



Courant parasite en élevage : Où en est la recherche ?



Barthélemy Malgoyre¹, Quentin Lagarde²,
Patrick Massabie¹, Anne Boudon³, Bruno Beillard⁴

1. Idele, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex

2. AdaptE2, Avenue d'Ester, 87 280 Limoges

3. PEGASE, INRAE, Institut Agro, 16 Le Clos, 35590 Saint Gilles

4. XLIM, 123 avenue Albert Thomas, 87060 Limoges



1 milliampère.

C'est presque rien.

Pourtant, chez les bovins, **cela peut déjà devenir un problème.**



DES PHÉNOMÈNES INVISIBLES...

... aux effets bien réels sur les élevages

EFFETS POSSIBLES

- ▶ Stress et modifications comportementales
- ▶ Difficultés d'abreuvement ou perturbations en salle de traite
- ▶ Dégradation des conditions d'élevage et baisse de performance
- ▶ Dégradation de l'état sanitaire dans des situations sévères



Hésitation à boire, refus d'abreuvement



©GPSE - 2025

Perte d'état, baisse des performances

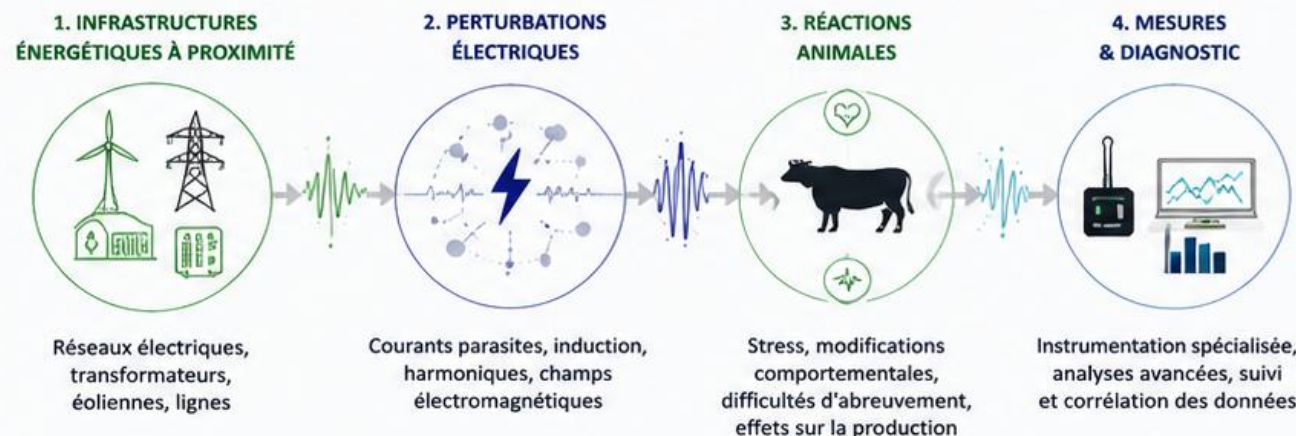
L'exploitation agricole devient électrique

Plus d'équipements, plus de sources d'énergie, plus de fréquences... plus d'interactions possibles

ORIGINES POSSIBLES

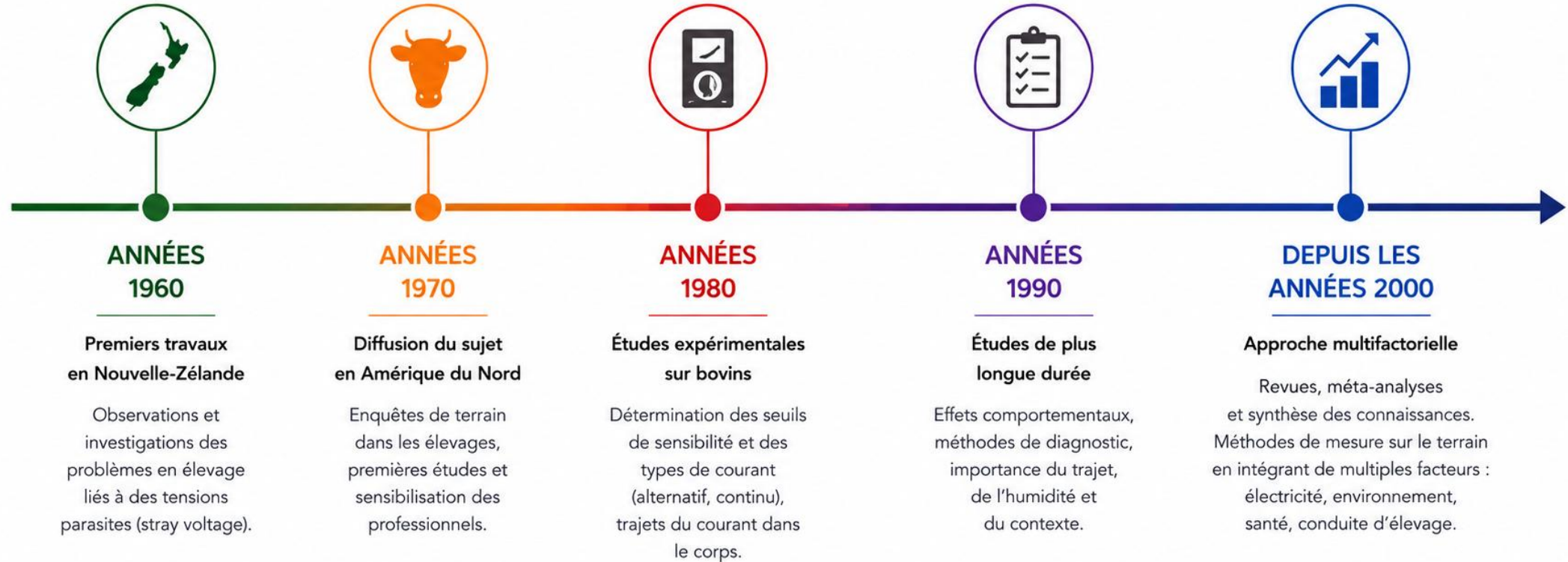
- Automatisation** Robots, moteurs, variateurs
- Energie** Panneaux solaire, Eoliennes, onduleurs, réseaux
- Numérique** Capteurs, radios, objets connectés, 4G/5G

