



COMPTEZ SUR DES EXPERTS

dB Vib et la Haute Tension



SOMMAIRE

Qu'est-ce que la détection par ultraviolet ?

La complémentarité Infrarouge / Ultraviolet

La détection ultrasonore appliquée à la Haute Tension

L'utilisation de la technique TVE appliquée aux armoires HT

Le SF6



Qu'est-ce que la détection par ultraviolet ?



Qu'est ce que l'effet corona?

L'effet Corona est une décharge électrique partielle lumineuse due à l'ionisation de l'air



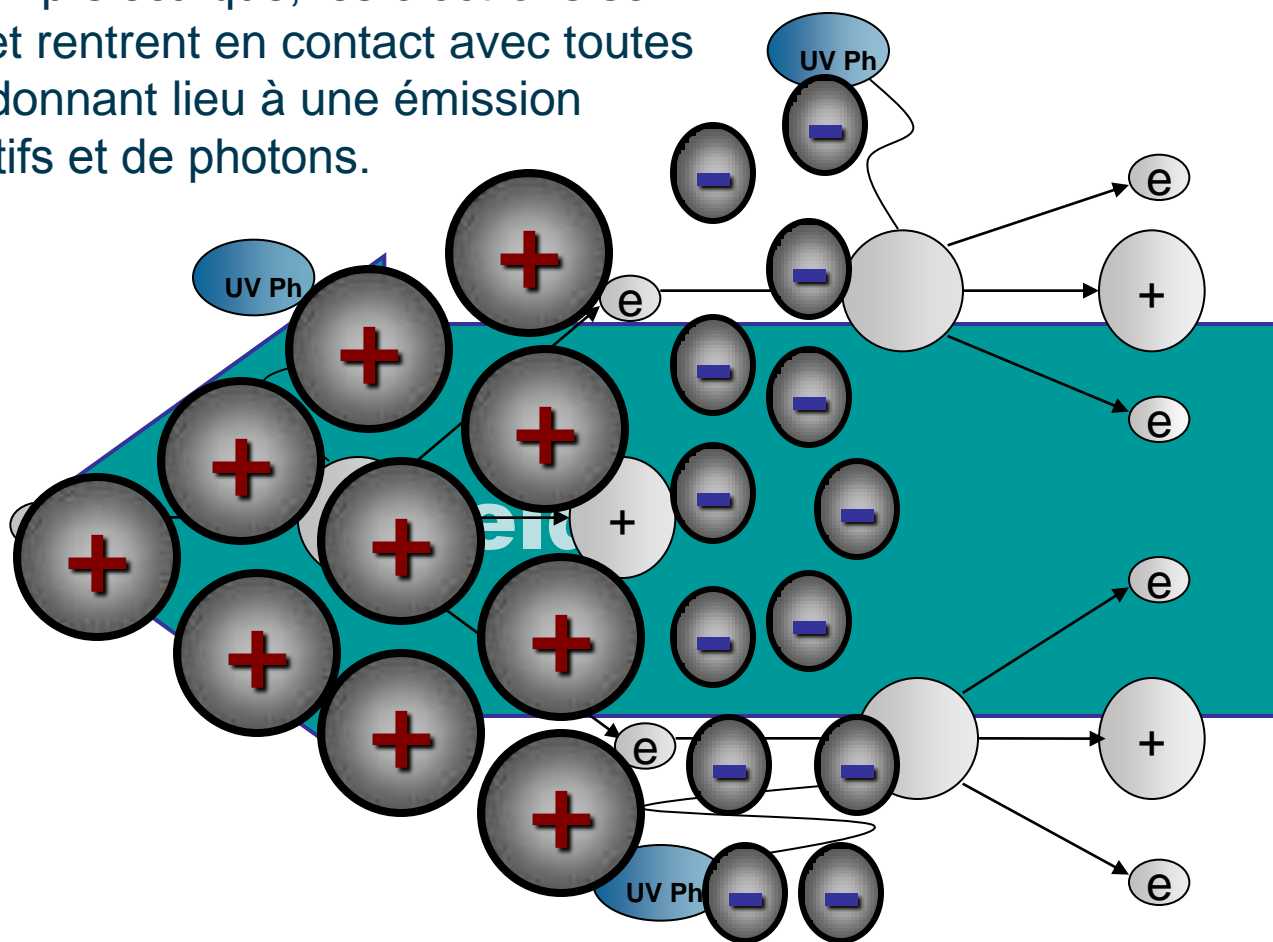
Un effet corona se produit quand le champ électrique local excède la valeur critique

$$E_{\text{critical}} = 24\text{-}30 \text{ kV/cm}$$



Phénomène de l'effet corona

Sous l'influence du champ électrique, les électrons se déplacent rapidement et rentrent en contact avec toutes les molécules neutres donnant lieu à une émission d'électrons, d'ions positifs et de photons.





