

# Améliorer la santé et le bien-être des porcs par la détection hâtive des maladies à l'aide de la thermographie infrarouge

9 janvier 2018

Rapport final



Patrick Gagnon, Ph. D.

Andréanne Caron, D.M.V.

Frédéric Fortin, M. Sc., agr.

© Centre de développement du porc du Québec inc.  
Dépôt légal 2017  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada  
ISBN 978-2-924413-50-0

## Équipe de réalisation

<b>Répondant</b>	Frédéric Fortin, M. Sc., agr., Responsable génétique, CDPQ
<b>Direction scientifique</b>	Frédéric Fortin, M. Sc., agr., Responsable génétique, CDPQ
<b>Chargé de projet</b>	Andréanne Caron, D.M.V., CDPQ
<b>Collaborateurs</b>	Patrick Gagnon, Ph. D., CDPQ Jean-Gabriel Turgeon, B.Sc., CDPQ Nigel Cook, Ph. D., Alberta Agriculture and Rural Development Tong Liu, Ph. D., Lacombe Research Center Marie-Claude Poulin, D.M.V., DA, Consultante John Harding, D.M.V., M.Sc., Dipl. ABVP, University of Saskatchewan Bob Kemp, Ph. D., PigGen Canada Michael Dyck, Ph. D., University of Alberta Graham Plastow, Ph. D., University of Alberta Sébastien Turcotte, agr., CDPQ Marie-Aude Ricard, ing., CDPQ Lilly Urizar, dipl. en M.V. de l'USAC du Guatemala, CDPQ
<b>Équipe technique</b>	Israël Michaud, CDPQ Louis Moffet, CDPQ Hélène Mayrand, CDPQ Hugues Pomerleau, CDPQ
<b>Rédaction</b>	Patrick Gagnon Andréanne Caron Frédéric Fortin

## Remerciements

Ce projet a été rendu possible grâce au soutien financier accordé en vertu du Programme de développement sectoriel, Volet 3 - Appui à l'innovation en réponse à des enjeux sectoriels prioritaires, dans le cadre de Cultivons l'avenir 2, une initiative fédérale-provinciale-territoriale et grâce aux partenariats financiers et/ou collaborateurs suivants :

**Cultivons l'avenir 2**  
Une initiative fédérale-provinciale-territoriale

**Canada**

**Québec**

Nigel J. Cook, Research Scientist – Livestock Welfare, Lacombe Research Centre, Alberta Agriculture and Forestry

**Alberta** Agriculture and Forestry

Tong Liu, Agriculture et Agroalimentaire Canada



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada

Les principaux chercheurs et vétérinaires impliqués dans le projet ALGP2 de PigGen Canada:

Michael Dyck et Graham Plastow, University of Alberta,  
John Harding, University of Saskatchewan,  
Bob Kemp, PigGen Canada  
Marie-Claude Poulin, consultante vétérinaire



UNIVERSITY OF  
ALBERTA



UNIVERSITY OF  
SASKATCHEWAN

## Résumé

Ce projet a pour objectif de démontrer que la mesure de la température de surface (chaleur émise) d'un groupe de porcelets en pouponnière permet une détection précoce et précise de certaines maladies porcines. Plus précisément, lorsqu'une élévation de la température est mesurée sur un groupe de porcelets, celle-ci serait un indicateur précoce d'un problème de santé.

Dans le cadre d'une étude sur la résistance aux maladies déjà en cours à la Station de recherche du CDPQ à Deschambault, de 56 à 77 porcelets ont été introduits aux trois semaines dans une ferme de type pouponnière-engraissement de 400 places et ont été exposés de façon naturelle à des maladies (syndrome reproducteur et respiratoire porcin (SRRP), *Streptococcus suis*, *E. coli*, *Salmonella sp.*, etc.). Parmi ces lots, de janvier à novembre 2017, 13 lots de 8 à 24 porcelets de haut statut sanitaire ont été suivis dans le cadre du présent projet pendant une période de 21 jours suite à leur introduction en pouponnière.

Des images en thermographie infrarouge ont été prises à l'aide d'une caméra pour mesurer les variations de température de surface de groupes de porcelets. En plus de ces mesures, les consommations d'aliment et d'eau ont été enregistrées quotidiennement. Afin d'étudier le lien entre les variations de température émise et de consommation, la température ambiante et les mortalités quotidiennes ont été enregistrées. L'état de la santé des porcelets a également été établi à partir du suivi des traitements administrés et de tests diagnostiques. Pour certains lots, une cote de santé visuelle a aussi été attribuée régulièrement à chaque porcelet de l'étude et des prélèvements sanguins ont été effectués pour tester régulièrement le statut des animaux au regard du virus SRRP. Les températures maximales de la caméra infrarouge ont été corrigées pour tenir compte de la température ambiante et les moyennes mobiles sur 24 h ont été analysées.

Les résultats ont démontré le potentiel de la thermographie infrarouge pour la détection de maladies. Un seuil de détection a été estimé et a permis de discriminer les périodes saines des périodes comptant plus de traitements individuels et de décès de porcelets. En moyenne, les augmentations significatives de température arrivaient environ 1,5 jour avant les diminutions significatives de consommation d'aliment. Les résultats de ce projet suggèrent qu'ultimement, l'analyse en temps réel des données de thermographie infrarouge en ferme commerciale permettrait une détection plus hâtive des maladies et la mise en place de traitements mieux ciblés.



# Table des matières

Introduction .....	1
1 Méthodologie.....	2
1.1 Site expérimental et modèle d'exposition sanitaire naturelle .....	2
1.2 Protocole expérimental .....	2
1.3 Équipement Infrarouge .....	2
1.4 Données / Paramètres évalués.....	3
1.4.1 Infrarouge .....	3
1.4.2 Mortalités.....	3
1.4.3 Température ambiante.....	4
1.4.4 Consommation d'aliment .....	4
1.4.5 Consommation d'eau.....	5
1.4.6 État de santé.....	5
1.4.6.1 Traitements individuels (curatifs).....	5
1.4.6.2 Traitements de masse (préventifs).....	5
1.4.6.3 Statut au regard du vSRRP.....	5
1.4.6.4 Cotes de santé visuelles .....	6
1.5 Analyses statistiques .....	6
2 Résultats .....	9
2.1 Analyse de l'amplitude de montées de température infrarouge.....	9
2.2 Détection hâtive .....	12
2.3 Cas spécifiques .....	14
2.3.1 Infrarouge, consommation d'eau et consommation d'aliment.....	15
2.3.2 Infrarouge, cote de santé et qPCR SRRP .....	17
Conclusion .....	20
Références .....	20
Annexe 1.....	I

## Liste des tableaux

Tableau 1 Paramètres évalués par lot.....	3
Tableau 2 Analyse des fréquences de dépassement de la valeur seuil estimée pour les trois variables analysées (33 parcs).....	12

## Liste des figures

Figure 1. Température infrarouge maximale à trois échelles temporelles.....	8
Figure 2. Augmentation maximale sur 24 h de la température infrarouge.....	10
Figure 3. Augmentation maximale sur 24 h de la température infrarouge corrigée pour la température ambiante.....	10
Figure 4. Augmentation maximale sur 24 h de la température infrarouge avec la diminution de la consommation journalière d'aliment.....	11
Figure 5. Jour du premier dépassement de la valeur seuil pour la température infrarouge corrigée et non corrigée.....	13
Figure 6. Jour du premier dépassement de la valeur seuil pour la température infrarouge corrigée et la consommation d'aliment.....	14

## Introduction

L'amélioration de la santé est un enjeu majeur en production porcine. Des animaux en santé présentent un bien-être accru et de meilleures performances, ce qui entraîne une baisse des coûts de production pour les éleveurs et une amélioration de la compétitivité du secteur. Dans les fermes porcines, l'identification d'un problème de santé est parfois tardive et peu précise, compliquant le traitement et entraînant une dégradation des performances et du bien-être pour les animaux. Cette problématique favorise également les traitements préventifs au détriment de traitements curatifs et une plus grande consommation d'antibiotiques. L'administration systématique d'antibiotiques de façon préventive est une pratique courante et non souhaitable. Dans ce contexte, les producteurs et vétérinaires ont peu d'outils fiables pour réaliser un suivi en continu de l'état de santé des animaux afin d'identifier les problèmes sanitaires, et ce, avant l'apparition de symptômes sévères.

La thermographie infrarouge permet de mesurer de façon très précise les variations de température à la surface d'un objet (chaleur émise). Bien que les caméras infrarouges soient actuellement dispendieuses à l'achat, elles sont de plus en plus abordables et fiables pour des applications en ferme. Elles permettent d'effectuer des mesures non intrusives sur les animaux, sont peu coûteuses à faire fonctionner et permettent d'obtenir des informations instantanées et des mesures en continu. La thermographie infrarouge a le potentiel de détecter rapidement des maladies et ainsi améliorer les traitements, la santé, les performances et le bien-être des animaux, tout en favorisant une utilisation plus judicieuse des antibiotiques. L'utilisation de l'image infrarouge pour la détection hâtive de certains problèmes de santé est reconnue par le secteur scientifique : chez l'humain (Nguyen *et al.*, 2010 ; Pascoe *et al.*, 2010), chez le porc (Cook *et al.*, 2015 ; Naas *et al.*, 2014), en production avicole (Naas *et al.*, 2014), en production bovine (Schaefer *et al.*, 2012), en production laitière (Stewart *et al.*, 2012) et en production équine (Johnson *et al.*, 2011). Il reste toutefois un travail à réaliser pour transposer ces connaissances techniques à des applications pratiques. Les sites de mesure optimaux de la chaleur émise par les animaux selon leur âge, les corrections selon les conditions ambiantes et les distances de mesure sont parmi les facteurs à étudier (Soerensen et Pedersen, 2015).

Ce projet propose de démontrer que la mesure de la température de surface (chaleur émise) d'un groupe de porcelets en pouponnière permet une détection précoce et précise de certaines maladies porcines. Plus précisément, lorsqu'une élévation de la température est mesurée sur un groupe de porcelets, celle-ci serait un indicateur précoce d'un problème de santé.

# 1 Méthodologie

## 1.1 Site expérimental et modèle d'exposition sanitaire naturelle

Les porcelets de la présente étude, des porcelets castrés de race Yorkshire x Landrace, proviennent de différents multiplicateurs de hauts statuts sanitaires, membres de PigGen Canada (<https://piggencaada.org/>), participant à une autre étude sur la résistance aux maladies.

Dans cette étude en cours depuis décembre 2015 à la Station d'évaluation des porcs de Deschambault appartenant au CDPQ (ci-après appelée la Station), de 56 à 77 porcelets d'environ 42 jours d'âge ont été introduits aux trois semaines dans une ferme de type pouponnière-engraissement de 400 places et ont été exposés de façon naturelle à différentes maladies. La contamination initiale des porcs à haut statut sanitaire s'est faite pour les premiers lots par contact direct avec des porcs dits « contaminants », issus de fermes positives à différents agents pathogènes. La contamination des lots subséquents se fait de façon naturelle, d'un lot à l'autre. Pour favoriser l'exposition à certains pathogènes dès la période en pouponnière, lorsqu'un nouveau lot de porcelets est introduit en pouponnière, le lot précédent y reste 6 jours de plus avant d'être transféré en engraissement.

La présence des agents pathogènes suivants dans la ferme expérimentale a depuis été confirmée par différents tests diagnostiques : syndrome reproducteur et respiratoire porcin (SRRP), Influenza, *Streptococcus suis*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Mycoplasma hyosynoviae*, *Salmonella sp.*, *E. coli*, *Brachyspira hampsonii*.

## 1.2 Protocole expérimental

De janvier à novembre 2017, parmi les lots de l'étude sur la résistance aux maladies, 13 lots de 8 à 24 porcelets, distribués dans un à trois parcs, ont été suivis dans le cadre du présent projet pendant une période de 21 jours suite à leur introduction en pouponnière. L'unité de base expérimentale de ce projet est le parc. Les variables qui ont été suivies dans le cadre de ce projet sont : les images thermiques par parc, la température ambiante, les quantités d'aliments ajoutés par parc, la consommation d'eau par parc, les traitements quotidiens, les mortalités, une cote de santé visuelle et la présence du virus SRRP. Le détail de la prise de mesure et de l'analyse de chacune de ces variables est présenté dans les sections suivantes.

## 1.3 Équipement Infrarouge

Une caméra infrarouge de marque FLIR et de modèle A325 a été utilisée dans le cadre de cette expérience. Pour les lots 1 à 3, elle était fixée à une hauteur d'environ 2 m du sol et prenait des images thermiques d'un parc (parc 2) aux 5 minutes. Pour les lots 4 à 13, la caméra était fixée à un rail et se déplaçait aux 5 minutes d'un parc à l'autre, pour couvrir 3 parcs. Les images pour chacun de ces parcs étaient donc prises aux 15 minutes. Le logiciel FLIR ResearchIR Max version 4.40.1.6 a été utilisé pour la prise automatique d'images et l'analyse de celles-ci. Les valeurs des paramètres techniques permettant de transformer l'énergie reçue à la caméra en estimation de chaleur émise par le porc (température à la surface) ont aussi été spécifiées dans ce logiciel.

## 1.4 Données / Paramètres évalués

Les différents paramètres évalués pour chaque lot testé sont listés dans le Tableau 1.

**Tableau 1 Paramètres évalués par lot**

Paramètres évalués	Lots	Commentaires
T ° à la surface des porcs (infrarouge)	3, 4, 6 à 8, 11 à 13 1, 2, 5, 9, 10	Données complètes Données partielles
Mortalités	1 à 13	
T ° min-max ambiante dans la salle	1 à 13	
Cons. d'aliment par parc	1 à 13	
T ° ambiante au parc 2 et Cons. d'eau par parc	9 5, 6, 10, 13	Données complètes aux 5 minutes Données partielles
Traitements individuels	1 à 13	
Traitements de masse	1 à 13	
Statut vSRRP	1 à 11 12 et 13	Statut final du lot d'animaux seulement Statut individuel établi aux 2 à 3 jours
Cotes de santé visuelles	12 et 13	Statut individuel établi aux 2 à 3 jours

### 1.4.1 Infrarouge

Les images de thermographie infrarouge ont été analysées par les collaborateurs Nigel Cook et Tong Liu. La première étape de l'analyse était de délimiter le parc. Ensuite, pour chaque image, les variables suivantes ont été extraites :

- La température seuil qui permettait de distinguer les porcs du plancher ;
- La surface couverte par les porcs (la proportion des pixels avec une température supérieure à la température seuil) ;
- La température maximale sur un pixel ;
- La température moyenne des porcs (moyenne des pixels avec une température supérieure à la température seuil) ;
- Nombre de groupes de porcs (selon l'étude de Cook et al., 2015) ;
- Températures moyenne, minimale et maximale pour chaque groupe de porcs.

Seules les températures maximales ont été analysées. Cook et al. (2015) ont montré que le nombre de groupes influençait la température observée ; plus les porcs étaient regroupés, plus la température était élevée. Étant donné que le regroupement des porcs peut être un effet de la maladie, cela ne fait que faciliter la détection de maladies. C'est pourquoi il n'était pas nécessaire de considérer explicitement la répartition spatiale des porcs dans les analyses.

Par souci de concision, l'expression *température infrarouge* sera utilisée dans ce rapport pour décrire les mesures analysées de thermographie infrarouge.

### 1.4.2 Mortalités

Chaque mortalité survenue dans les parcs à l'étude a été enregistrée quotidiennement. Les mortalités naturelles, sont généralement constatées lors de la première tournée matinale entre 3 et 6 h, soit avant que les porcs ne se lèvent pour manger. Elles sont donc survenues entre le

départ des employés la veille (vers 13 h) et la tournée. Elles ont été analysées comme étant survenues à minuit (0 h00).

Les mortalités par euthanasie, quant à elles, surviennent sur les heures de travail du personnel et ont été analysées comme survenant le jour même. L'heure arbitraire attribuée est 6 h.

### 1.4.3 Température ambiante

La température ambiante est un paramètre qui peut affecter la lecture des images thermiques et le comportement de consommation d'eau et d'aliment (Collin *et al.*, 2002 ; Loughmiller *et al.*, 2001).

Tout au long du projet, les températures minimales (Tmin) et maximales (Tmax) quotidiennes (de minuit à minuit) ont été calculées à partir des moyennes des valeurs minimales et maximales de quatre sondes de température (+/- 1 %) et d'humidité relative (+/- 2 %) (Measurement Specialties TM, Modèle : HTM2500LF) réparties dans la salle de pouponnière.

De plus, deux autres sondes installées légèrement au-dessus du niveau des porcs entre les parcs 1 et 2 ont enregistré la température ambiante aux 5 minutes tout au long du lot 9 et pendant quelques jours sur d'autres lots (voir Tableau 1). Ces deux sondes ont permis l'estimation d'un modèle standard des variations intra journalières de la température en période estivale. Règle générale, la température au niveau du parc demeure près de la température minimale journalière toute la nuit et le matin jusqu'à environ 10 h00. Ensuite, la température monte pour atteindre la température maximale journalière vers 15 h00. Il s'en suit d'une descente de la température pour atteindre à nouveau, autour de 20 h00, des températures avoisinant la température minimale journalière. Ce patron a été appliqué sur les températures minimales et maximales journalières de la salle de sorte à avoir une estimation de la température ambiante pour chacune des images prises aux cinq minutes durant tout le projet. Ainsi, pour chaque image, la température infrarouge maximale ( $Y$ ; en °C) était corrigée en fonction de la température ambiante estimée au même moment ( $X$ ; en °C) avec l'équation suivante :

$$Y_{24^{\circ}C} = Y - 0,4(X - 24) \quad \text{Équation 1}$$

où  $Y_{24^{\circ}C}$  est la température infrarouge ajustée pour une température ambiante de 24 ° C. Le coefficient de 0,4 (°C de correction par °C de variation de la température ambiante) est basé sur les travaux de Loughmiller *et al.* (2001).

### 1.4.4 Consommation d'aliment

La consommation d'aliment par parc (ou individuelle) ne pouvait pas être enregistrée de façon précise avec les installations actuelles en pouponnière à la Station. Ainsi, la quantité d'aliments ajoutée manuellement dans les trémies (une trémie/parc) a été enregistrée quotidiennement, arrondie au kg près. Ces mesures reflètent la consommation d'aliment des 24 h précédentes. Puisque le nombre de porcelets allotés par parc est variable et que des mortalités sont survenues en cours d'étude, la quantité de moulée ajoutée par parc a été ramenée en consommation moyenne par porc (kg moulée/porc) en considérant le nombre de porcelets présents la veille dans le parc. Une étude en cours, dont les résultats sont à paraître (Gagnon *et al.*, 2018), effectuée en engraissement a démontré qu'une diminution de la consommation d'aliment au niveau d'un parc était détectable dans les deux jours précédant un ou des traitements curatifs individuels. Dans la présente étude, le potentiel de détection de maladies via la consommation d'aliment a aussi été évalué et comparé aux résultats des données thermographiques.

