

COMMISSION NATIONALE DE DÉBAT PUBLIC

THT Cotentin Maine

**CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES :
EFFETS BIOLOGIQUES ET SANTÉ ANIMALE**

H. BRUGÈRE

**Unité de Physiologie-Thérapeutique
École Nationale Vétérinaire d'Alfort**

E-mail: hbrugere@vet-alfort.fr

La question des CEM demeure au premier plan de l'actualité

Il y a CEM et CEM : la clé de leur distinction est la fréquence

La question des effets sur l'Homme

Effets chez l'Animal

Les effets chez l'Animal



COMMENT ÉVALUER LES EFFETS DES CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES SUR LES ANIMAUX ?

Les approches suivantes ont été mises en œuvre:

Surveillance sanitaire des élevages situés sous les lignes

Etudes épidémiologiques

Expérimentation de terrain

Expérimentation au laboratoire

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE DES EFFETS

Animaux d'élevage

Surveillance sanitaire

Epidémiologie

Expérimentation de terrain

Expérimentation de laboratoire

Exposition

Lignes existantes

Lignes existantes

Lignes existantes

Générateur de champs
construit spécialement

Animaux

Elevages de production (petit nombre)

Elevages de production (nombreux ou très nombreux, éventuellement étude rétrospective)

Lots constitués spécialement

Lots constitués spécialement

Surveillance sanitaire des élevages situés sous les lignes

Approche utilisée surtout aux Etats Unis

▶▶ Lignes 765 000 volts 60 Hz construites à partir de 1968

questions relatives

- aux effets sur la végétation
- à l'impact économique
- à la faune sauvage
- aux animaux domestiques

- aux travaux agricoles

- aux machines et à la manière de les utiliser

▶▶ Lignes 400 000 ou 500 000 volts continus construites à partir de 1970

▶▶ Lignes 400 000 ou 500 000 volts alternatifs construites à partir de 1970

Cette approche a constitué aussi un volet initial dans la démarche d'évaluation suédoise

(à partir de 1980)

Surveillance sanitaire des élevages situés sous les lignes

Lignes 765 000 volts 60 Hz

Ligne Jefferson-Dumont (USA, Indiana et Michigan)

11 fermes situées sous la ligne sélectionnées en fonction de leur proximité et de la probabilité que les animaux passent de longues périodes dans les parcelles situées sous ou près des lignes

Diversité de types d'exploitation, d'espèces animales, de races et de productions

Exploitations de petite taille à l'exception de 2 fermes laitières

578 Bovins, dont 3/4 de vaches à lait

337 Porcs

55 Moutons

10 Chevaux

Valeurs maximales du champ Electrique

de 2,5 à 12 kV/m

moyenne : 7,9 kV/m

(= ou > 8 kV/m dans 7 des 11 fermes)

Suivi sanitaire à raison d'une visite vétérinaire systématique deux fois par mois

De l'étude il ne ressort aucun effet sur le comportement, la santé et les productions

Un rapport indique que les chevaux paraissent éviter de séjourner sous la ligne

Un rapport indique que les bovins paraissent préférer rester sous la ligne

(AMSTUTZ H.E. et MILLER D.B., 1980)

Surveillance sanitaire des élevages situés sous les lignes

Ligne expérimentale 1 100 000 volts 60 Hz Etude dans l'Orégon

Enquête préliminaire générale sur l'impact dans 18 exploitations

Impact au sol: 18 réponses de préférence des lignes 765 000 par rapport aux lignes 345 000 volts (moins de pylônes, manœuvres plus faciles autour des pylônes de grande taille)

Récoltes: 11 réponses : satisfaction

5 réponses : satisfaction partielle (gène du fait des chantiers, tassement du sol)

2 réponses : production non satisfaisante

Mise à la terre des tracteurs: faite par 3 agriculteurs, non faite par 14.

Perception de chocs électriques: 14 négatifs, 3 ont senti un choc une fois ou deux

1 a ressenti un choc important

Troupeaux: broutent indifféremment sous ou à côté des lignes

(Rogers L.E. et al., 1982)

Surveillance sanitaire des élevages situés sous les lignes

Etudes suédoises sous les lignes 400 000 volts, 50 Hz

Etude du temps passé sous les lignes

2 troupeaux, total de 55 vaches

les vaches n'évitent pas systématiquement l'aire située sous la ligne quand elles le font, d'autres facteurs que les champs EM sont en cause

Etude de la fécondité des vaches

36 troupeaux classés en fonction du temps passé sous la ligne
pas de différence sur les résultats d'inséminations artificielles

2 troupeaux à longue durée passée sous la ligne (25 à 55 jours par an)

l'étude aboutit à la conclusion qu'il y a un effet dépresseur des longues durées d'exposition sur la fécondité

Cette étude est le point de départ d'une série de travaux épidémiologiques et expérimentaux

(Algers B. et al., 1981)

Etudes épidémiologiques

Etudes faites

- pour l'essentiel en Suède, sous des lignes 400 000 volts, 50 Hz
- plus secondairement aux USA, sous des lignes 400 000 volts, DC

Etudes épidémiologiques

Etudes suédoises (lignes 400 000 volts, 50 Hz) Enquête à l'échelle de la nation

Questionnaire adressé dans toutes les fermes où passe une ligne 400 000 volts, après inventaire sur la carte des 331 communes concernées (excepté le grand Nord, où faible densité)

Sélection des réponses des fermes où les animaux sont au moins 15 jours par an sous la ligne

soit 106 fermes

représentant 2050 inséminations

Comparées à un groupe d'autres fermes choisies en dehors du trajet des lignes dans les mêmes groupements de producteurs:

aucune différence de fertilité n'a été trouvée entre exposés et témoins.