Facteurs affectant les décharges de corona

Les facteurs affectant le champ électrique, amenant ce dernier à dépasser la valeur critique

Pression de l'air

Pression de l'air inférieure → E_{Critical} inférieure → Plus de corona

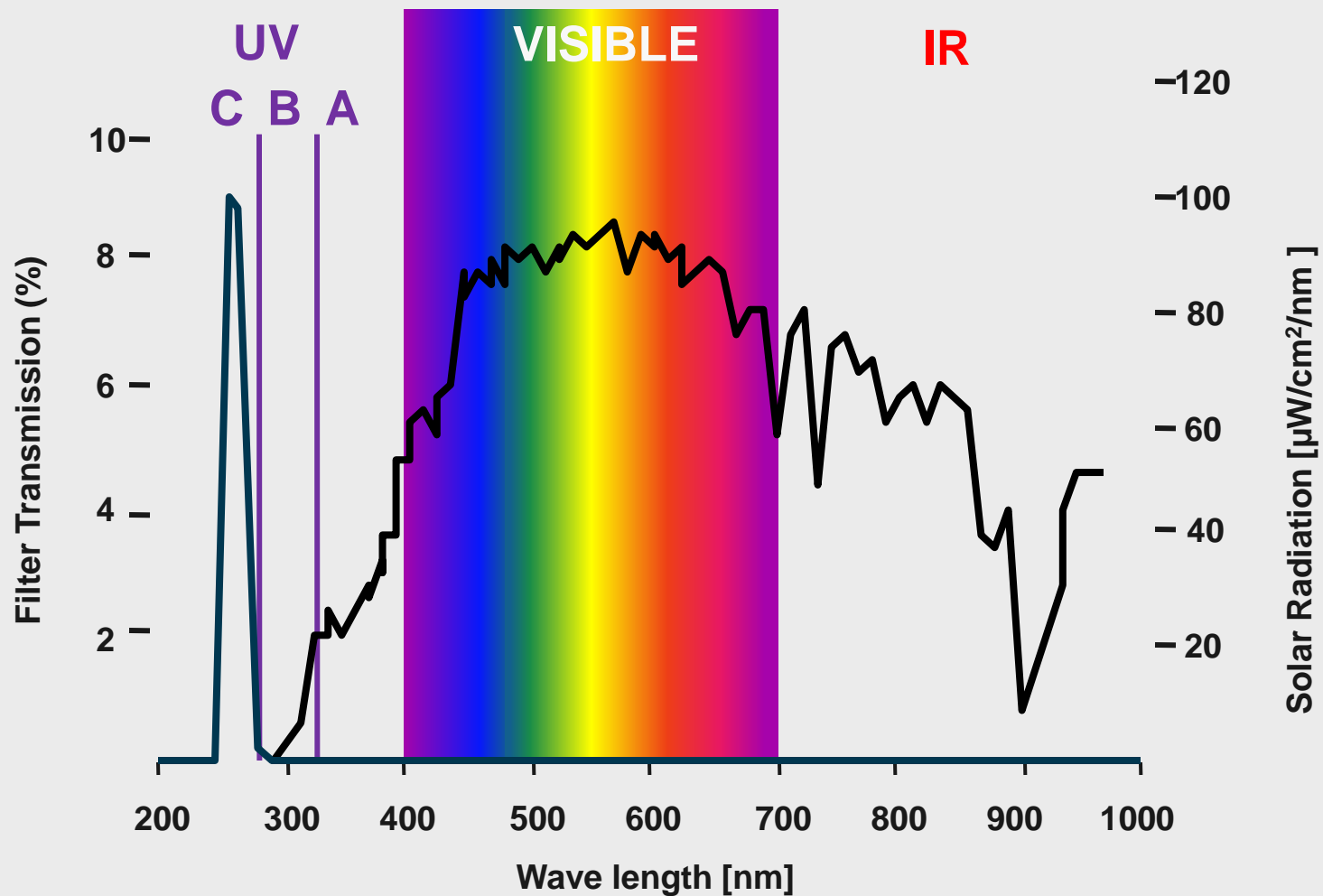
Température

Température supérieure → Pression de l'air inférieure
→ E_{Critical} inférieure → Plus de corona

