Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI

# Courants vagabonds dans l'étable des vaches laitières: origine du problème et solutions…

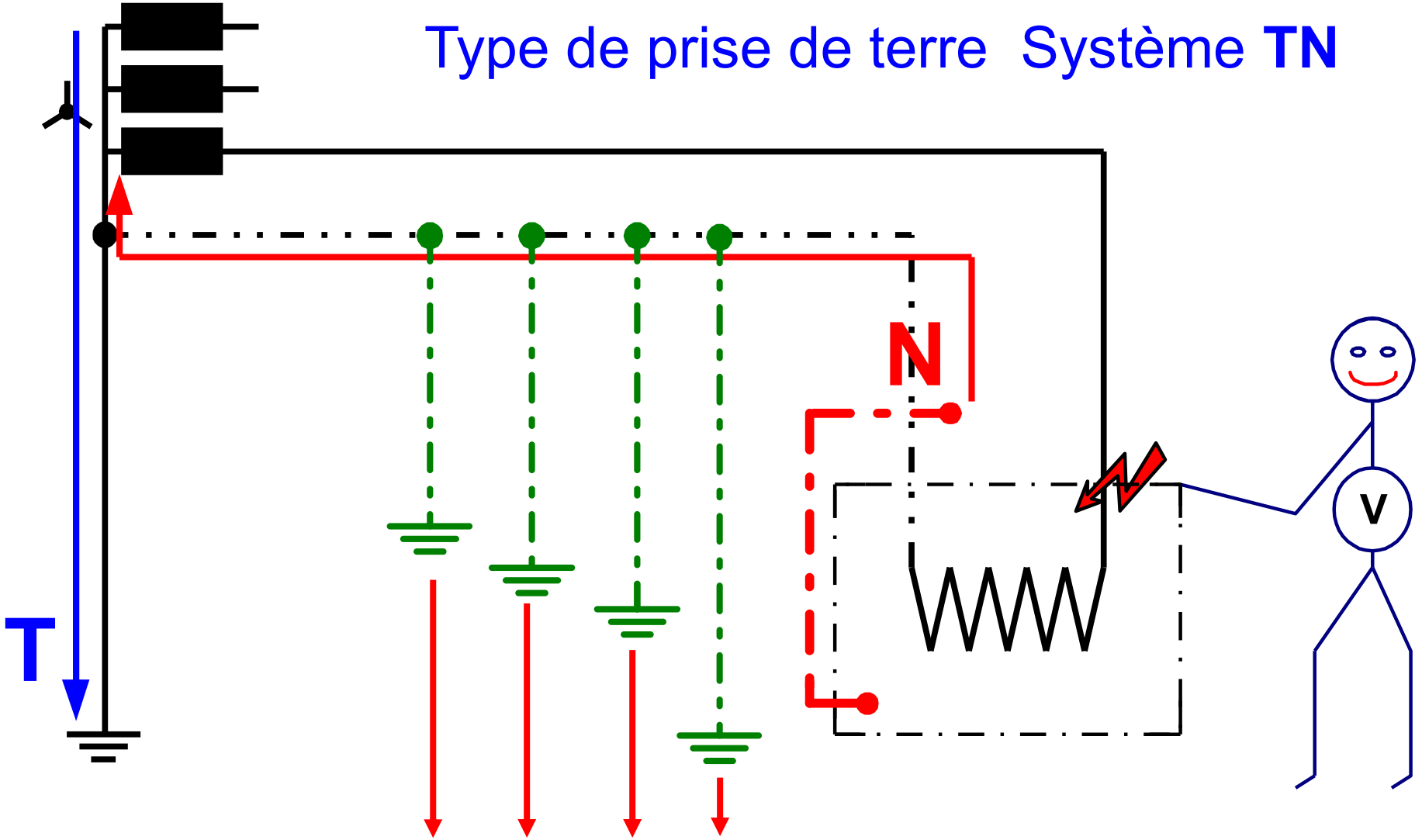
5.11.2019
Formation continue
construction rurale

André Moser ESTI

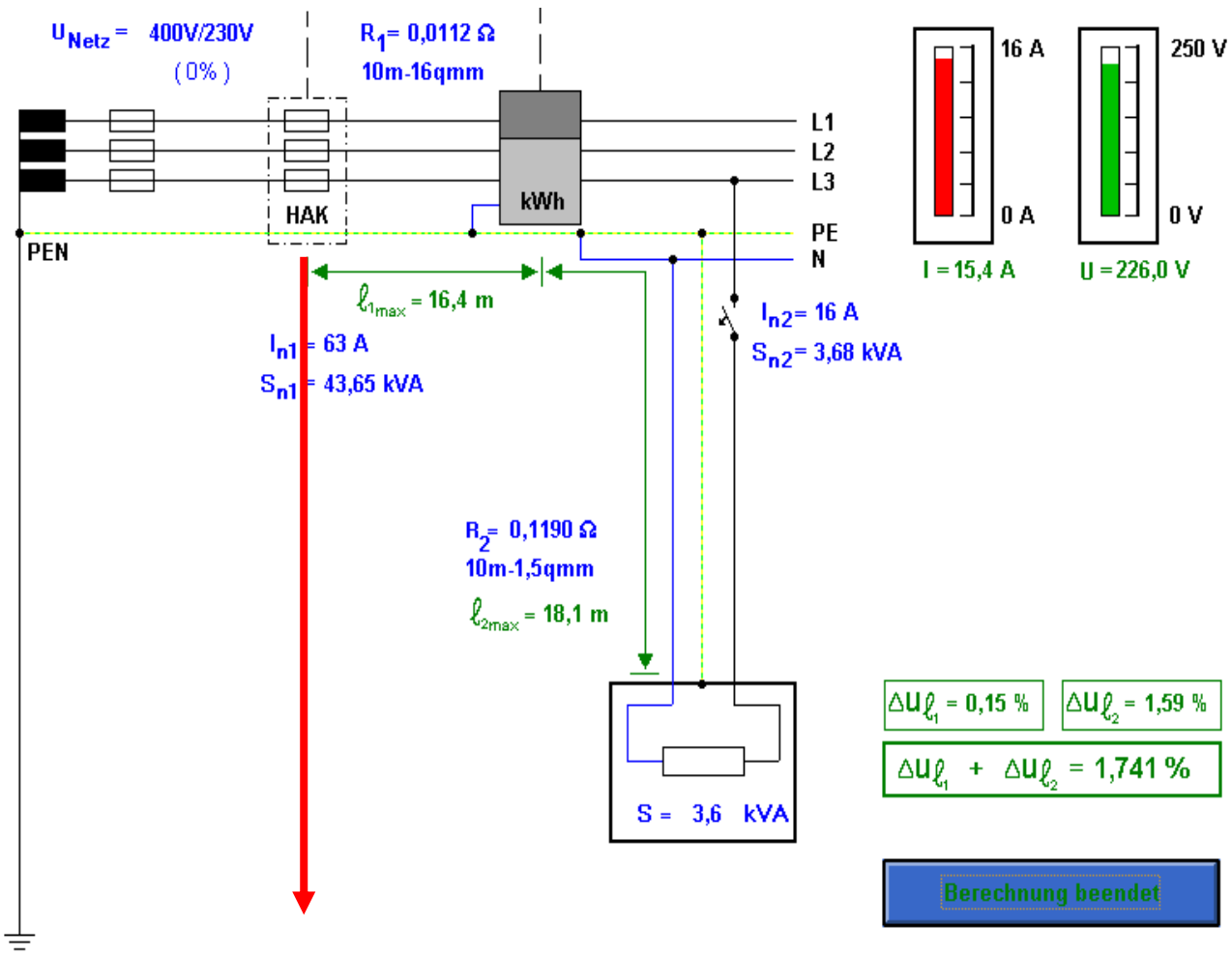
# Calendrier:

- **Bases de planification et de construction pour éviter les différentiels à courant résiduel**
- Exigences de base
- Bases pour la mise à la terre
- Défaillances sur la mise à la terre de la ligne basse tension

# Type de prise de terre  Système **TN**



# Surcharge du circuit électrique et chute de tension



# Origine des courants vagabonds: explications

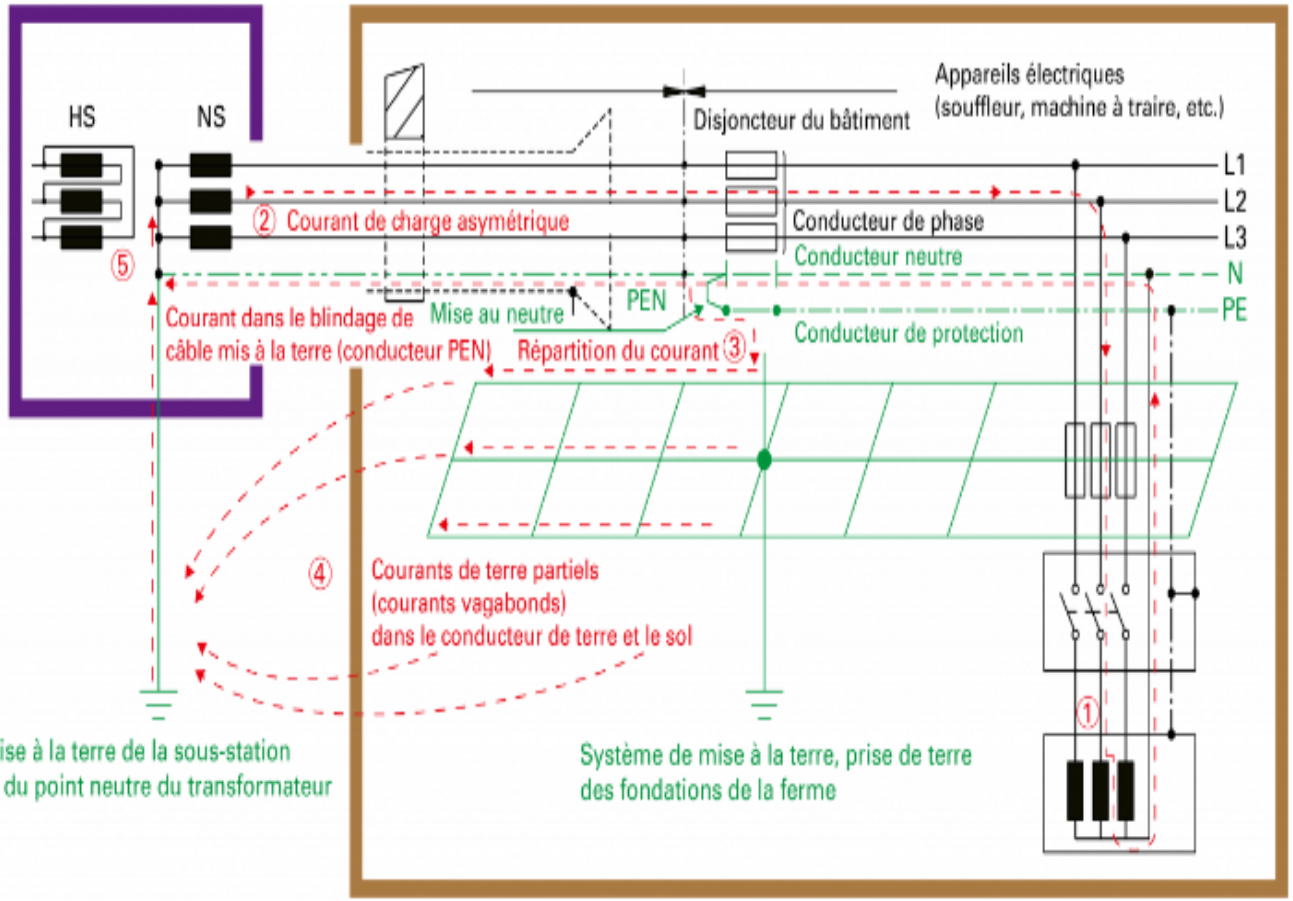



**Figure 3**
Schéma expliquant l'apparition de courants vagabonds en tant que courants partiels de circulation en dehors du conducteur de mise à la terre (conducteur PEN), selon [11]

