



Les maladies respiratoires des jeunes bovins

Malika Chassan (INRAE), Elise Vanbergue (Idele)

Les maladies respiratoires des jeunes bovins

Chez les naisseurs :



50 %

% > 25% (15% éleveurs)



- 0-2 mois
- Pâturage → bâtiment



- 125€/ veau malade
- Frais vétérinaires : 45€/ UGB

Chez les engraisseurs spécialisés :



100 %

% 20 à 30%



1^{er} mois qui suit l'arrivée



~ 4000€
(150JB, incidence modérée)

I. Prévention des maladies respiratoires

II. Détection précoce des maladies respiratoires = clé
de succès des traitements



La préparation des broutards, une solution ?

Elise Vanbergue

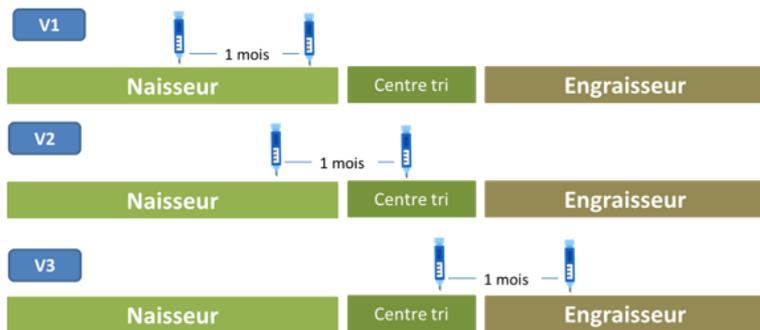
La possibilité de préparer les animaux à la vente

- Préparation des jeunes bovins à l'engraissement ; c'est le travail des naisseurs = ensemble de bonnes pratiques
- Préparation sanitaire = vaccination contre certains pathogènes respiratoires (VRSB, Pi3, Mannheimia *Haemolytica*)
Démarche valorisée par certaines OP + CDC Interbev
- Préparation complète =
 - Sevrage des animaux 45j avant la vente
 - Préparation sanitaire = Vaccination
 - Préparation alimentaire + oligo-éléments, vitamines, extraits de plantes...
 - Habituation aux bâtiments

Essai WelHBeeF

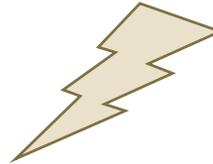
- 248 broutards Charolais vaccinés
- 2 groupements

+ 8 %
de gain de croissance



Modalité vaccinale	V1	V2	V3
GMQ (Kg/J)	1.54*	1.42*	1.36
Durée d'engraissement (j)	207	241	277

- Analyse sur 15735 jeunes bovins charolais mis en place dans 740 lots



+ 28 g/j si 50 à 100%
d'animaux vaccinés

Un exemple de préparation complète: le projet WelHBeeF

- 268 broutards Charolais
 - 1 groupement
- Pas moins de malades et pas de gain significatifs de GMQ
Des résultats moins intéressants qu'espérés
- Explications :
 - Conditions d'hébergement pendant la préparation peu favorables
 - Diversité des pathogènes impliqués (+ *P. Multocida* ; Coronavirus...)
 - Diversité des compétences immunitaires des JB, en lien avec les pratiques d'élevage des naisseurs.

Sevrage des animaux (-45j)	✓	
Vaccination BRD (VRSB, Pi3, M <i>Haem</i>)	✓	- D'autres pathogènes peuvent être impliqués - Des questions sur les protocoles
Alimentation équilibrée en oligo-éléments, vitamines....	✓	
Habitude aux bâtiments	≈	- Selon l'ambiance des bâtiments

Préparation à la vente = une conduite (des conduites) prometteuses qui doivent être intégrées dans un ensemble de bonnes pratiques

Une continuité de bonnes pratiques du naisseur à l'engraisseeur



**Eleveurs
naisseurs**



Centres de tri



**Eleveurs
engraisseeurs**



- Fin de gestation
- Prise de colostrum
- Premiers soins et vigilance le premier mois
- Alimentation
- Ambiance et hygiène bâtiment

- Diminuer le temps / la distance de transport

- Diminuer le nombre d'origine

- Accepter une plus grande variation de poids

- Quarantaine et surveillance le premier mois

- Transition alimentaire

- Alimentation

- Ambiance et hygiène bâtiment

- Préparation à la vente

Traçabilité naisseur- engraisseur importante



**Eleveurs
naisseurs**



**Eleveurs
engraisseurs**



Prise de décision dans un contexte d'incertitudes

- Conduite sanitaire (TT précédents, étiologie)
- Conduite alimentaire

Enquête 32 professionnels :

- Frein à la mise en place de la préparation sanitaire : Traçabilité (8/32) + garantie des informations sanitaires (6/32)
- Enjeux de la filière : structuration de la filière (9/32)



Projet  **Beef Sense** :

détection précoce et automatisée des troubles respiratoires des jeunes bovins en engraissement

Malika Chassan, M. Guiadeur, B. Mounaix, C. Allain, J.J. Bertron, B. Cornette, S. Valance, M. Charbonneau, A. Philibert, M. Drouet, F. Roullier, S. Assie, D. Concordet



Animal malade ?

Pour chaque animal, comment réagissez vous ?

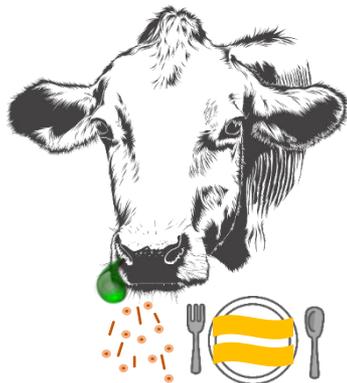
A – Traitement

B – Surveillance +++

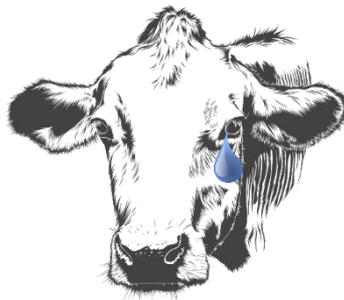
C – OK / Surveillance normale

D – Ne sais pas

1



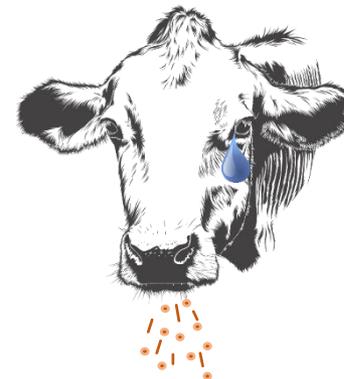
2



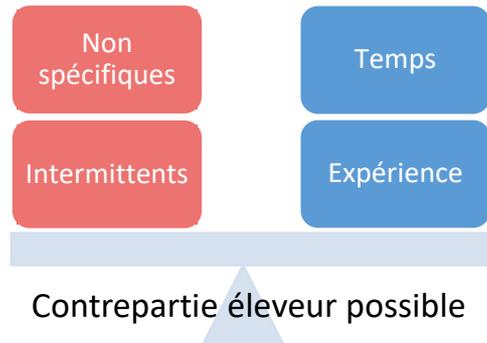
3



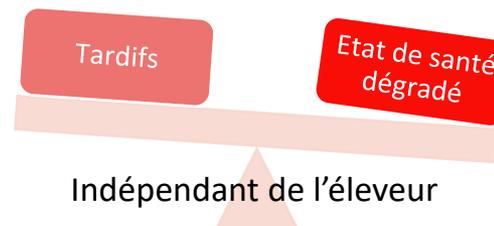
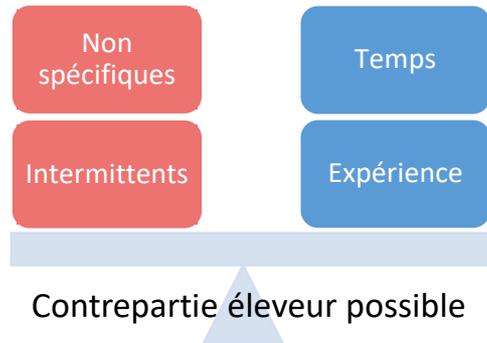
4



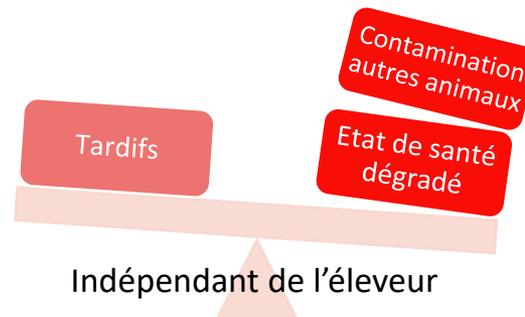
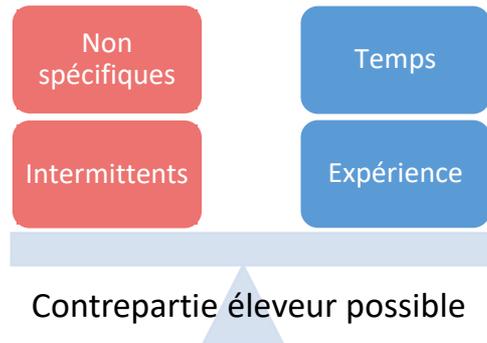
Détection basée sur les **signes cliniques** ; nombreux inconvénients