Les vaches réformées pour infécondité n'appartenaient pas plus au groupe exposé qu'au groupe non exposé.

(ALGERS B. et HENNICHES K., 1981-85)

Etudes épidémiologiques

Lignes 400 000 volts continus
(U.S.A., Oregon)

{ regain d'intérêt à partir des années 1970
{ permettent meilleur rendement de transport

Plusieurs études ont été faites sur cette ligne de l'Oregon, avec un recul de 15ans

Etude des données collectées par les éleveurs et les organisations techniques

Les données des organisations techniques étant considérées comme très fiables et utilisées dans d'autres études environnementales;

Etude des données de 516 élevages de race HOLSTEIN sur 6 ans, soit un total de 24 000 lactations enregistrées par les organismes professionnels

Les 516 élevages sont classés en fonction de la distance à la ligne

L'étude a porté sur:

- la production laitière
- la reproduction (intervalles entre vêlages)
- les motifs de réforme des vaches

Il n'est pas apparu de différence entre les niveaux d'exposition

Les auteurs soulignent l'intérêt du modèle animal "vache à lait" pour aborder l'impact pour l'Homme du fait de la sensibilité de la production laitière à un grand nombre d'influences exogènes

(MARTIN F.B. et al, 1986)

Expérimentation de terrain

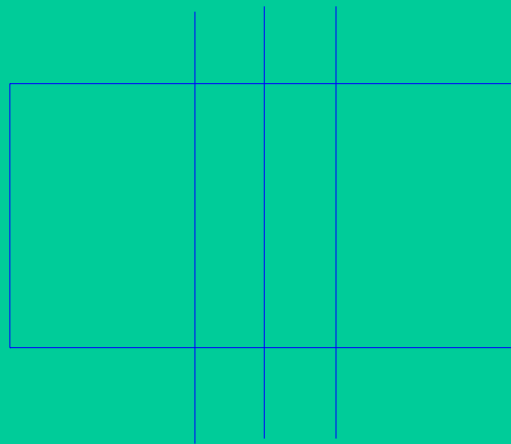
Principe

Un lot d'animaux est placé sous les lignes dans un logement (moutons , porcs) ou sur un parcelle (bovins)

= "exposés"

Un lot semblable est placé dans des conditions identiques à distance des lignes

= "témoins"



exposés



témoins

Expérimentation de terrain

Lignes 765 000 volts 60 Hz Etude dans l'Ohio

Au cours de 5 années consécutives, des taurillons sont placés dans une parcelle située sous la ligne

Valeur du Champ E: 12 kV /m

Les animaux broutent ou consomment eau et sel sous la ligne sans réticence

(BUSBY K et al, 1974)

Expérimentation de terrain

valeurs moyennes des champs

Etudes suédoises sous 400 000 volts, 50 Hz

4 kV/m

2 μ T

Un groupe de 58 génisses est placé dans un enclos sous une ligne 400 000 volts

Un autre groupe de 58 génisses est placé dans un enclos à distance

Vérification préalable de la cyclicité par mesure de la progestéronémie

Traitements préventifs antiparasitaires

Evaluation pour chaque animal du statut vis-à-vis de la BVD

Codification de la reconnaissance de l'œstrus

Insémination à partir de paillettes faites à partir d'un même éjaculat

Résultats: pas de différences sur les critères

Durée du cycle

Progestéronémie

Intensité de l'œstrus

Taux de conception

Nb de foetus vivants au bout de 120j

Recherche de malformations foetales

Concernant la BVD, pas de modification de la morbidité dans le lot exposé

(ALGERS B. et HULTGREN J., 1987)

Expérimentation de terrain

Lignes 345 000 volts 60 Hz (USA, Iowa)

- Etude sur croissance et finition chez le Porc

30 porcs placés sous la ligne (Champ E= 4.2 kV/m)

30 porcs placés à 1/2 mile dans logements identiques

Pas de différence sur:

- comportement
- performance zootechniques
- qualité des carcasses

- Etude sur la reproduction et le devenir de la portée

12 truies }
1 verrat } sous la ligne (Champ E= 4.2 kV/m)

12 truies }
1 verrat } à 1/2 mile dans logements identiques

Paramètres pris en compte:

- Nb de gestations
- Nb de malformations
- Nb de porcelets vivants
- Poids à la naissance
- Porcelets vivants à 21 j
- Poids à 21 j
- gain pondéral pendant les 21 j

Aucun effet négatif n'a été constaté

(Mahmoud A.A. et Zimmerman D.R., 1984)

Expérimentation de terrain

Corridor de 3 lignes (une 500kV-DC et deux 230 kV-60 Hz) (Oregon)

Valeurs moyennes des champs: $E= 6,25 \text{ kV/m}$, $M= 3,77 \text{ } \mu\text{T}$

30 agnelles réparties en 2 groupes (témoins et exposées)

Durée d'exposition: 10 mois

Expérience 1:

Pas d'effet sur:

- le comportement
- la croissance corporelle et pousse de la laine
- l'âge de survenue de la puberté
- concentrations de cortisol et de mélatonine

(Stormshak F. & al., 1992)

Expérience 2:

Pas d'effet sur:

- le comportement
- la croissance
- l'âge de survenue de la puberté
- les caractéristiques chronologiques et d'amplitude du pic de mélatonine