Humidité

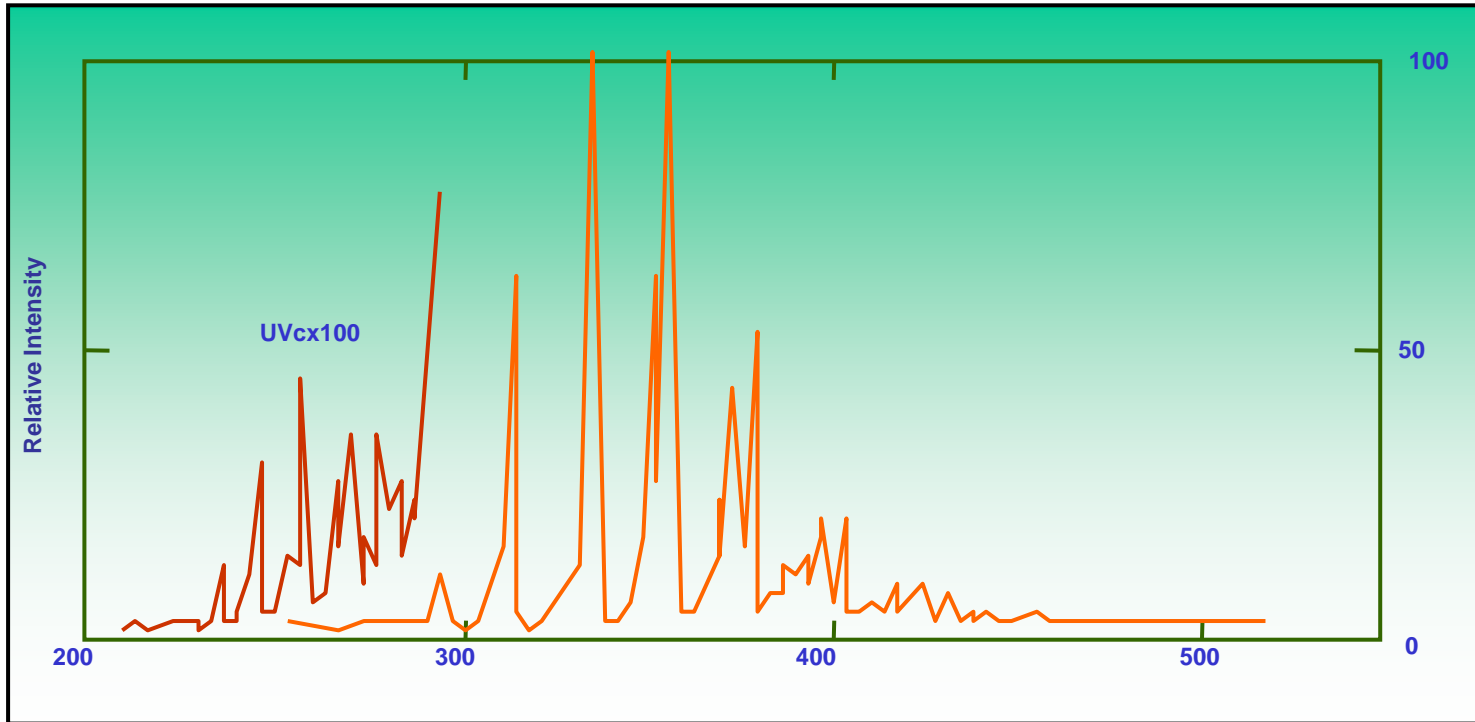
Une humidité plus élevée maintient une décharge de coronas.

Filtre de protection solaire & rayonnement solaire



Rayonnement généré par l'effet corona

Le rayonnement ultra-violet d'une décharge corona est entre : 230 – 405 [nm]



Typical corona emission spectrum

Grâce au filtre **SBUV** d'Ofil, même un rayonnement UV feint de 240-280 [nm] dans la zone SB peut être détecté.