#### 1.4.5 Consommation d'eau

Pour chacun des parcs de porcelets, la quantité d'eau consommée était mesurée avec des compteurs d'eau RCDL 25 (19 ml/pulse) de Badger Meter Inc. La consommation d'eau quotidienne par parc a été calculée à partir des données enregistrées aux 5 minutes. Comme pour la consommation d'aliment, la consommation d'eau par parc a été ramenée à la consommation moyenne par porc (L eau/porc) en considérant le nombre de porcelets présents dans le parc le jour même. Malheureusement, à cause de problèmes techniques de diverses natures, relativement peu de données de consommation d'eau ont été récoltées au cours de l'étude (Tableau 1). Néanmoins, le potentiel de détection des maladies via la consommation d'eau a pu être évalué de manière qualitative pour certains lots.

L'analyse de la consommation d'eau est pertinente puisque l'étude de Gagnon et al. (2018) a démontré qu'une diminution de la consommation d'eau au niveau d'un parc pouvait parfois survenir jusqu'à trois jours avant un ou des traitements curatifs individuels, soit un jour plus tôt par rapport à la consommation d'aliment.

#### 1.4.6 État de santé

L'état de santé des porcelets de l'étude a été évalué par l'analyse de différents paramètres, soit les mortalités (décrites au point 1.4.2), les traitements individuels curatifs, les traitements de masse (généralement préventifs), le statut au regard du vSRRP et les cotes de santé visuelles.

##### 1.4.6.1 Traitements individuels (curatifs)

À chaque lot testé, les traitements individuels (antibiotiques et anti-inflammatoires) administrés aux porcelets de l'étude ont été consignés quotidiennement (date, identification du porcelet, emplacement du porcelet, traitement administré, cause du traitement).

##### 1.4.6.2 Traitements de masse (préventifs)

Afin de contrôler le microbisme et de maintenir la pression d'infection à un seuil tolérable au niveau du bien-être animal (particulièrement, au regard de *Streptococcus suis*), des traitements antibiotiques de masse dans l'eau de pouponnière ont été administrés périodiquement. Les dates d'administration de ces traitements ont été consignées pour chaque lot testé.

##### 1.4.6.3 Statut au regard du vSRRP

Pour les lots 1 à 11 inclusivement, le statut de santé au regard du vSRRP (virus du syndrome reproducteur et respiratoire porcin) a été établi à la fin de la phase de pouponnière de chaque lot. La veille du transfert des porcelets vers l'engraissement, des prélèvements sanguins (sérum) ou de fluides oraux (écouvillons) ont été faits sur trois porcelets du lot. Les échantillons ont été conservés au réfrigérateur et analysés au laboratoire de virologie de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal (FMV). Un test de réaction de polymérase en chaîne quantitative (qPCR pour *quantitative polymerase chain reaction*) y a été réalisé sur un regroupement des trois échantillons recueillis. Un résultat positif confirme que le lot a été contaminé par le vSRRP en pouponnière. Étant donné que le SRRP est une maladie très contagieuse et que les durées de la virémie et de l'excrétion salivaire sont très longues (Pileri et al., 2016 ; Wills et al., 1997), un résultat négatif indique que le lot ne s'est pas contaminé en pouponnière.

Pour les lots 12 et 13, des échantillons sanguins prélevés à l'oreille (ponction d'une veine auriculaire et écouvillonnage sanguin) ont été récoltés périodiquement sur tous les porcelets de l'étude (les porcelets des trois parcs testés). Les prélèvements ont eu lieu aux jours suivants : J1, J3, J6, J8, J10, J13, J15, J17 et J20 pour le lot 12 et J1, J3, J6, J8, J10, J14 et J15 pour le lot 13.

Les échantillons étaient par la suite congelés à -20°C, puis envoyés le mardi suivant au laboratoire de virologie de la FMV pour être testés individuellement par qPCR pour le vSRRP. L'analyse des résultats transmis par la FMV a permis de déterminer le statut (positif ou négatif) de chacun des porcelets pour chaque jour de prélèvement, puis d'établir le pourcentage des porcelets positifs au vSRRP par parc.

#### 1.4.6.4 Cotes de santé visuelles

Pour les lots 12 et 13, une cote de santé visuelle a aussi été attribuée à chaque porcelet de l'étude lors des prélèvements sanguins à l'oreille. Les journées pour lesquelles une cote de santé a été attribuée aux porcelets sont : J1, J3, J6, J8, J10, J13, J15, J17 et J20 pour le lot 12 et J1, J3, J6, J8, J10, J14 et J15 pour le lot 13.

Les cotes de santé ont été attribuées sur une échelle de 1 à 5 ; 1 étant un porc très malade nécessitant l'euthanasie ; 5 étant un porc d'apparence saine. Lorsqu'un porc se voyait attribuer une cote de moins de 5, l'évaluateur devait justifier la cote attribuée en indiquant le symptôme observé.

Pour l'analyse de l'état de maladie des porcs, une cote de 5 équivaut à un porc sain, alors qu'une cote de moins que 5 (de 1 à 4) équivaut à un porc malade. Ainsi, à partir de ces cotes il a été possible d'établir un pourcentage de porcs malades par parc, soit un pourcentage de porcs avec des signes cliniques (signes de maladie).

## 1.5 Analyses statistiques

Afin de se soustraire de la très grande variabilité des données ponctuelles et du cycle journalier de la température à la surface des porcs (Figure 1), toutes les analyses sur les données infrarouges, corrigées ou non, ont été faites sur des moyennes mobiles sur 24 h.

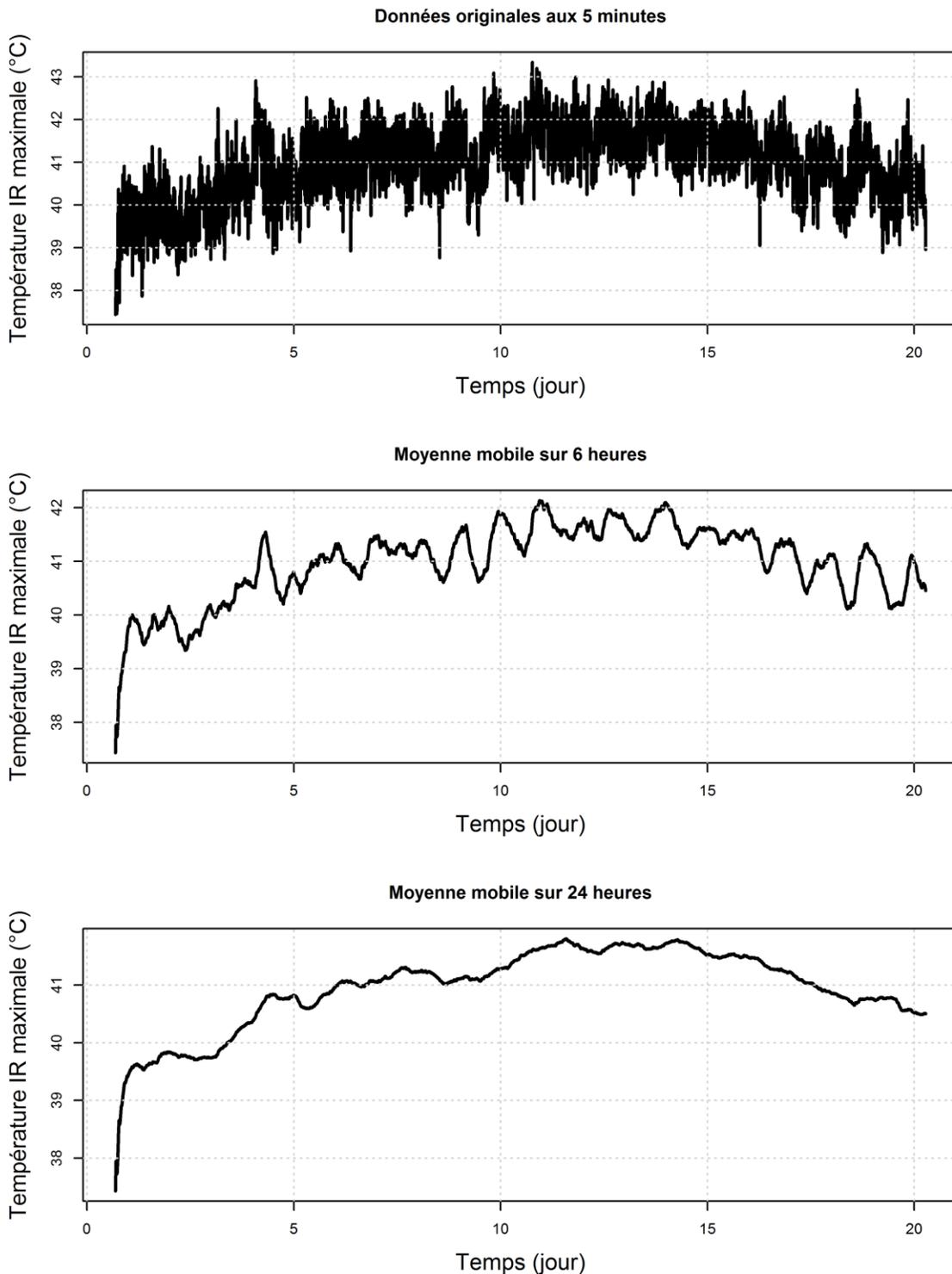
Le potentiel de détection des maladies par la thermographie infrarouge a été analysé sous deux aspects :

- 1) Amplitude : Est-ce que l'amplitude de l'augmentation de la thermographie permet d'estimer la sévérité des maladies sur les animaux suivis ?
- 2) Temps : Est-ce que la thermographie infrarouge permet de détecter plus rapidement les maladies ?

Pour l'amplitude, l'augmentation maximale sur 24 h du thermographe a été extraite pour chaque parc à chaque lot. Cette augmentation a été mise en relation avec les données de santé disponibles à chaque lot, soit les traitements individuels et les mortalités dans chaque parc. Le but de cette analyse est de valider statistiquement s'il y a une relation entre la sévérité des maladies et l'amplitude des augmentations. En particulier, cette analyse vise aussi à déterminer une valeur seuil pour qui permettrait de distinguer les augmentations causées par des problèmes de santé aux augmentations « normales ». L'analyse a été faite sur les données infrarouges

brutes et corrigées pour la température ambiante (Équation 1). Une analyse similaire a été effectuée sur les diminutions maximales de consommation d'aliment par lot et par parc.

Pour le temps, à chaque lot et à chaque parc où une augmentation significative de la thermographie, corrigée ou non, était détectée, le jour de la détection était noté et comparé au jour de détection d'une diminution significative de la consommation d'aliment, le cas échéant.



**Figure 1** Température infrarouge (IR) maximale à trois échelles temporelles. En haut : données originales (lot 3, parc 2) aux 5 minutes (beaucoup de bruit). Au milieu : Moyenne mobile sur 6 h (moins de bruit, mais cycle intrajournalier présent). En bas : Moyenne mobile sur 24 h.

## 2 Résultats

Cette section présente en premier lieu l'analyse objective des amplitudes des augmentations de température (Section 2.1) et du potentiel de détection hâtive des maladies par la thermographie infrarouge (Section 2.2). Ensuite, certains cas spécifiques d'intérêt sont analysés de manière détaillée (Section 2.3). Les données recueillies à chaque lot et chaque parc sont illustrées à l'Annexe 1.

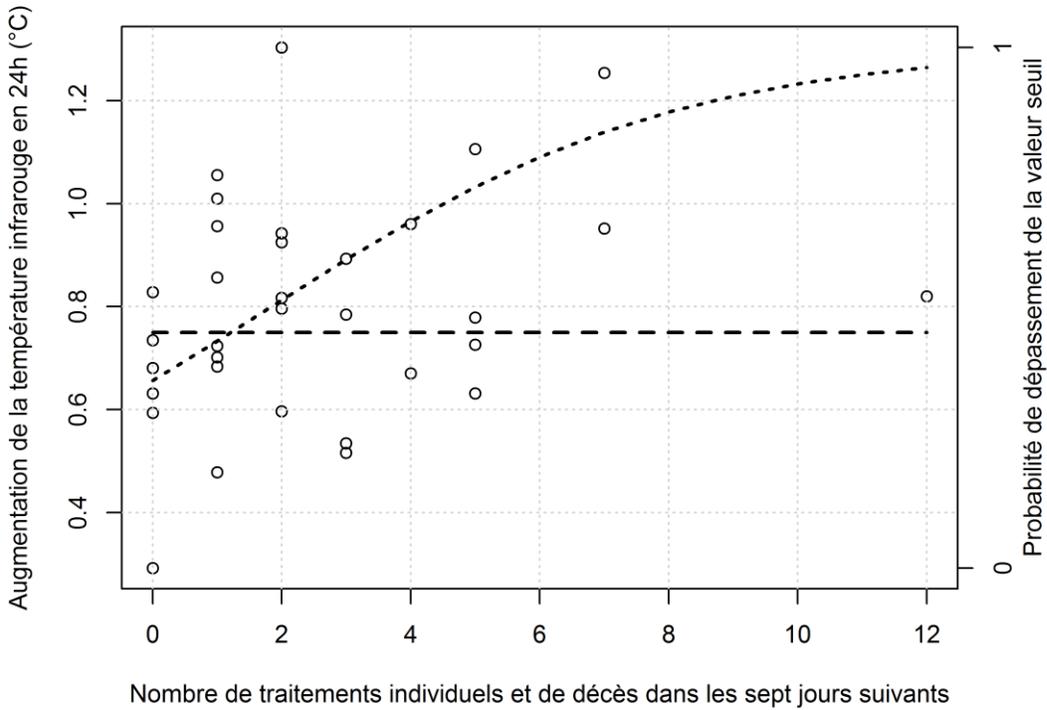
### 2.1 Analyse de l'amplitude de montées de température infrarouge

Suite à l'analyse des augmentations de température, des traitements individuels et des décès, une corrélation a été observée entre  $X$  = la somme du nombre de traitements individuels et de décès dans les sept jours suivant la plus grande montée de température et  $Y$  = la plus grande montée de température, brute (Figure 2) ou corrigée (Figure 3).

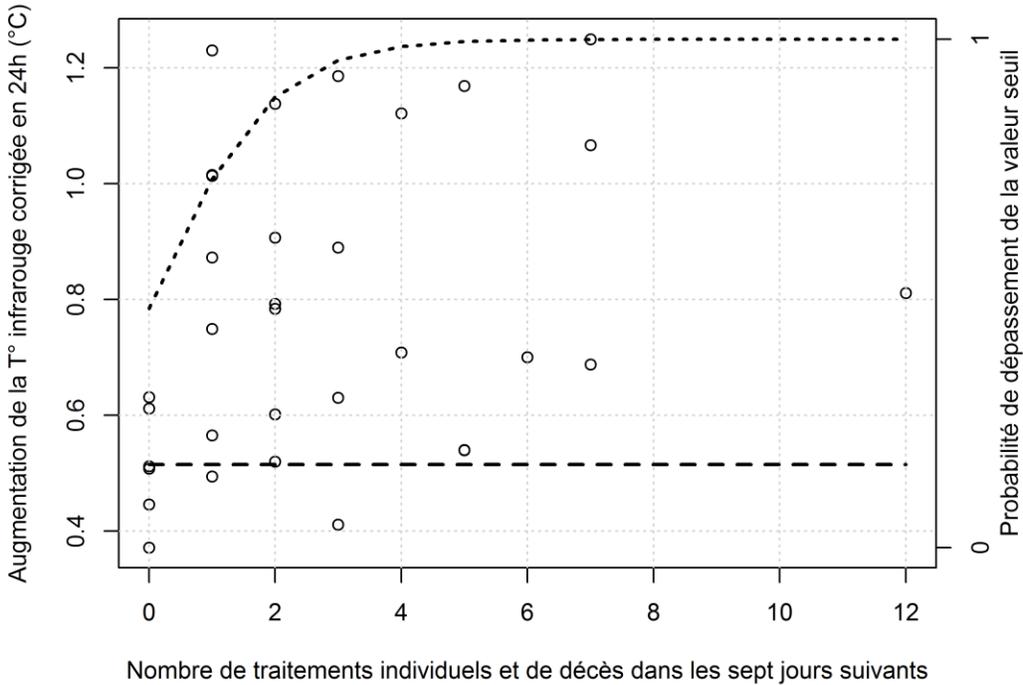
Deux constats émergent de l'examen de l'amplitude de montées de température.

Premièrement, les figures 2 et 3 et les coefficients de corrélation des deux variables  $X$  et  $Y$  de chaque figure ( $\rho = 0,28$  dans les deux cas) montrent une certaine relation, mais celle-ci n'est pas assez forte pour pouvoir prédire la sévérité de la maladie à partir de la montée de température. Deux hypothèses peuvent potentiellement expliquer cela, soit (i), l'amplitude de la montée ne permet pas de prédire le degré de sévérité des maladies, ou (ii) l'indicateur utilisé pour représenter le degré de sévérité (la somme du nombre de traitements individuels et de décès dans les sept jours suivant la montée) n'est pas assez précis. Par rapport au point (ii), des tests préliminaires avec les différentes variables liées à la santé disponibles sur l'ensemble du projet n'ont pas permis de trouver des corrélations plus fortes.