Paraît réduire l'activité du système immunitaire

(aptitude à produire IL-1 en réponse à des mitogènes tels que PHA ou LPS)

(Stormshak F. & al., 1993)

Expérimentation de terrain

Corridor de 3 lignes (une 500kV-DC et deux 230 kV-60 Hz) (Oregon)

Valeurs moyennes des champs: $E= 6,81$ kV/m, $M= 3,5$ μ T

Expérience 3:

30 agnelles réparties en 2 groupes (témoins et exposées) Durée d'exposition: 10 mois

Réduction de l'IL-1

Pas de modification de la réponse à un antigène de *Leptospira*

Pas de modification - de la capture du calcium par les leucocytes activés par LPS

- de l'activité de IL-2

- de l'expression des récepteurs à IL-1, IL-2 et TNF- α

Augmentation de la prolifération lymphocytaire en réponse à des mitogènes tels que PHA ou LPS

Augmentation de la production de TNF- α

(Hefeneider S. & al., 1994)

Expérience 4:

45 agnelles réparties en 3 groupes (témoins et exposées) Durée d'exposition: 27 mois

1 groupe champs E & M (sous la ligne)

1 groupe champ M (sous la ligne, avec écran bloquant champ E)

1 groupe témoin (à plusieurs centaines de mètres)

Pas de modification portant sur IL-1 et IL-2

(Hefeneider S. & al., 2001)

Expérimentation au laboratoire

Principe

Une installation spéciale est créée pour produire le ou les champs requis pour exposer les animaux

Possibilité de réaliser - soit des champs E ou M purs
- soit des champs E ou M associés

Stratégie de comparaison d'un lot exposé par rapport à un lot témoin non exposé

De telles études ont été réalisées

- soit dans un but général de recherche des effets biologiques

Porcs (effets sur comportement, sur paramètres biologiques en général) [USA]

- soit dans un but plus appliqué aux problèmes de l'élevage

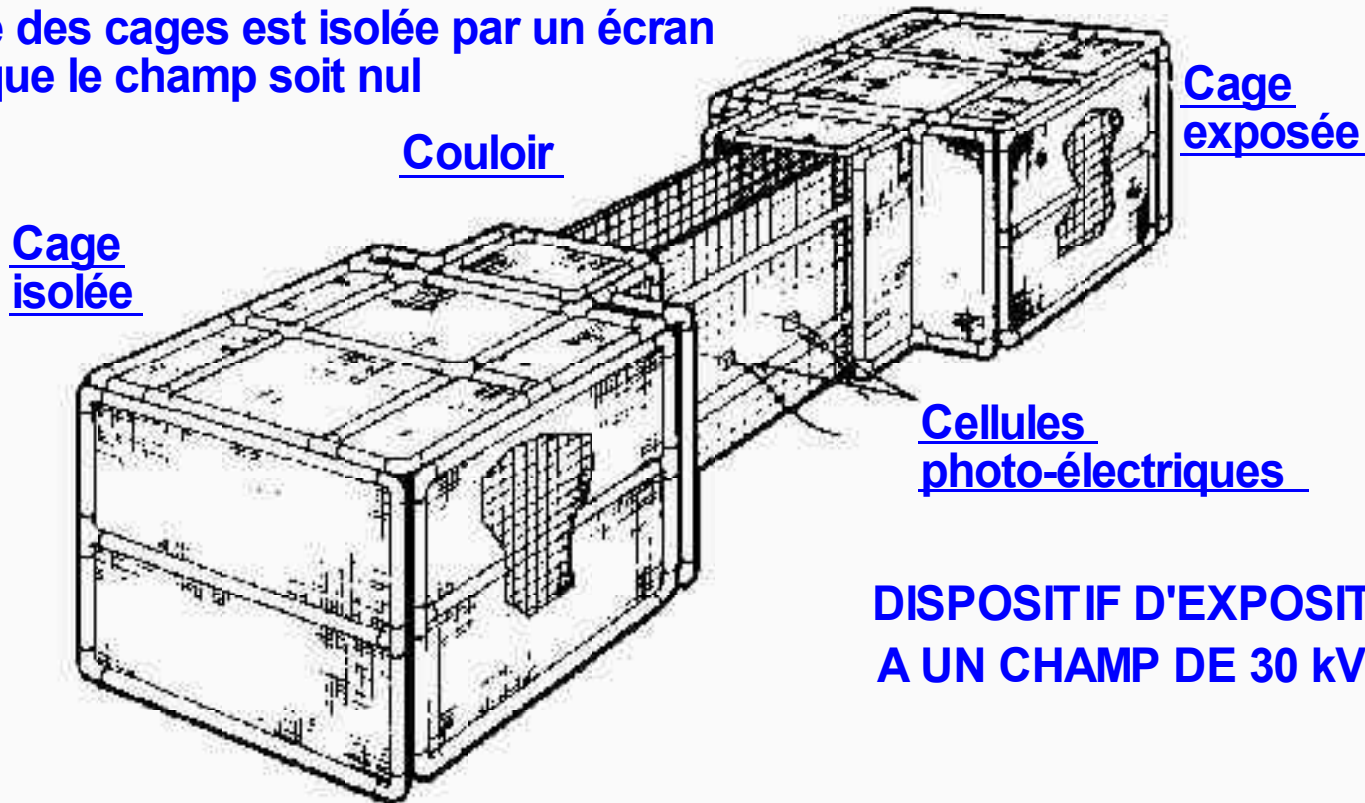
Vaches laitières (matière ingérée, production) [Canada]

