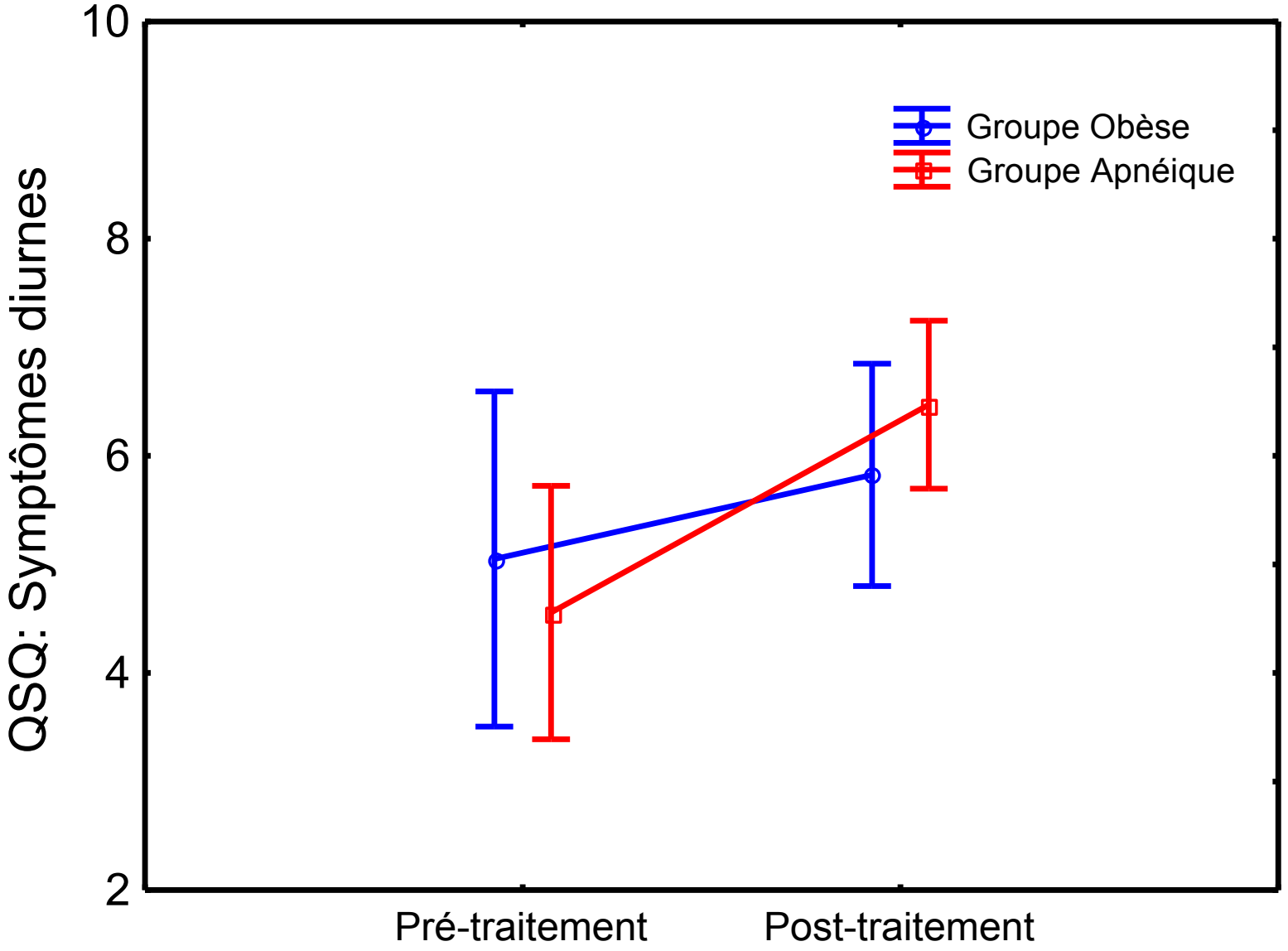
Résultats
Qualité de vie, somnolence

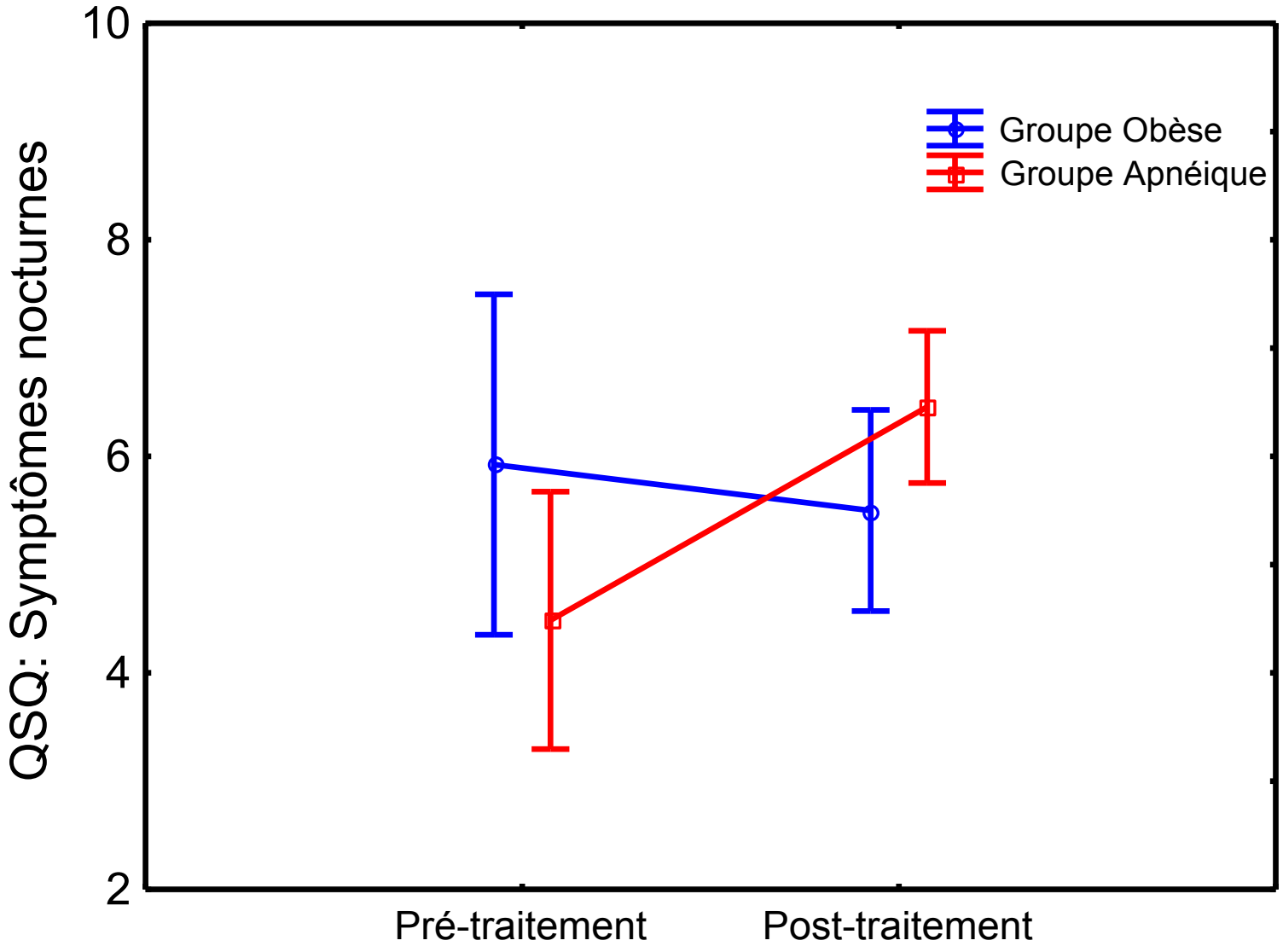

120
115
110
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
Poids (kg)
Groupe Obèse
Groupe Apnéique
Pré-traitement
Post-traitement


40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
IMC (kg/m²)
Groupe Obèse
Groupe Apnéique
Pré-traitement
Post-traitement


Échelle de somnolence d'Epworth
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
Groupe Obèse
Groupe Apnéique
Pré-traitement
Post-traitement


10
8
6
4
2
QSQ: Hypersomnolence
Groupe Obèse
Groupe Apnéique
Pré-traitement
Post-traitement


10
8
6
4
2
QSQ: Symptômes diurnes
Groupe Obèse
Groupe Apnéique
Pré-traitement
Post-traitement