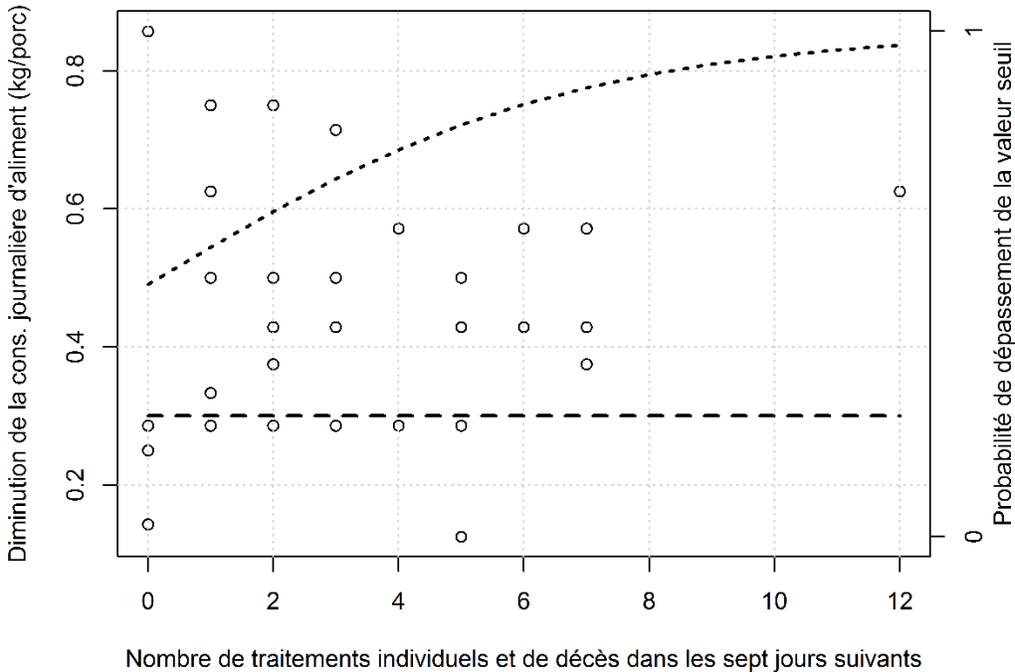
Deuxièmement, les figures 2 et 3 suggèrent l'existence d'une valeur seuil pour l'augmentation de température. Une valeur seuil permettrait de distinguer les augmentations « normales » des augmentations causées par un ou des problèmes de santé. La détermination de la valeur seuil a été faite en maximisant la somme de deux variables : (i) le nombre de montées plus petites que la valeur seuil lorsqu'il n'y a aucun traitement individuel ou décès dans les sept jours suivant la montée ( $X = 0$ ) et (ii) le nombre de montées plus grandes que la valeur seuil lorsque la somme des traitements individuels et des décès est supérieure ou égale à 2 ( $X \geq 2$ ). De plus, il fallait que la proportion des montées plus petites que la valeur seuil lorsque  $X = 0$  et la proportion de montées plus grandes que la valeur seuil lorsque  $X \geq 2$  soient toutes deux plus grandes que 50 %. Les cas où il n'y avait qu'un seul traitement individuel ou décès étaient difficiles à catégoriser et ont été exclus de l'optimisation. Cette approche pour la détermination de la valeur seuil est arbitraire, mais il n'y a pas de critère totalement objectif qui pouvait être appliqué sur l'ensemble des lots. Il est à noter qu'il n'y a pas ou très peu de périodes saines dans ce projet. La pouponnière a été testée positive au SRRP à la fin de tous les lots, sauf au lot 5. Cela a rendu impossible l'estimation de la variabilité « naturelle » (i.e. la variabilité dans des conditions saines) de la température infrarouge qui aurait permis d'établir un critère objectif.



**Figure 2. Augmentation maximale sur 24 h de la température infrarouge (moyenne mobile sur 24 h) pour chaque parc de chaque lot en fonction du nombre de traitements individuels et de décès dans les sept jours suivants. La ligne hachurée est la valeur seuil déterminée. La ligne pointillée est la probabilité de dépassement de la valeur seuil estimée par la régression logistique (fonction de lien logit)**



**Figure 3. Idem à la figure 2, mais avec la température infrarouge corrigée pour la température ambiante en variable réponse (Y).**



**Figure 4. Idem à la figure 2, mais avec la diminution de la consommation journalière d'aliment en variable réponse (Y).**

Les valeurs seuils estimées sont présentées au Tableau 2 avec les résultats de régressions logistiques réalisées avec le logiciel R version 3.3.2. Ces régressions permettent d'estimer la probabilité de dépassement de la valeur seuil (i.e. de détection de maladies) en fonction de la somme du nombre de traitements individuels et de décès dans les sept jours suivant la montée. Les résultats montrent que la température corrigée pour l'ambiance est plus apte à distinguer les périodes « saines » (sans traitement ni décès dans les sept jours suivants) des périodes avec au moins un traitement ou décès dans les sept jours suivants. En effet, selon le modèle de régression retenu pour la température corrigée, la probabilité de dépassement passe de 47 % lorsque  $X = 0$  à 89 % lorsque  $X = 2$  (Tableau 2). Pour la température non corrigée, la probabilité de dépassement augmente de manière moins fulgurante, passant de 36 % lorsque  $X = 0$  à 51 % lorsque  $X = 2$ .

**Tableau 2 Analyse des fréquences de dépassement de la valeur seuil estimée pour les trois variables analysées (33 parcs).**

Variable	Valeur seuil	X <sup>1</sup>	Fréquence de dépassement de la valeur seuil		
			Observée	Prédite <sup>2</sup>	Écart
T ° infrarouge (°C)	0,75	0	0,167 (1/6)	0,360	-0,193
		1	0,500 (4/8)	0,436	0,064
		2 ou 3	0,700 (7/10)	0,546	0,154
		≥ 4	0,667 (6/9)	0,766	-0,099
T ° infrarouge corrigée (°C)	0,515	0	0,333 (2/6)	0,470	-0,137
		1	0,857 (6/7)	0,725	0,132
		2 ou 3	0,900 (9/10)	0,915	-0,015
		≥ 4	1 (10/10)	0,995	0,005
Cons. aliment (kg/j)	0,30	0	0,250 (1/4)	0,499	-0,249
		1	0,714 (5/7)	0,572	0,142
		2 ou 3	0,778 (7/9)	0,672	0,102
		≥ 4	0,769 (10/13)	0,842	-0,073

<sup>1</sup> Somme du nombre de traitements individuels et de décès dans les sept jours suivant la plus importante augmentation de température ou diminution de consommation dans le parc.

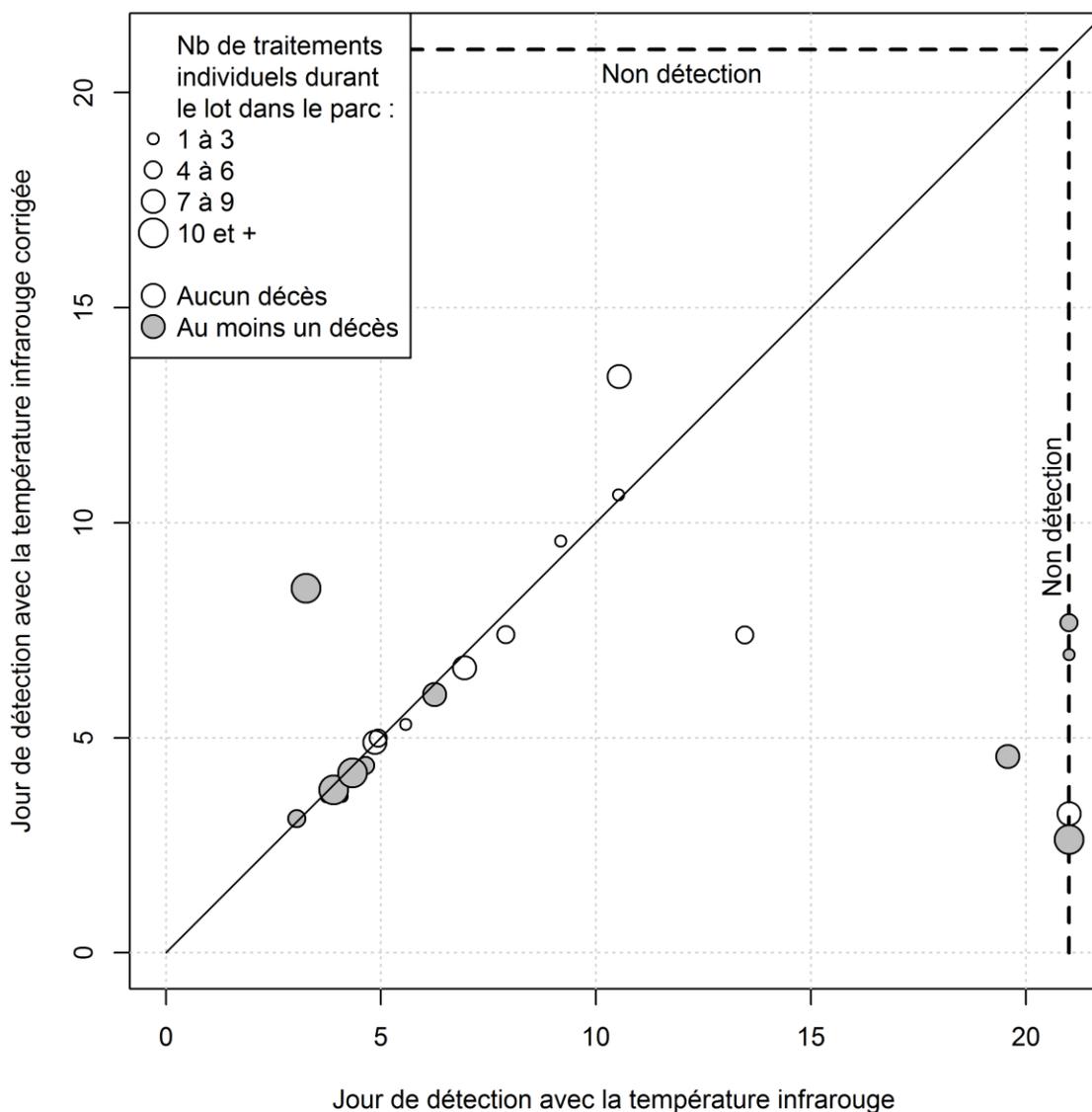
<sup>2</sup> Fréquence prédite par le modèle de régression logistique (fonction de lien logit). Moyenne pondérée selon les fréquences observées lorsqu'il y a plus d'une valeur de X.

Les mêmes analyses ont été faites sur la consommation journalière d'aliment. La corrélation entre X = la somme du nombre de traitements individuels et de décès dans les sept jours suivant la plus importante diminution de consommation et Y = la plus importante diminution de consommation d'aliment n'est que de  $\rho = 0,09$ . Malgré cela, le modèle de régression estime raisonnablement bien les probabilités de dépassement de la valeur seuil (Tableau 2). Cependant, comparativement à la température infrarouge corrigée, le modèle de régression retenu pour la consommation d'aliment discrimine moins bien les périodes saines des périodes avec plusieurs traitements ou décès. La probabilité de dépassement passe de 50 % lorsque X = 0 à seulement 67 % lorsque X = 2 (Tableau 2). Il faut prendre en compte que la consommation journalière d'aliment est arrondie au kg près pour un parc (Section 1.4.4), ce qui crée un nombre important d'égalités dans les diminutions observées (Figure 4). Ces égalités ne permettent pas d'obtenir de fortes corrélations et rendent difficile l'estimation d'une valeur seuil.

## 2.2 Détection hâtive

La Figure 5 compare pour chaque parc de chaque lot les jours de la première montée de températures infrarouges corrigées et non corrigées au-delà de leur valeur seuil respective. Sur 14 des 22 parcs, les premières montées surviennent pratiquement au même moment que les températures infrarouges soient corrigées ou non. Il y a deux parcs où la détection survient plus tôt avec la donnée infrarouge brute. Pour le premier cas (Annexe 1, Lot 8 - parc 1), la température corrigée a aussi augmenté, mais légèrement sous la valeur seuil. Pour le deuxième cas

(Annexe 1, Lot 13 - parc 3), il s'agit vraisemblablement d'un faux positif causé par une augmentation de la température ambiante. À l'inverse, une diminution de la température ambiante a vraisemblablement causé un faux positif avec la donnée infrarouge corrigée pour le lot 13 - parc 2 (Annexe 1). Pour les cinq cas restants, la correction des données infrarouges (Équation 1) a permis une détection plus hâtive par rapport aux données non corrigées.



**Figure 5. Jour du premier dépassement de la valeur seuil pour la température infrarouge corrigée et non corrigée. Les lots avec des données infrarouges partielles (Tableau 1) ont été exclus.**

Le même exercice a été refait en comparant les jours de la première montée de températures infrarouges corrigées avec les jours de la première baisse de la consommation d'aliment (Figure 6). Pour les quatre cas où la consommation d'aliment n'a rien permis de détecter, il y a eu des baisses de consommation d'aliment, mais toujours inférieures en valeur absolue à la valeur seuil fixée (Section 2.1). Le faible degré de précision de la mesure de la consommation d'aliment (Section 1.4.4) a pu nuire à la détection. Pour les 18 cas où il y a eu détection pour la température infrarouge corrigée et la consommation d'aliment, la détection est plus hâtive par la

consommation d'aliment à seulement trois reprises (16,7 %). En moyenne, la détection par la température infrarouge corrigée se fait environ 1,5 jour avant la détection par la consommation d'aliment.

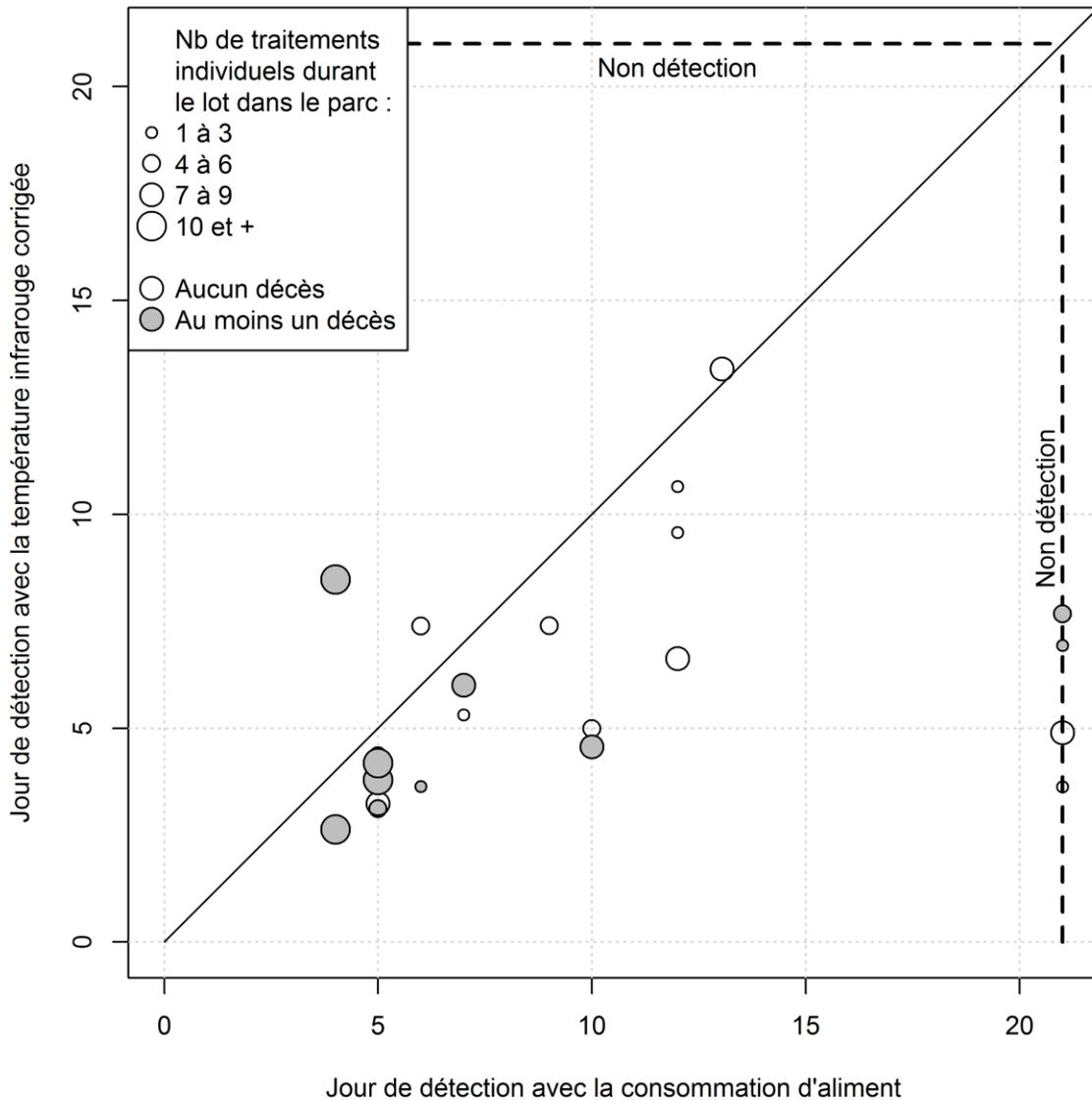


Figure 6. Jour du premier dépassement de la valeur seuil pour la température infrarouge corrigée et la consommation d'aliment. Les lots avec des données infrarouges partielles (Tableau 1) ont été exclus.

### 2.3 Cas spécifiques

Le lecteur est référé aux figures de l'Annexe 1 pour une meilleure compréhension de l'analyse faite dans cette section.

### 2.3.1 Infrarouge, consommation d'eau et consommation d'aliment

Pour deux lots, les données de température infrarouge corrigées ont pu être comparées aux données de consommation d'eau recueillies. Les données de consommation d'aliment ont aussi été analysées.

De façon générale, puisque la relation entre la température ambiante et la consommation d'eau n'est pas bien définie pour des porcelets de cet âge, l'interprétation des variations de consommation d'eau doit être plus conservatrice que celle de la température infrarouge, pour laquelle il a été possible d'appliquer un facteur de correction en fonction de la température ambiante. Il en est de même pour la consommation d'aliment.

#### **Lot 6 (printemps 2017)**

##### Parc 1 (Annexe 1) :

La première augmentation de température infrarouge corrigée (ligne pleine mauve) a été observée pendant le jour 7, alors que la première baisse de consommation d'eau a été constatée entre les jours 7 et 9 (ligne pleine bleue). La consommation d'aliment (ligne pleine verte) a diminué entre les jours 8 à 10. Quant à la température ambiante au niveau du parc (ligne pleine rouge) elle était relativement stable au cours de ces journées.

Par ailleurs, deux traitements ont été administrés au jour 9 dans ce parc (points ronds vides), soit deux jours après le début de la baisse de consommation d'eau et la hausse de température infrarouge et un jour après le début de la baisse de consommation d'aliment.

Les résultats suggèrent dans ce cas que la consommation d'eau aurait pu permettre une détection aussi hâtive de la maladie que la température infrarouge, qui était plus hâtive que la consommation d'aliment.