Expérimentation au laboratoire

L'ensemble est placé sous une électrode produisant un champ de 30 kV/m

Durée d'observation:
6ans (plusieurs générations)

L'une des cages est isolée par un écran afin que le champ soit nul



DISPOSITIF D'EXPOSITION DE PORCS
A UN CHAMP DE 30 kV/m

Comportement: des différences de choix selon les lots, selon les étapes de la vie

Biologie: pas d'effet constant et reproductible

(HJERSEN & al., 1982)

Étude de laboratoire

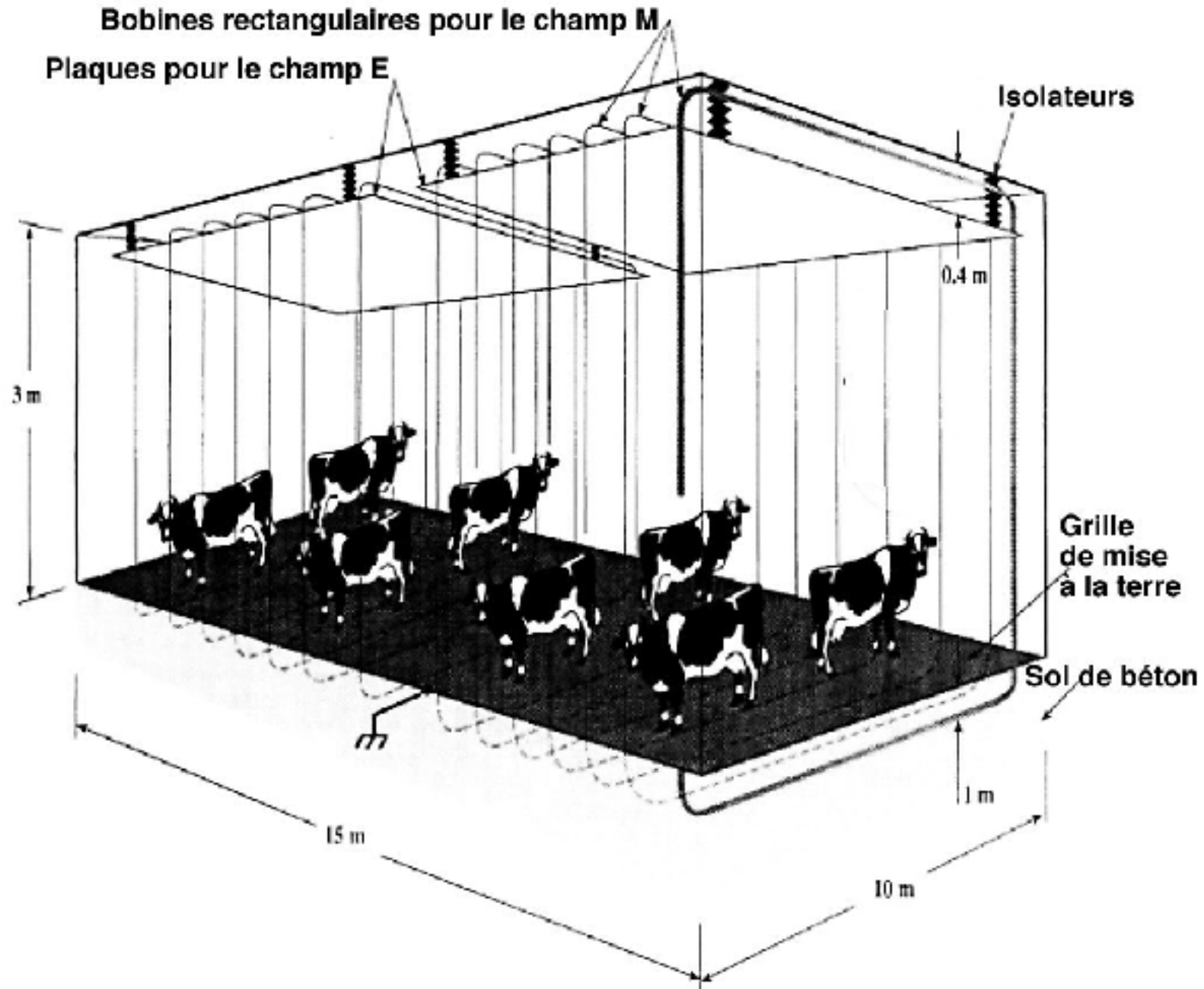
Étude canadienne

Projet élaboré à la fin des années 80

**dans l'objectif de pouvoir entretenir des bovins (vaches laitières)
dans des CEM de valeurs égales à celles trouvées sous les
lignes de 735 kV,**

