



GUIDE « DIAGNOSTIC ÉLECTRIQUE EN ÉLEVAGE LAITIER »

Protocole et fiche d'intervention « type »

Méthodologie d'intervention d'un diagnostic
électrique centré sur la recherche des
courants électriques parasites à destination
des intervenants en élevage

(Version 2 publiée en 2026)

Le présent document est protégé par le droit d'auteur. Ainsi, toute reproduction intégrale ou partielle faite, par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'ensemble des partenaires du projet, co-auteurs du document, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Sommaire

Lexique.....	1
Table des abréviations.....	2
Contexte et objectifs du guide.....	3
I. Quatre niveaux d'intervention pour la prévention et la détection des courants électriques parasites.....	6
a) Vérification visuelle des risques électriques.....	7
Protocole d'intervention du niveau 0 : vérification visuelle.....	9
0- Mise en sécurité de l'intervenant.....	9
1- Vérification des circuits électriques principaux.....	9
b) Intervention de Niveau 1 : vérification de l'installation électrique.....	11
Protocole d'intervention de niveau 1 : premières mesures.....	11
2- Vérification de la prise de terre.....	11
3- Mesures des liaisons équipotentielles (niveau 1).....	15
4- Vérification des dimensionnements des dispositifs différentiels.....	16
5- Vérification de l'électrificateur de la ferme (niveau 1).....	17
Protocole d'intervention de niveau 2 : recherche approfondie des courants électriques parasites.....	18
6- Mesures approfondies des liaisons équipotentielles.....	18
7- Mesure des tensions de contact.....	19
8- Mesure des tensions de pas.....	20
9- Test des dispositifs différentiels (niveau 2).....	21
10- Vérification de l'électrificateur de la ferme (niveau 2).....	21
11- Vérification des tensions d'alimentation.....	22
12- Mesure des défauts d'isolement sur le tableau, par ligne.....	23
Protocole d'intervention de niveau 3 : mesures sur temps long avec enregistrement.....	25
c) Intervention de Niveau 3 :.....	25
13- Mesure des défauts d'isolement appareil par appareil.....	26
14- Enregistrement de mesures sur site.....	27
15- Mesures embarquées sur l'animal.....	27
II- Documents complémentaires.....	29
a) Fiche d'intervention.....	29
b) Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé.....	29
▪ Equipements de Protection Individuels (EPI).....	29
▪ Contrôleur d'installation électrique.....	30
▪ Multimètre portable graphique.....	30
▪ Pince ampèremétrique (ou pince multimètre).....	31

▪	Testeur de clôture	31
	Annexe 1 – Classification et codification des indices de protection des appareillages (norme NFC 15-100)	32
	Annexe 2 – Descriptif des types de différentiels en fonction des courants qu'ils peuvent détecter.....	33
	Annexe 3 – Fiche d'intervention : diagnostic électrique en élevage laitier.....	34
	Annexe 4 – Méthode retenue par le GPSE pour la recherche et mesures des tensions parasites dans les exploitations d'élevage (recherche approfondie de courants parasites).	41
	Annexe 5 : Protocole de mesure de la valeur de la prise de terre avec la méthode des 3P	45

Lexique

Les présentes définitions sont extraites de la norme NFC 15-100.

Appareillage : matériel électrique destiné à être relié à un circuit électrique en vue d'assurer une ou plusieurs des fonctions suivantes : protection, commande, sectionnement, connexion.

Boucle à fond de fouille : partie conductrice incorporée dans les fouilles de fondation du bâtiment, généralement en forme de boucle.

Borne principale de terre : borne prévue pour la connexion aux dispositifs de mise à la terre de conducteurs de protection, y compris les conducteurs d'équipotentialité et éventuellement les conducteurs assurant une mise à la terre fonctionnelle.

Canalisation d'alimentation (électrique) : ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques isolés, câbles ou jeux de barres et les éléments assurant leur fixation et, le cas échéant, leur protection mécanique.

Circuit (électrique/d'installation électrique) : ensemble des matériels électriques de l'installation électrique alimentés à partir de la même origine et protégés contre les surintensités par le ou les mêmes dispositifs de protection.

Conducteur de protection : conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes : masses, éléments conducteurs, borne principale de terre, prise de terre, point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel.

Conducteur principal de protection : conducteur de protection auquel sont reliés les conducteurs de protection des masses, les conducteurs de terre et éventuellement les conducteurs d'équipotentialité.

Courant de contact : courant électrique passant dans le corps humain ou dans celui d'un animal domestique ou d'élevage lorsqu'il est en contact avec une ou plusieurs parties accessibles d'une installation électrique ou de matériels électriques.

Courant de défaut : courant s'écoulant en un point de défaut donné, consécutivement à un défaut d'isolation.

Courant de défaut à la terre : courant de défaut qui s'écoule à la terre.

Courant de fuite : courant électrique qui, dans des conditions normales de fonctionnement, s'écoule à la terre ou dans des éléments conducteurs.

Disjoncteur : appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit.

Dispositif à courant différentiel-résiduel (DDR) : appareil mécanique ou association d'appareils destiné à provoquer l'ouverture des contacts quand le courant différentiel atteint, dans des conditions spécifiées, une valeur donnée.

Installation électrique : ensemble de matériels électriques associés ayant des caractéristiques coordonnées en vue d'une application donnée.

Interrupteur (mécanique) : appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris éventuellement les conditions spécifiées de surcharge en service, ainsi que de supporter pendant une durée spécifiée des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit.

Liaison équipotentielle : liaison électrique mettant au même potentiel, ou à des potentiels voisins, des masses et des éléments conducteurs.

Masse : partie conductrice accessible. Partie conductrice d'un matériel, susceptible d'être touchée, et qui n'est pas normalement sous tension, mais peut le devenir lorsque l'isolation principale est défectueuse.

Mettre à la terre : réaliser une liaison électrique entre un point donné d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel et une terre locale.

Prise de terre : partie conductrice, pouvant être incorporée dans le sol ou dans un milieu conducteur particulier, par exemple, béton ou coke, en contact électrique avec la Terre.

Sectionnement : fonction destinée à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation électrique en séparant l'installation électrique ou une partie de l'installation électrique, de toute source d'énergie électrique, pour des raisons de sécurité.

Tension de défaut : tension entre un point de défaut donné et la terre de référence, consécutivement à un défaut d'isolation.

Tension de contact : tension entre des parties conductrices quand elles sont touchées par une personne ou un animal domestique ou d'élevage.

Table des abréviations

DDR : dispositif à courant différentiel-résiduel **I Δ n** : intensité de déclenchement du différentiel **N** : neutre

PE : conducteur de protection (ou fil de protection)

Abréviations des unités de mesure des grandeurs électriques :

Abréviation	Unité	Grandeur mesurée
V (mV)	Volt (millivolt)	Tension
A (μ A/mA)	Ampère (micro/milliampère)	Intensité
Ω	Ohm	Résistance
Ω .m	Ohm par mètre	Résistivité
kW	Kilowatt	Puissance réelle
J	Joules	Energie électrique
Hz	Hertz	Fréquence

Contexte et objectifs du guide

Les courants électriques parasites suscitent de nombreuses interrogations. Face à ces phénomènes, les éleveurs laitiers, et leurs conseillers, se retrouvent parfois démunis et éprouvent des difficultés à identifier des solutions.

Les courants électriques parasites (aussi appelés « courants vagabonds ») sont des courants électriques dont la circulation n'est ni souhaitée, ni maîtrisée. Ces courants sont source d'inconfort et même de stress pour l'animal, et par conséquent pour l'éleveur.

Les courants parasites présents en élevage ont deux origines¹ :

- Une origine interne à l'élevage, liée aux nombreux équipements électriques et électroniques, structures et matériels métalliques présents sur l'exploitation.
Un dysfonctionnement des installations électriques et/ou des équipements de l'exploitation est souvent en cause (défaut de mise à la terre, absence de liaisons équipotentielles). Les intempéries, l'humidité, les poussières, les chocs et la corrosion (notamment par les lisiers, aliments et engrais) accélèrent leur dégradation et augmentent les risques d'incidents d'origine électrique.
- Une origine externe à l'élevage, liée aux équipements et réseaux électriques proches de l'exploitation agricole.

La présence de ligne à haute tension ou très haute tension (HT ou THT) par exemple, génère des champs électromagnétiques² pouvant interagir avec les structures métalliques à proximité et provoquer l'apparition de courants parasites (induction électrostatique ou magnétique).

En élevage, les courants parasites parcourent les éléments conducteurs, le sol et les structures métalliques de l'exploitation et peuvent accidentellement circuler dans le corps de l'animal. Les vaches laitières sont très sensibles à ces phénomènes, souvent imperceptibles par l'homme. Les études scientifiques¹ montrent que la résistance corporelle de la vache varie de 500 à 1000 ohms, contre 1000 à 5000 ohms pour l'homme.

En 2015, l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a publié, à la demande du Ministère de l'Agriculture, un rapport d'expertise sur les champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences³. Ce rapport aborde la question de courants parasites comme effets indirects des champs électromagnétiques. Plus de 300 publications scientifiques ont été analysées ainsi que les résultats d'une campagne de mesures en élevage.

La bibliographie montre que les courants parasites sont un agent de stress important pour les vaches laitières : ils perturbent le comportement des vaches avec des réponses de stress modérées à sévères (lever de pied, crispation, ...) pour des courants allant de 2 à plus de 6 mA.

En revanche, les études scientifiques ne permettent pas à l'Anses de conclure sur les effets des courants parasites sur les performances zootechniques et la santé des animaux en raison de résultats contradictoires entre observations en élevage et études en milieu contrôlé, et d'une méconnaissance des mécanismes en jeu.

¹ RIGALAMA K., DUVAUX-PONTER C., GALLOUIN F., ROUSSEL S., 2009. Les courants électriques parasites en élevage. Inra Prod. Anim., 22, 291-302.

² Un champ électromagnétique est associé à l'existence simultanée de deux champs vectoriels : un champ électrique et un champ magnétique qui se caractérisent par leur amplitude, leur direction et leur sens. Ces deux champs ont une origine commune qui est la charge électrique ; le champ électrique étant associé à l'existence d'une charge électrique alors que le champ magnétique est associé au mouvement de cette charge (source : Anses, 2015).

³ Anses, 2015. Conséquences des champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences sur la santé animale et les performances zootechniques. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT2013sa0037Ra.pdf>

La vérification de l'installation électrique est une première étape indispensable à la prévention des courants électriques parasites. En 2006, le CROCIT Bretagne a établi un protocole de diagnostic intitulé « *Protection électrique du bloc traite* », centré sur les différents locaux de l'élevage laitier en lien avec la traite (salle de traite, local de stockage du lait, local des machines etc.).

Le CNIEL a initié et financé, en 2016-2018, des travaux sur les courants électriques parasites afin de détecter et résoudre ces phénomènes en élevage laitier. A partir du diagnostic du CROCIT Bretagne, le groupe de travail (p.5) a souhaité poursuivre cette démarche en élargissant ce diagnostic au logement des vaches laitières, avec la volonté de diffuser cette démarche au niveau national. Il a construit une méthode d'intervention « Diagnostic électrique en élevage laitier » publié en 2018.

D'autres rapports institutionnels ont porté sur le sujet : en 2021 l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST) a publié un rapport intitulé « L'impact des champs électromagnétiques sur la santé des animaux d'élevage », et l'Anses une saisine, « Imputabilité à un champ d'éoliennes d'effets rapportés dans deux élevages bovins ». À la suite d'une enquête nationale, le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER) a également publié en 2024 un rapport sur la « Caractérisation de l'impact sur les activités d'élevage des antennes téléphoniques, installations électriques et éoliennes »⁴. Ces rapports insistent sur la nécessité de mettre en place des protocoles de suivi scientifiques, et de poursuivre la recherche sur ce sujet.

Face aux difficultés persistantes sur cette thématique, dès 2022, à la demande de la CNE, un travail animé par l'Institut de l'Élevage avec divers partenaires (p. 5) a permis, dans un premier temps, de réaliser un état des lieux des pratiques de diagnostics électriques en élevage par des enquêtes auprès des intervenants. Ces enquêtes ont révélé des différences dans les protocoles, dans les seuils et dans les références utilisées lors de ces diagnostics. Des groupes d'experts se sont ensuite réunis pour travailler à l'harmonisation du protocole de diagnostic électrique, en repartant de la méthode d'intervention publiée par le CNIEL en 2018. A l'issue de plusieurs réunions d'échanges, des modifications ont été apportées au diagnostic original et ont conduit à la publication du présent guide.

En parallèle, des travaux ont été menés sur la conception d'outils de mesure embarqués sur l'animal, ainsi que sur la mise au point d'un diagnostic comportemental.

Objectif du guide

→ Fournir aux intervenants en élevage un protocole et une fiche d'intervention « type » pour la réalisation dans les fermes laitières d'un diagnostic électrique centré sur les courants électriques parasites.

Ce diagnostic a pour objectif de procéder à une vérification de l'installation électrique, de détecter la présence des courants électriques parasites et, le cas échéant, leurs origines sur l'élevage.