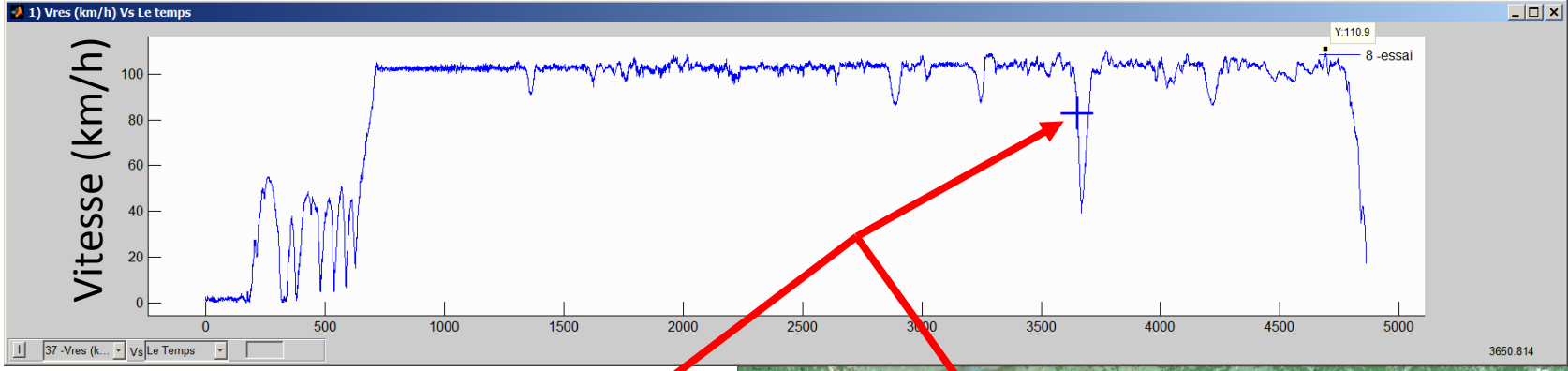

10
8
6
4
2
QSQ: Symptômes nocturnes
Groupe Obèse
Groupe Apnéique
Pré-traitement
Post-traitement

Sommaire des résultats: Qualité de vie et sommeil

- Diminution de la somnolence
- Diminution des symptômes diurnes
- Diminution des symptômes nocturnes (groupe Apnéique)
- Perte de poids plus grande pour le groupe Obèse

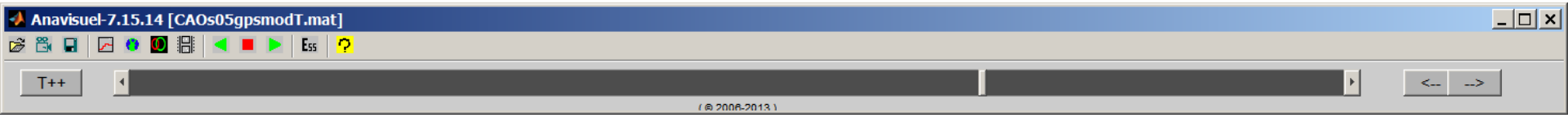
Résultats sur la conduite en situations naturelles

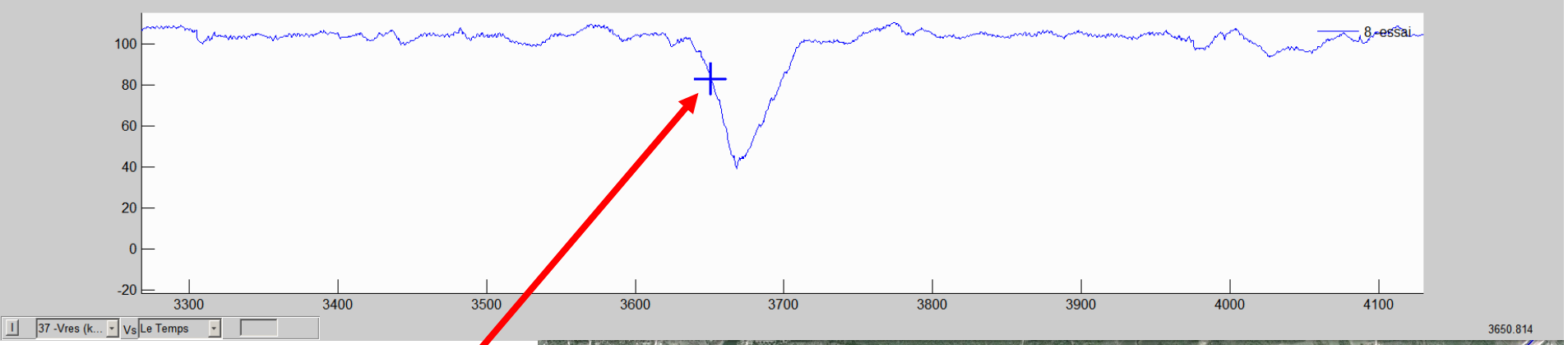
- Approche méthodologique similaire à celle Wiegand et al. (2009).
- Système autonome avec moins de senseurs mais une précision accrue concernant le trajet emprunté.
- Acquisition de données pendant 1 semaine avant traitement et 1 semaine post-traitement.