##### Parc 2 :

La première hausse de température infrarouge corrigée a eu lieu lors des jours 4 à 5, suivie d'une autre lors des jours 6 à 8. Dans ce cas-ci, une donnée manquante au jour 3 ne permet pas de définir hors de tout doute le début de la première baisse de consommation d'eau. On peut constater une légère baisse de consommation d'eau entre les jours 4 et 5. Une seconde baisse de consommation d'eau est observée entre les jours 10 et 12. La consommation d'aliment, quant à elle, diminue faiblement entre les jours 4 et 5 (sous le seuil de détection), puis de manière plus soutenue entre les jours 8 et 11. La température ambiante au niveau du parc était relativement stable durant ces périodes, à l'exception d'une augmentation de température de près de 1 °C entre les jours 8 et 10.

Le premier traitement dans le parc a été administré au jour 10 et une mortalité (triangle vide) a été constatée au jour 14 (autre porcelet que celui traité au jour 10).

La première hausse de température infrarouge corrigée, de même que les premières baisses de consommation d'eau et d'aliment (jours 4 à 5 dans les trois cas), si elles étaient causées par un passage de maladie, n'ont mené à aucun traitement ou aucune mortalité dans les jours subséquents. Cependant, la seconde vague de changements observés dans le parc semble plus

significative, puisqu'elle a été suivie d'un traitement, puis d'une mortalité. Dans ce cas, la hausse de température infrarouge (jours 6 à 8) a été un indicateur de maladie plus hâtif que les baisses de consommation d'eau (jours 10 à 12) et de moulée (jours 8 à 11).

### Parc 3 :

La première augmentation de température infrarouge corrigée a été observée pendant le jour 8, alors que la première baisse de consommation d'eau, quoique très faible, a été constatée un jour plus tôt, soit entre les jours 6 et 7. Une baisse plus importante de la consommation d'eau a été observée entre les jours 10 et 12. Pour la consommation d'aliment, une très légère baisse (sous le seuil de détection) a été observée entre les jours 4 et 5, alors qu'une baisse plus importante a aussi été observée entre les jours 10 et 12.

Un seul traitement a été administré dans les jours suivants, soit au jour 11.

Dans ce cas, seule la température infrarouge a montré une variation significative plusieurs jours avant le traitement. On peut donc affirmer que seule la température infrarouge a été un bon indicateur hâtif de maladie.

### Comparaison entre les parcs :

Il semble y avoir eu une propagation d'agents de maladie, détectée entre les jours 6 à 8 qui a mené à des traitements dans chacun des trois parcs dans les jours suivants. Dans les trois cas, la température infrarouge a été un bon indicateur hâtif de maladie.

## **Lot 9 (été 2017)**

### Parc 1 :

La première hausse de la température infrarouge corrigée a été observée sur plusieurs jours, soit du jour 2 au jour 5 (données manquantes au jour 3). La première réduction de la consommation d'eau a eu lieu entre les jours 2 à 6. Quant à la consommation de moulée, elle a diminué du jour 3 au jour 4, mais sous le seuil de détection.

Cette augmentation de température infrarouge a probablement été causée par un agent de maladie puisque malgré la hausse de température ambiante, ce sont des baisses, et non des hausses de consommation d'eau et de moulée qui ont été observées durant cette période. De plus, un traitement a été administré au jour 7, soit 5 jours après le début des changements observés.

Selon les données de consommation d'eau et de moulée obtenues, appuyées par un traitement administré au jour 13, suivi d'un traitement de masse (carré vide), il semble qu'il y ait eu une autre vague de propagation d'agent pathogène autour des jours 10 à 12, mais malheureusement, un problème technique a empêché de recueillir les données de température infrarouge entre les jours 10 et 13. Néanmoins, une augmentation de la température infrarouge peut être constatée entre les jours 10 et 13, et ce, malgré une température ambiante au niveau du parc stable.

Ainsi, il est possible de conclure que dans ce cas, la température infrarouge était l'indicateur le plus hâtif.

## Parc 2 :

Une situation similaire à celle décrite pour le parc 1 est observée vers le jour 10. La consommation de moulée et d'eau diminue du jour 9 au jour 11, alors qu'une augmentation de température infrarouge est observée pendant le jour 9. Cependant, l'augmentation de la température infrarouge et la diminution de la consommation d'aliment étaient toutes deux sous leur seuil de détection respectif. D'ailleurs, aucun traitement individuel n'a été administré et aucun décès n'a été observé dans les sept jours suivants.

## Parc 3 :

Comme pour le parc 1, la première hausse de la température infrarouge corrigée a été observée du jour 2 au jour 5, mais aucune augmentation sur 24 h ne dépasse le seuil de détection. La première réduction de la consommation d'eau a eu lieu du jour 2 à 3, mais était très légère. Quant à la consommation de moulée, elle a diminué du jour 5 au jour 7, mais sous le seuil de détection.

Selon les données de consommation d'eau et de moulée obtenues, appuyées par le nombre de traitements administrés dans les jours suivants, il semble qu'il y ait eu une autre vague de propagation d'agent pathogène autour des jours 10 à 13, mais malheureusement, un problème technique a empêché de recueillir les données de température infrarouge entre les jours 10 et 13. Néanmoins, une tendance à l'augmentation peut être constatée entre les jours 8 à 10.

Dans cette situation, il n'est pas possible de conclure quel indicateur était le plus hâtif des trois.

## Comparaison entre les parcs :

Dans ce lot, les données indiquent qu'il y ait eu deux vagues de contamination à des agents pathogènes, mais que la seconde était la plus importante cliniquement (nombre de traitements administrés). Par contre, la maladie ne semble pas avoir affecté suffisamment les porcelets pour observer un nombre de traitements élevés, des mortalités ou encore une augmentation de température ou une diminution de la consommation d'aliment au-dessus des seuils de détection. Le traitement de masse a peut-être contribué à ces observations.

En général, la température infrarouge a semblé être un bon indicateur hâtif de maladie et souvent le meilleur malgré que les seuils de détection n'aient pas été atteints.

### **2.3.2 Infrarouge, cote de santé et qPCR SRRP**

## **Lot 12 (automne) :**

### Parc 1 :

La première augmentation de température infrarouge corrigée a eu lieu durant le jour 4, ce qui a permis de bien détecter l'augmentation de virémie au SRRP qui a eu lieu entre les jours de prélèvement 3 et 6 (ligne pleine orange).

Il y a également eu une baisse de consommation de l'aliment entre les jours 4 et 6, indiquant aussi le passage d'un agent de maladie.

Les signes cliniques de maladie ont d'ailleurs augmenté dans les jours suivants, comme on peut le constater en regardant les données de cotes de santé (ligne pleine rose appelée Signes

cliniques), le grand nombre de traitements administrés dans les jours suivants (jour 8 et suivants) et les deux mortalités survenues aux jours 9 et 13.

#### Parc 2 :

La première hausse de la température infrarouge corrigée a été observée du jour 2 au jour 4, alors que la baisse de consommation de moulée a été observée du jour 3 à 5. Quant au taux de virémie au SRRP, il est passé de 0 % à 43 % entre les jours de prélèvement 1 et 3, pour passer à 100 % au jour 8.

Par ailleurs, les signes cliniques de maladie se sont manifestés dans la semaine suivante. En effet, les cotes de santé visuelles montrent une apparition de signes cliniques entre les jours 3 et 6 (de 0 % à 14 %) suivie d'une augmentation graduelle entre les jours 10 et 20. Les traitements individuels n'ont commencé qu'au jour 9, soit environ 6 jours après l'augmentation de la température infrarouge et les premiers taux de virémie positifs.

La température infrarouge a donc été un bon indicateur hâtif du passage du vSRRP dans le parc.

#### Parc 3 :

Dans ce parc, la première hausse de température infrarouge corrigée a été constatée au cours du jour 4, soit tôt lors de l'augmentation de virémie qui s'est principalement produite entre les jours 3 et 8. La consommation de moulée était elle aussi un bon indicateur hâtif de maladie, puisque la chute de consommation s'est produite du jour 4 au jour 5.

Quant aux signes cliniques, ils ont commencé dans les jours suivants et se sont poursuivis au cours des deux semaines suivantes, comme l'indique la courbe de signes cliniques établie à partir des cotes de santé visuelle, les traitements individuels et les deux mortalités observées.

#### Comparaison entre les parcs :

Dans les trois parcs, la virémie au SRRP s'est produite tôt après l'entrée en pouponnière et a été suivie par des signes cliniques de maladie et des traitements. Dans les trois cas, la température infrarouge et la consommation d'aliment étaient de bons indicateurs hâtifs de maladie, avec des périodes de détection similaires, quoique la hausse de température infrarouge a été plus hâtive d'un jour dans le parc 2.

#### **Lot 13 (automne) :**

##### Parc 1 :

La température infrarouge corrigée a augmenté très lentement et sur plusieurs jours (du jour 5 au jour 12). Cette augmentation peut être constatée a posteriori, mais serait fort probablement passée inaperçue lors d'une lecture quotidienne et en temps réel à la ferme. En fait, c'est seulement au jour 16 que la montée a été plus forte que la valeur seuil.

Pourtant, le virus du SRRP a circulé dans le parc, comme la courbe de taux de virémie l'indique (de 0 % à 86 %, puis 100 %, du jour 3 au jour 10, puis au jour 14).

Cependant, malgré le passage du virus SRRP, les cotes de santé sont restées belles (signes visuels légers), avec un faible taux de signes cliniques. Un seul porc a montré des signes respiratoires, a obtenu une cote de santé de 3/5 aux jours 14 et 15 et a été traité au jour 14.

La consommation d'aliment a été plutôt stable avec une tendance à la baisse du jour 11 au jour 15.

### Parc 2 :

La première hausse de température infrarouge a été observée au cours du jour 7, mais ne peut pas être liée à une augmentation des signes cliniques, un traitement, ou même au virus du SRRP. La virémie n'a été constatée chez aucun porcelet du parc au jour 8. Lors de cette journée, la température ambiante dans la chambre a chuté de façon importante. Ainsi, bien que l'augmentation de température infrarouge observée soit très légère, la température infrarouge corrigée a augmenté de façon importante. Cette augmentation est donc fort probablement artificielle et non représentative de l'état de santé des porcelets.

La deuxième hausse de température infrarouge s'est produite au cours des jours 12 et 13. Cette hausse concorde avec l'augmentation du taux de virémie SRRP, constatée entre les jours de prélèvement 10 et 14 dans le parc. La consommation d'aliment a chuté des jours 13 à 15, des signes cliniques sont apparus et des traitements ont été administrés au cours de la semaine suivante. Dans ce cas, la température infrarouge a été un bon indicateur hâtif de maladie et meilleur que la consommation d'aliment (plus hâtif).

### Parc 3 :

La propagation du virus du SRRP dans le parc est passée de 0 %, puis 29 % pour finalement atteindre 100 % des porcelets aux jours de prélèvement 8, 10, et 14, respectivement. Durant cette période, la température infrarouge corrigée a augmenté graduellement, avec une augmentation supérieure au seuil de détection au jour 13. Une baisse de consommation d'aliment, qui a été observée entre les jours 12 et 14, confirme que cette hausse de température infrarouge était un indicateur hâtif de maladie. De plus, dans les jours qui ont suivi, une augmentation des signes cliniques de même que l'administration de plusieurs traitements individuels dans le parc confirment la présence de maladie.

### Comparaison entre les parcs :

Alors que les porcs du parc 1 ont été moins affectés par la maladie (1 seul porcelet malade), les porcs des parcs 2 et 3 ont été plus sévèrement atteints. Malgré tout, des hausses de température infrarouge ont été décelées dans les trois parcs, ce qui permet d'affirmer que l'analyse de température infrarouge d'un groupe de porcelets permet de détecter hâtivement la maladie, même si la prévalence est faible dans le groupe.

Toutefois, dans le parc 2, une hausse de température n'a pu être attribuée à la présence de maladie. D'autres facteurs, tel que la baisse de la température ambiante, peuvent apporter un biais aux données, malgré la correction mathématique apportée. Il est important de noter que la formule de correction utilisée a été élaborée suite à l'analyse de l'effet d'une hausse de température ambiante sur la température infrarouge observée (Loughmiller et al., 2001) et que l'effet d'une baisse de température ambiante n'a pas été analysé pour produire une équation de correction.

## Conclusion

Ce projet a montré que la mesure de la température de surface (chaleur émise) d'un groupe de porcelets en pouponnière permet une détection hâtive de certaines maladies porcines. Plus précisément, lorsqu'une élévation de la température est mesurée sur un groupe de porcelets, celle-ci serait un indicateur précoce d'un problème de santé. De plus, pour améliorer l'interprétation de la mesure de thermographie infrarouge, il est nécessaire de corriger cette valeur à partir de la température ambiante de la pouponnière. Les mesures de la consommation d'aliment et d'eau montrent également un bon potentiel à titre d'indicateur hâtif des maladies. Par contre, les données ont été plus limitées pour l'analyse de la consommation d'eau.

Le suivi visuel de l'état de santé des porcelets, les traitements appliqués ainsi que les mortalités observées ont clairement un décalage de plusieurs jours sur les indicateurs hâtifs (thermographie infrarouge, consommation d'aliment et d'eau) ou encore sur le taux de virémie du vSRRP. Dans cette étude, les traitements et mortalités associés à une détection hâtive de maladies ont été compilés jusqu'à 7 jours suivant cette détection.

Lors de cette étude, quelques augmentations de température infrarouge n'ont pas été associées à une augmentation subséquente de traitements ou de mortalités. Ces observations peuvent être des faux positifs ou encore s'expliquer par des lots de porcs qui ont été contaminés par des maladies, mais n'ont montré aucun signe clinique.

Ce projet a été un bel exemple de collaboration multidisciplinaire à un niveau pancanadien. Le projet a impliqué différentes organisations (Alberta Agriculture and Rural Development, Lacombe Research Center, University of Alberta, University of Saskatchewan, et a nécessité diverses expertises (généticiens, ingénieurs, vétérinaires, chercheurs, etc.).

Les résultats de ce projet sont très prometteurs quant à l'utilisation de la thermographie infrarouge, de la consommation d'aliment ou d'eau pour la détection hâtive des maladies en ferme commerciale. L'évaluation du comportement des porcs pourrait également être un autre indicateur potentiel à l'étude. La prochaine étape au préalable d'une application de ces indicateurs en ferme commerciale est le développement d'analyse en temps réel, par exemple des images infrarouges, afin d'obtenir des alarmes pour une détection hâtive de maladies et la mise en place de traitements ciblés.

## Références

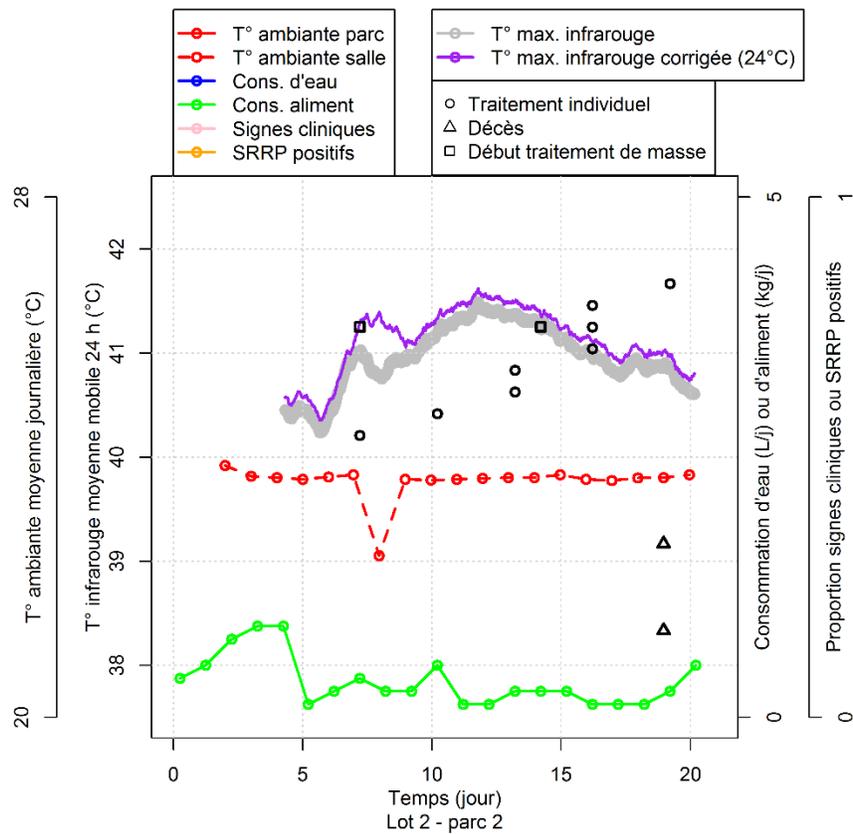
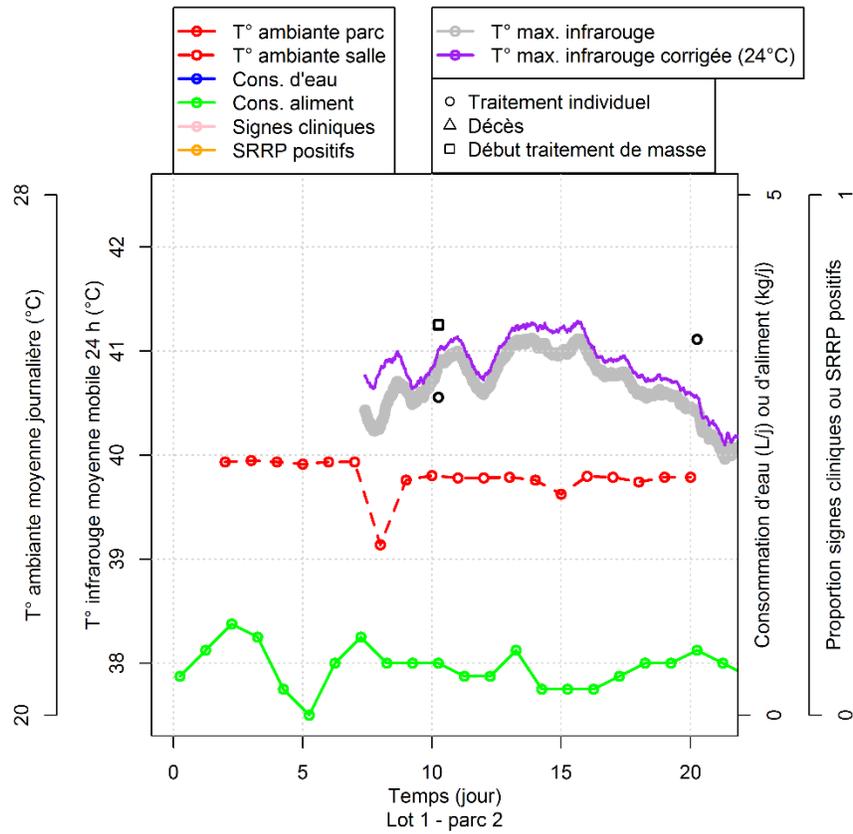
- Collin, A., Vaz, M.J. et J. Le Dividich. 2002. Effects of high temperature on body temperature and hormonal adjustments in piglets. *Reproduction, nutrition, development*, 42 (1) : 45-53.
- Cook, N.J., Chabot, B., Lui, T., Bench, C.J. et A.L. Schaefer. 2015. Infrared thermography detects febrile and behavioural responses to vaccination of weaned piglets. *Animal*, 9 (2) : 339–346.
- Gagnon, P., Fortin, F., Maignel, L., Turgeon, J.-G., Caron Simard, V. et B. Sullivan. 2018 Analyse de la consommation d'eau individuelle et par case des porcs en croissance. Journée de la recherche porcine, sous presse
- Johnson, S.R., Rao, S., Hussey, S.B., Morley, P.S. et J.L. Traub-Dargatz. 2011. Thermographic Eye Temperature as an Index to Body Temperature in Ponies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31 (2) : 63-66.
- Loughmiller, J.A., Spire, M.F., Dritz, S.S., Fenwick, B.W., Hosni, M.H. et S.B. Hogge. 2001. Relationship between mean body surface temperature measured by use of infrared thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *American journal of veterinary research*, 62(5) : 676-681.
- Naas, I.A., Garcia, R. G. et F.R. Caldara. 2014. Infrared thermal image for assessing animal health and welfare. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 2(3) : 66-72.
- Nguyen, A.V., Cohen, N.J., Lipman, H., Brown, C. M., Molinari, N.A., Jackson, W.L., Kirking, H., Szymanowski, P., Wilson, T.W., Salhi, B.A., Roberts, R. R., Stryker, D.W. et D.B. Fishbein. 2010. Comparison of 3 infrared thermal detection systems and self-report for mass fever screening. *Emerging Infectious Diseases*, 16(11) : 1710-1717.
- Pascoe, D.D., Ring, E. F., Mercer, J.B., Snell, J., Osborn, D. et J. Hedley-Whyte. 2010. International standards for pandemic screening using infrared thermography. *SPIE Proceedings Vol. 7626*, 8 p.
- Pileri, E. et E. Mateu. 2016. Review on the transmission porcine reproductive and respiratory syndrome virus between pigs and farms and impact on vaccination. *Veterinary Research*, 47(108) : 13 p.
- Schaefer, A. L., Cook, N.J., Bench, C., Chabot, J.B., Colyn, J., Liu, T., Okine, E.K., Stewart, M. et J.R. Webster. 2012. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset on receiver calves using infrared thermography. *Research in Veterinary Science*, 93(2) : 928-935.
- Soerensen, D.D. et L.J. Pedersen. 2015. Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pigs: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57(5) : 11 p.
- Stewart, M., Webster, J.R. et A.L. Schaefer. 2012. Automated assessment of animal health and welfare using infrared thermography: early detection of disease. *Proceedings of the 5th Australasian Dairy Science Symposium* : 258-260.
- Wills, R.W., Zimmerman, J.J., Yoon, K.J., Swenson, S.L., Hoffman, L.J., McGinley, M.J., Hill, H.T. et K.B. Platt. 1997. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: routes of excretion, *Veterinary Microbiology*, 57(1) : 69-81.