Ce diagnostic concerne les différents locaux de l'élevage laitier, du bloc traite (salle de traite, local de stockage du lait, local machines, ...) à la stabulation des vaches laitières. A la demande de l'éleveur, le diagnostic peut concerner l'élevage dans sa globalité ou être orienté spécifiquement vers un local de l'exploitation (bloc traite ou stabulation uniquement).

⁴ Rapport de l'OPECST : [L'impact des champs électromagnétiques sur la santé des animaux d'élevage - Sénat](#)

Saisine de l'Anses : [AVIS et RAPPORT de l'Anses relatif à l'imputabilité à la présence de champs d'éoliennes de troubles déclarés dans deux élevages de bovins](#)

Rapport du CGAAER : [Caractérisation de l'impact sur les activités d'élevage des antennes téléphoniques, installations électriques et éoliennes | Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire](#)

Cible du guide

→ *Intervenants en élevage ayant des compétences électriques préalables (formation initiale) et titulaire d'un titre d'habilitation⁵ électrique adapté aux opérations générales effectuées en basse tension (habilitation BR, BE Essai et/ou Mesurage et/ou Vérification).*

Ce guide s'adresse donc uniquement aux personnes formées et habilitées à réaliser des mesures électriques en élevage, et équipées du matériel adéquat.

Formation

Toute personne s'appuyant sur ce guide devra avoir été formée à son utilisation.

Avertissements

Ce diagnostic électrique n'entre pas dans le cadre des obligations réglementaires imposées par le code du travail (décrets n°2010-1016, 2010-1017, 2010-1018 du 30 août 2010) ou par la réglementation des installations classées. Ces réglementations imposent que les contrôles soient réalisés par des organismes accrédités par le COFRAC (Comité Français d'accréditation).

Le diagnostic n'inclut aucune modification de l'installation électrique. A l'issue du diagnostic, l'intervenant relève les défauts de l'installation électrique et les risques pour les animaux et les personnes. A la fin du diagnostic, l'intervenant fournit à l'éleveur un compte-rendu d'intervention contenant ses conclusions et ses recommandations d'amélioration. Il appartient à l'éleveur de contacter son électricien pour tous travaux qu'il jugera bon de réaliser.

Groupe de travail

En 2017, le CNIEL a constitué un groupe de travail réunissant des professionnels de l'électricité, de la traite, du bâtiment et de la santé animale. Il rassemble des experts des chambres d'agriculture des Hauts de France et de Loire Atlantique, du CLASEL (groupe Seenergi), du CROCIT Bretagne, du GDS Bretagne et de l'Institut de l'Élevage. Les experts du GPSE⁴ (Groupement Permanent de Sécurité Electrique) ont également été consultés au cours de ce travail.

En 2022, le nouveau groupe était constitué de l'Institut de l'élevage, de l'Université de Limoges, de RTE, des chambres d'agriculture des Pays de la Loire et de Bretagne, d'Innoval, du CROCIT Bretagne, de Reso Caen, du GPSE, ainsi que de Jean Marie Devimeux, Luc Leroy et Patrick Périssat.

⁵ L'habilitation est la reconnaissance par l'employeur de la capacité d'une personne placée sous son autorité à accomplir ses tâches en sécurité vis-à-vis des risques électriques. Cette habilitation peut être révisée tous les 2 ou 3 ans et à chaque fois que nécessaire (fréquence des journées de « recyclage » fixée par l'employeur).

Quatre niveaux d'intervention pour la prévention et la détection des courants électriques parasites

La prévention des courants électriques parasites passe par quatre niveaux d'intervention :

- **Une vérification visuelle** des risques électriques :
 - Vérification du tableau et de la prise de terre
 - Echanges avec l'éleveur
 - Observation des animaux (confirmer ou infirmer l'hypothèse électrique)
- **Un diagnostic de niveau 1 : mesures de base,**
 - Mesures de la prise de Terre
 - Mesure des principales liaisons équipotentielles
 - Vérification visuelle des dispositifs différentiels
 - Vérification de l'électrificateur (positionnement, qualité d'isolement)
- **Un diagnostic de niveau 2 : recherche approfondie de courants électriques parasites en cas de problèmes**
 - Mesures approfondies des liaisons équipotentielles
 - Mesure des tensions de contacts (et de pas)
 - Test des dispositifs différentiels (temps et seuil de déclenchement)
 - Mesure de tension de l'électrificateur
 - Mesures d'isolement rapide sur le tableau, par ligne
- **Un diagnostic de niveau 3 :**

Ce dernier niveau permet des mesures avec des enregistrements sur des temps longs (courants de fuite, tensions de contact), dans l'exploitation mais aussi sur l'animal.

La « vérification de base » peut être proposée par un conseiller d'élevage habilité BT-BR au cours d'une intervention ayant un autre objet (lors d'un contrôle machine à traire type Certi'Traite® par exemple).

Le diagnostic de niveau 1, de niveau 2 et de niveau 3 font l'objet d'une intervention à part entière. Face à un problème d'ordre électrique, l'éleveur peut solliciter l'une de ces interventions.

Ces diagnostics sont à mettre en place par étape. On ne passe pas au niveau supérieur tant que le diagnostic précédent n'a pas été mis en place. La vérification simplifiée et le diagnostic de niveau 1 entrent dans le cadre d'un contrôle de routine, sans suspicion de problème électrique par l'éleveur.

Le niveau 2 intervient en cas de suspicion de problème électrique, lorsque les niveaux précédents ont été déployés.

Enfin le niveau 3 intervient lorsque les problèmes persistent après les mesures de niveau 2. Les enregistrements sur le long terme peuvent permettre de mesurer des phénomènes non observables à l'échelle d'une intervention d'un jour.

Le « *Diagnostic électrique en élevage laitier* » (niveau 1 et 2) s'appuie sur le protocole du diagnostic « *Protection électrique du bloc traite* » établi par le CROCIT Bretagne et l'expertise du groupe de travail réuni par le CNIEL et ayant travaillé à l'élaboration de ce guide et complété ensuite par le groupe de travail mis en place en 2022 dans le cadre du projet financé par la CNE et le CNIEL et piloté par l'Institut de l'élevage.

a) Vérification visuelle des risques électriques

Objet de l'intervention.

Afin d'assurer la sécurité de l'intervenant et de repérer l'ensemble de l'installation électrique, une vérification visuelle de l'état du tableau, et des circuits est nécessaire. Elle sera accompagnée d'une discussion avec l'éleveur et d'observations des animaux. Cette vérification de « base » doit permettre de détecter un problème apparemment d'ordre électrique dans les élevages. En cas de défaut, un diagnostic de « niveau 1 » ou de « niveau 2 » doit être proposé à l'éleveur.

Contenu de l'intervention.

Cette vérification simplifiée porte sur des observations visuelles de l'armoire et des circuits, ainsi que d'un échange avec l'éleveur, et une observation du troupeau, pour confirmer ou infirmer l'hypothèse électrique.

Durée de l'intervention : 30 minutes à 1 heure.

Discussion et observation des animaux.

Les questions doivent essentiellement porter sur la traite, la buvée et l'aire de vie. Ce sont les zones considérées comme les plus à risque, et donc celles sur lesquelles devront se concentrer les observations. Il n'existe pas de comportements spécifiques des animaux lors des situations de courants parasites. Cependant, certains comportements peuvent dans certains cas indiquer la présence de courants parasites. Les observations permettent ensuite de mieux cibler les mesures, en vérifiant la présence de défauts électriques dans les zones soupçonnées.

Le tableau suivant pourra également servir de base pour les observations et la discussion avec l'éleveur.

Principal lieu d'occurrence	Catégorie du comportement	Comportement	Description
Abreuvoir	Alimentation	Lape pour boire	Bois en utilisant la langue
Abreuvoir	Alimentation	Séquence "lape+boit normalement"	Commence à s'hydrater en lapan puis finit en buvant normalement (le museau plongé dans l'eau)
Abreuvoir	Alimentation	Réticence à boire dans un abreuvoir métallique	Hésite à aller boire dans l'abreuvoir/Mets un temps plus long pour l'approcher/Temps de consommation bref
Aire de repos	Mobilité	Regroupement dans une zone de l'aire de repos	Se regroupent dans une zone de l'aire de repos
Traite	Mobilité	Réticence à quitter le bâtiment/robot	Hésite à sortir du bâtiment de traite/Mets un temps plus long pour en sortir/Doit être forcée par l'éleveur pour sortir
Aire de repos	Mobilité	Evitement d'une zone dans l'aire de repos	Evitent ou ne fréquentent pas une zone de l'aire de repos
Aire de repos	Mobilité	Hausse d'activité	Hausse de l'activité, agitation, diminution du temps de repos
Traite	Mobilité	Réticence à entrer dans le bâtiment/le robot	Hésite à rentrer dans le bâtiment de traite/Mets un temps plus long pour y rentrer/Doit être forcée par l'éleveur pour rentrer
Traite	Mobilité	Quitte rapidement le bâtiment/le robot	Montre un comportement de fuite en entrant dans le bâtiment de traite
Traite	Maintenance	Défécation	Production de déchet (ici bouse)
Traite	Maintenance	Miction	Production de déchet (ici urine)
Traite	Stéréotypies / réactions corporelles	Levé/Coups de sabots	Lève une de ses 4 pattes et/ou frappe dans le vide avec l'une de ses pattes
Traite	Stéréotypies / réactions corporelles	Tressaillement	Secousses musculaires et tremblements qui agitent brusquement le corps de la vache
Traite	Stéréotypies / réactions corporelles	Dandinement	Se balance de gauche à droite en se reposant alternativement sur ses pattes droites et gauches

Tableau 1 : Principaux comportements pouvant être observés en cas de problèmes de courants parasites

Protocole d'intervention du niveau 0 : vérification visuelle

0- Mise en sécurité de l'intervenant

Le diagnostic doit être mis en œuvre par une personne ayant des compétences électriques préalables (formation initiale) et titulaire d'un titre d'habilitation électrique adapté aux opérations générales effectuées en basse tension (habilitation BR ou BE).

Pour intervenir en basse tension et se prévenir du risque électrique, il est recommandé de porter les Equipements de Protection Individuels (EPI) appropriés (cf. *II.d. Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé*, p. 21). Les conditions de mise en œuvre, le choix et l'utilisation des EPI sont définis par l'employeur après analyse du risque en respectant les principes généraux de prévention.

En début d'intervention, vérifier la valeur du courant de fuite. Cette étape permet de vérifier la mise en sécurité de l'opérateur pour la suite des opérations. C'est une mesure de sécurité indispensable.

NB. Pour une protection différentielle de 30 mA, le courant de fuite ne doit pas dépasser 10 mA (*norme NF C15-100, 314.1*).

1- Vérification des circuits électriques principaux

Au préalable, consulter le schéma électrique de l'élevage. Dans la mesure du possible, demander à l'éleveur de vous le mettre à disposition dès la prise de rendez-vous.

Tout utilisateur (ici l'éleveur) doit pouvoir fournir un schéma d'ensemble, complet et à jour (*norme NFC 15-100, partie 5-51*).

NB. Il arrive fréquemment que le schéma électrique n'existe pas ou ne soit pas à jour. C'est une cause majeure de perte de temps et d'efficacité lors du diagnostic.

- *Armoires/coffrets électriques*

Dans un premier temps, observer l'état et le positionnement des armoires électriques. Le mauvais état des armoires électriques ou leur positionnement à des emplacements exposés (ex. fosse de traite) peut provoquer des courts circuits ou défauts d'isolement susceptibles de provoquer des incendies ou d'être préjudiciables à la sécurité des personnes.

Evaluer les points suivants :

- Propreté extérieure : les armoires, coffrets, boîtes de dérivation doivent être propres, exempts de poussières importantes, toiles d'araignées, etc.
- Fermeture du boîtier : les portes des armoires ou couvercles des coffrets doivent être correctement fermés avec des dispositifs de fermetures opérationnels (clefs à proximité mais non sur l'armoire).
- Intégrité du boîtier : les portes des armoires ou couvercles des coffrets doivent être en bon état, avec absence de fissures ou de traces de chocs.
- Propreté intérieure : l'intérieur des coffrets doit être propre et ne doit pas être utilisé comme espace de rangement (ex : médicaments).
- Identification des protections : les protections présentes dans l'armoire (disjoncteurs, coupe circuit, ...) doivent être identifiées par un marquage. Vérifier la bonne correspondance de ce marquage avec les informations présentes dans le schéma électrique.
- Protection des courts circuits : vérifier que le calibre des fusibles et disjoncteurs correspond aux câbles en aval (tableau 1). Les câbles utilisés entre deux coffrets de distribution ne doivent pas provoquer une chute de tension de plus de 2% (en triphasé). La vérification concerne les câbles entre le compteur

Enedis (EDF) et l'armoire générale du bloc traite, ainsi que les câbles d'alimentation des différents équipements électriques faisant l'objet du diagnostic.

- *Câbles et conducteurs*

Les câbles doivent être solidement fixés et protégés contre les chocs mécaniques (goulottes ou chemins de câbles). Ils doivent être hors de portée des animaux d'élevage.