1) Vres (km/h) Vs Le temps
Vitesse (km/h)
Y:110.9
8 -essai
0
20
40
60
80
100
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
37 -Vres (k...
Vs
Le Temps
3650.814

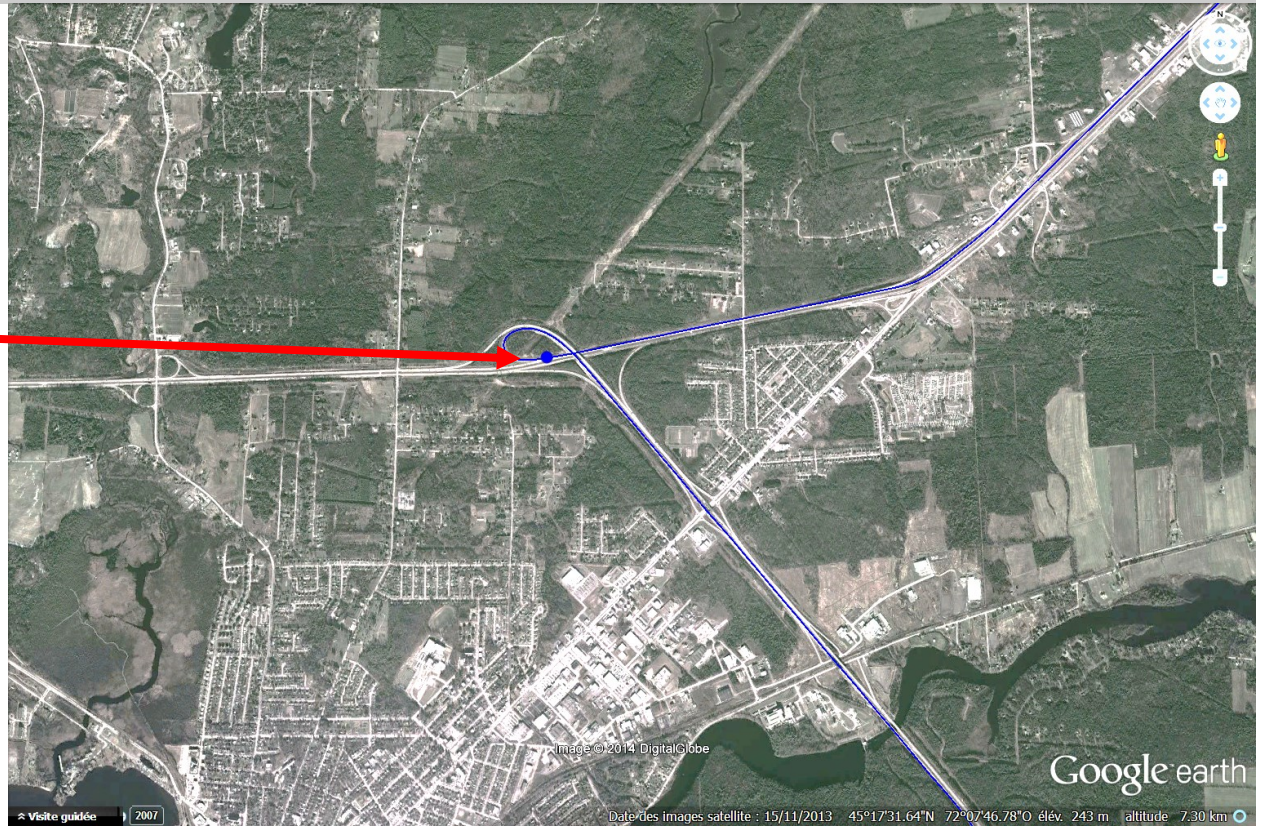
50
100
150
200
100
200
300
400
500
600
vidéo-1
3650.814