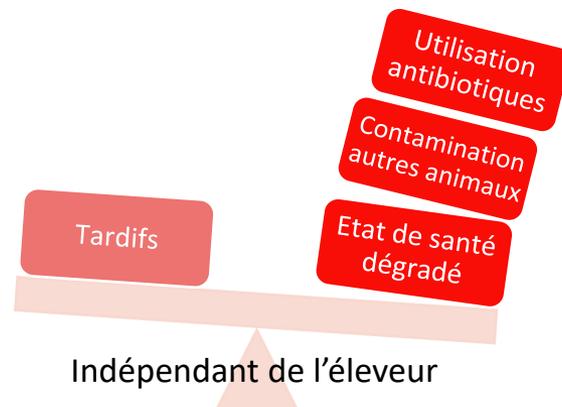
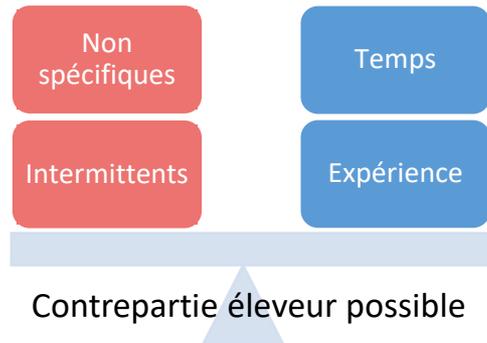
Détection basée sur les **signes cliniques** ; nombreux inconvénients



Détection basée sur les **signes cliniques** ; nombreux inconvénients



Détection basée sur les **signes cliniques** ; nombreux inconvénients



Détection basée sur les **signes cliniques** ; nombreux inconvénients



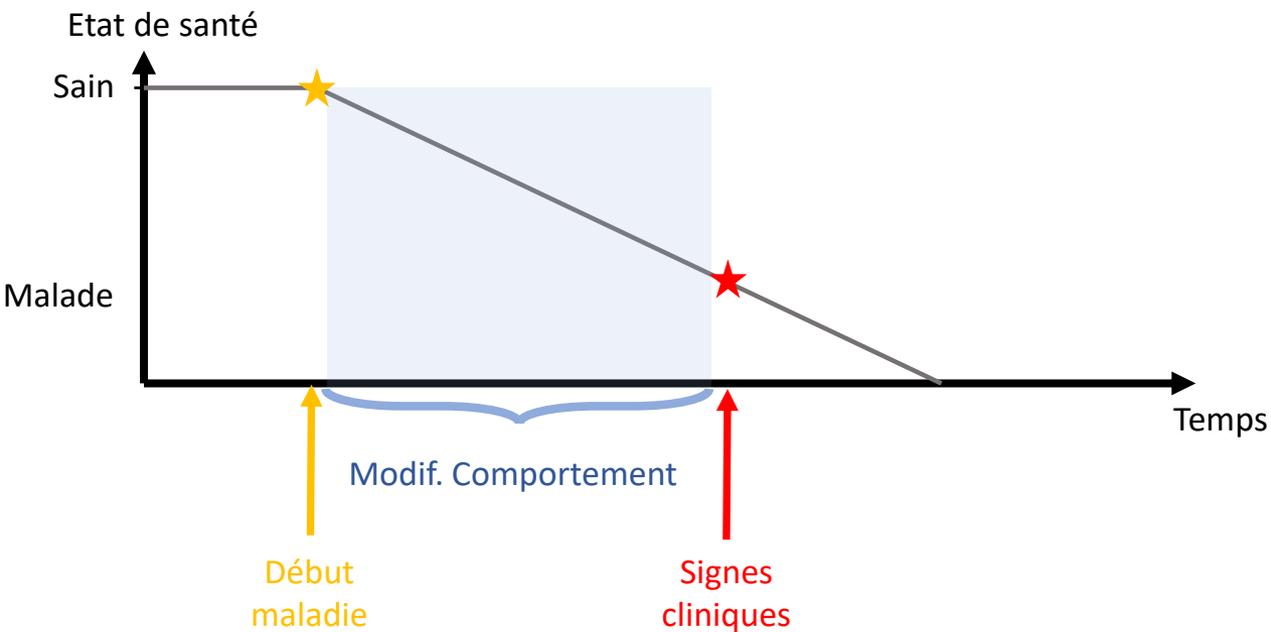
Solution : détection **précoce** basée sur l'utilisation de capteurs multiparamètres

Idée : l'apparition de la maladie se traduit par un changement de comportement détectable **avant** les signes cliniques

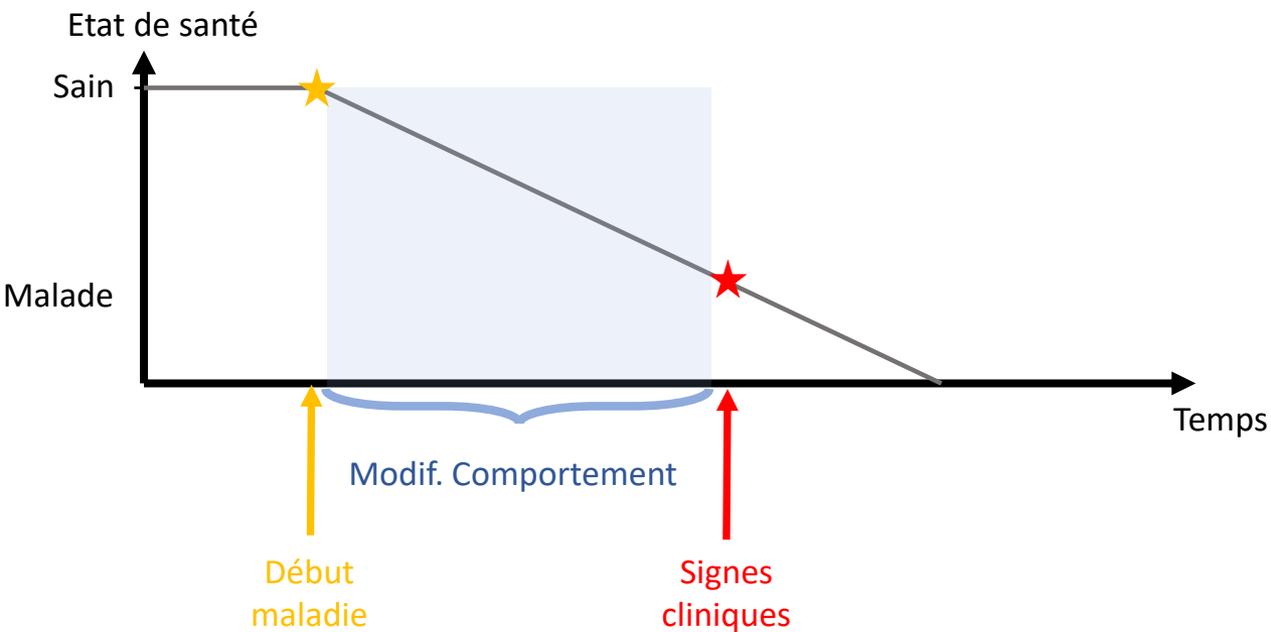
Plan

- 1 - Principe de construction d'un modèle de détection
- 2 - Récolte des données
- 3 - Evaluation des performances d'un modèle
- 4 - Performances prédictives et validation croisée
- 5 - BeefSense, application et premiers résultats

Idée : l'apparition de la maladie se traduit par un changement de comportement détectable **avant** les signes cliniques



Idée : l'apparition de la maladie se traduit par un changement de comportement détectable **avant** les signes cliniques



Comportement

Modèle mathématique

Apprendre le lien entre
comportement et état de santé

Etat de santé

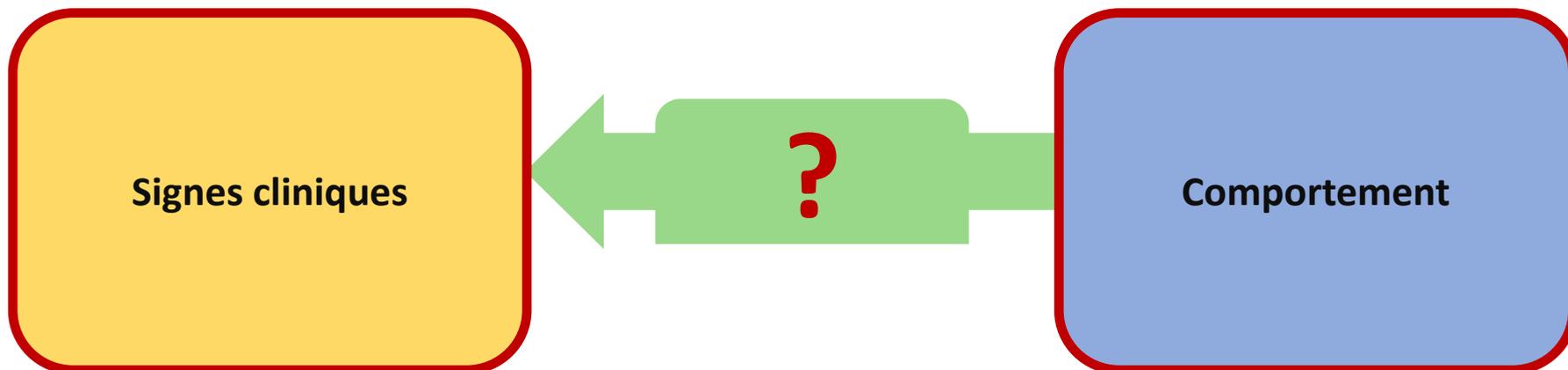
Etat de santé

?