Tableau 2 : Longueurs maximales des conducteurs en cuivre en alimentation triphasée, entre l'AGCP et le tableau de répartition en fonction de leur section, du courant assigné de l'AGCP et d'une chute de tension de 2 % (NF C 15-100, août 2024)

	2,5 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²	70 mm ²	95 mm ²	120 mm ²
10 A	50 m	120 m	200 m	320 m	500 m	700 m	1000 m	-	-	-
30 A	X	X	66 m	106 m	166 m	234 m	334 m	466 m	634 m	800 m
45 A	X	X	44 m	72 m	112 m	156 m	222 m	312 m	422 m	534 m
60 A	X	X	X	54 m	84 m	116 m	166 m	234 m	316 m	400 m
90 A	X	X	X	X	56 m	78 m	112 m	156 m	212 m	266 m

- *Indices de protection*

L'indice de protection des appareillages doit correspondre au milieu et à l'usage.

L'indice de protection d'un appareillage est défini selon le degré de protection contre la pénétration de corps solides étrangers et contre la pénétration de l'eau (code IP ; tableaux 1 et 2 de l'annexe 1 p.23) et, selon le degré de protection aux chocs mécaniques (code IK ; tableau 3 de l'annexe 1 p.23). Le premier chiffre du code IP correspond à l'indice pour la pénétration des corps solides ; le second chiffre correspond à l'indice pour la pénétration de l'eau. Les équipements constituant l'installation électrique d'un bâtiment agricole doivent disposer d'un indice de protection **IP 44**.

Dans les parties humides de l'élevage (laiterie, stabulation), il est conseillé d'avoir au minimum un indice de protection **IP 45** (protection contre les jets d'eau). Une protection **IK 07** est très souhaitable mais non obligatoire (protection mécanique contre les chocs de deux joules). Dans les endroits qui contiennent des quantités importantes de matière hautement inflammable (paille, foin, combustible, etc.), un indice de protection IP5X est requis.

En milieu sec (ex. bureau, local technique), une protection IP 21 peut suffire.

Vérifier les indices de protection des appareillages suivants :

- Armoires et coffrets électriques,
- Boîte de dérivation,
- Prises de courants et interrupteurs,
- Luminaires.

b) Intervention de Niveau 1 : vérification de l'installation électrique

Objet de l'intervention.

Le 1^{er} niveau du « *Diagnostic électrique en élevage laitier* » consiste à procéder à une vérification de l'installation électrique afin de garantir la protection des personnes, des animaux, du matériel et des bâtiments vis-à-vis du risque électrique. Il doit permettre de détecter la présence de défaut susceptible d'engendrer l'apparition de courants électriques parasites.

Contenu de l'intervention.

Le diagnostic de niveau 1 comprend les mesures suivantes :

- Mesure de la prise de terre,
- Mesure des principales liaisons équipotentielle*,
- Vérification visuelle du dimensionnement des dispositifs différentiels,
- Vérification de l'électrificateur (positionnement, qualité d'isolement).

* Les mesures des liaisons équipotentielles sont réalisées dans le bloc traite principalement. Dans la stabulation, l'intervenant se restreint à quelques mesures orientées par les observations de l'éleveur sur le comportement des animaux dans le bâtiment (ex. fréquentation des logettes et des abreuvoirs). L'approfondissement des mesures des liaisons équipotentielles fait l'objet du diagnostic de niveau 2.

A la demande de l'éleveur, le diagnostic peut concerner les différents locaux de l'élevage laitier ou être orienté spécifiquement vers le bloc traite (salle de traite, local de stockage du lait, local machines, ...) ou la stabulation.

Durée de l'intervention : environ 3 heures

Protocole d'intervention de niveau 1 : premières mesures

2- Vérification de la prise de terre

La résistance de la terre correspond à sa capacité à s'opposer à la circulation du courant électrique et est exprimée en Ohm (Ω). La résistivité d'un sol correspond à la résistance d'un tronçon de sol de 1 mètre de longueur et de 1 m² de section et est exprimée en Ohm par mètre ($\Omega.m$). Une prise de terre correcte permet un bon écoulement des courants de défaut. La valeur de sa résistance est primordiale dans la chaîne de sécurité. Couplée à un interrupteur différentiel, la mise à la terre permet de limiter les tensions de contact et écarte tout danger pour les usagers et animaux.

Remarques. La solution à privilégier est la boucle à fond de fouille (norme NF C 15-100, 542.2.3.1). De préférence, la prise de terre ne doit pas être bétonnée, elle doit être éloignée de toute arrivée d'eau et séparée de l'alimentation électrique.

Remarques₂. La résistivité d'un sol dépend de sa nature et de sa composition (Tableau 2), du taux d'humidité et de la température du sol (ex. le gel ou la sécheresse augmentent la résistivité du sol). Elle varie selon les saisons et les conditions météorologiques de mesure.

Tableau 3 : Valeur moyenne de résistivité des sols (norme NFC 15-100)

Nature du sol	Valeur de la résistivité moyenne ($\Omega.m$)	Nature du sol	Valeur de la résistivité moyenne ($\Omega.m$)
Sol marécageux	0-30	Sol pierreux recouvert de gazon	300-500
Limon	20-100	Sol calcaire tendre	100-500
Humus	10-150	Calcaires fissurées	500-1000
Tourbe humide	5-100	Sol calcaire compact	1000-5000
Argile plastique	50	Schiste	50-300
Marnes et argiles compactes	100-200	Micaschiste	800
Marnes du jurassiques	30-40	Granit et grès	1000-5000
Sable argileux	50-500	Granit et grès en altération	1500-10000
Sol pierreux nu	1500-3000	Granit et grès altérés	100-600

- *Présence d'une prise de terre unique*

Vérifier la présence d'une seule terre générale, spécifique au bâtiment d'élevage. L'ensemble des équipements électriques doit être rattaché à cette prise de terre.

Dans le cas où des panneaux photovoltaïques sont positionnés sur un bâtiment de l'exploitation, la terre des masses métalliques des panneaux doit impérativement être reliée à la terre de l'exploitation. L'interconnexion des prises de terre est recommandée pour limiter au maximum les différences de potentiel.

Recommandation. Dans le cas où il y aurait plusieurs terres sur l'élevage, relayer les différentes terres entre elles par une liaison équipotentielle.

- *Positionnement de la prise de terre*

La prise de terre de l'exploitation doit être positionnée à une distance d'au moins 8 m de la prise de terre Enedis, et il ne doit pas y avoir de bâtiment entre les deux. On parle ici de la prise de terre des masses métalliques du poste ou du transformateur Enedis, qui permet l'écoulement du défaut en cas de défaut d'isolement dessus. **Cela permet de limiter les risques d'interférences et de circulation de courants entre les prises de terre.**

Dans la conception de la prise de terre dans son ensemble, il est aussi important de pouvoir déconnecter les prises de terre individuellement pour ensuite mieux identifier l'origine d'un problème.

Attention également à la position de la prise de terre par rapport aux variateurs de fréquence présents dans l'élevage. Les variateurs de fréquence utilisent des convertisseurs électroniques (redresseurs et onduleurs) pour produire une tension et une fréquence variables. Ce processus génère des harmoniques, qui sont des signaux à plus haute fréquence. Les variations rapides de tension générées par les variateurs de fréquences induisent des courants de fuite ou des courants vagabonds dans les terres, câbles blindés ou structures métalliques. Aucune étude montrent l'impact de ces harmoniques sur les animaux.

- *Barrette de coupure*

Vérifier la présence d'une barrette de coupure ou, par défaut, d'un moyen de coupure. Chaque conducteur connecté à la borne principale de terre doit pouvoir être déconnecté individuellement et seulement à l'aide d'un outil.

Remarque : le dessous de la barrette correspond à l'arrivée du puits de terre. Aucune connexion d'équipotentialité ne doit être faite en ce point.

- *Dimensionnement du conducteur*

Vérifier le dimensionnement du fil conducteur et sa nature (cuivre). Sa section doit être au minimum de 25 mm² jusqu'à la barrette de terre en câble nu ou de 16 mm² en câble isolé.

- *Mesure du courant de fuite*

Cette étape permet de vérifier la mise en sécurité de l'opérateur pour la suite des opérations (notamment lors des mesures en barrette ouverte). C'est une mesure de sécurité indispensable.

La mesure des courants de fuite est réalisée à l'aide d'une pince ampèremétrique soit sur :

- La barrette de terre ou à défaut sur le câble principal de terre,
- Les trois phases et neutre de l'arrivée au boîtier principal.

En l'absence de courants de fuite, la valeur du courant qui circule dans la barrette de terre doit être proche de 0 mA. Au-delà de 15 mA, les courants de fuite peuvent déclencher le dispositif de protection différentiel.

S'il y a des courants de fuite, c'est qu'il y a des défauts, mais aussi qu'ils sont bien évacués. Lors de la mesure à la pince ampèremétrique, il faut faire attention à ce que les autres fils soient suffisamment éloignés pour ne pas être pris en compte lors de la mesure. Dans tous les cas les résultats de ces mesures sont à considérer avec précaution, et à analyser avec les autres.

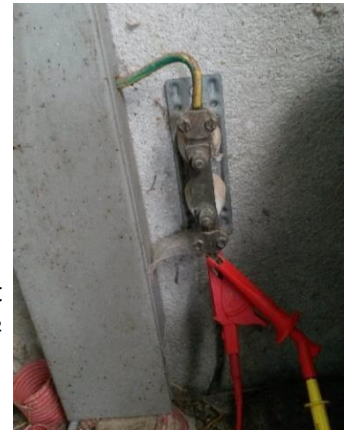
NB. Pour une protection différentielle de 30 mA, le courant de fuite ne doit pas dépasser 10 mA (norme NF C15-100, 314.1).

NB₂. Dans le cas d'une installation comportant des variateurs de fréquence, les différentiels sont de type Si (immunisation complémentaire aux déclenchements intempestifs). Dans ce cas, on peut parfois constater des courants de fuite supérieurs à 10 mA pour une protection différentielle de 30mA.

- *Mesure de la valeur de terre barrette fermée*

La mesure de la terre barrette fermée est réalisée avec un appareil adapté utilisant une ou deux sondes déportées (cf. II.d. *Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé*, p. 29). Pour éviter toute influence, veiller à éloigner la ou les sondes de toute zone de potentiel : éloignement respectif des masses et des éléments conducteurs. (cf protocole sur la méthode des 3P en annexe)

Réaliser une première fois la mesure, puis déplacer la sonde et répéter la mesure. Si la valeur mesurée reste inchangée, cela signifie que la distance est suffisante. Dans le cas contraire, déplacer la sonde jusqu'à ce que la valeur se stabilise. Consulter la notice d'utilisation de votre appareil de mesure pour établir la distance adéquate de la ou des sondes par rapport à la prise de terre.



Barrette de coupure

En élevage, la valeur mesurée doit être inférieure ou égale à 18 Ohms afin d'assurer un confort optimal pour les animaux pendant la traite. Dans les installations comprenant des variateurs de fréquence ou des antennes d'identification, on peut être amené à recommander une valeur de terre plus basse.

Remarques. Pour une habitation, on se contente d'une valeur en général inférieure à 50 ohms (100 ohms si l'ensemble de l'installation est protégé par un différentiel de 30 mA). Cette valeur parfaitement admissible pour des humains est beaucoup trop élevée pour des ruminants et des bovins en particulier (résistance électrique de 500 à 1000 Ω contre 1000 à 5000 Ω pour l'Homme).

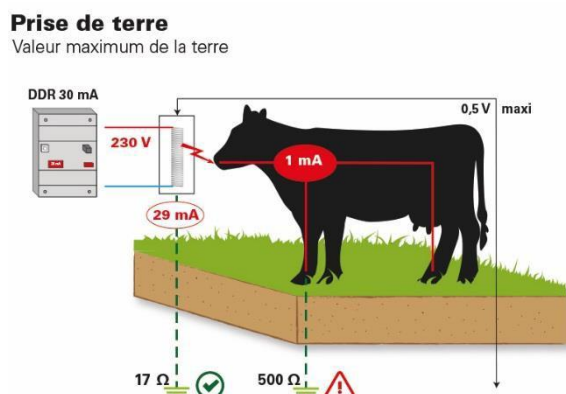


Schéma explicatif de la valeur de résistance de la terre pour le confort optimal des bovins : Source. Cniel, inspiré du CROCIT Bretagne

- *Mesure de la valeur de terre barrette ouverte (telluromètre)*

Cette mesure permet de déterminer la valeur réelle de la terre sans perturbation par la mise en parallèle des masses métalliques (tuyaux, stalles, etc.).

La mesure de la terre barrette ouverte est réalisée avec un appareil adapté utilisant une ou deux sondes déportées (cf. II.d. *Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé*, p. 29). Pour éviter toute influence, veiller à placer la ou les sondes en dehors de toute zone de potentiel : éloignement respectif des masses et des éléments conducteurs.

Réaliser une première fois la mesure, déplacer la sonde et répéter la mesure. Si la valeur mesurée reste inchangée, cela signifie que la distance est suffisante. Dans le cas contraire, déplacer la sonde jusqu'à ce que la valeur se stabilise. Consulter la notice d'utilisation de votre appareil pour établir la distance adéquate de la ou des sondes par rapport à la prise de terre.