DE NOMBREUSES INTERACTIONS POSSIBLES... ET COMPLEXES



L'historique

Frise historique des recherches



Consortium porté par INRAE:

INRAE

xlim
INSTITUT DE RECHERCHE
ADAPT E2
Mesurer l'imperceptible,
révéler le potentiel.

Géosciences pour une Terre durable
brgm
INSTITUT DE
L'ELEVAGE **idele**

CHAMBRES D'AGRICULTURE FRANCE
GPSE
Groupe permanent pour la sécurité électrique
dans les exploitations agricoles

Rte

anses

VIVÉA
Accompagner. Former. Cultiver l'avenir.

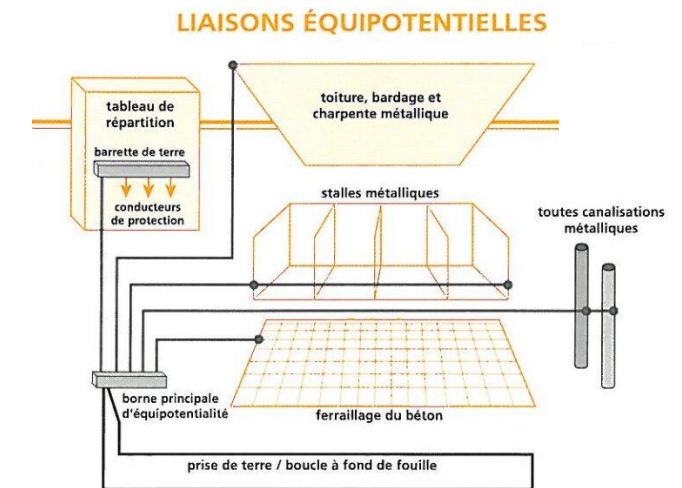
Protocoles en élevages

- Intervention pluridisciplinaire : zootechnique, sanitaire, comportementale et électrique
 - Le GPSE traite les cas problématiques, avec l'intervention de vétérinaires et électriciens, en prenant en charge les interventions si des aménagements externes sont concernés.
- Intervention électrique « Guide CNIEL » mis à jour fin 2025, en 3 niveaux/paliers mais aussi le matériel et les seuils : **formation des intervenants**
 - Des mesures électriques de base
 - Des mesures électriques répétées et plus poussées
 - Des enregistrements en continu sur plusieurs jours



Protocoles en élevages

- Niveau 1 :
 - Vérification de la prise de terre
 - Mesure des liaisons équipotentiellles
 - Vérification des dimensionnements des dispositifs différentiels
 - Vérification de l'électrificateur de clôture
- Niveau 2 :
 - Mesure approfondie des liaisons équipotentiellles
 - Mesure des tensions de pas et de contact
 - Test des dispositifs différentiels
 - Test de l'électrificateur de clôture
 - Vérification des tensions d'alimentation
 - Mesure des défauts d'isolement au tableau



Source: GIE Lait Viande Bretagne-Groupama

Protocoles en élevages

- Niveau 3 : si les niveaux précédents n'ont pas suffi
 - Mesure des défauts d'isolement appareil par appareil
 - Enregistrement de mesures sur site
 - Mesures embarquées sur l'animal