Comportement

! Besoin de données !

Modèle mathématique



Signes cliniques

Evaluation journalière et
individuelle

- Température rect.
- Etat général
- ORL

Comportement

Capteurs 24h/24h

- Déplacement
- Rumination
- Temp. rumen

Signes cliniques

Evaluation journalière et individuelle

- Température rect.
- Etat général
- ORL

Comportement

Capteurs 24h/24h

- Déplacement
- Rumination
- Temp. rumen

Important :

les données doivent être recueillies de façon **indépendante**.

Une même donnée ne peut pas se trouver dans chacune des deux cases, même après transformation.

→ Les données cliniques ne doivent pas influencer les données de comportement (ajout/modification d'un capteur par exemple)

→ En particulier, les données de comportement ne pourront pas servir à **définir** l'état malade ou sain

Trois Capteurs :

Collier

- Rumination
- Alimentation
- Repos

Podomètre

- Nb. Pas
- Station debout/couché

Bolus

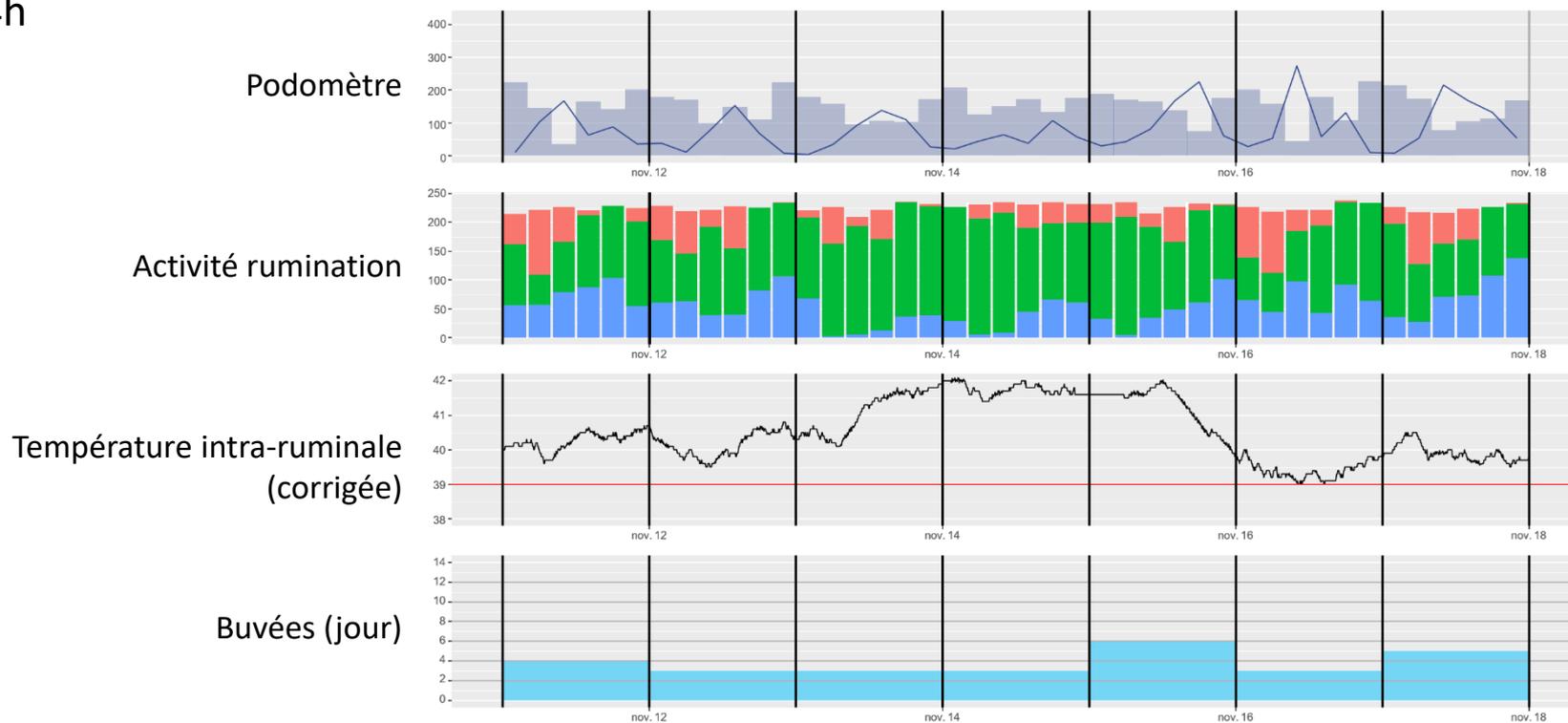
- Température rumen
- Buvées



Résolution minimale 15 min

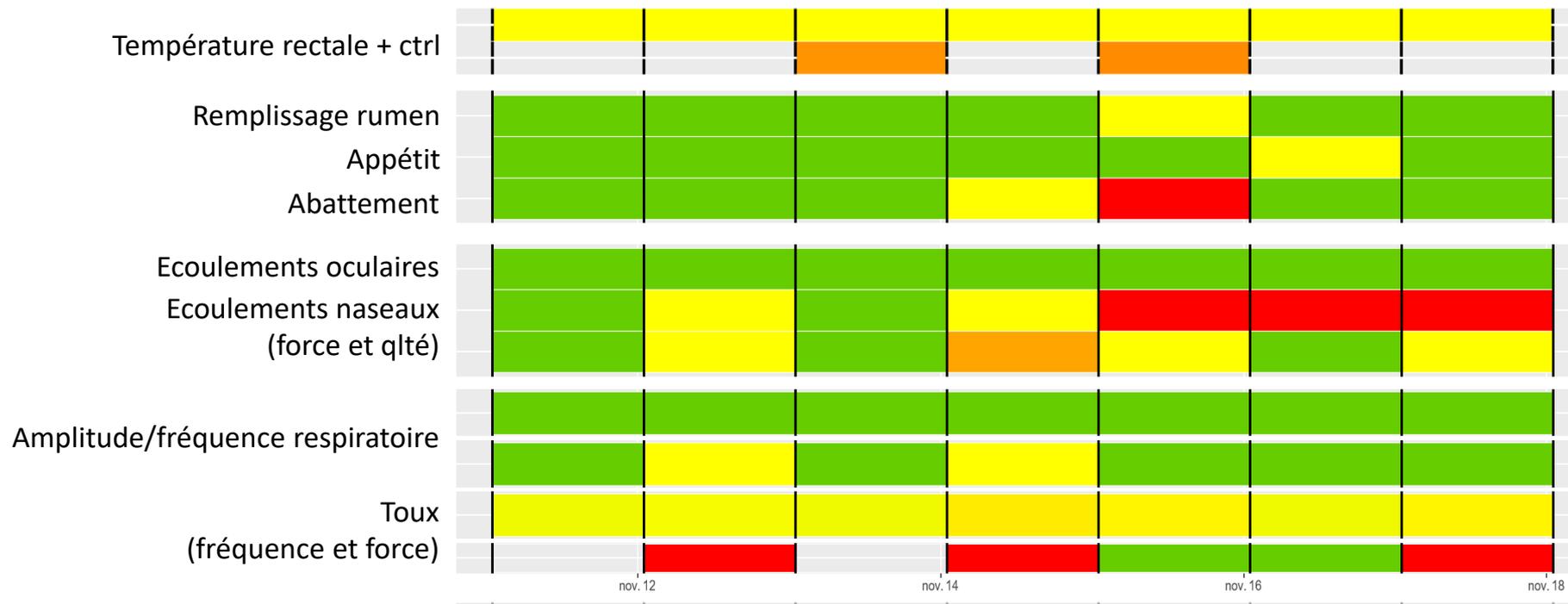
Exemple de données capteur

Plages de 4h



10 critères pour observation visuelle

Température rectale (systématique + suspicion)