L'effet corona est un sujet de préoccupation

Il cause:

- **Dégradation des isolateurs en polymère**
- Corrosion des raccords d'extrémité métalliques
- Détériorations physiques des composants
- Fissures de ciment à l'interface ferrure-porcelaine
- Dégradation du matériel isolant
- Bruit audio (AN)
- Interference radio et tele

Dégradation des isolateurs en polymère





Isolateurs en polymère

Termination





L'effet corona est un sujet de préoccupation

Il cause:

- Dégradation des isolateurs en polymère
- **Corrosion des raccords d'extrémité métalliques**
- Détériorations physiques des composants
- Fissures de ciment à l'interface ferrure-porcelaine
- Dégradation du matériel isolant
- Bruit audio (AN)
- Interference radio et tele



Matériau corrosif

- **L'effet corona génère de l'Oxyde**
- **d'Azote**
en présence de vapeur d'eau
- **Acide nitrique** – un agent corrosif
agressif



Matériau corrosif → Corrosion des raccords d'extrémité métalliques



L'effet corona est un sujet de préoccupation

Il cause:

- Dégradation des isolateurs en polymère
- Corrosion des raccords d'extrémité métalliques
- **Détériorations physiques des composants**
- Fissures de ciment à l'interface ferrure-porcelaine
- Dégradation du matériel isolant
- Bruit audio (AN)
- Interference radio et tele



Détérioration physique

O₃ – OZONE

- L'effet Corona crée de l'ozone (que l'on peut facilement sentir)
- L'ozone attaque les matériaux élastomères, entraînant des fissures de pneus, joints et garnitures.
- Une quantité infime d'ozone peut favoriser les craquelures.





Détérioration physique

Insulators



Right string

Left string

La décharge de corona dans un même emplacement ressemble à une attaque mécanique par sablage.



Détérioration physique

Substation - 34kV





L'effet corona est un sujet de préoccupation

Il cause:

- Dégradation des isolateurs en polymère
- Corrosion des raccords d'extrémité métalliques
- Détériorations physiques des composants
- **Fissures de ciment à l'interface ferrure-porcelaine**
- Dégradation du matériel isolant
- Bruit audio (AN)
- Interference radio et tele

Fissures de ciment [Porcelaine]





L'effet de corona est un sujet de préoccupation

Il cause:

- Dégradation des isolateurs en polymère
- Corrosion des raccords d'extrémité métalliques
- Détériorations physiques des composants
- Fissures de ciment à l'interface ferrure-porcelaine
- **Dégradation du matériel isolant**
- Bruit audio (AN)
- Interference radio et tele



Dégradation sur le matériau isolant

E-Field Critical Value

- Lorsque le champ électrique sur la surface d'un composant excède une certaine valeur critique, le processus de décharges électriques commence.

Tracking

- Il est suivi par la formation de cheminement électrique.

Dielectric breakdown

- La décharge se propage le long du plan de champ électrique et peut finalement être suivie par une rupture diélectrique = embrasement/contournement



Détérioration sur une gaine en fibre optique

Fibre endommagée par la présence d'un arc à bande sèche





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il cause:

- Dégradation des isolateurs en polymère
- Corrosion des raccords d'extrémité métalliques
- Détériorations physiques des composants
- Fissures de ciment à l'interface ferrure-porcelaine
- Dégradation du matériel isolant
- **Bruit audio (AN)**
- Interference radio et tele



Bruits audio (AN) - Exemple

Des lignes de 500kV ont été construites en même temps :

“**SnoKing-Tap**” fonctionnant à 230kV et est ensuite passé à 500kV

“**Monroe-Custer**” fonctionnant à 500 kV dès le départ

SnoKing Tap



Monroe-Custer





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il cause:

- Dégradation des isolateurs en polymère
- Corrosion des raccords d'extrémité métalliques
- Détériorations physiques des composants
- Fissures de ciment à l'interface ferrure-porcelaine
- Dégradation du matériel isolant
- **Bruit audio (AN)**
- **Interference radioélectrique et TV**



