



APIS-GENE
Investir Innover Valoriser

30.06.2026

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

2026

SOMMAIRE



1

**Ouverture de l'Assemblée Générale –
partie publique**

2

**Retour sur l'année 2025 – Rapport
d'activité**

3

**Méthane 2030, retours sur les deux
premières années du programme**

4

**COMMENT LE LEVIER GÉNÉTIQUE PEUT-IL APPORTER
DES SOLUTIONS AUX DÉFIS SANITAIRES DES CHEPTELS
DE RUMINANTS FRANÇAIS ?**

- Maladies et émergences, panorama en France et dans le monde
 - Prévenir et anticiper, quels leviers ?
 - Des animaux plus résistants aux maladies infectieuses grâce à la génétique
 - Peut-on sélectionner des animaux en meilleure santé générale ?
-

5

Rapport d'orientation du Président

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE 2026



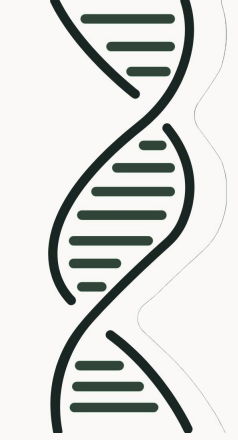
OUVERTURE DE

L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Stéphane Joandel, Président

RAPPORT D'ACTIVITÉ

Carine Capel & Ludivine Doutre

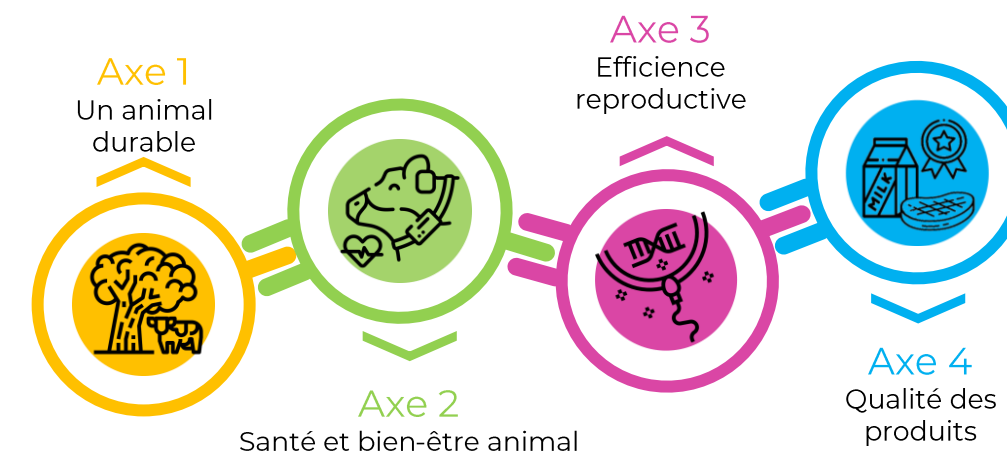


Rapport d'activité 2025 – retour sur les moments clefs en vidéo





Poursuivre les investissements dans une recherche finalisée



 Poursuivre une recherche sur des thématiques d'intérêt pour les filières de ruminants françaises ...

Amélioration des index pour maximiser le progrès génétique

- Amélioration des **méthodes de calcul** :
 - vers des index personnalisés : prise en compte des interactions Génotype x Milieu (**CEVADE**)
 - évaluer de nouvelles approches pour mieux caractériser le patrimoine génétique des races bovines françaises (**TraSel**)
- Intégrer de nouveaux caractères comme la persistance laitière (**PerLa**)

Vers de nouveaux outils génétiques pour les filières

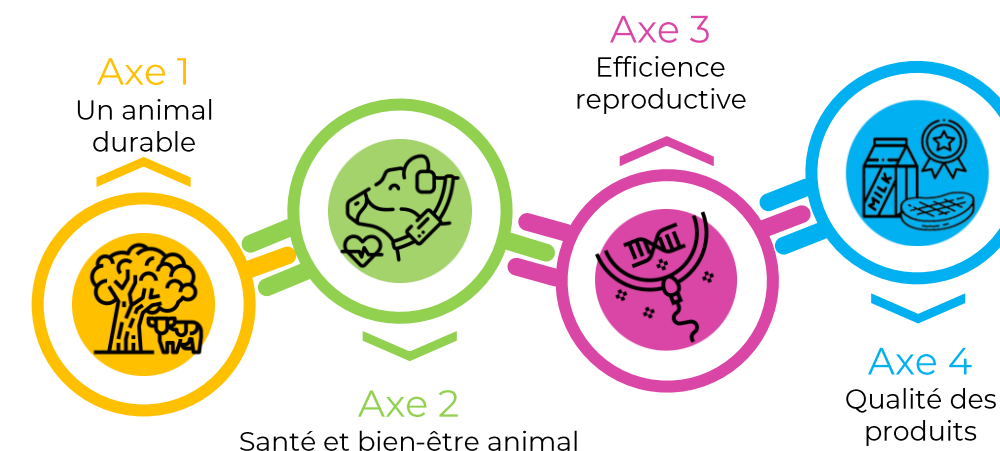
- Sur le volet santé :
 -  Résistance aux lentivirus (**LENTICAP-GEN**)
 -  déployer les indicateurs de résistance à la paratuberculose vers plus de races (**PRISSME**)
- Elargir la panoplie de tests génétiques existants et disponibles en sélection pour améliorer la fertilité femelle (**NéFertiTi**)

et de nouveaux outils de phénotypage

- Cartographie du niveau de persillé des viandes (**CARTOPERSILLE**)



Poursuivre les investissements dans une recherche finalisée



➤ Poursuivre une recherche sur des thématiques d'intérêt pour les filières de ruminants françaises ...

Amélioration des index pour maximiser le progrès génétique

- Amélioration des **méthodes de calcul** :
 - vers des index personnalisés : prise en compte des interactions Génotype x Milieu (**CEVADE**)
 - évaluer de nouvelles approches pour mieux caractériser le patrimoine génétique des races bovines françaises (**TraSel**)
- Intégrer de nouveaux caractères comme la persistance laitière (**PerLa**)

Vers de nouveaux outils génétiques pour les filières

- Sur le volet santé :
 - 🐐 Résistance aux lentivirus (**LENTICAP-GEN**)
 - 🐮 déployer les indicateurs de résistance à la paratuberculose vers plus de races (**PRISSME**)
- Elargir la panoplie de tests génétiques existants et disponibles en sélection pour améliorer la fertilité femelle (**NéFertiTi**)

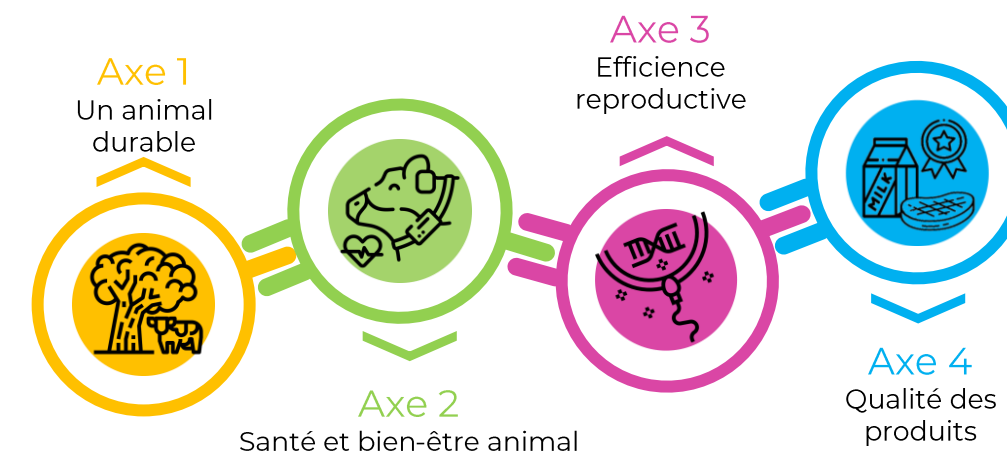
et de nouveaux outils de phénotypage

- Cartographie du niveau de persillé des viandes (**CARTOPERSILLE**)

... et objectiver les apports des travaux soutenus par APIS-GENE : **ECOGENO** (objectivation socio-économique des apports de la Sélection Génomique)



Poursuivre les investissements dans une recherche finalisée



 Poursuivre une recherche sur des thématiques d'intérêt pour les filières de ruminants françaises ...



8 programmes labellisés sur 13
1,6 M€ investis pour 3,4 M€ de programmes

... et objectiver les apports des travaux soutenus par APIS-GENE : ECOGENO (objectivation socio-économique des apports de la Sélection Génomique)

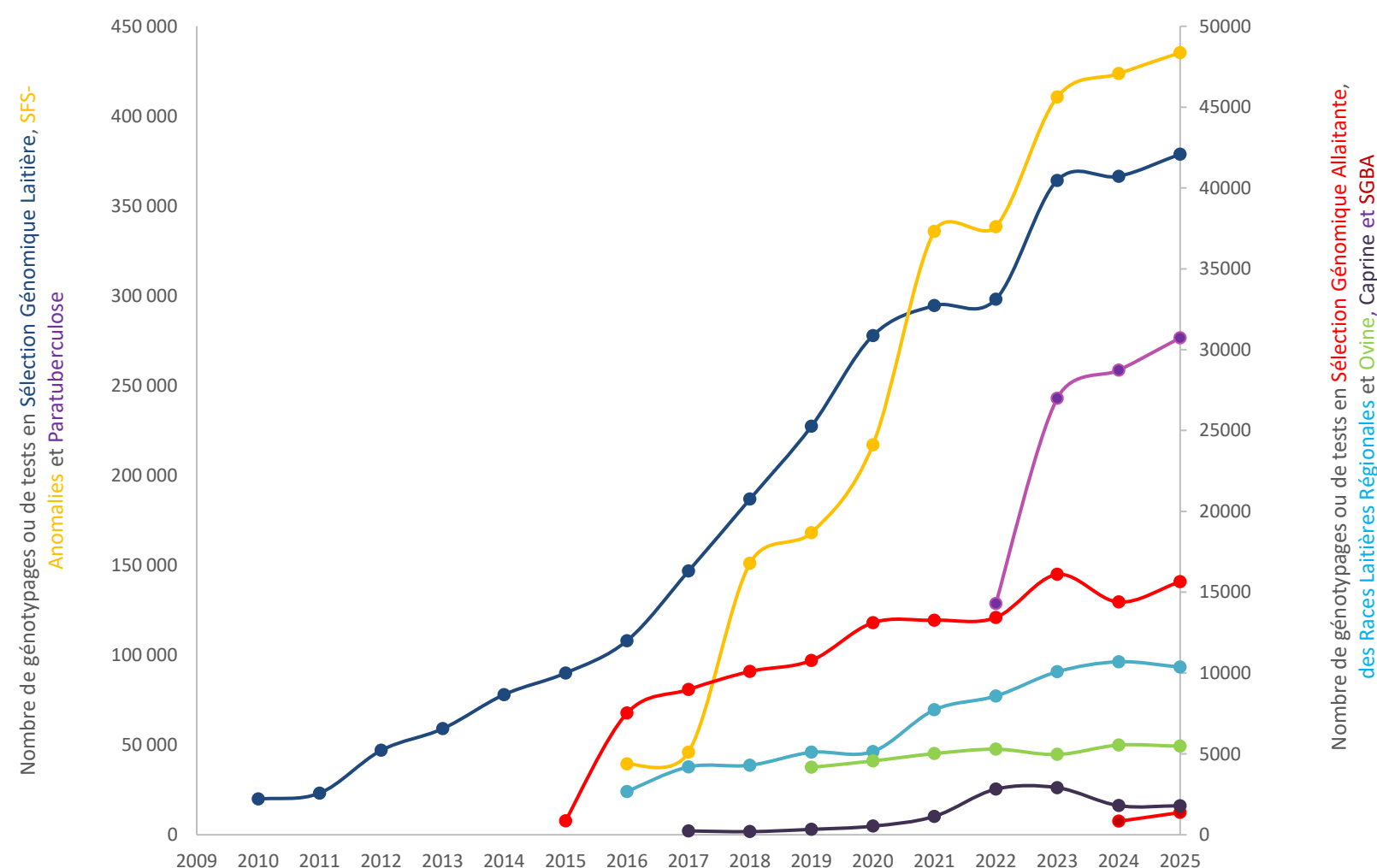


Et déployer des valorisations à destination des éleveurs

Depuis 2009, APIS-GENE accompagne le déploiement des valorisations terrain.

En 2025 :

- plus de **690 000** index rendus en 2025
- **445 000** tests sur anomalie



APIS-GENE - Assemblée Générale 2026

➤ Un outil socle sur lequel s'appuie les travaux soutenus par APIS-GENE

➤ Des travaux en cours de transfert :

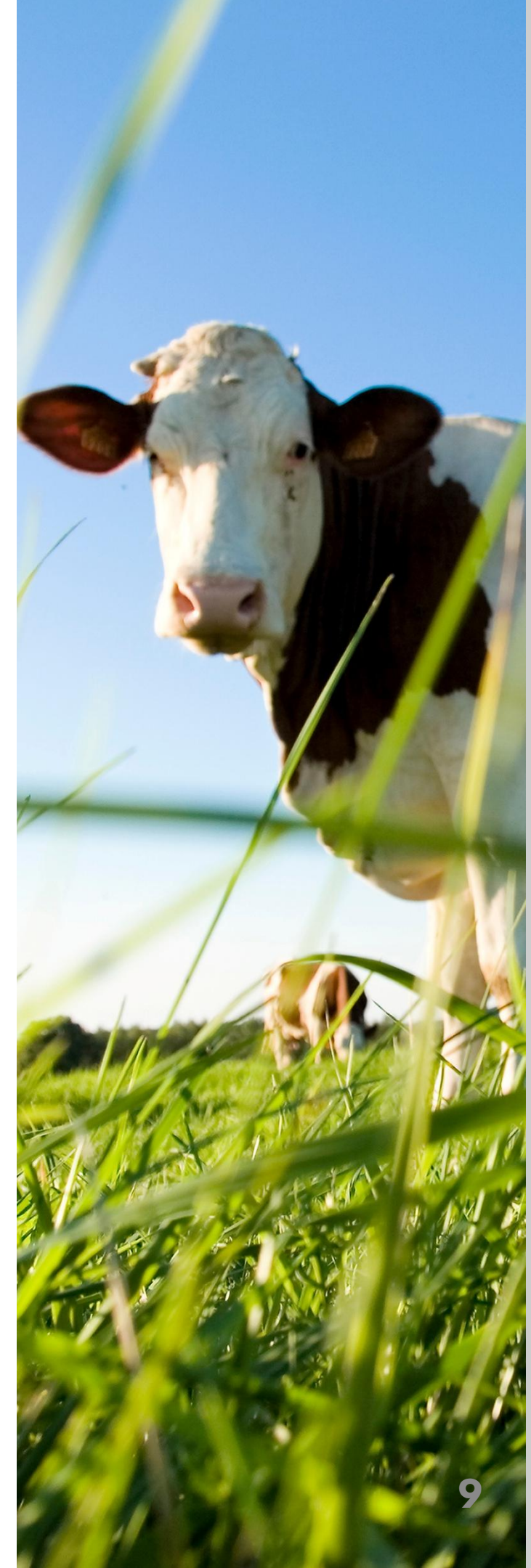


2025 : déploiement de la SG – Single Step – Rouge des Prés et Parthenaise

2026 :

- sélection génomique sur les émissions de méthane entérique
- sélection génomique en croisement
- indicateurs de fromageabilité
- poursuite du déploiement de la SG allaitante : Aubrac et Salers

A venir : sarcosporidiose bovine, précocités, etc.

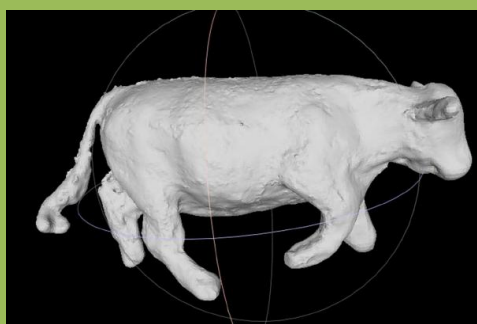




Vers de nouvelles technologies de phénotypage : le challenge de l'acquisition de la donnée

PHENO3D : Phénotypage du poids et de 19 postes de pointage par imagerie 3D

- Races Allaitantes : **Cha, Lim, BA, Par, Aub, Sal, RdP, Baz, Gas, BBB**
- Prédiction du **poids** et des **postes de pointage** au sevrage (DM, DS, AF)



Meat€cho : Phénotypage du persillé

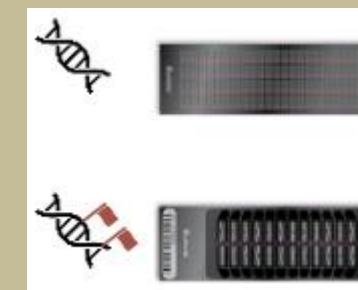
- Phénotypage de la **composition corporelle** basé sur **l'échographie profonde** en vif
- Phénotypage du **persillé** à partir de l'application **Meat@ppli**



Prédiction de composition de la carcasse

POLYPHEME : vers l'épigénotypage

- Identification de marques épigénétiques qui sont ajoutées à la **puce d'épigénotypage** (EpiChip RUMIGEN)
- Vers une **sélection génomique plus performante intégrant les effets épigénétiques paternels** qui sont transmis à la génération suivante





Retrouvez toutes les informations sur les programmes soutenus par APIS-GENE sur le site internet



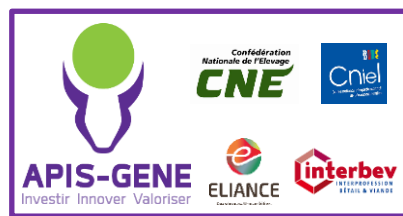
DES QUESTIONS ?





RETOURS SUR LES DEUX PREMIÈRES ANNÉES DU PROGRAMME FILIÈRE MÉTHANE 2030

Mickaël Brochard, Coordinateur Opérationnel Méthane 2030 - Idele



 **4 ans**
juin 2024 à juin 2028

 **12,5 M€**
7,3 M€ d'aides

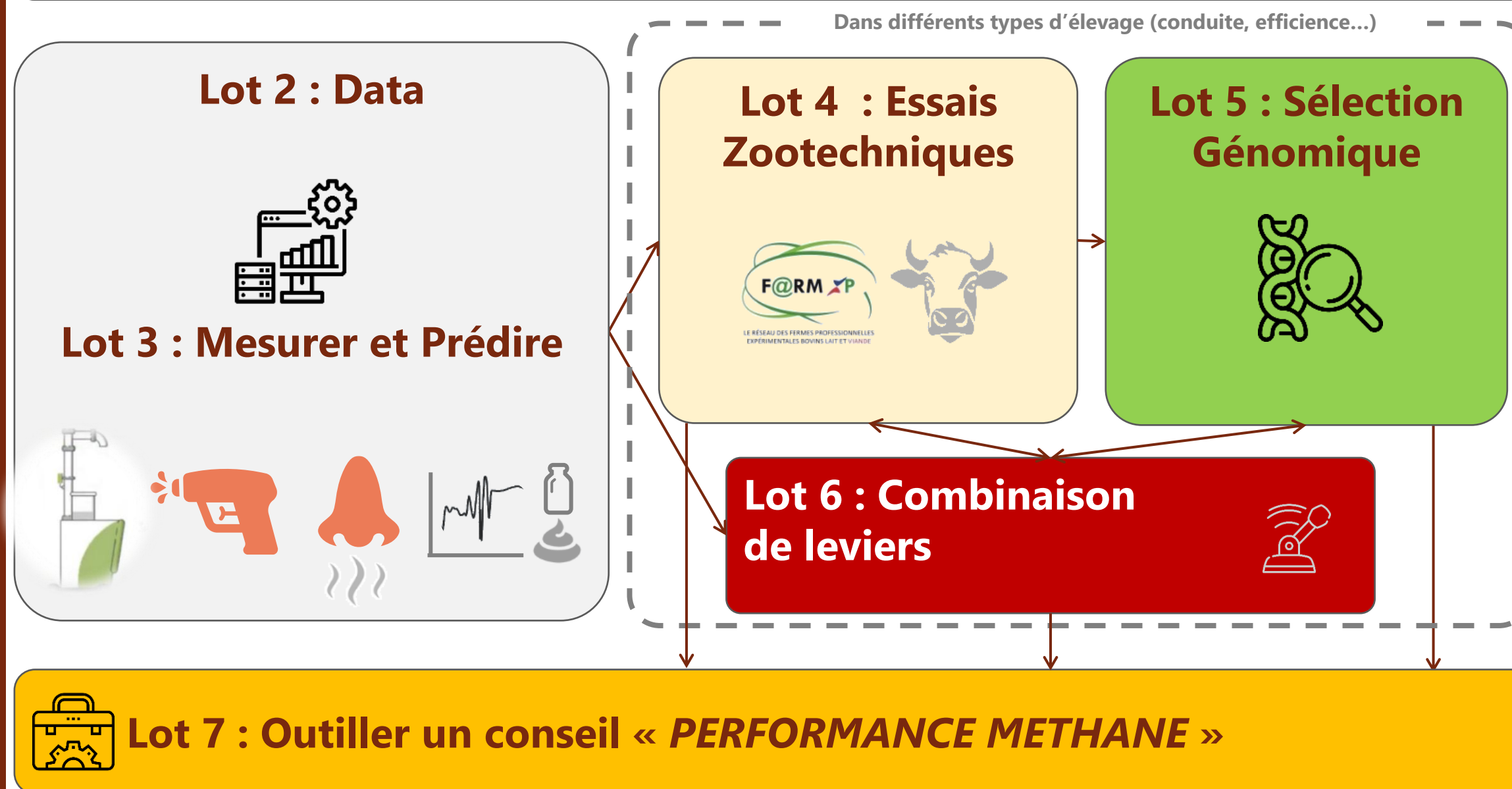
 **12 partenaires** scientifiques
et techniques

 **30%** de réduction des
émissions à 10 ans

 **Elaboration de
solutions basses émettrices** de
méthane pour un déploiement
basé sur **CAP'2ER**, la **Sélection
Génomique** via les réseaux de
conseil en élevage

Rappel - Le programme

Lot 1 : Management du projet



Lot 1 – Management du programme



Accord de consortium



Pilotage, suivi scientifique et opérationnel

- *COPIL en place (6 réalisés)*
- *ComOp mensuel (27 réalisés)*
- *ComOp Elargi (2 réalisés)*
- *CSV en attente*

**Organisation
en place**



Concertation dynamique avec les parties prenantes professionnelles & l'administration

**1^{er} C2P2, organisation
du 2nd**



Gestion administrative et financière

- ✓ *Bilan financier réalisé pour l'évaluation d'analyse*
- ✓ *Poursuite des contractualisations et des contrats de prestation*

**Contractualisation
réalisée à 95%
EC1 validée**



Communication

Livrables EC1 :

- ✓ *Identité visuelle*
- ✓ *Intranet de travail collaboratif*
- ✓ *Espace web public*

**Sollicitations très
nombreuses**

+ nombreuses demandes de collaborations, compléments... (Mirta etc.)

Lot 1 – Management du programme

De très nombreuses sollicitations :

- **Presse** : plus de 20 articles relayés dans la presse agricole et générale
- **Présentations** du programme : une 15^{aine} dans de nombreux événements scientifiques, techniques et professionnels
- Des **réunions de partage et appropriation** :
 - Comité opérationnel élargi (2)
 - Comité des Porteurs d'Enjeux annuel (1)



Des supports pour diffuser les avancées :

- **Un site Internet** régulièrement enrichi du contenu et des résultats du programme
- Une page **LinkedIn** pour suivre les actualités du programme
- Lancement d'une **websérie** pour partager les acquis de Méthane 2030 : 14 épisodes pour tout savoir sur le méthane entérique et les travaux qui sont réalisés.

Retrouvez les 3 premiers épisodes ici



Lot 2 - Organisation du dispositif expérimental

1- Plateforme multi-site - Acquisition du matériel

- ✓ Achat du matériel
- ✓ Remorques/paturage

Terminé : 14 GreenFeed, 51 Sniffers, 2 LMD, 7 remorques
En cours : 1 cage de protection GreenFeed



✓ 2- Harmonisation des dispositifs d'acquisition des données

(Echanges multi partenaires et rédaction)



Terminé : mäj et compléments sur les protocoles



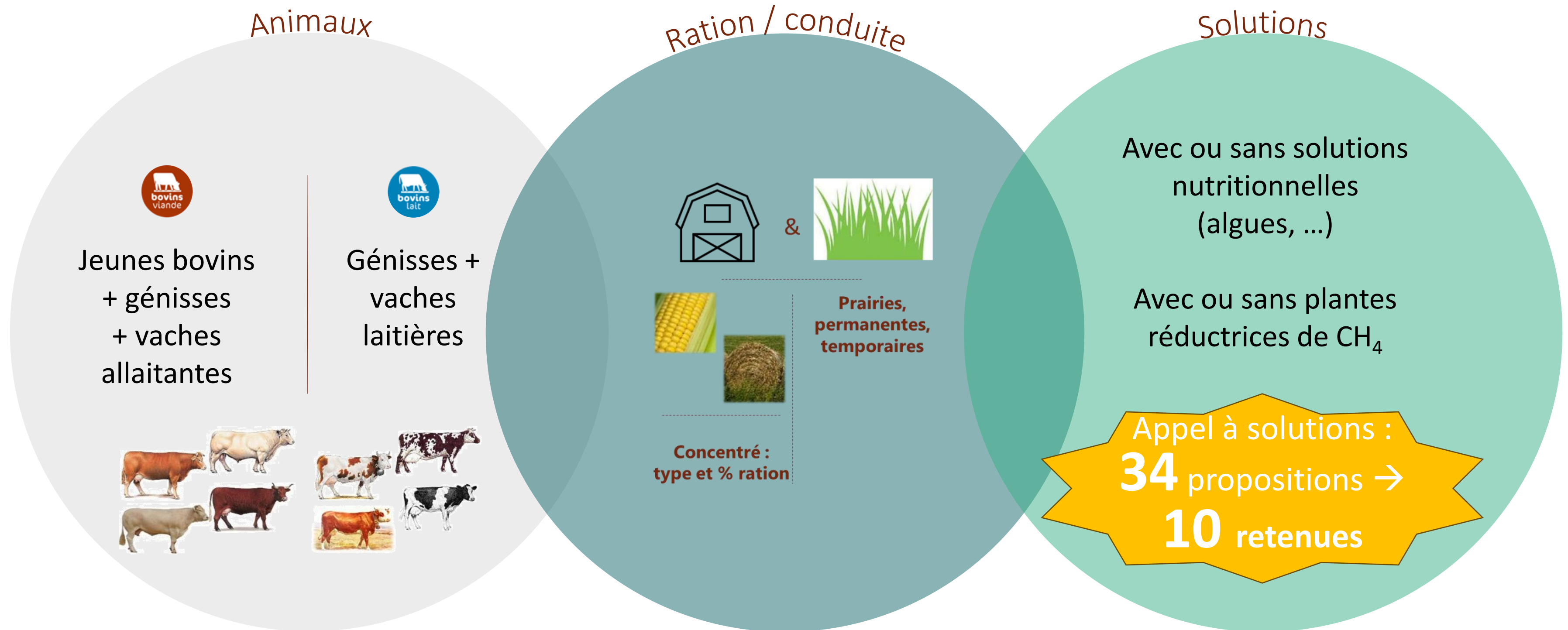
✓ 3- Gestion d'un dispositif de stockage et valorisation des données

Déployé : mäj ponctuelle et remontée des données en cours

Lot 3 - Méthodes de mesure et Prédiction



Des essais pour élaborer des références d'émissions de CH₄ et évaluer des solutions nutritionnelles





Thorigné

Jalogny

Les
Établières

CIRBEEF
MAURON

Arvalis

Herbipole
Laqueuille

Herbipole
Theix

Moussours

AURIVA
30

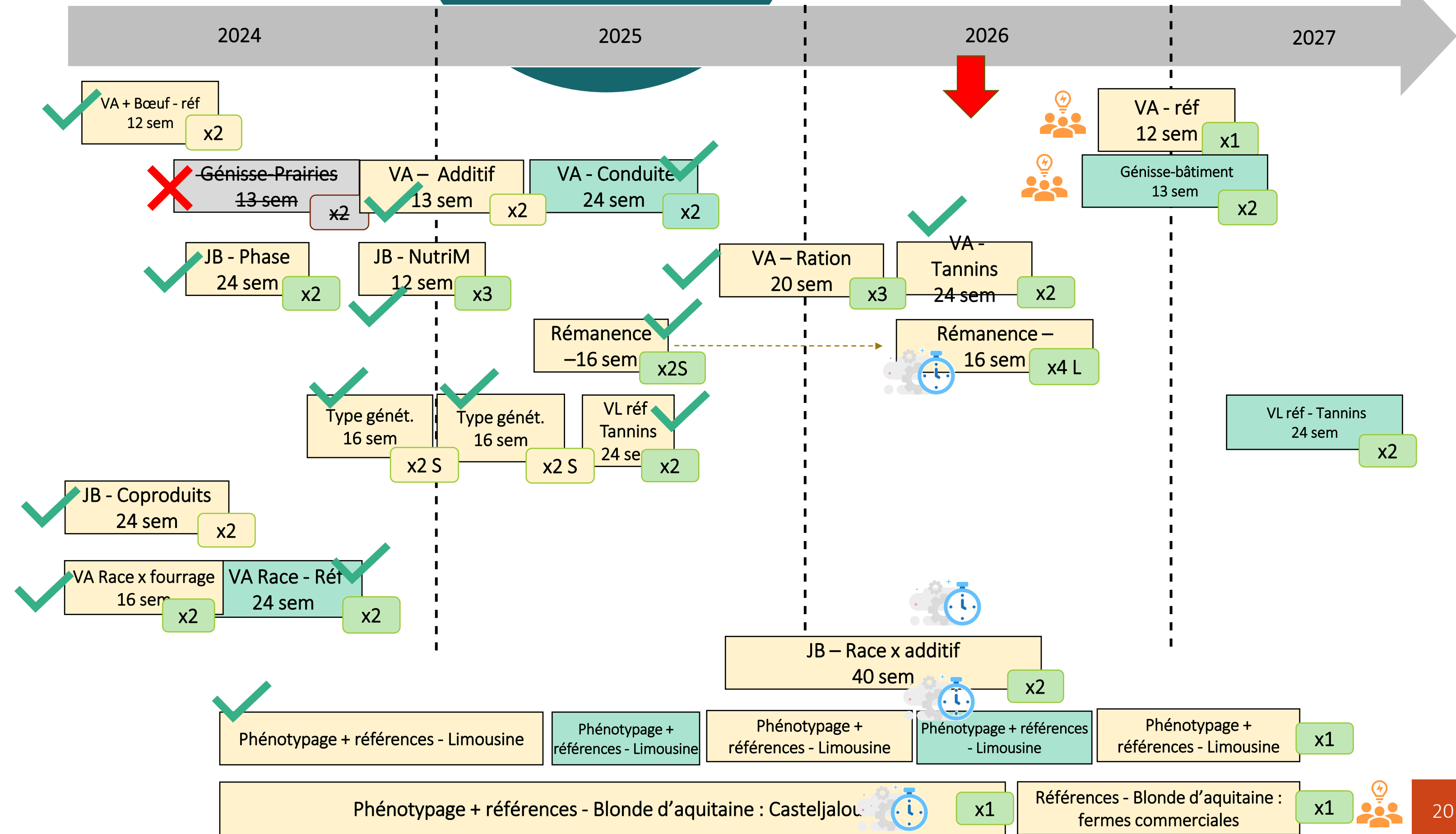
LOT 4 – Avancement des essais

En préparation

En cours

Terminé

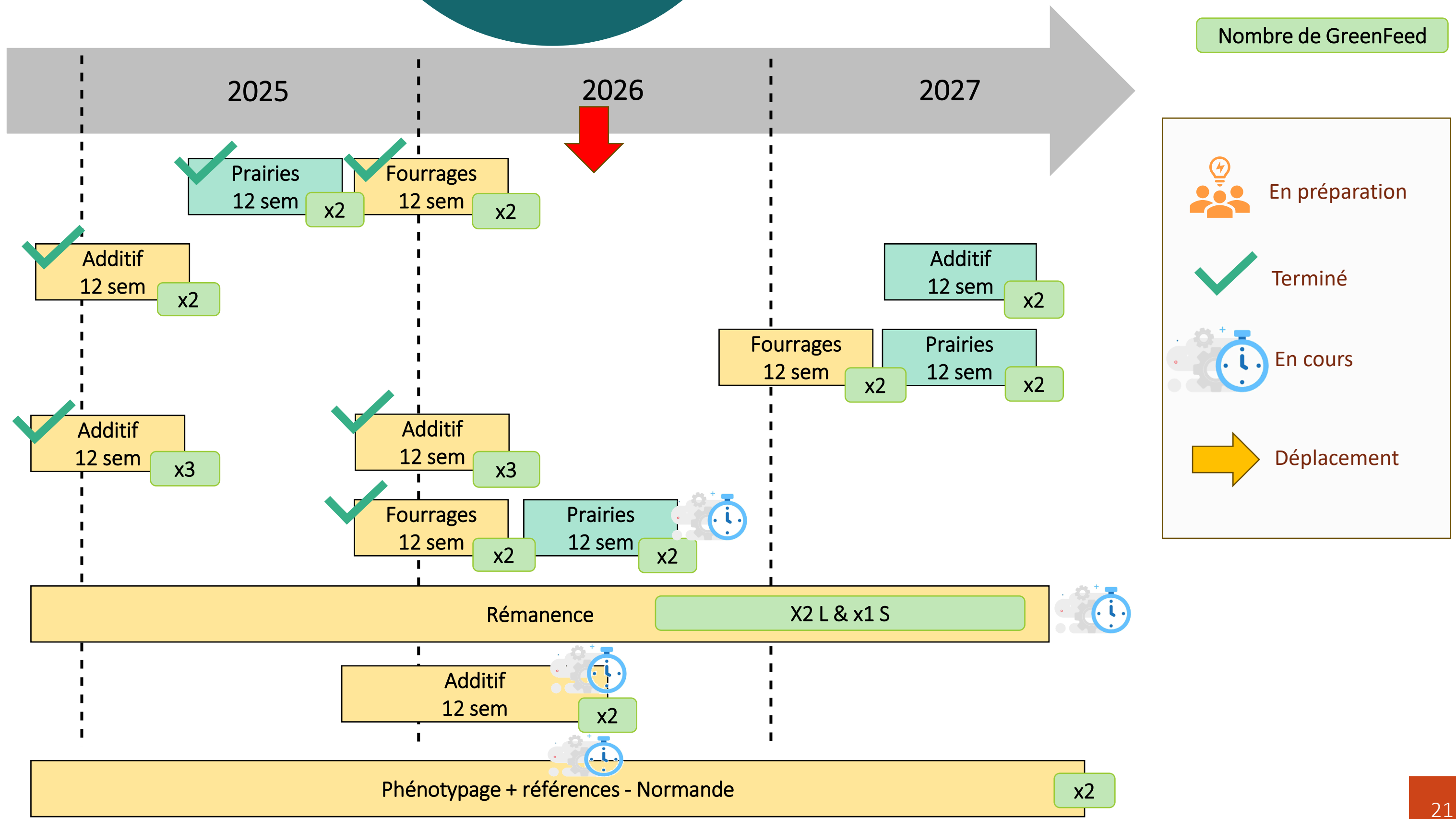
Déplacement





LOT 4 – Avancement des essais

- Trévarez Bio
- Trévarez Conv
- Blanche Maison
- Trinottières
- Poisys
- Derval
- Herbipole Theix
- INRAE du Pin