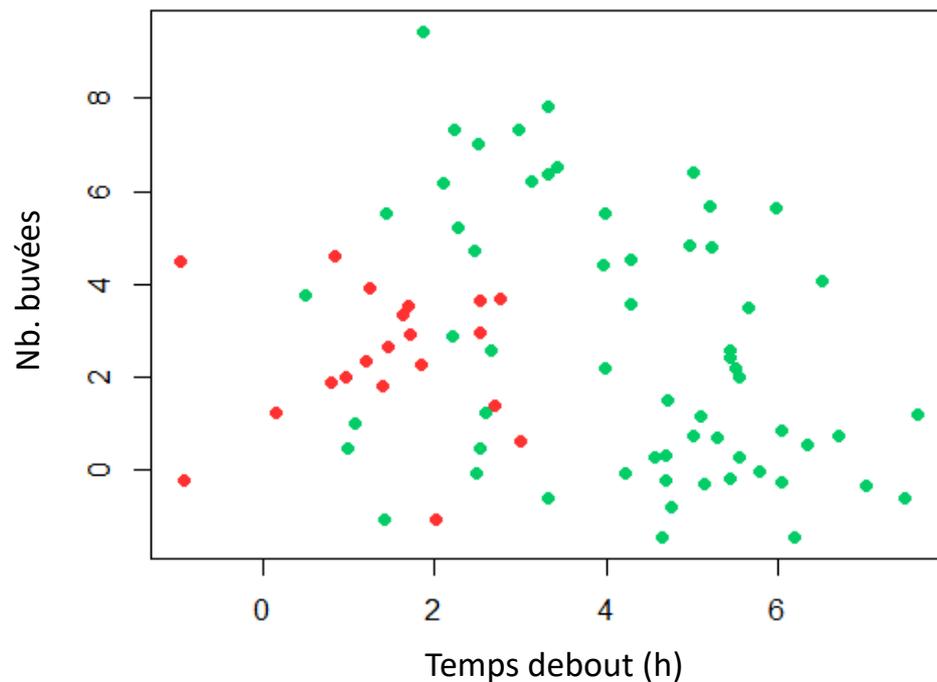
Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

Exemple :

2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

→ Séparer au mieux les rouges des verts



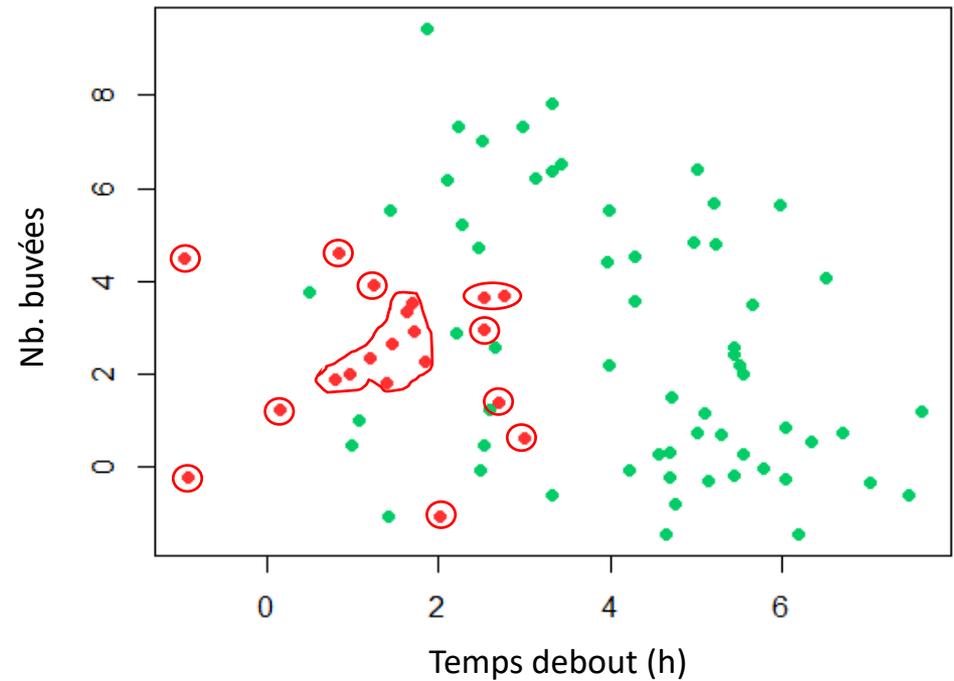
Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

Exemple :

2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

→ Séparer au mieux les rouges des verts



Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

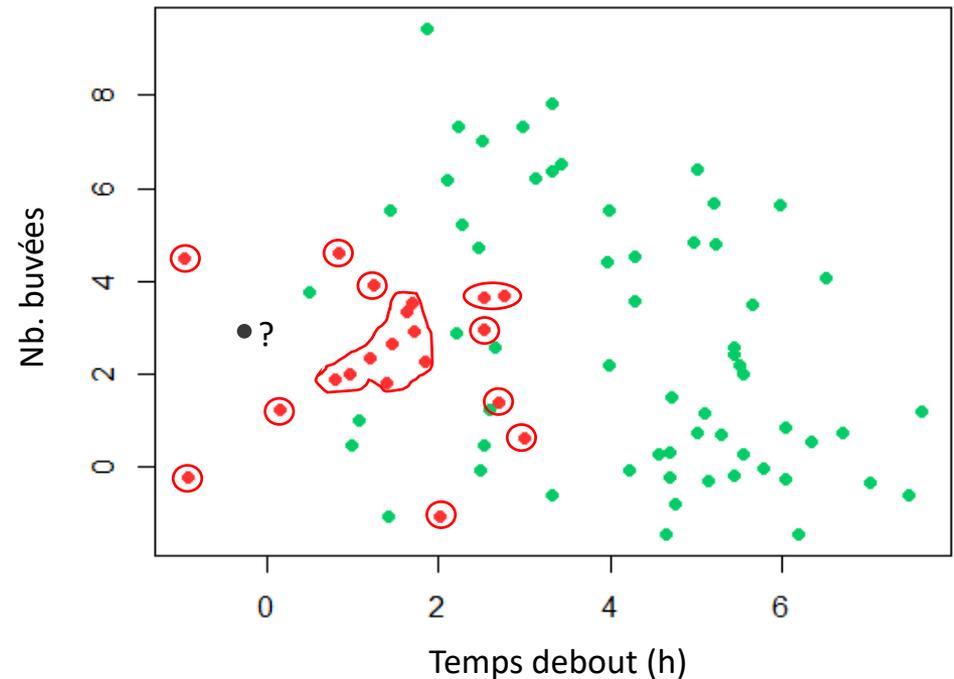
Exemple :

2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

→ Séparer au mieux les rouges des verts

→ **Doit pouvoir s'appliquer à un autre jeu de données**



Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

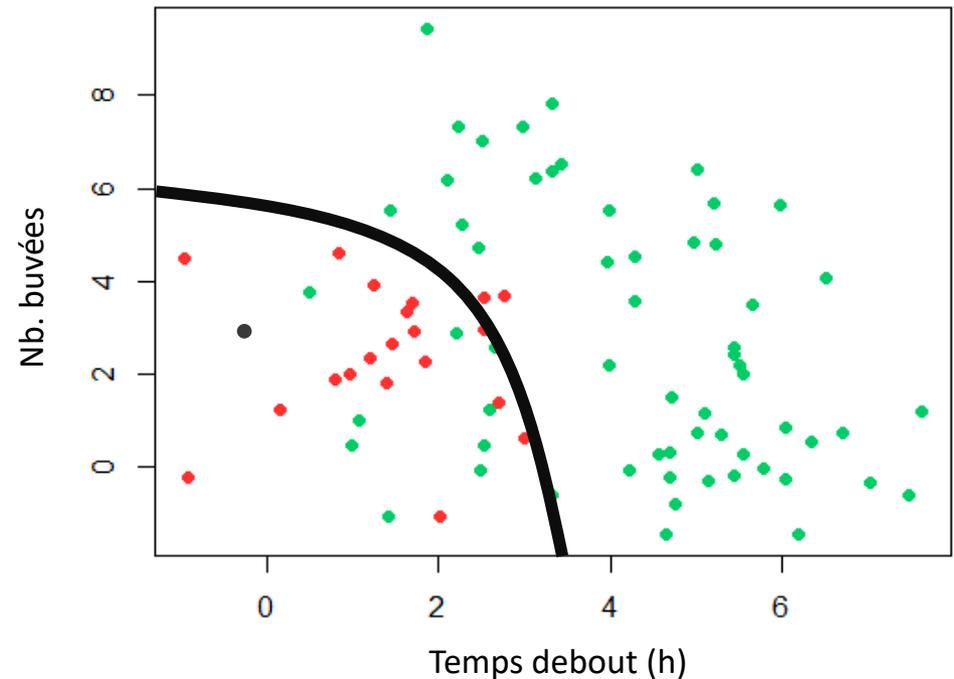
Exemple :