# Figure 3 Schéma d'explication de l'origine des courants vagabonds en tant que courants compensateurs partiels en dehors du conducteur de terre (conducteur PEN), selon [11]:

- Une charge asymétrique sur les trois conducteurs de ligne (conducteurs de phase) provoque un courant de retour asymétrique.
- Ce courant de retour asymétrique circule vers la charge par le biais des trois conducteurs de ligne et revient par le biais du conducteur neutre au point de raccordement de la maison et continue jusqu'à la sous-station via le conducteur PEN.
- Une petite partie du courant de retour peut atteindre le système de mise à la terre du bâtiment par la mise à la terre du conducteur neutre (mise au neutre du point de raccordement du bâtiment).
- Celui-ci circule sous forme de courant vagabond à travers les conducteurs présents et à travers le sol pour retourner finalement aussi au système de mise à la terre de la sous-station.
- Dans la sous-station, les parties de courant de retour reviennent par le biais du système de mise à la terre qui est raccordé au point neutre du transformateur.

# Origine des courants vagabonds: explication «Induction»

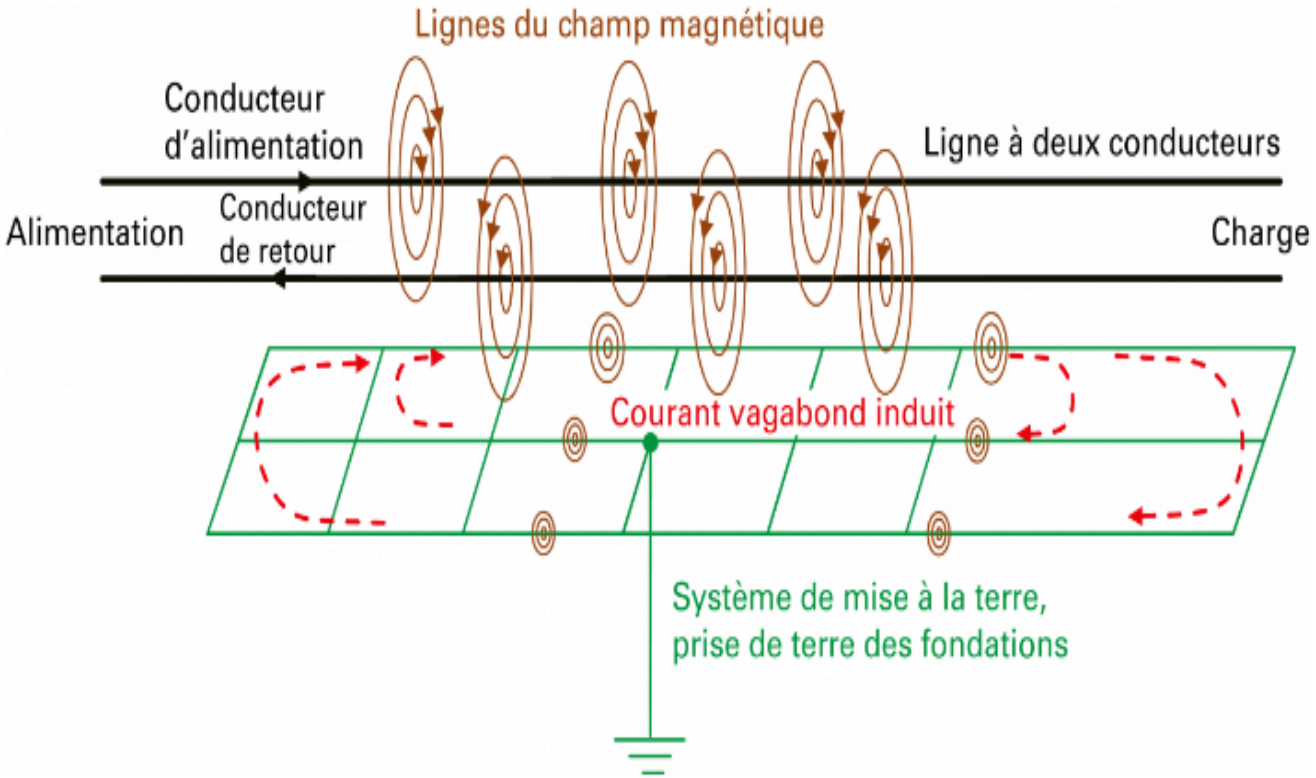
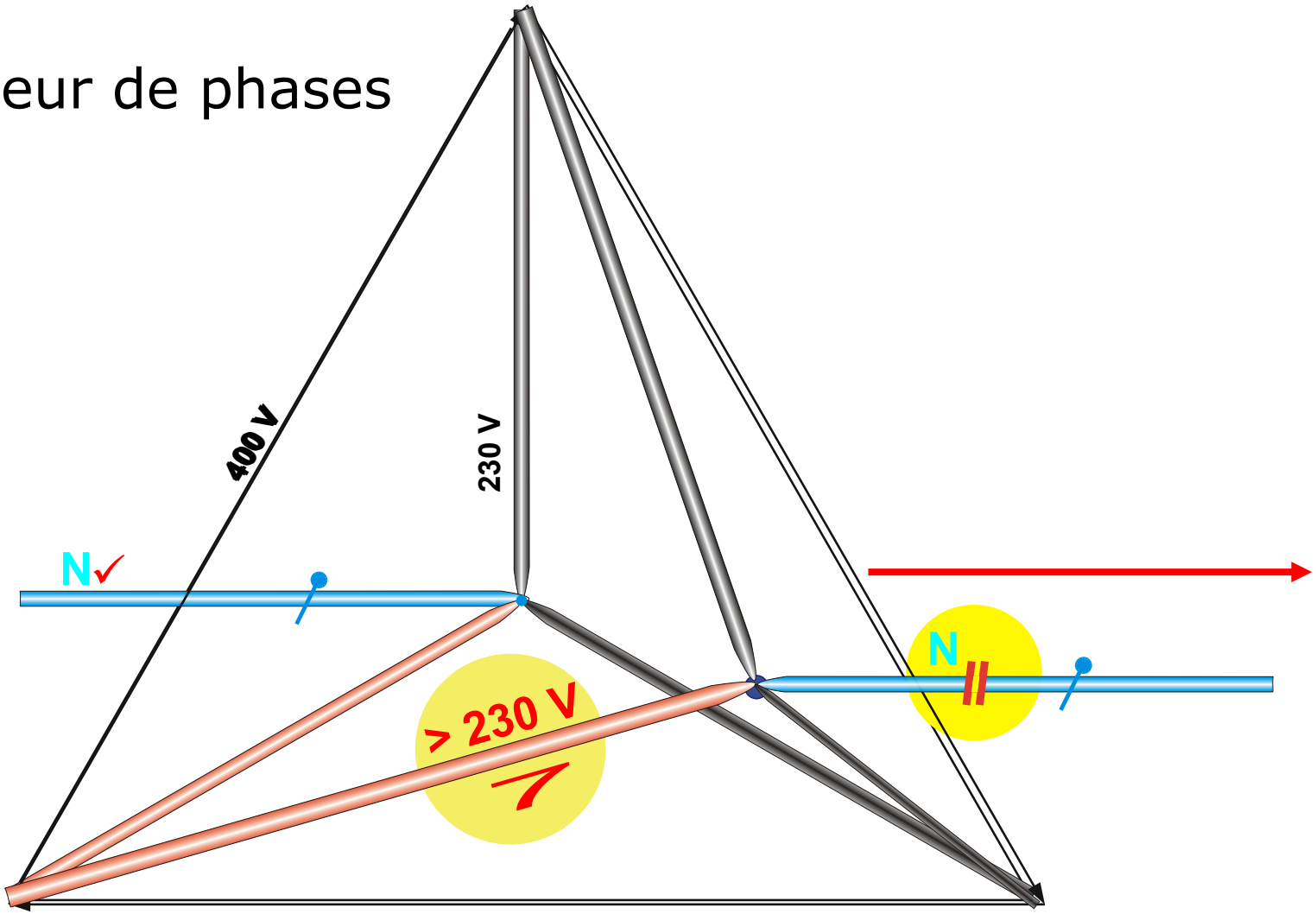



**Figure 4**
Couplage des courants vagabonds par induction via le champ magnétique. Ici avec l'exemple d'une ligne à deux conducteurs