Lot 4 – Arrivée des 1ers résultats

Production d'une **revue bibliographique** sur les "compléments alimentaires anti méthanogènes" : mise en forme en cours (lot 7)

Construction de la trame type des comptes rendus : 1 format "6 pages" + 1 format "2 pages" = discussion au COé début juillet

Comptes rendus prévus fin 2026



Jalogny : VA – Sol. Nutritionnelle
Les Etablières : JB – Phase

Les Trinottières : 2 sol. nutritionnelles
Trévarez Conventionnel : 1 sol. nutritionnelle
Trévarez AB : 2 Pâturage estival et ration hivernale
Poisy : Bouchons de Sainfoin

CONCEPTION ET DÉPLOIEMENT D'UNE SYNTHÈSE GÉNOMIQUE MULTI-CARACTÈRE

Bovins Laitiers

Compléter/améliorer
l'évaluation génomique
MethaBreed des émissions CH_4
avec les mesures Sniffers



Déploiement Sniffers :

- Rév. de la tâche & budget
- **~50% installés (mi-juin),**
- 75% à mi-juillet

Bovins Viande

Développer une évaluation
génomique des émissions de
 CH_4 sur les spectres NIR des
fèces

**>3000 échantillons, >93%
de l'objectif**

laboration de l'index I_{meth} « **Efficienc** CH_4 »,
synthèse génomique multi-caractères

Méthodologie avancée à 70%

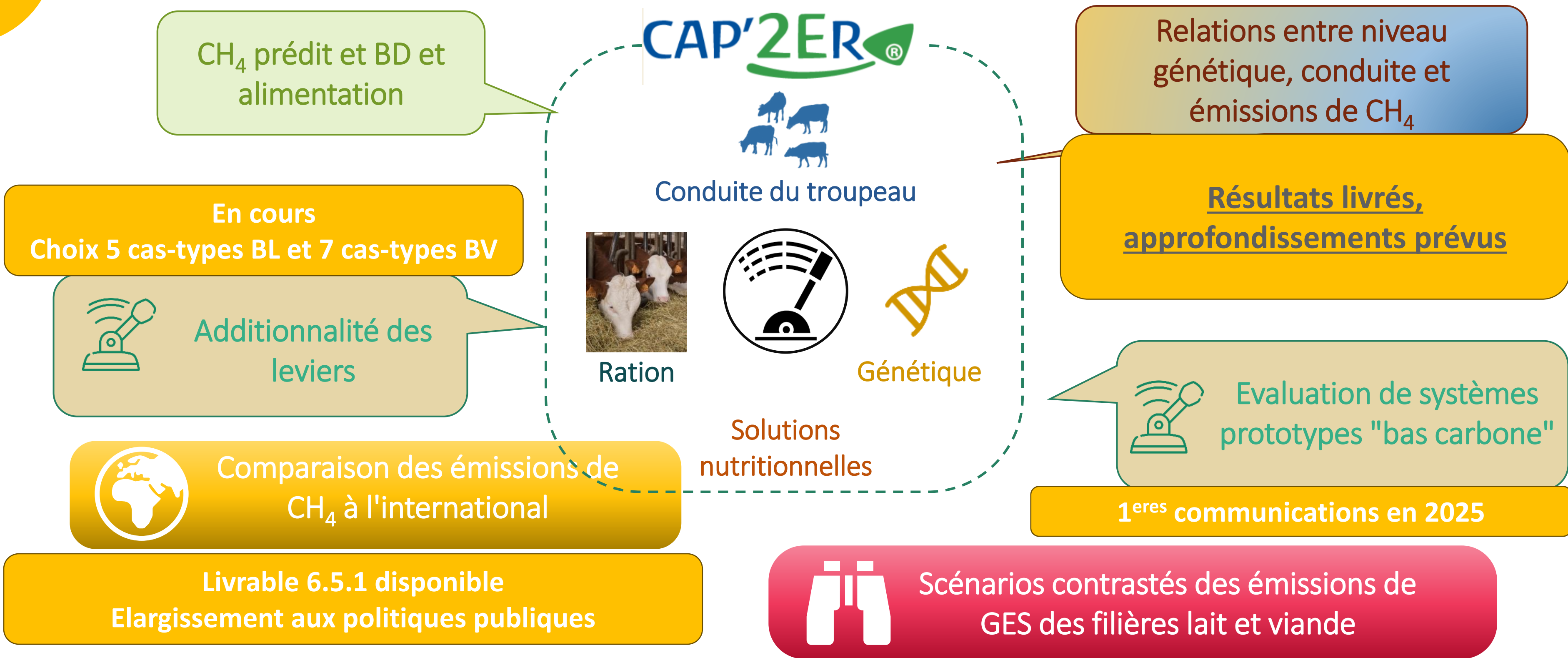


Déploiement des évaluations génomiques
méthane et de la synthèse « **Efficienc** CH_4 »

**Accompagnement sur déploiement
Methabreed en cours**

Génétique

QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE MÉTHANE ENTÉRIQUE DE DIFFÉRENTS SYSTÈMES ET ÉVALUATION DE LA COMBINAISON DES LEVIERS D'ATTÉNUATION



Systeme, filière France vs monde

Lot 7 : Elaboration de la boîte à outils (CAP'2ER, Carbon Agri, Génétique, observatoire d'impacts ...)

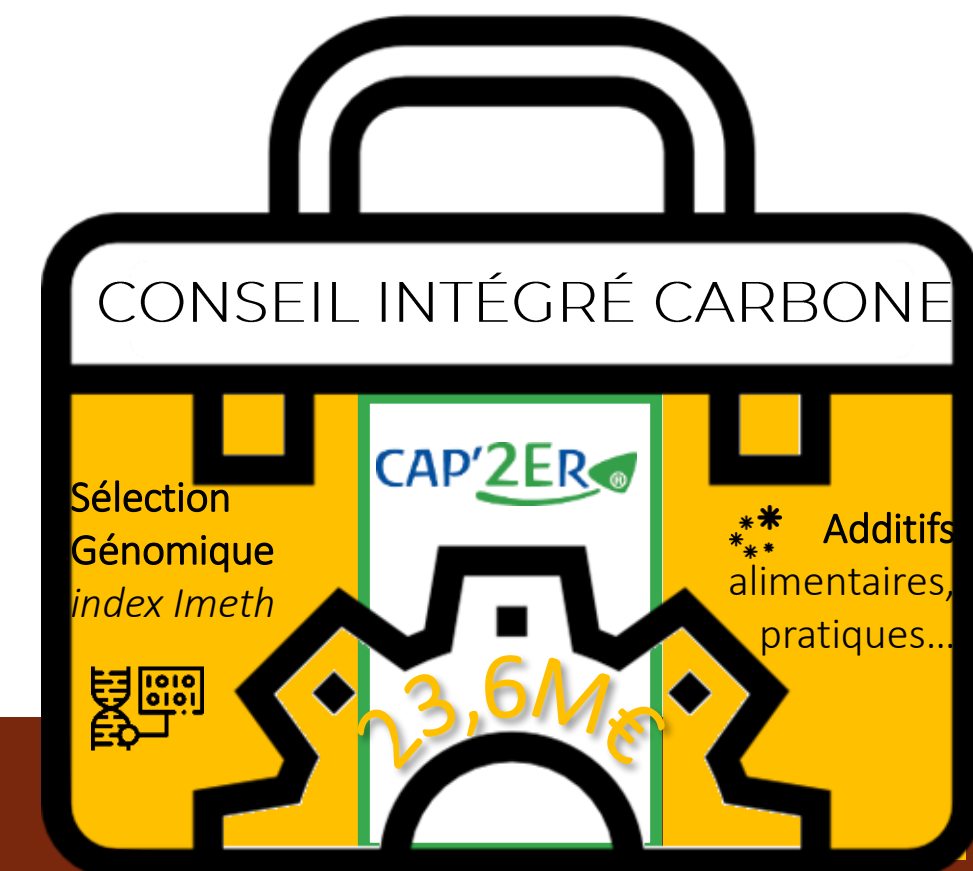
- Caractérisation fine du marché potentiel pour le service intégré "CH₄"

1ers résultats en C2P2 2025, la suite au C2P2 2026....

- Elaboration de la démarche intégrée « Performance CH₄ »
- Observatoire national de la « Performance CH₄ »
- Outils support au service « Performance CH₄ »
- Recommandations opérationnelles

Genially, Vach'ment engagé...

Offre de conseil intégré



Une 1^{ère} année...

- La phase **mise en route des travaux est achevée** et **nous basculons vers la gestion de l'arrivée des Résultats**
- Toujours de **TRES nombreuses sollicitations d'une grande diversité d'acteurs** (communication, participations ou partenariats, médias, succès de l'AAS) et désormais plusieurs demandes de compléments ou collaborations!

Calendrier et objectifs sont toujours tenus au prix d'un engagement conséquent des équipes (attente validation administrative EC1)

Demain : Toutes les difficultés et imprévus ne sont pas derrière nous → rester très mobilisé. Partage à la profession et diffusion des nombreux résultats : un nouveau défi de taille (à partir de cet automne).



Pour ne rien manquer, suivez la page
Méthane 2030 !

<https://www.linkedin.com/company/m%C3%A9thane-2030/posts/?feedView=all>

MÉTHANE 2030



Merci de votre attention

Mickaël BROCHARD

Mickael.brochard@idele.fr

FINANCEURS



Le projet Méthane 2030 est financé :

- Par l'Etat dans le cadre de France 2030 et par l'Union européenne – Next Generation EU dans le cadre du plan France Relance – Union européenne,
- Par APIS-GENE.

Financé par



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



Financé par
l'Union européenne
NextGenerationEU

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE

Liberté
Égalité
Fraternité



ISDPS
EXPERIMENTAL
DE PRODIGE
(ISADP)



DES QUESTIONS ?





APIS-GENE
Investir Innover Valoriser



COMMENT LE LEVIER GÉNÉTIQUE PEUT-IL APPORTER DES SOLUTIONS AUX DÉFIS SANITAIRES DES CHEPTELS DE RUMINANTS FRANÇAIS ?

Animation : Claire Rogel-Gaillard, INRAE

MALADIES ET ÉMERGENCES :

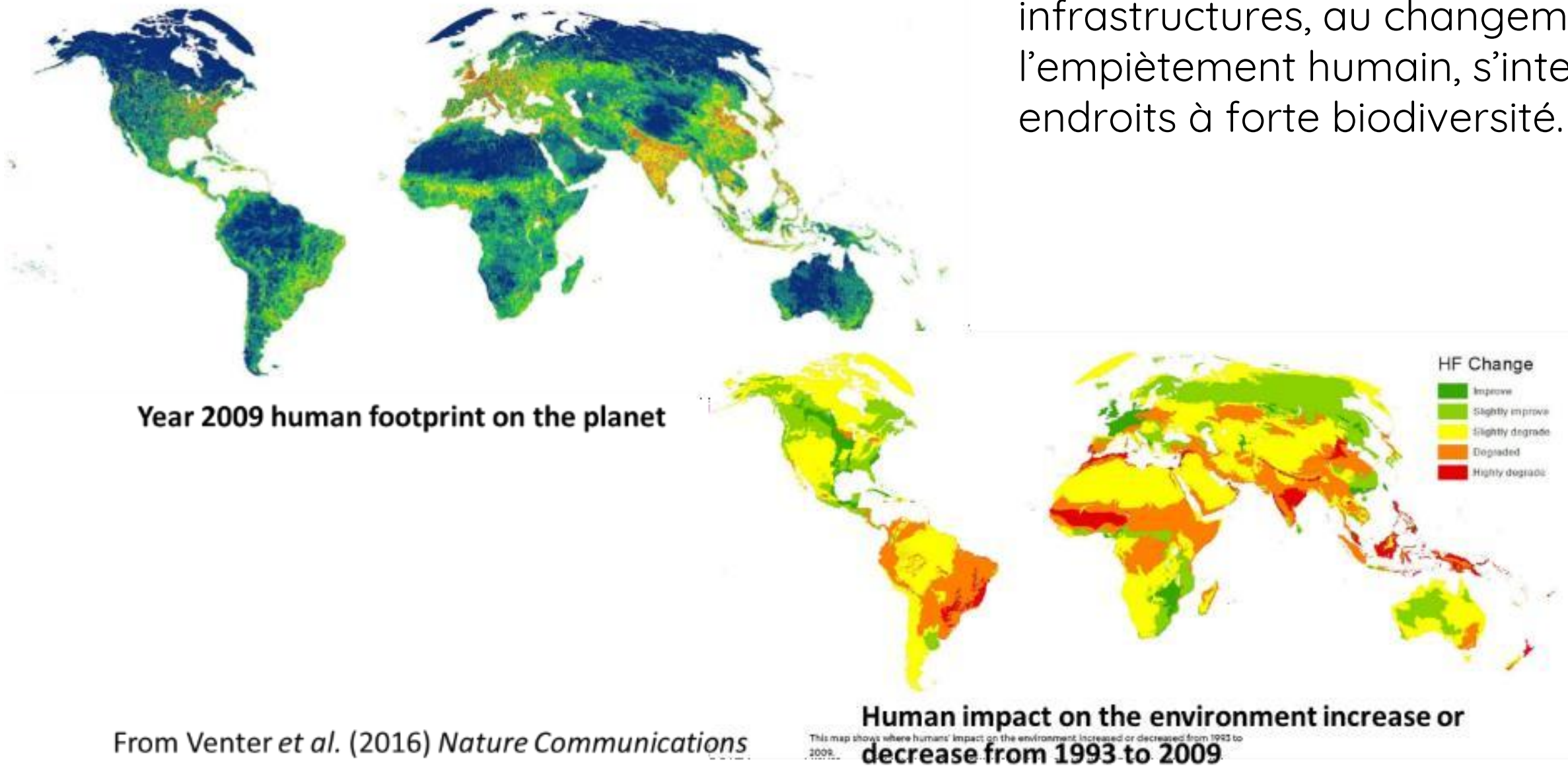
PANORAMA EN FRANCE ET DANS LE MONDE

Dr Eric Cardinale - *Directeur
Scientifique de la santé et du bien
être animal*, ANSES



1. Contexte

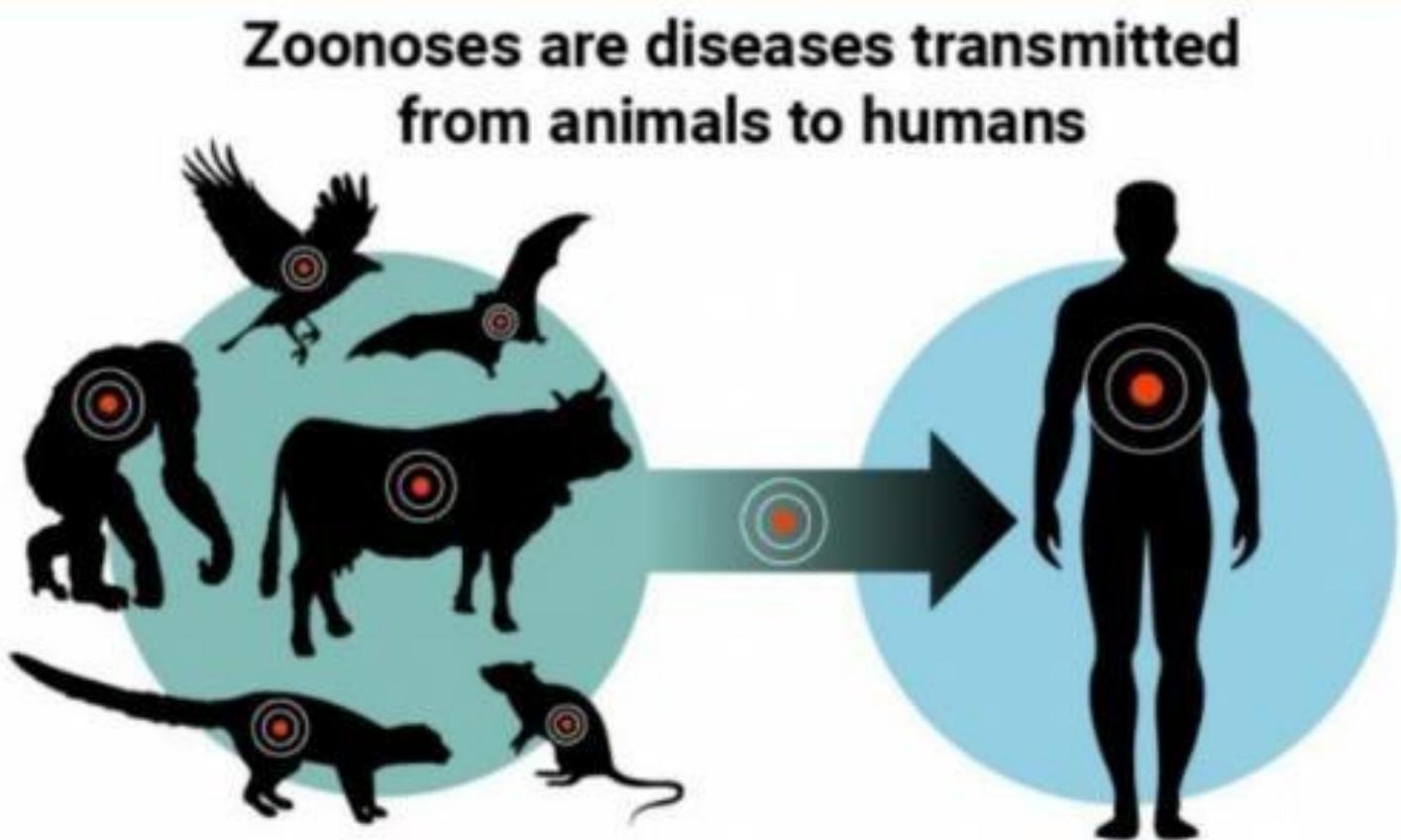
L’empreinte humaine mondiale due au développement des infrastructures, au changement d’affectation des terres et à l’empiètement humain, s’intensifie considérablement dans les endroits à forte biodiversité.





1. Contexte

What are zoonoses and how prevalent are they?



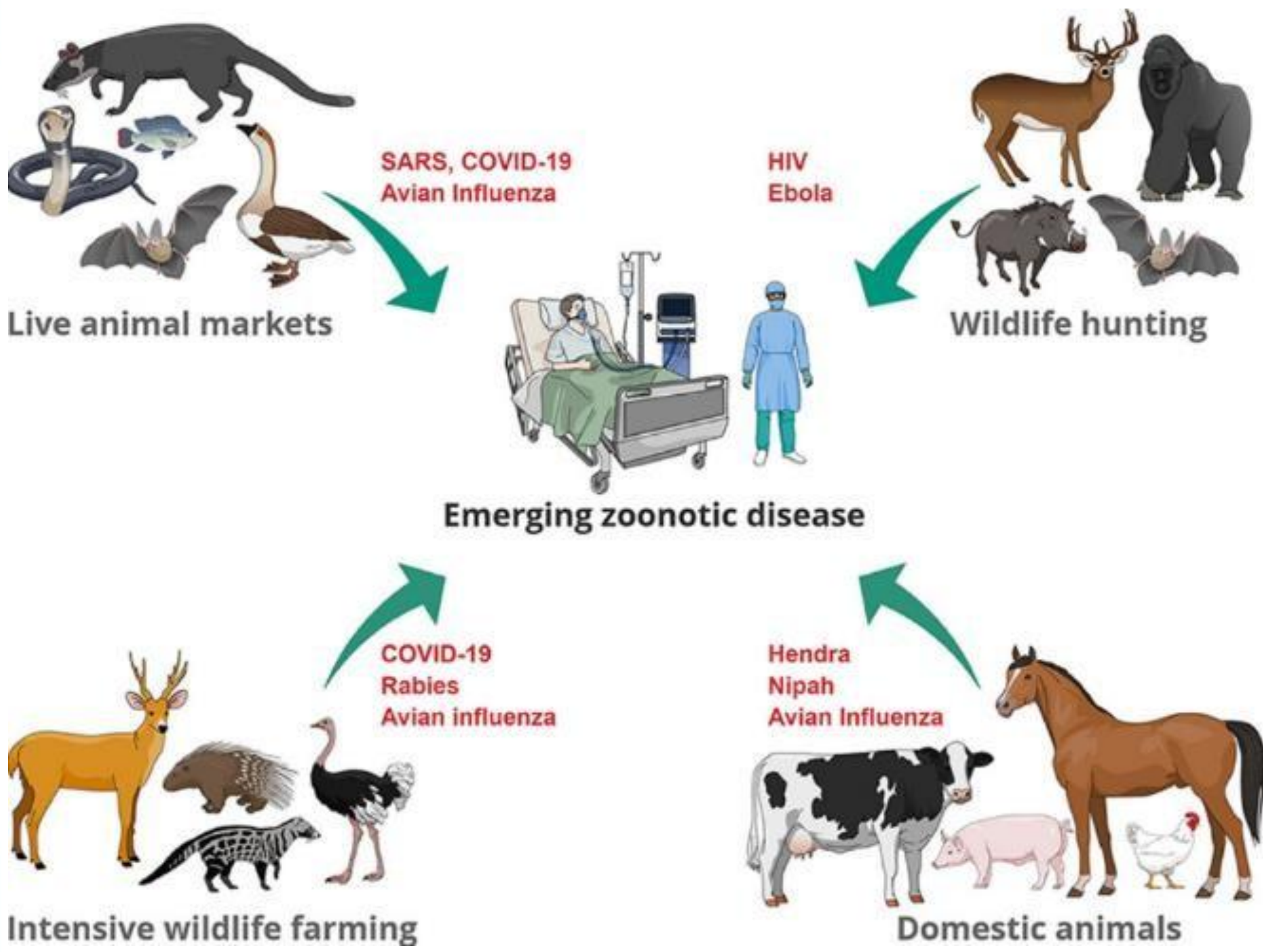
They comprise:

60% of all infectious diseases in humans

75% of all emerging infectious diseases

Source: UNEP Frontiers 2016 Report

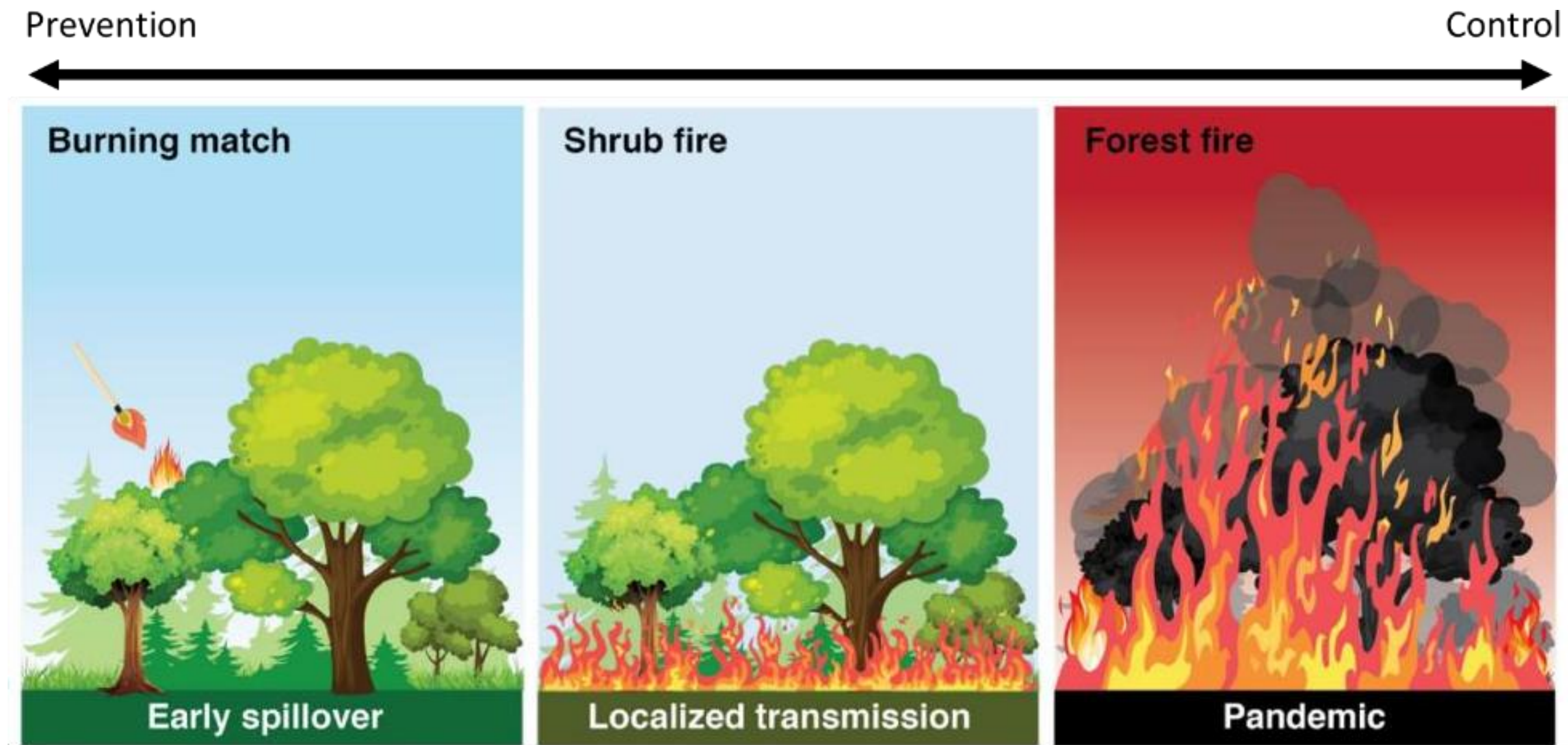
#COVID19





1. Contexte

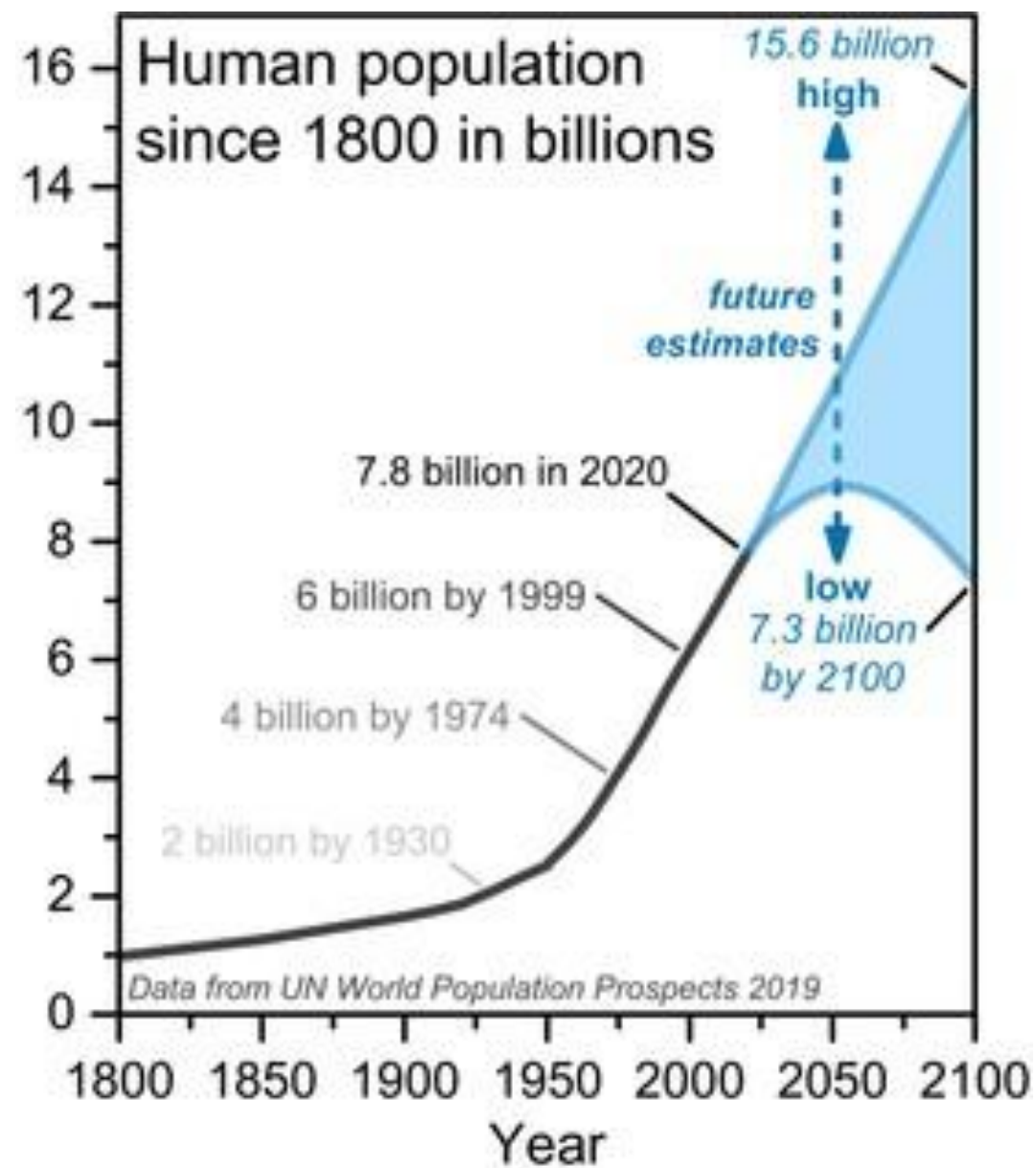
La fréquence croissante de l'émergence de maladies infectieuses d'origine animale démontre la nécessité d'un véritable changement de paradigme : prévenir les causes et améliorer la détection précoce, en plus de chercher à freiner leur propagation et leur impact.