En élevage, la valeur mesurée doit être inférieure ou égale à 18 Ohms afin d'assurer un confort optimal pour les animaux pendant la traite. Dans les installations comprenant des variateurs de fréquence ou des antennes d'identification, on peut être amené à recommander une valeur de terre plus basse.

- *Mesure de l'impédance de boucle*

La mesure de l'impédance de boucle est réalisée sur une prise monophasée ou au niveau du neutre du TGBT (tableau général basse tension).

L'impédance de la boucle neutre et terre (N-PE) donne la somme des résistances de la terre de l'installation et de la terre du transformateur HT/BT ⁶.

Si à cette mesure on soustrait la valeur de terre barrette fermée, on peut estimer la valeur de la terre du transformateur HT/BT. Si la valeur estimée est nettement supérieure à 15 Ω , on peut recommander à l'éleveur de demander une expertise complémentaire d'Enedis.

⁶ HT/BT : Haute Tension / Basse Tension

La valeur obtenue par comparaison est une valeur approchée, d'autres facteurs peuvent entrer en ligne de compte suivant la constitution de la prise de terre. Il sera donc possible de demander une expertise à ENEDIS ou à un autre distributeur d'énergie, avec prudence dans l'attente de leur propre mesure de prise de terre du neutre.

3- Mesures des liaisons équipotentielles (niveau 1)

Une liaison équipotentielle consiste à relier ensemble des éléments métalliques conducteurs accessibles afin qu'il n'existe aucune différence de potentiel entre eux.

Le fait de relier toutes les parties métalliques entre elles et de les diriger vers une terre unique doit limiter les problèmes d'origine électrique. Les courants de défaut doivent s'écouler facilement à la terre. La mesure de continuité vérifie la faible résistance du circuit de masse à la prise de terre pour assurer une protection efficace. Cette résistance doit être inférieure à 2 Ohms (norme NF C 15-100).

Les éléments à relier à la terre sont :

- Les masses métalliques accessibles,
- Les masses des appareils de classe I ⁷,
- Les contacts de terre des socles de prises de courant ⁸.

Dans l'intervention de niveau 1, les mesures des liaisons équipotentielles sont réalisées dans le bloc traite : local de stockage du lait, salle de traite/robot de traite et parc d'attente, local technique.

Local de stockage du lait :

Tank à lait
Chauffe-eau
Automate de lavage
Bac de lavage
Evier(s)
- ...

Salle de traite et parc d'attente :

Pompe à vide, pompe à lait
Stalles (lices avant et lices arrière)
Rives de quai
Lactoducs
Contention du parc d'attente
- ...

Robot(s) de traite :

Bras de traite
Auge
Portillons (entrée/sortie)
- ...

Dans la stabulation, l'intervenant se restreint à quelques mesures orientées par les observations de l'éleveur sur le comportement des animaux dans le bâtiment (exemple : logettes « désertées » par les vaches).

Pour plus de détails, se référer à la fiche d'intervention (p.34).

- *Dimensionnement du conducteur principal de protection*

Le conducteur principal se situe entre la barrette de terre et le répartiteur de terre du tableau de répartition.

La section du câble principal doit être supérieure ou égale à la section des câbles d'alimentation principaux avec un minimum de 10 mm². Pour les câbles d'alimentation supérieurs à 16 mm², la section du conducteur principal doit être de 16 mm².

⁷ Les appareils de classe I sont ceux qui comportent une isolation principale en toutes leurs parties et un ensemble de dispositions permettant de relier leurs parties métalliques accessibles à un conducteur de terre.

⁸ Des prises de courant sans contact de terre peuvent être installées si elles sont alimentées individuellement par un transformateur de séparation.

- *Dimensionnement des liaisons équipotentielle principales*

Les liaisons équipotentielles principales relient entre elles :

- La borne de terre,
- Les structures métalliques du bâtiment,
- Toutes les masses métalliques.

La section de la liaison équipotentielle principale doit être réalisée avec un conducteur supérieur ou égal à 6 mm².

- *Dimensionnement des conducteurs de protection des différents circuits*

Les conducteurs de protection permettent de connecter les équipements électriques et les prises de courant à la terre générale.

Chaque canalisation doit comporter un conducteur de protection d'une section égale à celle des conducteurs actifs.

- *Couleur des câbles de protection*

Les câbles isolés utilisés pour réaliser les liaisons équipotentielles doivent être de **couleur vert/jaune** (couleur normalisée du fil de terre).

- *Continuité des équipements électriques et des masses métalliques*

Procéder à la vérification de la continuité entre la barrette de terre et les différents points des masses électriques et masses métalliques des équipements concernés. Ses mesures sont réalisées avec un contrôleur d'installation électrique (cf. II.d. *Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé*, p.29).

La continuité sera satisfaisante lorsque la résistance entre les deux points sera inférieure ou égale à 2 Ohms.

4- Vérification des dimensionnements des dispositifs différentiels

Le dispositif différentiel à courant résiduel (DDR) interrompt la circulation de courants de défaut lorsque ceux-ci atteignent des valeurs qui ne sont plus compatibles avec la sécurité, compte tenu de la valeur de la terre. Il comprend les disjoncteurs différentiels et les interrupteurs différentiels. Il existe différents types de différentiels en fonction des courants qu'ils peuvent détecter (annexe 2, p 33.).

- *Dimensionnement des différentiels*

Tous les équipements fixes se trouvant dans un local humide (ex. salle de traite, laiterie) doivent être protégés par un différentiel de 30 mA.

Toutes les prises de courant doivent être protégées par un différentiel de 30 mA.

Les autres équipements fixes se trouvant dans des endroits secs peuvent être protégés par un différentiel de 300 mA. Il est toutefois souhaitable de les protéger par un différentiel de 30 mA pour éviter une tension de contact supérieure à 0.5 V dans la mesure où la valeur de la terre est inférieure à 18 Ohms (seuil de perception des vaches).

- *Protection des équipements et des prises*

Tous les équipements électriques et prises de courant de l'élevage doivent être raccordés à un différentiel adapté (se référer au paragraphe « *Dimensionnement des différentiels* »).

5- Vérification de l'électrificateur de la ferme (niveau 1)

La clôture électrique est un système en circuit fermé (grâce aux piquets isolants ou aux isolateurs) où le courant est transmis par les fils. Au contact de la végétation ou d'un animal, le courant passe par le sol et revient à l'appareil par l'intermédiaire des piquets de terre.

La plupart des clôtures électriques ont une tension de sortie à vide d'environ 10 000 volts. La tension sous charge (résistance approximative de 500 Ω) est comprise entre 5 000 et 10 000 V selon les marques et les modèles (se référer à la notice du matériel).

L'énergie d'impulsion est l'énergie maximale de l'impulsion qu'envoie un appareil à la clôture (« force de frappe » de la clôture) et s'exprime en Joules.

Un électrificateur possède au minimum une borne « terre » et une borne « clôture », qui peut être complétée par une seconde borne dite « tension réduite ».



Dans l'intervention de niveau 1, la vérification de la clôture consiste à observer et évaluer le bon positionnement des divers composants de la (ou les) clôture(s) électrique(s), et à déceler d'éventuels courants parasites liés à son fonctionnement à un temps donné.

- *Positionnement de la prise de terre, de l'électrificateur et des clôtures*

La prise de terre de la clôture doit être éloignée d'au moins 25 m de la terre du bâtiment d'élevage pour ne pas affecter le circuit de terre de celui-ci. La prise de terre doit également être éloignée de tout équipement conducteur : structure métallique, réseau d'eau... On recommande 1 piquet de terre d'1 m de profondeur par Joule de puissance du poste.

Les stabulations et la salle de traite ne doivent pas se trouver sur le chemin entre la prise de terre de la clôture et une clôture. La distance entre deux clôtures électriques doit être d'au moins 2,5 m, et il ne doit pas y avoir plus d'un électrificateur par clôture.

- *Qualité d'isolement du conducteur électrique*

Vérifier l'utilisation d'un conducteur adapté aux hautes tensions. La plupart des conducteurs utilisés ne respectent pas les qualités d'isolement électrique requises (diélectrique trop faible).

- *Absence de contact avec les masses métalliques*

Les câbles électriques servant à transporter le courant des clôtures ne doivent pas passer près d'une masse métallique du bâtiment d'élevage au risque de générer des tensions parasites à sa surface (couplage capacitif). La distance minimum entre le fil de clôture et les masses métalliques doit être de 20 cm. Il faut aussi éviter les passages de clôture électrique sous ou parallèlement à des câbles électriques.

- *Présence de courants parasites liés au fonctionnement de la clôture*

Lors des mesures des tensions de contact de défaut, des tensions « impulsionnelles » très brèves (< 10 ms) peuvent être détectées sur le quai de traite ou dans la stabulation. Dans ce cas, on peut suspecter une incidence de la clôture électrique (impulsion de la clôture).

Le cas échéant, demander à l'éleveur de déconnecter l'électrificateur du réseau d'alimentation électrique.

Mesurer à nouveau les tensions de contact à l'endroit repéré. En l'absence de tension « impulsionnelle », la clôture électrique est probablement défectueuse : vérifier l'isolement par rapport à la terre des conducteurs des clôtures (isolateurs détériorés, végétation en contact avec les conducteurs de clôture, ...).

Protocole d'intervention de niveau 2 : recherche approfondie des courants électriques parasites

Objet de l'intervention.

Le « *Diagnostic électrique en élevage laitier* » de niveau 2 correspond à une recherche approfondie des courants électriques parasites.

- Le diagnostic de niveau 2 peut être proposé aux éleveurs qui constatent un changement de comportement des animaux en salle de traite ou dans la stabulation (ex. animaux agités, peureux), une mauvaise fréquentation des logettes, une perturbation de l'abreuvement, une circulation difficile en salle de traite ou encore une fréquentation perturbée du robot de traite.
- Le diagnostic de niveau 2 peut également faire suite à un diagnostic de niveau 1 si celui-ci n'a pas été suffisant pour établir la présence de courants électriques parasites et/ou diagnostiquer leurs origines sur l'élevage.

Contenu de l'intervention.

Aux mesures réalisées dans le diagnostic de niveau 1, il faut ajouter pour le diagnostic de niveau 2 :

- Mesure approfondie des liaisons équipotentielles dans le bloc traite et le bâtiment,
- Mesure des tensions de contact, et éventuellement des tensions de pas, dans le bloc traite et le bâtiment,
- Test des dispositifs différentiels (temps et seuil de déclenchement),
- Test de l'électrificateur,
- Mesure des défauts d'isolement ligne par ligne.

A la demande de l'éleveur, le diagnostic peut concerner les différents locaux de l'élevage laitier ou être orienté spécifiquement vers le bloc traite (salle de traite, local de stockage du lait, local machines, ...) ou la stabulation.

6- Mesures approfondies des liaisons équipotentielles

Dans l'intervention de niveau 2, une vérification approfondie des liaisons équipotentielles est réalisée au niveau du bloc de traite et/ou dans la stabulation le cas échéant (ex. observations relevées par l'éleveur dans le bâtiment).

Dans le bâtiment, ses mesures concernent :

Structure du bâtiment :

Charpente
Bardage
Portails

Aire d'alimentation :

Cornadis
DAC
DAL
- ...

Equipements du bâtiment :

Abreuvoir(s)
Portes de tri
Logettes
Racleur
- ...

La méthode de mesure est la même que celle détaillée p. 13-14. Pour plus de détails, se référer à la fiche d'intervention (p. 34).

7- Mesure des tensions de contact

La mesure des tensions de contact vise à rechercher l'apparition d'une tension de défaut sur l'installation électrique, susceptible de rentrer en contact avec les vaches laitières.

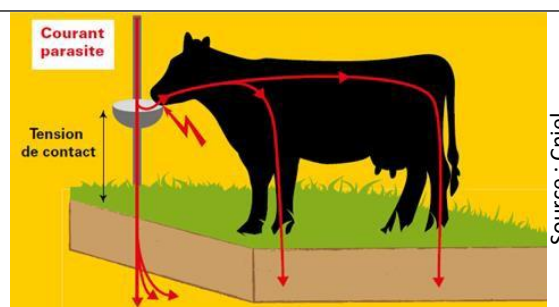
Par principe d'équipotentialité, toutes les masses reliées à la terre doivent être au même potentiel (absence de tension, pas de différence de potentiel). En élevage, des faibles tensions (< 500 mV) peuvent être constatées : en fonction de la différence de potentiel mesurée, l'intervenant pourra suspecter un défaut sur l'installation électrique ou à proximité du bâtiment d'élevage et poursuivre l'investigation. Au-delà de 500 mV, il existe un risque pour le confort des vaches laitières (seuil de perception électrique des bovins, en considérant une résistance corporelle de 500 Ω) et l'investigation doit être poursuivie.

Dans un premier temps, les tensions de contact sont mesurées à proximité du dispositif différentiel :

- Pour les salles de traite, sur chaque côté de la salle de traite, entre le sol et la stalle.
- Pour les robots de traite, entre la stalle du robot et le sol à l'entrée, puis entre la stalle du robot et le sol à la sortie.
- En salle de traite, une mesure est réalisée avec tous les appareils en fonctionnement (pendant le lavage de la machine à traire par exemple) pour vérifier qu'il n'y ait pas apparition de tension sur les masses. Noter cette valeur de tension de contact « salle de traite en fonctionnement ».