2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

→ Séparer au mieux les rouges des verts

→ **Doit pouvoir s'appliquer à un autre jeu de données**



Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

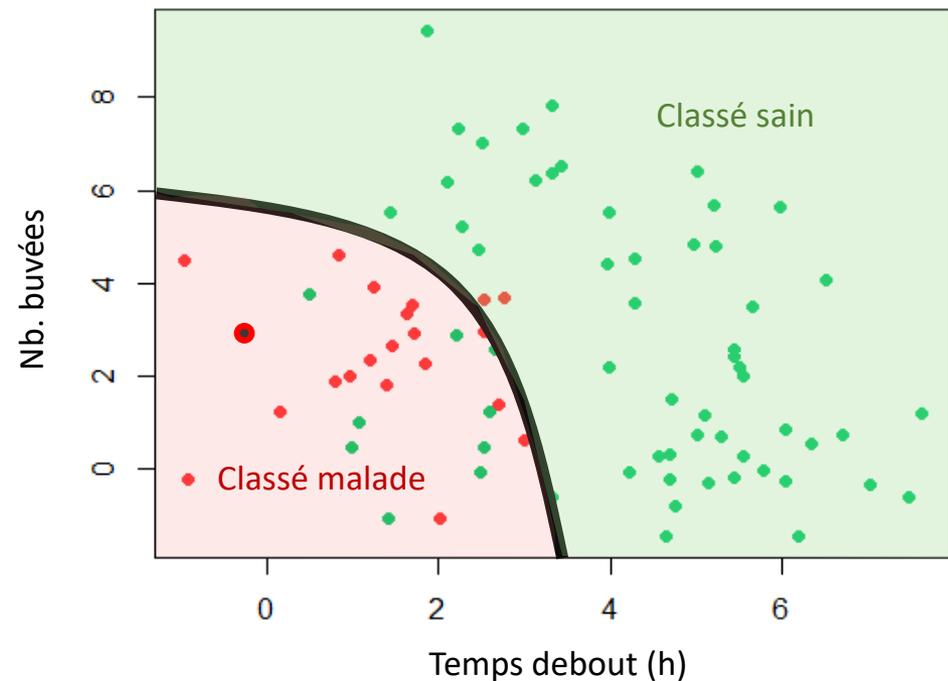
Exemple :

2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

→ Séparer au mieux les rouges des verts

→ **Doit pouvoir s'appliquer à un autre jeu de données**



Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

Exemple :

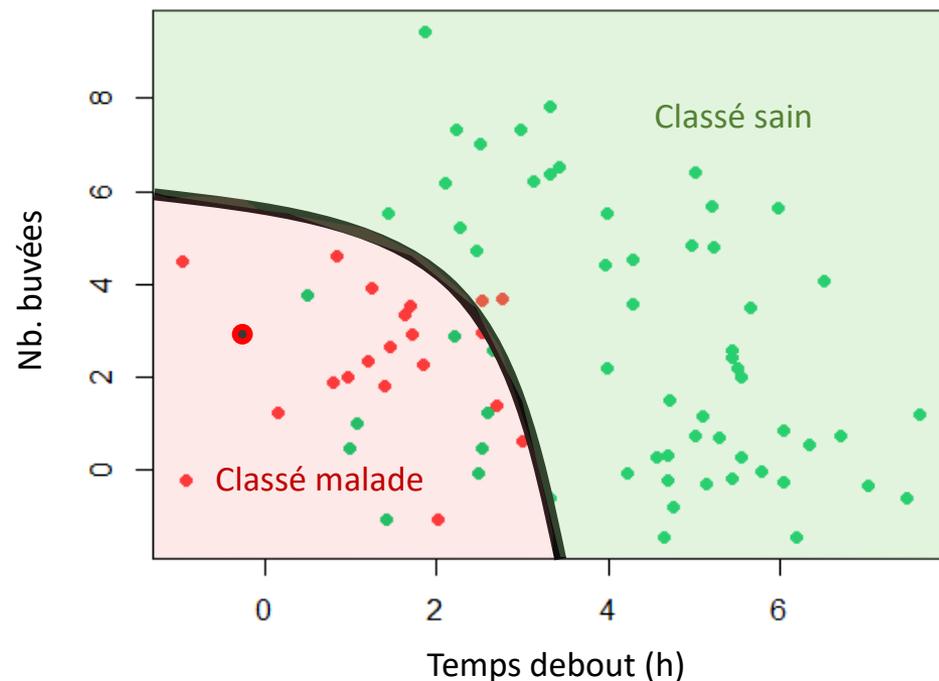
2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

→ Séparer au mieux les rouges des verts

→ **Doit pouvoir s'appliquer à un autre jeu de données**

Compromis entre **complexité** de la règle et sa
capacité à être **généralisée**.



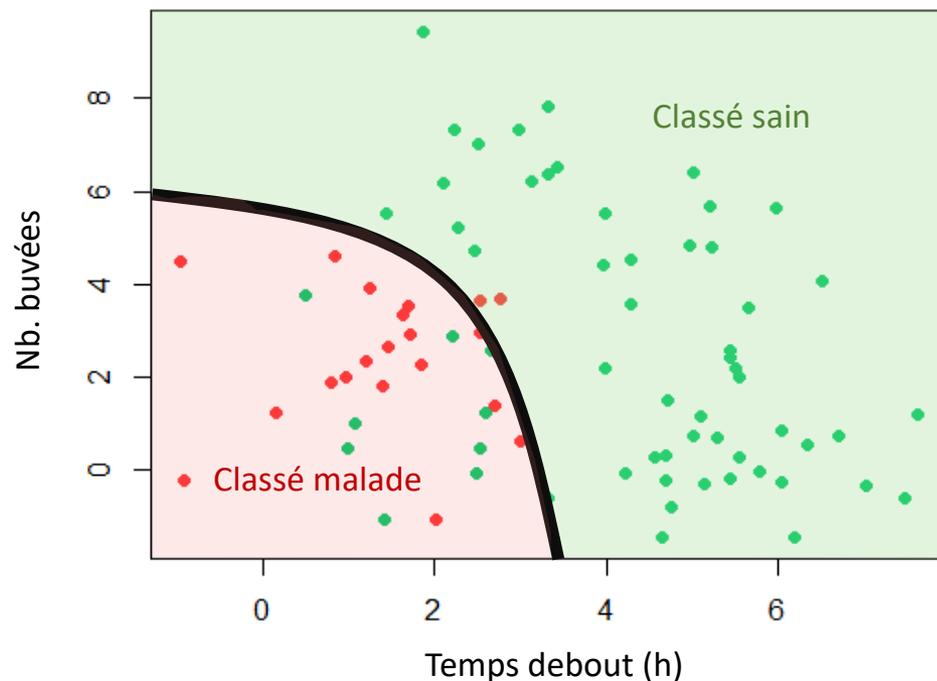
Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

Mesures de performances :

Sensibilité = pourcentage de malades que l'on détecte comme malade

18/20 = 90%

Spécificité = pourcentage de sains que l'on détecte comme sain



Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

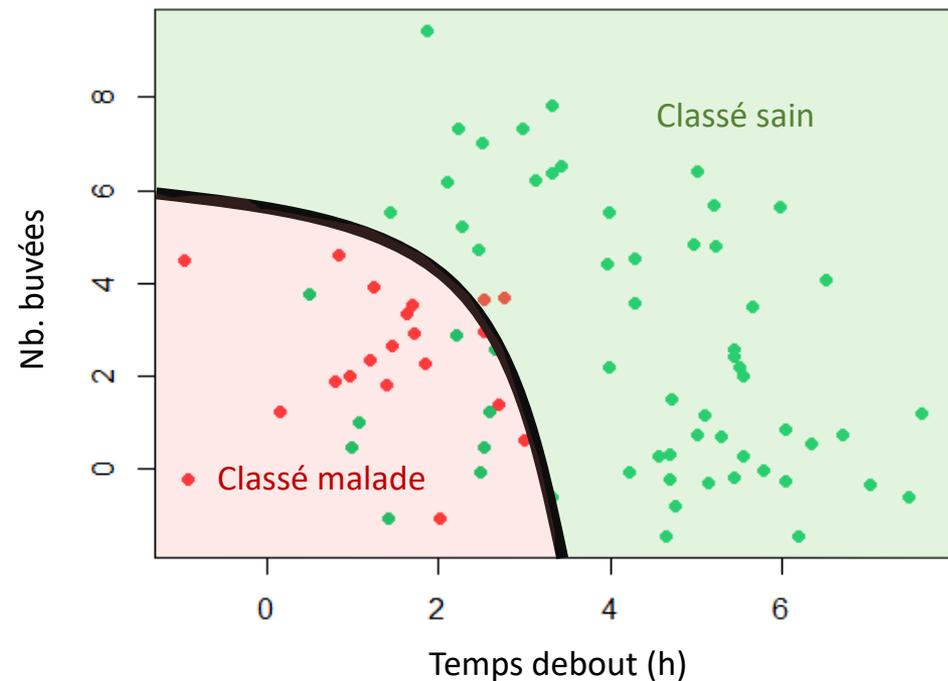
Mesures de performances :