1. Contexte

Population humaine en croissance



Source : United Nations

- 6.1 Milliard en 2000
- ~9.4 à 11.2
Milliards en 2050

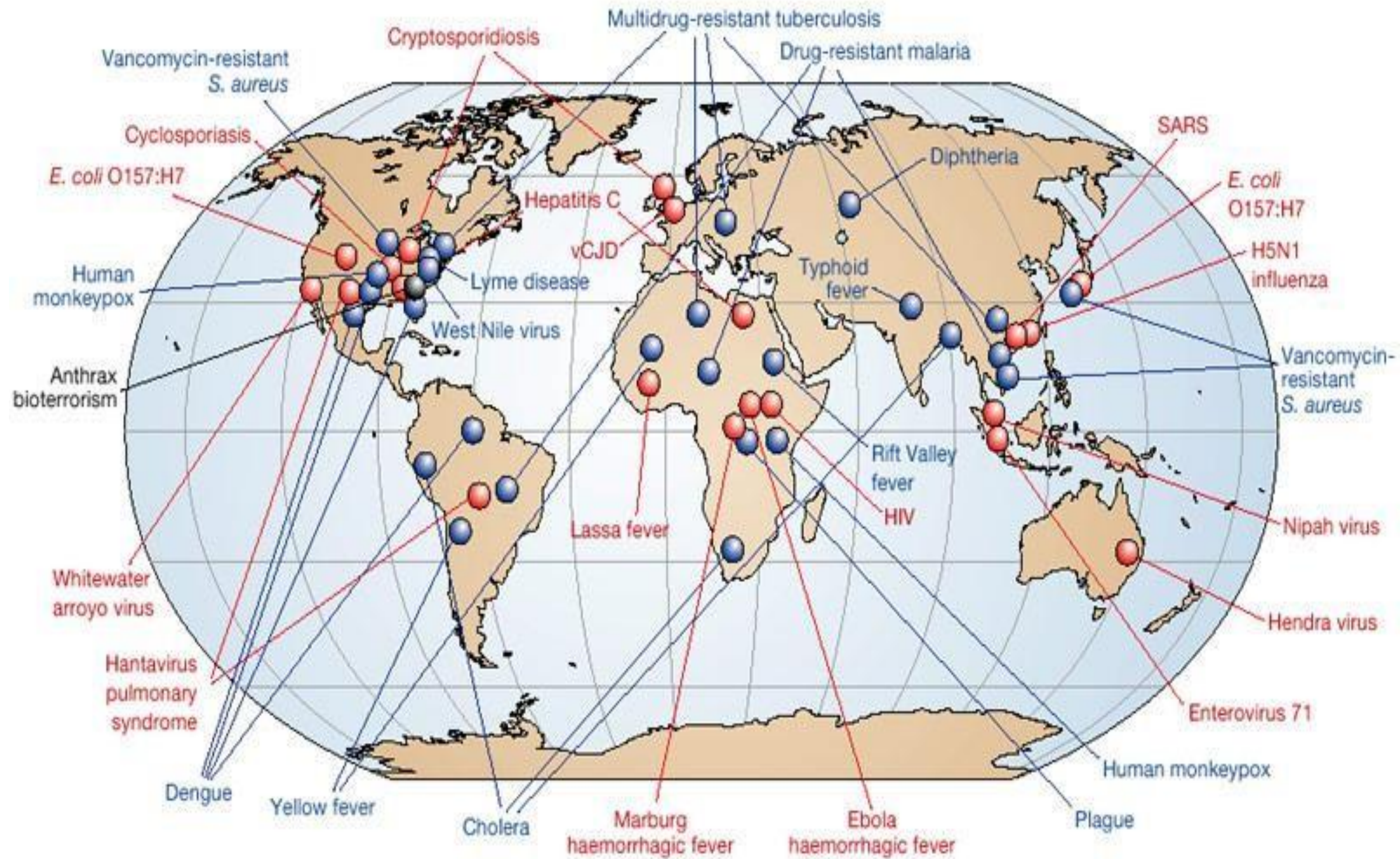


2. Défis / maladies émergentes

1. Un problème de santé publique international
2. Un enjeu économique et de sécurité alimentaire : pandémies de maladies animales / Sécurité alimentaire, revenus (population rurale), nutrition
3. Un enjeu environnemental : la biodiversité
4. Un problème de société : panique / H1N1pdm09, SRAS...



« nouvelles infections, causées par l'évolution ou la modification d'un agent pathogène ou d'un parasite existant »
« Maladie dont l'incidence réelle augmente significativement dans une population donnée, dans une région donnée et pendant une période donnée, par rapport à la situation épidémiologique habituelle de cette maladie »

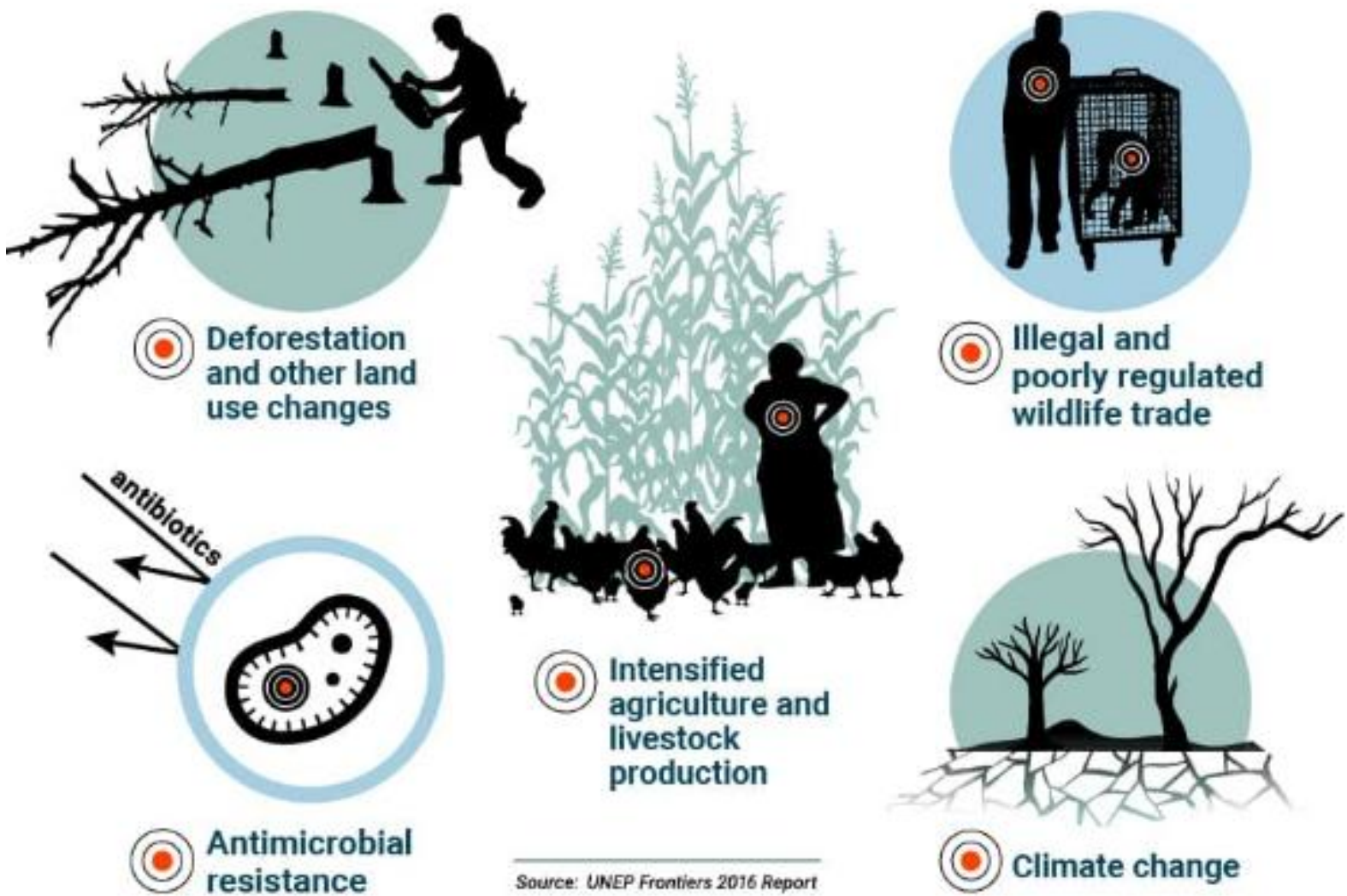


Source : Défis liés aux maladies infectieuses émergentes et ré-émergentes .
Nature 430 : 242-49 (Morenz , DM et al., 2004).



Facteurs d'émergence

What factors are increasing zoonosis emergence?
(Diseases transmitted from animals to humans)



#COVID19





2.1 Changement climatique



- Influence le biotope vecteur
- Augmentation de la portée du vecteur / Fièvre West Nile USA et quelques épisodes en France et en Europe.
- Un petit moucheron : Culicoide responsable de cette transmission qui se dirige vers le nord grâce au réchauffement climatique.
- Mais d'autres exemples / FVR :
 - adhésion de nouveaux États membres à l'Union européenne (Chypre, Malte)
 - peut représenter une voie d'entrée pour les animaux infectés, et l'arrivée de moustiques (Aedes et Culex) qui peuvent également transmettre cette zoonose

2.1 Changement climatique

Un exemple : le virus West Nile

- 1999 - New York
 - Encéphalite sévère chez les personnes âgées (62 cas et 7 décès)
 - En même temps, mort d'oiseaux (corbeaux, oiseaux de zoo, autres)
- Émergence d'une nouvelle maladie
 - Suspicion initiale d'encéphalite de Saint-Louis mais virus homme et animal différents
 - Diagnostic 3 mois plus tard = virus du Nil occidental inconnu aux États-Unis
 - Depuis 1999 : Plus de 10 000 cas signalés



2.1 Changement climatique

Un exemple : le virus West Nile

Introduction du virus WN

Histoire : aux Etats-Unis (1999)

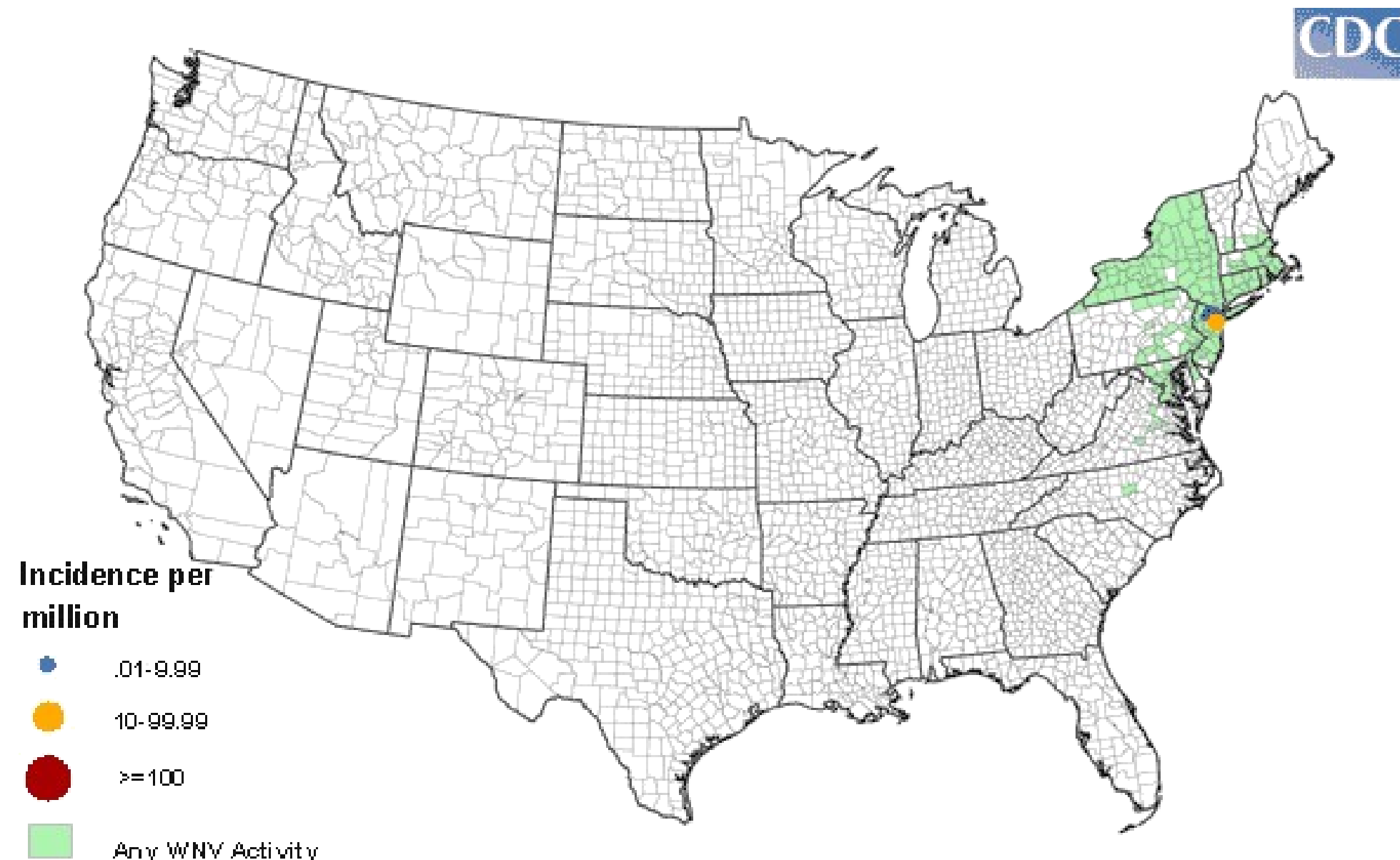


2.1 Changement climatique

Un exemple : le virus West Nile

Introduction du virus WN

Histoire : aux Etats-Unis (2000)



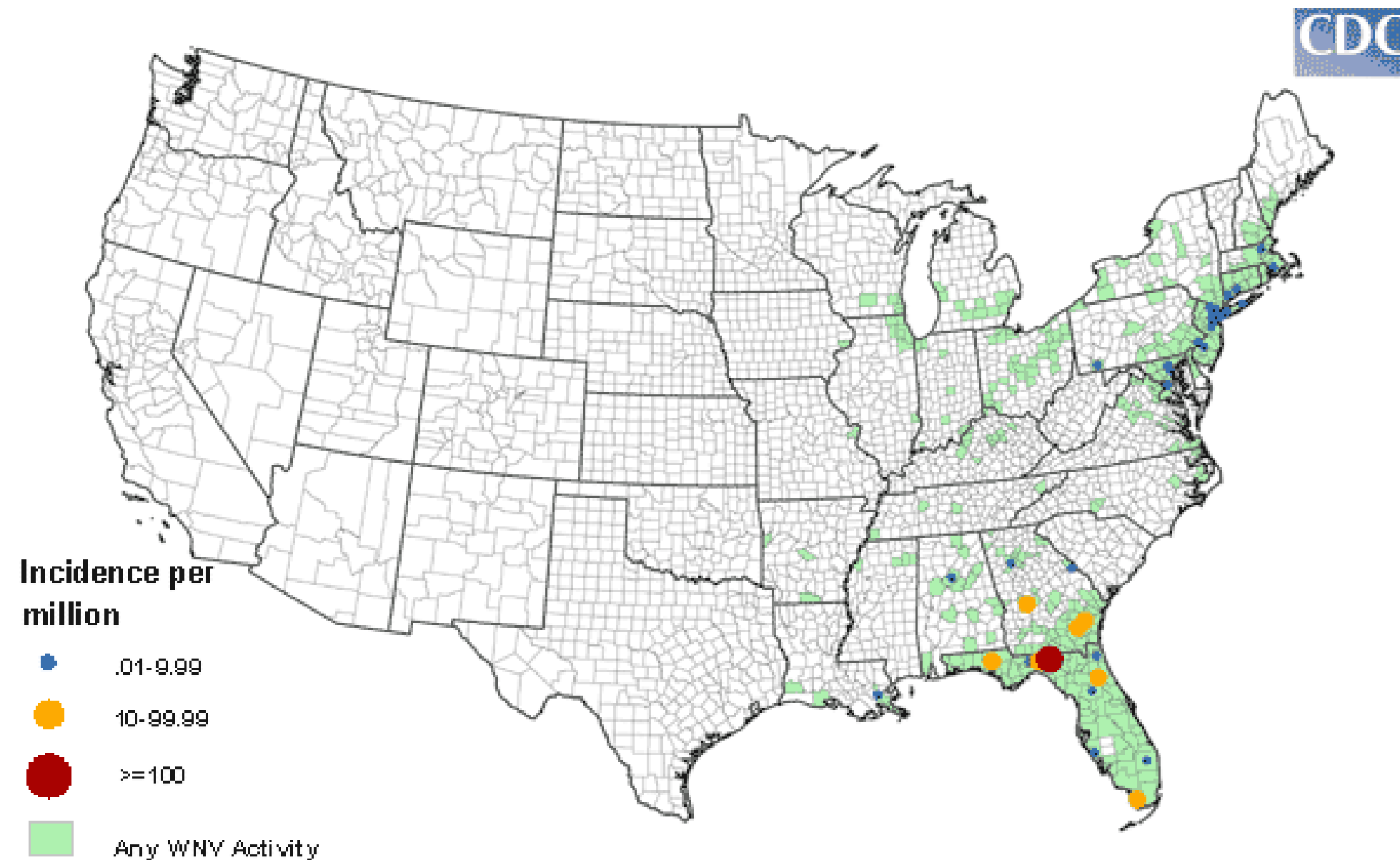


2.1 Changement climatique

Un exemple : le virus West Nile

Introduction du virus WN

Histoire : aux Etats-Unis (2001)

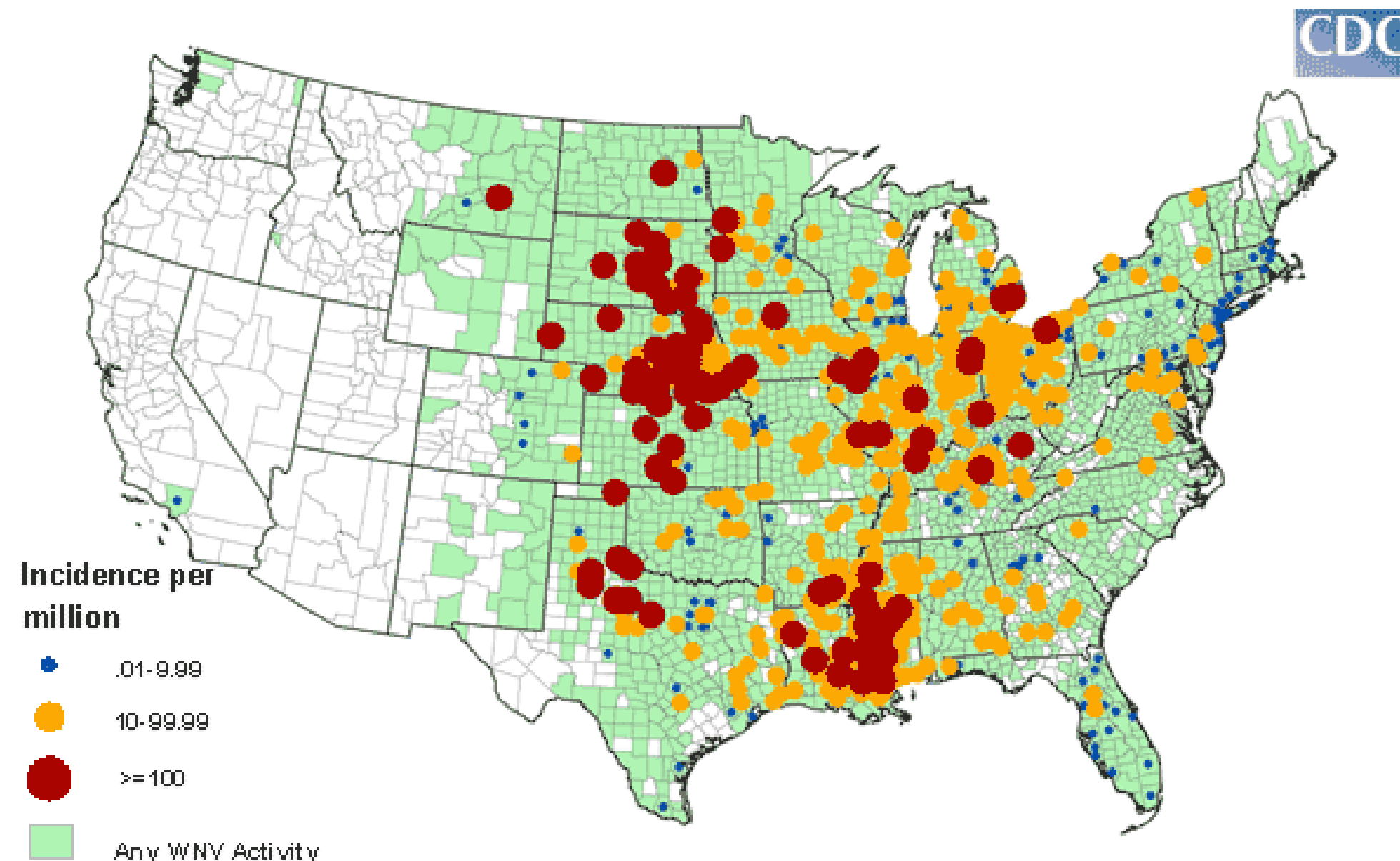


2.1 Changement climatique

Un exemple : le virus West Nile

Introduction du virus WN

Histoire : aux Etats-Unis (2002)



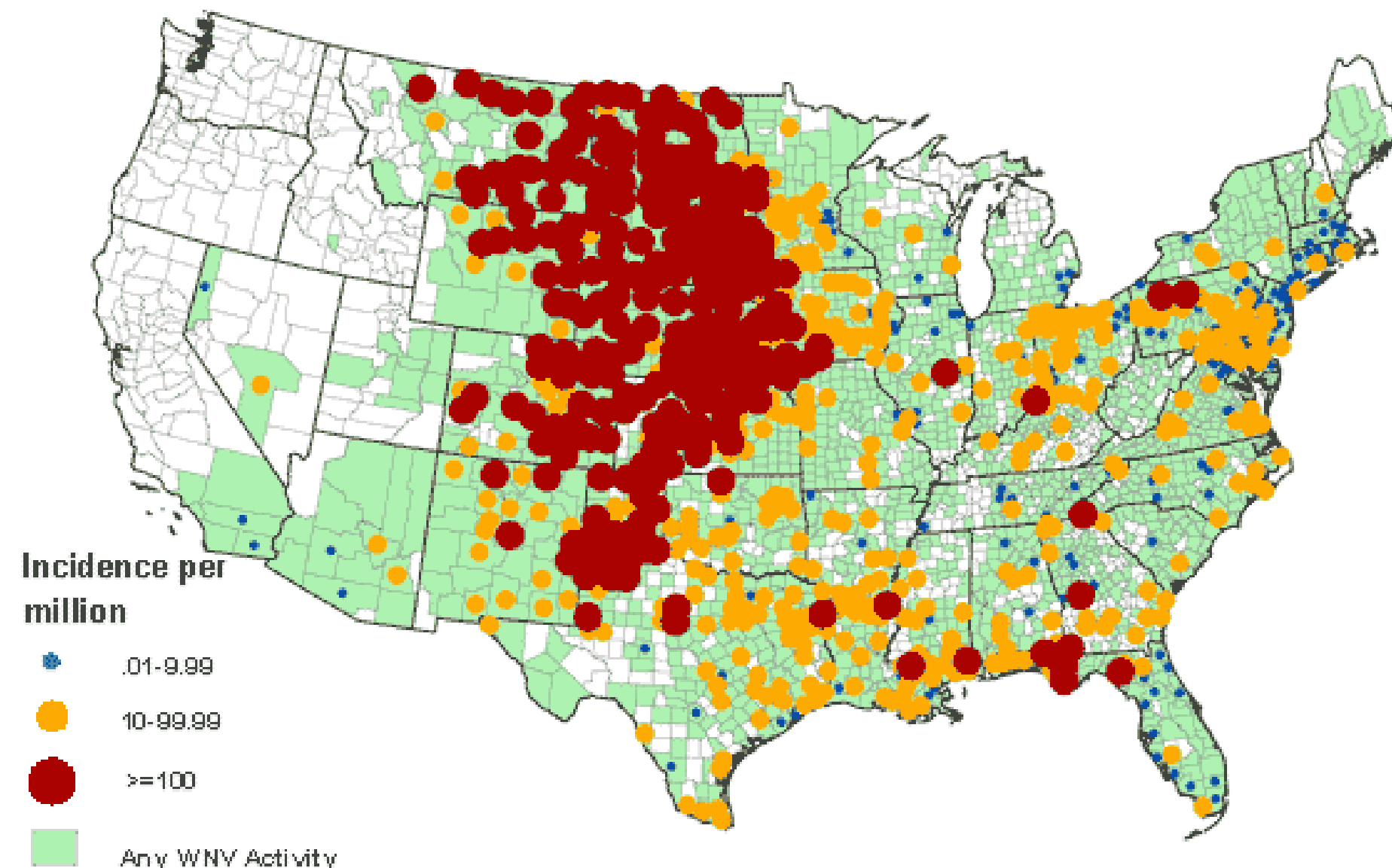


2.1 Changement climatique

Un exemple : le virus West Nile

Introduction du virus WN

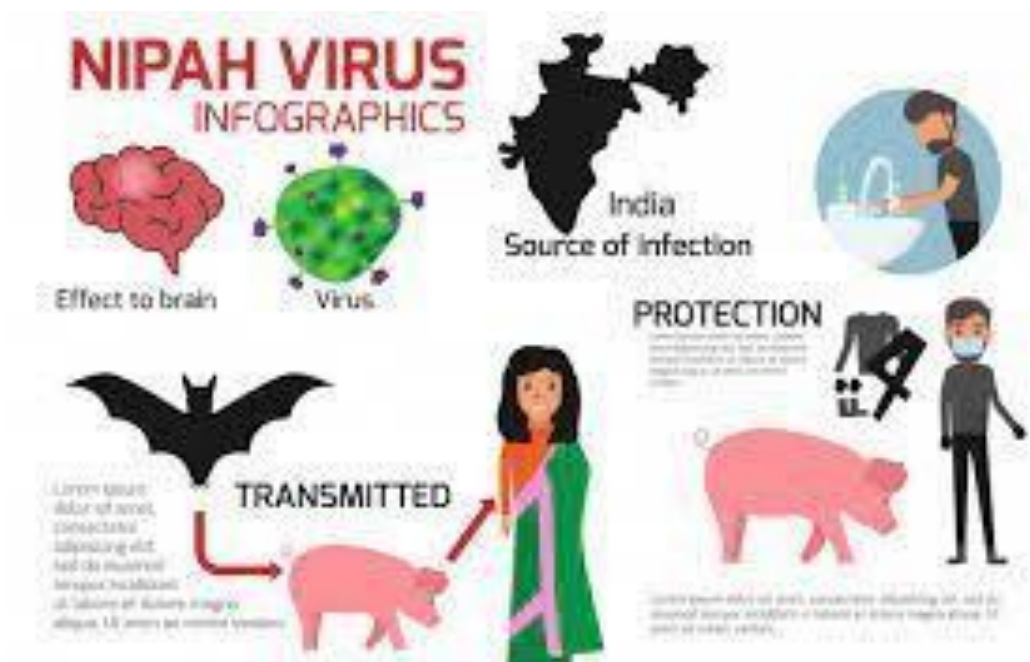
Histoire : aux Etats-Unis (2003)





2.2 L'intensification de l'agriculture et de l'élevage

- Augmentation de l'élevage de porcs et de volailles (souches) aux États-Unis et en Europe
 - deux espèces → recombinaison génétique de virus, en contact étroit avec la faune sauvage, notamment les oiseaux migrateurs, qui favorisent certaines épizooties.
 - *ex : Grippe*
- Augmentation rapide de la densité des petites exploitations agricoles avec faible biosécurité en Asie du Sud-Est
 - interface importante entre les petites exploitations d'élevage en plein air et les fermes industrielles
 - la distance entre ces fermes est trop petite
 - Lien avec la faune
 - *ex : virus Nipah*





Sans changement dans les pratiques du Sud
– Est Asiatique, les virus Influenza ne
pourront être éliminés!



2.3 Proximité de la faune



- Comportement humain et méthodes de conservation, notamment en Asie du Sud-Est / SRAS, grippe aviaire et Ebola liés à de nouvelles entreprises :
 - Marchés asiatiques avec un grand nombre d'animaux, différentes espèces au même endroit et une forte concentration humaine.
 - SRAS : civette palmée - nouveaux marchés
 - Ebola : déforestation - contact accru de la population humaine et des chasseurs avec le massacre des grands singes et des chauves-souris
 - Thalys entre Bruxelles et Paris, viande de brousse
 - À comparer avec la déforestation – effet de dilution
- 4 millions d'oiseaux
- 640 000 reptiles
- 40 000 primates
- Commerce illégal inconnu – estimé entre 4 et 6 milliards de dollars



2.4 Échanges internationaux

- Augmentation du trafic international
- Augmentation des échanges légaux et illégaux :
 - Rage / chien introduit du Maroc en France (revendeur)
 - Fièvre aphteuse : Royaume-Uni en 2001 ; origine dans les eaux grasses (déchets de cuisine) d'un restaurant asiatique vers une ferme porcine
 - RVF : Mayotte



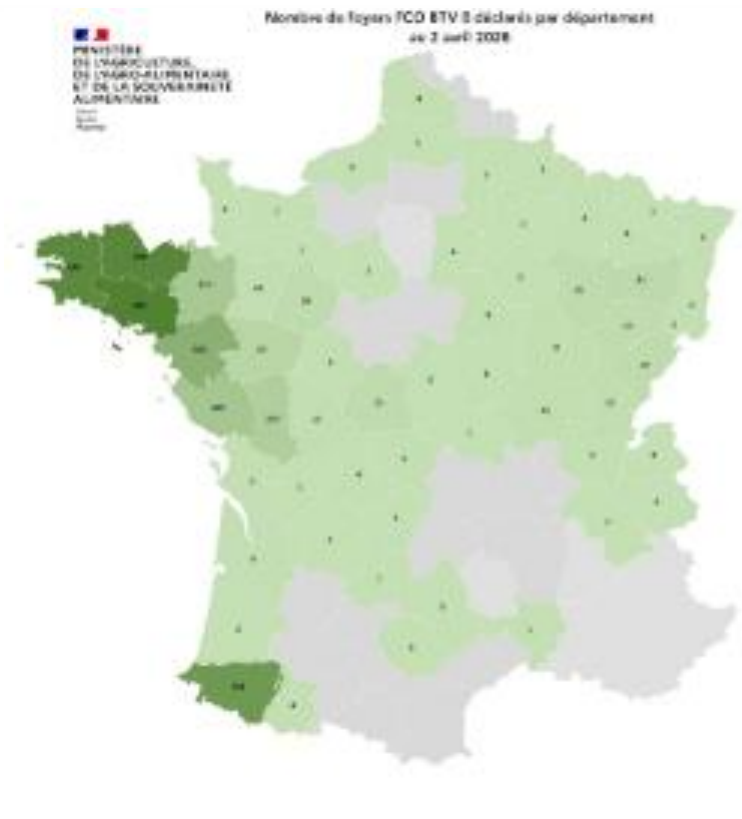
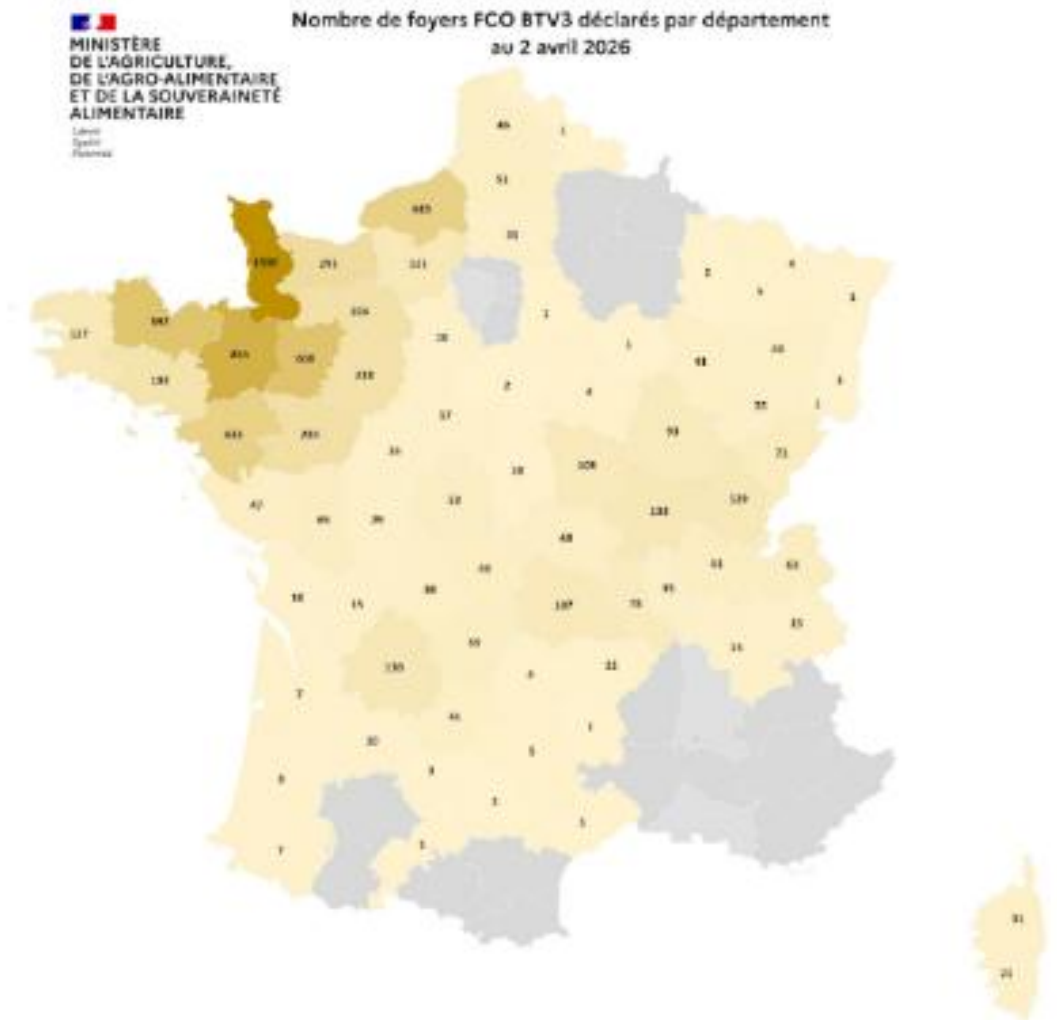
- La distance et la vitesse de déplacement ont augmenté de 1000 fois depuis 1800
- 1,4 milliard de voyageurs aériens par
- 50 millions de visiteurs étrangers, aux États - Unis, chaque année, 102 sites
- Antibiotique c résistance
- Commerce mondial de produits alimentaires, d' animaux et de plantes



3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

Toujours la FCO !