Interférence radioélectrique (RI) - Exemple

Sept. 2003 – RFI à la tour de contrôle FAA



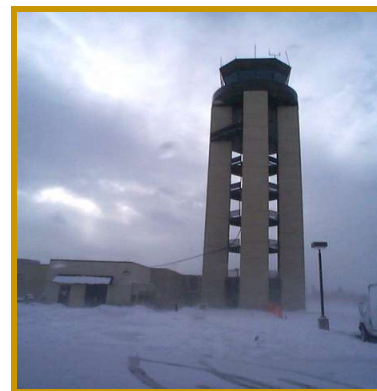


Interférence radioélectrique (RI) - Exemple

L'effet corona dans un système d'alimentation électrique génère des tensions hautes fréquences produisant des interférences dans la communication

Les impulsions de courant peuvent avoir :

- un bref temps de montée
- une haute fréquence de récurrence
- une amplitude suffisante



ept. 2003 – RFI at FAA Control Tower

En simulant, falsifiant, faussant ou masquant les signaux utilisés dans la communication électrique, le contrôle ou pour les mesures.



Interférence radioélectrique (RI)

Chronologie

- Sep. 2003 à la tour de contrôle FAA – RFI
 - Durée des interférences de radio fréquence : 1 à 20 mn
 - Principalement par temps humide
 - Interférences de radio fréquence sporadiques en divers endroits
-
- Conclusions : problèmes sur les isolateurs 4.16kV, 12.47kV, 115kV
 - June 2004 – Réparation effectuée
 - Nov. 2004 – Lettre de remerciement de FAA





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- **Les défauts éventuels**
- Une mauvaise installation
- Shorted bells
- Entrefer
- Pièces desserrées
- Contamination
- Corrosion ou érosion
- Torons rompus sur conducteurs
- Mauvaise mise à la terre



Défauts éventuels

Connexion traversée -condensateur





Défauts éventuels



Isolateur en polymère – Fuite de résine

(11 années de fonctionnement, zone maritime,
Vénézuéla)



Défauts éventuels





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- **Une mauvaise installation**
- Shorted bells
- Entrefer
- Pièces desserrées
- Contamination
- Corrosion ou érosion
- Torons rompus sur conducteurs
- Mauvaise mise à la terre



Mauvaise installation





Mauvaise installation





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- Une mauvaise installation
- **Shorted bells**
- Entrefer
- Pièces desserrées
- Contamination
- Corrosion ou érosion
- Torons rompus sur conducteurs
- Mauvaise mise à la terre



Isolateurs céramiques





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- Une mauvaise installation
- Isolateurs céramiques
- **Entrefer**
- Pièces desserrées
- Contamination
- Corrosion ou érosion
- Torons rompus sur conducteurs
- Mauvaise mise à la terre

Entrefer (mauvaise étanchéité)





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- Une mauvaise installation
- Isolateurs céramiques
- Entrefer
- **Pièces desserrées**
- Contamination
- Corrosion ou érosion
- Torons rompus sur conducteurs
- Mauvaise mise à la terre



Desserrage des pièces





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- Une mauvaise installation
- Isolateurs céramiques
- Entrefer
- Pièces desserrées
- **Contamination**
- Corrosion ou érosion
- Torons rompus sur conducteurs
- Mauvaise mise à la terre



Contamination (isolateurs céramiques)





Contamination (isolateurs céramiques)





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- Une mauvaise installation
- Isolateurs céramiques
- Entrefer
- Pièces desserrées
- Contamination
- **Corrosion ou érosion**
- Torons rompus sur conducteurs
- Mauvaise mise à la terre



Corrosion ou érosion





Corrosion ou érosion





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- Une mauvaise installation
- Isolateurs céramiques
- Entrefer
- Pièces desserrées
- Contamination
- Corrosion ou érosion
- **Torons rompus sur conducteurs**
- Mauvaise mise à la terre



Torons rompus sur conducteurs





Torons rompus sur conducteurs





L'effet Corona est un sujet de préoccupation

Il indique :

- Les défauts éventuels
- Une mauvaise installation
- Isolateurs céramique
- Entrefer
- Pièces desserrées
- Contamination
- Corrosion ou érosion
- Torons rompus sur conducteurs
- **Mauvaise mise à la terre**