Source : Idele

Suivi électrique à long terme

Mesurer en bâtiment d'élevage

Instrumentation spécialisée et suivi des données à long terme

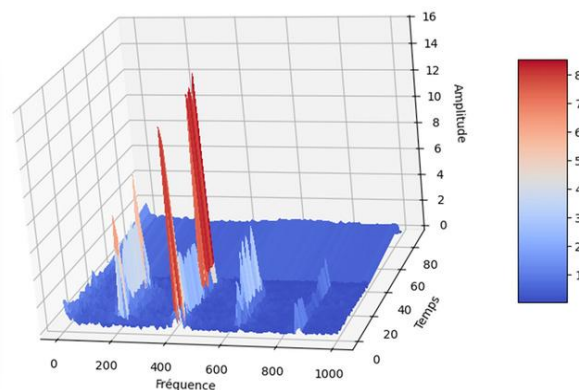
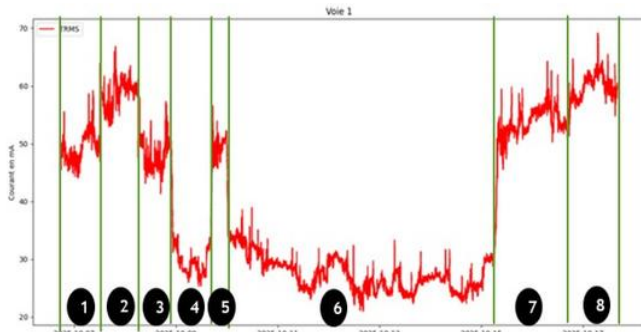
Les outils d'AdaptE2 combinent mesures électriques, capteurs stratégiques et traitement des données.

- ▶ Mesure des courants, tensions et champs électromagnétiques en temps réel.
- ▶ Capteurs placés aux points sensibles : abreuvoir, mangeoire, zone de traite...
- ▶ Outils d'analyse, interprétation et recommandations.



Mesures directement au plus près des animaux et des équipements.

- V1** Courant au niveau de la prise de terre
- V2** Tension entre deux points du bâtiment
- V3** Tension entre deux points du bâtiment



- ▶ Détection d'événements électriques intermittents (microsecondes à secondes)
- ▶ Analyses de leurs fréquences et amplitudes
- ▶ Croisement avec les événements d'élevage (traite, alimentation, météo, production, ...)

Suivi électrique à long terme

Mesurer l'électricité que ressent l'animal

Dispositif innovant pour mesurer les courants électriques traversant les animaux d'élevage
et cartographier les zones à risques dans l'exploitation

Dispositif porté par l'animal dans une exploitation



©AdaptE² - 2025



Courants électriques
(continus et alternatifs)



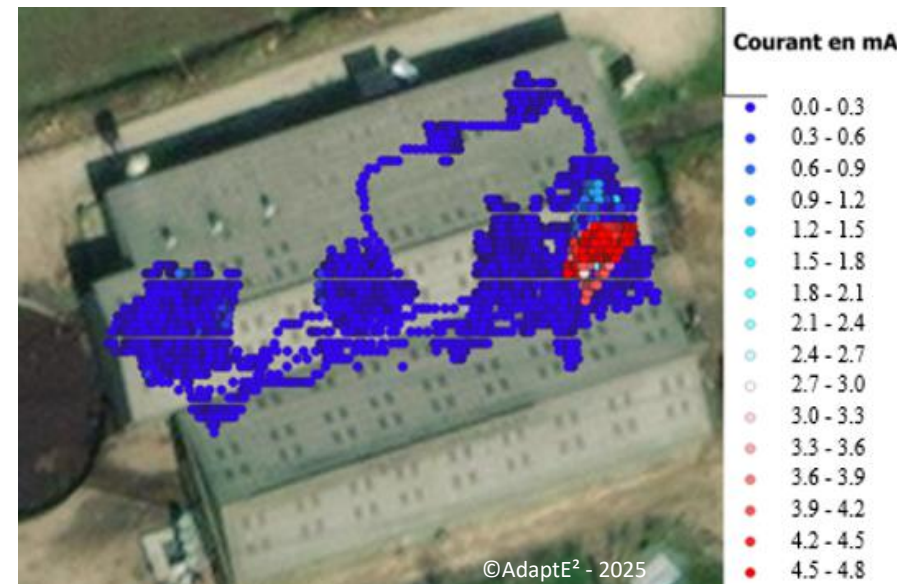
Positions GPS
Toutes les secondes



Données stockées
en autonomie

Résultats obtenus

Position GPS de la vache lors d'un dépassement de seuil.
Le gradient de couleur représente le pic de courant observé.



©AdaptE² - 2025

Utilité concrète



Identifier les zones problématiques
(abreuvoirs, cornadis, sols, etc...)



Corriger ou améliorer
les installations électriques en
connaissance de cause



Appuyer les démarches
Techniques ou réglementaires avec des
données objectives



Suivi électrique à long terme

R&D AdaptE2 – Mesures des champs électromagnétiques hautes fréquences(HF)en exploitation agricole

Face à la multiplication des antennes 4G/5G et à la demande croissante des éleveurs, AdaptE2 développe un prototype de mesure long terme des champs électromagnétiques HF

UN DISPOSITIF AUTONOME ET PERFORMANT



ADAPT E2
Mesurer l'imperceptible,
révéler le potentiel.