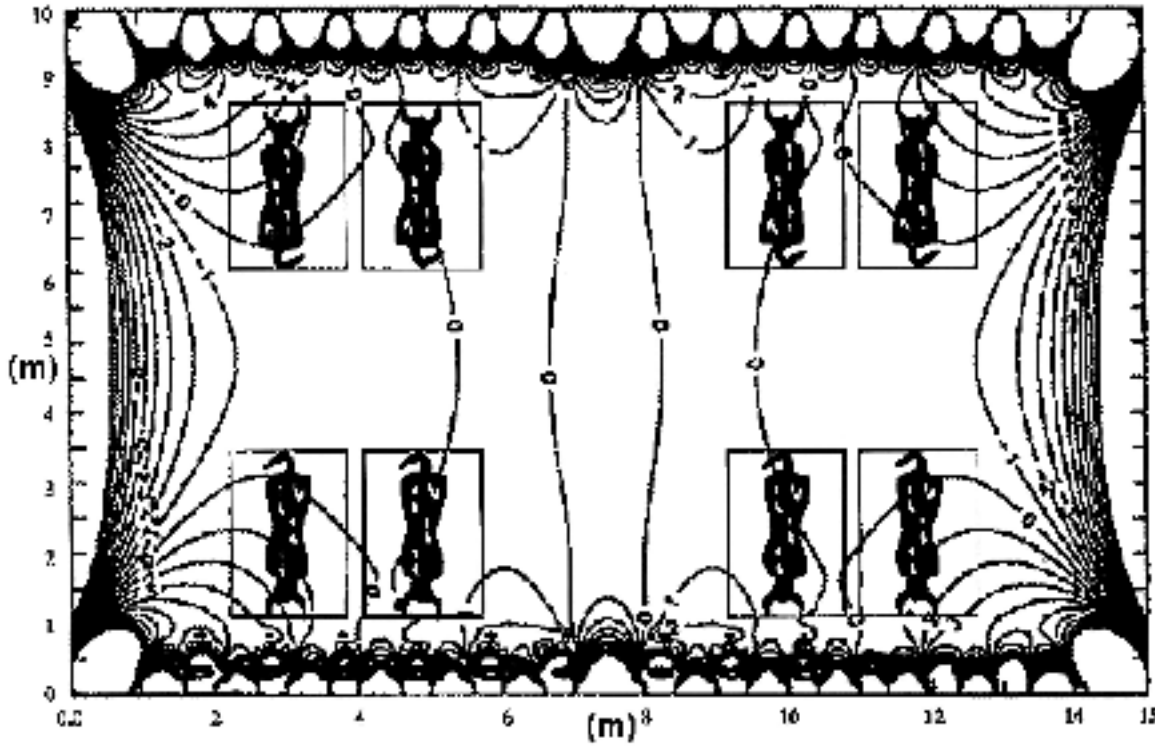
pendant une période aussi proche que possible de 24 h sur 24

**(dans les études sur enclos, les animaux se déplacent et ne sont
pas en permanence à la valeur de champ la plus élevée.**



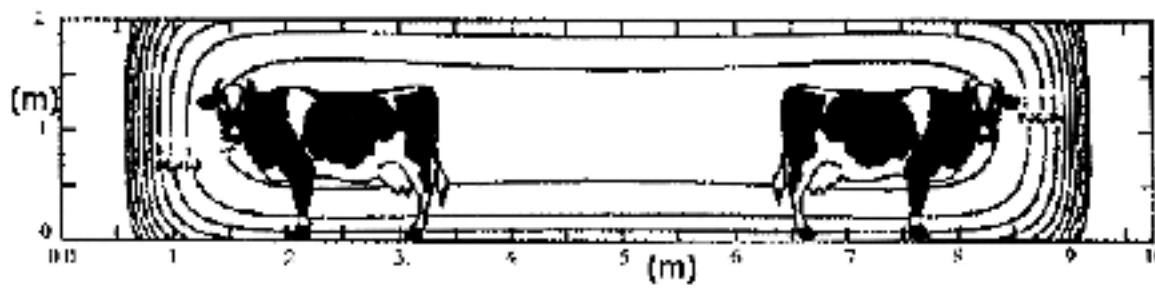
Dispositif d'exposition de 8 vaches à des champs E et M





Magnétique

**30
microT**



Électrique

10 kV/m

Répartition des champs dans le local d'expérimentation

Étude canadienne

(suite)

**Durée d'exposition au maximum possible
24 heures moins le temps nécessaire aux soins
quotidiens,**

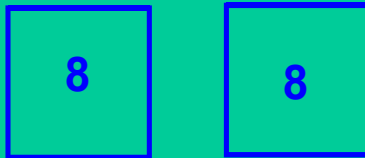
soit environ 21 heures

**Tensions parasites réduites à de très faibles valeurs :
moins de 1 mV**

Expérimentation au laboratoire

Effets des champs E et M sur la productivité de vaches laitières

16 vaches de race HOLSTEIN sont placées dans un local avec un champ E = 10 kV/m et un champ M = 30 μ T



Champs	+	-
périodes	-	+
de 28 j	+	-

Ingérés,
production laitière
matière grasse
progestéronémie

accrus par l'exposition

Composition du lait (excepté graisses)
pH sanguin, gaz du sang
Cortisolémie

non modifiés par l'exposition

Les modifications sont attribuées à une baisse de la mélatonine supposer mimer les effets de jours longs, avec accroissement du temps disponible pour l'ingestion.

(BURCHARD, J.F. et al, 1996)

Étude canadienne

Entre 1996 et 2005, une dizaine de publication a concerné divers paramètres physiologiques.

Dans ces publications, il n'a jamais été signalé de trouble de la santé.

On notera qu'un lot de vaches gestantes ont été exposées au 7^e mois de gestation, et cela pour 30 jours.