# Asymétrie et courants compensatoires

## Conducteur de phases



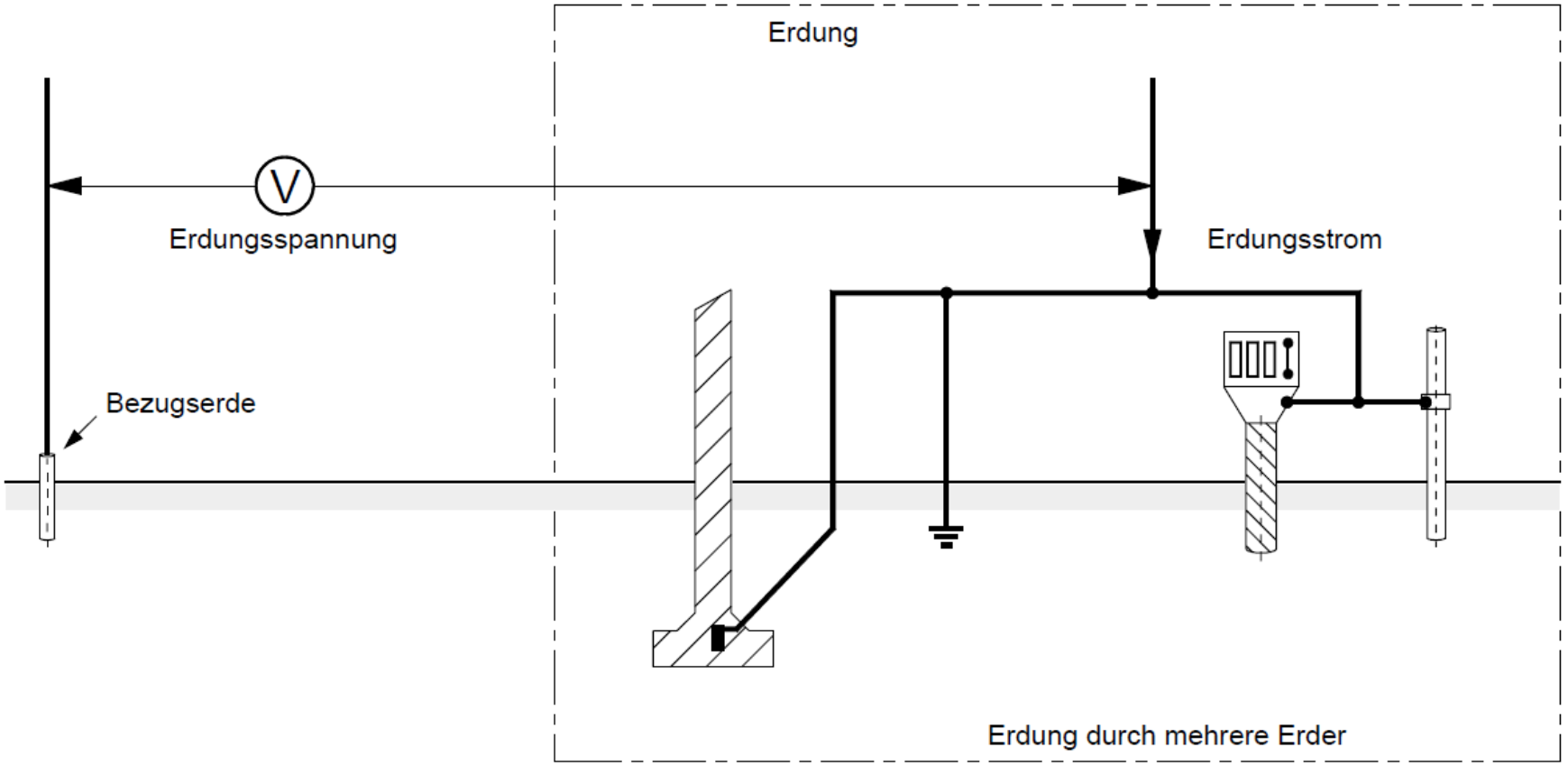
# Mesure de la tension de contact

## Wer darf die Berührungsspannung messen?

Die Berührungsspannung darf nur von Elektrofachkräften gemessen werden. Zudem dürfen Sie nur mit einem nach DIN VDE 0413-6 geeigneten Messgerät die Berührungsspannung messen. Bei diesen Messgeräten entspricht der Innenwiderstand der Körperimpedanz des Menschen (ca. 1.000 Ω) bzw. von Nutztieren (ca. 500 Ω).

| | | |
|---|---|---|
| 5. Berührungsspannungen zwischen berührbaren leitenden Teilen und PA-Sammelschiene max. 10 mV | Mittels genügend empfindlichem AC-Voltmeter, $R_{in} > 1$ MΩ<br>und Körpernachbildung (Netzwerk nach SVSI) | während des Betriebes der medizinisch genutzten Räume |