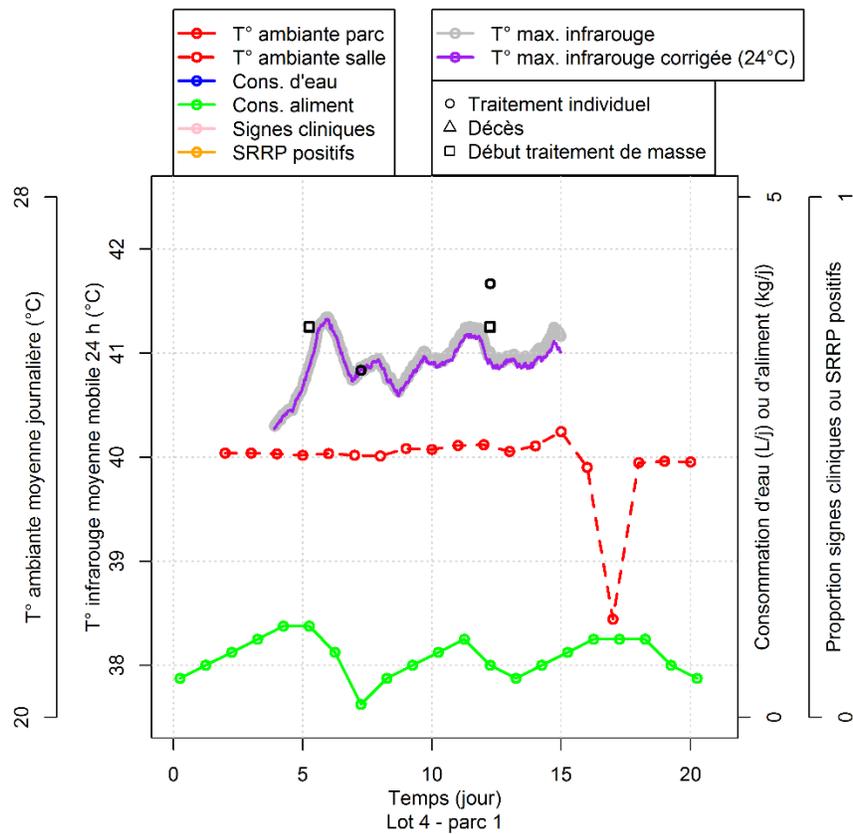
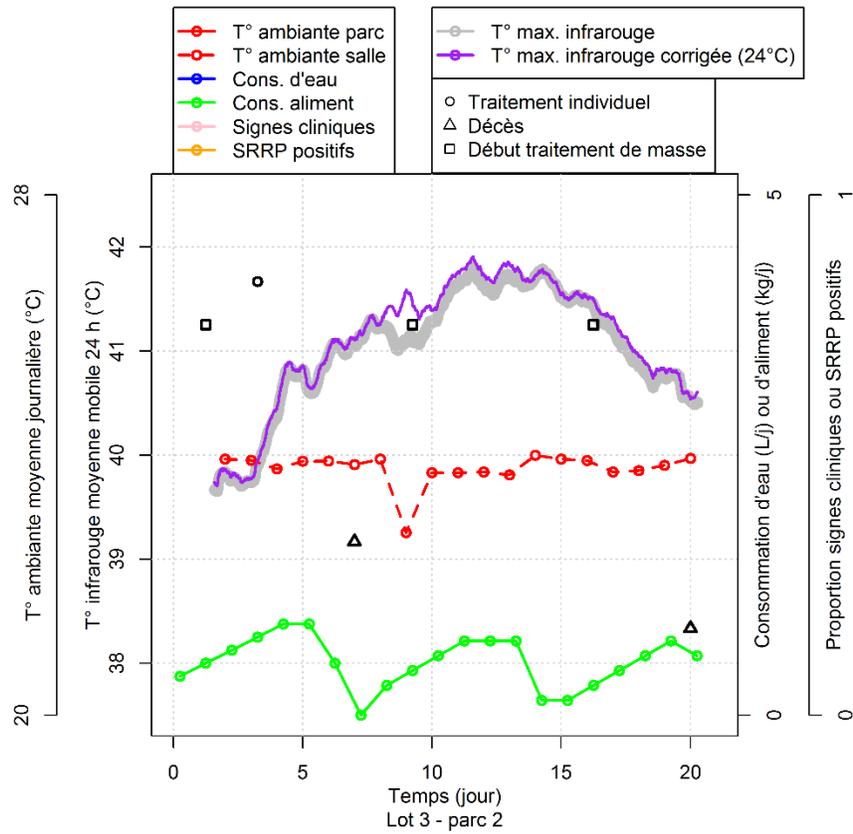


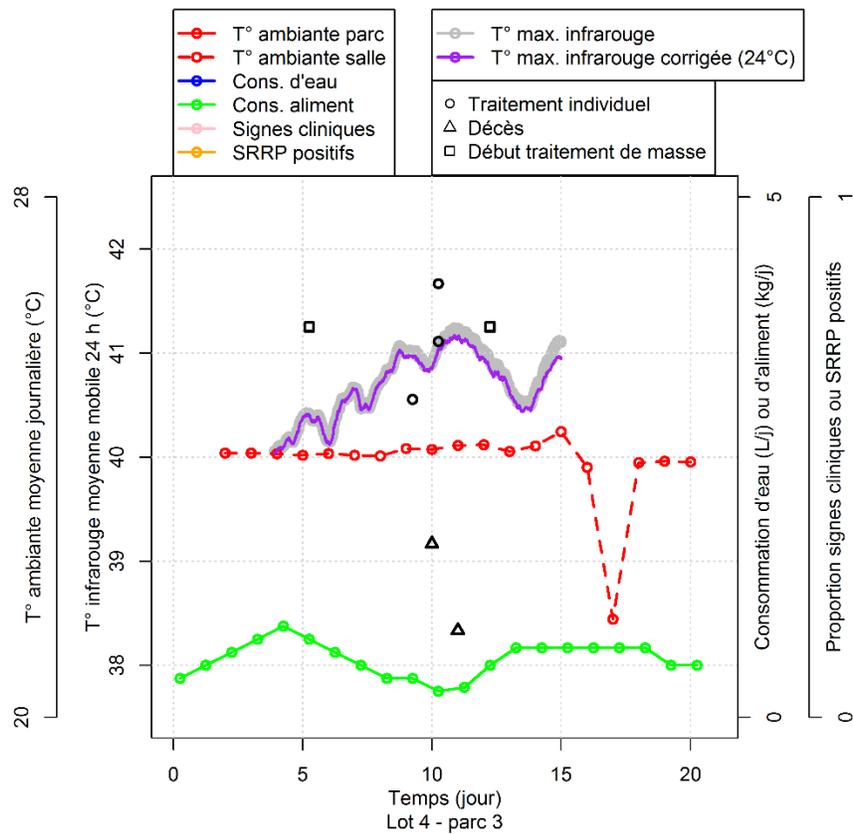
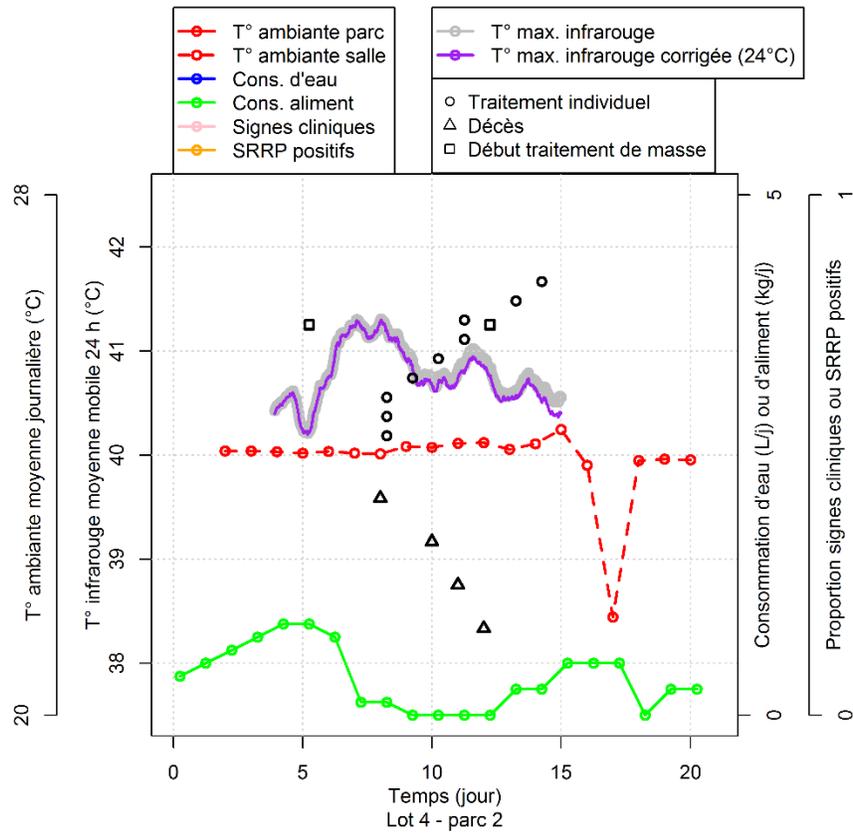
# Annexe 1

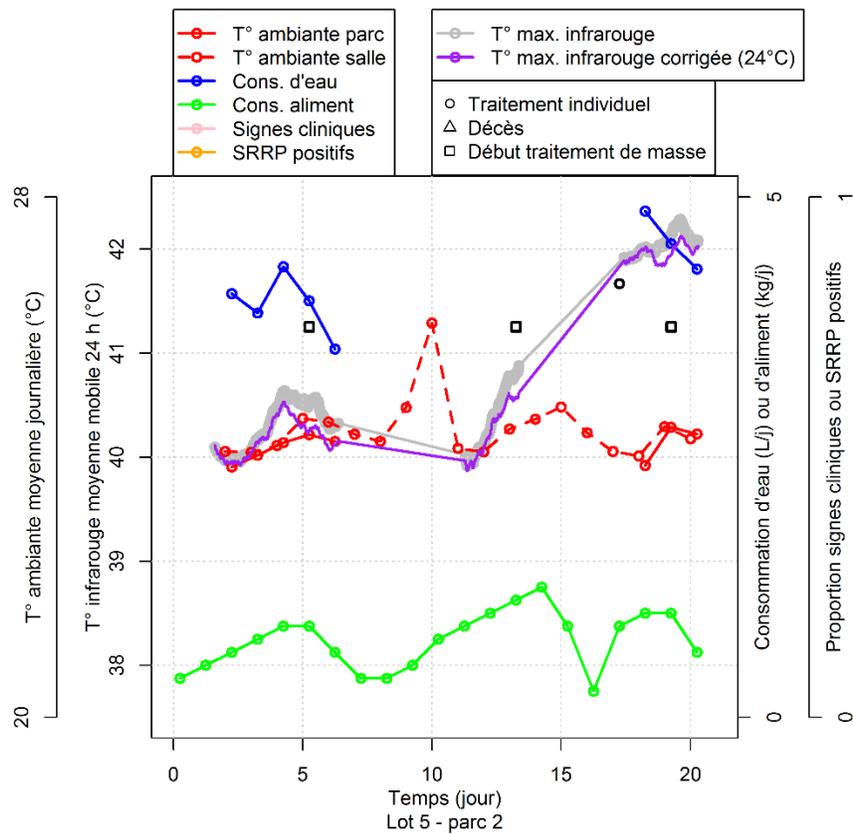
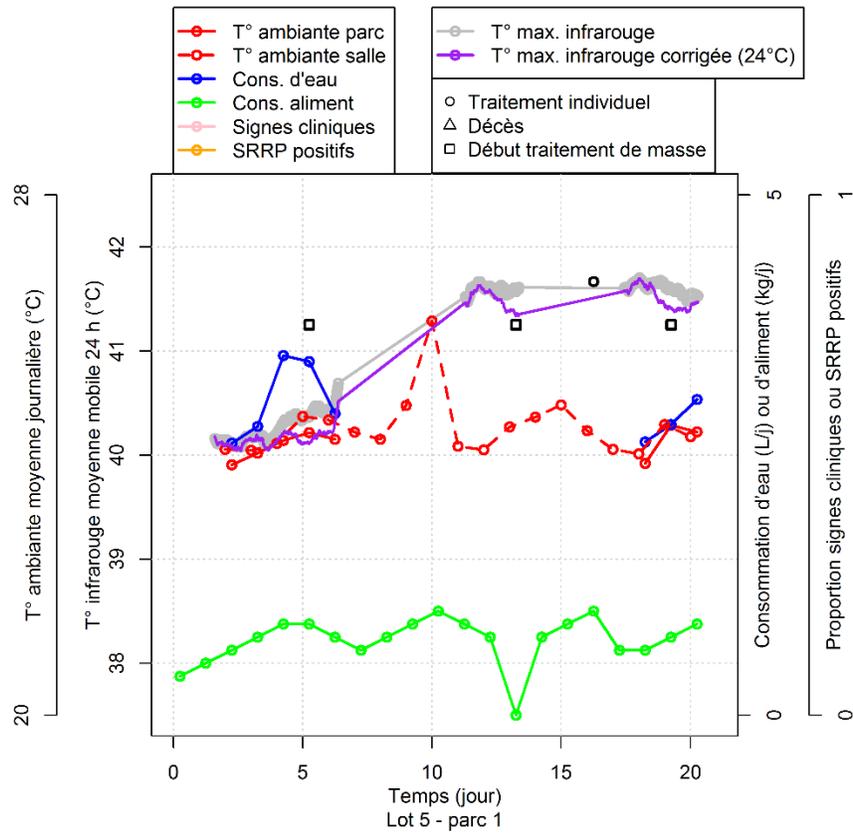
**Résultats détaillés pour chaque lot et chaque parc**