Il n'a pas été rapporté d'incident ou d'accident à propos du déroulement de leur gestation

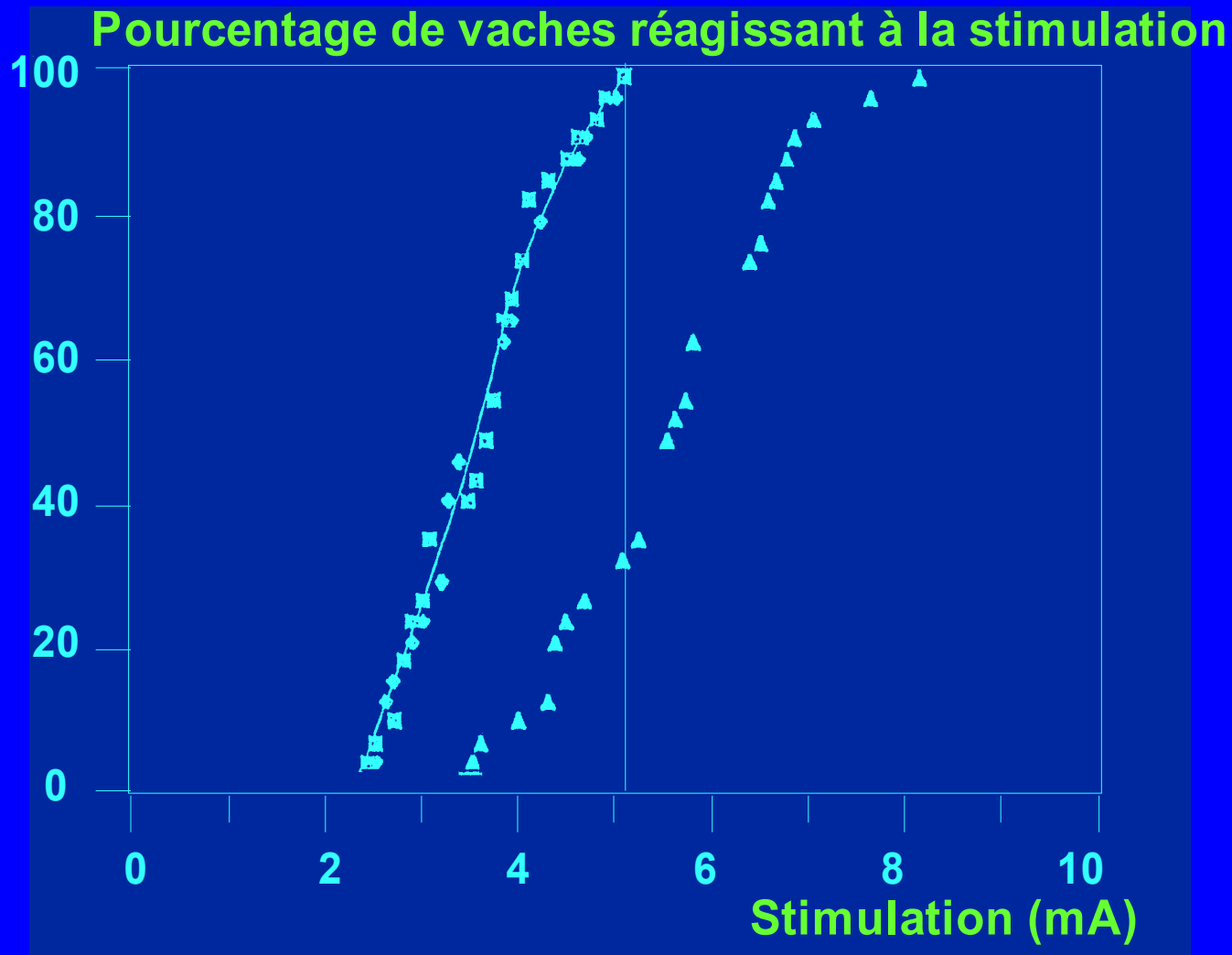
Les tensions parasites

Les tensions parasites et les courants qui en résultent peuvent provenir de causes multiples

par exemple

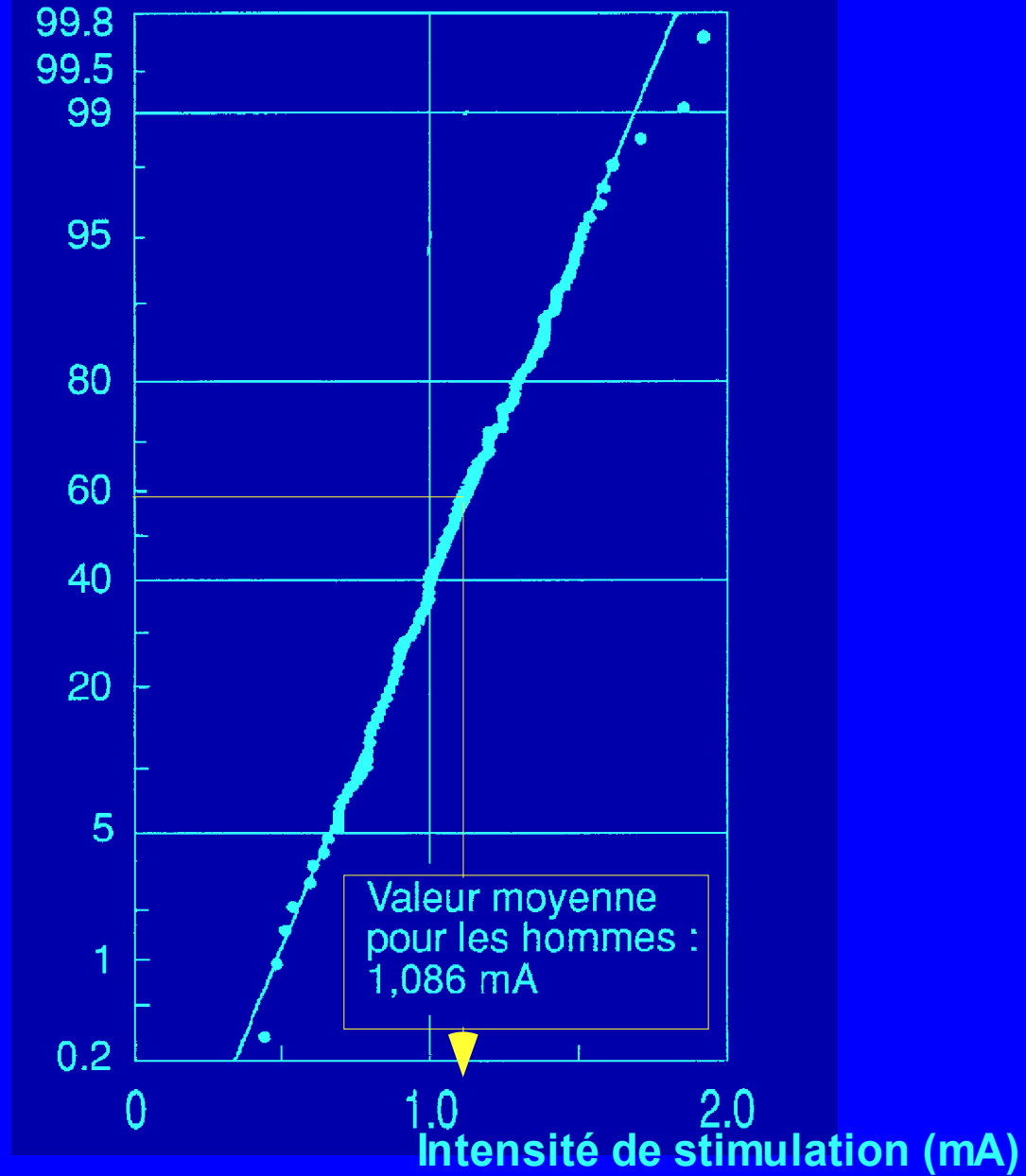
- protocole de raccordement du neutre (Amérique du Nord),
- défauts de raccordement à la terre,
- interférences multiples d'appareillages,