# Mesure de la tension de contact

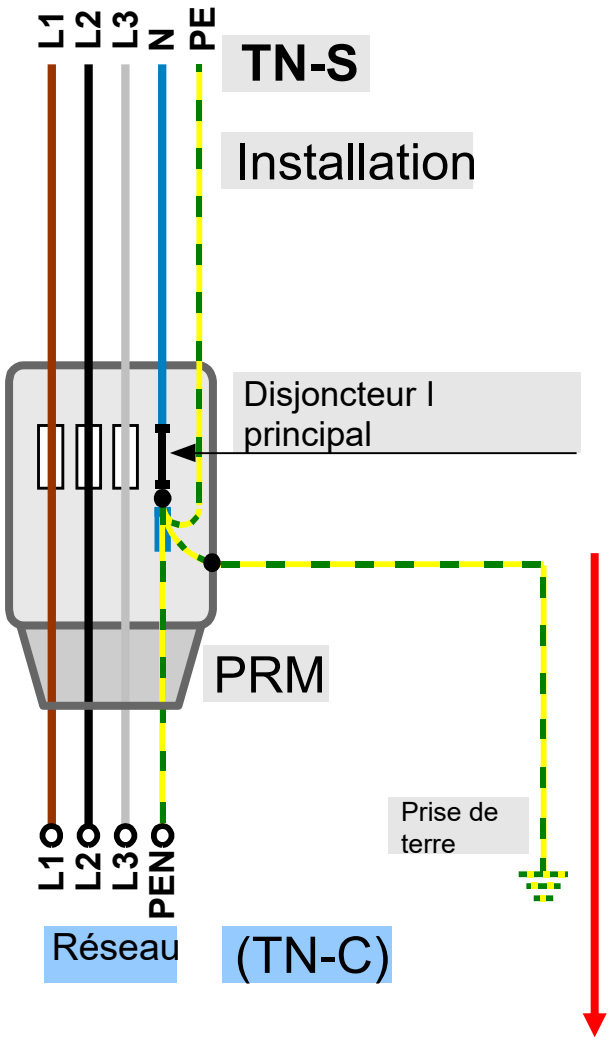


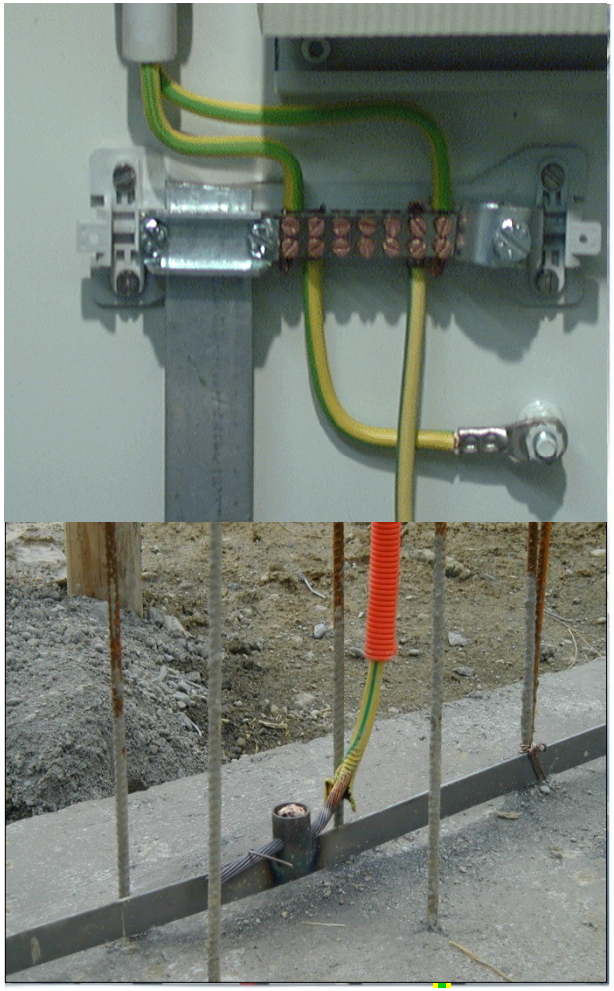

*Figur 2 Erdungsgrössen*

# Mesure de la tension de contact

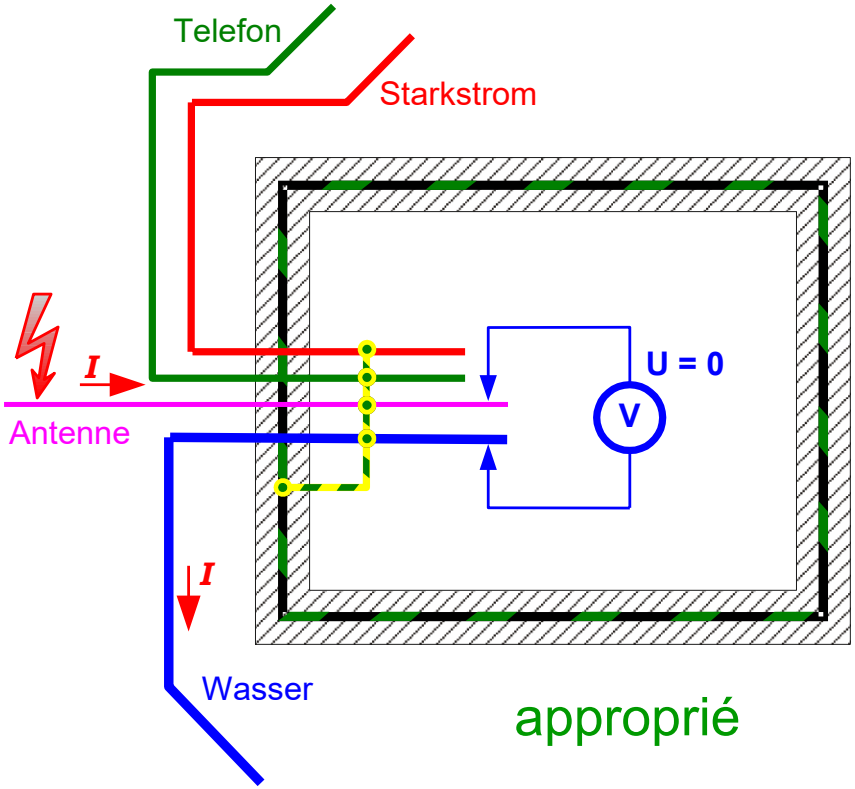
# Mesure de la tension de contact

# Disjoncteur principal

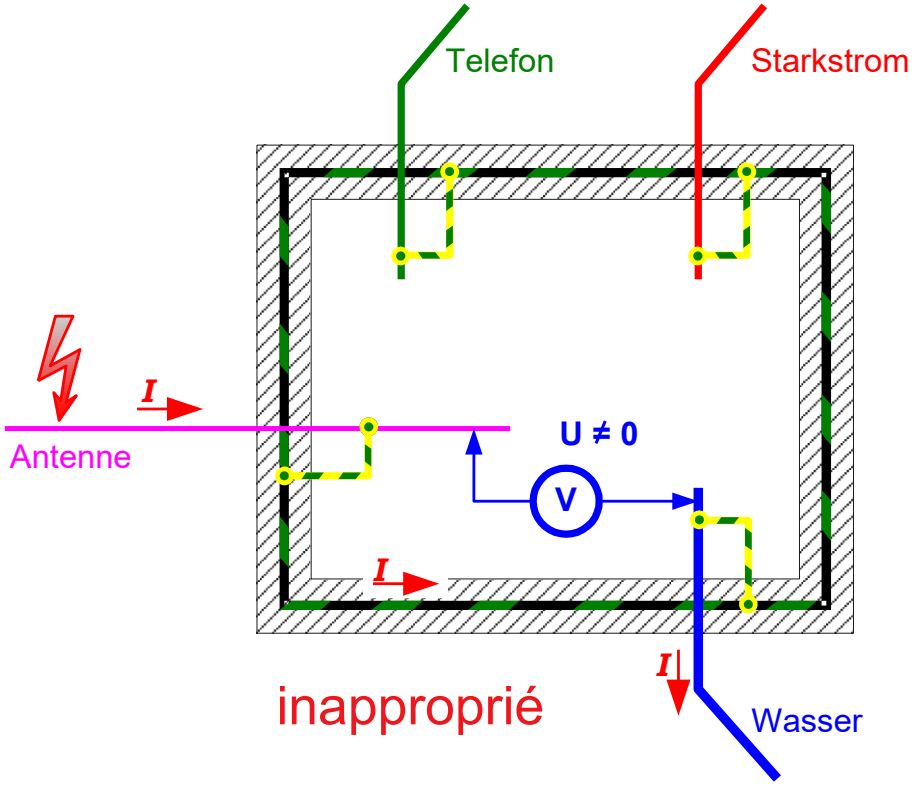


## Équilibrage des potentiels en forme d'étoile - équipé d'une terre de fondation selon DDR



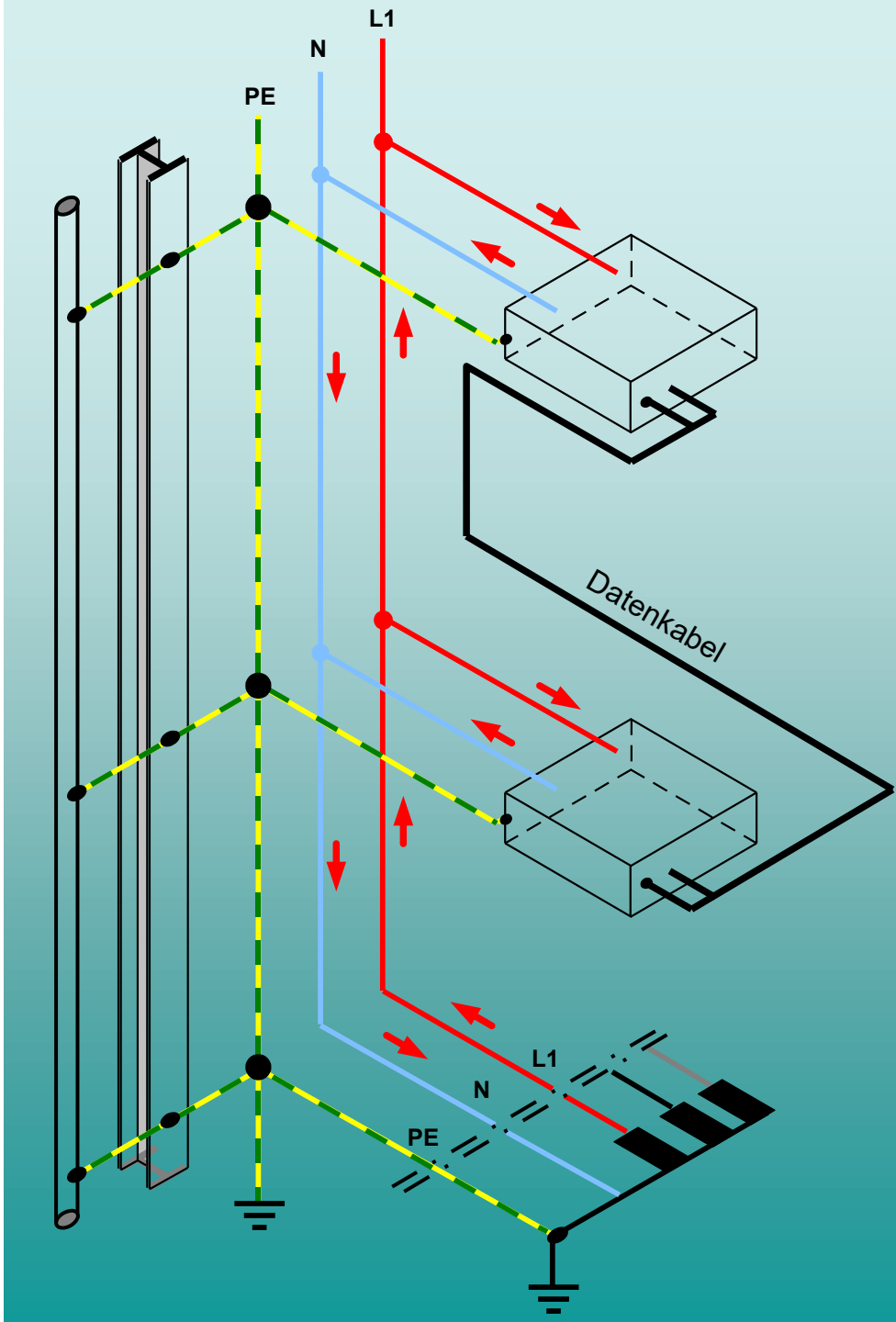

approprié




inapproprié

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

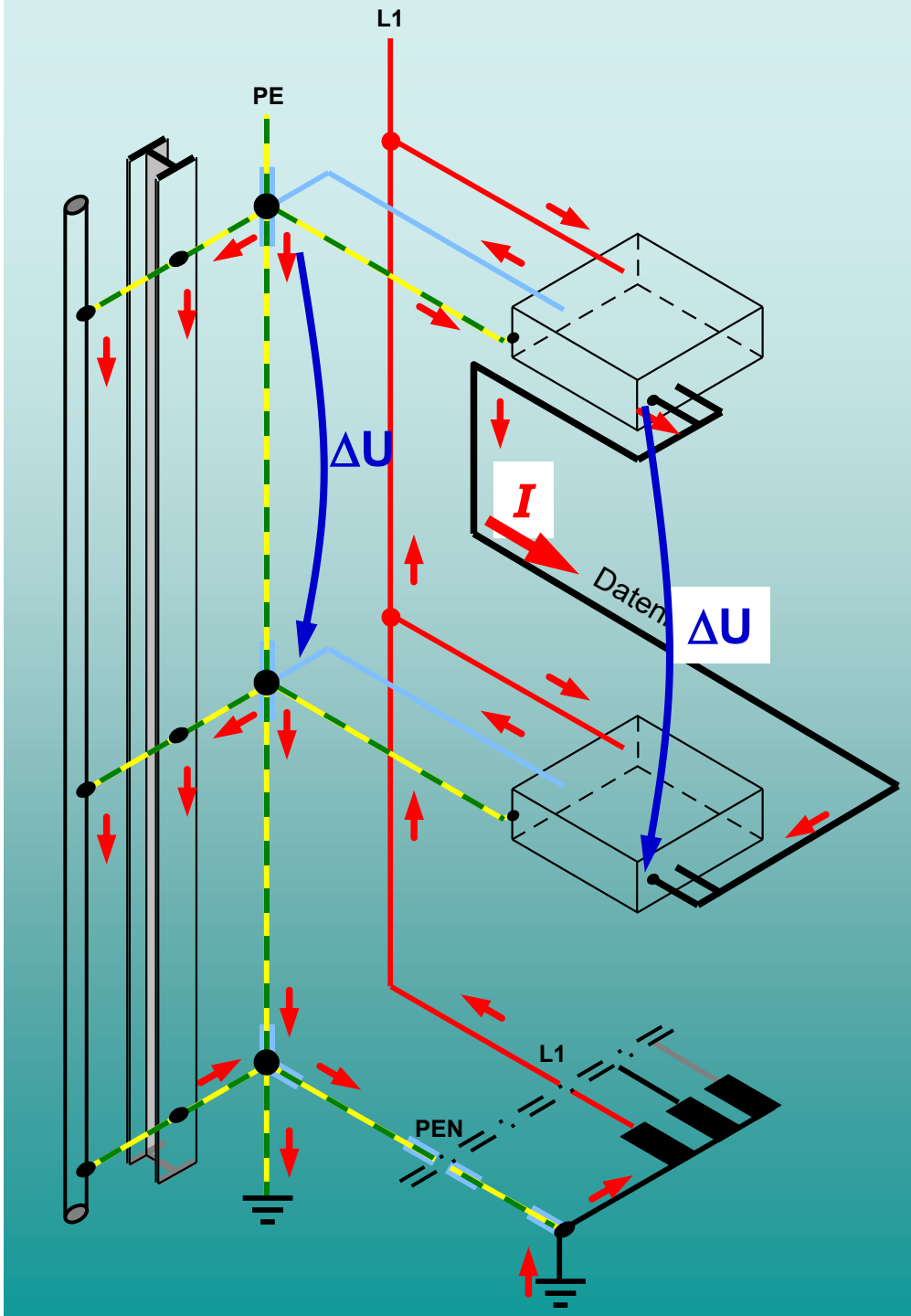
# Installation
# S-TN



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Installation

# C - TN



# Principes EMF

- Disposer en forme d'étoile les lignes d'alimentation à partir des tableaux de distribution
- Poser ensemble les conducteurs de phases, neutre et de protection de la ligne d'alimentation, utiliser la forme de réseau S-TN.
- En général, éviter la formation de boucles dans les lignes d'alimentation
- Placer les systèmes principaux de distribution de manière à ce qu'ils ne soient pas à proximité de l'aire de repos ou de zones sensibles.

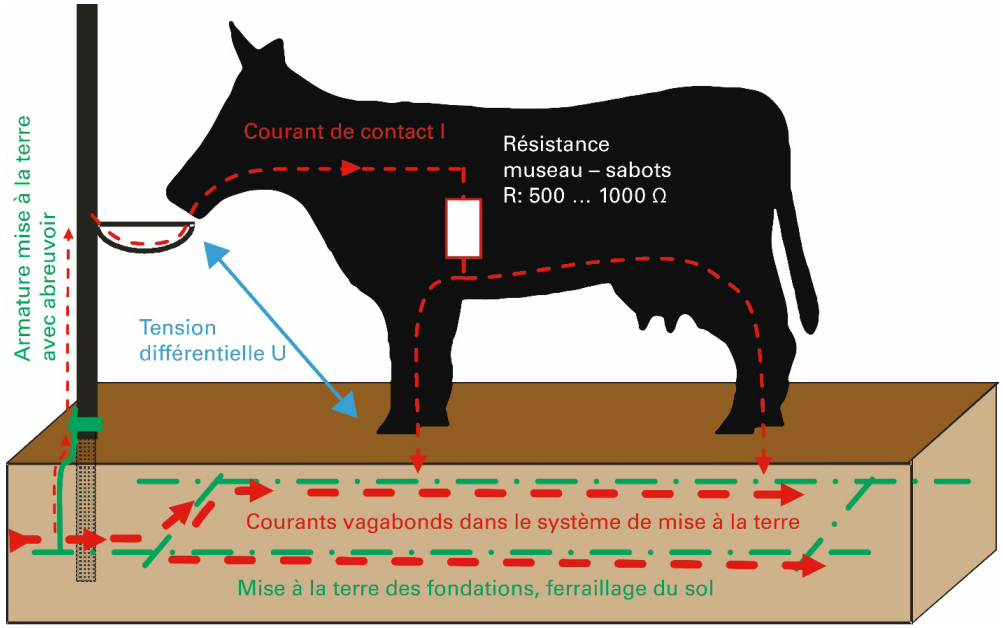
# Observations

- Les vaches ne mangeaient que du côté gauche
- Elles évitaient le côté droite
- Sur le côté droite se trouvait la borne de mise à la terre

# Après l'installation du système TT de mise à la terre directe

- Après quelques minutes, les vaches mangeaient dans la zone qu'elles évitaient auparavant