- **Sérotype 3**
 - Un premier foyer de FCO 3 confirmé le 5 août 2025 dans le département du Nord.
 - Entre le 1er juin et le 2 avril 2026, 7 609 foyers ET Entre le 5 août 2024 et le 1er juin 2025, 10 813 foyers.
- **Sérotype 8**
 - Le sérotype 8 présent sur le territoire métropolitain depuis 2015.
 - Entre le 1er juin et le 2 avril 2026, 3 340 foyers de FCO, sérotype 8 recensés.
 - Entre le 5 août 2024 et le 1er juin 2025, 17 038 foyers avaient été recensés.
- **Sérotype 4**
 - Le sérotype 4 de la FCO pas isolé en France hexagonale depuis 2018.
 - Entre le 1er juin 2025 et le 26 juin 2025, aucun foyer de FCO
 - Entre le 1er juin 2024 et le 31 mai 2025, 10 foyers cliniques de FCO 4.
 - Les animaux provenant de Corse et à destination de l'hexagone : désinsectisation et analyse PCR négative ou à une vaccination valable avec un vaccin prévenant la virémie.





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

Des échanges plus compliqués

MOUVEMENTS AUTORISES AU DEPART DE FRANCE

PAYS	Exigences pour le sérotype 3	Exigences pour les sérotypes 4 et 8
Allemagne	Aucune	Vaccination 4 et 8 + 60j ou désinsectisation et PCR négative
Autriche	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou désinsectisation et PCR négative
Belgique	Aucune	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou désinsectisation et PCR négative
Bulgarie	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou désinsectisation et PCR négative
Croatie	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou désinsectisation et PCR négative
Danemark	Uniquement les bovins entre des établissements agréés produits germinaux et les ovins et caprins de plus de 5 mois non castrés vers tous types d'établissement d'élevage : Vaccination Bultavo3 depuis 30 jours et moins de 6 mois ET Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 60j
Espagne (hors Canaries Baléares)	Aucune	Aucune
Grèce	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou désinsectisation et PCR négative
Hongrie	Vaccination (pas de spécification de vaccin) depuis moins de 12 mois et PCR négative au moins 14 jours avant mouvement	Vaccination 4 et 8 + 60j
Italie (Hors Frioul et Bolzano)	Aucune	Aucune
Lituanie	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou Désinsectisation et PCR négative
Luxembourg	Aucune	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou désinsectisation et PCR négative
Pays-Bas	Aucune	Vaccination 4 et 8 + 10 j ou désinsectisation et PCR négative
Pologne	Vers zones non indemnes uniquement : Désinsectisation et PCR négative	Vers zones non indemnes uniquement : Vaccination 4 et 8 + 10 j ou Désinsectisation et PCR négative
Portugal (hors Madère et Açores)	Aucune	Pour les régions indemnes de B : vaccination B conformément au RCP du vaccin ou désinsectisation + PCR négative Aucune exigence pour le sérotype 4
République Tchèque	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 60j ou désinsectisation et PCR négative
Roumanie	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 60j ou désinsectisation et PCR négative
Slovaquie	Bovins : vaccination Bultavo 3 et PCR négative 35 jours après Ovins : mouvement interdit	Vaccination 4 et 8 + 60j
Slovénie	Désinsectisation et PCR négative	Vaccination 4 et 8 + 60j ou désinsectisation et PCR négative
Suisse	Aucune	Vaccination + 60 j contre sérotype 4 ou désinsectisation et PCR négative Aucune exigence pour le sérotype 8

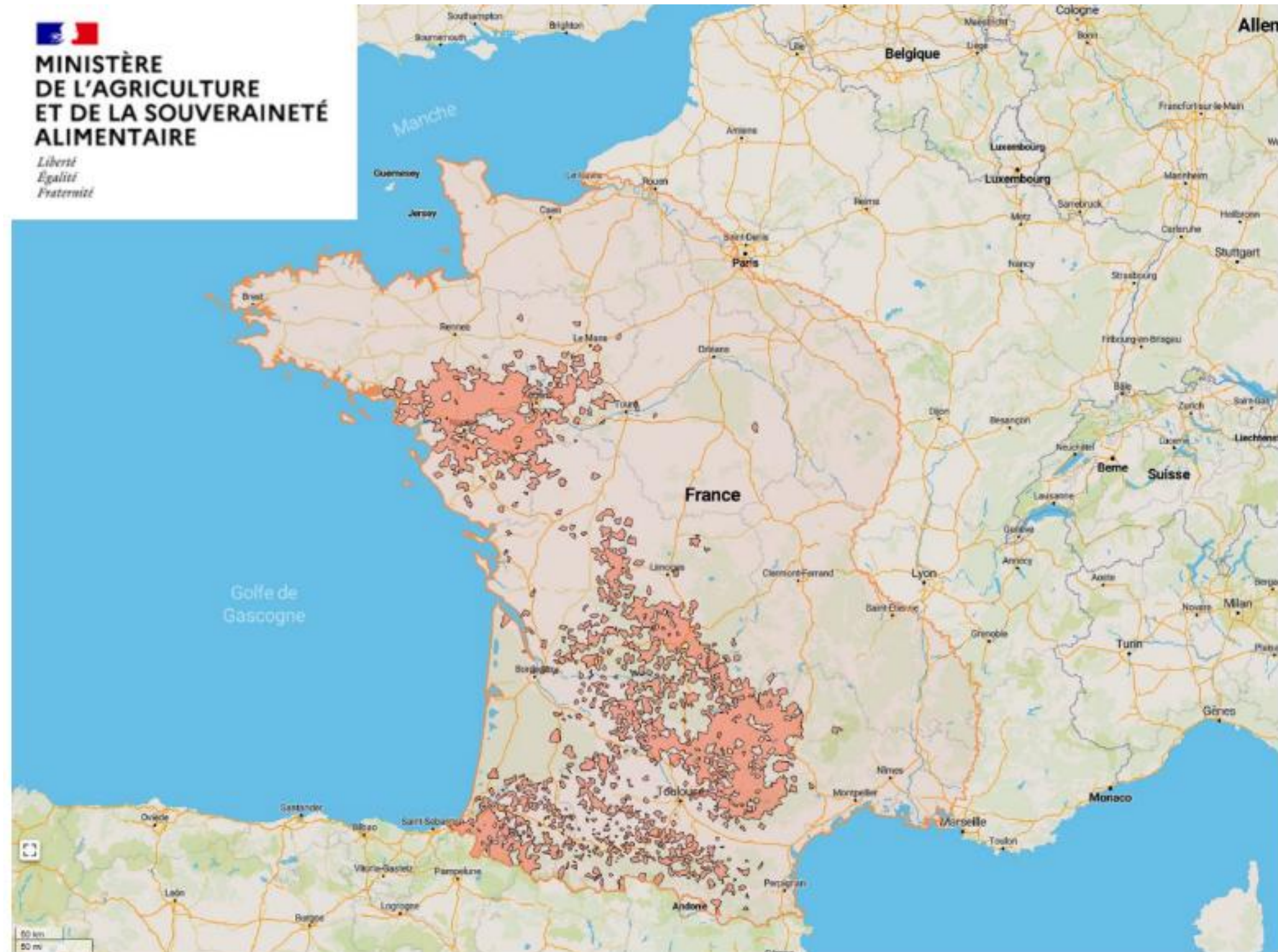
Légende :
Désinsectisation et PCR négative : animaux désinsectisés au moins 14 jours avant le départ et soumis à une analyse PCR effectuée sur des prélèvements réalisés au moins 14 jours après le début de la période de protection contre les vecteurs
Vaccination : sur animaux de plus de 90 jours sauf, Grèce et Belgique, animaux de plus de 70 jours



3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

MHE

- Entre le 1er juin et le 2 avril 2026, 5 foyers de MHE recensés.
- Entre le 1er juin 2024 et le 1er juin 2025, 3 906 foyers avaient été recensés.
- Maladie D+E = Echanges





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

MHE – des entraves aux échanges

MHE : MOUVEMENTS AUTORISES AU DEPART DE la zone régulée en FRANCE

11 avril 2025

PAYS	Exigences pour la MHE
Belgique	Bovins : vaccinés depuis 60 jours avec Hepizovac ; Ovins : mouvements non autorisés
Espagne (hors Canaries Baléares)	Aucune exigence
Grèce	Bovins : Désinsectisation et PCR négative ; Ovins : Désinsectisation et PCR négative sur échantillon ¹
Italie	Bovins : Désinsectisation et PCR négative OU vaccination depuis 21 jours avec Hepizovac ; Ovins : Désinsectisation et PCR négative
Luxembourg	Bovins : vaccinés depuis 60 jours avec Hepizovac ; Ovins : mouvements non autorisés
Portugal (hors Madère et Acores)	Aucune exigence
Pays-Bas	Bovins : vaccinés depuis au moins 60 jours et au plus 6 mois avec Hepizovac ; Ovins : mouvements non autorisés
Roumanie	Bovins et Ovins : Désinsectisation et PCR négative
Slovaquie	Bovins vaccination Hepizovac et PCR négative 35 jours après la seconde injection de primovaccination ; Ovins : mouvements non autorisés

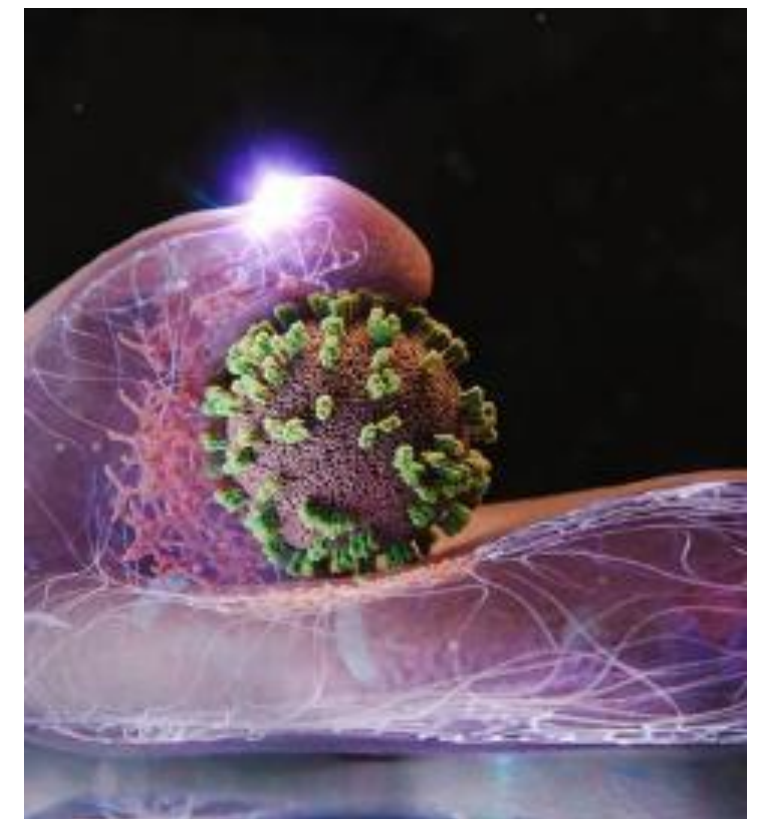
Désinsectisation et PCR négative : animaux désinsectisés au moins 14 jours avant le départ et soumis à une analyse PCR, effectuée sur des prélèvements réalisés au moins 14 jours après le début de la période de protection contre les vecteurs.



3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

Le virus Influenza H5N1 : un nouveau défi pour la filière lait

- Initialement aviaire, le virus s'adapte désormais aux mammifères avec une excrétion virale massive dans le lait.
- Signes d'alerte : baisse brutale de production, lait épais (type colostrum), fièvre et chute d'ingestion.
- Risque de transmission *via* le lait cru et les produits non pasteurisés

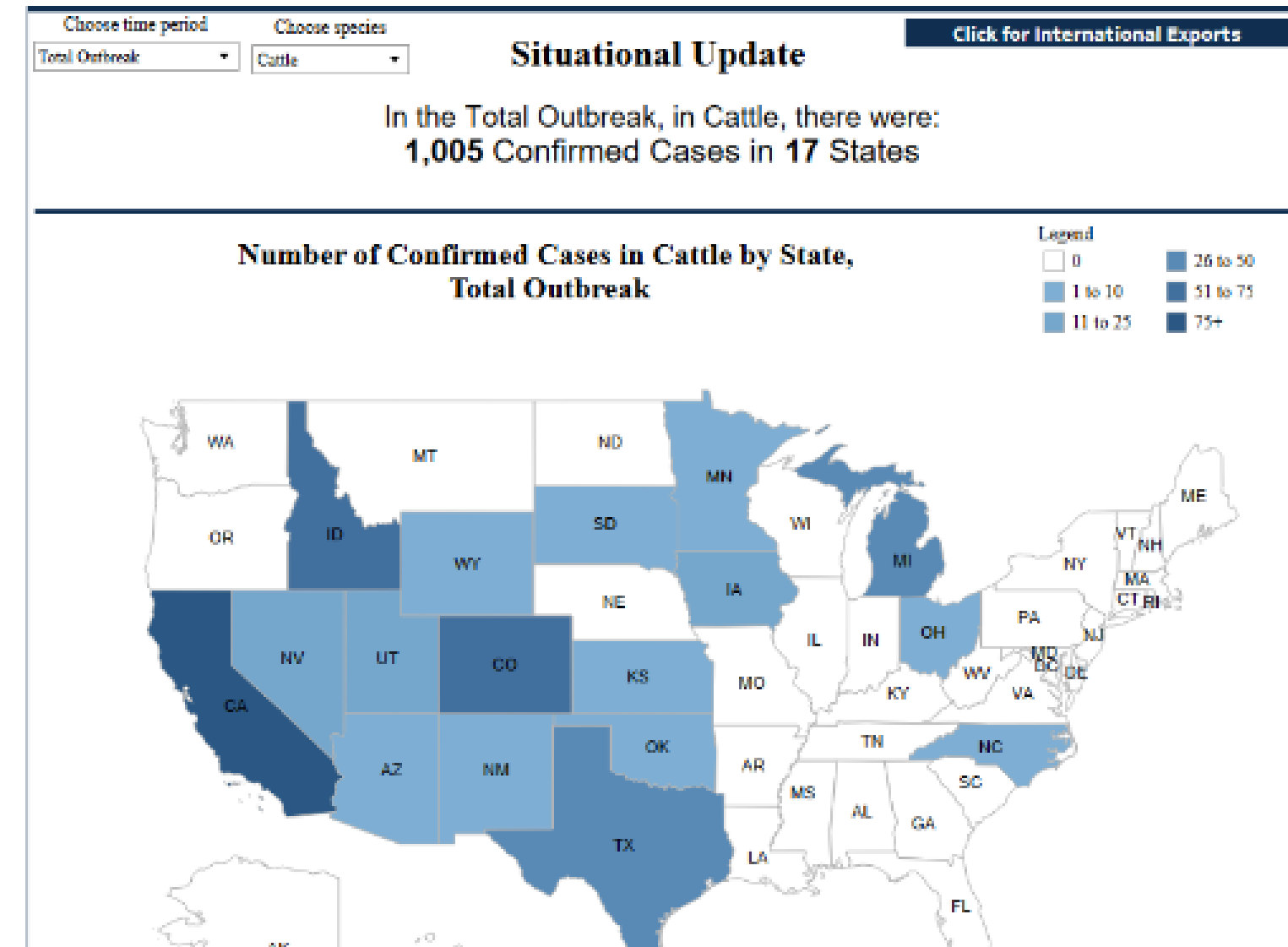




Virus IAHP A (H5N1) chez les bovins - États-Unis, 2024 - 2026

- **24/02/2024 - Minnesota** : 5 jeunes chèvres (problèmes neurologiques + mortalité), en lien avec une épidémie d'IAHP A(H5N1) dans une ferme .
- **20/03/2024 - Texas** : produits laitiers épisode progressif des vaches, 89 cas / 12 États (au 13/06)
- Cas chez les chats domestiques associés
- Cas humains associés : 70 cas, 2 décès

Conjonctivite et affections respiratoires





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

H5N1 : Impacts sur la filière laitière

- **Collecte & Logistique** : Perturbations majeures des tournées. Risque de contamination croisée entre exploitations.
- **Laits crus et fromages** : Menace sur les filières AOP/IGP utilisant du lait cru si le virus est détecté localement
- **Economie et éleveur** : Pertes sèches de volume et coûts de traitement. Impact sur les mouvements d'animaux.



3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

La fièvre aphteuse : un risque ancien qui ne l'est pas !!

- 0 tolérance à l'export
- 100% embargo immédiat
- Une menace systémique : La détection d'un seul cas entraîne la fermeture immédiate des marchés tiers et l'arrêt total des mouvements de zone.
- Des mesures coercitives d'ampleur : maladie de rang A (abattage, restriction des mouvements, vaccination?)





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

Fièvre aphteuse : conséquences Filière



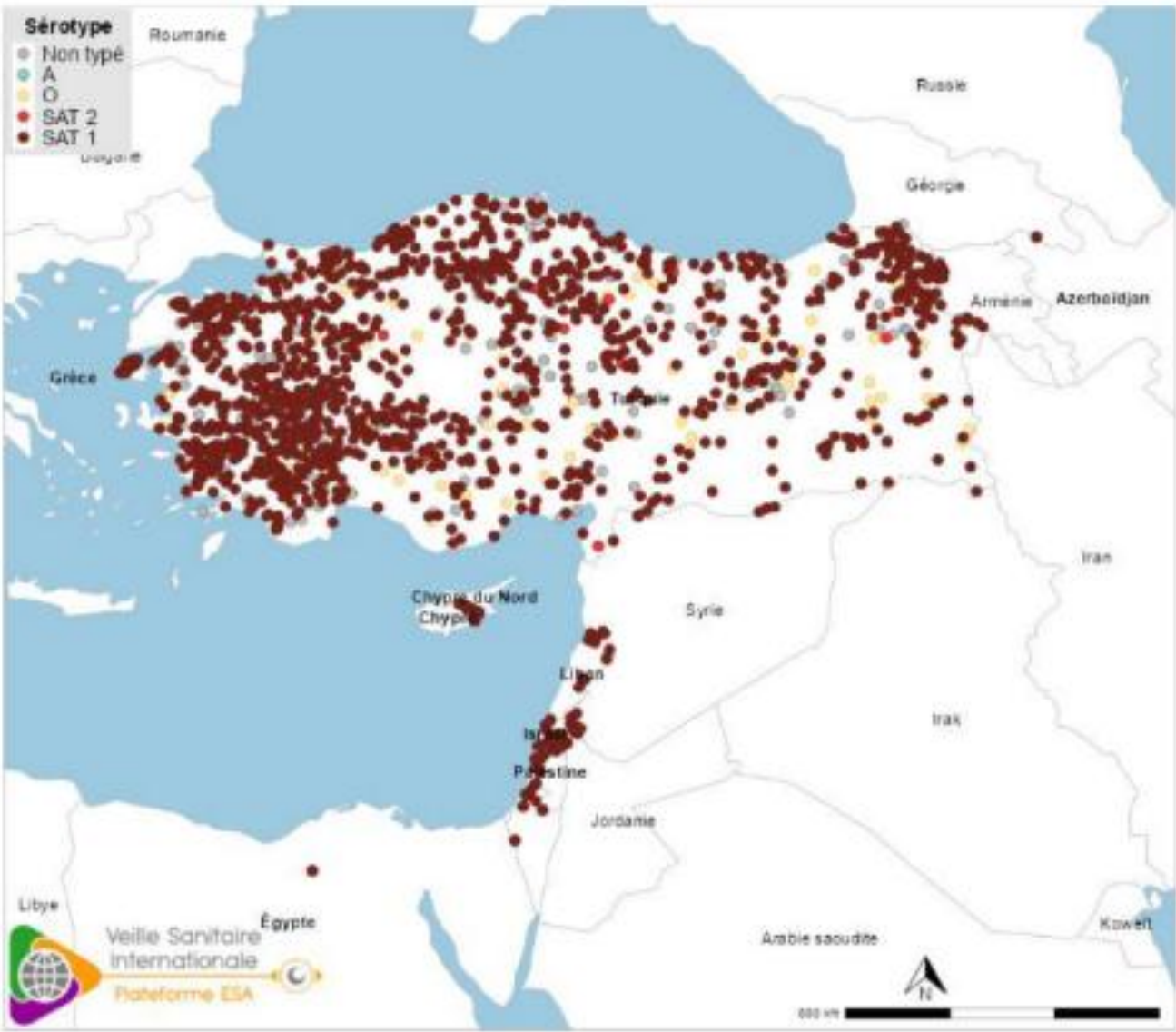
Blocage des flux : Interdiction stricte de transport de lait et d'animaux en zone infectée.



Abattage sanitaire : Mesures drastiques pour éradiquer le foyer (impact psychologique lourd).



Coûts indirects : Perte de valeur des produits stockés et désorganisation des laiteries.



Pays	Date de détection du dernier évènement	Bovins	Caprins	Ovins	Ovins/Caprins (mixte)	Porcins	Total pays
Chypre	19/05/2026	14	9	43	51	3	120
Grèce	08/06/2026	18	3	76	18	0	115
Total Europe	08/06/26	32	12	119	69	3	235



3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

La Clavelée et la PPR



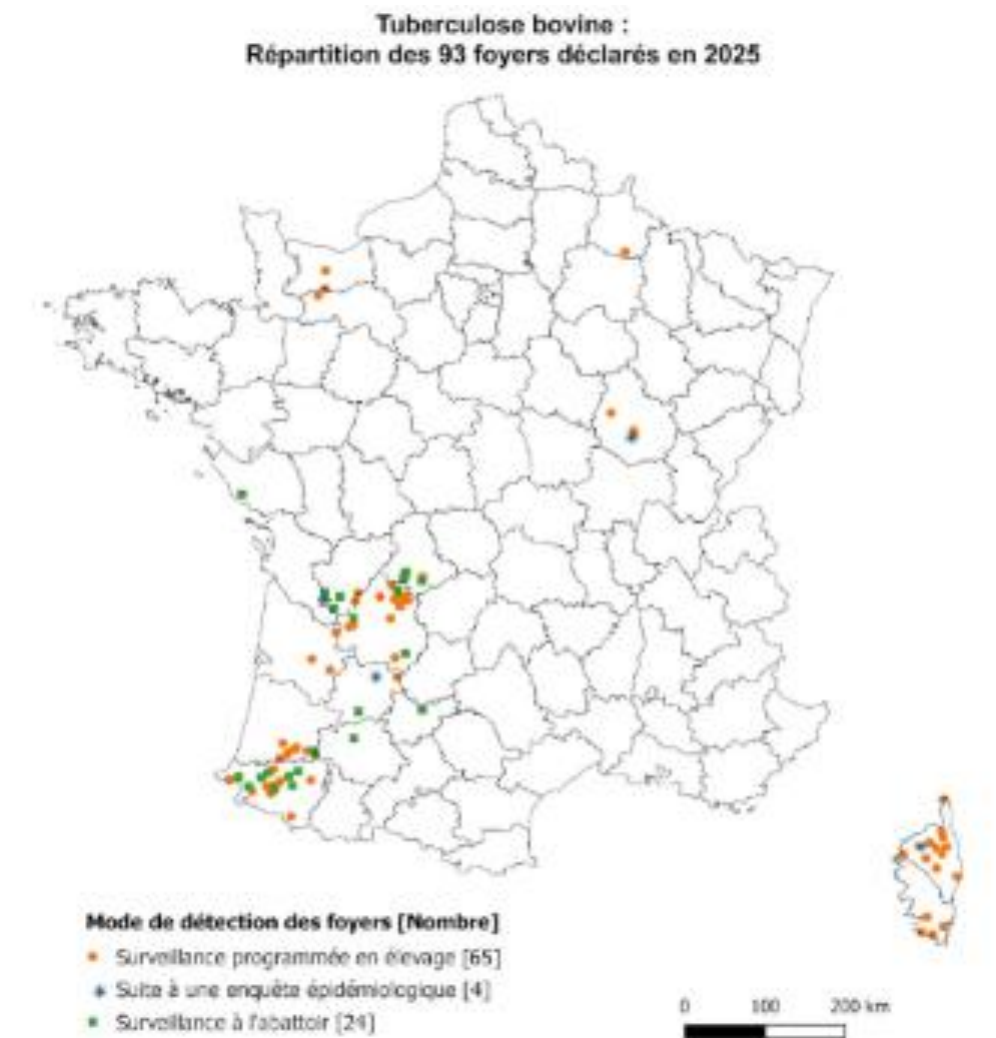
Pays	Date de détection du dernier évènement	Caprins	Ovins	Ovins/Caprins (mixte)	Total pays
Bulgarie	30/01/26	22	153	8	183
Grèce	09/06/26	1	1 247	387	1 635
Kosovo	24/05/26	0	2	0	2
Macédoine du Nord	23/05/26	0	6	1	7
Roumanie	15/05/26	0	13	12	25
Serbie	15/10/25	0	3	0	3
Total Europe	09/06/26	23	1 424	408	1 855



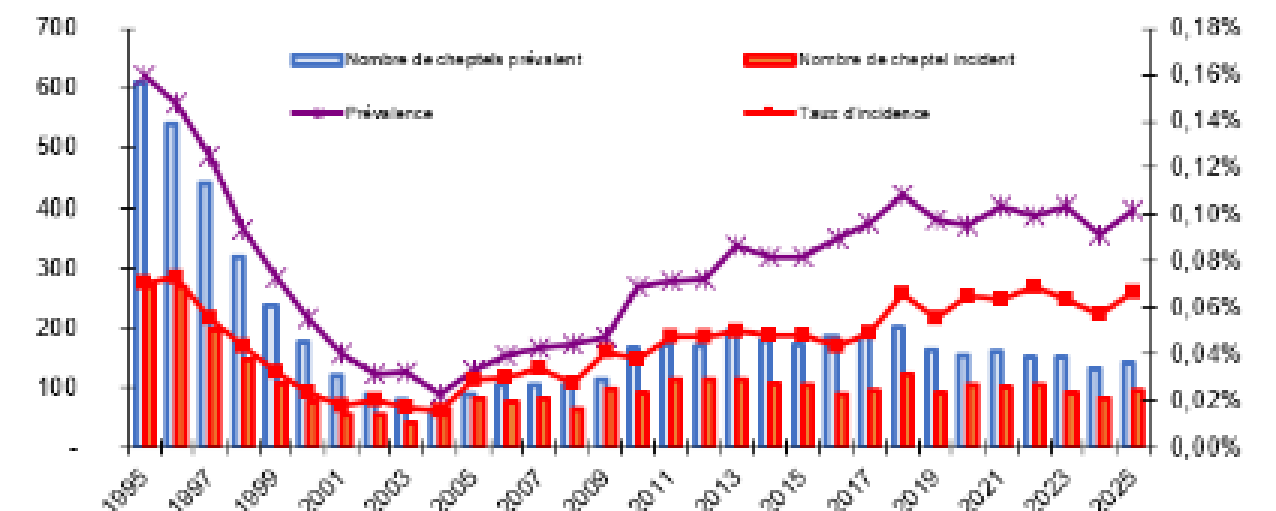
3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

Tuberculose Bovine : la France indemne?

- Taux d'incidence annuel stabilisé à environ **0,05 %** (100aine d'élevages infectés détectés chaque année)
- **Deux régions fortement impactées** par la maladie :
 - la Nouvelle-Aquitaine, 70 % des foyers, en Pyrénées-Atlantiques (24 foyers) et en Dordogne (17 foyers).
 - la Corse 16 foyers déclarés (20 en 2024).
 - en Normandie, amélioration 3 foyers identifiés en 2025.
 - la situation reste maîtrisée dans les Ardennes (1 foyer) et en Côte d'Or (4 foyers).