Toutes ces causes aboutissent à élever le potentiel de la ligne de mise à la terre et des masses métalliques raccordées et à produire une électrisation des animaux.

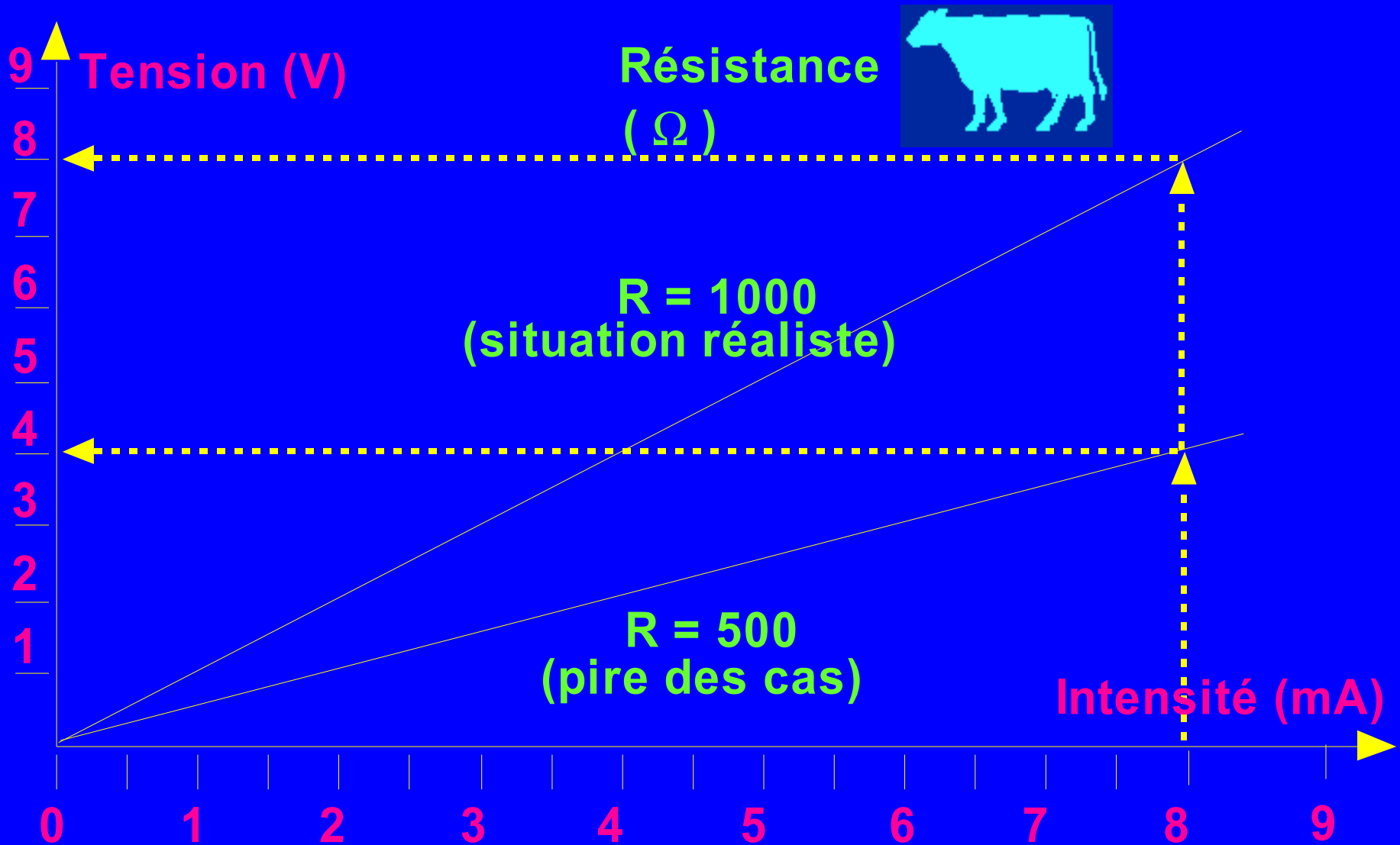


**Seuil de perception du courant électrique 50 Hz
chez la Vache**

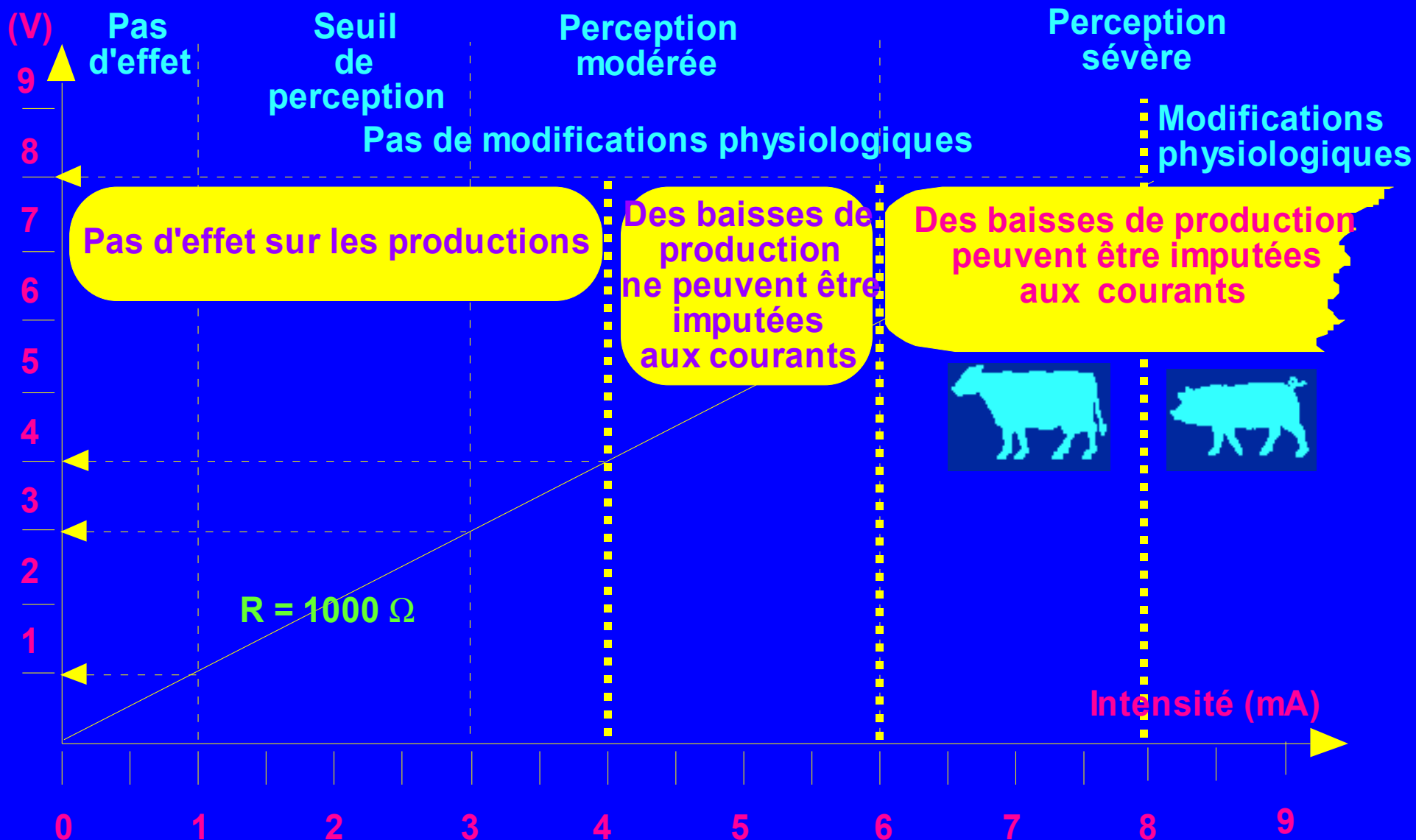
Pourcentage de sujets réagissant au stimulus



Sensibilité de l'Homme au courant électrique



Relation entre la tension aux bornes d'une résistance simulant l'animal et l'intensité du courant



Modifications des productions selon l'intensité

Conclusion (1)

L'électricité des lignes H.T., des réseaux de distribution ou des dispositifs d'utilisation peut entraîner des effets chez les animaux.

Quand des effets avérés sont constatés, ceux-ci sont rapportés au passage de **courants** d'une intensité suffisante.

Ces courants résultent de causes telles que

- couplage
- courants de défaut
- déficience des dispositions prises pour l'équipotentialité

Conclusion (2)

Les champs (électriques ou magnétiques) présents dans l'environnement induisent des courants de valeur beaucoup plus faibles que celles qui sont reconnues comme pouvant perturber le bien-être, la santé ou la production des animaux

Les études d'évaluation des effets des champs (E ou M) par différentes stratégies:

- surveillance sanitaire**
- épidémiologie**
- expérimentation sur le terrain**
- expérimentation de laboratoire**

n'ont pas permis de retenir d'effet des champs sur la santé des animaux