# Schéma de la tension de contact captée entre le museau et les onglons d'une vache [2]



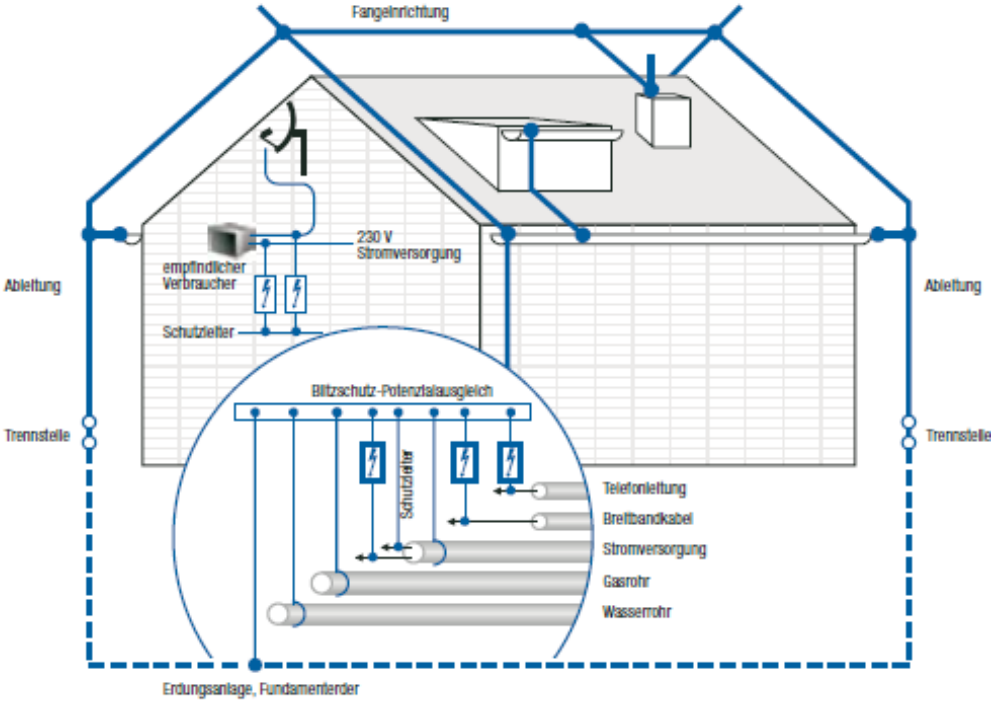

- Le courant I, qui traverse le corps de l'animal avec une résistance électrique R, résulte d'une tension prélevée U selon la loi d'Ohm, comme suit :

$$I[mA] = U[mV] / R[\Omega]$$

- Illustration R. Bräunlich

# Principaux aspects et objectifs

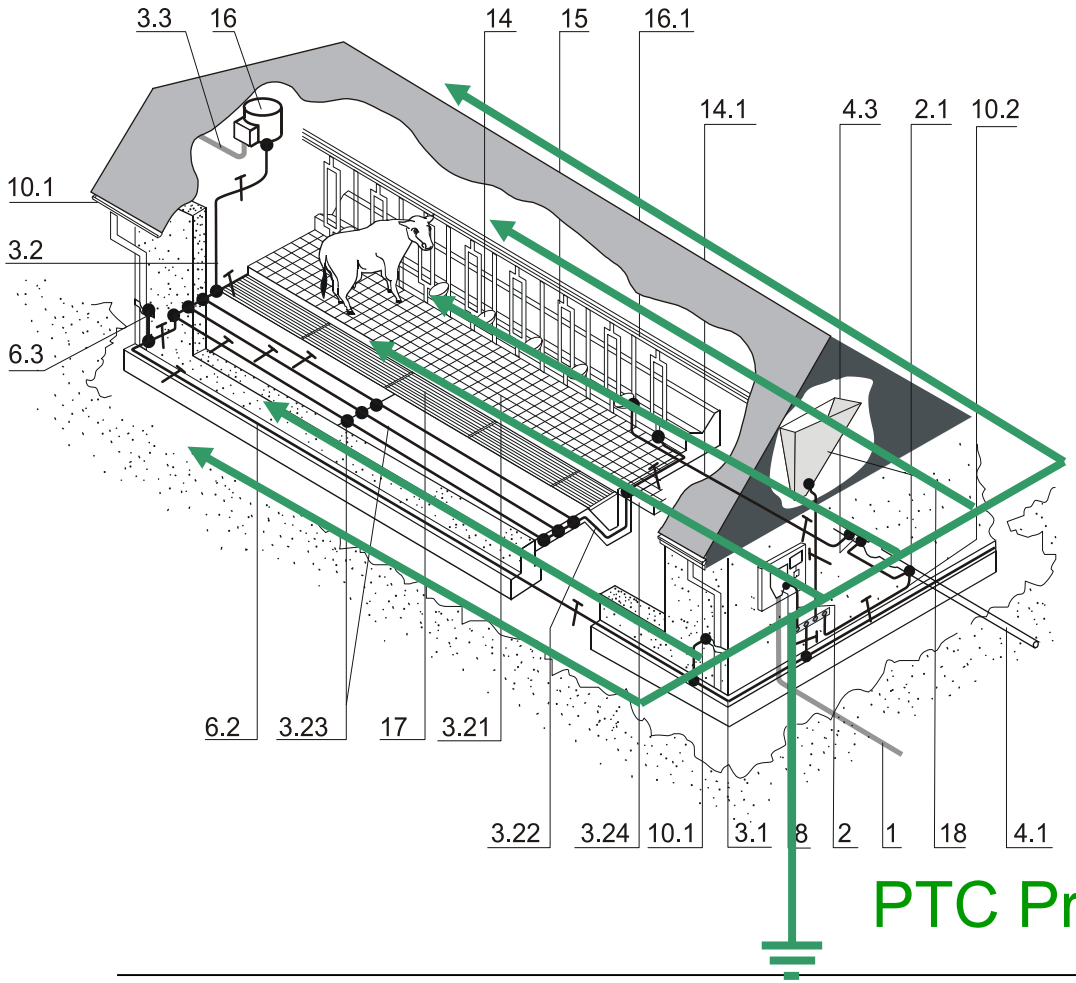
- La protection externe contre la foudre se compose de **dispositifs de captures**, de **parafoudres** et **d'un système de mise à la terre / système de mise à la terre des fondations**.




La protection interne contre la foudre se compose de: **conducteurs de terre équipotentiels** - et **d'éléments de protection contre les surtensions.** De plus, les **distances** / approximations des composants électriques par rapport au système de protection contre la foudre doivent être respectées afin d'éviter les décharges de courant.

PTC Prise de terre centrale

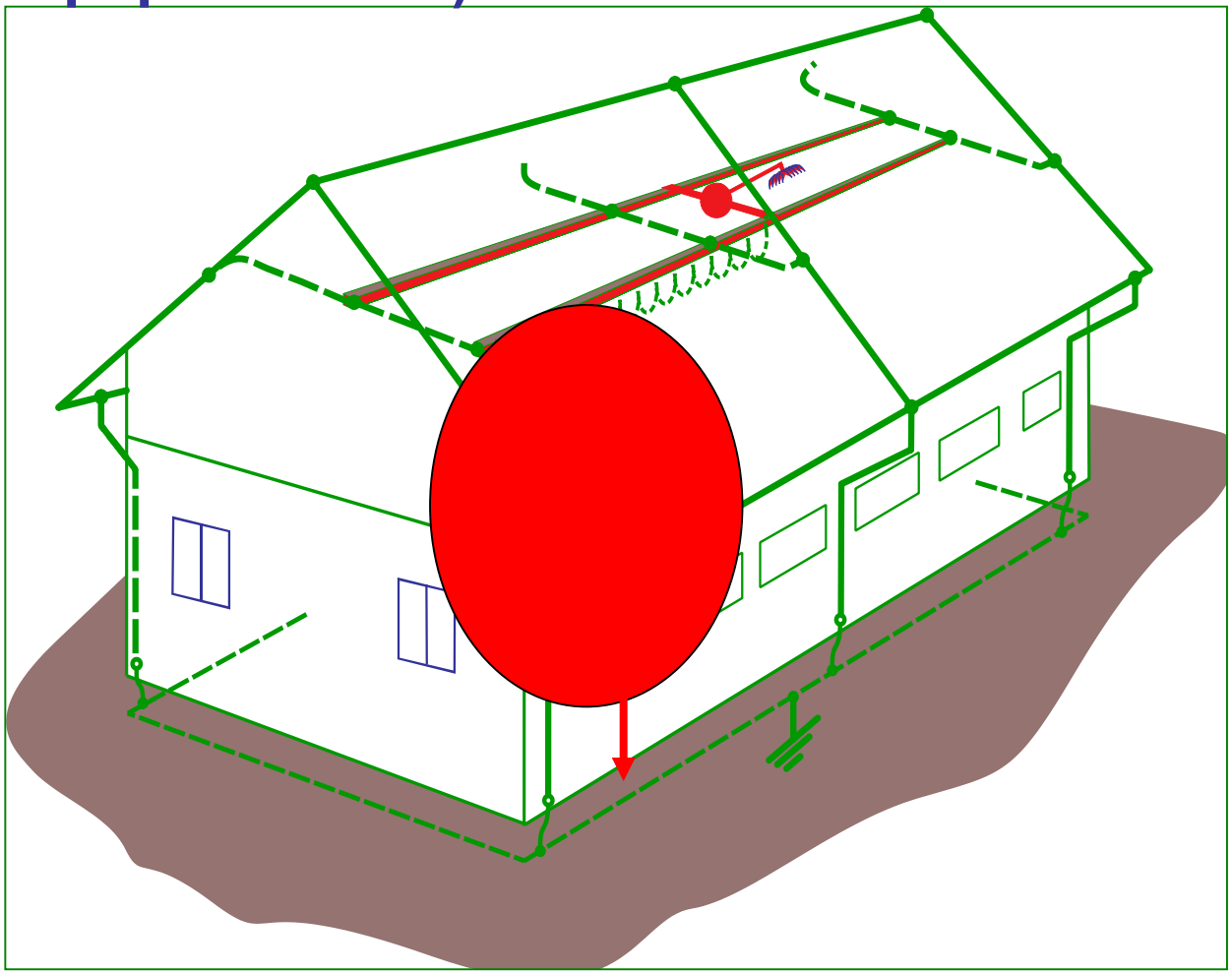
# Exemple de l’efficacité de la liaison équipotentielle dans une étable