Évolution de l'incidence et de la prévalence de la tuberculose bovine depuis 1995





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

Conséquences pour l'Élevage

- Interdiction de mettre en mouvement des bovins vers d'autres élevages ou de pratiquer une activité de transhumance ; seule la sortie en direct vers un abattoir reste autorisée.
- **Interdiction de commercialisation des produits germinaux** de l'élevage.
- Obligation de **traitement thermique du lait** avant toute utilisation, ce qui interdit toute production de fromages et produits au lait cru.
- Obligation de mettre en place des **mesures de biosécurité** pendant la durée de l'assainissement pour protéger le voisinage.
- le **traitement thermique du lait obligatoire au stade de la suspicion** d'infection de l'élevage / adapter les moyens logistiques pour organiser la collecte du lait de l'exploitation, qui doit être séparée de celle du lait destiné à être valorisé cru.
- Abattage sélectif possible





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

La DNC évidemment

- Une clinique variée en fonction des races
 - forte fièvre ($>40,5^{\circ}\text{C}$) avant l'apparition des lésions cutanées + forte baisse de production de lait
 - écoulements oculaires et nasals précoces
 - Nodules cutanés et internes



1/3 Formes aiguës, 1/3 Formes subaiguës,
1/3 Asymptomatiques



3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

DNC - La stratégie mise en place

3 piliers de la stratégie de lutte

Empêcher la multiplication virale
→ dépeuplement total des foyers

Limiter la dispersion de la maladie
→ limitation de mouvements

Diminuer l'excrétion du virus → vaccination obligatoire



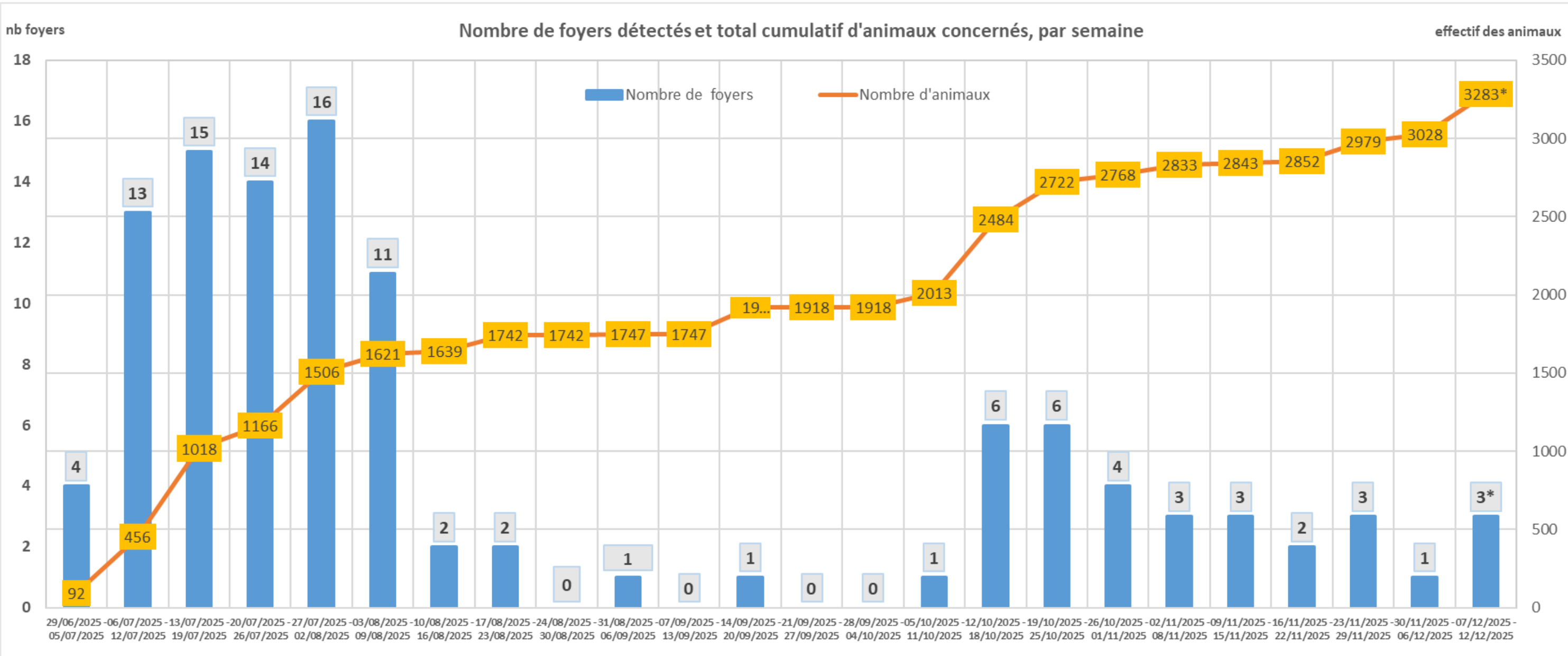
3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

DNC - Situation sanitaire au 15 juin 2026

117 foyers, 11 départements

44 en Haute-Savoie
32 en Savoie
3 dans l'Ain
7 dans le Jura
1 dans le Rhône
22 en Pyrénées Orientales

1 dans le Doubs
3 en Ariège
1 dans les Hautes-Pyrénées
2 en Haute-Garonne
1 dans l'Aude





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

DNC - Une situation préoccupante en Sardaigne

- 9 foyers depuis le 14 avril
 - des veaux (nés en janvier 2026, non vaccinés, nés de mères vaccinées en octobre 2025)
 - Un élevage non vacciné
 - Résurgence ou introduction?
-
- Besoin d'assurer une campagne de vaccination efficace en France !!





3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

DNC - Des conditions inhérentes

Conditions d’envoi de bovins à partir d’une zone vaccinale DNC vers d’autres Etat Membres

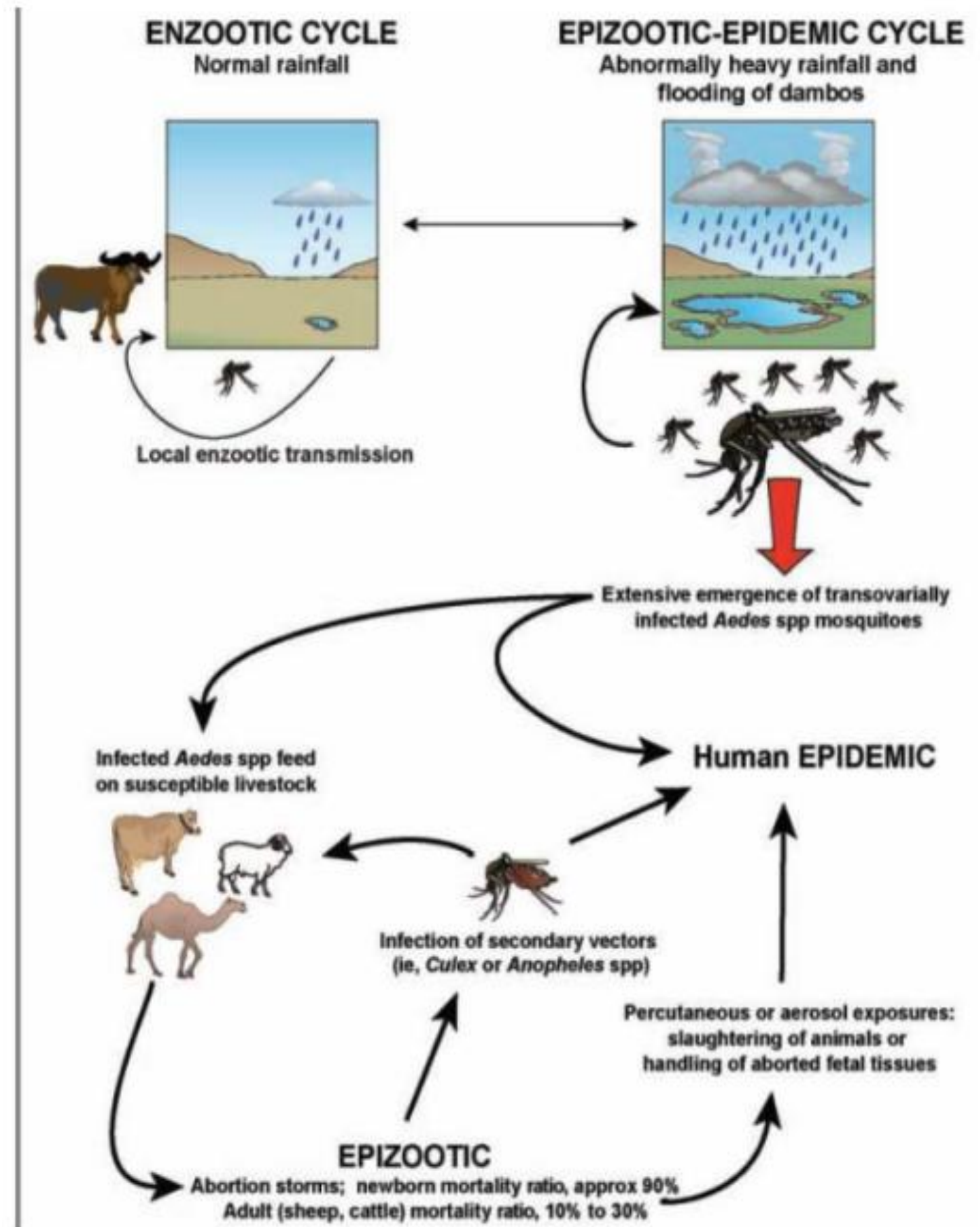
	Conditions générales requises	Zone de vaccination autorisées par l'accord	Conditions additionnelles du pays
Suisse (depuis le 8/12/2025)	1. Examen clinique des bovins de l’envoi et de l’unité épidémiologique par un vétérinaire sanitaire	ZV II (hors bovins détenus en zone franche ² pour abattage en Suisse)	Attestation de désinsectisation des véhicules au départ, jointe au certificat TRACES NT
Italie (depuis le 08/12/2025 pour la ZV II et le 23/02/2026 pour la ZV I)	2. Détention depuis au moins 28 jours au sein de l’élevage d’origine 3. Vaccination des bovins de l’envoi et de l’unité épidémiologique depuis au moins 28 jours pour les bovins de ZV II et ZV I, ou veaux nés de mères valablement vaccinées 4. Absence foyer depuis au moins 3 mois dans les 20km autour de l’établissement d’origine ¹ 5. Vaccination depuis au moins 60j dans les 50 km autour de l’établissement d’origine de tous les bovins détenus dans la ZV, ou couverture par l’immunité maternelle ¹	ZVI et ZV II	Joindre au certificat TRACES NT : 1. Attestation de bonne santé réalisée par le vétérinaire sanitaire faisant suite à l’examen clinique des bovins réalisée 24 heures avant envoi Si certification en CRA, le VOP qui réalise l’examen clinique atteste de celui-ci dans le certificat uniquement. 2. Attestation de traitement des bovins pendant 10 jours avec des acaricides/insecticides et insectifuges remplie et signée par l’éleveur.
Espagne depuis le 05/02/2026)	6. Les moyens de transports sont nettoyés désinfectés et désinsectisés après chaque transport	ZV I et ZV II	Liste des bovins de l’envoi avec les dates de vaccination de chaque bovin ou bien de la mère pour les veaux couverts par l’immunité maternelle, jointe au certificat TRACES NT



3. La Situation Sanitaire en France, en Europe et dans le monde

La fièvre de la Vallée du Rift

- Arbozoonose : hommes + animaux
- Surtout Ruminants (Gds et petits)
- Vagues d'avortement
- Mortalité / jeunes
- Chez l'homme :
 - Asymptomatique
 - Formes grippales, rétinite, hépatite
 - Fièvre hémorragique
- Classée A !





Conclusion

- Vulnérabilités diverses et variées dépassant le sanitaire
 - **Vulnérabilité climatique** : événements qui impactent l'agriculture (en + des vecteurs)
 - **Vulnérabilité économique** : mise en péril de notre élevage
 - **Vulnérabilité sociale** : mise en péril du métier d'éleveur
- Un Enjeu de **souveraineté nationale** : place de l'élevage en France et en Europe / capacité à nourrir nos citoyens
- Un besoin de la recherche pour se préparer **aux risques de demain**
- Un besoin d'un lien **public privé** plus étroit
- Un besoin de **travailler ensemble** (Société civile)
 - Mieux se protéger
 - Mieux protéger notre territoire et ses productions



PRÉVENIR ET ANTICIPER,

QUELS LEVIERS ?

Aurélie Courcoul – Cheffe de Département
Adjointe « Santé Animale » INRAE

Prévenir et anticiper, quels leviers ?



Picture : A. Senkowski

Aurélie Courcoul

Cheffe de Département Adjointe « Santé Animale » - INRAE

Le département « Santé Animale » d' INRAE

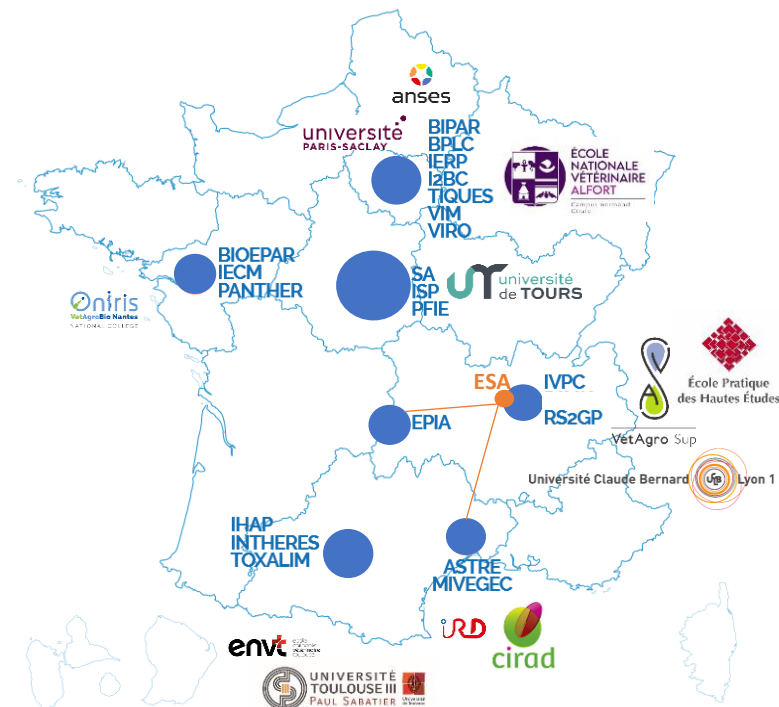
Institut national de recherche pour
l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

INRAE : organisme de recherche publique ayant vocation à :

- produire et diffuser des connaissances scientifiques
- mobiliser ces connaissances au service de l'innovation, de l'expertise et de l'appui aux politiques publiques

Le département «Santé Animale»: un des 14 départements de recherche

- 16 unités de recherche et 2 unités expérimentales sur toute la France
- ~ 410 personnels permanents INRAE + 740 personnels des établissements partenaires (ENVN, Anses, Cirad, etc.)



INRAE

Le département « Santé Animale » d' INRAE

Objectif :

Produire des connaissances scientifiques pour comprendre, anticiper, surveiller, maîtriser les risques sanitaires des animaux d'élevage, en préservant toutes les santés



La santé animale du gène au territoire : une approche multi-échelles du vivant

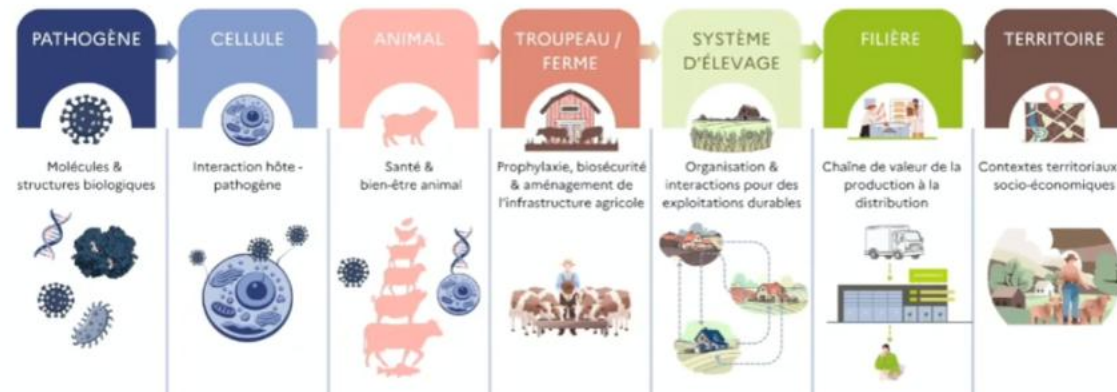


Figure : Muriel Vayssier-Taussat

Quels leviers pour agir plus tôt ?

Détecter plus tôt

- Surveillance
- Compréhension (origine et propagation)

Prévenir

- Vaccination
- Epidémiologie génétique

Agir collectivement

- Territoires
- Partage de données

Explorer des scénarios

- Modélisation épidémiologique

**Besoin de
combiner ces
leviers**

1. Détecter plus tôt : mieux surveiller (1)

Plateforme nationale d'épidémio-surveillance en santé animale



➤ Améliorer l'efficacité de la surveillance des maladies animales grâce à une approche collaborative

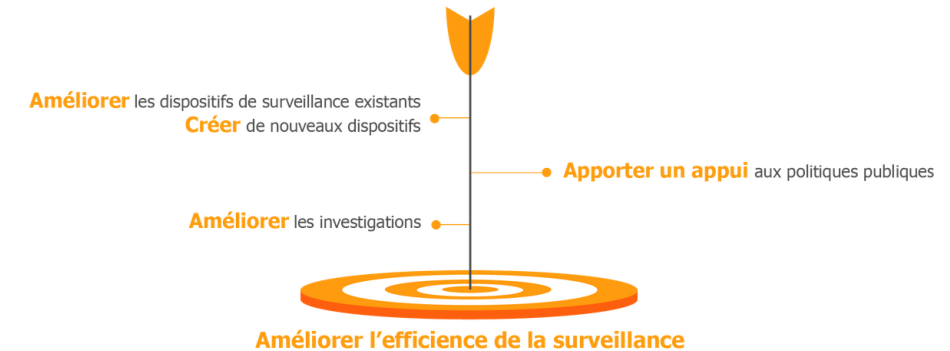
- 11 membres publics et privés
- 40 groupes de travail
- Approche par consensus



Céline Dupuy, Laure Mathews-Martin et François Boucher
Plateforme ESA



OBJECTIF ET MISSIONS



➤ Veille sanitaire internationale

- Abonnez-vous au Bulletin !



Du 23/06/2026, semaine du 15 au 21/06/2026
Le BHVSI-SA rapporte et met en perspective des signaux et des alertes en santé animale au niveau national et international. Pour accéder à la bibliographie actualisée, cliquez directement sur le titre.

Abonnez-vous	
⚠	Aethina Tumida : pas de nouvelle déclaration.
⚠	Clavelée ovine et varicelle caprine en Europe : poursuite des détections en Grèce et Macédoine du Nord.
⚠	Dermatose nodulaire contagieuse en Europe : pas de nouvelle déclaration.
⚠	Fièvre aphteuse : poursuite des détections sur l'île de Lesbos en Grèce.
⚠	Fièvre de West Nile : pas de nouvelle déclaration cette semaine.
⚠	Influenza aviaire hautement pathogène en Europe : quelques cas sauvages dans le Nord de l'Europe.
⚠	Maladie de Newcastle : extension vers une nouvelle région en Espagne.
⚠	Peste des petits ruminants en Europe : deux nouveaux foyers en Croatie.
⚠	Peste porcine africaine en Europe : augmentation d'incidence dans le compartiment domestique en Serbie.
✅	Dangers sanitaires à actualité réduite : rage classique en Europe et en Turquie.

Instructions de lecture : voir en fin de document.

Accédez à la carte interactive

<https://www.plateforme-esa.fr/fr>

<https://www.linkedin.com/company/plateforme-esa>

INRAE

1. Détecter plus tôt : mieux surveiller (2)

Détection des lésions de tuberculose bovine par intelligence artificielle



Plusieurs **dispositifs de surveillance** pour lutter contre la tuberculose bovine :



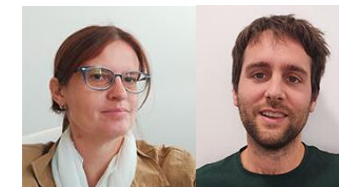
Dans les élevages :
prophylaxie +
mouvements d'animaux



En abattoir :
- Contrôle des animaux
vivants et leurs
documents
d'accompagnement
- **Inspection des
carcasses et abats à la
recherche de lésions
évocatrices**



En faune sauvage :
Sylvatub



Carole Forfait et Laurent Georges
Plateforme ESA

OBJECTIF

Améliorer la **surveillance de la tuberculose bovine** en abattoir
grâce à l'intelligence artificielle

Partenaires : Plateforme ESA, INRAE, Association ASA
(Association Animal Société Alimentation), INSA Rouen, MAASA



PHASE INITIALE : CONSTRUCTION D'UN PROTOTYPE D'OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION

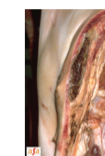
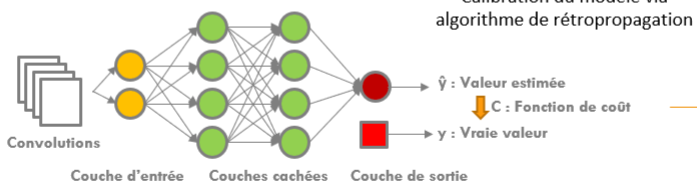
Entraînement d'un réseau de neurones artificiels pour la classification d'images

Fournies par l'ASA



Jeu initial d'images
annotées

UMR EPIA/ INSA ROUEN



Outil : Assistant
numérique pour
les inspecteurs
en abattoir

Suspicion : oui /non

1. Détecter plus tôt : mieux surveiller (3)

Détection des lésions de tuberculose bovine par intelligence artificielle



DEUXIEME PHASE : AMELIORER LES PERFORMANCES DU MODELE

- Acquisition en continu de nouvelles photos et des métadonnées via le BEAD (Inspecteurs en abattoir) + UMR ISP + expertise si besoin
- Test de l'outil en abattoir dans des abattoirs pilotes

A terme l'outil constituera un **assistant numérique pour les inspecteurs en abattoir**, capable d'aider à la reconnaissance en temps réel des lésions suspectes de tuberculose bovine avant confirmation par le laboratoire

Améliorer la sensibilité de la surveillance en abattoir

Faciliter la formation continue des agents

1. Détecter plus tôt : remonter la chaîne de transmission (1)

Introduction puis propagation de la MHE en France

Séquençage de 128 échantillons de sang positifs au virus (09/2023=> 02/2025)

Comparaison de 108 génomes => reconstitution des chaînes de transmission du virus



Julien Théze – UMR EPIA

Origine Nord Africaine

Propagation en Sardaigne et
Espagne (Sud) en 2023

Diffusion Sud - Nord rapide en
Espagne au printemps/été 2023

Au moins 2 introductions en
France identifiées depuis
l'Espagne à l'été 2023

L'introduction dans les Hautes-
Pyrénées a donné la plupart des foyers

L'introduction dans les Pyrénées-
Atlantiques s'est rapidement éteinte

Diffusion dans le bassin pyrénéen et
introductions en Aquitaine fin 2023

Diminution forte des transmissions
hiver 2023/2024

Diffusion en Aquitaine et
introductions Pays-de-la-Loire été
2024



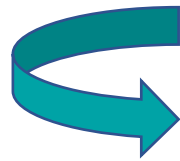
INRAE

1. Détecter plus tôt : remonter la chaîne de transmission (2)

Introduction puis propagation de la MHE en France

Séquençage de 128 échantillons de sang positifs au virus (09/2023=> 02/2025)

Comparaison de 108 génomes => reconstitution des chaînes de transmission du virus



Suivi fin des liens épidémiologiques au sein et entre bassins de production

Peuvent être mis en lien avec les échanges d'animaux, la vaccination, les vecteurs, etc.

Finesse de suivi dépendant des échantillons de terrains collectés et des génomes générés

2. Prévenir : vacciner (1)

Vaccination : levier majeur de prévention. Enjeux actuels :

- **développer et déployer des vaccins plus rapidement** (plateformes vaccinales)
- **concevoir des vaccins plus performants** : plus protecteurs (IA et déterminants antigéniques), large spectre (vaccin FCO multi-sérotypes), DIVA, etc.
- **construire des stratégies vaccinales acceptées par les filières** : acceptabilités (sociétale, économique, opérationnelle, etc.), dynamiques organisationnelles, structuration des filières et des territoires
- **Accélérer le passage de la recherche à l'élevage** : co-conception et coordination des acteurs



PEPR « Elevages Durables »
Projet « Vaccins »



<https://www.pepr-elevages-durables.org>

Défi INRAE Recherche&Innovation

Développement de vaccins (IAHP, FCO, SDRP)

Mise au point d'un outil d'aide à la décision (optimisation des stratégies de vaccination)



Photo : C. Maître - INRAE

2. Prévenir : vacciner (2)

Développement de vaccins contre les mammites

Mammites : fréquentes, 1^{ère} cause d'utilisation d'antibiotiques, pertes économiques

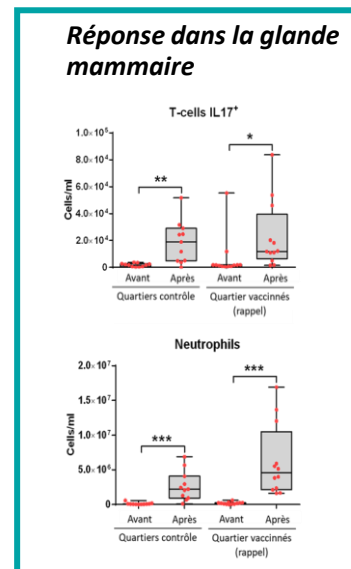
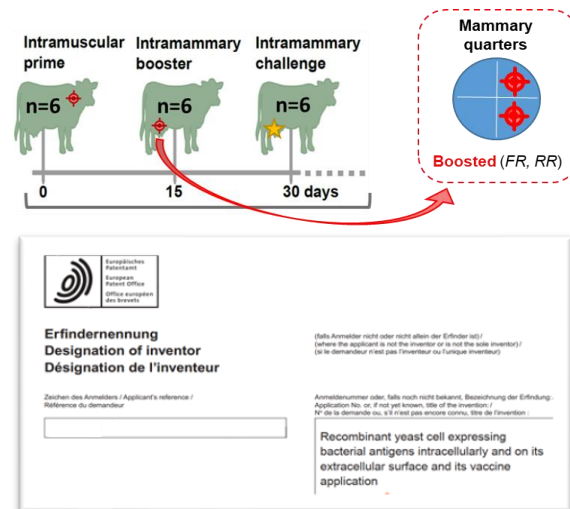
Vaccins actuels : protègent peu (besoin d'une immunité cellulaire locale)

➡ développer une nouvelle plateforme vaccinale capable de stimuler durablement les défenses immunitaires de la mamelle

1. Mettre en place un vecteur vaccinal basé sur une levure : économique, facile à produire, prouvé comme sûr
2. Évaluer l'immunogénicité d'un vaccin prototype contre les mammites à *S. aureus* chez la vache (installations expérimentales)



Rodrigo Prado-Martins– UE PFIE & UMR ISP



En cours : évaluation en conditions du terrain chez des vaches en lactation & échanges avec des industriels

2. Prévenir : identifier les animaux naturellement résistants

Génétique et résistance à la paratuberculose

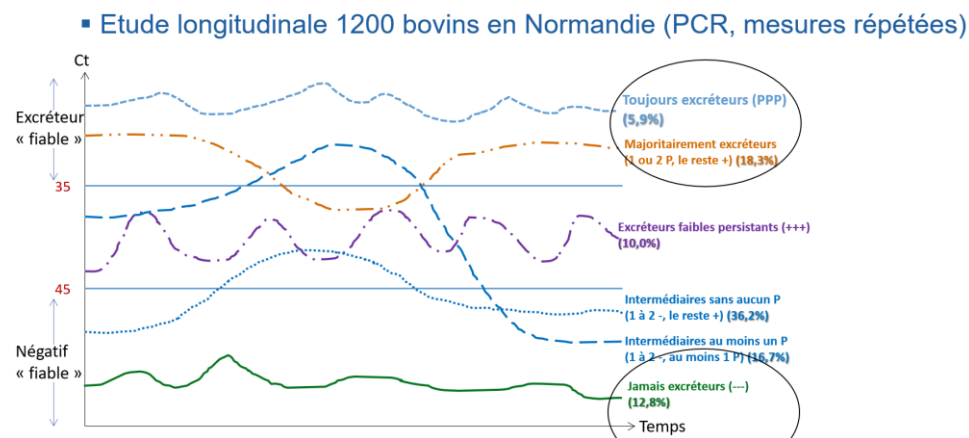
Paratuberculose : maladie endémique à fort impact et très difficile à maîtriser (longue période d'incubation, absence de traitement ou de vaccin efficace, performances limitées des tests de dépistage)

Certains animaux sont-ils naturellement plus résistants à l'infection que d'autres ?



Christine Fourichon – UMR BIOEPAR

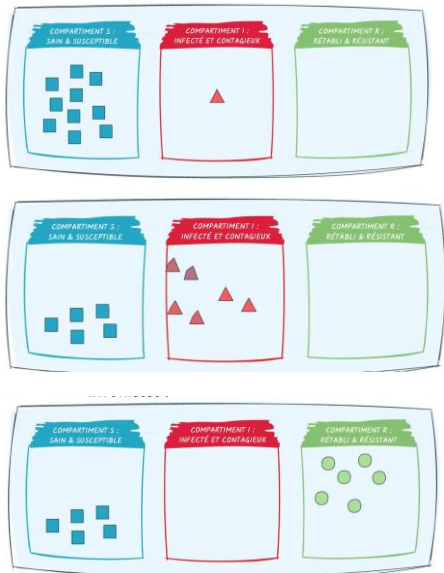
1. Caractérisation fine des phénotypes : étude longitudinale prospective dans des troupeaux à prévalence de MAP élevée
2. Recrutement de > 2200 animaux à phénotype contrasté dans des troupeaux infectés : cas (cliniques ou non cliniques) et contrôles (témoins sains supposés exposés)



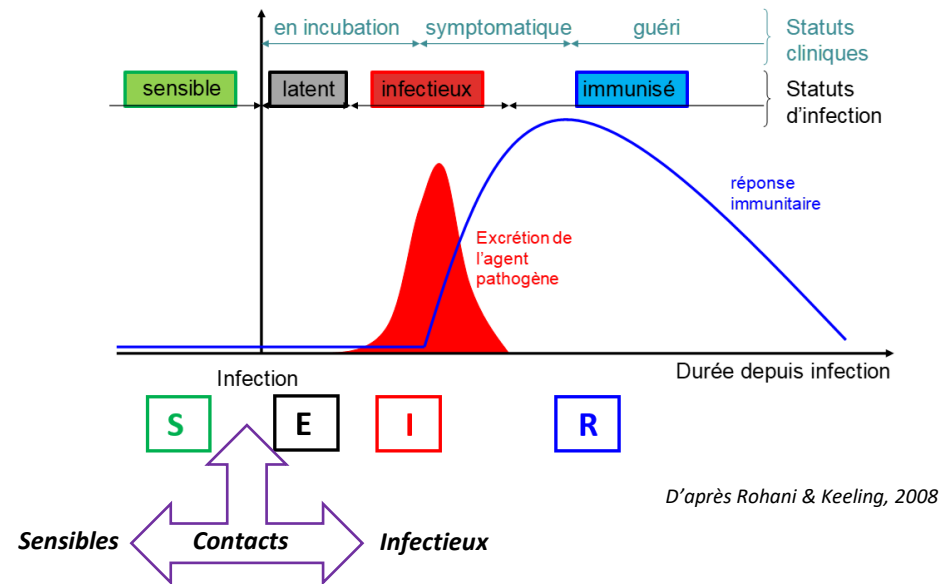
Construction de populations d'animaux « résistants » et d'animaux « sensibles »
Recherche des déterminants génétiques : cf. présentation de Marie-Pierre Sanchez

3. Explorer des scénarios : développement de modèles mathématiques comme outils d'aide à la décision (1)

Représentation simplifiée, « simulateur virtuel » pour reproduire la propagation d'une maladie et de tester différentes stratégies de contrôle



Représentation de l'état de santé des individus et simulation de l'évolution de ces états de santé



Possibilités d'inclure :

- les caractéristiques des animaux (i.e. âge, résistance génétique)
- la dynamique des troupeaux (i.e. naissances, réformes, achats/ventes, lots)
- les mesures de surveillance et de gestion (vaccination, restriction mouvements, abattage, etc.)