Prototype en développement

-  Large bande
1 MHz – 6 GHz
-  Haute sensibilité
Jusqu'à -80 dBm
ou mieux
-  Enregistrement
continu
≥ 4 mois
-  Stockage local
Carte SD
-  Fonctionne même
en cas de coupures
de courant



Un projet en cours d'étude

Nous travaillons à la conception d'un prototype innovant et robuste, spécifiquement adapté aux contraintes du milieu agricole.



Des données pour comprendre

Les mesures permettront d'enrichir les connaissances et d'accompagner les éleveurs vers des environnements électromagnétiques mieux maîtrisés

AgroE2

L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles



Projet AGROE2

Evaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

**AAP Energie durable :
production, gestion et
utilisation efficace**

Lot 1 : Diagnostics zootechniques, électriques et environnementaux en élevages

Lot 2 : Analyses des effets sur les animaux

Coordinateur : Bruno Beillard
Etablissement : XLIM



Partenaires

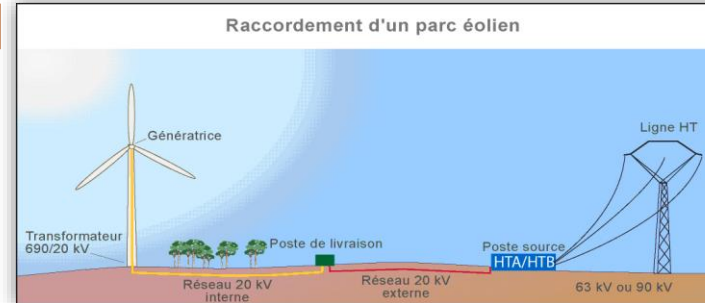
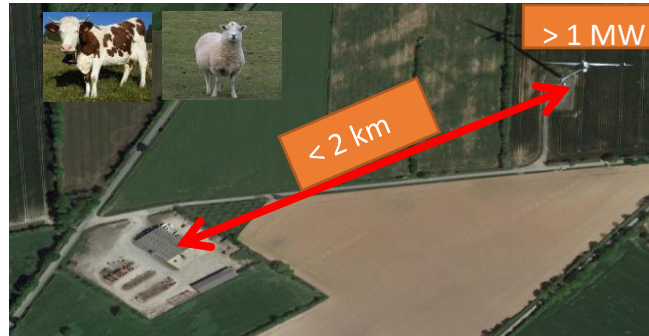


Prestataire



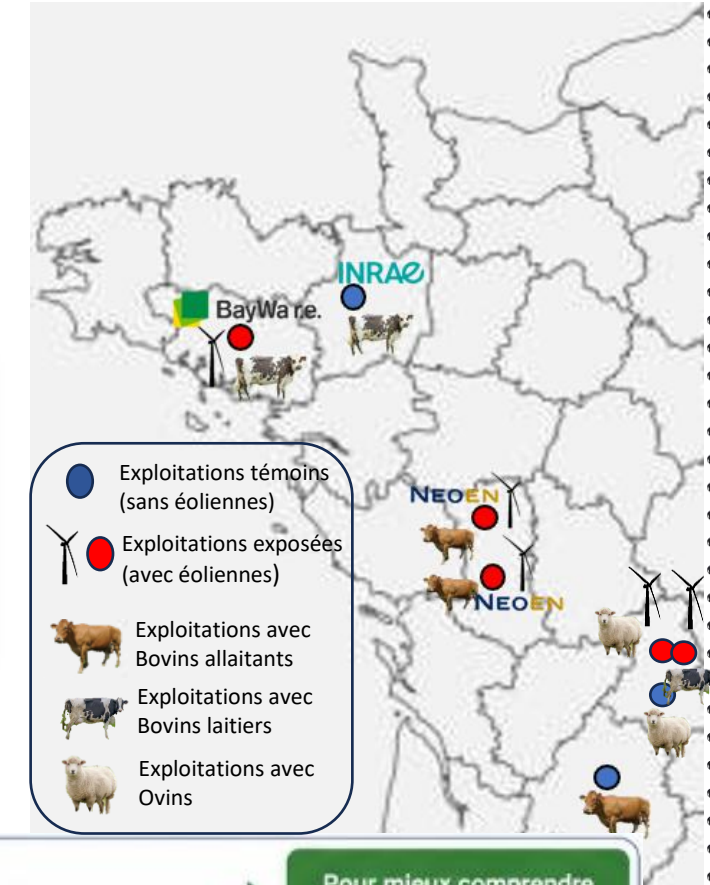
L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 1 : Diagnostics électriques et zootechniques en élevages



Chaque ferme fera l'objet de plusieurs expertises
Journée sans vent, avec vent moyen ou fort,
humidité, ...