Les tensions de contact apparaissent au contact de l'animal avec un élément conducteur, comme un abreuvoir.

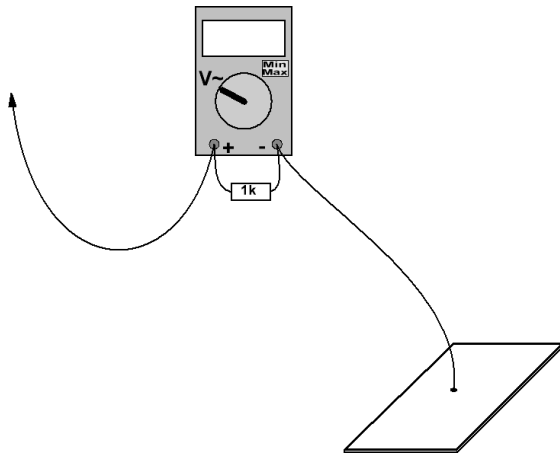
Un courant traverse alors l'animal et revient au sol par les pattes.



Les mesures de tension de contact peuvent ensuite être détaillées que ce soit au niveau du bloc traite ou dans la stabulation. A la demande de l'éleveur, les mesures peuvent être orientées vers un espace en particulier (salle de traite, logettes, etc.).

Il est recommandé de procéder par tronçon. En cas de présence de tension sur les masses, procéder au sectionnement des circuits électriques les uns après les autres jusqu'à disparition du défaut.

La mesure de tension de contact se réalise entre deux éléments conducteurs pouvant entrer en contact simultanément avec l'animal, ou entre un élément conducteur et le sol.



Mise en place de la mesure de tension de contact (Source : CROCIT Bretagne)

La mesure des tensions de contact est réalisée avec un voltmètre en position « courant alternatif ». Le voltmètre est relié, par un câble blindé (câble souple silicone ou polyéthylène), à une plaque en aluminium (ou autre métal conducteur) déposée sur un linge humide pour un meilleur contact avec le sol. La plaque est positionnée au sol dans la fosse de traite ou sur le quai de traite (schéma ci-dessus).

Dans le cas des mesures de tensions de contact, on peut abaisser le seuil 250 mV. En effet, lorsque la vache est à l'abreuvoir, la résistance à prendre en compte est celle entre le mufler et les pattes avant, qui est plutôt de l'ordre de 250 ohms.

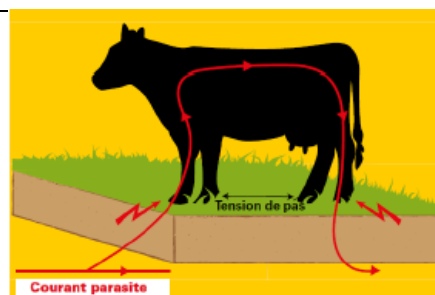
La mesure en tension correspond à la mesure d'une valeur maximale de risque. La valeur du courant pouvant traverser l'animal dépendra de sa résistance.

Il est également possible d'ajouter une résistance de 1 kΩ en parallèle sur les bornes pour avoir une mesure en courant et non plus en tension. Cette valeur restera approximative comme la résistance d'un animal peut varier selon différents paramètres. La mesure avec résistance est aussi plus précise car elle permet de stabiliser la valeur mesurée.

Remarque : une autre méthode de recherche approfondies des tensions de contact et de pas est proposée par le GPSE. Celle-ci est placée à titre d'information en annexe 4 de ce guide.

8- Mesure des tensions de pas

Les tensions de pas apparaissent lorsqu'un courant s'établit entre les pattes avant et les pattes arrière de l'animal.
La présence de tension de pas peut être la conséquence d'une fuite de courant.



Source Cniel

Les mesures de tensions de contact peuvent être complétées par des mesures de tensions de pas. Elles peuvent présenter un intérêt à des endroits où il y a des changements de nature de sol.

La mesure des tensions de pas est réalisée avec un voltmètre en position « courant alternatif » avec une résistance réglée sur 1 k Ω en parallèle sur les bornes. Le voltmètre est relié, par un câble blindé (câble souple silicone ou polyéthylène), à deux plaques en aluminium (ou autre métal conducteur) déposées sur un linge humide pour un meilleur contact avec le sol et écartées l'une de l'autre d'un mètre environ.

Remarque. La mesure des tensions de pas peut être réalisée lorsque des zones d'évitement sont suspectées (ex. partie de la stabulation non fréquentée).

9- Test des dispositifs différentiels (niveau 2)

La vérification des dispositifs différentiels est réalisée avec un contrôleur d'installation électrique (cf. II.d. *Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé*, p. 29).

Remarque : La présence de l'éleveur est nécessaire lors de la réalisation des mesures sur le différentiel pour réarmer les différentiels jusqu'au compteur Enedis (EDF) si besoin. L'éleveur doit également être prévenu des risques de casse du matériel lors de ces tests, qui ne peuvent se faire qu'avec son autorisation.

- *Vérification de la sélectivité*

En cas de défaut sur l'installation, les disjoncteurs et interrupteurs différentiels permettent d'isoler le circuit concerné. Afin de préserver le fonctionnement du reste de l'installation, seul le différentiel le plus en aval du défaut doit se déclencher. Le test est réalisé avec un courant de défaut égal à 2 x I Δ n (courant de 60 mA pour un différentiel de 30 mA). Ce test réalisé en même temps que la mesure du délai de déclenchement.

- *Mesure du courant de disjonction*

La mesure du courant de disjonction doit se produire entre 50% et 100% du calibre nominal (entre 15 et 30 mA pour un différentiel de 30 mA).

Le test est réalisé avec un courant de défaut progressif par paliers de 15 à 30 mA. Le test est réalisé sur une des trois phases.

- *Mesure du délai de déclenchement*

Le disjoncteur différentiel doit déclencher dans un délai inférieur ou égal à 70 ms (200 ms pour un différentiel de type Si).

Le test est réalisé avec un courant de défaut égal à 2 x I Δ n (courant de 60 mA pour un différentiel de 30 mA). Ce test est réalisé en même temps que la vérification de la sélectivité.

- *Efficacité du bouton test*

Le bouton test du différentiel doit faire déclencher celui-ci.

10- Vérification de l'électrificateur de la ferme (niveau 2)

Pour aller plus loin, un test complémentaire sur la clôture peut être réalisé afin d'apprécier la qualité du circuit clôture (absence/présence de défaut) et la réaction de la terre du poste de clôture. La qualité d'une bonne terre est gage d'efficacité d'une installation de clôture et limite le risque de couplage avec les autres « terres » ou éléments métalliques à proximité.

Ce test est réalisé avec un testeur de clôture.

Constater la quantité de défaut présente (ou non) sur le circuit clôture.

Mesurer la tension à la borne « clôture » de l'électrificateur avec le testeur. On peut aussi mesurer directement cette tension sur le fil de clôture à proximité immédiate du poste.

On considérera que la clôture présente un défaut lorsqu'un écart de tension de plus de 25% par rapport à la tension nominale sous charge de l'appareil⁹ est constaté.



Mesurer avec le testeur de clôture la tension à la borne « terre » :

Tension obtenue à la borne « terre » (baisse de tension de 2 000 V à 4 000 V)	Evaluation de la prise de terre de la clôture
0 - 200 V	Prise de terre satisfaisante
200 - 600 V	Prise de terre à reconstruire/surveiller
600 volts	Prise de terre insuffisante

Si un défaut important a été constaté sur la clôture, mesurer directement la tension à la borne « terre » et référez-vous au tableau de correspondance ci-dessus.

Enfin la valeur de la prise de terre de l'électrificateur de clôture peut être mesurée. Elle doit être inférieure à 100 Ohms et dans l'idéal autour de 20 Ohms. La méthode de mesure est la même que celle décrite pour la mesure de la prise de terre du bâtiment, à l'aide de piquets auxiliaires.

Remarque : certains constructeurs proposent une visualisation directe de la qualité de la terre par un système de LED de couleur ou encore une procédure d'évaluation de l'efficacité de la terre à partir d'une borne « test terre ».

11- Vérification des tensions d'alimentation

Toutes les canalisations d'alimentation électrique possèdent une impédance. Lorsqu'une canalisation est traversée par un courant, il y a une chute de tension entre ses deux extrémités. Or le bon fonctionnement d'un récepteur (moteur, éclairage...) dépend de la tension à ses bornes. Il est donc nécessaire de limiter les chutes de tension en ligne par un dimensionnement correct des canalisations d'alimentation.

La vérification des tensions d'alimentation est réalisée avec un contrôleur d'installation électrique (cf. II.d. *Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé*, p. 29).

- *Tensions entre phases*

Les tensions entre phases sont mesurées au compteur Enedis (EDF). Dans la mesure du possible, ces tests sont réalisés avec les équipements concernés en fonctionnement.

En triphasé, la tension théorique entre phases est de 400 V. La tension théorique entre neutre et phase est de 230 V.

Les tensions mesurées ne doivent pas être inférieures à 10 % de la valeur théorique et ne doivent pas être supérieures à 10 % de la valeur théorique. Pour les systèmes électroniques, pompes, automates ou moteurs, ce seuil peut être abaissé à 5%.

⁹ On considérera la tension nominale sous charge de la notice de l'appareil

- *Tension entre terre et neutre*

La tension entre terre et neutre est mesurée sur une prise de courant ou dans l'armoire générale. La tension doit être faible avec une valeur inférieure à 6V (et idéalement inférieure à 2V). Ces seuils correspondent aux valeurs usuellement retenues (ils ne renvoient pas à une norme précise).

Si la valeur est importante, elle peut être expliquée par un courant de fuite élevé dans l'installation ou un courant de fuite élevé sur l'ensemble des abonnés raccordés au même transformateur EDF ou encore à un déséquilibre entre phases.

12- Mesure des défauts d'isolement sur le tableau, par ligne

Un matériel ayant un défaut d'isolement peut déclencher des dispositifs de protection (fusible, DDR), tomber en panne, brûler, provoquer un incendie, présenter un risque électrique pour les personnes ou les animaux (stress, électrisation, électrocution).

La valeur minimum de la résistance d'isolement des conducteurs actifs (phase, neutre) par rapport au conducteur de protection PE, ne doit pas être inférieure à 500 kΩ.

En effet, il faut que le courant pouvant provenir des défauts d'isollements ne dépasse pas 0.5 mA, seuils de perception à 50Hz pour l'homme, permettant de retrouver les 500 kΩ de la norme.

Les mesures d'isolement sont effectuées lorsque l'installation est hors tension. La vérification des défauts d'isolement est réalisée avec un contrôleur d'installation électrique.

Les matériels susceptibles d'influencer les mesures d'isolement (parafoudres, filtres, ...) doivent être déconnectés du réseau afin de ne pas fausser les résultats. Sur un montage triphasé, la mesure d'isolement devra être réalisée entre la phase 1 et la terre, la phase 2 et la terre, la phase 3 et la terre et enfin le Neutre avec la terre.

Suivant la NF C 15-100-1, les mesures doivent être effectuées en courant continu. L'appareil d'essai doit être capable de fournir la tension d'essai spécifiée dans le Tableau 61.1 avec un courant de 1 mA.

NF C 15-100-1

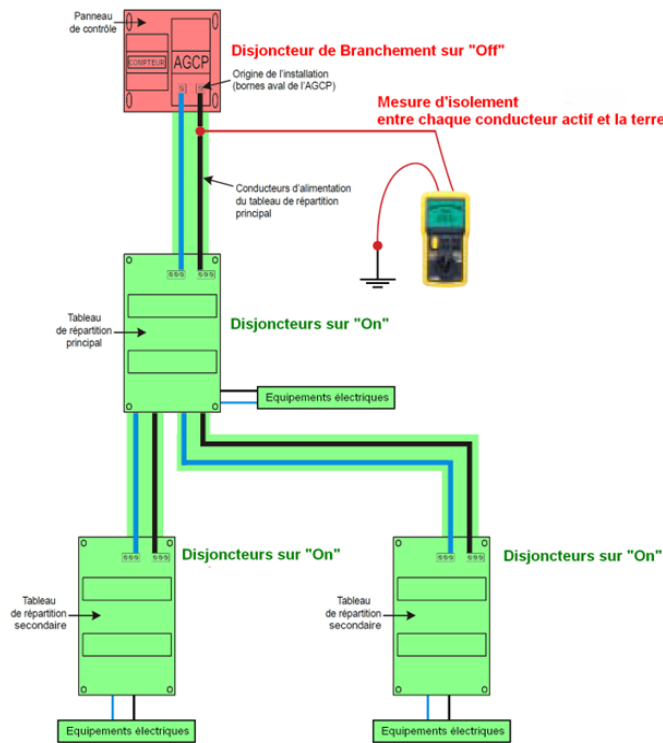
Tableau 61.1 – Valeurs minimales de la résistance d'isolement

Tension nominale du circuit V	Tension d'essai en COURANT CONTINU V	Résistance d'isolement MΩ
TBTS et TBTP	250	≥ 0,25
Inférieure ou égale à 500 V, à l'exception des cas ci-dessus	500	≥ 0,5
Supérieure à 500 V	1 000	≥ 1,0

Pour les installations récentes et/ou en bon état de conservation, les valeurs sont généralement beaucoup plus élevées que ces valeurs minimales.