➔ Comparaison de scénarios pour éclairer la décision

3. Développement de modèles mathématiques comme outils d'aide à la décision (2)

Vers une application pour aider à gérer les maladies respiratoires des jeunes bovins

Maladies respiratoires : l'un des principaux enjeux sanitaires des jeunes bovins

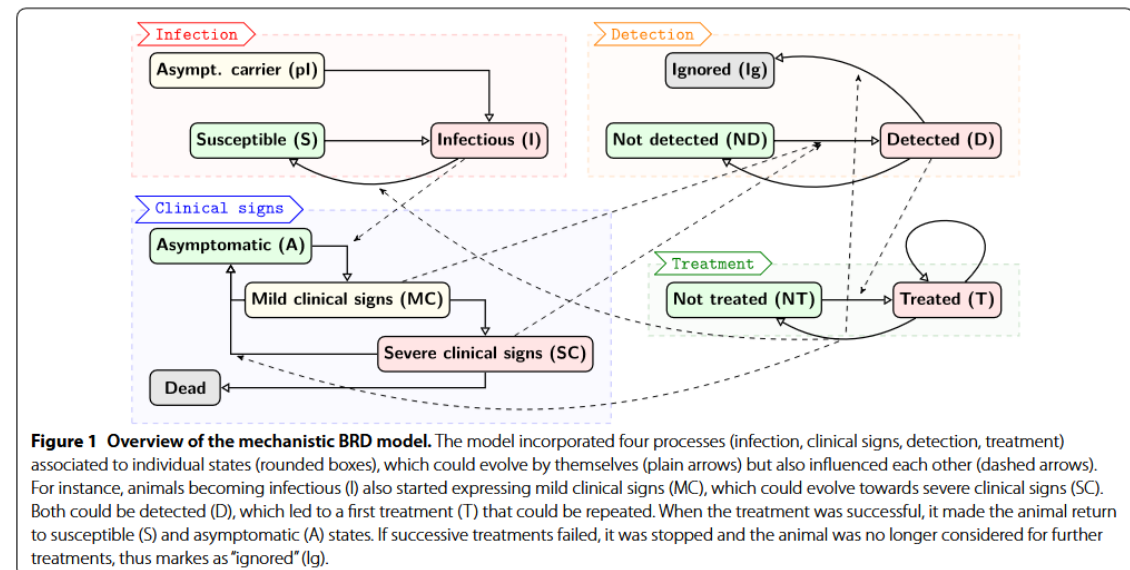
Détection souvent tardive, conduisant régulièrement à des traitements antibiotiques collectifs

➡ Fournir à l'éleveur une aide à la décision pour intervenir au bon moment et de la manière la plus adaptée

1. Représenter la transmission d'un agent respiratoire au sein d'un lot de jeunes bovins afin de simuler différents scénarios de prévention et de traitement
*Que se passe-t-il si l'on détecte les animaux plus tôt ?
Si l'on traite individuellement ? Si l'on réalise une métaphylaxie ?
Si les animaux sont répartis différemment dans les cases ?*



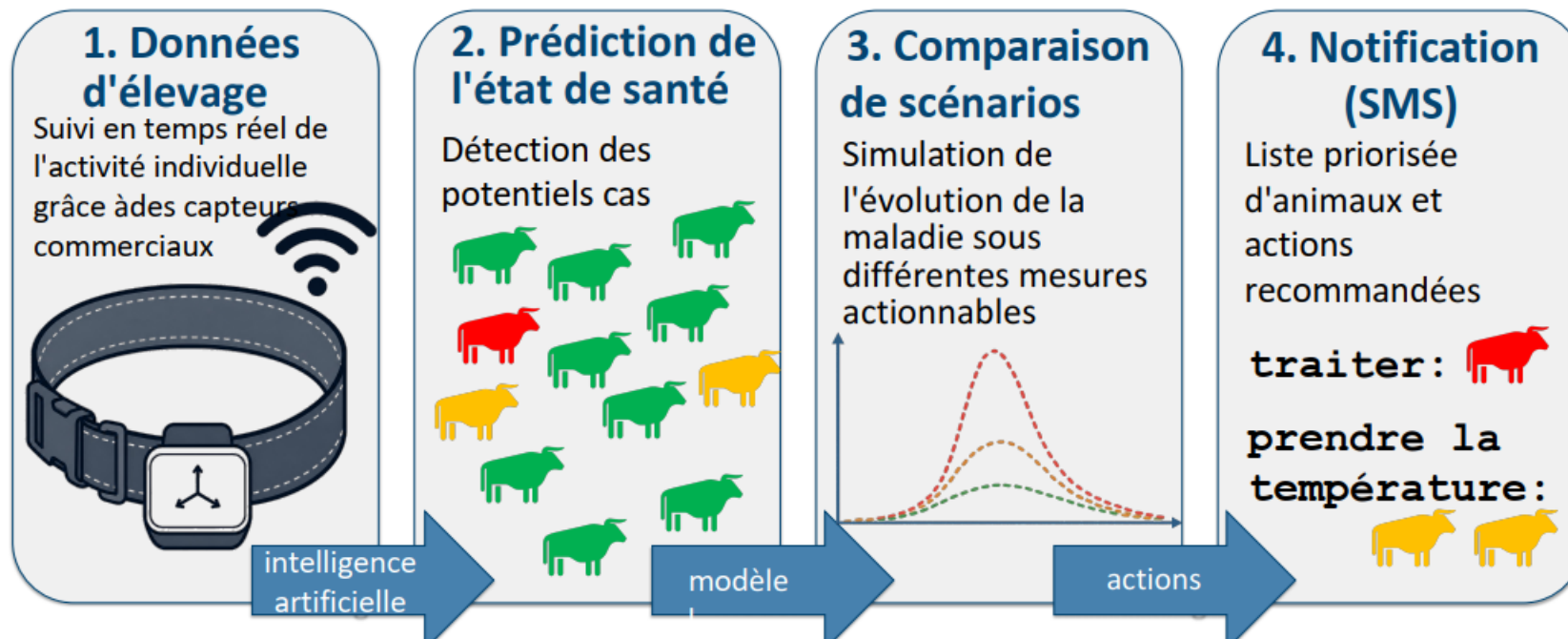
Sébastien Assié et Sébastien Picault
UMR BIOEPAR



3. Développement de modèles mathématiques comme outils d'aide à la décision (3)

Vers une application pour aider à gérer les maladies respiratoires des jeunes bovins

2. Personnaliser le modèle grâce aux données de terrain et aider à la décision



 L'enjeu n'est pas seulement de détecter plus tôt, mais de choisir la bonne action au bon moment

4. Agir collectivement : l'échelle du territoire

Anticipation : repose aussi sur la coordination des acteurs à l'échelle d'un territoire

- Penser le territoire comme une unité sanitaire : éleveurs, vétérinaires, GDS, filières, pouvoirs publics, laboratoires, recherche
- Agir collectivement : partage des données, surveillance coordonnée, gestion concertée (stratégies vaccinales, biosécurité, mouvements d'animaux, etc.)



François Charrier
Département ACT



Christophe Soulard
Département ACT

 Séminaires INRAE sur la notion de « Territoires de Santé », définition d'une communauté scientifique

Défi INRAE Recherche & Innovation « Territoires de Santé » en construction

1. Comprendre ce qui fait la spécificité d'un territoire : caractéristiques des élevages, organisation des acteurs, environnement, gouvernance, dimensions économiques et sociales
2. Construire des méthodes pour définir un « territoire de santé » : principes communs qui se dégagent de la gestion du risque sanitaire dans différents territoires et pour différentes santés
3. Passer de la recherche à l'action : co-construction de solutions adaptées aux spécificités d'un territoire

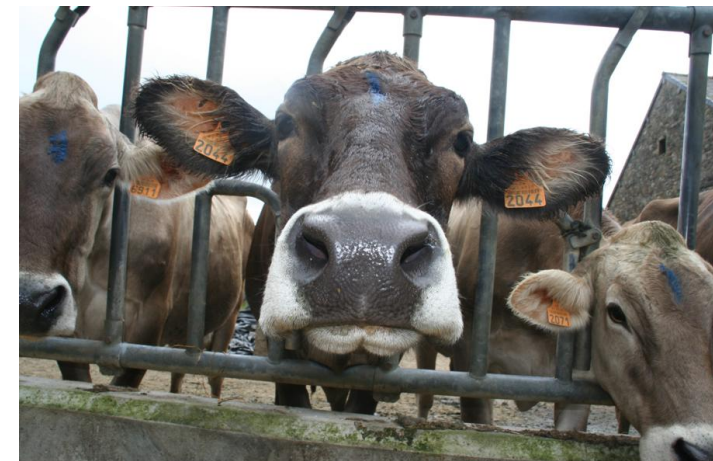


En conclusion : les leviers d'anticipation = une combinaison

Des données
partagées

Des
connaissances

Des acteurs
qui coopèrent



Merci de
votre
attention



INRAE

DES QUESTIONS ?





INRAE



DES ANIMAUX PLUS RÉSISTANTS AUX MALADIES

INFECTIEUSES GRÂCE À LA GÉNÉTIQUE

Marie-Pierre Sanchez – INRAE



Présentation de l'UMT eBIS



3 partenaires



30 permanents + 10-15 non permanents

La génétique pour la durabilité de l'élevage bovin



Localisés sur le centre INRAE de Jouy-en-Josas
(Yvelines)



Compréhension des génomes



Étude des caractères & des fonctions

Santé des bovins



Adaptation & impact



Prédictions & Sélections

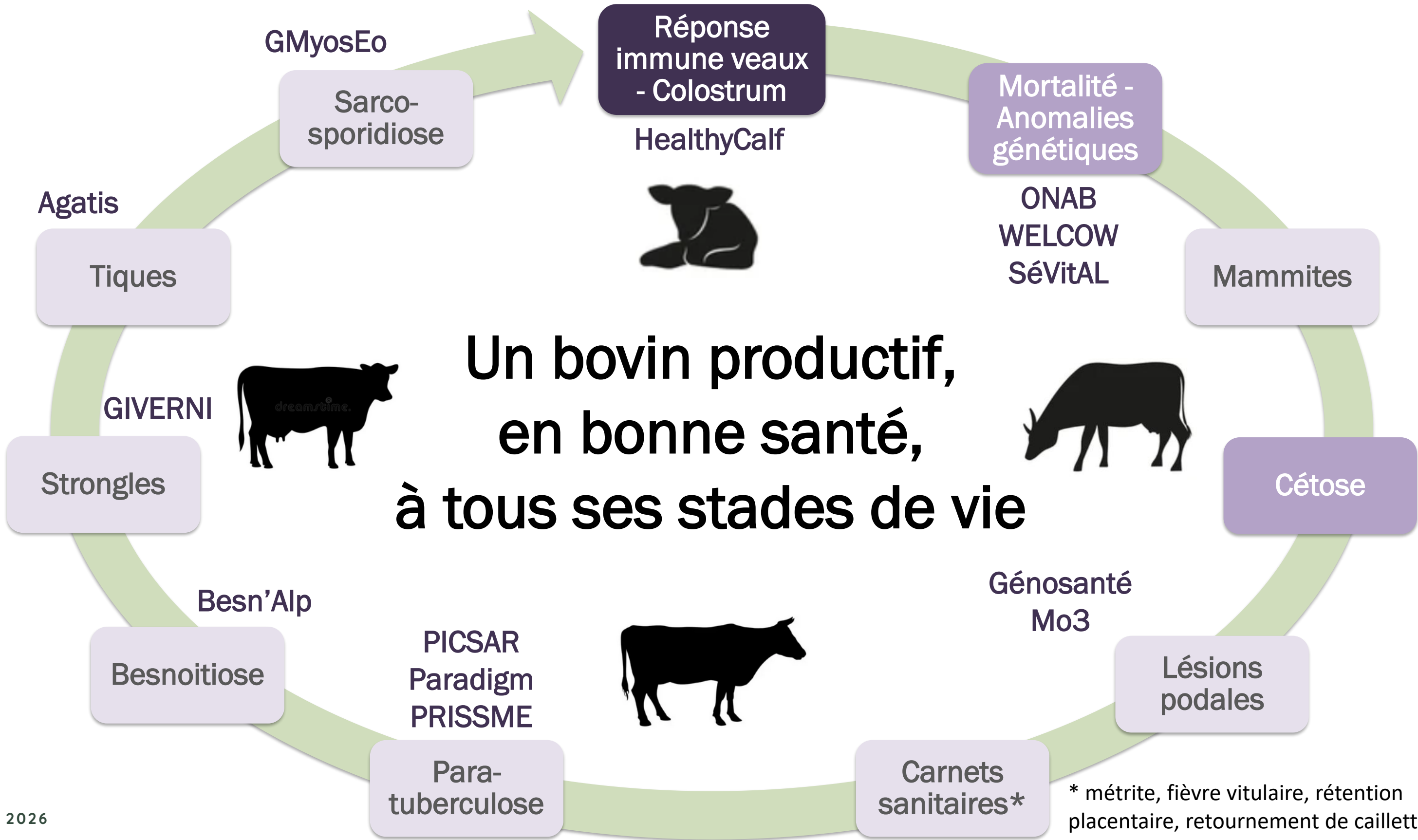




La santé des bovins dans l'UMT

En collaboration très étroite avec:

- Spécialistes de la santé
- GDS
- OS / ES





La santé des bovins dans l'UMT

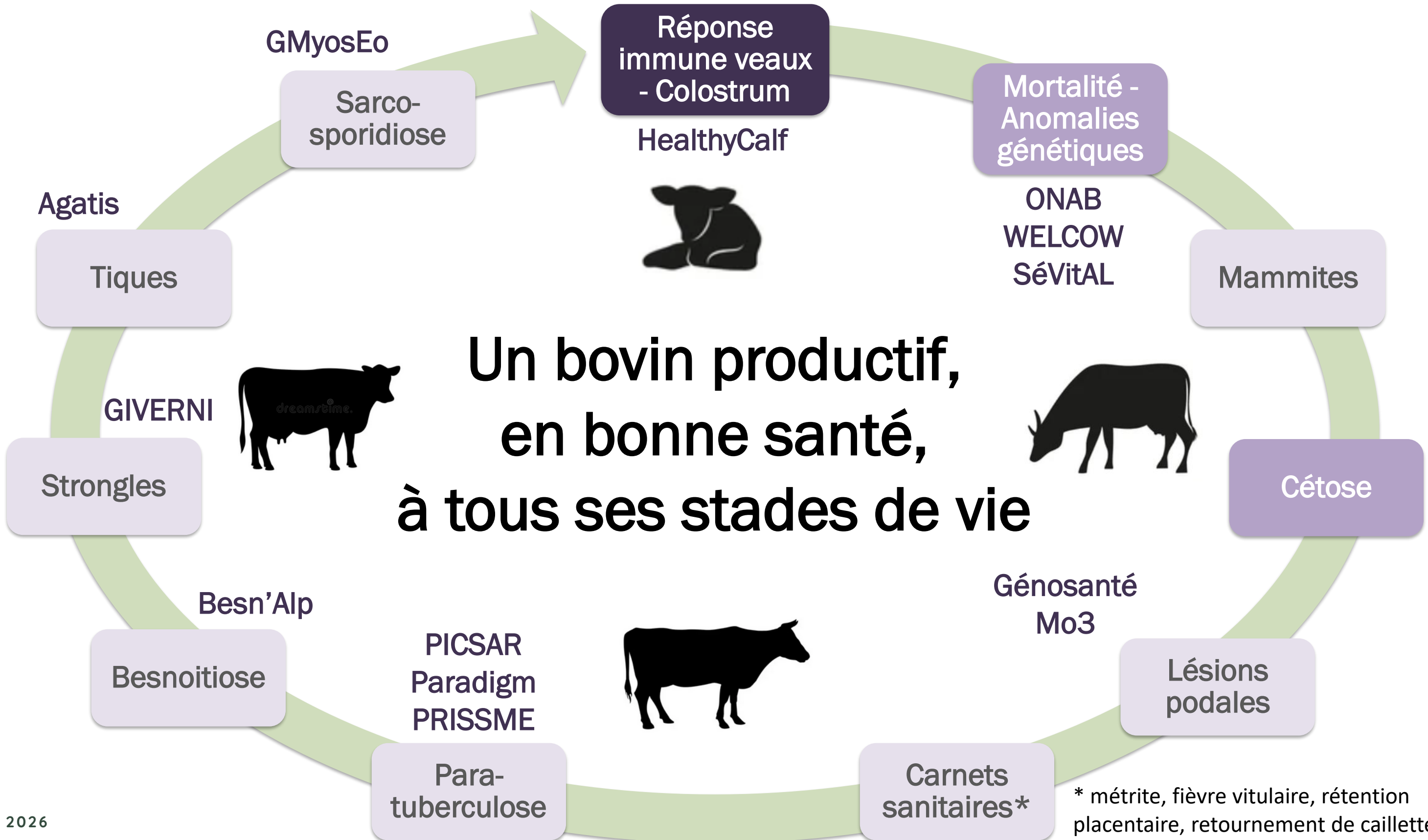
Maladies infectieuses

→ Ex. paratuberculose

Maladies non infectieuses

Critère global de santé

→ Cf présentation Pauline Martin





Le rôle de la génétique

La santé est en partie héritée :
certains animaux sont naturellement plus résistants

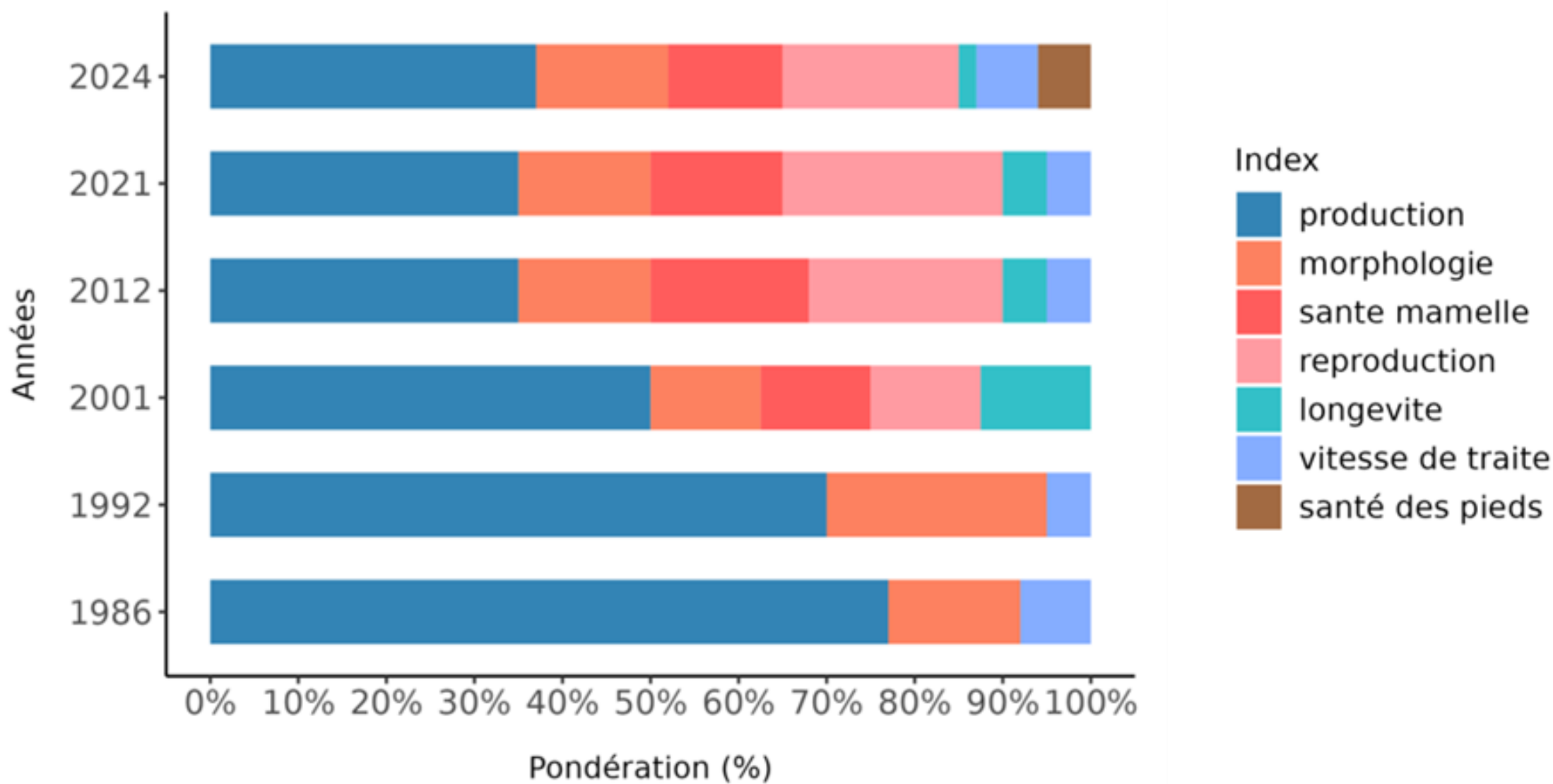
Les caractères de santé ont en général des h^2 faibles ($< 10\%$) mais le coefficient de variation génétique (CVg) est souvent élevé et permet la sélection des animaux les plus résistants

Caractère	h^2	σ_g	Moyenne	CVg = $\sigma_g /$ moyenne
Quantité de lait	0,30	600 kg	8000 kg	7,5 %
Taux protéique	0,50	1,4 g/kg	31 g/kg	4,5%
Mammites Cliniques	0,02	5%	40%	12,5%



Le rôle de la génétique

Prise en compte de la santé dans l'objectif de sélection (ISU)
Ex. en race Holstein (*source : rapport du projet OBGENO*)





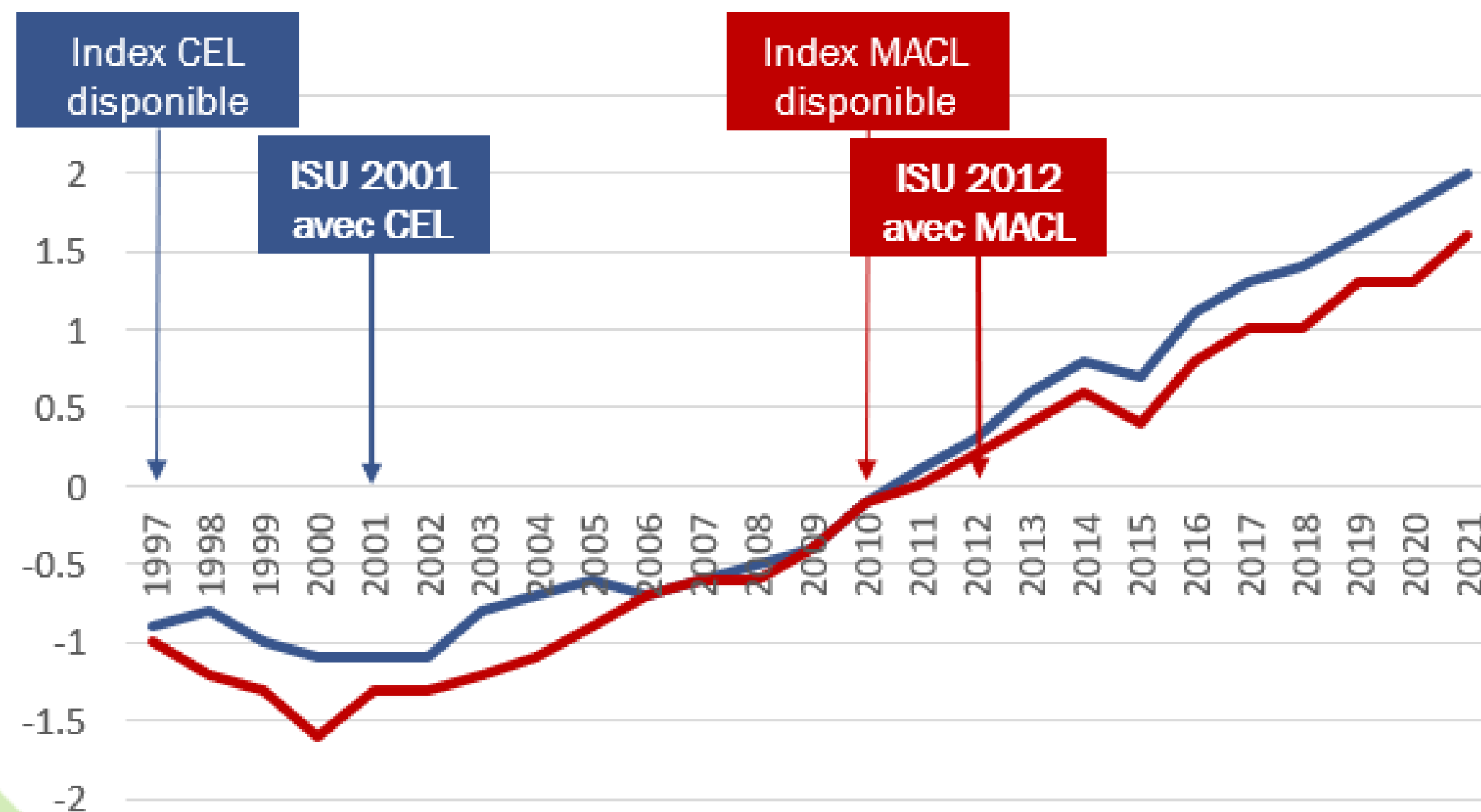
Le rôle de la génétique

Il est possible de sélectionner des bovins génétiquement plus résistants

Ex : Progrès génétique de la résistance aux mammites

- CEL : cellules somatiques du lait
- MACL : mammites cliniques

— Index CEL moyen des taureaux d'IA
— Index MACL moyen des taureaux d'IA



Source : Bilan d'indexation des races bovines Laitières 2021 (BIL) - IDELE, GenEval



La sélection est donc possible



Progrès cumulatif de long terme

Chaque génération est plus résistante que la précédente

Les programmes de sélection sur les caractères de santé aident donc au contrôle des maladies, en complément des plans de maîtrise conduits par les groupements de défense sanitaire (GDS)

Du fait de l'hérédité faible

Les données sanitaires doivent être nombreuses et fiables pour obtenir des index génétiques suffisamment précis (CD), elles doivent donc être collectées directement dans un grand nombre d'élevages



Phénotypes de santé

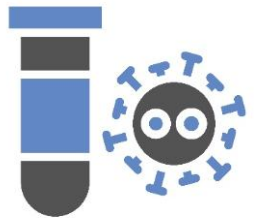
On cherche à définir un phénotype de **tolérance / résistance**

Dans le cas des maladies infectieuses, il est important de s'assurer que les **animaux ont été exposés** à l'agent pathogène

En condition naturelle (élevage), les phénotypes collectés dépendent de la maladie, ils peuvent être:



Directs, **diagnostic clinique**, l'animal présente des signes cliniques de la maladie, mais parfois non spécifiques (ex. perte de poids)



Indirects, mesures d'une réponse à l'infection

immunitaire, ex. tests sérologiques 

inflammatoire, ex. cellules somatiques 

mais fluctuation au cours du temps => tests répétés



Index « santé » aujourd’hui diffusés

1997	...	2010	...	2022	2023	2024	2025
 Cellules Somatiques Toutes races laitières		 Mammites cliniques 8 races laitières		Carnets Sanitaires* Holstein  Paratuberculose Holstein	Cétoses Santé des pieds Montbéliarde	 Cétoses Holstein & Normande Santé des pieds Holstein & Normande Normande	Cétoses Holstein & Normande

Etude du déterminisme génétique de la résistance à d’autres maladies infectieuses:

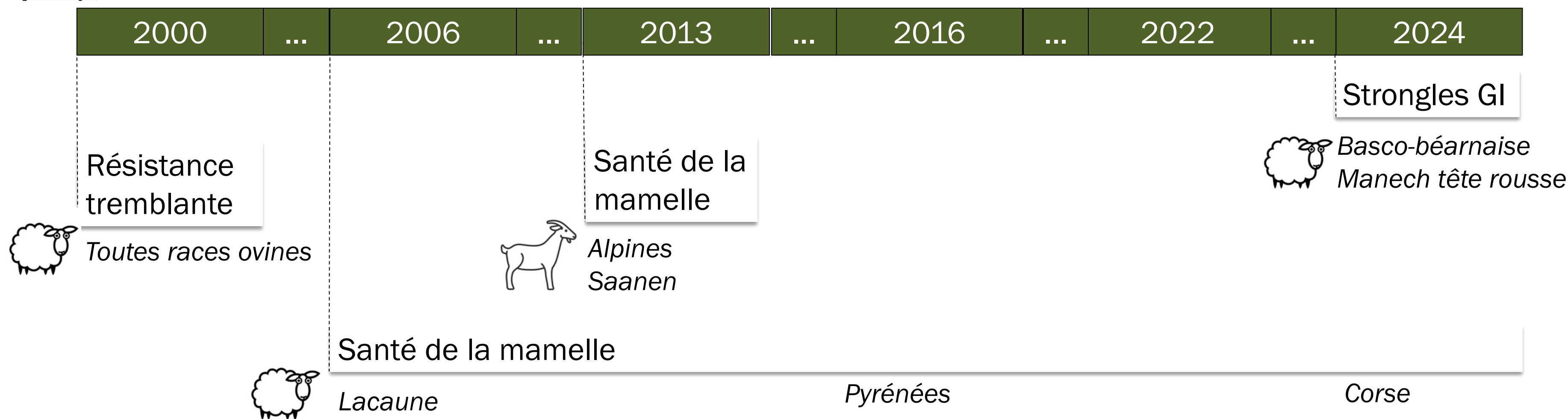
- Sarcosporidiose *Blonde d’Aquitaine, Normande et Parthenaise*
- Besnoitiose *Abondance, Tarentaise*
- Strongles gastro-intestinaux *Holstein*
- Tiques (N^{elle} Calédonie) *Charolaise, Limousine*
- Paratuberculose *Abondance, Aubrac, Salers, Bazadaise, Limousine, Rouge des Prés, Parthenaise, Gasconne des Pyrénées, Blonde d’Aquitaine*



* métrite, fièvre vitulaire, rétention placentaire, retournement de caillette



Et du côté des petits ruminants ?



Etude du déterminisme génétique de la résistance à d'autres maladies infectieuses:

-  Pathologies des pattes (ovins)
-  Infections lentivirales (caprins)
- ...