Mauvaise mise à la terre



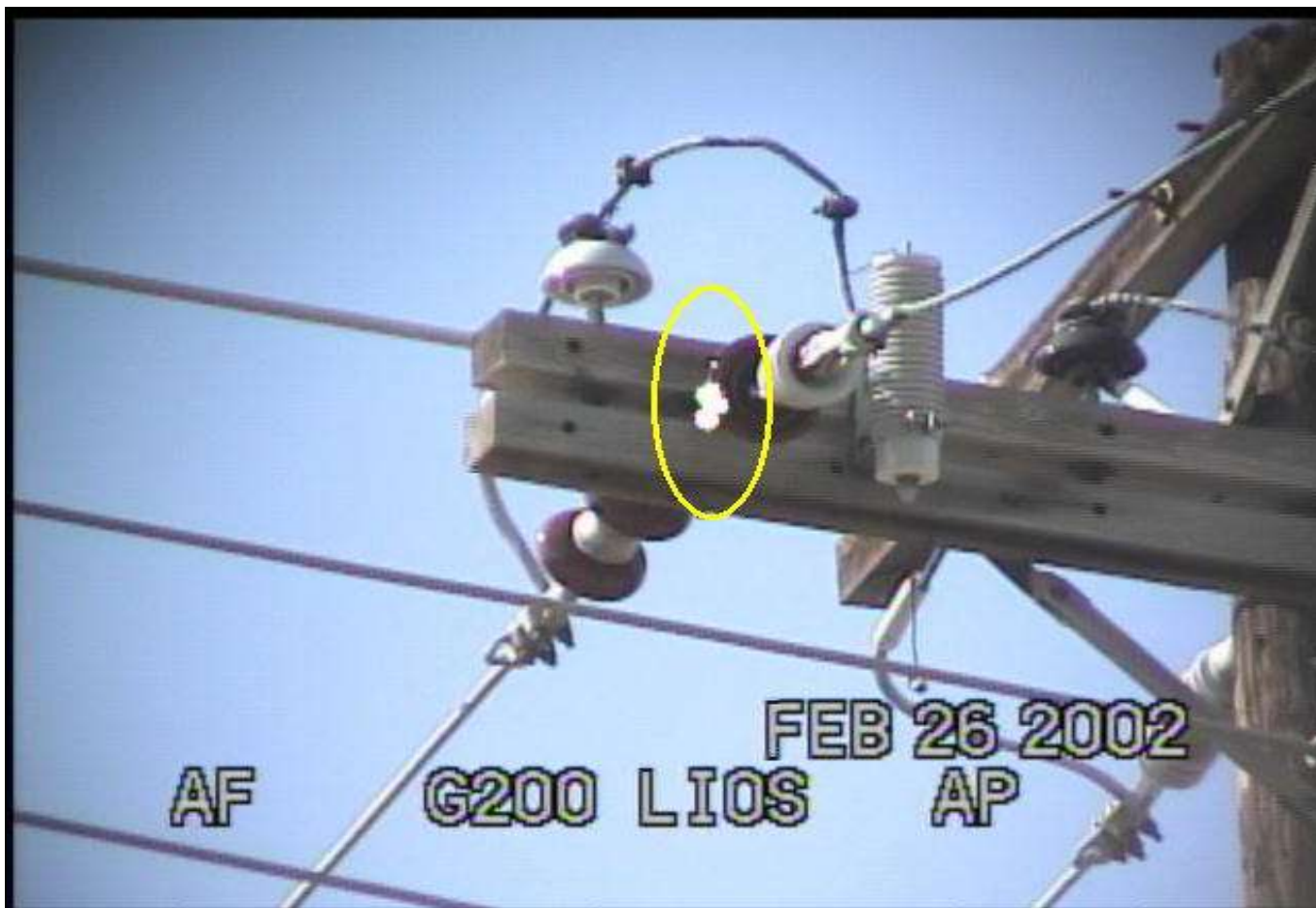
Sous-station - 69 kV

Poteaux de ligne en bois- 25 kV





Mauvaise mise à la terre





Raccords d'extrémités



L'intérieur de la structure crée un effet corona extérieur





Transformateurs