Il est généralement procédé à la mesure de la résistance d'isolement de l'ensemble d'une installation à son origine. Ceci permet de vérifier la qualité de l'isolement pour l'ensemble distribution électrique de l'exploitation.

Avant de mettre le disjoncteur de branchement en position « Off », il est important d'allumer tous les appareils d'éclairage de l'exploitation afin de vérifier la qualité d'isolement de ces circuits.



Mise en place de la mesure d'isolement au tableau électrique principal

Attention : l'installation électrique sous test doit être mise hors tension

- Câble de mesure pour tableau électrique avec 1 pince crocodile et 2 pointes de touches



- *Mode opératoire (Au niveau du tableau électrique)*
 1. Mettre le bâtiment hors tension
 2. Utiliser le câble, brancher le connecteur à l'appareil et connecter la pince crocodile au câbles blanc (PE), une pointe de touche au câble jaune (N) et l'autre pointe de touche au câble rouge (L).
 3. Connecter la pince crocodile blanche (PE) à la barrette de terre de l'armoire électrique

Contenu de l'intervention.

Aux mesures réalisées dans les diagnostics des niveaux précédents, il faut ajouter pour le diagnostic de niveau 3 :

- Mesure des défauts d'isolement par appareil
- Enregistrement des mesures des courants de fuite,
- Enregistrement des mesures des tensions de contact,
- Mesures sur l'animal

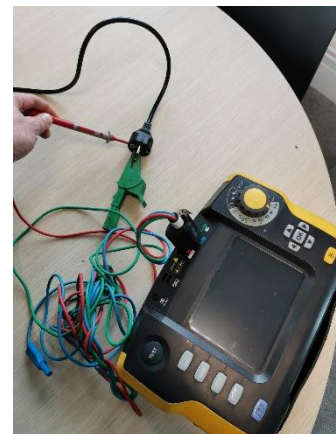
13- Mesure des défauts d'isolement appareil par appareil

Les règles et les seuils sont les mêmes que pour les mesures de défauts d'isolement au tableau électrique. La mesure se réalise ici sur les fils conducteurs des appareils, à partir de leur prise de branchement sur secteur par exemple. Lors de cette mesure la pointe rouge peut aussi être positionnée sur la carcasse métallique de l'appareil mesuré afin de vérifier qu'il est aussi bien isolé des fils conducteurs.

L'appareil doit être débranché mais il faut s'assurer qu'il soit mis en position « on » s'il dispose d'un interrupteur. Pour les appareils branchés directement au tableau, les mesures se réalisent sur les branchements du tableau.

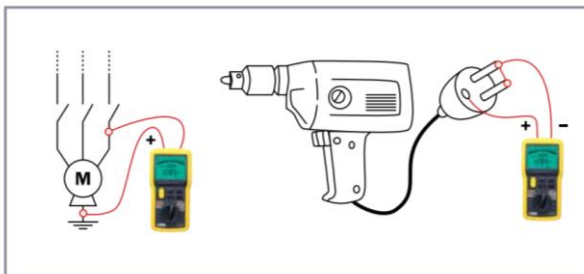
Certains équipements électriques peuvent être alimentés via des contacteurs (Pompes, moteurs, ventilateurs, chauffages, éclairage, chauffe-eaux, tank à lait). Dans ce cas, il est important de réaliser des mesures d'isolement au secondaire du contacteur, entre le contacteur et l'équipement. Là aussi il faut réaliser les mesures d'isolement entre chaque conducteur actif et la terre.

En cas de valeur d'isolement insuffisante, il est nécessaire de contacter les professionnels en charge de l'appareil concerné.



Mesure d'isolement au niveau d'un équipement électrique non raccordé au réseau

■ Mesure d'isolement sur un appareil et moteur électrique



Mesure d'isolement entre chaque conducteur actif et la terre en présence de contacteur

14- Enregistrement de mesures sur site

Les dispositifs de mesure longue durée sont conçus pour surveiller les perturbations électriques au sein des exploitations agricoles, en analysant les courants parasites ainsi que les tensions de pas et de contact.

Matériel utilisé

- 5 dispositifs de mesure avec capteurs dédiés
- Capteurs de courant (pinces ampérométriques)
- Piquet et plaques de contact pour tension de pas et de contact
- Système d'enregistrement sur carte SD
- Fonctionnement sur réseau avec batterie tampon en cas de coupure

Déroulement des mesures

1. **Installation des dispositifs sur site :**
 - Positionnement stratégique dans différentes zones de l'exploitation (proximité des bâtiments, circuits électriques, sols à risque, abreuvoirs, ...).
2. **Configuration des mesures :**
 - Enregistrement continu des valeurs TRMS.
 - Déclenchement de l'oscilloscope si une tension dépasse 1V efficace ou si un courant atteint 12 mA efficace.
3. **Durée d'acquisition des données :**
 - Mesures effectuées sur une période de 15 jours à 12 mois.
4. **Récupération et analyse des données :**
 - Extraction des fichiers enregistrés.
 - Étude des variations des signaux électriques et des cycles récurrents (appareils électriques, météo, etc.).

Données obtenues

- **Tensions et courants mesurés :**
 - Fréquence : 20Hz à 2000Hz (courants parasites) / 0Hz à 2000Hz (tensions de pas et de contact)
 - Analyse des fluctuations et identification des anomalies
- **Corrélation avec les événements de l'exploitation :**
 - Détection de pics de tension liés à l'utilisation des équipements
 - Effets des conditions météorologiques sur les perturbations électriques

15- Mesures embarquées sur l'animal

Le dispositif embarqué vise à mesurer les courants parasites traversant les animaux d'élevage, en identifiant les variations électriques auxquelles ils sont exposés et en localisant précisément les zones problématiques au sein de l'exploitation.

Matériel utilisé

- Dispositif embarqué équipé de capteurs de courant (bobine + électrodes)
- Système de mesure TRMS et Oscilloscope intégré
- Module de géolocalisation (GPS)
- Carte SD pour l'enregistrement des données
- Batterie rechargeable avec autonomie de 3 jours minimum

Déroulement des mesures

1. **Installation du dispositif** : Fixation sécurisée sur l'animal via des sangles adaptées.
2. **Paramétrage des seuils** :
 - Enregistrement en continu des courants détectés (TRMS + Oscilloscope).
 - Déclenchement de l'oscilloscope si un courant dépasse 3 mA efficace.
 - Enregistrement de la position GPS toutes les secondes.
3. **Période de mesure** : Les dispositifs sont laissés en place sur une durée de 2-3 jours.
4. **Récupération des données** :
 - Extraction des fichiers enregistrés sur la carte SD.
 - Analyse des signaux électriques et corrélation avec les déplacements des animaux.

Données obtenues

- **Courants parasites mesurés** :
 - Fréquence : 20Hz à 2000Hz (bobine) / 0Hz à 5000Hz (électrodes)
 - Valeurs maximales, minimales et moyennes enregistrées
 - Pic de courant observé (valeur en mA)
- **Données de localisation** :
 - Trajectoire de l'animal sur la période d'étude
 - Cartographie des zones impactées par des courants élevés



Vache équipée du système de mesures embarquées

II- Documents complémentaires

a) Fiche d'intervention

Une fiche « type » d'intervention est proposée par le groupe de travail. Un format papier et un format informatique pour tablette ANDROID sont proposés. Chaque structure reste libre de choisir son propre support d'intervention.

La fiche d'intervention « papier » (Annexe 3, p. 25) peut être utilisée par le conseiller en élevage pour relever chacune des mesures et annoter ses observations. Ce document peut également être utilisé à titre informatif (« pense-bête » pour le conseiller). La partie « bilan du diagnostic » peut servir de compte-rendu à remettre à l'éleveur à la fin de l'intervention.

b) Cahier des charges du matériel d'intervention recommandé

▪ Equipements de Protection Individuels (EPI)

Pour intervenir en basse tension et se prévenir du risque électrique, il est recommandé de porter au minimum (norme NF C18-510) :

- Un vêtement non propagateur de flamme, sans pièces conductrices et couvrant (NF EN 50286).
- Des gants isolants (et sur-gants le cas échéant) :

Tension maximale d'utilisation pour les gants isolants		
Classe	Tension alternative efficace	Tension continue
00	500	750
0	1 000	1 500

- Des chaussures isolantes :

Classe	Tension alternative	Tension continue
00	< 500 V	< 750
0	< 1 000 V	< 1 500

- Une protection des yeux et du visage : écran facial contre les arcs de court-circuit.
- Un tapis isolant (NF EN 61111) :

Classe	Tension alternative	Tension continue
0	1 000 V	1 500 V
1	7 500 V	11 250 V
2	17 000 V	25 500 V
3	26 500 V	39 750 V
4	36 000 V	54 000 V

ATTENTION : ne pas utiliser un tapis sur un sol mouillé ou inondé.

Remarque : les équipements comportant le symbole IEC 60417-5216 sont appropriés aux travaux sous tension.

Rappel : Les travailleurs réalisant des travaux sous tension doivent disposer de l'équipement

et du matériel nécessaires à leur protection.

Les conditions de mise en œuvre, le choix et l'utilisation des EPI sont définis par l'employeur après analyse du risque en respectant les principes généraux de prévention.

Ces appareils sont destinés à vérifier la sécurité des installations électriques. Ils permettent de tester une installation neuve avant de la mettre sous tension, de vérifier une installation existante, en fonctionnement ou non, ou encore de diagnostiquer un dysfonctionnement dans une installation.

- **Contrôleur d'installation électrique**

Utilisation recommandée pour :

- La vérification des tensions d'alimentation,
- La vérification de la prise de terre,
- La vérification des dispositifs différentiels,
- Les mesures des liaisons équipotentielles,
- La vérification des défauts d'isolement.



Exemple de contrôleur d'installation

Fonctionnalités souhaitables :

- Résistance/continuité/isolement
- Terre (1P ou 3P)
- Tests sur DDR (Dispositif à courant Différentiel Résiduel)

Autres équipements recommandés :

- Kit de terre : bobine de câbles d'au moins 50m et piquet(s) de terre.
- Kit défauts d'isolement : câbles adaptés comme décrits dans la section concernée

- **Multimètre portable graphique**

Utilisation recommandée pour :

- La mesure des tensions de contact et des tensions de pas

Fonctionnalités souhaitables :

- Mémorisation interne
- Mode surveillance affichant les valeurs « min » et « max »
- Résolution d'au moins 10 000 points Vitesse d'acquisition \approx 100 ms

Autres équipements recommandés :

- Câble blindé type polyéthylène ou silicone
- Plaque en aluminium (ou autre métal conducteur)



Exemple de multimètre portable

- Pince ampèremétrique (ou pince multimètre)

Utilisation recommandée pour :

- La mesure du courant de fuite (mise en sécurité de l'intervenant avant vérification de la prise de terre)

Fonctionnalités souhaitables :

- Sensibilité mA (100 μ A à 10A)
- Résolution 10 000 pts

Autres fonctions utiles :

- Filtre anti-harmonique (50-60 Hz)

- Testeur de clôture

Utilisation recommandée pour :

- La vérification de l'électrificateur de la ferme

Fonctionnalités souhaitables :

- Utilisation pour haute tension : jusqu'à 10 000 V sans fil



Exemple de testeur de clôture

Annexe 1 – Classification et codification des indices de protection des appareillages (norme NFC 15-100)

Tableau 1 : indice de protection lié à la présence de poussières

Indice de protection lié à la présence de corps solides étrangers	Désignation des classes	Caractéristiques
IP2X	Négligeable	La quantité de poussières ou de corps étrangers n'est pas appréciable
IP3X	Petits objets	Présence de corps solides dont la plus petite dimension est au moins égale à 2,5 mm
IP4X	Très petits objets	Présence de corps solides dont la plus petite dimension est au moins égale à 1 mm
IP5X	Poussières	Présence de poussières : les dépôts de poussière sont suffisamment importants pour avoir une influence sur le fonctionnement de certains matériels électriques


Tableau 2 : indice de protection lié à la présence d'eau

Indice de protection lié à la présence d'eau	Désignation des classes	Caractéristiques
IPX0	Négligeable	La probabilité de présence d'eau est négligeable
IPX1 ou IPX2	Chutes de gouttes d'eau	Possibilité de chutes verticales de gouttes d'eau
IPX3	Aspersion d'eau	Possibilité d'eau tombant "en pluie" dans une direction formant avec la verticale un angle au plus égal à 60°
IPX4	Projections d'eau	Possibilité de projection d'eau dans toutes les directions
IPX5	Jets basse pression	Résiste aux jets d'eau avec buse de 6.3 mm
IPX6	Jets haute pression	Résiste aux jets d'eau avec buse de 12.5 mm
IPX7	Immersion temporaire	Survit 30 minutes dans une eau de 1 m de profondeur
IPX8	Immersion continue	Immersion dans les conditions du fabricant.