INRAE



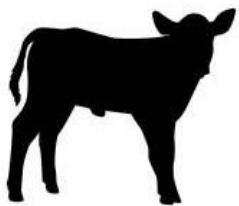
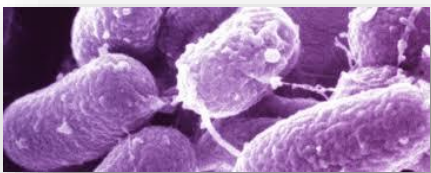
LA GÉNÉTIQUE POUR AMÉLIORER LA RÉSISTANCE À LA PARATUBERCULOSE BOVINE

Marie-Pierre Sanchez – INRAE



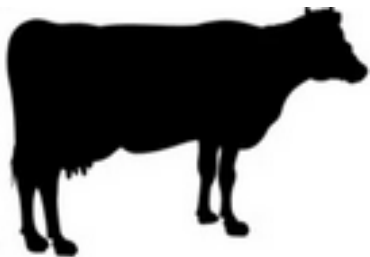
Paratuberculose chez les bovins

Maladie endémique transmissible et incurable
due à *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis* (MAP)



Une contamination précoce

in utero ou 1ers mois par contact
avec fèces



Cas non cliniques

Perte de poids & baisse
production de lait



Cas cliniques

Diarrhée chronique, perte
de poids rapide & mort

**Période de latence très
longue de 2 à 6 ans**

Animaux infectés
sans symptôme
et non excréteurs

1ers tests positifs

Animaux infectés
sans symptôme
et **excréteurs**

**Symptômes
et mort de l'animal**

Animaux infectés
avec symptômes
et **fortement excréteurs**



Paratuberculose chez les bovins

Fortes pertes économiques
& impact sur le bien-être animal

Maladie très difficile à contrôler



Lésions intestinales



Perte de poids rapide

☑ Longue période de latence

☑ Pas de traitement ni de vaccin autorisé

☑ Faibles sensibilité/spécificité des tests pour détecter les animaux infectés (ELISA sur sang ou PCR sur fèces) => tests répétés

Une meilleure résistance génétique pourrait aider à contrôler la maladie



Projets PICSAR et PARADIGM

Entre 2014 et 2016

2 projets pour une étude intégrée de la résistance à la paratuberculose

PICSAR



PARADIGM



UMR BioEpAR

UMR GABI

UMR ISP



Différents objectifs dont l'étude du **déterminisme génétique** de la résistance de l'hôte chez les bovins (Holstein et Normande) pour identifier les régions du génome (QTL), les gènes et variants candidats à partir de vaches avec des statuts connus et fiables



Identification des QTL

	Normande	Holstein	Total
Cas	416	806	1222
Contrôles	233	838	1071
Total	649	1644	2293

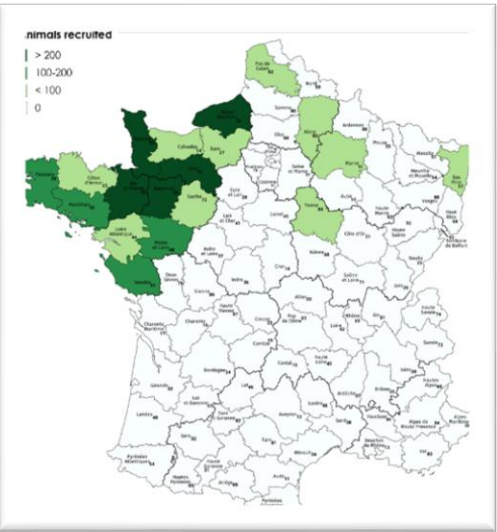
Sanchez et al. Genet Sel Evol (2020) 52:14
<https://doi.org/10.1186/s12711-020-00535-9>



RESEARCH ARTICLE Open Access

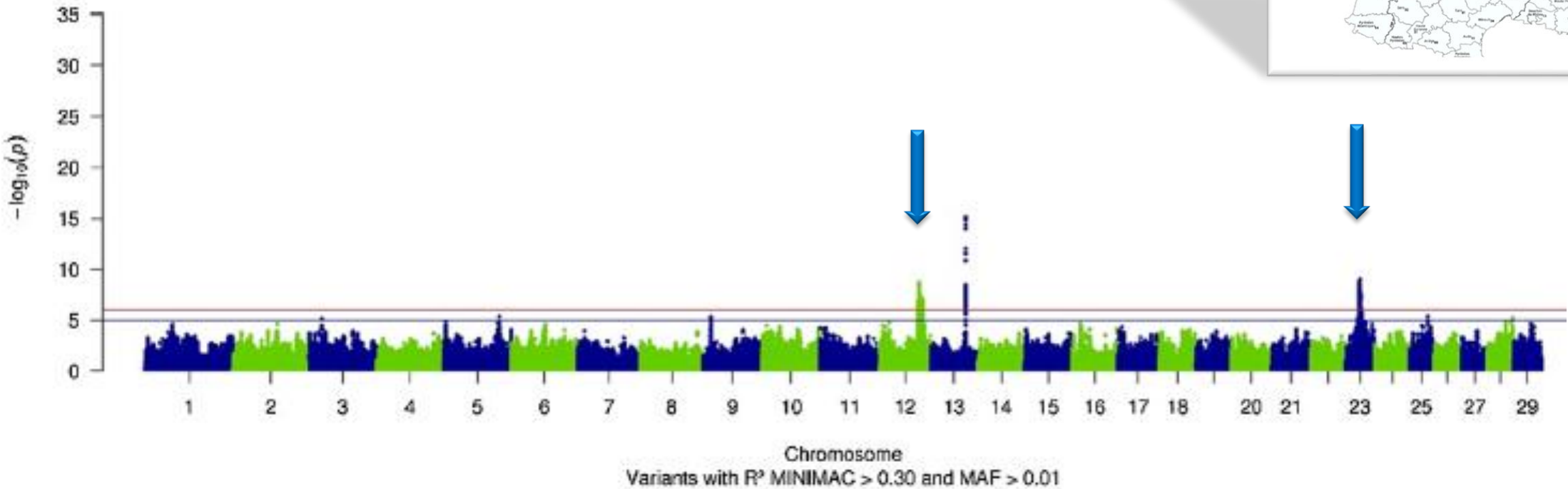
Identification of the *ABCC4*, *IER3*, and *CBFA2T2* candidate genes for resistance to paratuberculosis from sequence-based GWAS in Holstein and Normande dairy cattle

Marie-Pierre Sanchez^{1*}, Raphaël Guatteo², Aurore Davergne³, Judikael Saout¹, Cécile Grohs¹, Marie-Christine Deloche^{1,4}, Sébastien Taussat^{1,4}, Sébastien Fritz^{1,4}, Mekki Boussaha¹, Philippe Blanquefort⁵, Arnaud Delafosse⁶, Alain Joly⁷, Laurent Schibler⁴, Christine Fourichon² and Didier Boichard¹



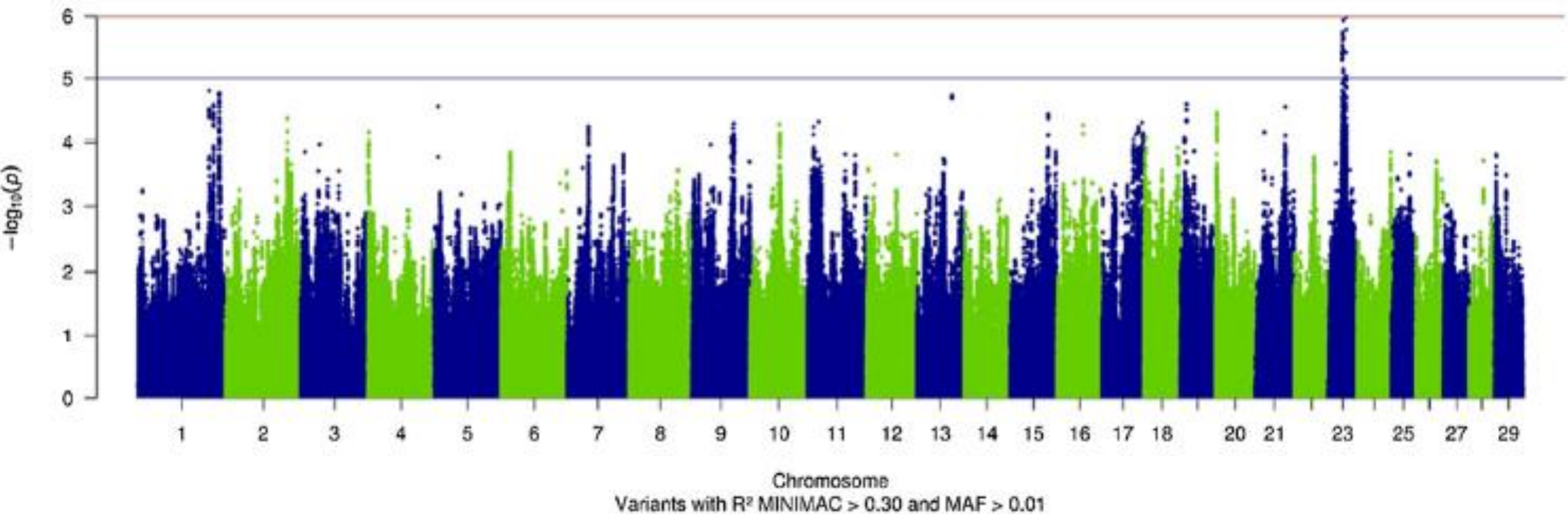
Holstein 0/1/2

3 QTL en Holstein



Normande 0/1/2

1 QTL en Normande





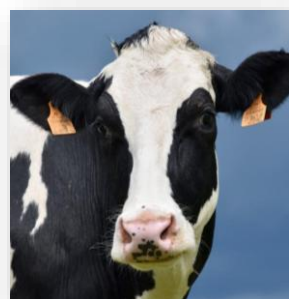
Apport des projets PARADIGM et PICSAR



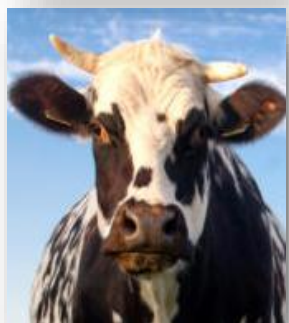
Il existe une **composante génétique** de la résistance à la paratuberculose



1^{ères} populations de référence mais trop petites pour une sélection génomique



Depuis 2020, remontée annuelle des données de sérologie



Vaches avec statuts (GDS Elevages du Grand Ouest)
Génotypage: SG + Synetics et Origen avec un financement APIS-GENE



h^2 et précision des prédictions génomiques

h^2 résistance à la paratuberculose $\approx 0,15$

h^2 très modérée mais $\sim h^2$ cellules du lait et $> h^2$ mammites cliniques
Et h^2 cohérente avec les résultats de la littérature (0,03 – 0,27; Brito et al. 2018)

Précision (CD) des prédictions génomiques (population de validation):

CD Holstein = 0,55

CD Normande = 0,50

➔ Prédictions génomiques relativement précises

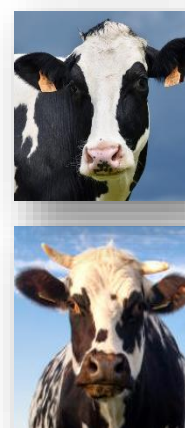
Diffusion des indicateurs génomiques



en Holstein (2022)



en Normande (2024)



Sanchez et al. *Genetics Selection Evolution* (2022) 54:67
<https://doi.org/10.1186/s12711-022-00757-z>



RESEARCH ARTICLE

Open Access

New insights into the genetic resistance to paratuberculosis in Holstein cattle via single-step genomic evaluation

Marie-Pierre Sanchez^{1*}, Thierry Tribout¹, Sébastien Fritz^{1,2}, Raphaël Guatteo³, Christine Fourichon³, Laurent Schibler², Arnaud Delafosse⁴ and Didier Boichard¹



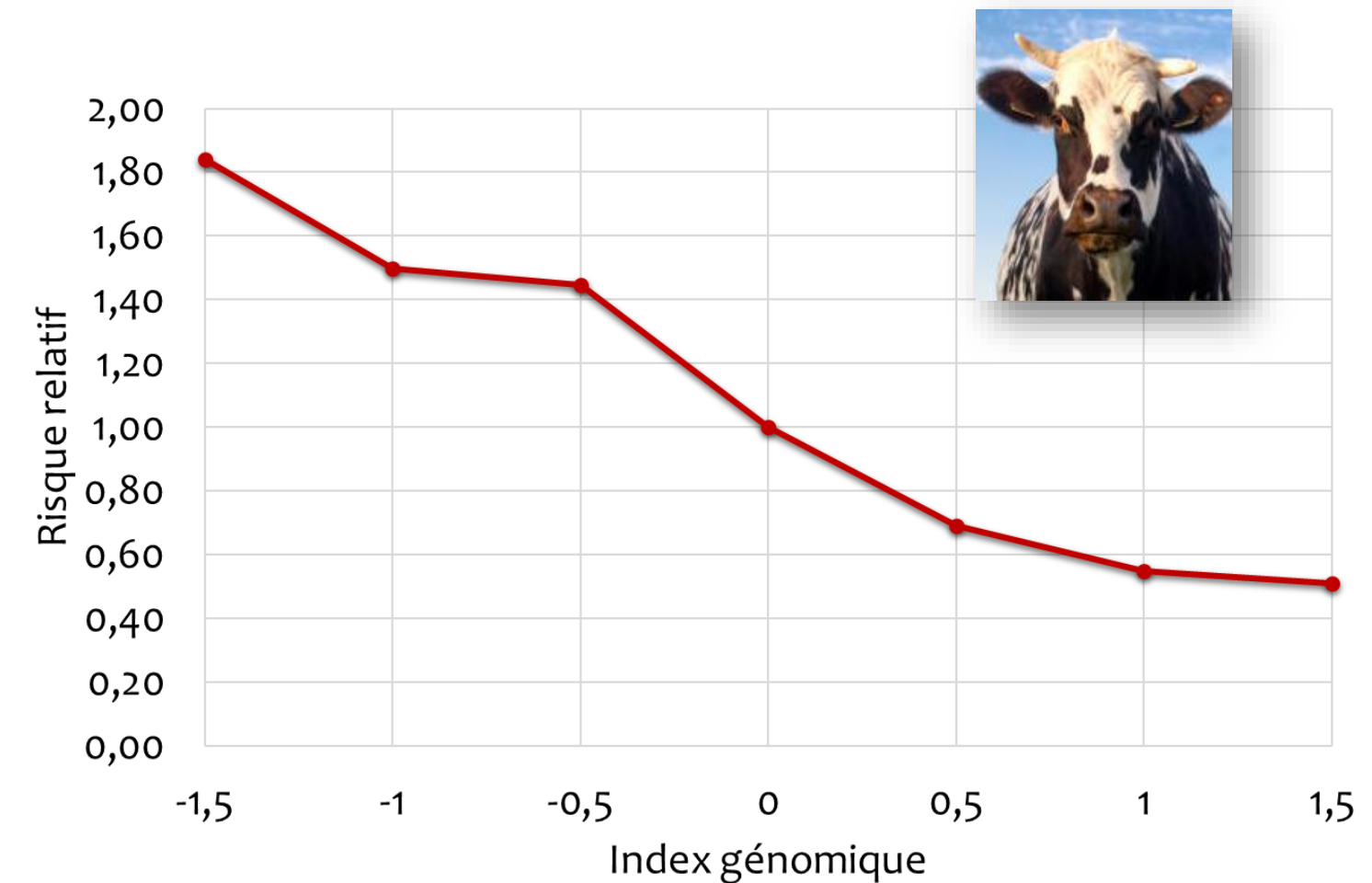
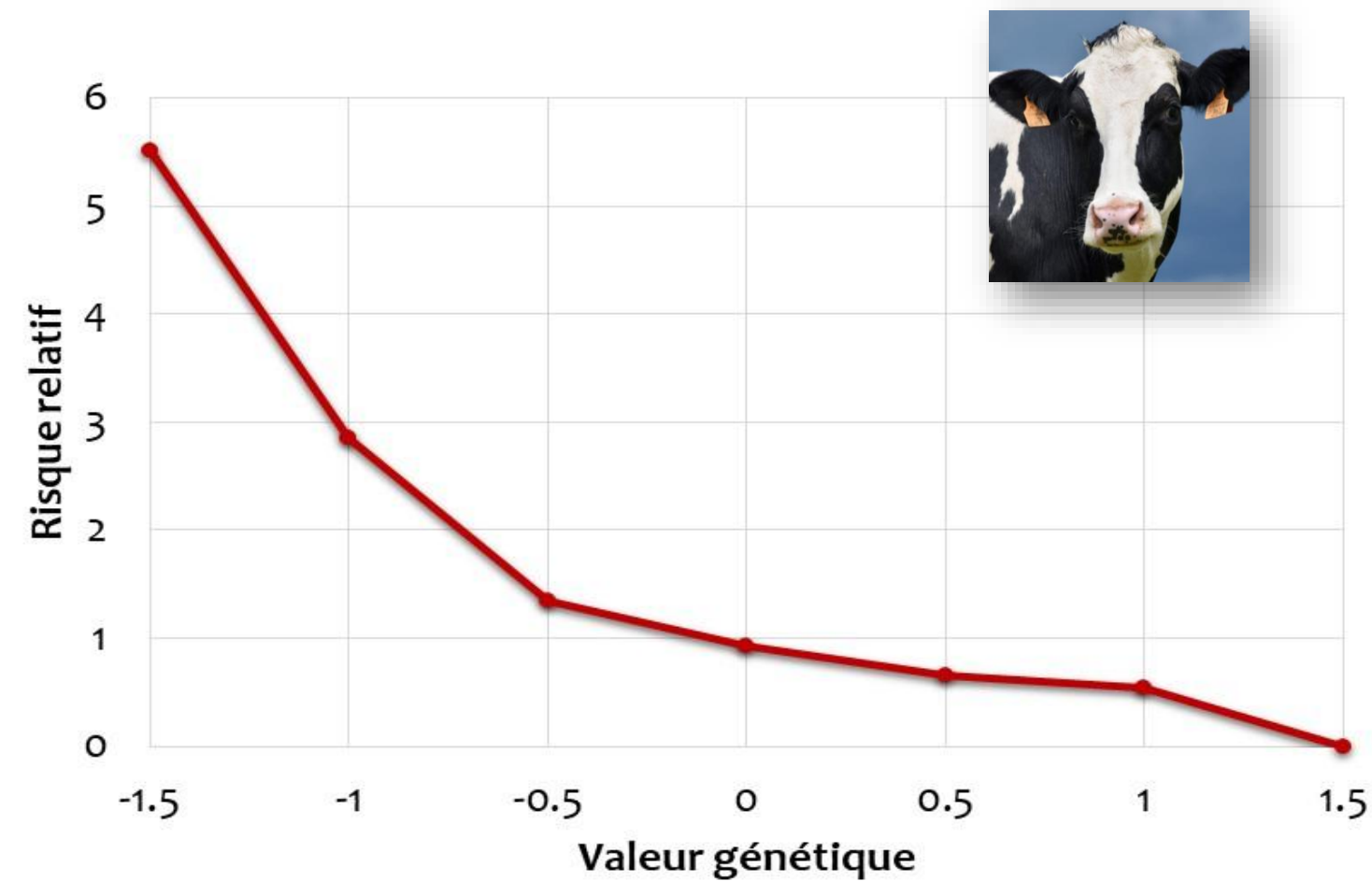


Facteur de risque

Facteur de risque relatif estimé dans la population de validation
= risque relatif qu'une vache soit infectée connaissant sa VG

Classes de 0,5 point

Calcul du rapport entre les % de vaches infectées dans la classe *i* et la classe centrale 0



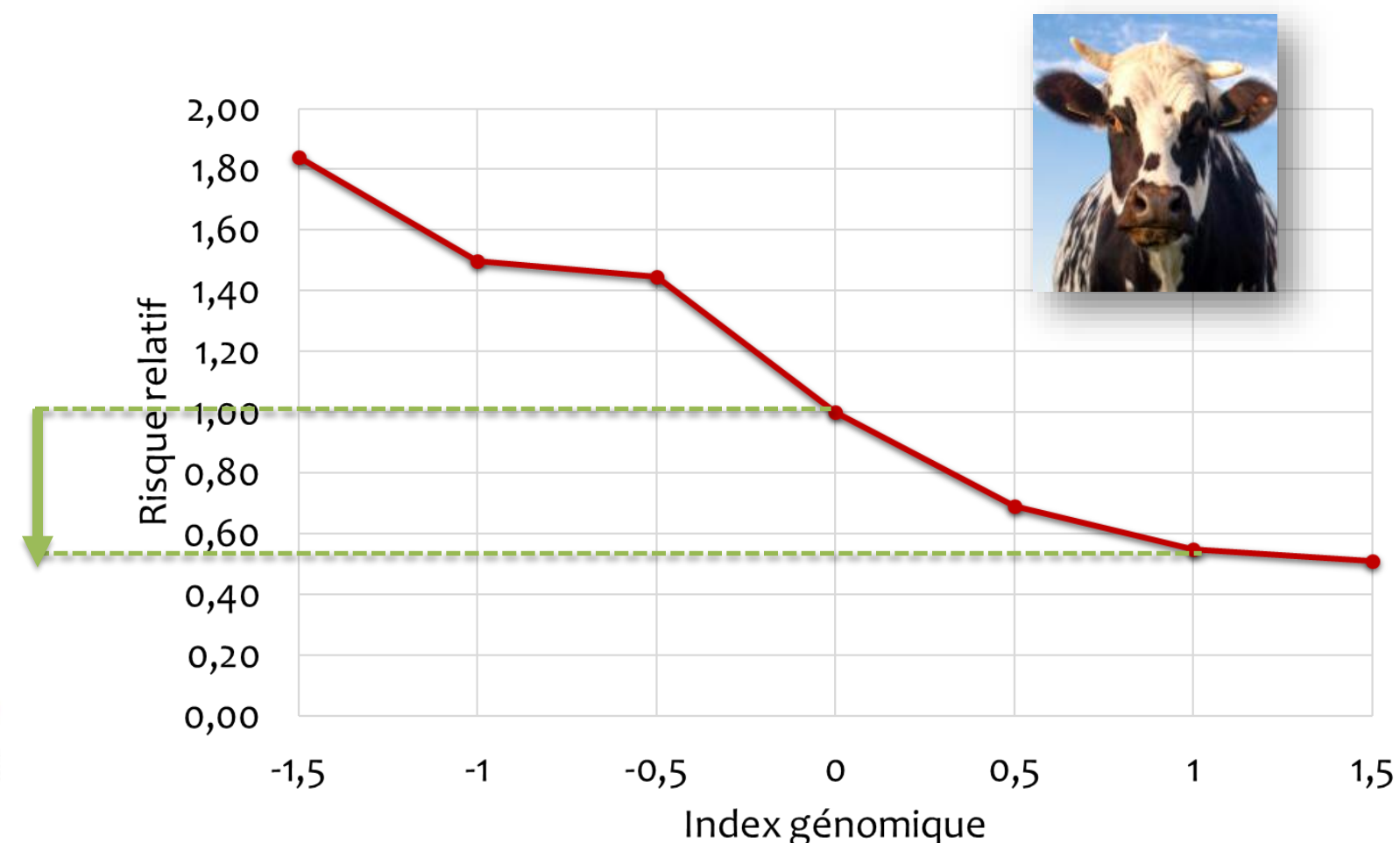
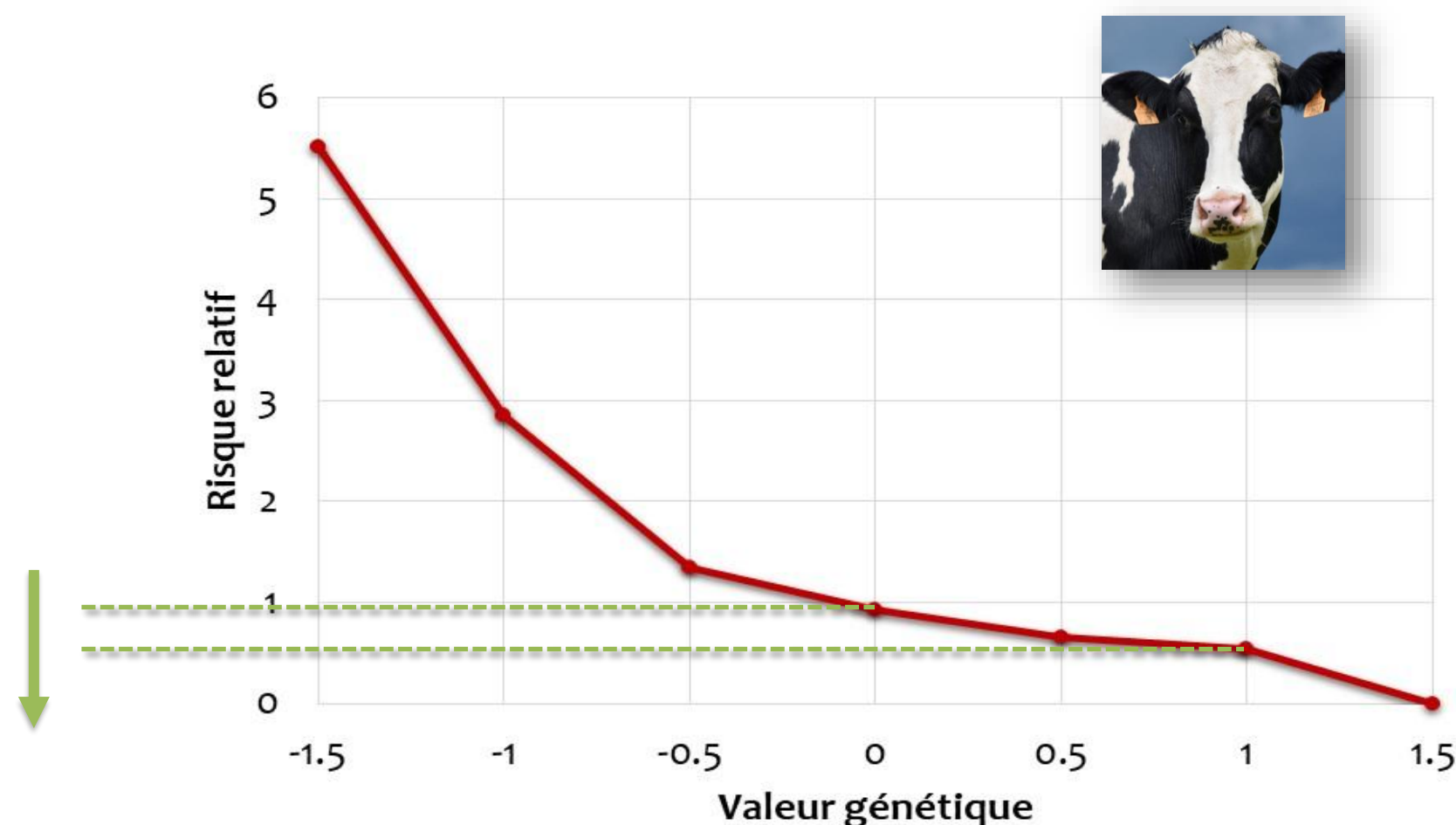


Facteur de risque

Facteur de risque relatif estimé dans la population de validation
= risque relatif qu'une vache soit infectée connaissant sa VG

Classes de 0,5 point

Calcul du rapport entre les % de vaches infectées dans la classe *i* et la classe centrale 0



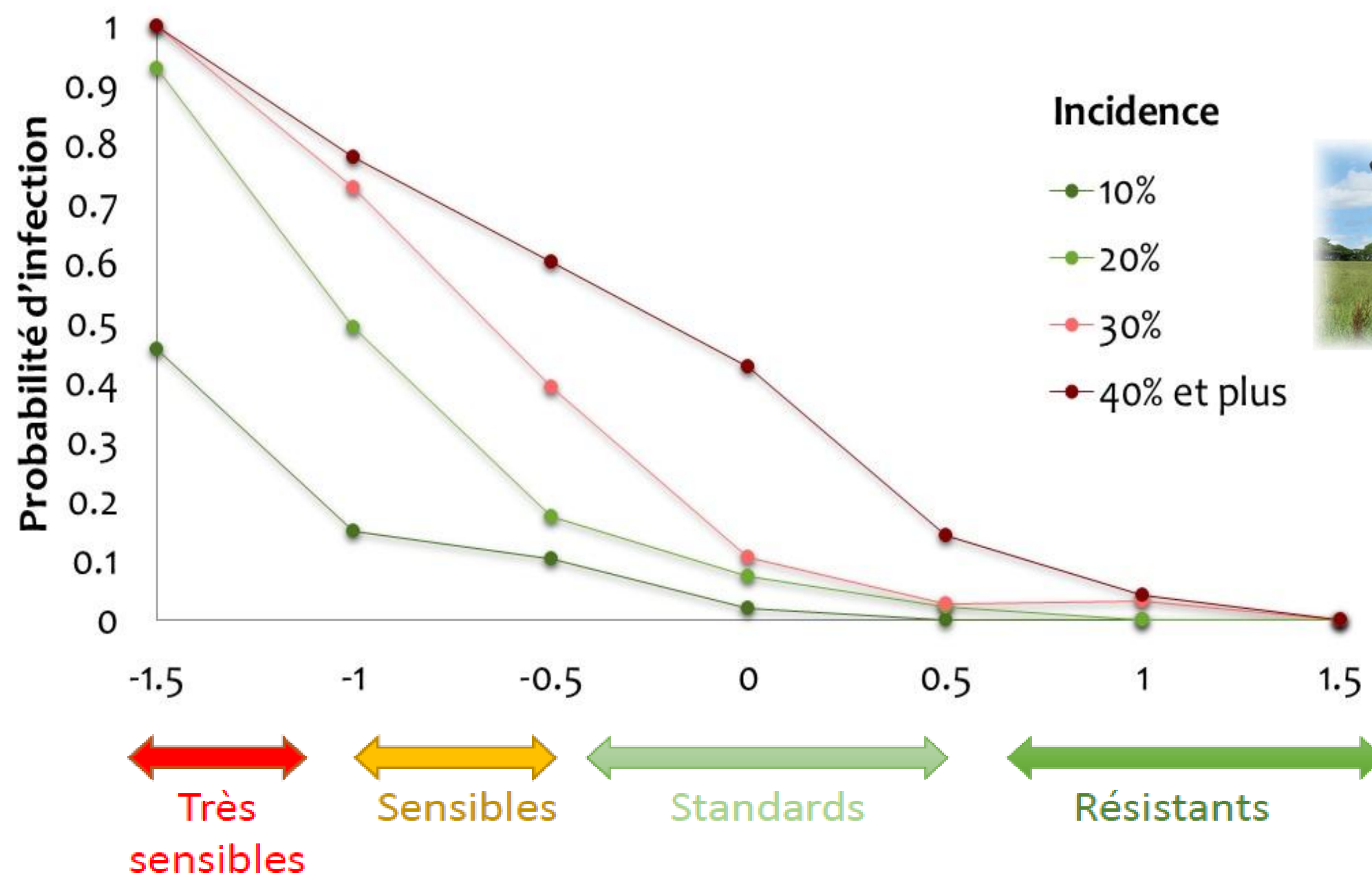
÷2 pour une vache avec une prédiction génomique de +1



Conclusions

En pratique

Diffusion sous forme
de **4 classes**
(au moins au départ)

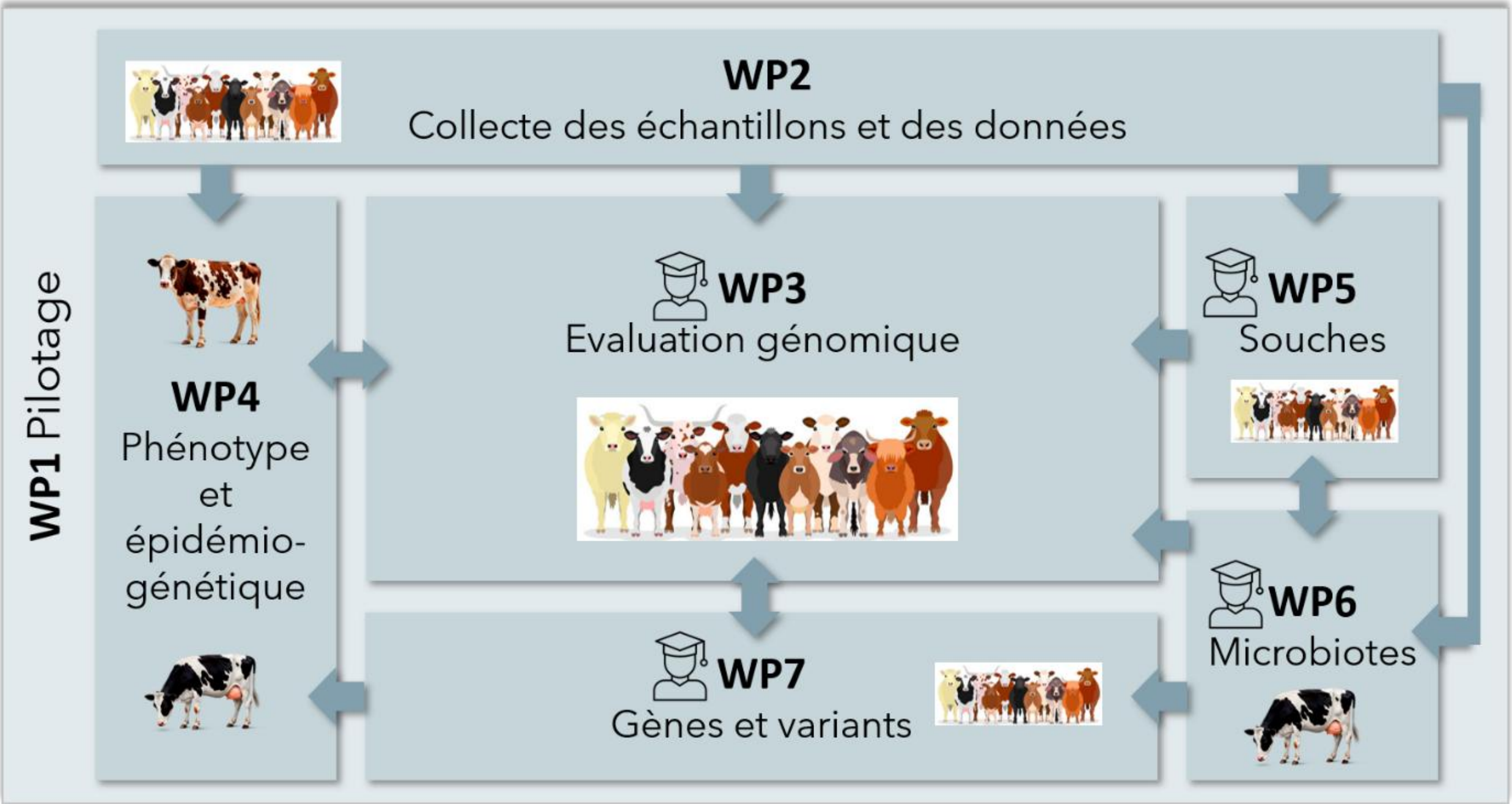


Par l'intermédiaire des entreprises de sélection pour les animaux de leur programme, par les GDS pour la maîtrise intra troupeau



Nouveau projet PRISSME

financé par APIS-GENE et GDS France



9 races :

12	Abondance
14	Aubrac
23	Salers
24	Bazadaise
34	Limousine
41	Rouge des Prés
71	Parthenaise
72	Gasconne
79	Blonde d'Aquitaine



Conclusions



Des index déjà disponibles pour plusieurs maladies infectieuses



L'approche développée pour la résistance à la paratuberculose peut s'étendre à d'autres maladies, sous réserve de disposer de données suffisantes (animaux avec statuts fiables et génotypés)



La génétique peut aider à contrôler les maladies infectieuses, en complément des plans de maîtrise conduits par les GDS



A paraître fin 2026



Numéro spécial de la revue INRAE Productions
Animales

La génétique de la santé des ruminants (9 articles)



PEUT-ON SÉLECTIONNER DES ANIMAUX EN MEILLEURE SANTÉ GÉNÉRALE ?

Pauline Martin – INRAE Génétique animale



Avantages et inconvénients de prendre les maladies une par une



- Efficacité de la sélection contre la maladie
- Rapidité d'action (éventuelle)



- Multiplication des caractères dans l'objectif de sélection ?
- Quelles corrélations ?
- Nécessite des données pour chaque maladie



Avantages et inconvénients de prendre les maladies une par une



- Efficacité de la sélection contre la maladie
- Rapidité d'action (éventuelle)

- Multiplication des caractères dans l'objectif de sélection ?
- Quelles corrélations ?
- Nécessite des données pour chaque maladie

Mécanismes sous-jacents plus héritables ?