Objectif
Comparer les niveaux d'exposition électrique
et leurs éventuels impacts



**UNE APPROCHE COMPLÈTE
ET COMPARATIVE**



Mesures électriques
(multifréquences)



Paramètres
environnementaux



Comportement, santé
et productions animales



Analyses comparatives
et modélisation



**Pour mieux comprendre
et objectiver les impacts
potentiels des éoliennes**



L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 1 : Diagnostics électriques et environnementaux en élevages

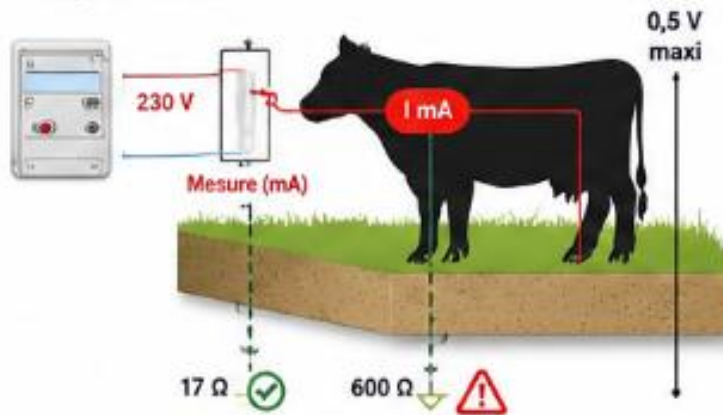
Mesures
ponctuelles

encis
environnement



Objectif : caractériser l'environnement électrique des élevages et son évolution suivant la production éolienne

Resistance de la prise de Terre



Vérification de la qualité de la mise à la terre
des installations

Continuité et équipotentialité

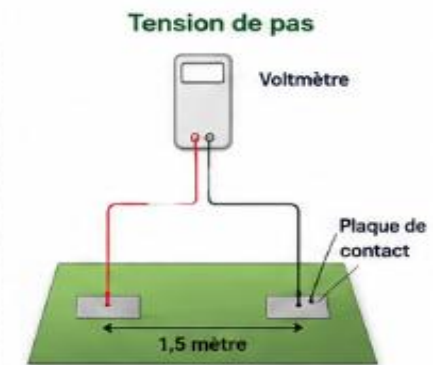


Contrôle des liaisons équipotentialles
et de la continuité électrique

Tensions de contact et de pas



Différence de potentiel
entre une structure et le sol



Différence de potentiel deux
points du sol espacés

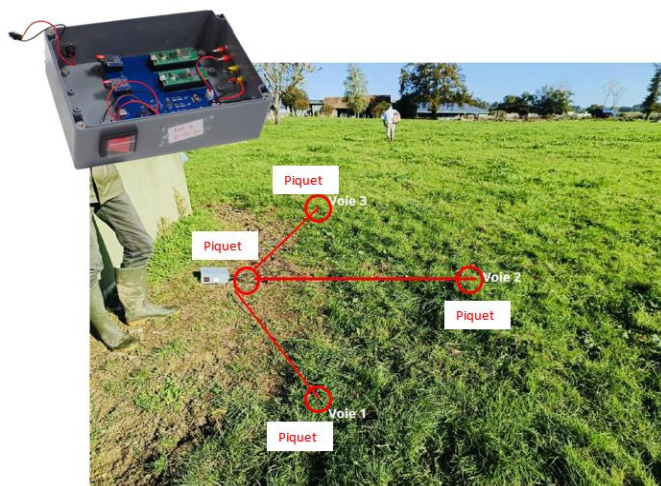
L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 1 : Diagnostics électriques et environnementaux en élevages

Mesures
sur 6h

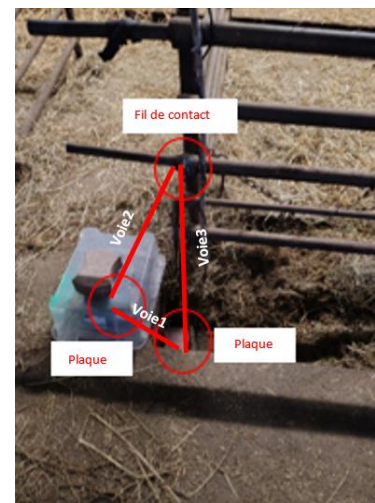
Dispositifs de mesure électrique de tension et de courant en basse fréquence (< 20 kHz)

Mesure en pâturage



Mesures de tensions de pas
en zone de pâturage

Mesures sur structures



Mesures des différences de potentiel
entre éléments métalliques

Mesures en bâtiment



Mesures des courants au niveau de la
prise de terre de la stabulation

Une approche complète et comparative



Mesures électriques
Tensions, courants

Paramètres environnementaux
Production éoliennes, humidité,
pluie, température, ...