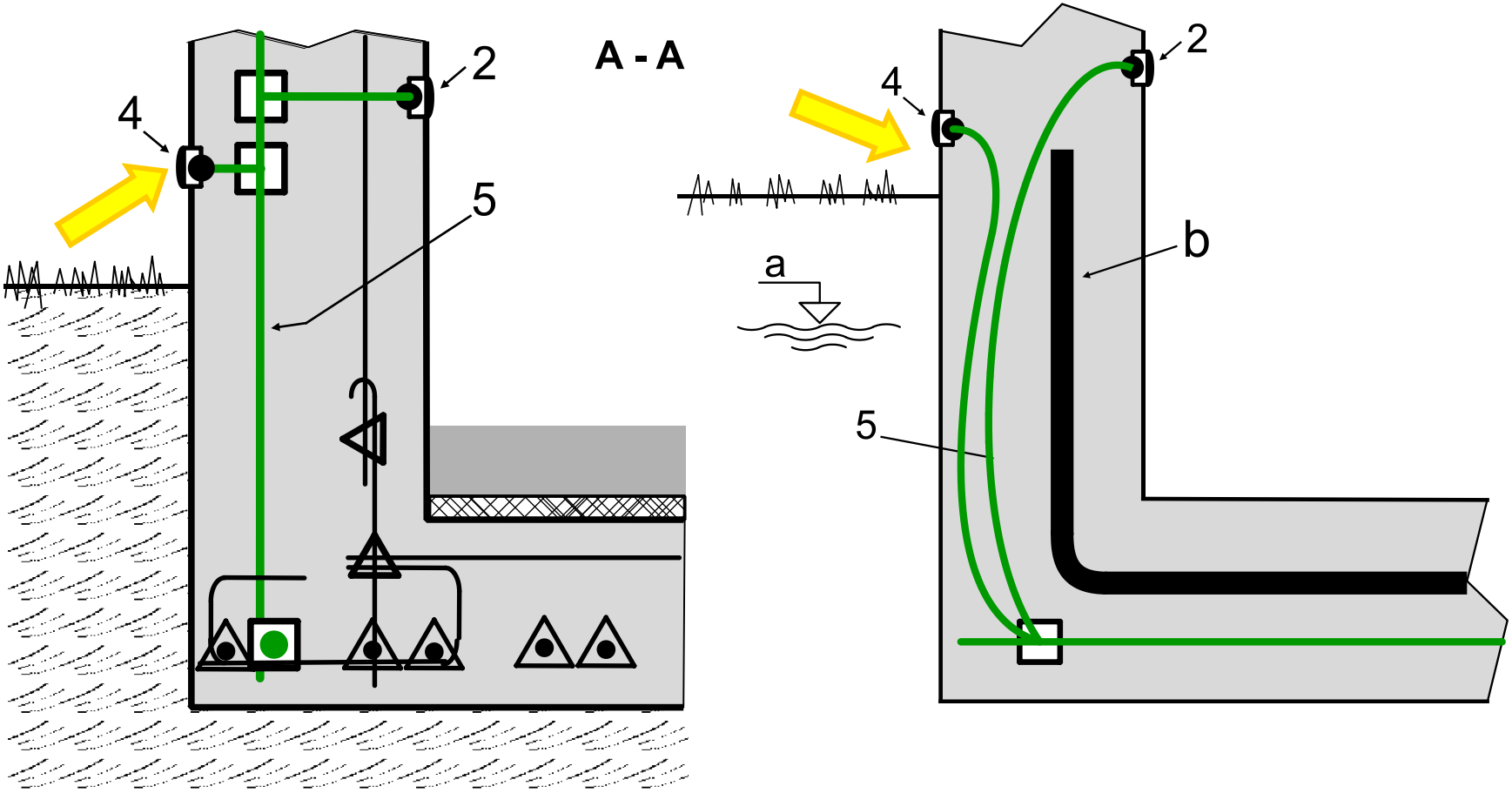

- Autrefois, on avait un mélange de branchements en série et en parallèle.
- Aujourd'hui, il faut s'efforcer d'atteindre le point central de mise à la terre.

PTC Prise de terre centrale

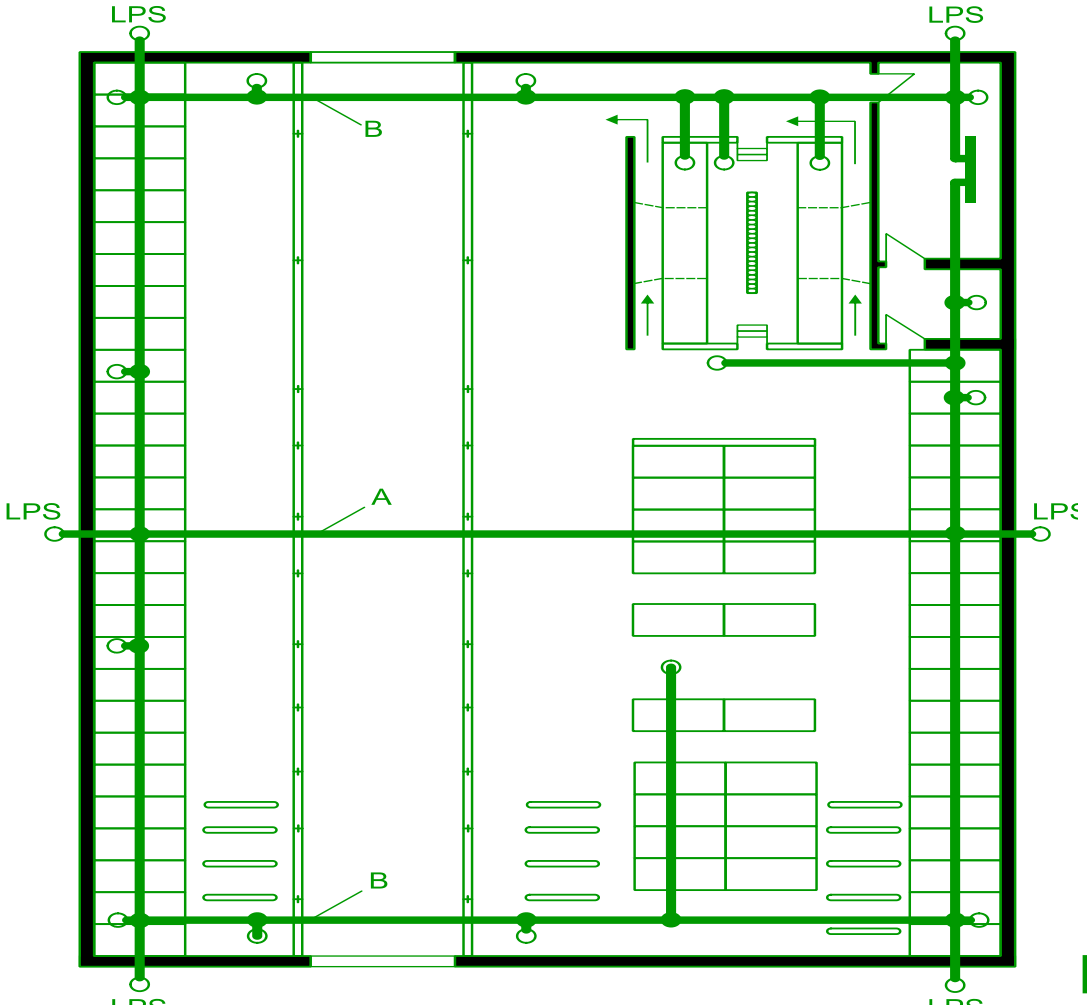
# Séparation de la protection externe et interne contre la foudre (efficacité de la liaison équipotentielle)



# Points de connexion séparés pour LPS



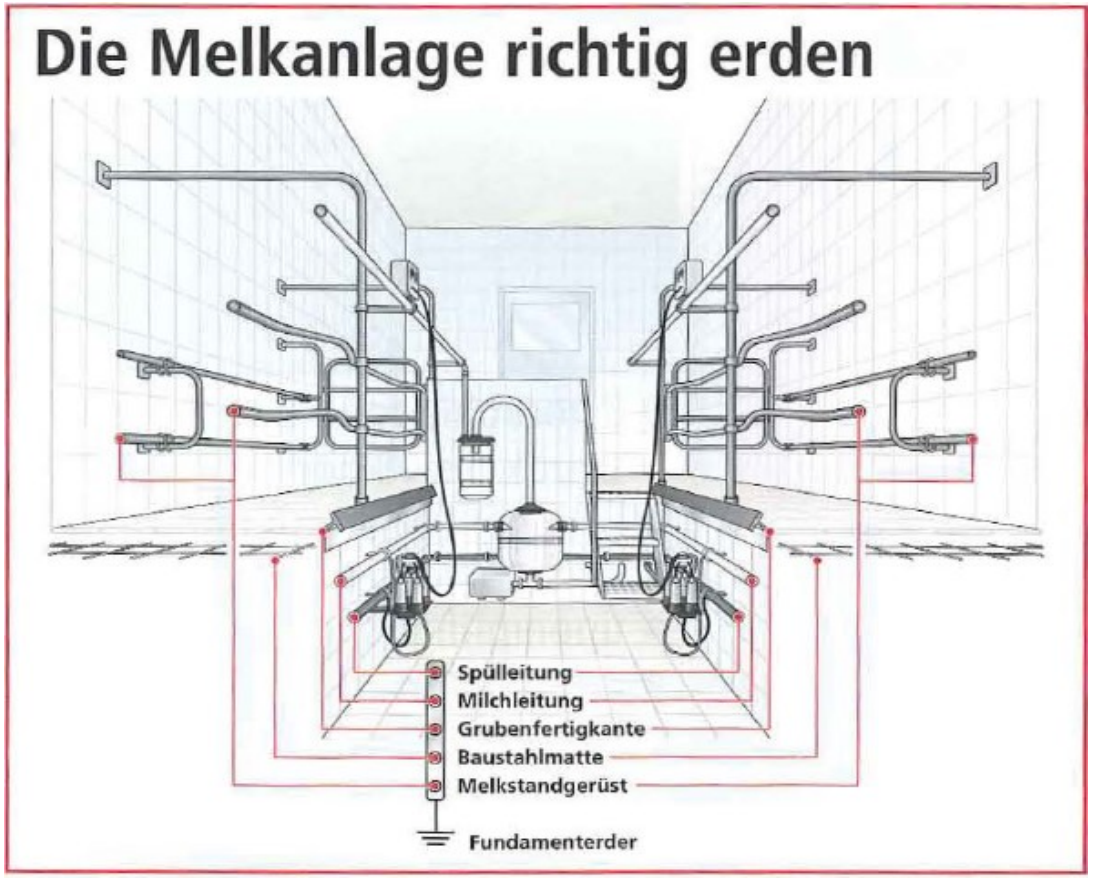
# Exemple de montage d'une prise de terre des fondations dans une étable




- **Légende**
- A) Raccordement si l'étable a une longueur = 20 m
- B) Prise de terre des fondations disposée en anneaux
- Point de connexion LPS pour un système de protection contre la foudre (Lightning Protection System)

**PTC Prise de terre centrale**

# Compensation de potentiel dans la salle de traite




So erden Sie Ihren Melkstand richtig: Alle Leitungen müssen in den Potenzialausgleich einbezogen werden.

- Prise de terre centrale PTC

Illustration: Huneke

# Résumé:

- Dans le cas d'un système TN

- Seulement des installations S-TN
- Toujours une prise de terre centrale
- La compensation de potentiel, la protection contre la foudre, les conducteurs PE ne doivent si possible jamais être équipés d'une terre de fondation selon DDR.
- **PTC**
  **En principe, il est important de n'établir qu'un seul point de connexion entre le conducteur de protection ou le système de mise à la terre équipotentielle du bâtiment et le conducteur PEN provenant de la source de tension. Ce point de connexion unique est souvent appelé prise de terre centrale (PTC) ou point central de connexion à la terre (PCC).**