Sensibilité = pourcentage de malades que l'on détecte comme malade

18/20 = 90%

Spécificité = pourcentage de sains que l'on détecte comme sain

21/30 = 70%



Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

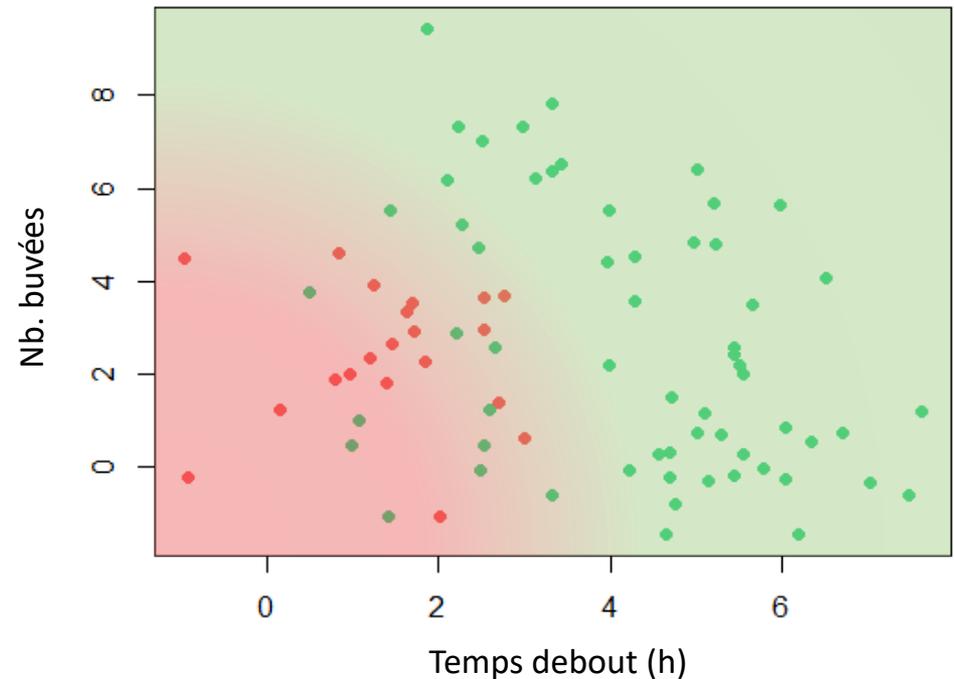
Exemple :

2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

→ **Limite graduelle** :

A chaque observation on associe une probabilité d'être malade



Algorithme de classification : construire une règle de décision qui sépare les sains et les malades

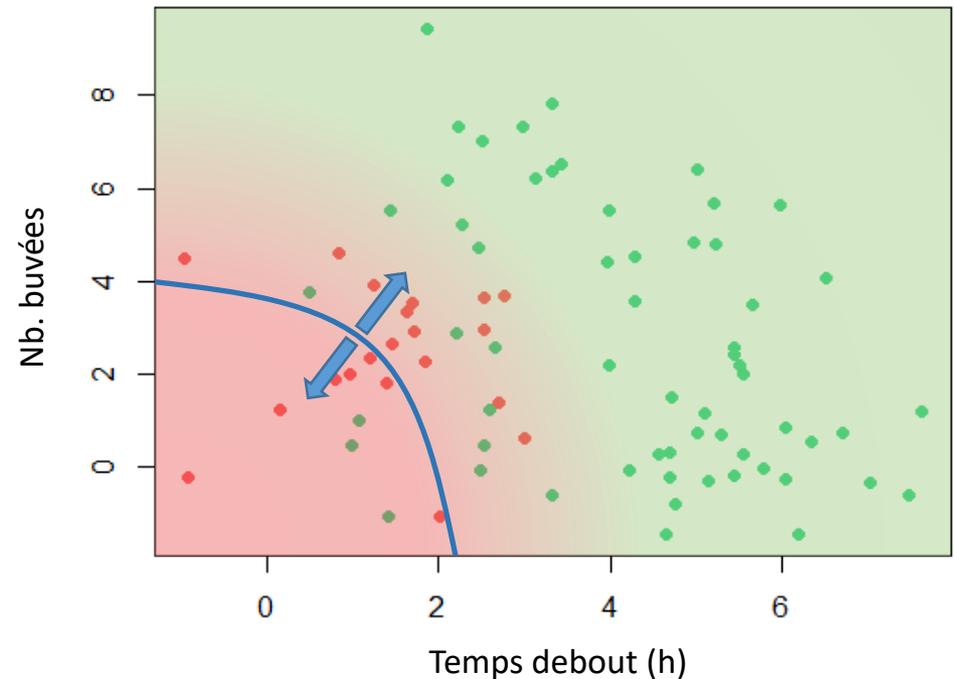
Exemple :

2 variables explicatives

20 malades ● / 30 sains ●

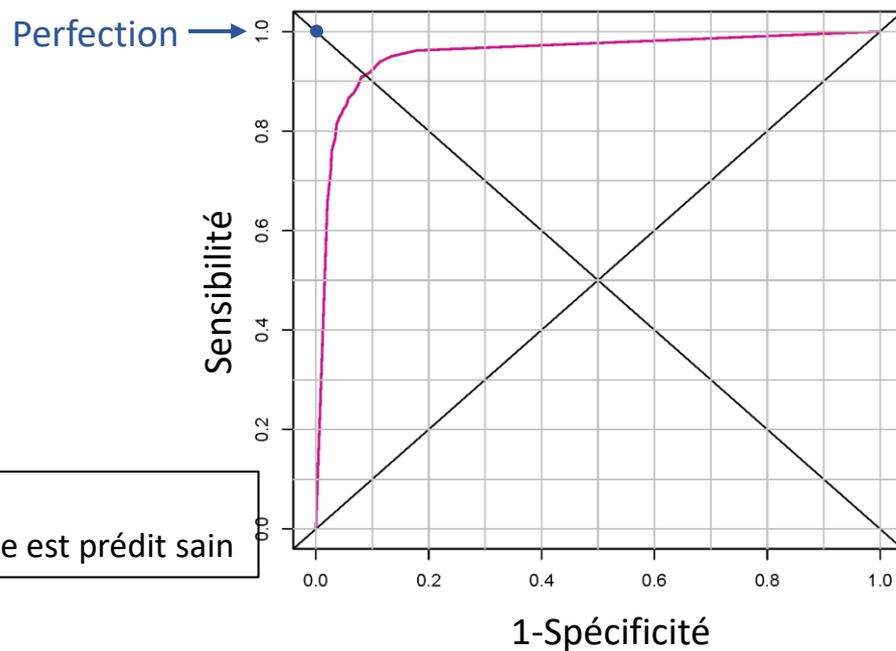
→ **Limite graduelle** :

A chaque observation on associe une probabilité d'être malade $P=F(\text{Nb. buvées, temps debout})$



Courbe ROC

Pour **chaque valeur de seuil**, on peut compter les mal classés : sensibilité et spécificité.
En faisant varier le seuil de 0 à 1, on obtient une **courbe ROC**.



Seuil = 1
Tout le monde est prédit sain

Seuil = 0
Tout le monde est prédit malade

Performance prédictive :

Objectif de prédire l'état de santé **de nouveaux individus**, une nouvelle bande.

Le modèle doit être performant sur des données qu'il n'a jamais vues.