30kV/400V



La complémentarité Infrarouge / Ultraviolet



IR

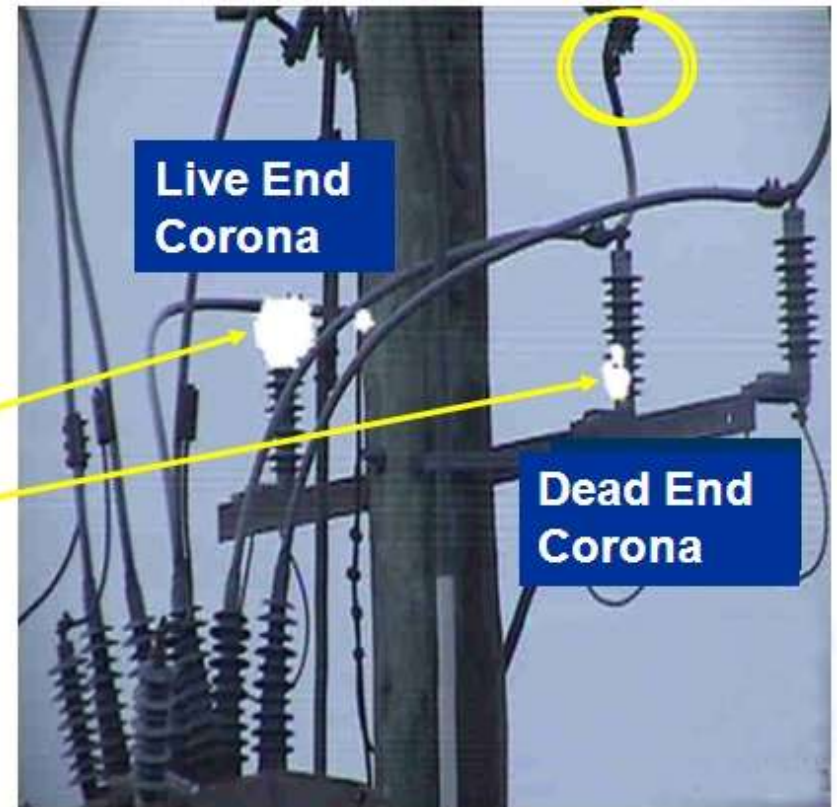
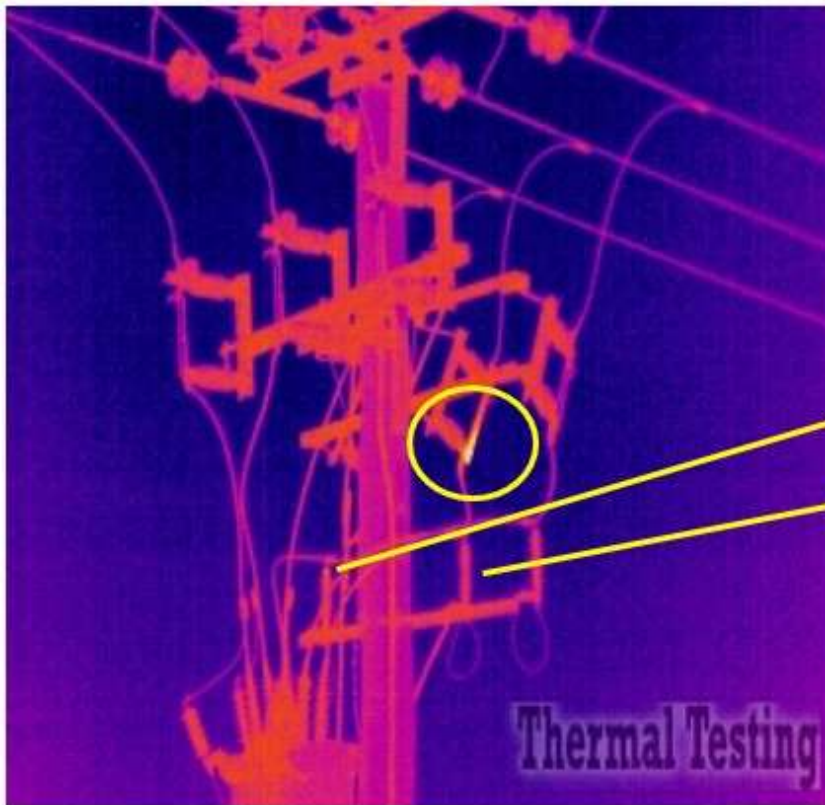
Les caméras IR détectent des défauts liés à l'intensité électrique, qui génèrent des augmentations de température.