**Comportement santé et
productions animales**
Abreuvement, activité,
production laitière,...



Analyses comparatives
Avec et sans éolienne /
Avec et sans vent

L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 1 : Diagnostics électriques et environnementaux en élevages

Mesures sur 1 an



Réaliser le suivi électrique (en plus du zootechnique et sanitaire) sur une période d'un an en continu dans 3 fermes lors de l'implantation et la mise en fonctionnement d'un parc éolien

Mesures de :

- tensions de pas et de contact
- courants parasites au niveau des prises de terres
- champs magnétiques en basse fréquence

5 boîtiers (3 entrées/boîtier) / exploitation



Septembre 2025



Février 2025



Juillet 2025



Février 2026



Début construction

Début fondation

Mise en place turbine

Mise en fonctionnement

- Mesure multifréquences, du continu (0 Hz) jusqu'à 20 kHz
- Détection des phénomènes transitoires ou intermittents
- Suivi 24h/24
- Déclenchement automatique des enregistrements en cas d'anomalie
- Corrélation avec les cycles agricoles et les étapes du chantier

Sept. 2025	Oct. 2025	Nov. 2025	Dec. 2025	Janv. 2026	Fev. 2026	Mars 2026	Avril 2026	Mai 2026	Juin 2026	Juil. 2026	Aout 2026
Sept. 2026	Oct. 2026	Nov. 2026	Dec. 2026	Janv. 2027	Fev. 2027	Mars 2027	Avril 2027	Mai 2027	Juin 2027	Juil. 2027	Aout 2027

L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 1 : Diagnostics zootechniques et comportementaux en élevages

Expertise Zootechnique avec recueil des commémoratifs sur plusieurs années:

- Santé (BSE, plans de maîtrise, analyses, vaccins etc)
- Reproduction (bilan, chaleurs, avortements),
- Production (données robot ou contrôle laitier, pesées)
- Conduite et alimentation
- Bâtiment et logement
- Eau et abreuvement

Et dans différentes productions : bovin lait, bovin viande, ovin viande



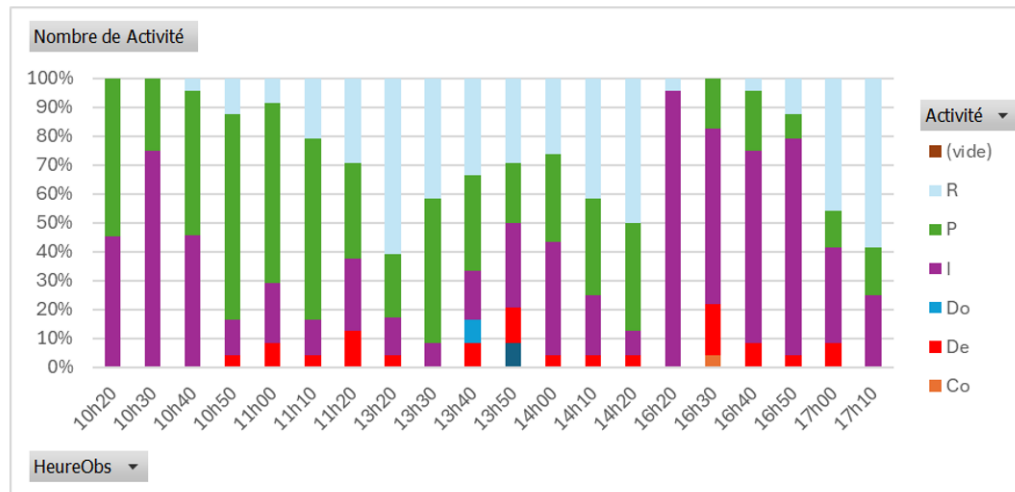
L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 1 : Diagnostics zootechniques et comportementaux en élevages

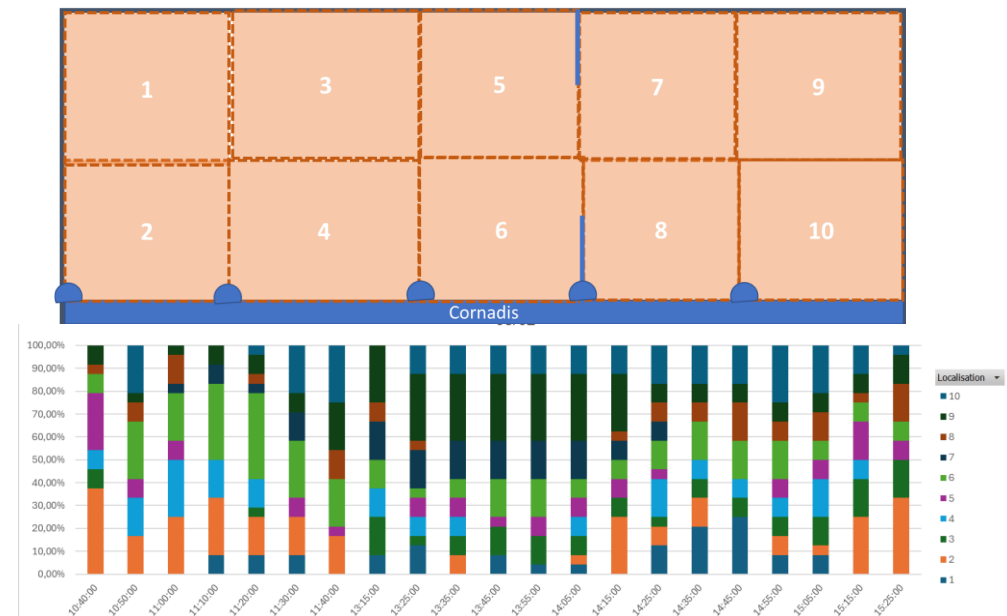
Observation comportementale :