Validation croisée : validation faite sur des données nouvelles

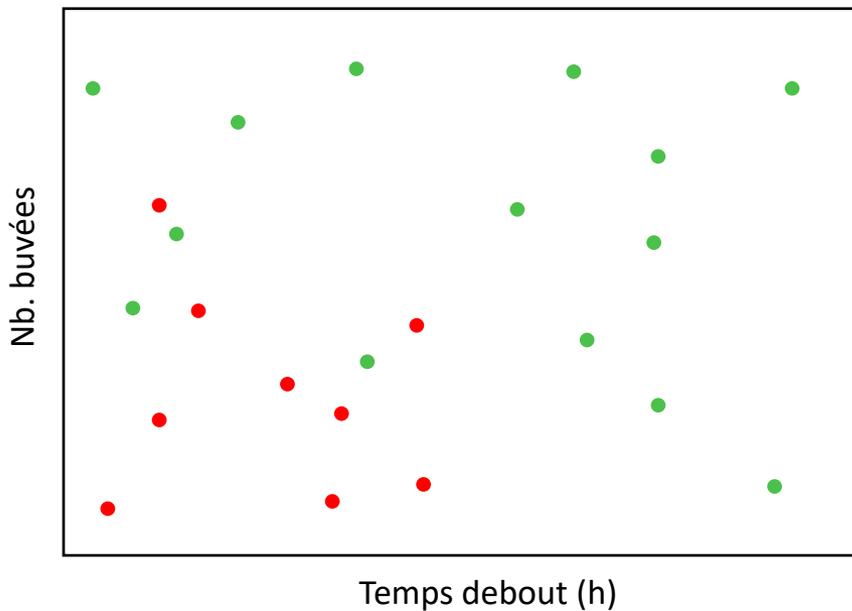


Une partie des veaux sert à construire le modèle.

Une autre partie sert à le tester, à calculer ses performances.

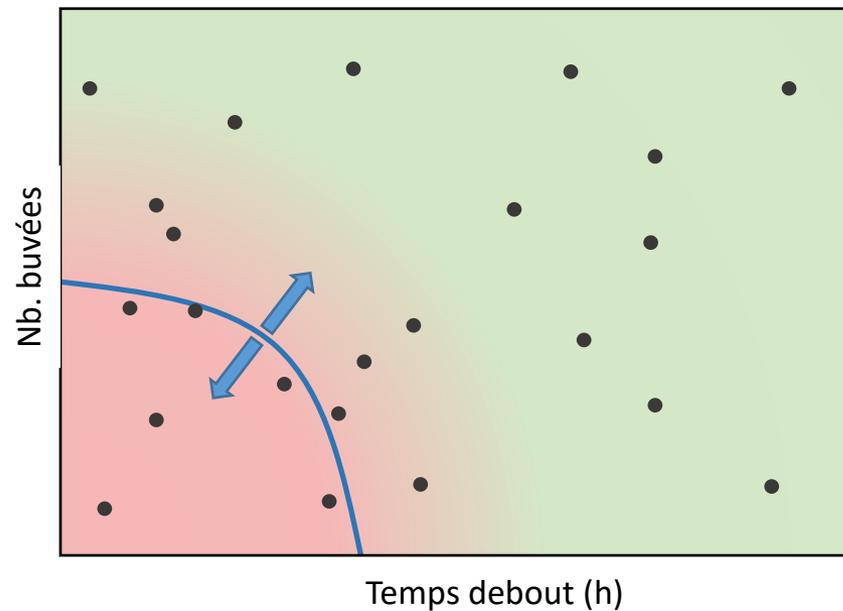
Modèle fixé : $P=F(\text{Nb. buvées}, \text{temps debout})$

Nouvelles données dont on connaît la vraie couleur

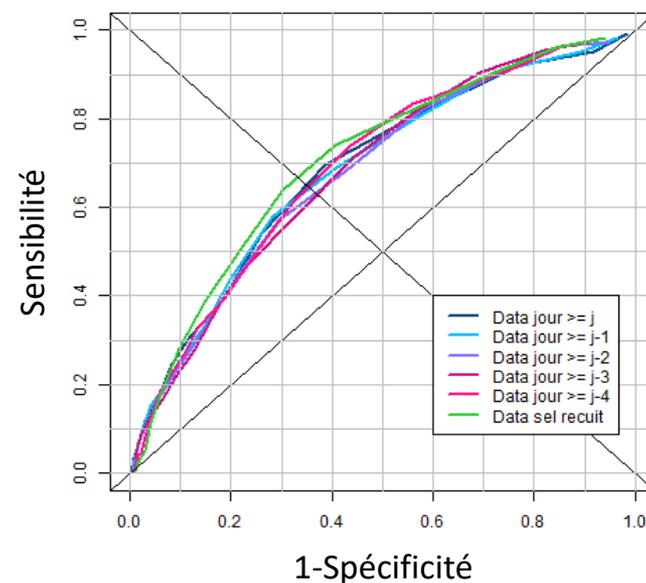
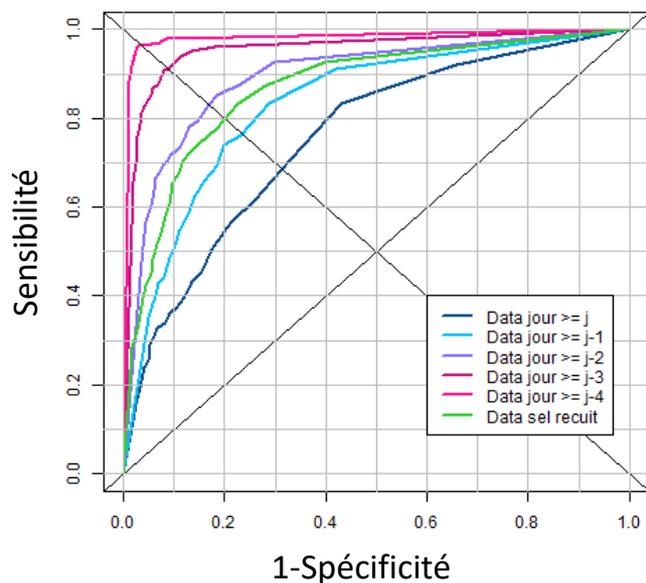


Probabilité en **sortie du modèle**

→ Pour chaque valeur de seuil, on peut calculer sensibilité et spécificité.



Exemple de mauvaises performances prédictives



Attention à la validation : dégradation importante des performances
Nombreux exemples dans littérature des capteurs

Objectif : détecter **précocement** les troubles respiratoire à l'aide de **capteurs** multiparamètres.

- Traiter les animaux **au bon moment**
- Limiter la propagation
- Optimiser **la santé globale** du lot et de l'environnement



Objectif : détecter **précocement** les troubles respiratoire à l'aide de **capteurs** multiparamètres.

- Traiter les animaux **au bon moment**
- Limiter la propagation
- Optimiser **la santé globale** du lot et de l'environnement

Etat de santé

Evaluation clinique
journalière et individuelle

- Température rect.
- Etat général
- ORL



Comportement

Capteurs 24h/24h

- Déplacement
- Rumination
- Temp. rumen

Première approche :

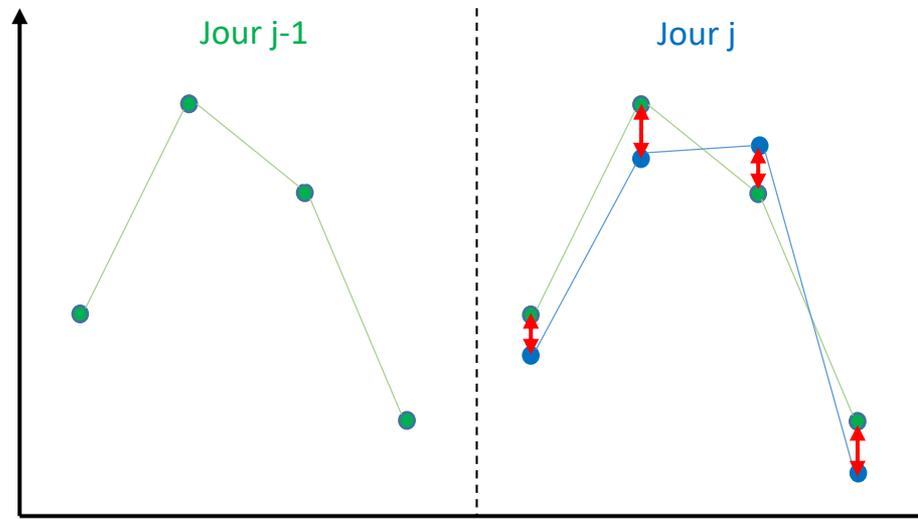
- 10 critères cliniques résumés en 1 état Malade ou Sain
- Données capteur moyennées par tranche horaire
- 8 Variables retenues + transformations

Entrées du modèle

8 variables journalières :

- Nombre boissons
- Nombre pas
- Nombre épisodes couché
- Durée debout
- Durée repos
- Durée rumination
- Temp. rumen moyenne
- Temp. rumen maximale

16 mesures de variation associées :