Google earth

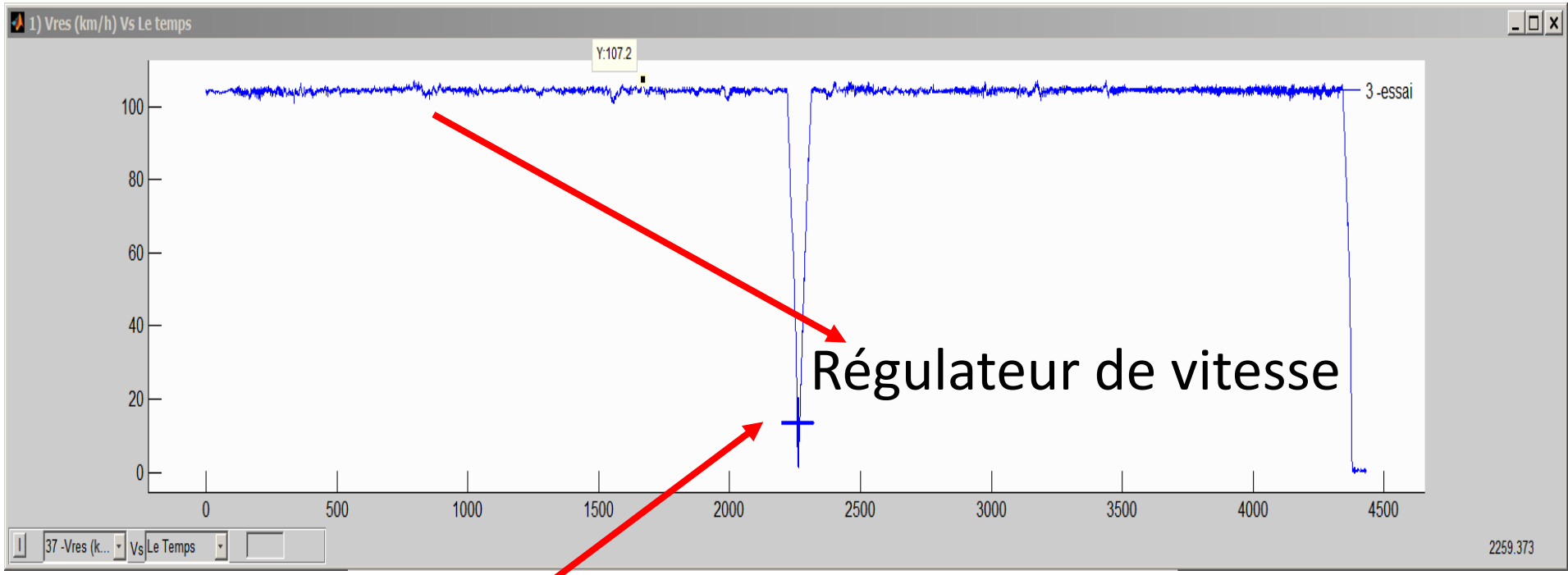

Anavisuel-7.15.14 [CAOs05gpsmodT.mat]
T++
<--
-->



Changement d'autoroute

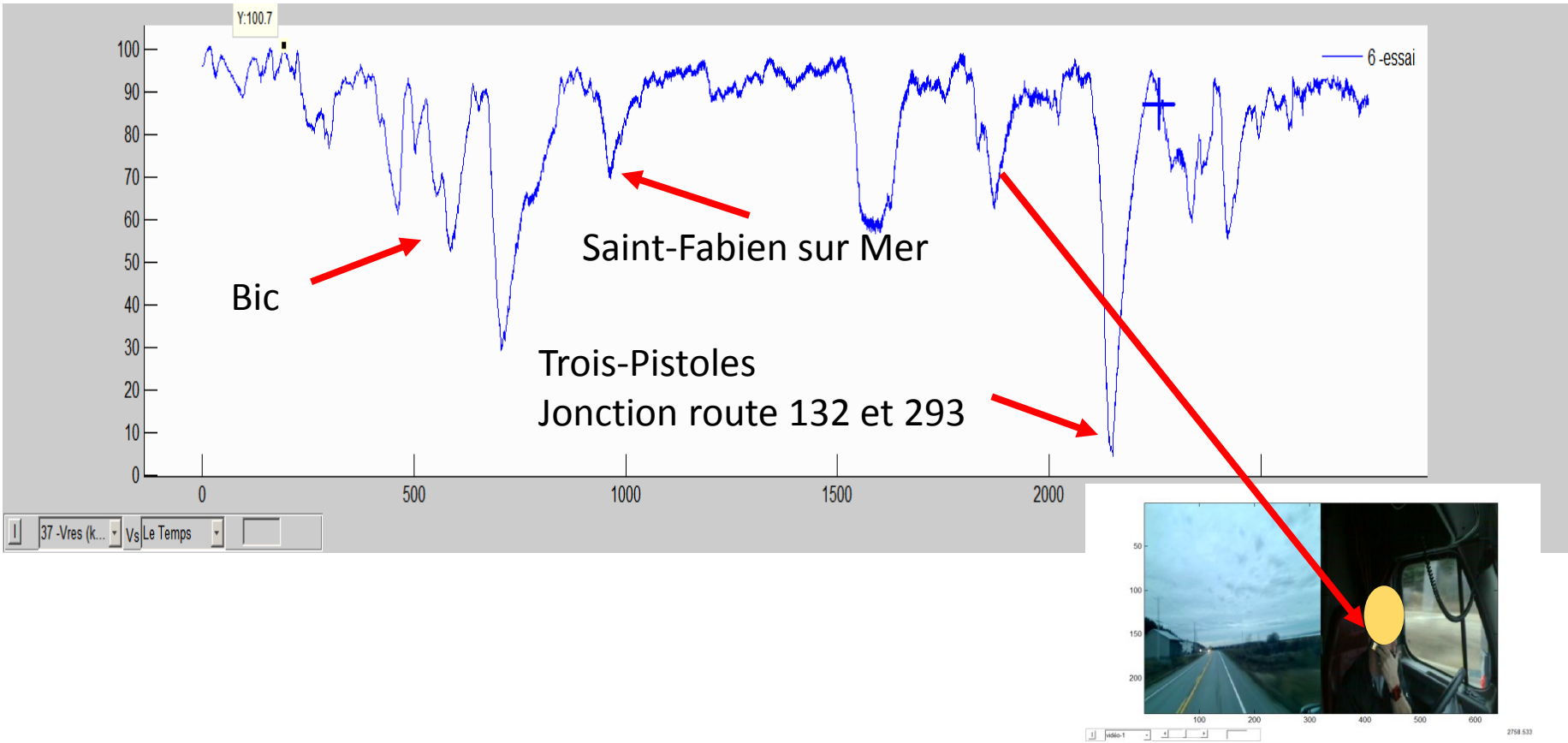


Vitesse lors d'un trajet d'environ 1 heure sur l'autoroute 20

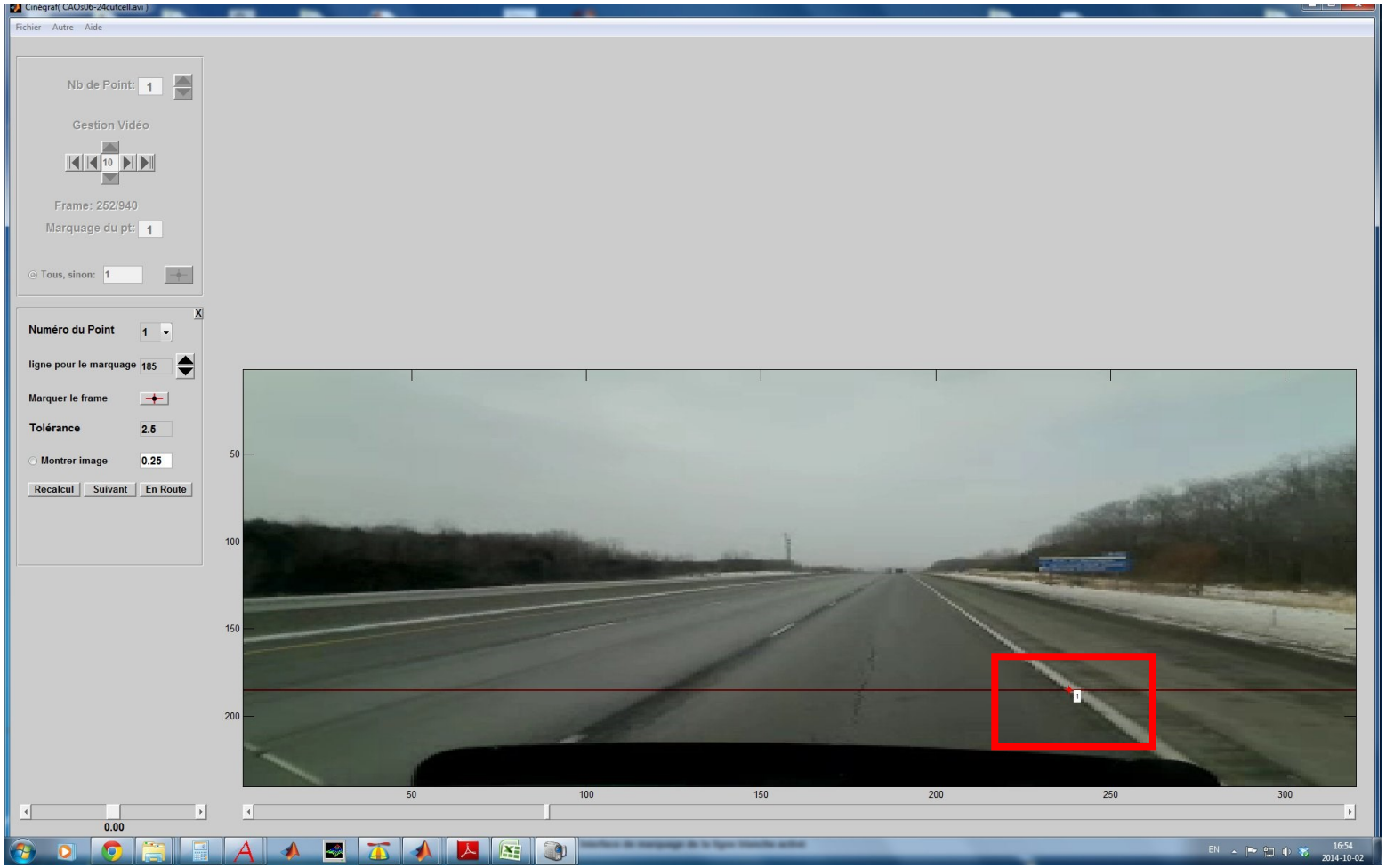


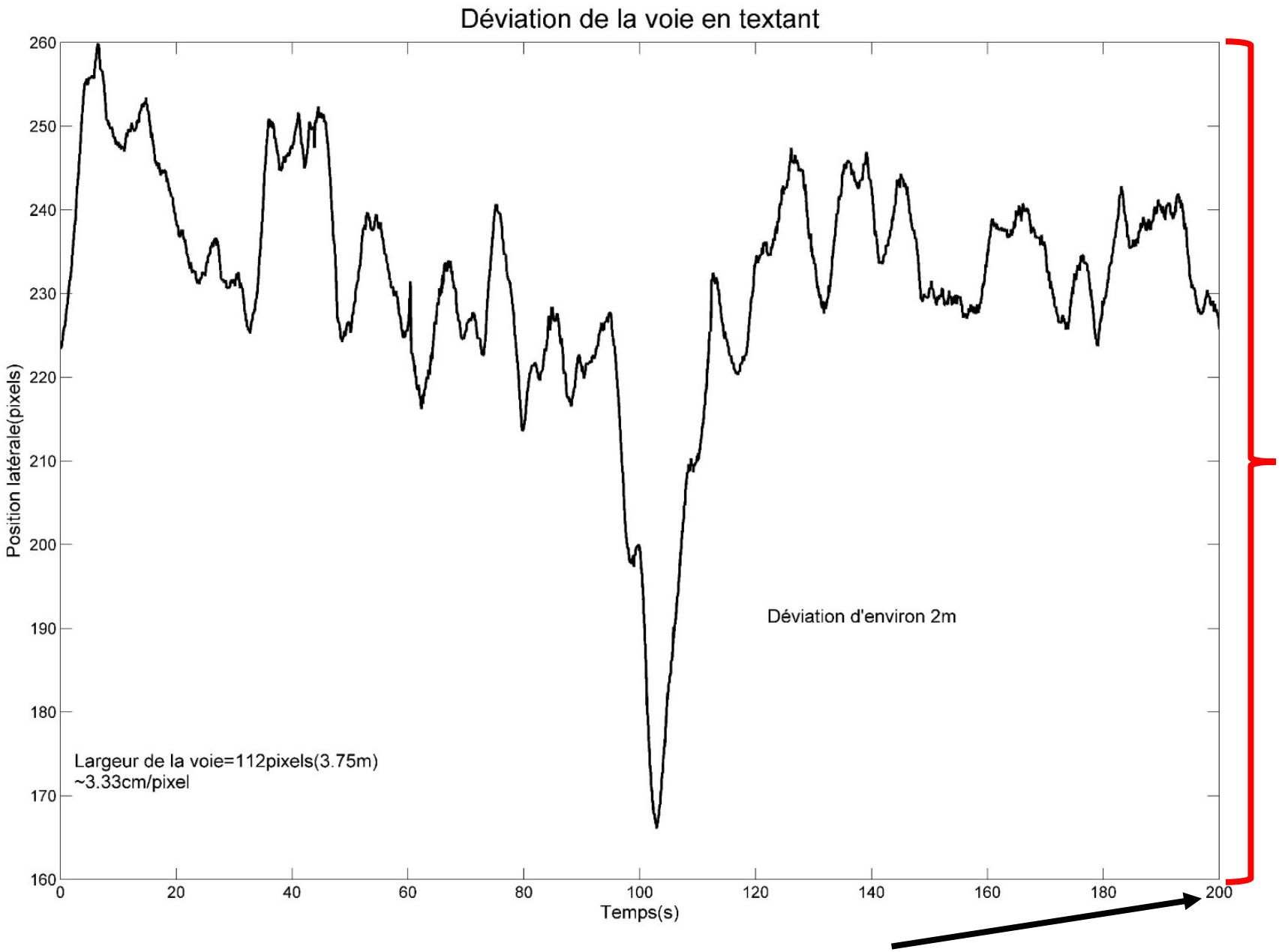
Arrêt à un poste de pesée

Vitesse lors d'un trajet sur la route 138 (Rimouski, direction Rivière-du-Loup)



Détection des variations dans la position latérale du véhicule




Déviation de la voie en textant
Position latérale(pixels)
Temps(s)
Déviation d'environ 2m
Largeur de la voie=112pixels(3.75m)
~3.33cm/pixel
15 images/s; 3000 images
~ largeur de la voie

Que peut-on conclure des analyses de la position moyenne du véhicule et de la variabilité de la position latérale (*SDLP*)?

- Aucun effet de groupe.
- Aucun effet du traitement.

Donc, pour les sections analysées, la position moyenne et la variabilité latérale du véhicule n'étaient pas affectées par l'apnée du sommeil ou le traitement (perte de poids et PPVC).