Tableau 3 : indice de protection lié aux contraintes/chocs mécaniques

Indice de protection lié aux contraintes/chocs mécaniques	Désignation des classes	Caractéristiques
IK02	Faible	Environnements pouvant être soumis à des chocs d'énergie au plus égale à 0,2 J
IK07	Moyens	Environnements pouvant être soumis à des chocs d'énergie au plus égale à 2 J
IK08	Importants	Environnements pouvant être soumis à des chocs d'énergie au plus égale à 5 J
IK10	Très importants	Environnements pouvant être soumis à des chocs d'énergie au plus égale à 20 J

Annexe 2 – Descriptif des types de différentiels en fonction des courants qu'ils peuvent détecter

- **Type AC** : il ne détecte que les **courants résiduels alternatifs sinusoïdaux 50Hz** (classiques).
- **Type A** : en plus des caractéristiques du **AC**, il détecte aussi les **courants résiduels à composante continue**. À utiliser à chaque fois que des courants de défauts ne sont pas sinusoïdaux par exemple :
 - Dans l'habitat : circuit cuisinière ou plaque de cuisson, circuits spécialisés, ... (NF C 15-100) ;
 - Dans les autres installations sur les circuits où du matériel de Classe 1 () sont susceptibles de produire des **courants de défauts à composante continue, variateurs de vitesse avec convertisseur de fréquence**...
- **Type Hi** ou **Hpi** ou **Si** : il comporte une immunisation complémentaire aux déclenchements intempestifs. Il détecte les **courants résiduels à composante alternative et continue (Type A)**. Ils fonctionnent de - 25°C à + 40°C et s'utilise dans les cas spéciaux suivants (NF C 15-100) :
 - Où il y a des **variateurs de fréquence** (ex. robot de traite) ;
 - Où la perte d'information est préjudiciable comme les lignes d'alimentation de **matériels informatiques** (banque, instrumentation de base militaire, centre de réservation aérien...);
 - Où la perte d'exploitation est préjudiciable (machines automatisées, **instrumentation médicale, circuit congélateur**...);
 - Sur les lieux où le risque de **choc de foudre est élevé** ;
 - Sur les sites avec des **lignes très perturbées** (utilisation de **tubes fluorescents**...);
 - Sur les sites avec de **grandes longueurs de câbles**.
- **Type B** : il détecte les **courants résiduels à composante alternative et continue (Type A)** et les défauts à courant continu lisse.

Ces interrupteurs différentiels sont destinés à être installés dans toutes les installations qui génèrent ou utilisent du **courant continu** : installation photovoltaïques, ascenseurs, machineries à variation de vitesse, centres d'appel, installations alimentant du matériel médical...

Annexe 3 – Fiche d'intervention : diagnostic électrique en élevage laitier

(Ci-dessous)

Cette fiche d'intervention « Diagnostic électrique en élevage laitier » a été élaborée dans le cadre d'un projet initié et financé par le CNIEL, mené conjointement avec les Chambres d'Agriculture des Hauts de France et de Loire-Atlantique, le Clasel (groupe Seenergi), le Crocit Bretagne, le GDS Bretagne et l'Institut de l'Élevage, puis mise à jour suivant les modifications ajoutées au diagnostic en 2025.

DIAGNOSTIC ELECTRIQUE EN ELEVAGE LAITIER

Date du diagnostic : //20.....

IDENTIFICATION DE L'ELEVEUR

N° EDE :
 Nom/prénom :
 Nom élevage :
 Lieu-dit :
 Commune : |_|_|_|_|_|
 Mail :
 Tél. :

<input type="checkbox"/> Niveau 1	<input type="checkbox"/> Niveau 2
<input type="checkbox"/> Bloc traite	<input type="checkbox"/> Bâtiment
<input type="checkbox"/> Niveau 3	
<input type="checkbox"/> Elevage laitier	

DIAGNOSTIC REALISE PAR :

Nom :
 (Habilitation BT-BR)
 Structure :
 Tél. :
 Mail :

RAISON DE L'INTERVENTION

Date de la demande :/...../20.....

Origine de la demande	Motif de l'intervention
<input type="checkbox"/> Eleveur	<input type="checkbox"/> Prévention des risques électriques
<input type="checkbox"/> Conseiller (à préciser) :	<input type="checkbox"/> Animaux agités, peureux <input type="checkbox"/> Défaut d'abreuvement
.....	<input type="checkbox"/> Mauvaise fréquentation des logettes
<input type="checkbox"/> Autre (à préciser) :	<input type="checkbox"/> Circulation difficile en salle de traite
.....	<input type="checkbox"/> Fréquentation du robot perturbée
.....	<input type="checkbox"/> Autre à préciser :

INFORMATIONS/CARACTERISTIQUES DE L'ELEVAGE

Descriptifs du bâtiment

Charpente (bois, métallique, ...) :

 Bardage (bois, tôles, ...) :

 Sols (béton + treillis, béton sans treillis, béton fibreux, caillebotis, etc.) :

 Autres précisions :

Machine à traire et laiterie

Type d'installation de traite :
 Année de mise en service :
 Dernières modifications sur la MAT (date, motif) :

Installation électrique

Ancienne Neuve Rénovée
 Electricien de l'élevage :

Schéma électrique : Présent Oui Non À jour Oui Non

Environnement électrique de l'élevage : (transformateur EDF, ligne électrique HT/THT, parc éolien, ...)

.....

OBSERVATIONS :

Comportements observés	Lieux	Description/Circonstances

1- VERIFICATION DES CIRCUITS ELECTRIQUES

Armoires/coffres électriques	S	P	NS	Commentaires :
Propreté extérieure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fermeture du boîtier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intégrité du boîtier (fissure, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Propreté intérieure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identification des protections	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Protection des courts-circuits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Câbles et conducteurs : fixation solide, protection contre les chocs mécaniques S NS

Indices de protection : Armoires et coffrets S NS Boîte de dérivation S NS
 Prises de courants et interrupteurs S NS Luminaires S NS

2- VERIFICATION DE LA PRISE DE TERRE

Présence d'une prise de terre unique : Oui Non Spécifique au bâtiment d'élevage Oui Non
 Nature de la terre (piquets, boucle de fond de fouille, autre) :
 Barrette de coupure : S NS
 Dimensionnement du conducteur : S NS Nature du fil conducteur :
 Mesure du courant de fuite..... mA (mise en sécurité de l'opérateur)

	Conseillée	Observée	S	NS	Commentaires :
Mesure barrette fermée	≤ 18 Ω		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mesure barrette ouverte	≤ 18 Ω		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Impédance de boucle N-PE (Zs)					

3- MESURES DES LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

Liaisons réalisées : Treillis sol béton Structure bâtiment Tubulaires Equipements d'élevage

Section du conducteur principal de protection : ≥ câbles d'alimentation principaux et >10mm²

Autre à préciser :

Section des liaisons équipotentielles principales : ≥ 6mm² Autre à préciser :

Section des conducteurs de protection : S NS Couleur des câbles (vert/jaune) : Oui Non

Bloc de traite						Satisfaisant si < 2Ω
	Mesures possibles	S NS	Commentaires	Mesures possibles	S NS	Commentaires
Laiterie	Tank à lait	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Récupérateur d'eau de lavage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Chauffe-eau	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Pré-refroidisseur	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Bacs de lavage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Récupérateur de chaleur	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Eviers	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Automate de lavage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Canalisation d'eau	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Pompe de lavage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Autre :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Autre :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Machine à traire	Pompe à vide	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Robot de traite		
	Pompe à lait	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Bras de traite	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Chambre de réception	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Auge	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Lactoduc droit/gauche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Portillon entrée/sortie*	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Lactoduc d'évacuation	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Plancher	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Rives de quai droite/gauche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Caillebotis	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Lices avant droite/gauche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Tubulure droite/gauche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Lices arrière droite/gauche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Bras de traite	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Canalisations de lavage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Auge	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Portillon(s) d'entrée	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Portillon entrée/sortie	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Portillon(s) de sortie	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Plancher	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Escaliers	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Caillebotis	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Pont-Levis	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Tubulure droite/gauche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Contention parc d'attente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Autre :		
Couloir de sortie	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Autre :		

Stabulation (niveau 2 obligatoirement, niveau 1 facultatif)						Satisfaisant si < 2Ω
	Mesures possibles	S NS	Commentaires	Mesures possibles	S NS	Commentaires
Structure du bâtiment	Charpente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Couchages		
	Bardage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Logettes	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Portail(s)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Logettes	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Aire d'alimentation	Cornadis	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Autre(s) bâtiment(s) (préciser)		
	Barre droite	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	DAC(s)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	DAL(s)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Râtelier à foin	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Equipements du bâtiment	Goulotte silo aliment	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Abreuvoir(s)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Canalisation(s)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Autres mesures (préciser)		
	Réserve d'eau	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Brosse(s)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Porte(s) de tri	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Portillon(s) anti retour	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Porte de pâturage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Rail racleur	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Racleur	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Commentaires :

.....

4- VERIFICATION DES DISPOSITIFS DIFFERENTIELS

Protection des équipements : S NS Protection des prises : S NS Sélectivité : S NS
 Tension de contact « salle de traite en fonctionnement » mV
 (>20 mV : anomalie suspectée ; >500 mV : anomalie grave)

Niveau 2		Description (dimensionnement)	Courant de disjonction	Délai de déclenchement	Efficacité du bouton stop
1	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D				
1	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	..... mA			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
2	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	..... mA			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
3	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	..... mA			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
4	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	..... mA			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
5	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> D	..... mA			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Valeurs conseillées (I : interrupteur ; D : disjoncteur)			50% < X < Δn	≤ 70 ms (≤ 200 ms si SI)	

Commentaires :

6- MESURES DES TENSIONS DE CONTACT (niveau 2)

Salle de traite/robot de traite			
Lieu des mesures	Mesures possibles	Tension mesurée	S NS
Salle de traite	Quai – Lactoduc droite / gauche		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Quai - Lice avant droite/lice avant gauche		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Pont levis		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Robot de traite Stalle 1	Stalle robot - Sol		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Autre :		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Robot de traite Stalle 2	Stalle robot - Sol		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Autre :		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Couloir de sortie	Couloir sortie-sol (droite/ gauche)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Aire d'attente	Aire d'attente (tubulure-sol / mur-sol)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Autre :			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Autre :			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Autre :			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Stabulation			
	Mesures possibles	Tension mesurée	S NS
Stabulation VL	Cornadis-auge		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Cornadis - sol aire exercice		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Abreuvoir(s) - sol		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	DAC(s) - sol		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Tubulures logettes-sol exercice		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Sol logettes - sol aire exercice		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Brosse(s) - sol exercice		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Autre :			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Autre :			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Autre :			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Commentaires :

7- VERIFICATION DE LA CLOTURE ELECTRIQUE

Distance terre clôture/ terre installation > 25m : Oui Non Câble adapté HT : Oui Non

Absence de contact avec les masses métalliques à proximité Oui Non

Autres observations :

Test complémentaire sur la clôture (niveau 2)

Tension nominale sous charge : V Tension borne « clôture » (parcellaire).....V

→Ecart de tension constaté (..... V) : S NS

Tension borne « terre » (en situation de défaut) : V → Prise de terre de clôture : S NS

Commentaires :

8- VERIFICATION DESTENSIONS D'ALIMENTATION

Appareils en marche Mesure « à vide »

(400 V / -10% ou +6%)	S	NS	S	NS	Commentaires	
L1-L2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L1-L3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L2-L3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N - PE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9- VERIFICATION DES DEFAUTS D'ISOLEMENT

Ligne du tableau/Appareil	Valeur mesurée en kΩ				Conforme/Non conforme
	PE/Neutre	PE/Phase 1	PE/Phase 2	PE/Phase 3	

BILAN DU DIAGNOSTIC

Priorisation (1 à 5)	Défauts constatés	Interventions recommandées
1		
2		
3		
4		
5		

Autres commentaires :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Annexe 4 – Méthode retenue par le GPSE pour la recherche et mesures des tensions parasites dans les exploitations d'élevage (recherche approfondie de courants parasites).

NOTE LIMINAIRE.

Les recommandations suivantes s'appuient sur la brochure du ministère de l'Agriculture et de la Pêche

« *Mieux connaître les risques des courants électriques parasites dans les exploitations d'élevage* » (réf.

Promotelec PRO 1083 1) sur les résultats d'études scientifiques reconnues.

NATURE DES TENSIONS PARASITES RECHERCHEES.

Les tensions parasites recherchées habituellement dans les bâtiments d'élevage sont :

1/ des tensions en courant alternatif sous fréquence industrielle (50Hz) :

- D'origine inhérente à l'exploitation (courants de défaut ou de fuite, ou phénomènes de couplage capacitif, ayant pour origine les installations électriques intérieures),
- Ou d'origine externe (courants vagabonds ou liés à des phénomènes d'induction magnétique ou de couplage capacitif ayant pour origine des réseaux de transport ou de distribution d'électricité).