Peut-on faire autrement ?





Peut-on faire autrement ?

Peut-être...



Peut-on faire autrement ?

Peut-être...

Des connaissances...

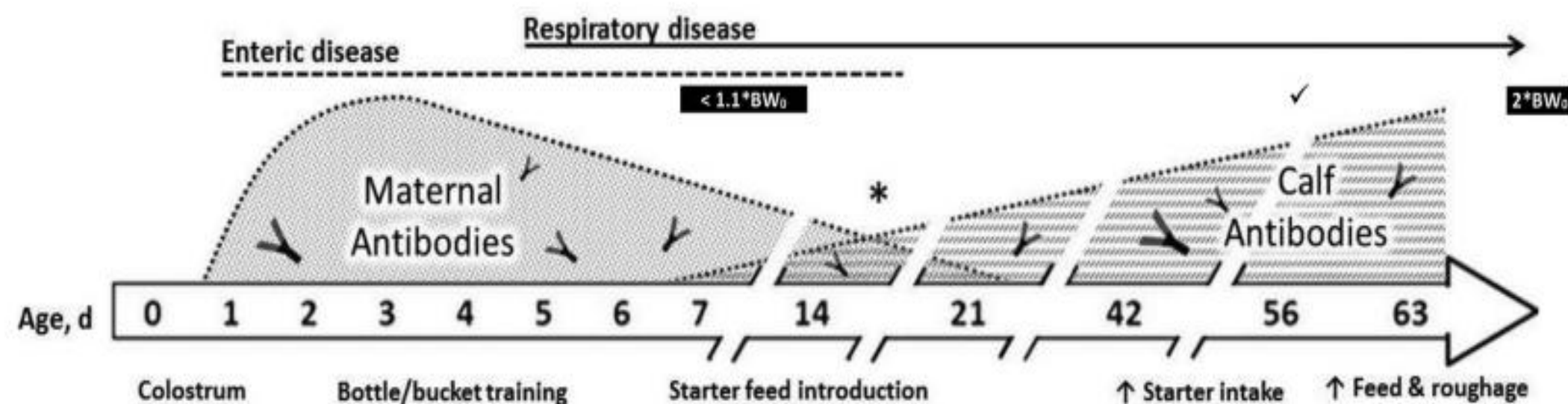
... de nouveaux outils...

... l'accès à de nouvelles données

Pour définir la compétence
immunitaire



Le rôle fondamental du colostrum



- +++ survie, santé, perf (court et long terme)
- h^2 modérée (0,2-0,3)

Attention à la quantité !

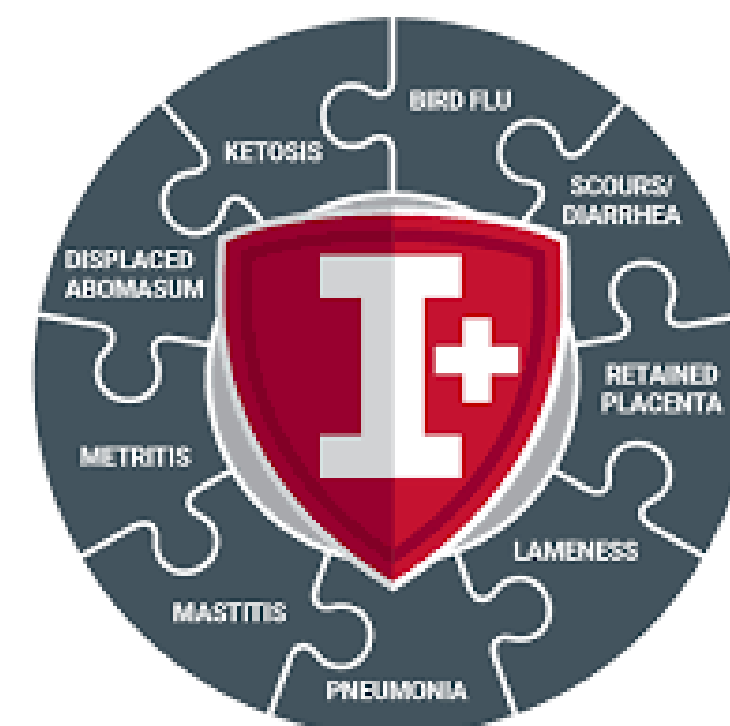
- Lien colostrum/immunité de la mère ?





Du mécanisme précis...

- Seul exemple commercial : Immunity + (Semex, Canada)
- Repose sur un mécanisme d'immunité vaccinale à un antigène modèle
- Fort répondeur considéré bon
- Pas un index en soit
- Pas suivi ailleurs par les concurrents, ni la communauté des immunologistes
- De très nombreuses publications





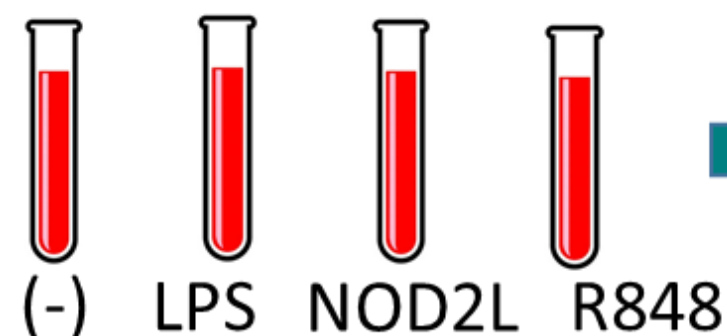
... au screening très large



Y a-t-il un lien entre problème sanitaire et concentrations en cytokines ?



623 veaux Hosltein
âgés d'1 et 2 semaines



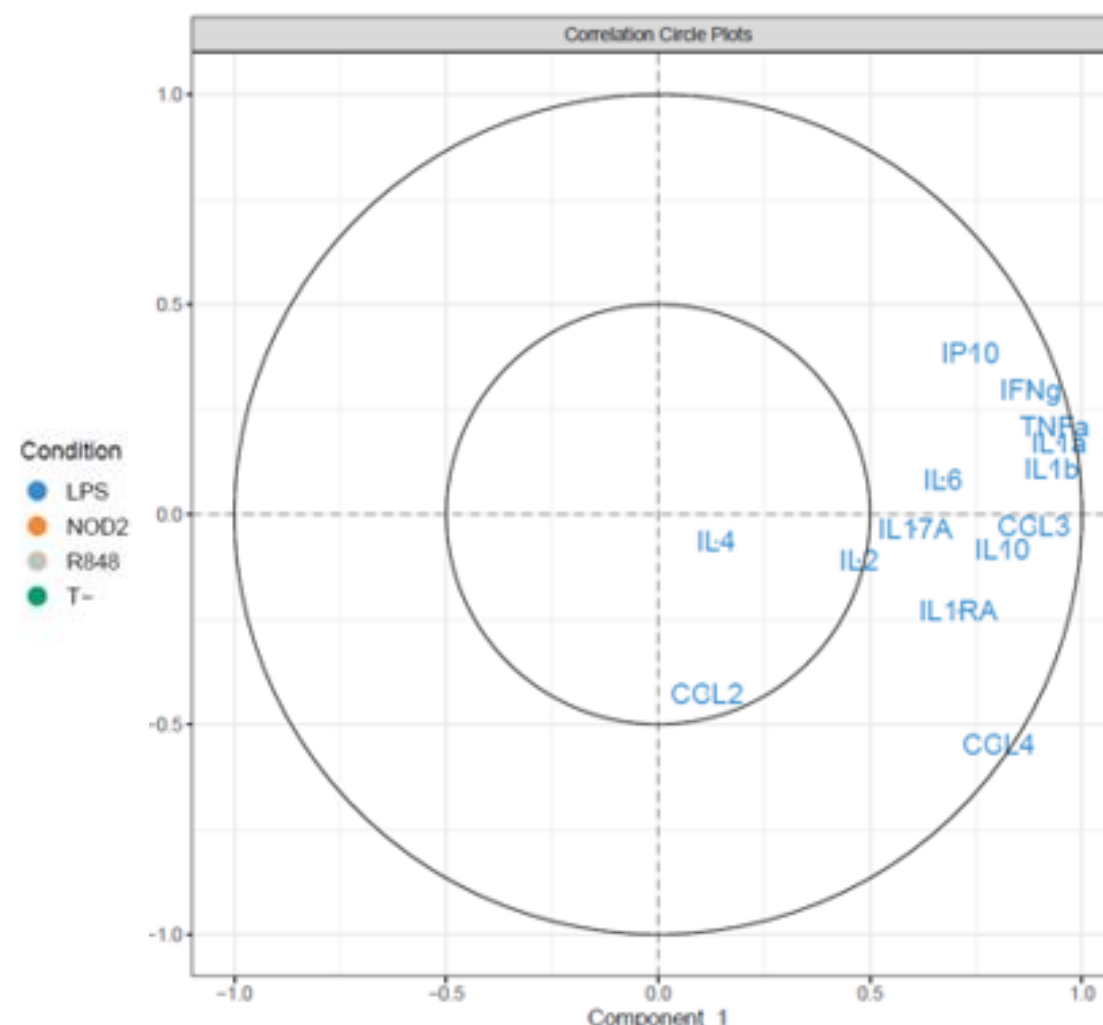
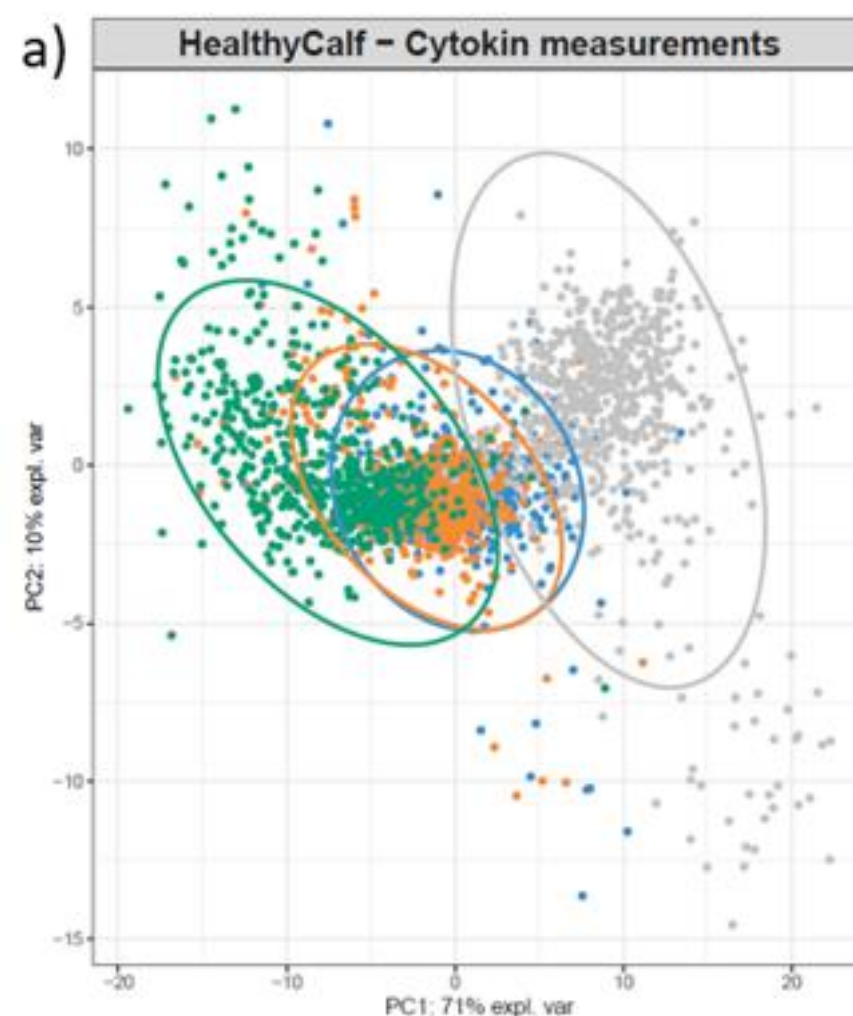
Dosage des concentrations
de 15 cytokines/chimiokines
par un kit MILLIPLEX®
Luminex

stimulation sanguine *Ex vivo* par des PAMP
(= molécules marqueurs d'agents pathogènes)

Lesueur et al., 2022



... au screening très large



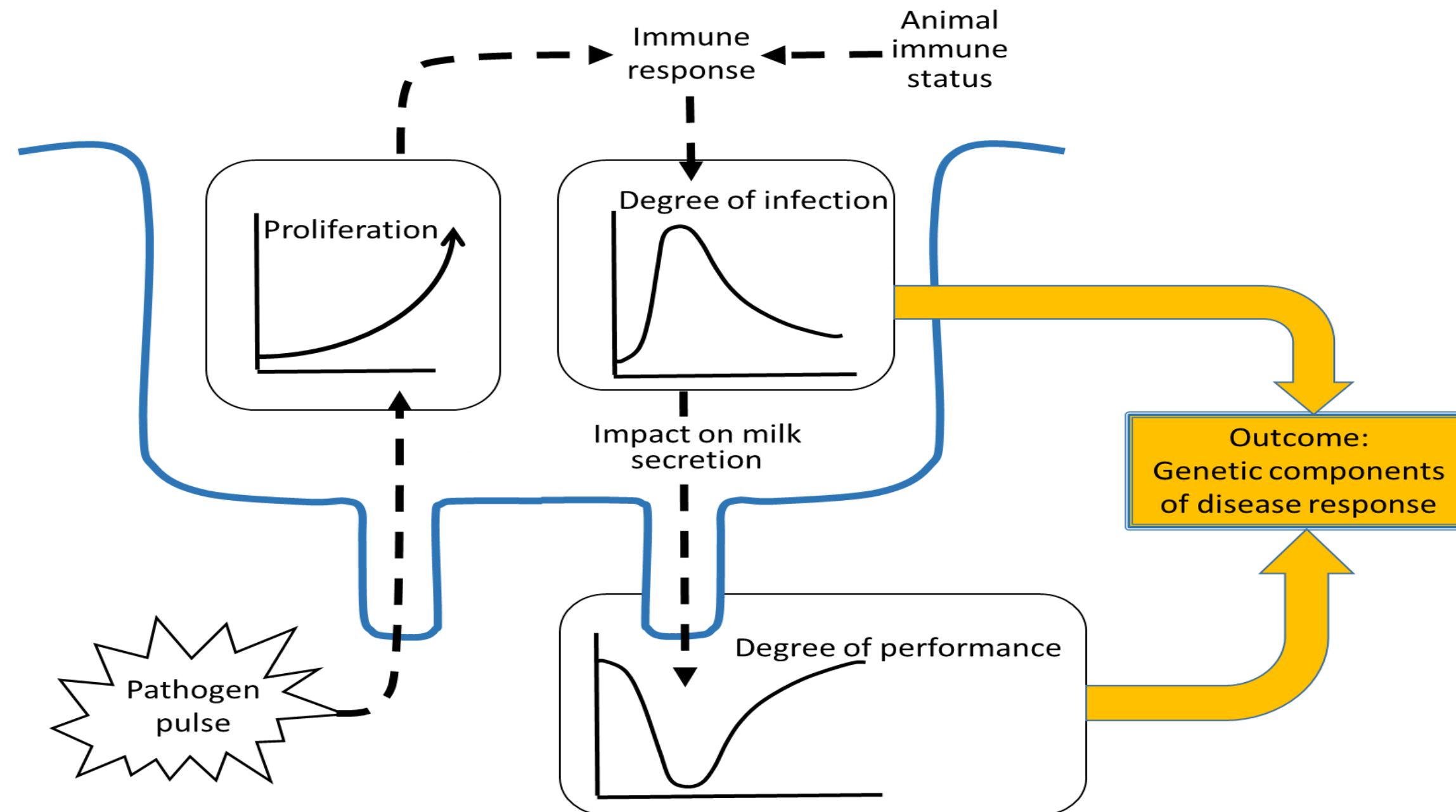
- $0 < h^2 < 0,2$
- quelques liens avec les symptômes ou la présence de pathogènes
- Des difficultés (sanitaire, formule sanguine...)
- Projet belge Resistomics (Li et al., 2026)

Une piste encore à creuser



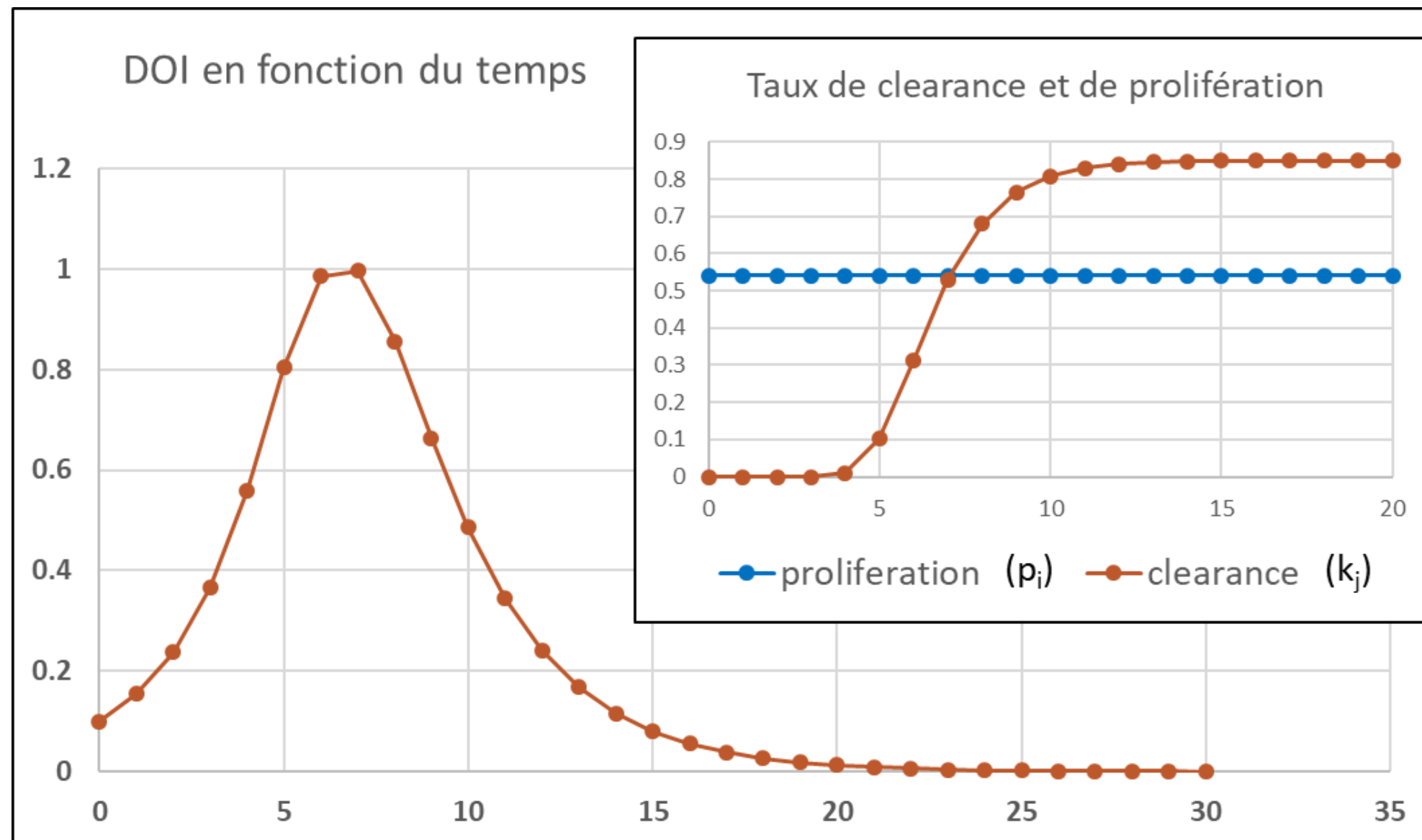
Prise en compte des aspects dynamiques grâce au haut-débit

- Exemple des mammites cliniques





Prise en compte des aspects dynamiques grâce au haut-débit

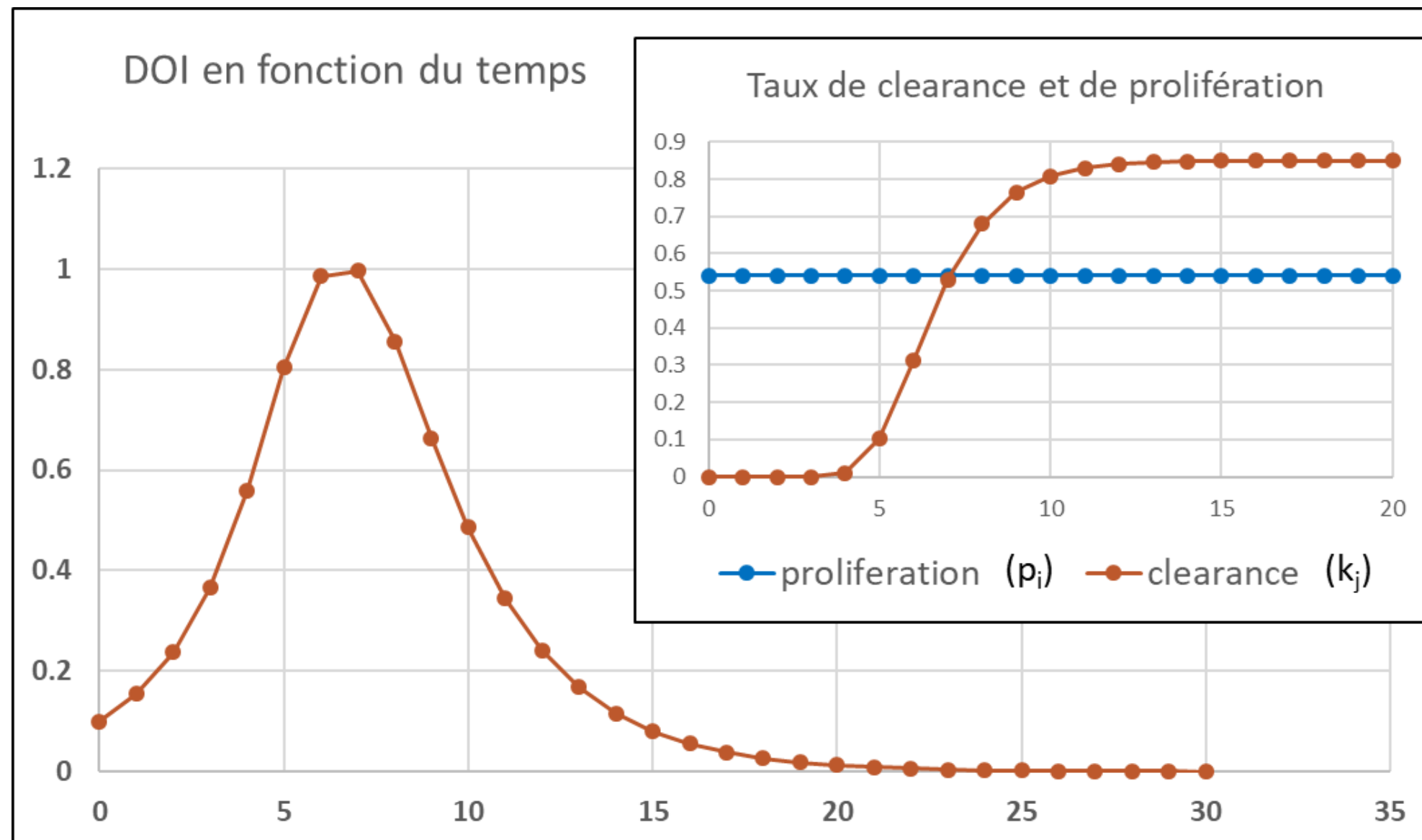


- Clearance (Modèle de Gompertz)
- 3 paramètres « animal »

$$x_{ac} = A \cdot \exp[-\exp(-B \cdot (t - T))]$$

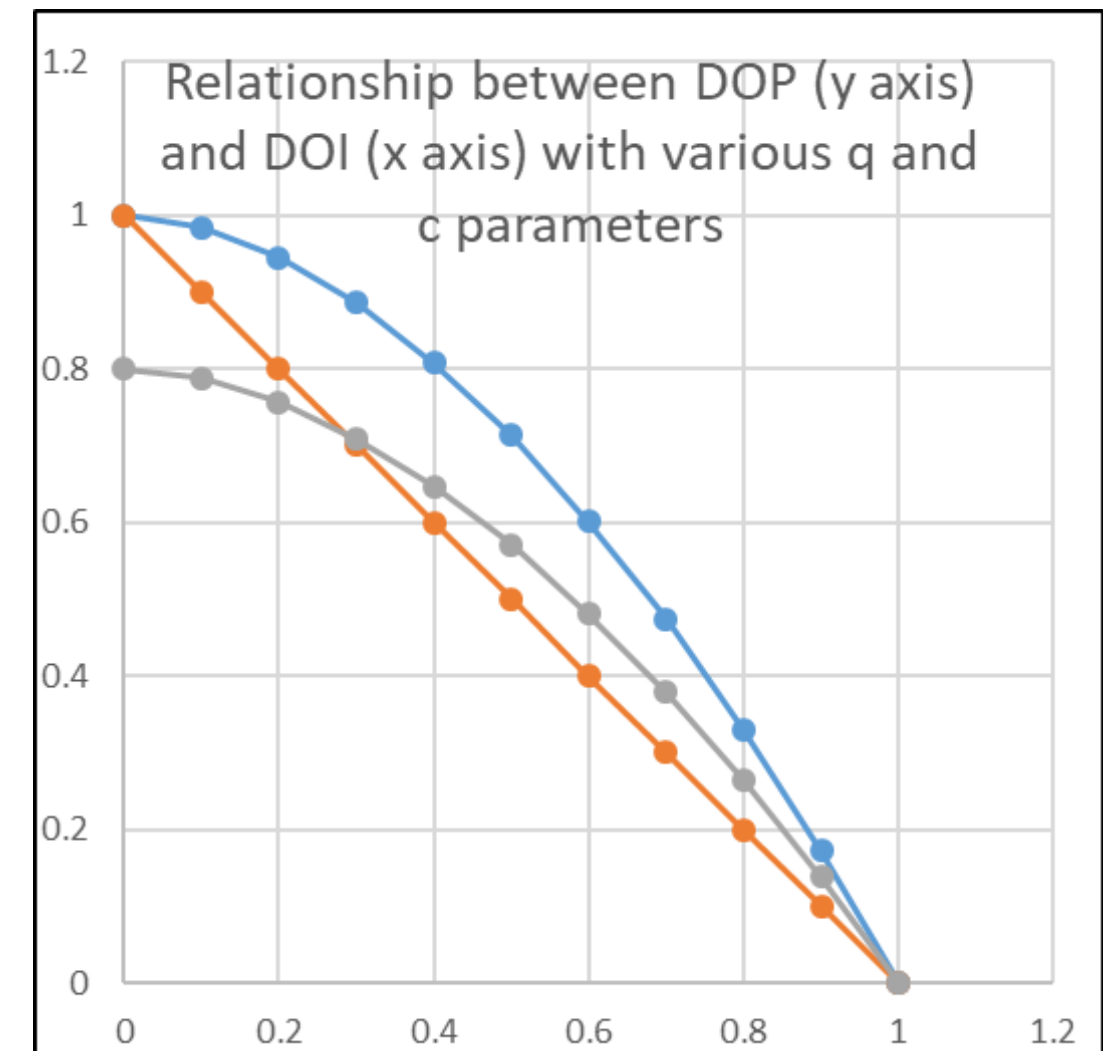


Prise en compte des aspects dynamiques grâce au haut-débit



- Clearance (Modèle de Gompertz)
- 3 paramètres « animal »

$$x_{ac} = A \cdot \exp[-\exp(-B \cdot (t - T))]$$



Une thèse à l'automne



Conclusion sur la compétence immunitaire

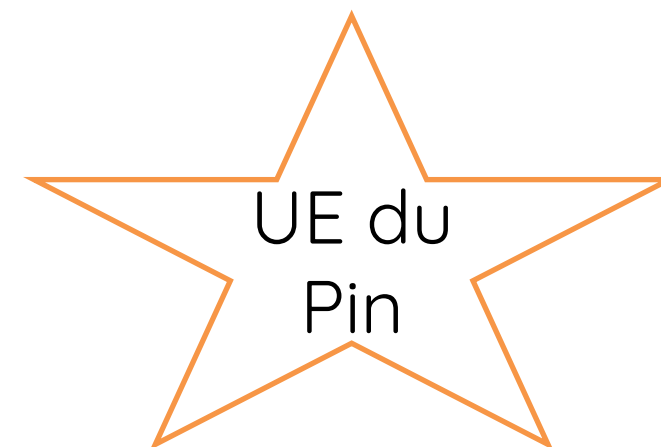
- Des pistes intéressantes pour un possible usage en génétique
- Encore beaucoup de travail
- Besoin de plus de données

Pour obtenir des réponses...
Le projet GLOBAL



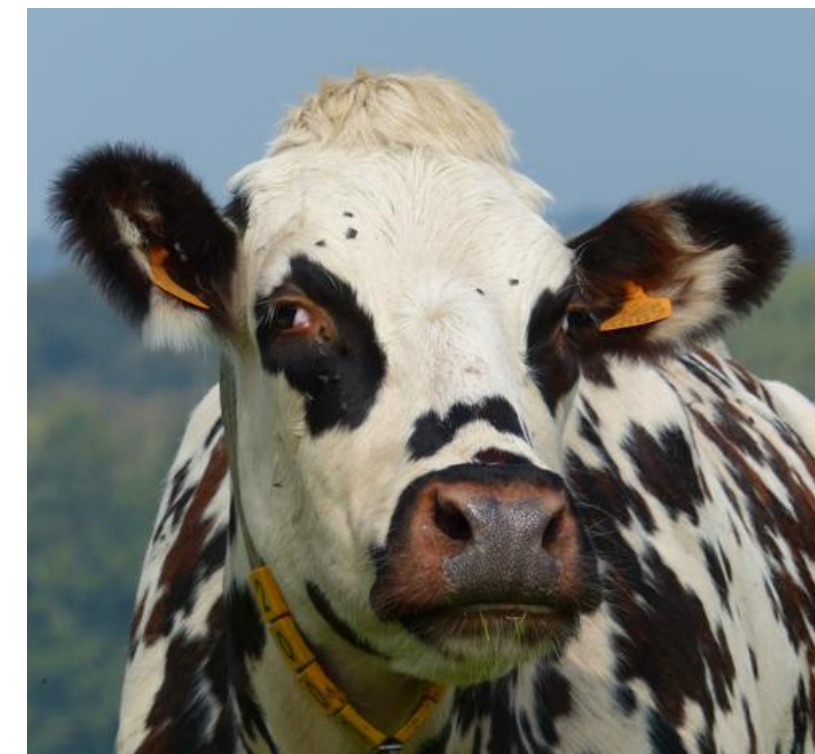


GLOBAL – expérimentation d'ampleur



- Premières lactations en 2026 – premières naissances en 2024
- Une expé de long terme (au moins 10 ans)
- S'intéresser aux animaux de leur naissance à la fin de leur carrière (jusqu'à 5 lactations)
- Une conduite unique pour les génisses pour deux conduites « vache » contrastées
- **Phénotyper très largement**

Prévision des effectifs :
environ 1200 VL en 10 ans





GLOBAL – Objectifs

Mettre en lien : phénotypage en continu / phénotypage détaillé ponctuel / évènements cliniques

- Développer un phénotypage de l'état global de santé
- Décortiquer les mécanismes biologiques derrière ce caractère
- Etudier le déterminisme génétique d'un tel caractère et ses liens avec les autres caractères
- Identifier dès le jeune âge d'éventuels prédicteurs d'une bonne santé au long cours



GLOBAL – Prélèvements longitudinaux



Suivi d'une large cohorte de paramètres sanguins généraux, immunitaires, hormonaux, métaboliques, vitamines, oligo-éléments, cortisol, omiques, épigénétiques, microbiotes...

Rendez-vous dans quelques années pour les résultats...

DES QUESTIONS ?



RAPPORT D'ORIENTATION

DU PRÉSIDENT

Stéphane Joandel

MERCI DE VOTRE ATTENTION



CONTACT



01 81 72 16 75



administration@apisgene.fr



www.apis-gene.com



MNE, 149 rue de Bercy, Paris



APIS-GENE
Investir Innover Valoriser