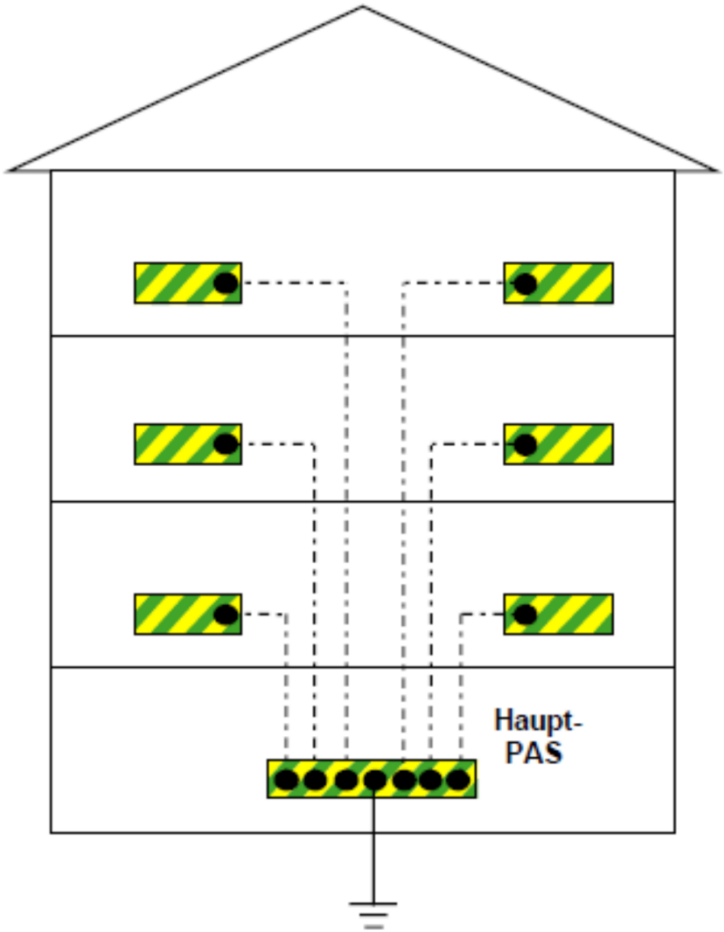



Bild 8: Potentialausgleich als Sternsystem

# Dans le cas des anciennes installations équipées d'une terre de fondation selon DDR

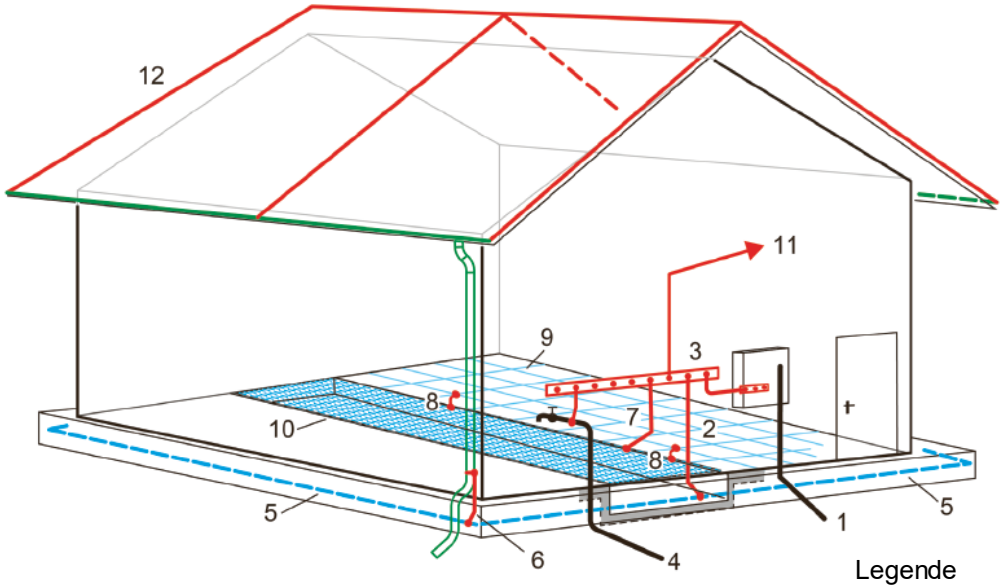
- Système TT

- Mais 100 % DDR

- Toujours séparer les conducteurs neutres et les conducteurs de protection
- Donc des lignes à 3 ou 5 fils.
- Pour les anciennes installations Sch3 ou C-TN, une seule solution: une nouvelle installation selon S-TN, puis →

PTC Prise de terre centrale

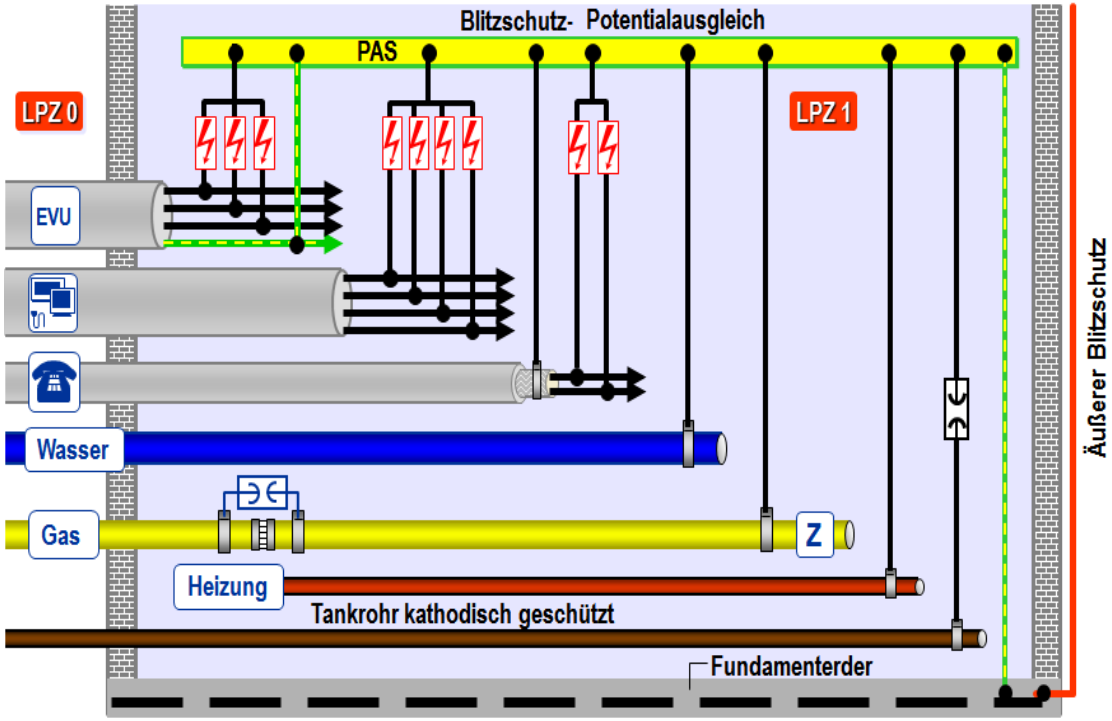
# Stabulation libre ou entravée en dehors de zones sensibles




Legende

1 Ligne d'amenée (exploitant de réseau)
2 Conducteur de terre vers l'électrode de terre de fondation
3 Barre principale de mise à la terre (barre de liaison équipotentielle)
4 Conduite d'eau métallique du réseau local
5 Électrode de terre de fondation (armature ou conducteur spécial)
6 Liaison à la descente du système SPF (tuyau d'évacuation des eaux de pluie)
7 Liaison équipotentielle vers l'armature du canal à lisier
8 Liaison équipotentielle sous différentes armatures
9 Armature des surfaces de repos à intégrer dans la liaison équipotentielle
10 Armature du canal à lisier à intégrer dans la liaison équipotentielle
11 Installation et salle de traite à intégrer dans la liaison équipotentielle
12 Dispositifs de capture du système SPF
(PA = Liaison equipotentielle)

# Comment sont définis les éléments conducteurs étrangers?




| | |
|---|---|
| **Fremdes Leitfähiges Teil** | Leitfähiges Teil,das nicht zur elektischen Anlage gehört, das jedoch ein elektrishces Potenzial (i. Allg. örtliche Erde) einführen kann. |
| **Gleichzeitig berührbare leitfähige Teile** | Leiter oder leitfähige Teile, welche gleichzeitig durch eine Person oder durch ein Tier berührt werden können. |

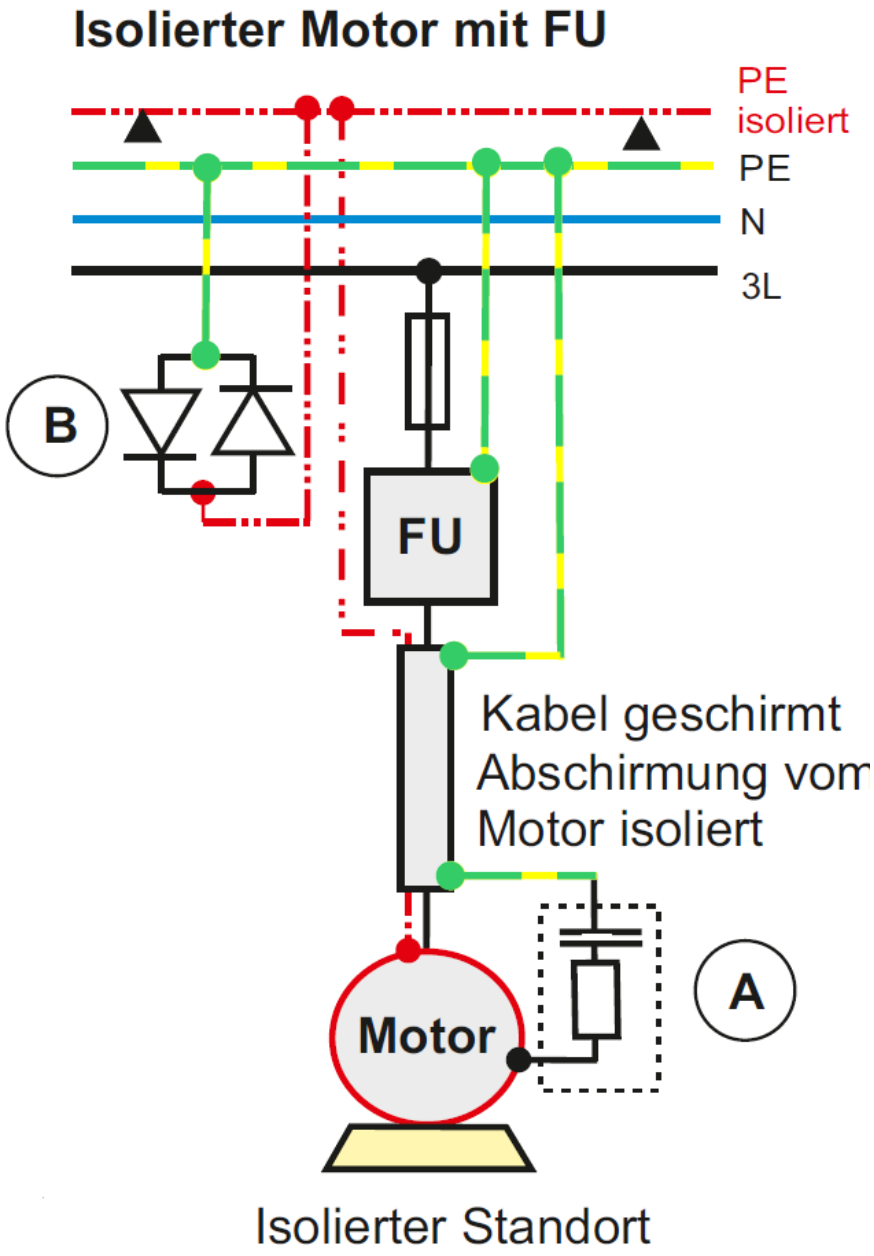
- S'agit-il d'un élément conducteur étranger ?
- D'autres éléments conducteurs peuvent-ils être touchés simultanément?
- La présence d'un (ou de plusieurs) conducteur(s) de protection est-elle suffisante ?

# Convertisseur de fréquences

- Monter le convertisseur de fréquence sur le moteur (pas dans l'armoire électrique).
- Si la ligne moteur FU est longue ou le câble moteur FU est sans blindage, monter un filtre sinusoïdal (par ex. Sinc-Wave)
- Garder la ligne moteur FU aussi courte que possible (> pertes et dysfonctionnements)
- Utiliser des câbles entièrement blindés (blindages tressés)
- Raccorder les blindages de câble des deux côtés (contre le couplage inductif)
- Poser les câbles d'alimentation et de commande sur des chemins de câbles séparés
- Si courant de fuite à la terre >10 mA, section du conducteur de protection ³10 mm ou PA.