2/ des tensions alternatives sous des fréquences supérieures à 50 Hz qui peuvent être liées à des phénomènes de couplage par rayonnement d'ondes électromagnétiques parasites.

3/ des tensions impulsionnelles, liées au fonctionnement des clôtures et installations électrifiées. Pour mémoire, le fonctionnement des clôtures électriques s'établit comme suit : un « électrificateur » alimenté par une source en Basse Tension (prise de courant 230 Volts, pile ou batterie) génère, entre ses deux bornes de sortie, des impulsions très brèves (<10 millisecondes) sous une tension très élevée (jusque 12000 Volts) mais dont l'énergie est très faible (< 5 joules) et dont la fréquence ne doit pas dépasser 1 Hz (une impulsion/seconde).

- La borne positive est reliée aux conducteurs de clôture.
- La borne négative est reliée à la prise de terre (la terre est utilisée comme « conducteur de retour » lorsqu'un animal touche la clôture).

Très fréquemment l'électrificateur est installé dans un bâtiment et alimenté par une prise de courant 230 Volts : sa borne négative est reliée à un piquet de terre implanté près du bâtiment, sa borne positive est reliée aux clôtures, qui sont souvent disposées en périphérie complète des bâtiments.

L'isolement par rapport à la terre des conducteurs des clôtures est très souvent défectueux (isolateurs détériorés, végétation en contact avec les conducteurs de clôture...), ce qui entraîne des « fuites » des impulsions en Haute Tension, qui retournent à la borne négative de l'électrificateur par la terre. Le trajet suivi par les impulsions de fuite entre le (ou les) point de fuite des clôtures et la prise de terre de l'électrificateur est « théoriquement » rectiligne, mais dans la réalité une large bande de terrain est impactée en fonction de la résistivité de celui-ci.

Il est évident que si un bâtiment se trouve sur le trajet de retour des impulsions, celles-ci vont impacter les éléments conducteurs du bâtiment (salle de traite, abreuvoirs...) et peuvent perturber les animaux. Les tensions impulsionnelles retrouvées dans les bâtiments sont bien entendu très atténuées par rapport à la tension d'origine, du fait de l'impédance du défaut et du circuit de retour, mais elles sont souvent non négligeables, voire importantes.

4/ des tensions en courant continu, générées par un phénomène de couplage électrochimique dans les sols, d'origine totalement inhérente à l'exploitation : il s'agit d'un « effet de pile » créé par la présence, dans un sol humide, de produits constituant un électrolyte (lisier, nitrates...) et de métaux différents. Ce phénomène est présent dans la plupart des exploitations d'élevage et peut générer des tensions de l'ordre de 1 à 2 volts.

TENSIONS « DE PAS » ET « DE CONTACT ».

La tension « de pas » est la tension susceptible d'apparaître au sol entre les pattes antérieures et les pattes postérieures d'un animal.

La tension « de contact » est la tension susceptible d'apparaître soit entre un élément conducteur accessible aux animaux (cornadis, abreuvoir, machine de traite...) et le sol à proximité, soit entre deux éléments conducteurs simultanément accessibles aux animaux (par exemple les contentions avant et arrière d'une machine à traire).

SEUILS DE PERCEPTION ET DE NOCIVITE.

Le seuil de perception électrique reconnu pour un bovin correspond à la circulation d'un courant de 1 milliampère environ dans le corps de l'animal. Donc la tension susceptible de générer ce courant est de 0,5 Volt (500 millivolts) puisque l'impédance interne de l'animal est d'environ 500 ohms. Le seuil de nocivité est lui bien plus élevé, il est estimé au-delà de 6 milliampères, soit > 3 volts.

PROCEDURES DE REALISATION DES MESURES DE TENSIONS « DE PAS » ET TENSIONS « DE CONTACT ».

Il est établi que c'est au passage du courant dans le corps que les êtres vivants sont sensibles, mais ce passage de courant et sa quantité (intensité) sont dépendants de l'impédance interne du corps et de la tension à laquelle il est soumis.

Les mesures de tension sont d'un abord plus direct et de réalisation plus aisée que les mesures de courant. C'est pourquoi nous privilégions la réalisation, dans un premier temps, de mesures de tensions de pas et de contact. Dans un second temps, les tensions significatives peuvent être confirmées par des mesures en courant.

Matériel.

Il est nécessaire de disposer :

Du matériel habituel pour les mesures électriques : cordons, pointes de touche ou pinces « crocodiles » robustes, permettant de s'affranchir d'éventuels défauts de contact par l'oxydation ou l'encrassement.

- Pour les prises de tensions alternatives et impulsionnelles au sol : des électrodes en métal (inox, cuivre, aluminium...peuvent être utilisées, peu importe le métal, l'essentiel est que le contact au sol soit bien assuré).
- Pour les prises de tension en courant continu en milieu ionique (terre, béton, eau...) : des électrodes spécifiques non polarisables CU/CU SO4 sont nécessaires.

Appareils de mesures.

- Pour les mesures de tension en courant alternatif 50 Hz et en courant continu : il faut utiliser un millivoltmètre présentant une forte impédance d'entrée, équipé de calibres de mesures distinctes en courant alternatif 50

Hz et en courant continu.

- Pour les mesures de courant alternatif 50 Hz : il faut utiliser un milliampèremètre.
- Pour les mesures de tensions impulsionnelles ou supérieures à 50 Hz : il faut utiliser un oscilloscope.

Points de mesures.

- Points de mesures au sol : les électrodes sont disposées sur sol humide ou mouillé.
- Tension de pas : la mesure est effectuée entre deux électrodes disposées au sol, à une distance égale à l'écart entre les pattes antérieures et postérieures des animaux présents.
- Tension de contact : la mesure est effectuée, soit entre l'élément conducteur au contact des animaux et une électrode disposée au sol à proximité (environ entre les pattes antérieures et postérieures), soit entre deux éléments conducteurs simultanément accessibles aux animaux.

Nota 1 : les mesures sont réalisées à différents endroits des bâtiments, là où les animaux sont présents (équipements de traite, cornadis, logettes, abreuvoirs...), il est donc nécessaire de bien repérer les endroits où sont réalisées les mesures pour pouvoir les localiser à la lecture du rapport, et si nécessaire, les reproduire.

Nota 2 : les mesures sont réalisées avec un appareil de forte impédance interne, cela permet de mesurer la tension réellement présente sans interférence dans la mesure. Si l'on veut mesurer la tension (théoriquement) ressentie par l'animal, il faut inclure, en parallèle de la mesure, une impédance de 500 ohms, ce qui présente l'inconvénient de diminuer la tension réellement présente.

Nota 3 : il s'agit de mesures ponctuelles, à un instant donné, qui ne prennent pas en compte l'évolution des tensions dans le temps, si cela était nécessaire, un enregistreur de tension devrait être utilisé.

INTERPRETATION DES MESURES ET SEUILS DE VALEURS REMARQUABLES.

Courant alternatif sous fréquence de 50Hz et plus :

- $\geq 100\text{mV}$: tension non perçue par les bovins, mais néanmoins significative. Peut faire l'objet d'une mesure complémentaire en courant au travers d'une impédance de 500 ohms, et doit faire l'objet d'une mesure complémentaire après mise hors tension de l'installation électrique du bâtiment pour déterminer si la tension est d'origine interne ou externe.
- 300 à 500 mV et plus : tension excessive, doit faire l'objet des dispositions ci-dessus et de préconisations de travaux.

Tensions impulsionnelles :

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude spécifique relative aux effets sur les animaux, de tensions impulsionnelles de faible niveau : de manière empirique on peut estimer que des tensions de l'ordre du volt ne semblent pas avoir d'effets notables, par contre, des tensions de plusieurs volts peuvent provoquer une modification du comportement (agitation ou refus d'entrée en salle de traite...).

Courant continu :

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude spécifique relative aux seuils de perception et de nocivité du courant continu sur les animaux. Les études ayant déterminé les seuils évoqués ci-dessus ont été réalisées en courant alternatif 50 Hz. On peut bien entendu prendre les mêmes valeurs en références, mais les effets physiopathologiques des deux courants sont très différents, le contact avec le courant continu étant moins dangereux et ne provoque pas les mêmes réactions que le courant alternatif. Pour

estimer des valeurs de seuils, sous réserve de valeurs différentes établies par une étude spécifique, on peut émettre une hypothèse basée sur les seuils reconnus de danger (risque d'électrocution) des deux courants pour l'homme, soit 50 Volts en courant alternatif 50 Hz et 120 Volts en courant continu (soit un rapport de 2,4).

Ce qui conduirait à estimer, pour les bovins, les seuils de perception et de nocivité en courant continu plus élevés qu'en courant alternatif.

Cas particulier des mesures en courant continu :

L'emploi d'électrodes non polarisables (Cu/CuSO₄) est impératif pour les prises de contact en milieu ionique (terre, béton, eau...), par contre celles-ci ne sont pas adaptées pour le contact direct avec un métal : par exemple, pour une mesure de tension continue entre un élément métallique et le sol, il faut utiliser une pointe de touche ou une pince pour le contact avec le métal et une électrode Cu/CuSO₄ pour le contact avec le sol. Mais dans ce cas l'emploi d'une seule électrode Cu/CuSO₄ entraîne un écart de mesure par excès de 300 mV environ.

Annexe 5 : Protocole de mesure de la valeur de la prise de terre avec la méthode des 3P

Cette fonction est la seule permettant de mesurer une résistance de terre alors que l'installation électrique à tester est hors tension. Elle utilise 2 piquets auxiliaires, le 3ème piquet étant constitué par la prise de terre à tester. Elle est utilisable sur une installation électrique existante mais nécessite de couper le courant (différentiel principal).

Il est recommandé d'utiliser la méthode des « 62% ».

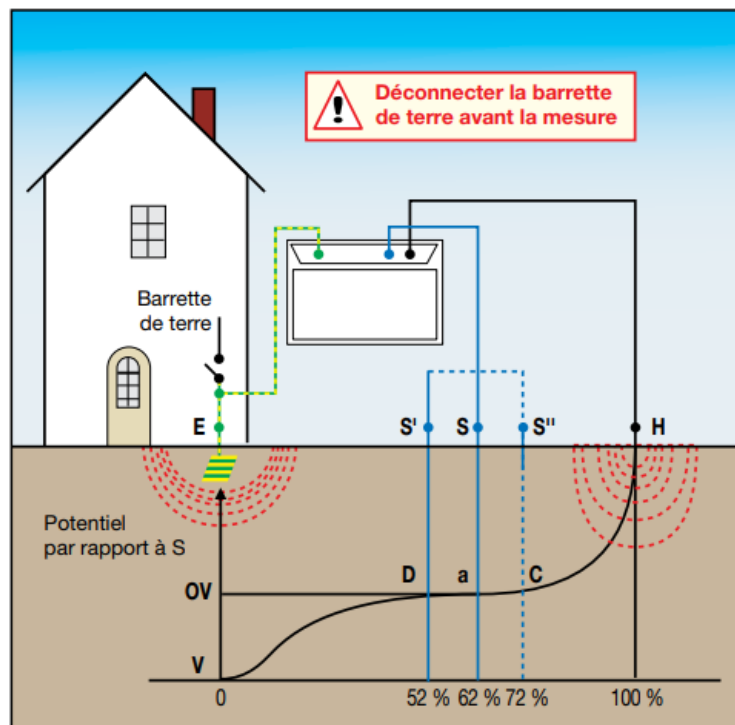
Plantez les piquets dans l'alignement de la prise de terre. La distance entre le premier piquet et la prise de terre doit être égale à environ 62% de la distance entre le deuxième piquet et la prise de terre.

Afin d'éviter des interférences électromagnétiques, il est recommandé de dérouler toute la longueur des câbles en les plaçant aussi loin que possible les uns des autres et sans faire de boucles.

Il faut ensuite connecter les câbles aux bornes adaptées, mettre l'installation hors tension, et déconnecter la barrette de terre. Connecter ensuite la prise de terre à contrôler à la borne adéquate. En générale le seuil d'alarme des appareils est fixé à 50 Ω .

A la fin de la mesure, penser à reconnecter la barrette de terre avant de remettre l'installation sous tension.

Figure 1 : Schéma de mise en place de la mesure des 3 piquets (Chauvin Arnoux : [dc_f_guide-terre_ed4.pdf](#))





Les informations contenues dans cette publication ont été obtenues dans le cadre d'un projet initié et financé par le CNIEL, mené en 2018 (Version 1) conjointement avec les chambres d'agriculture des Hauts de France et de Loire Atlantique, du CLASEL (groupe Seenergi), du CROCIT Bretagne, du GDS Bretagne et de l'Institut de l'Élevage.

Puis elle a été complétée par un autre projet (Version 2 - 2026) financé par la CNE, piloté par l'Institut de l'élevage avec les Chambres d'agriculture des Pays de la Loire et de Bretagne, le CROCIT Bretagne, Innoval, RTE, Reso Caen, Jean Marie Devimeux, Luc Leroy, Patrick Périssat, et le CNIEL.

Le présent document est protégé par le droit d'auteur. Ainsi, toute reproduction intégrale ou partielle faite, par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'ensemble des partenaires du projet, co-auteurs du document, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.