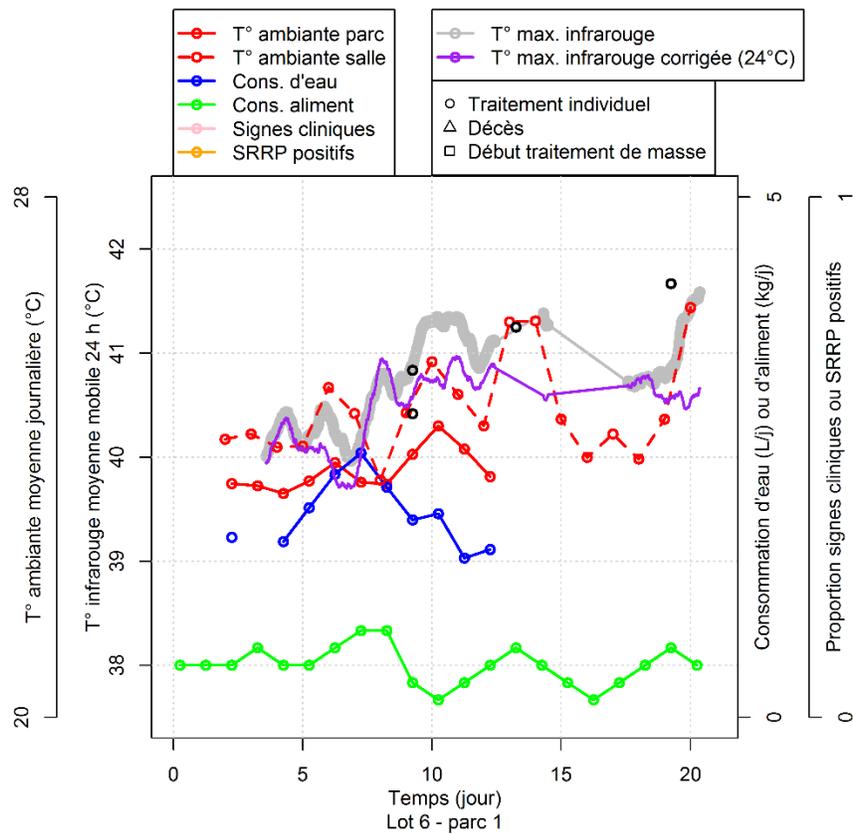
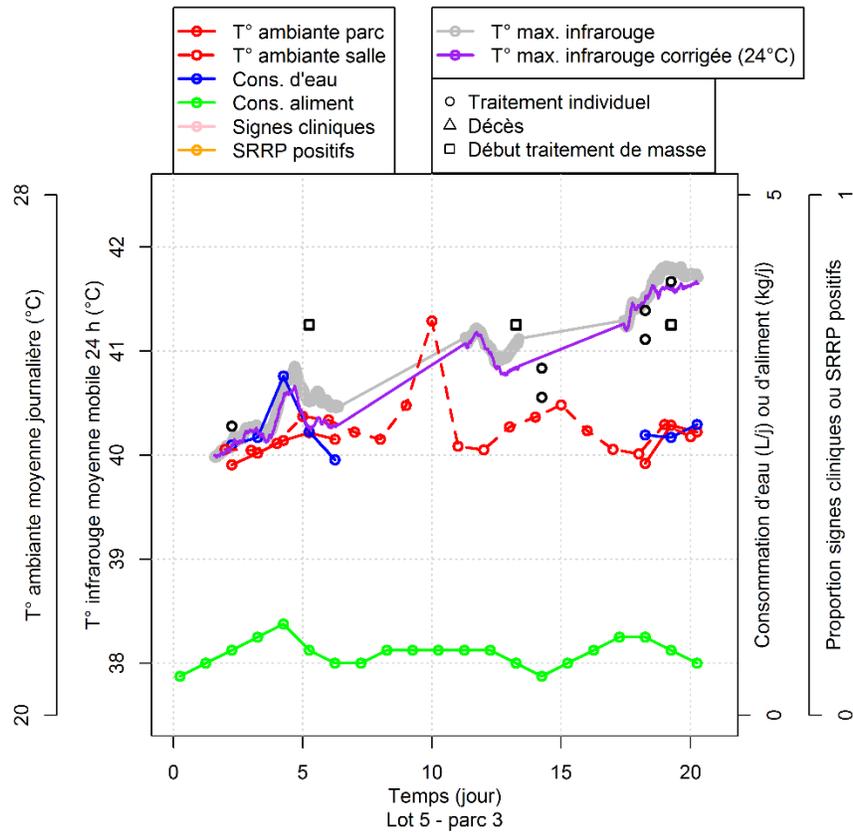


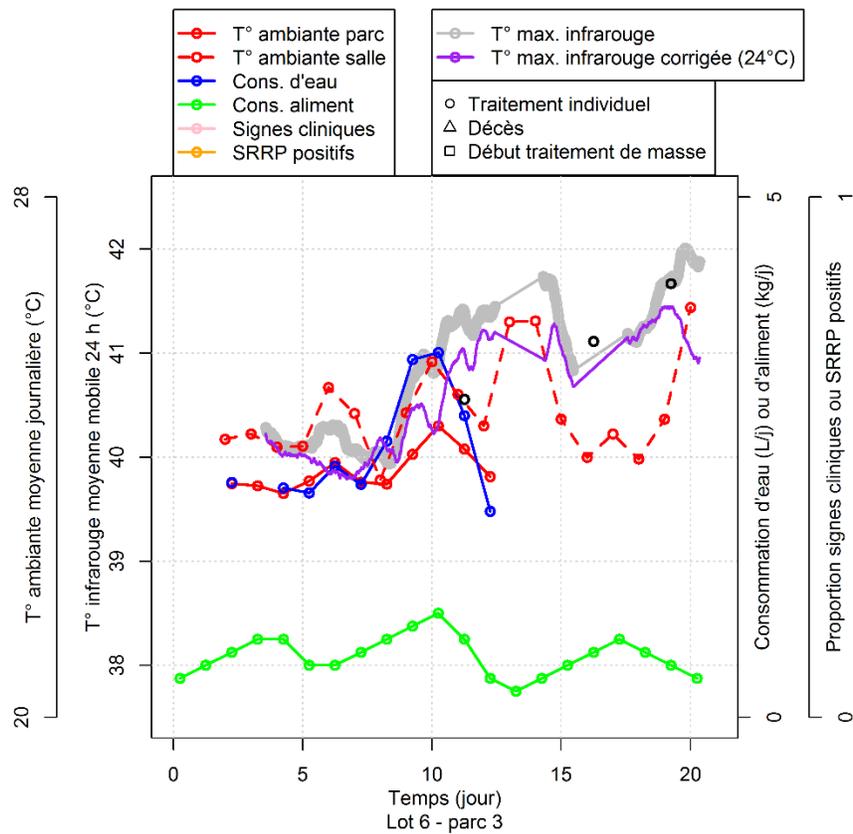
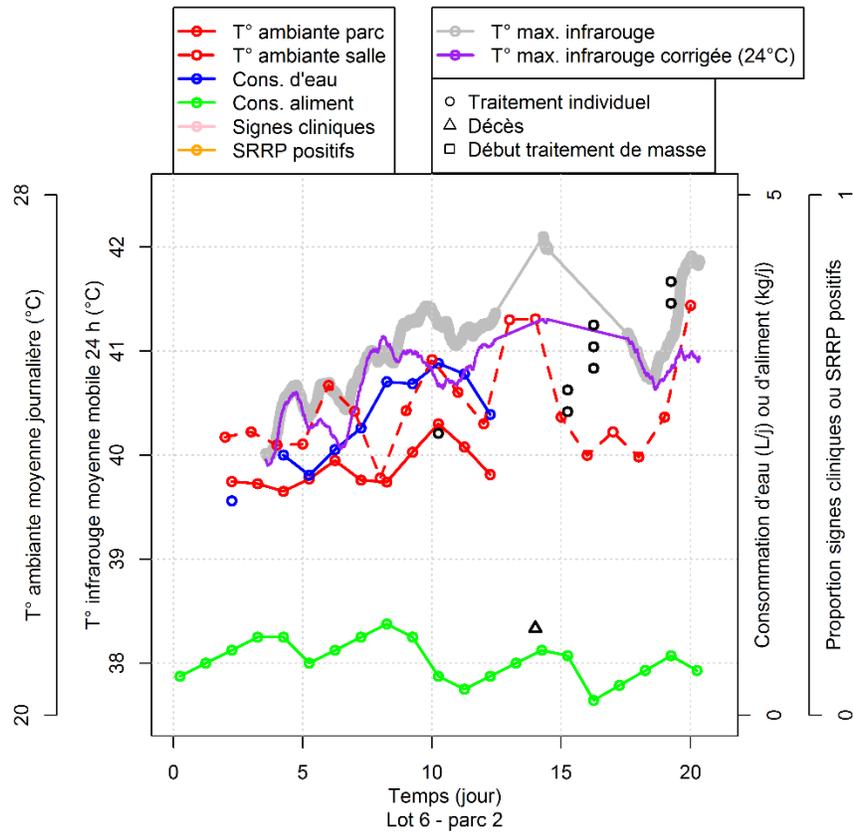


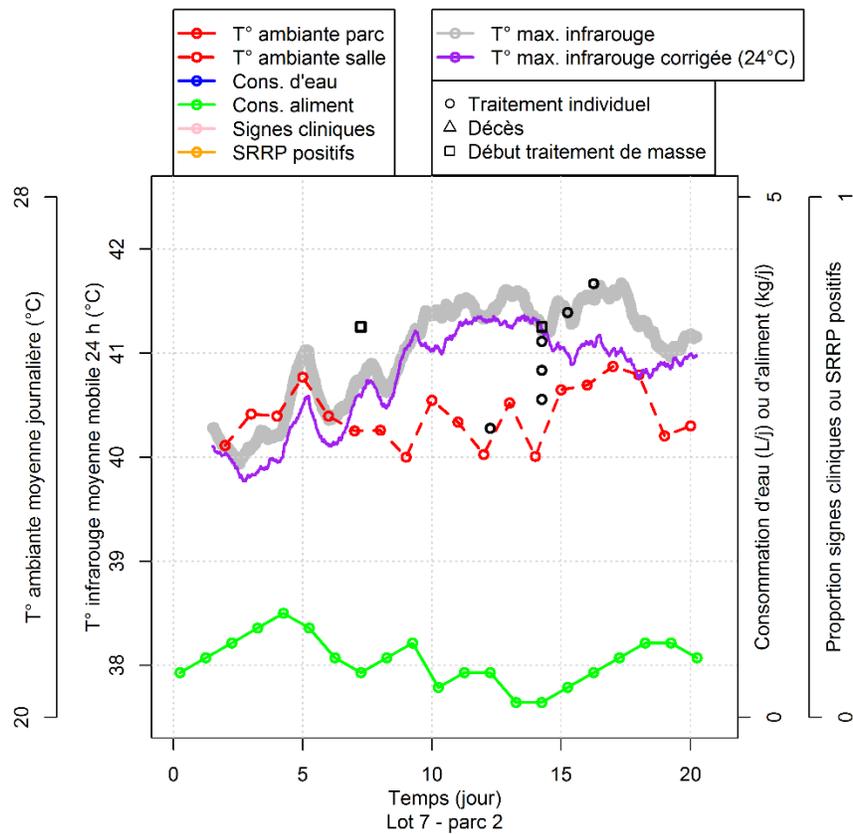
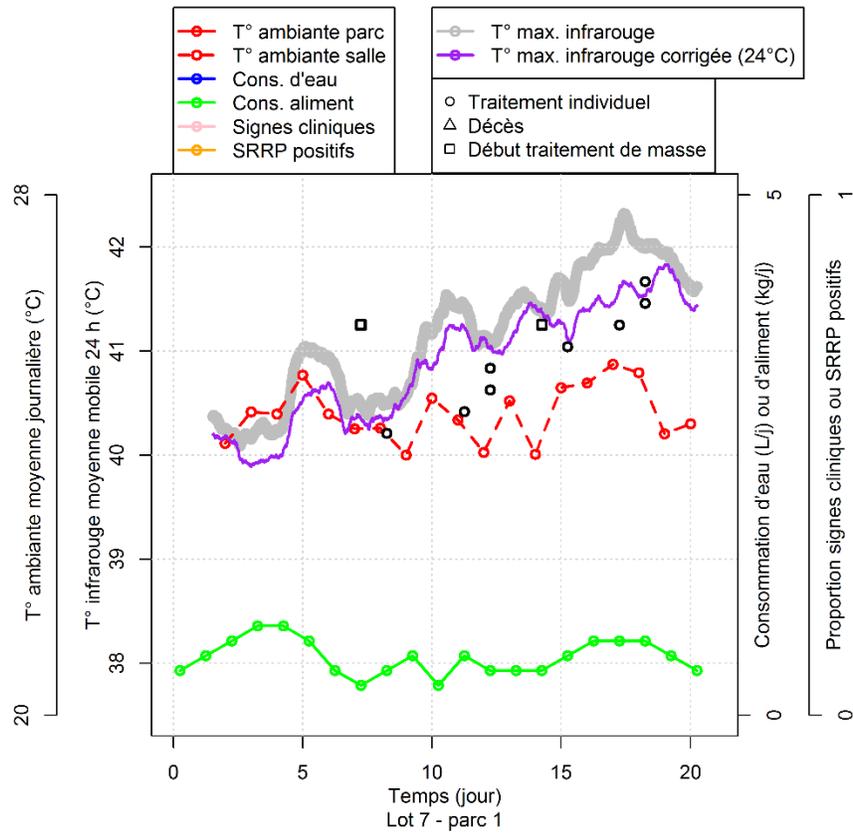


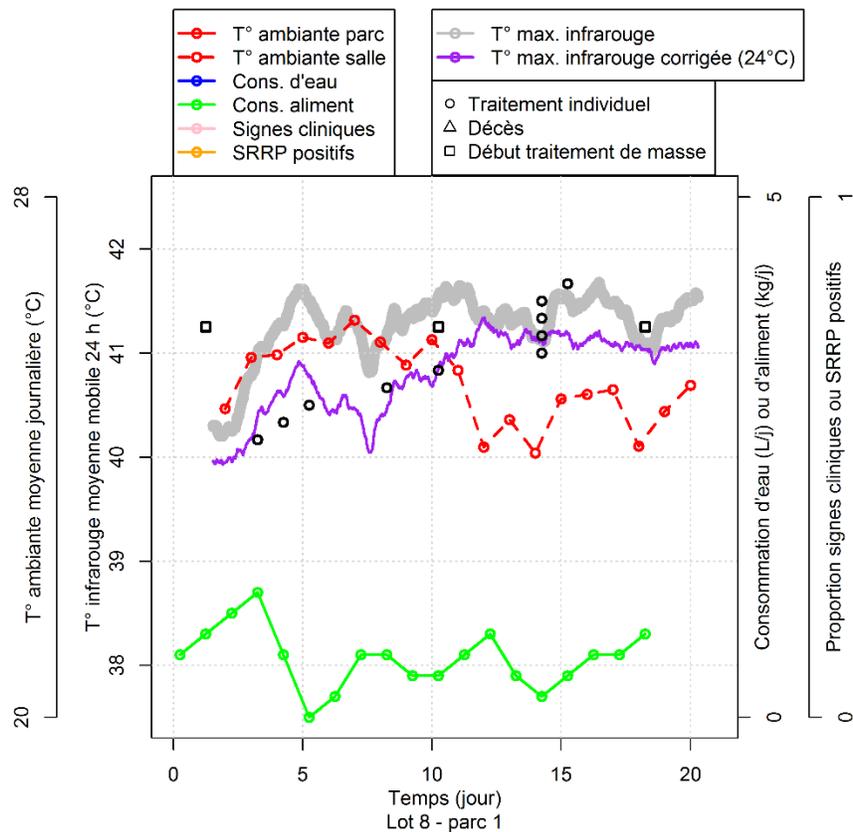
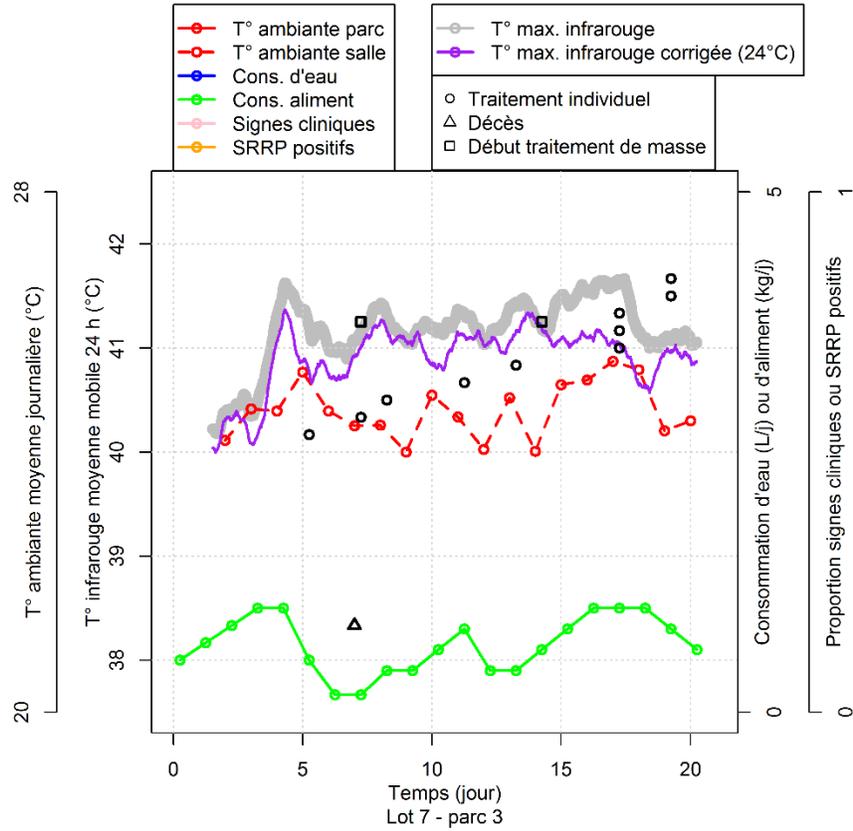