# Onduleurs

**comment:**
- **Machines à traire**
- **inst. photovoltaïque**
- **et autres**



# 7.12.4.4.3.2 Variantes pour l'application SPD, LPS, sPA

## En dehors des zones sensibles!

T1 + T2 SPD type 1+2 – Il est également possible d'utiliser des parafoudres combinés dans le cas de longueurs de câble autorisées

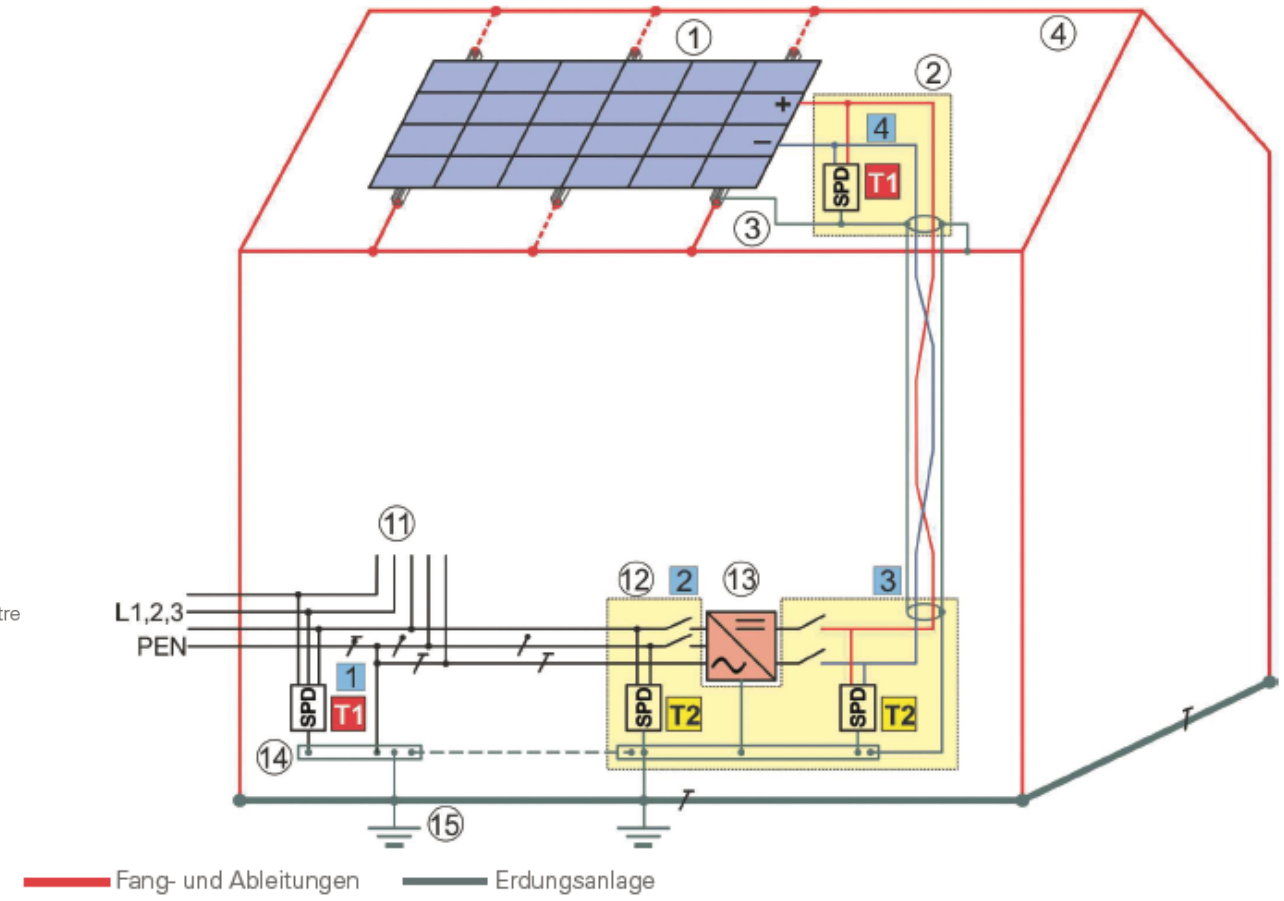
| Disposition des SPD | | |
|---|---|---|
| 1 | AC | Nécessaire |
| 2 | AC | Nécessaire |
| 3 | DC | Nécessaire |
| 4 | DC | Nécessaire* |

* Dans l'idéal, le dispositif est disposé de façon bien accessible à la jonction des zones.

**Légende**

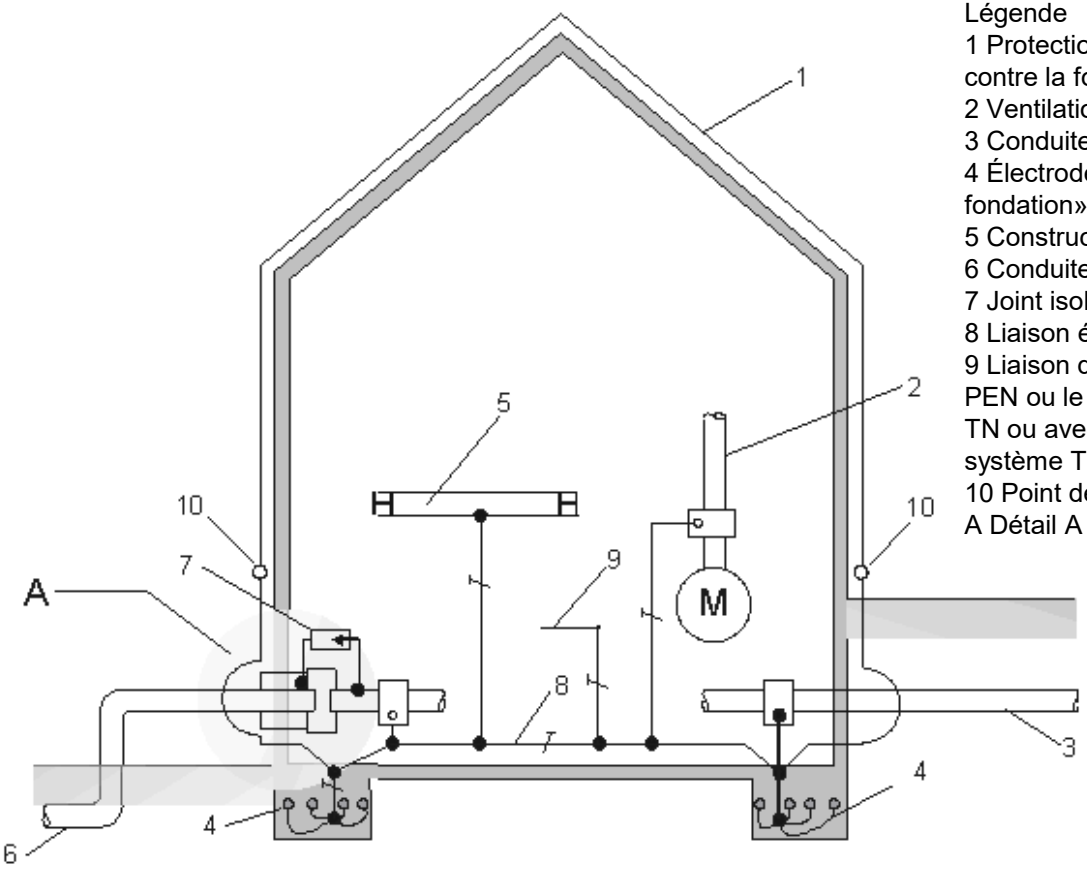
① Panneaux solaires, générateur solaire
② Boîte de jonction du générateur, boîte de jonction des groupes
③ Liaison équipotentielle au générateur solaire
④ Dispositif de capture du système de protection contre la foudre
⑪ Consommateurs autres; installations à basse tension dans le bâtiment
⑫ Boîte de jonction
⑬ Onduleur
⑭ Barre principale de terre
⑮ Electrode de terre de fondation / ev. électrode de terre bouclée ou pieu de terre

T1 / T2 SPD type 1 / SPD type 2



# 1.14 Protection contre la foudre sur installation avec conduites isolées, y compris compensation de potentiel

- **Manchon de conduite avec pièce isolante et éclateur**




Légende
1 Protection contre la foudre selon 4SNR 464022 «Installations de protection contre la foudre
2 Ventilation, chauffage, etc.
3 Conduite d'eau du réseau local
4 Électrode de terre de fondations selon 4SNR 464113 «Électrode de terre de fondation» autres électrodes de terre
5 Constructions métalliques
6 Conduite pour carburant (par exemple: avec protection cathodique)
7 Joint isolant avec éclateur
8 Liaison équipotentielle de protection
9 Liaison du conducteur d'équipotentialité de protection avec le conducteur PEN ou le conducteur de protection (PE) dans une installation selon système TN ou avec le conducteur de protection (PE) dans une installation selon système TT
10 Point de séparation de mesures
A Détail A voir 44.4.3 Figure 3

# 4.2.2.3 Locaux d'exploitation avec risque d'incendie

**Les circuits finaux** et les pièces électriques doivent être protégés en cas de défauts d'isolation :

a) **RCDs $I_{Dn} \leq 300$ mA**

(pour les systèmes de chauffage de plafond et de surface : $I_{Dn} \leq 30$ mA)

b) Connecteurs 30 mA

a) Dans les systèmes IT …RCMs ou IMDs ou RCDs…

- Les lignes à isolation minérale et les canalisations électriques n'ont pas besoin d'être protégées (défaut d'isolation peu probable).

Bild: Internet

# Communication de l'ESTI décembre 2018

https://www.esti.admin.ch/inhalte/pdf/MUB/Franzoesisch/2019/2019-02_streustroeme_tierhaltung_f.pdf

- **Les courants vagabonds dans les exploitations d'élevage**
- **Prévention des tensions différentielles perturbatrices dans les étables des animaux d'élevage |** Ce communiqué décrit comment il est possible d'éviter l'apparition de tensions différentielles grâce à des installations effectuées de manière correcte et professionnelle. Il présente également les mesures à prendre dans les exploitations d'élevage, qu'elles soient nouvelles ou existantes, lorsque des tensions différentielles perturbatrices sont détectées.

# Autorisation préalable obligaroire NIV 734.27

- L'installation des éclateurs et les adaptations du système de protection ne peuvent être effectués que par les détenteurs d'une autorisation générale d'installer conformément à l'art. 7 ou 9 de l'ordonnance sur les installations électriques à basse tension (OIBT). Conformément à l'OIBT, un certificat de sécurité SINA correspondant doit être délivré pour le contrôle final et la réception de l'installation.
- **Courants vagabonds dans les étables**
- **Différentiels à courant résiduel dans les salles de traite**
- **La communication 2018 de l'ESTI doit être mise en œuvre et attestée par un certificat de sécurité.**
- **L'exploitant du réseau (compagnie d'électricité) doit être informé avec une copie du SINA.**

Merci de votre attention
PTC = prise de terre centralet
Illustrations: P. Bryner, J. Schmucki + A. Moser
Photos: A. Moser