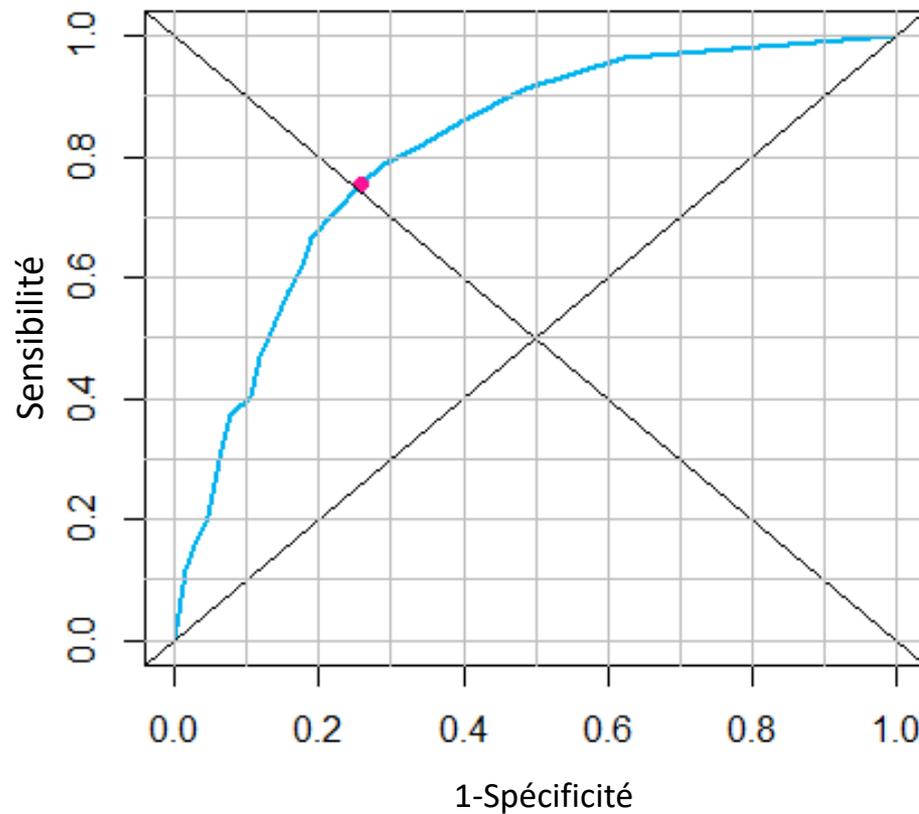


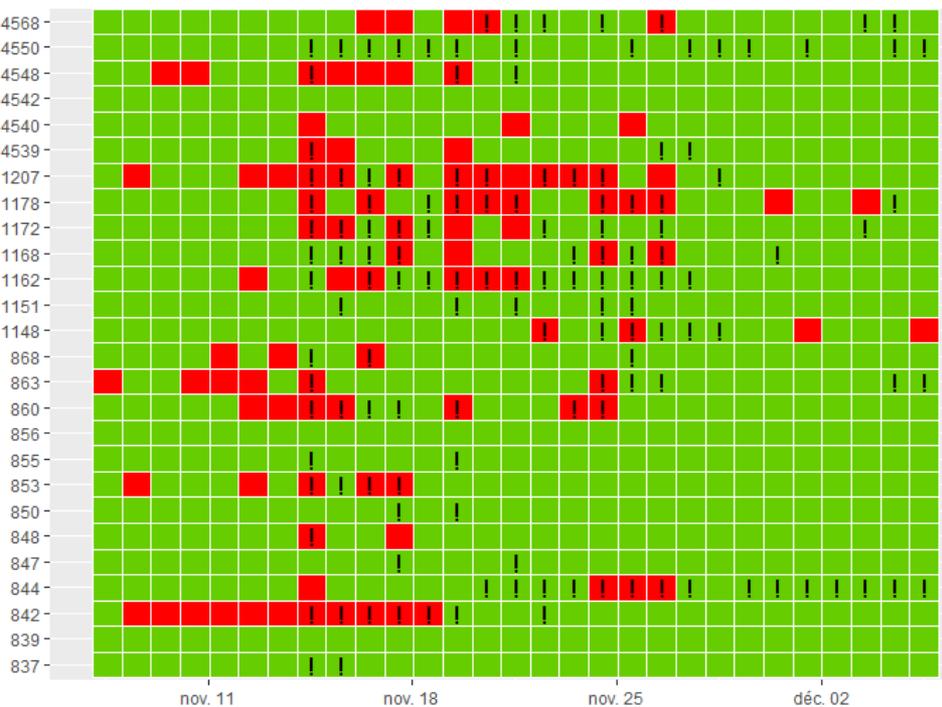
$\updownarrow + \updownarrow + \updownarrow + \updownarrow =$ Norme écart du jour j
 $\downarrow + \downarrow + \uparrow + \uparrow =$ Ecart du jour j

Historique :

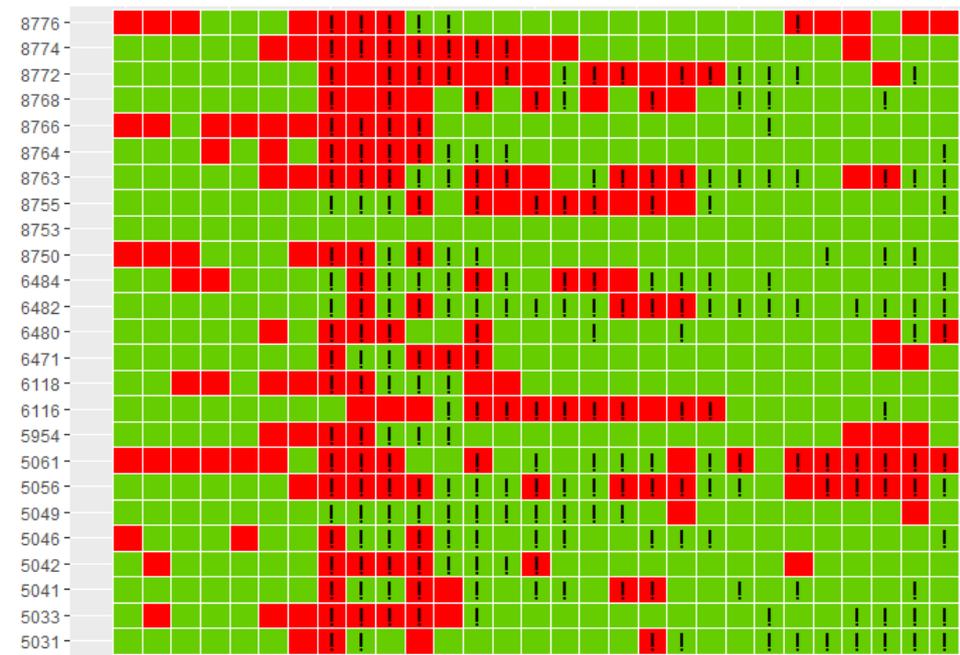
Pour les jour j à j-4 inclus
120 variables au total

Performances validées :
75 % en sensibilité/spécificité





■ Sain
 ■ Malade
 ! Alerte



Phase d'initialisation (Variations + Historique)

Nos performances :

75 % de sens/spé avec une observation = un veau.jour

➡ Tous les veaux malades sont vus au moins une fois, et assez tôt.

Précocité :

Pour le moment, on peut donner l'alerte le soir de l'apparition des 1^{er} symptômes

➡ Mais protocole d'observation lourd, donc probablement précoce par rapport à l'éleveur.

Améliorations prévues :

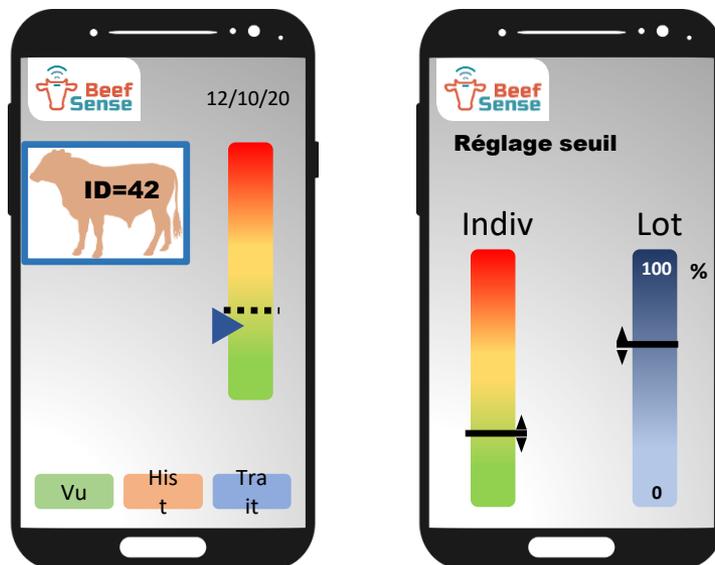
→ Plus de veaux ! (170)

→ Améliorer la précocité/évaluer la perte de performances.

→ Obtenir un modèle dégradé capable de faire des prédictions sur les 7 premiers jours.

Et plus tard....

L'algorithme fera partie d'un outil **d'aide à la décision** (alarme/niveau de risque sur un animal)
Outil modulable par l'éleveur : curseur pour choisir son niveau de vigilance par exemple.



Merci de votre attention

Et rendez-vous en 2021

pour encore plus de résultats !



Retrouvez le replay sur
webinaires-automne-2020.idele.fr