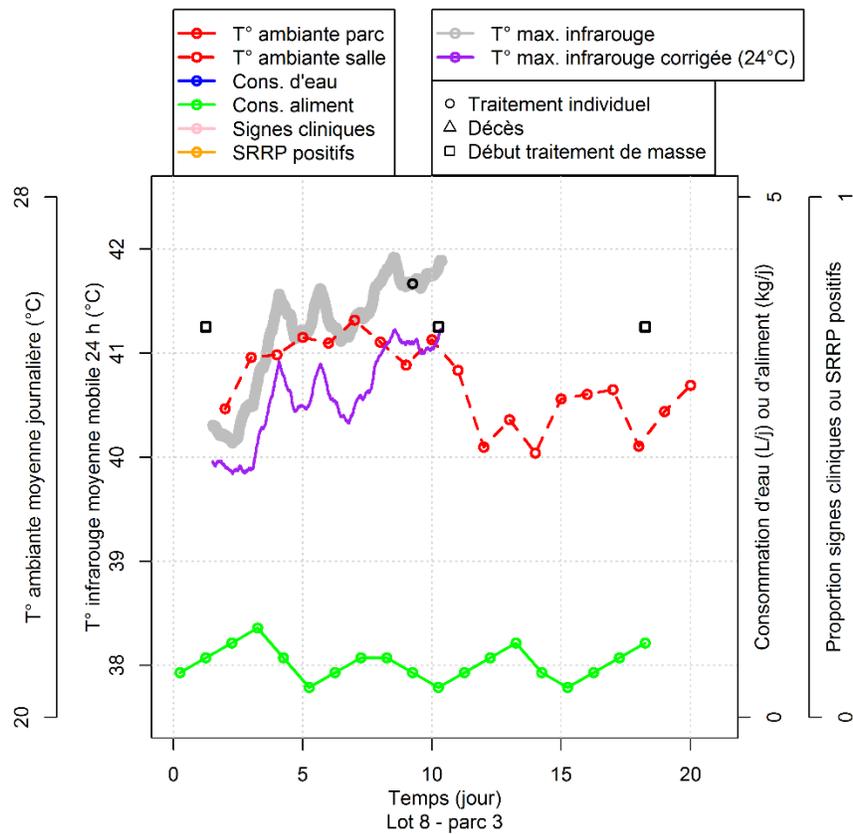
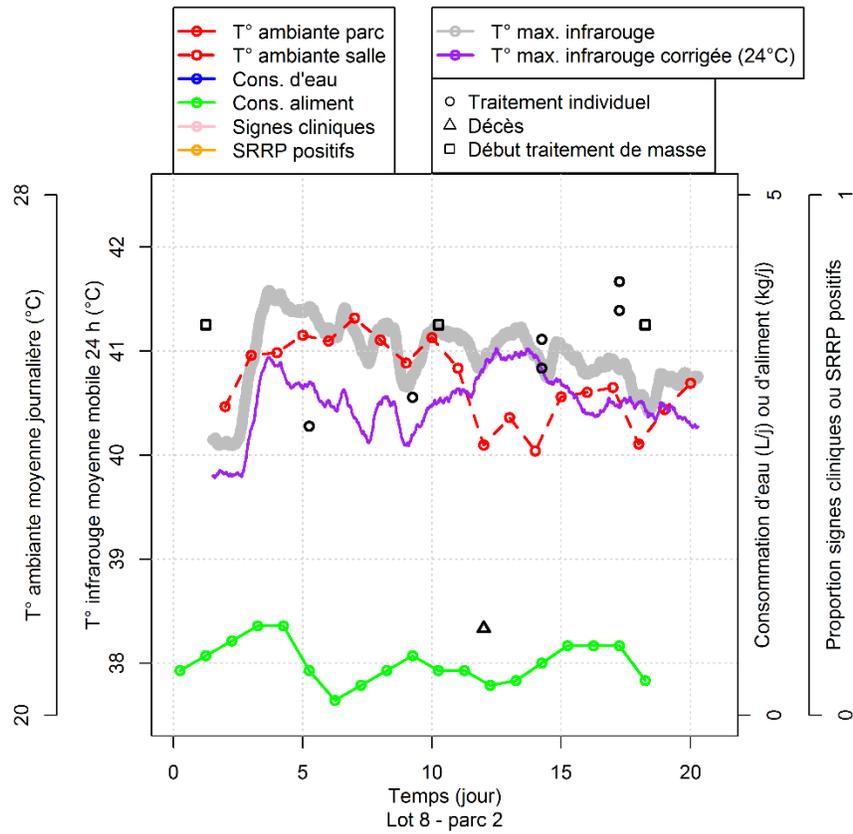


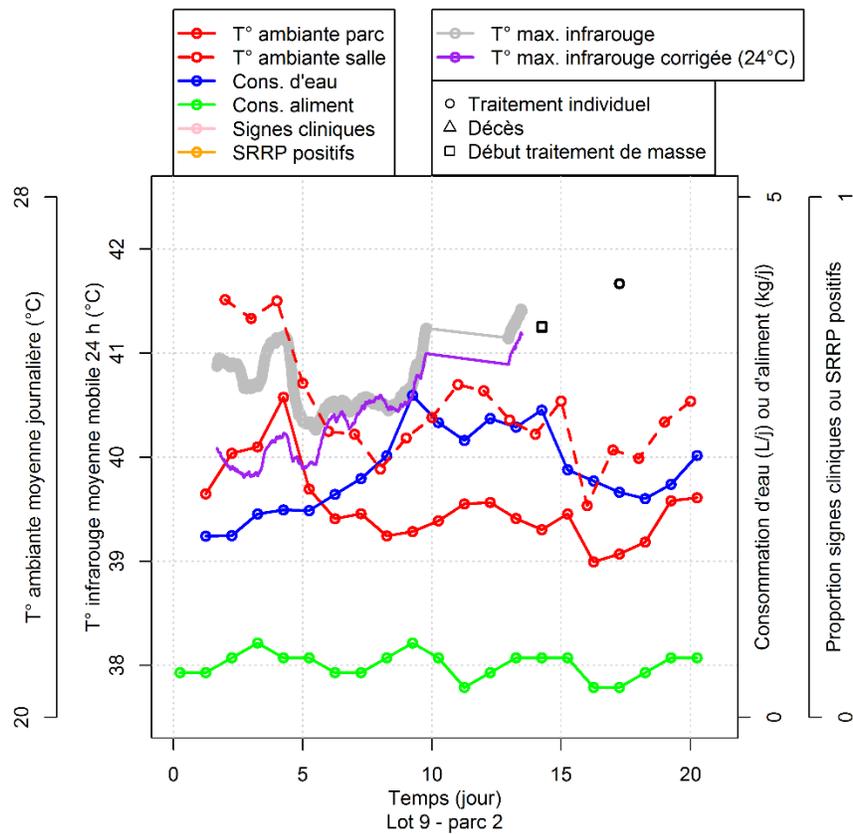
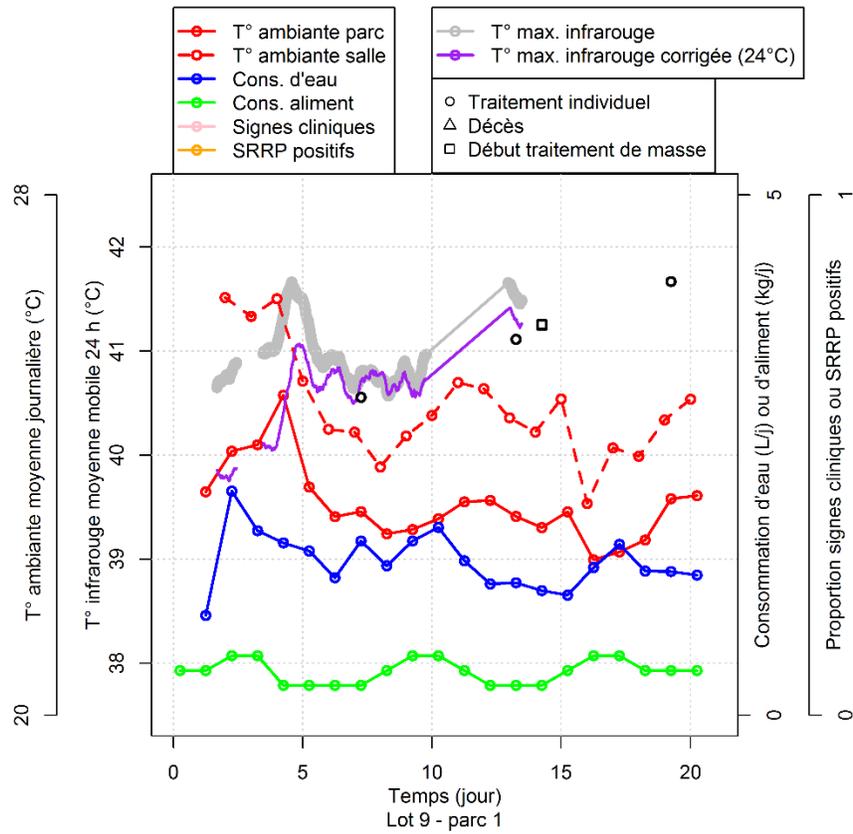


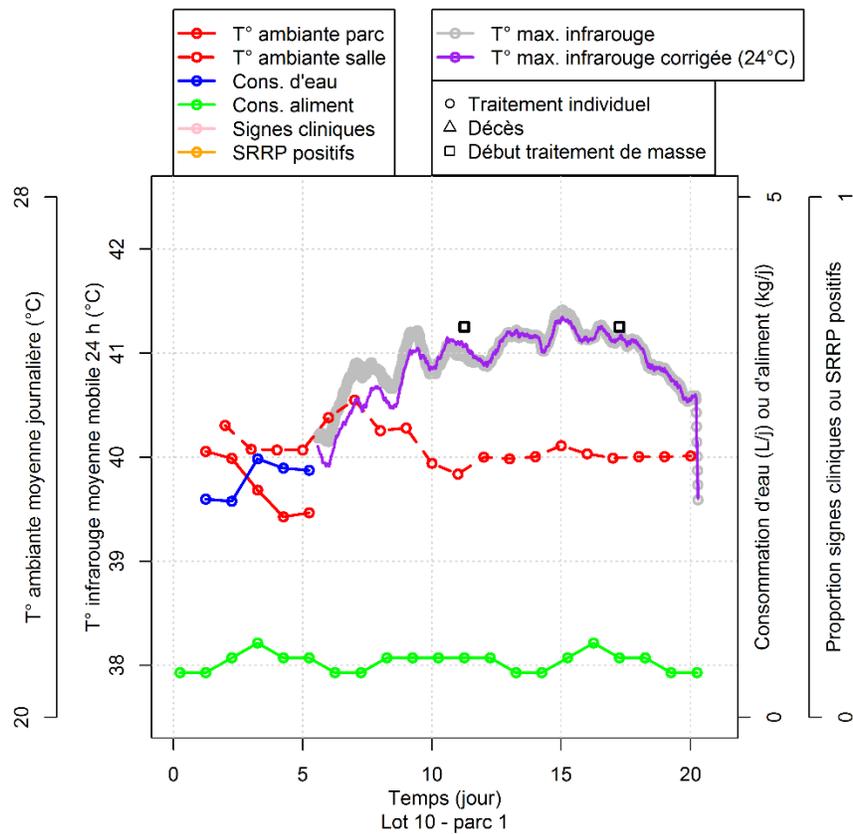
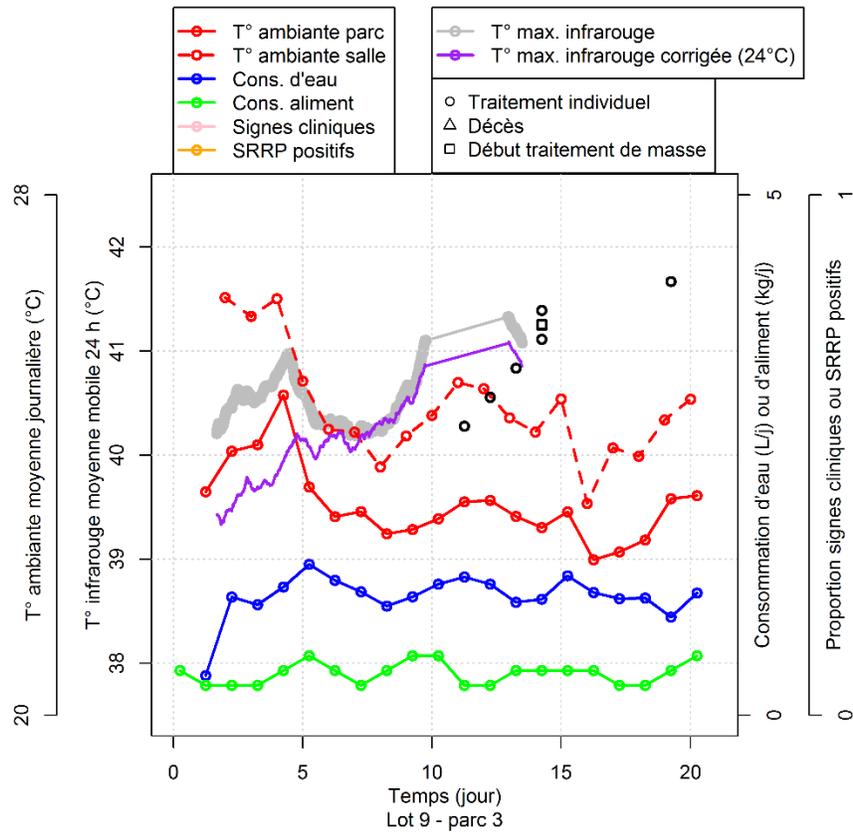


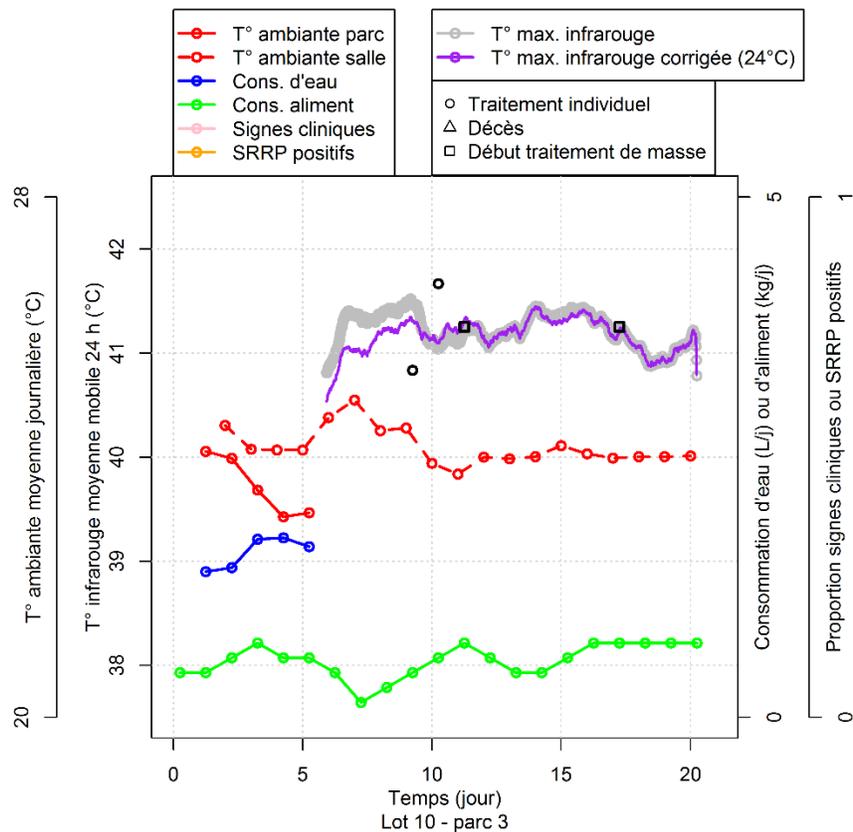
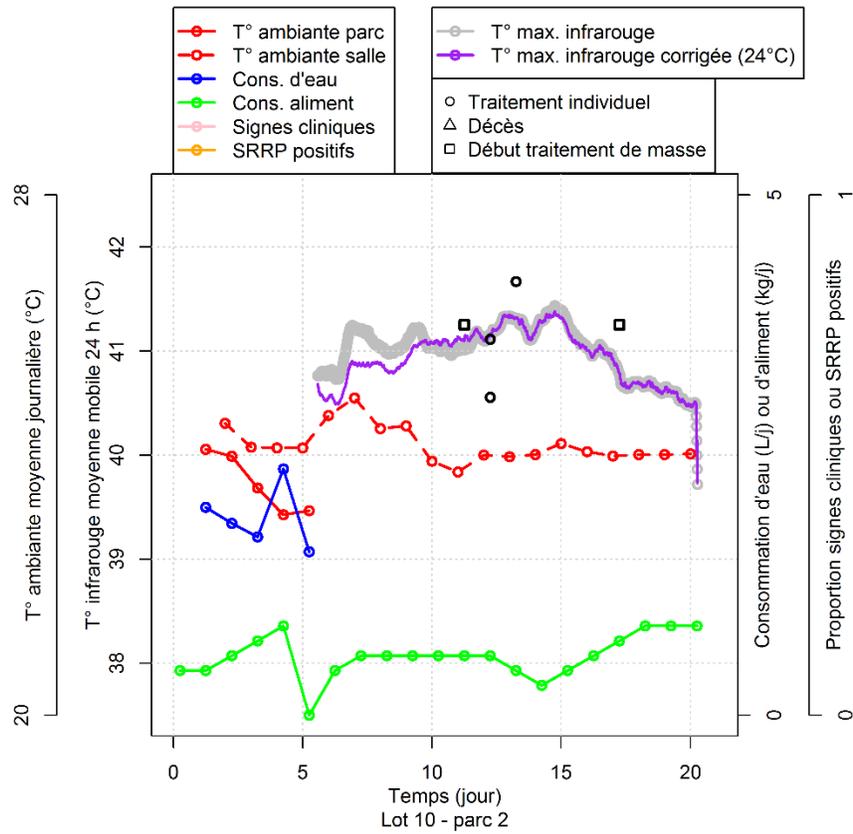


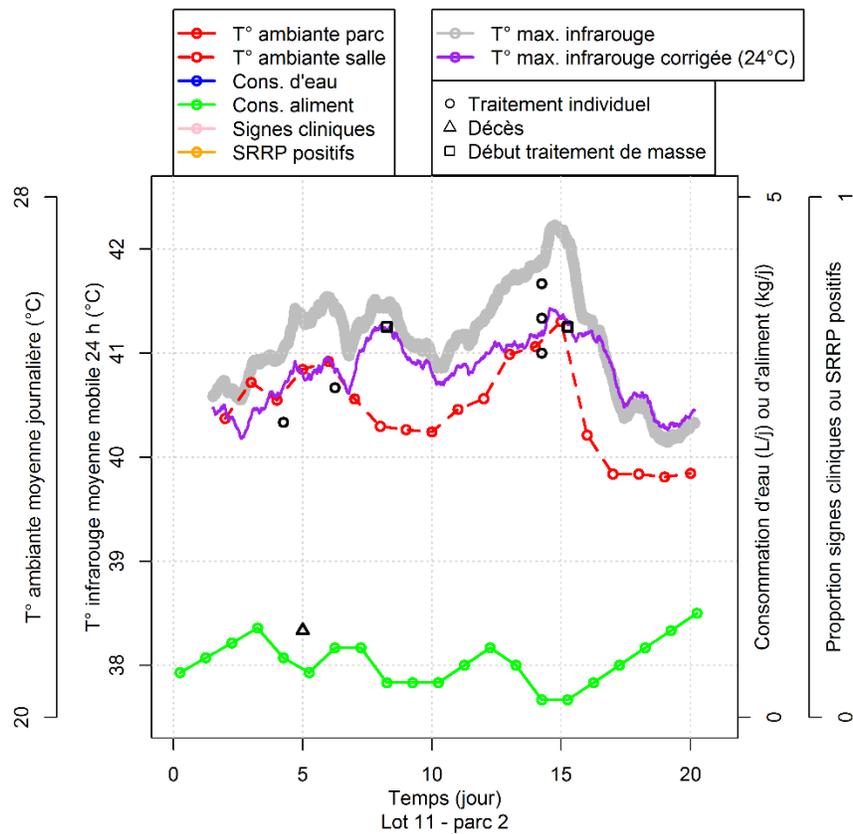
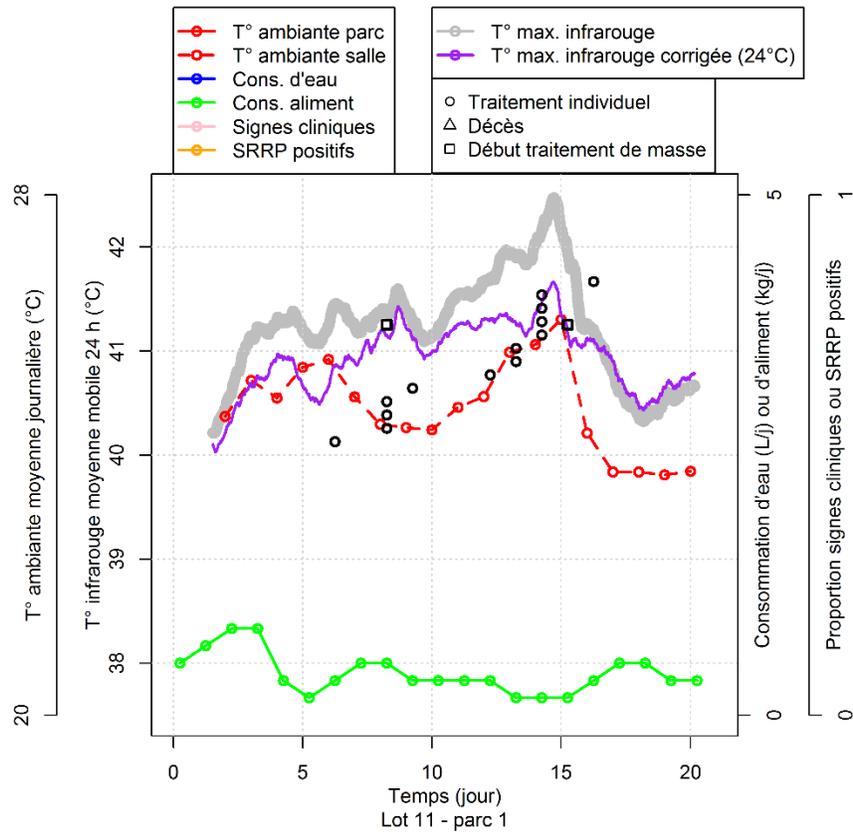