Pas de comportements spécifiques d'exposition

- Répartition dans le bâtiment
- Synchronisation des activités
- Budget temps
- Buvée et traite



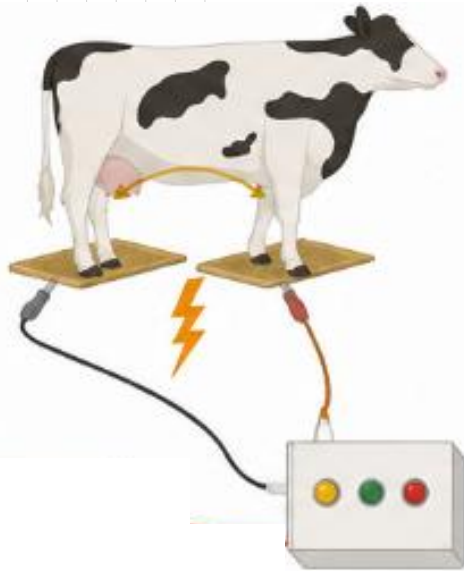
Proportion d'animaux observés engagés selon leur activité (R=rumine, P=ingère, I=immobile, Do=dort, De= déplacement, Co=Court)



L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 2 : Analyses des effets sur les animaux – Impédance corporelle des bovins

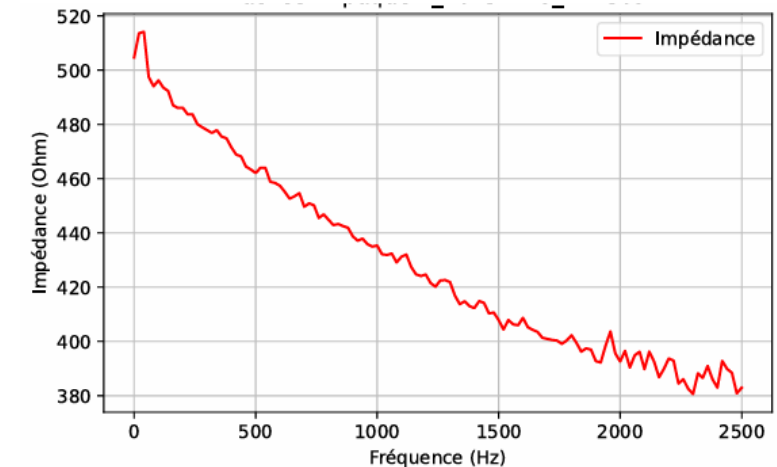
Dispositif de mesure



- **Plaques de cuivre :**
Contact électrique avec les membres
- **Boitier de mesure :**
Injection d'une tension et mesure de la résistance résultante
- **Balayage en fréquence**
0 Hz – 2 500 Hz

Résultats obtenus à ce jour

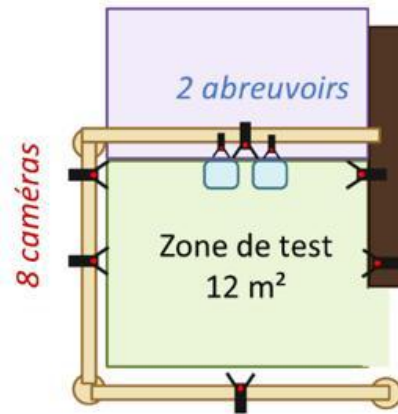
Exemple de courbe d'impédance corporelle en fonction de la fréquence électrique sur une vache tarie



- Diminution de la résistance avec l'augmentation de la fréquence
- Résultats conformes sur bovins à 50-60Hz (Norrell et al. 1983)

L'évaluation des impacts des éoliennes sur les exploitations agricoles

Lot 2 : Analyses des effets sur les animaux – Seuil de perceptions des courants des bovins



Test de choix : deux abreuvoirs

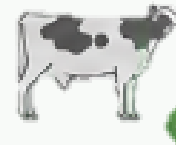
- Mesure du temps avant report vers l'autre abreuvoir
- Identification des seuils de perceptions (légère gêne)

Générateur de stimulus électrique : 3 phases successives



1 Détection

Fermeture du
circuit électrique



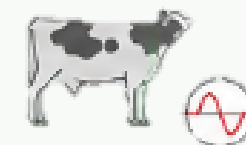
2 Mesure d'impédance

Entre museau et
pattes antérieurs



3 Injection du stimulus

Signal sinusoïdal
entre 20Hz et 1500Hz
et 0,2V et 7V



Projets en construction

Projet E4SB : Etudes des réponses biologiques des bovins aux stimulation électriques

Problématique scientifique

Poursuivre les travaux d'AgroE2 en explorant l'effet de stimuli électriques à d'autres fréquences