Analyses de récurrences pour analyser la dynamique du signal de positionnement latéral

- Quelle est la structure complexe du signal de position latérale (recurrence, déterminisme, entropie…)
- Est-ce que la présence de somnolence (pré-traitement vs post-traitement) a un effet sur la structure de ce signal?

Que peut-on conclure des analyses de récurrence?

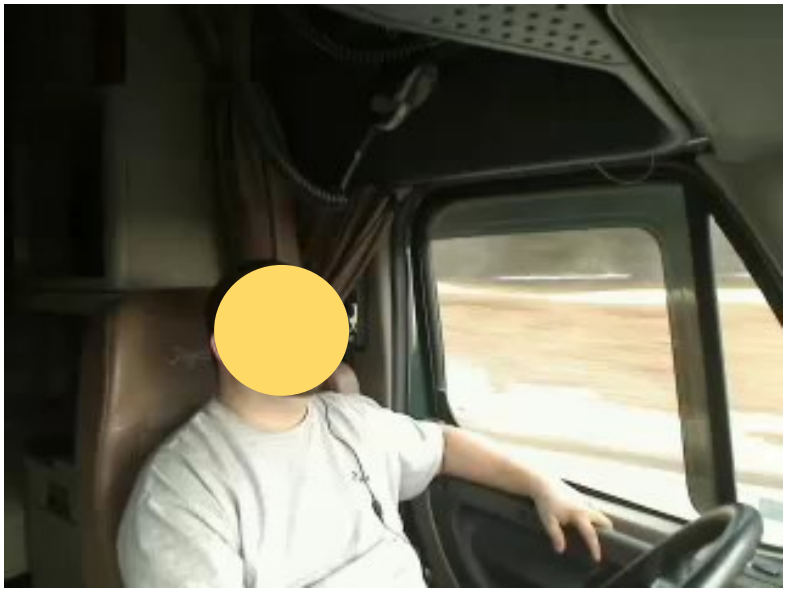
- Aucun effet de groupe.
- Aucun effet du traitement.

Quelques observations qualitatives

- Ouverture des yeux (pré- et post-traitement, cf. Wiegand et al. 2009)
- Mouvements égocentrés
- Tonus musculaire

Participant apnéique
Pré-traitement

- Ouverture des yeux
- Réaction de la tête et du tronc aux vibrations provenant de la route



Post-traitement

Événements critiques

- Impossible de mettre en place une évaluation similaire à celle utilisée par Wiegand et al. (2009)
- En moyenne, Wiegand et al (2009) ont rapporté qu'il y aurait 1 é/mois par camionneur, ce qui donnerait 9-10 é pour notre étude.
- Nous avons observé aucun événement jugé comme critique et toutes les *situations à risque* étaient associées à des distractions.

Un exemple

Est-ce un événement critique?

Et la distraction dans tout cela?

- Nombreux é de distractions
  - Boire
  - Manger
  - Utilisation du cellulaire
  - Utilisation du radio CB
  - Lecture
  - …
- Wiegand et al. (2009). Aucune information sur les distractions.

Comment expliquer le fait que le nombre d'é critiques est nettement inférieur à celui observé par Wiegand et al. (2009)?

Quelques hypothèses:

- Formation des camionneurs
- Organisation du travail
- Trajets empruntés (configuration de la route, densité de la circulation)
- Différences socio-culturelles

Observations en simulateur

- Durée totale pour parcourir le trajet.
- Vitesse et position moyenne sur la route pour différentes sections du parcours.
- Variation de la position du véhicule dans la voie et temps passée dans différentes zones (incluant les é de sortie de route).
- Nombre et durée des excès de vitesse pour différentes sections du parcours.
- … au total plus de 60 variables de performance analysées incluant des paramètres physiologiques (F_c, $F_{respiratoire}$, tension artérielle…).

Résultats

- Aucun effet entre les groupes (obèse et SAS).
- Aucun effet des traitements sur la performance de conduite.
- Aucune évidence de conduite dangereuse.

En conclusion,

- Les données épidémiologiques pointent vers une prévalence de problèmes de somnolence chez des personnes obèses.
- L'effet conjugué de l'apnée du sommeil pourrait aussi être un facteur de risque d'accidents lors de la conduite.
- Pour la population étudiée, ces effets ne semblent pas se transposer par une conduite différente.
- L'accident ou l'événement à risque ne semble pas être prédictible sur la base du comportement du véhicule.

UNIVERSITÉ LAVAL

AUTO21

NSERC CRSNG

Programme de recherche sur la sécurité routière FQRSC-SAAQ-FRSQ

Fonds de recherche sur la société et la culture Québec

Société de l'assurance automobile Québec

Fonds de recherche Santé Québec