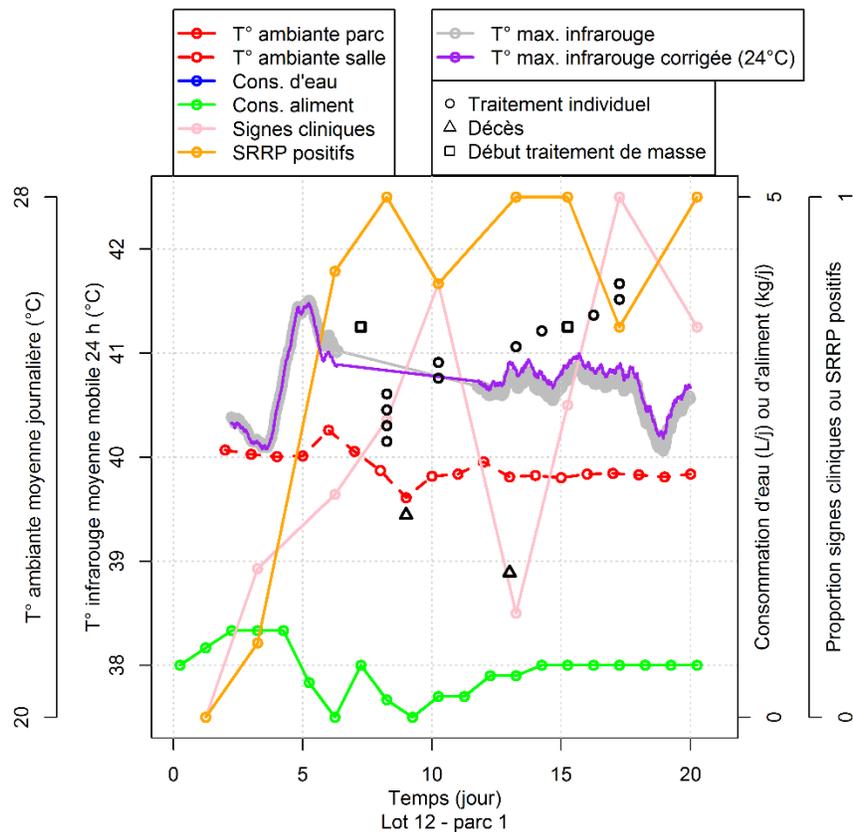
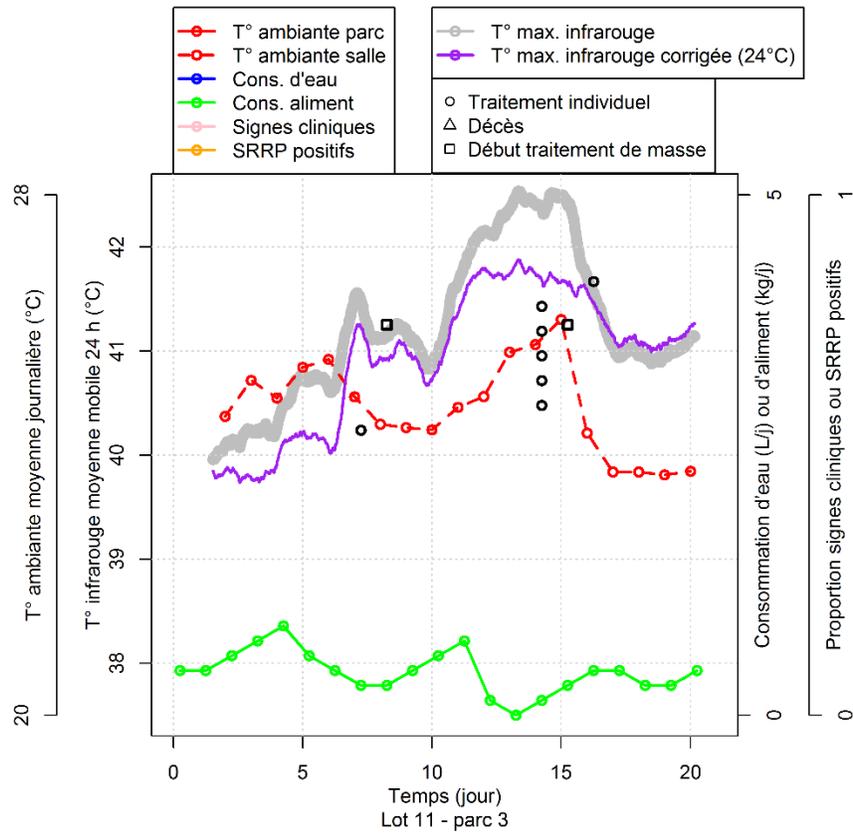


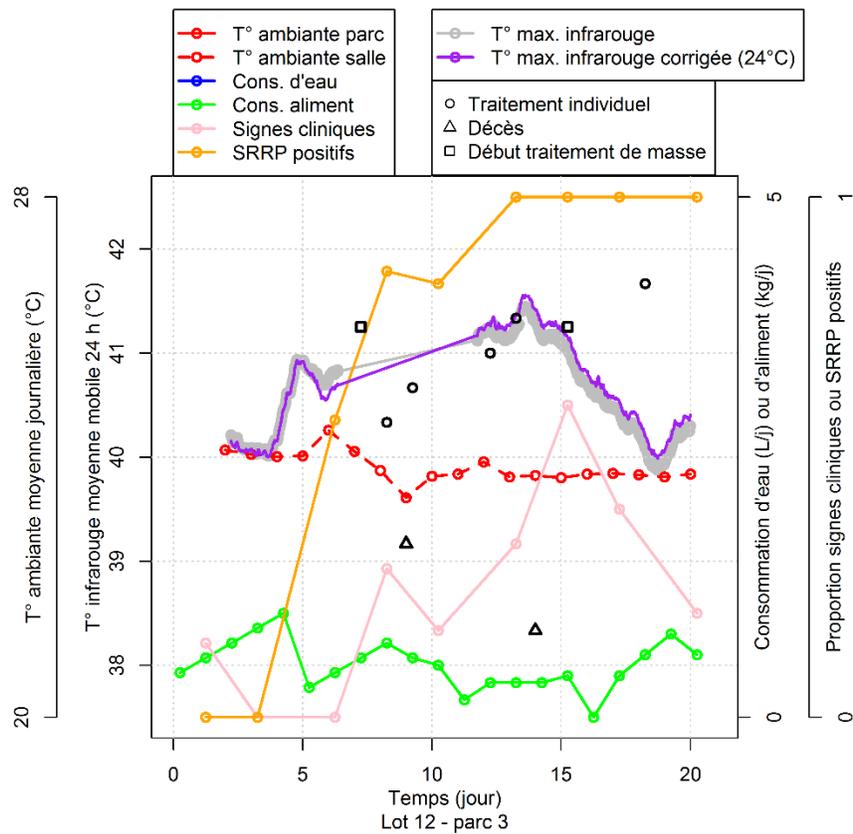
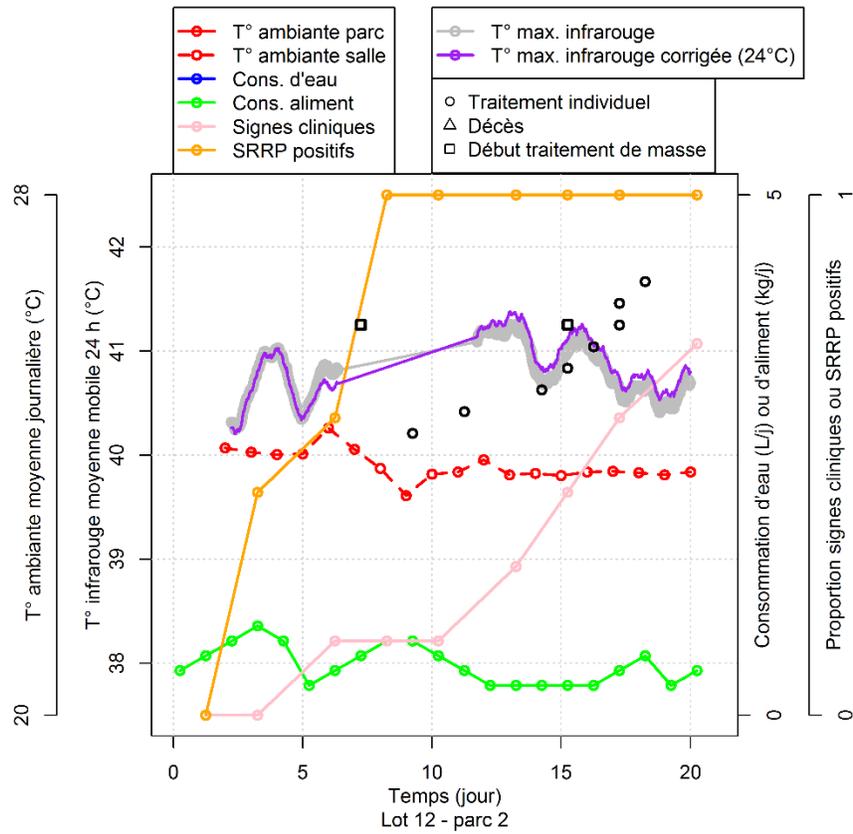


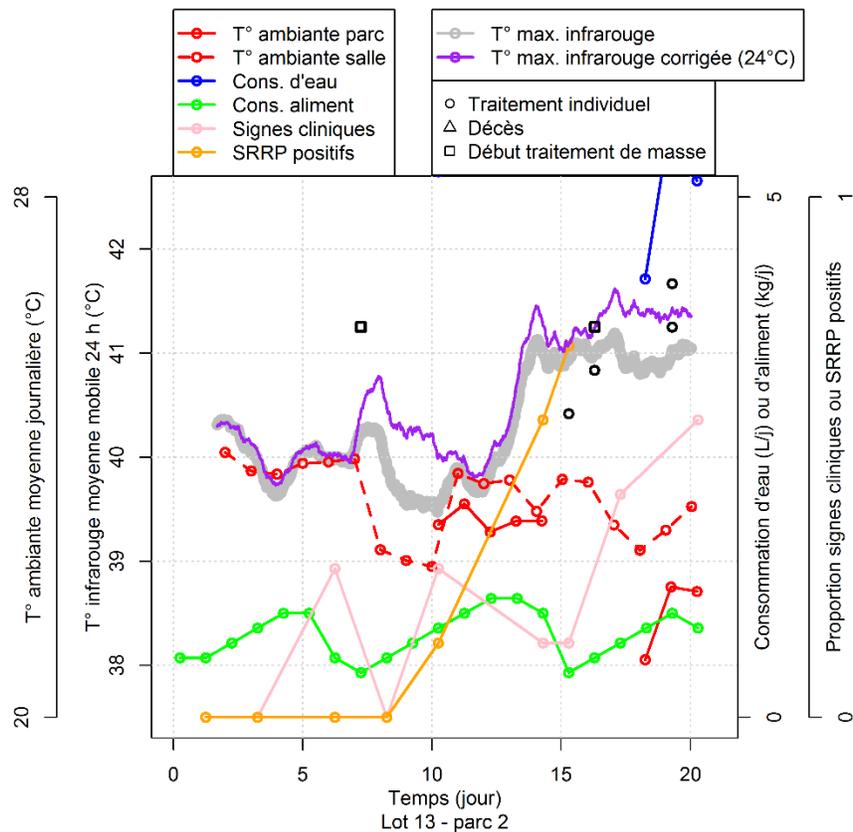
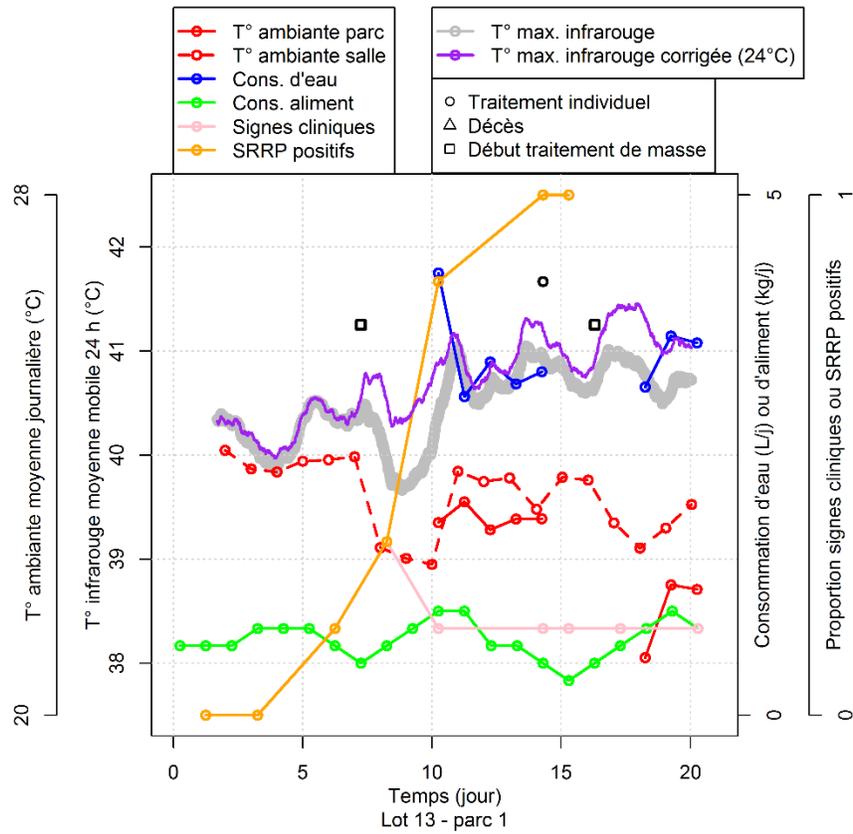


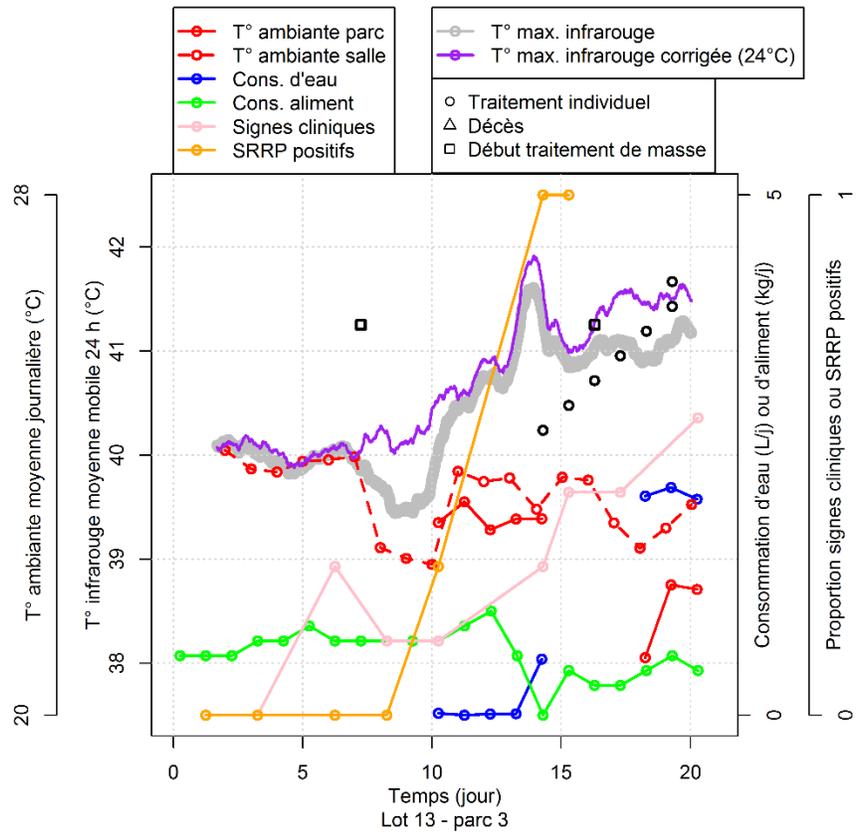














Centre de développement du porc du Québec inc.  
Place de la Cité, tour Belle Cour  
2590, boulevard Laurier, bureau 450  
Québec (Québec) G1V 4M6

☎ 418 650-2440 • 📠 418 650-1626

[cdpq@cdpq.ca](mailto:cdpq@cdpq.ca) • [www.cdpq.ca](http://www.cdpq.ca)

 @cdpqinc