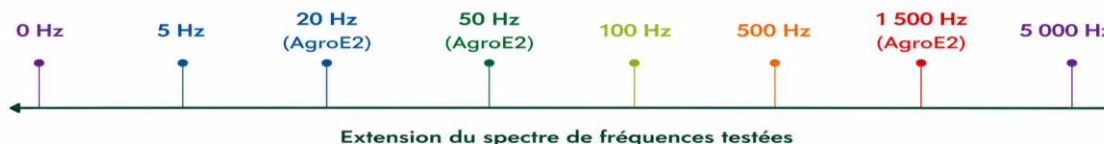
Objectifs du projet

- Explorer de nouvelles fréquences de stimulation électriques
- Mesurer les seuils de perception et les réponses des bovins
- Comparer les effets selon les fréquences
- Produire de nouvelles connaissances

APPROCHE EXPÉRIMENTALE : TESTS DE PERCEPTION PAR STIMULI ÉLECTRIQUES



NOUVELLES FRÉQUENCES ÉTUDIÉES DANS E4SB



INDICATEURS ÉVALUÉS



Partenaires du projet

Projets en construction

Projet ECOUTE : Comprendre les effets des perturbations électriques

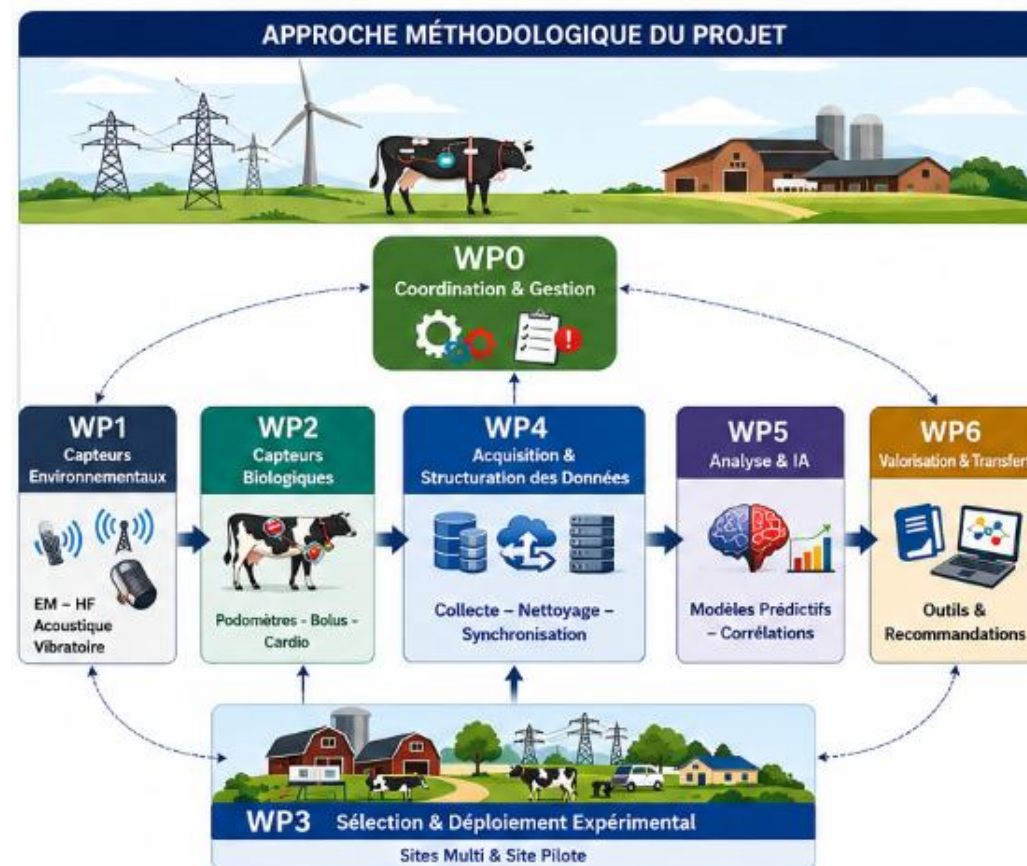
Problématique scientifique

Comment caractériser les interactions entre perturbations électriques et systèmes biologiques des animaux d'élevages ?



Objectifs du projet

- Caractériser l'environnement électromagnétique dans les exploitations
- Mesurer et quantifier l'exposition des animaux aux perturbations électriques et environnementales
- Coupler ces mesures avec des indicateurs physiologiques et comportementaux
- Développer des outils d'analyse de données multi-capteurs, basés sur l'intelligence artificielle



Partenaires du projet

Projets en construction

Projet MESURE : Jumeau numérique d'exploitation agricole

Problématique scientifique

Comment modéliser de manière robuste
et multi-échelle les phénomènes
électriques en milieu agricole ?



Objectifs du projet

- Un cadre de simulation multiphysique intégré de l'exploitation agricole
- Couplage entra modélisation électrotechnique et modèles bioélectriques animaux
- L'intégration de la variabilité inter- et intra-espèce dans la simulation
- La construction d'un jumeau numérique prédictif utilisable en phase de conception



Partenaires du projet

Merci de votre attention

Retrouvez les diaporamas de nos conférences
sur **idele.fr**



Venez échanger avec nos ingénieurs
sur notre
stand B08 (Hall 6)



Confédération
Nationale de l'Élevage