UV

Les caméras UV détectent des défauts liés à la tension électrique, qui génèrent des défauts de type décharge partielle et effet corona.



Exemple #1:



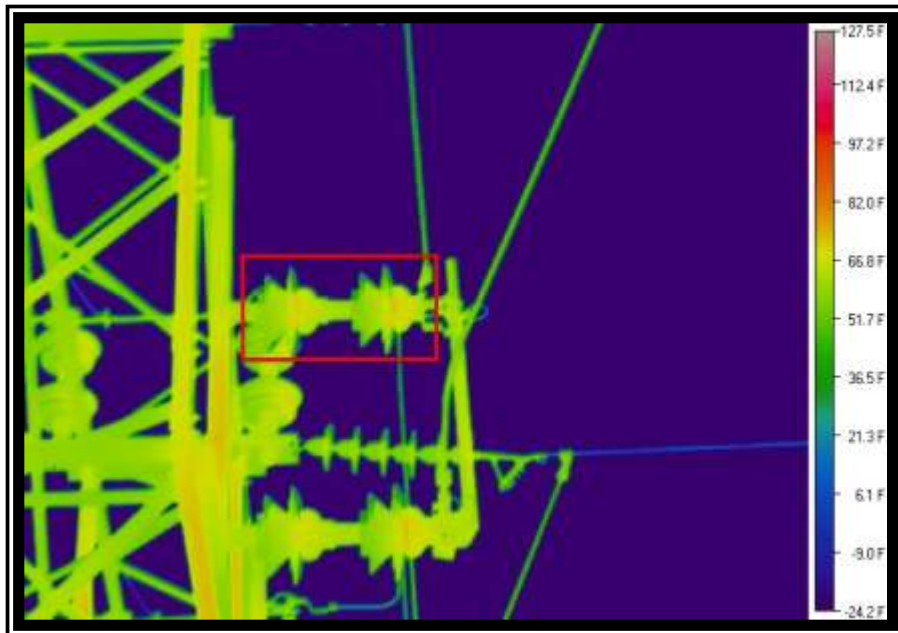


Exemple #2:





Exemple #2:



**Aucun défaut n'est détecté sur
l'image IR**



**Identification d'effets corona sur
l'image UV**

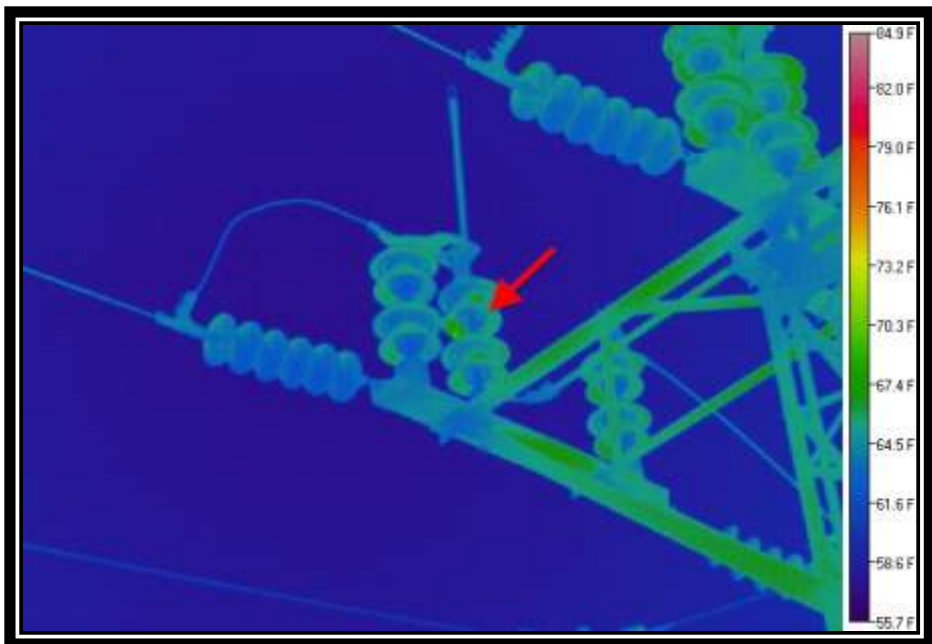


Exemple #3:

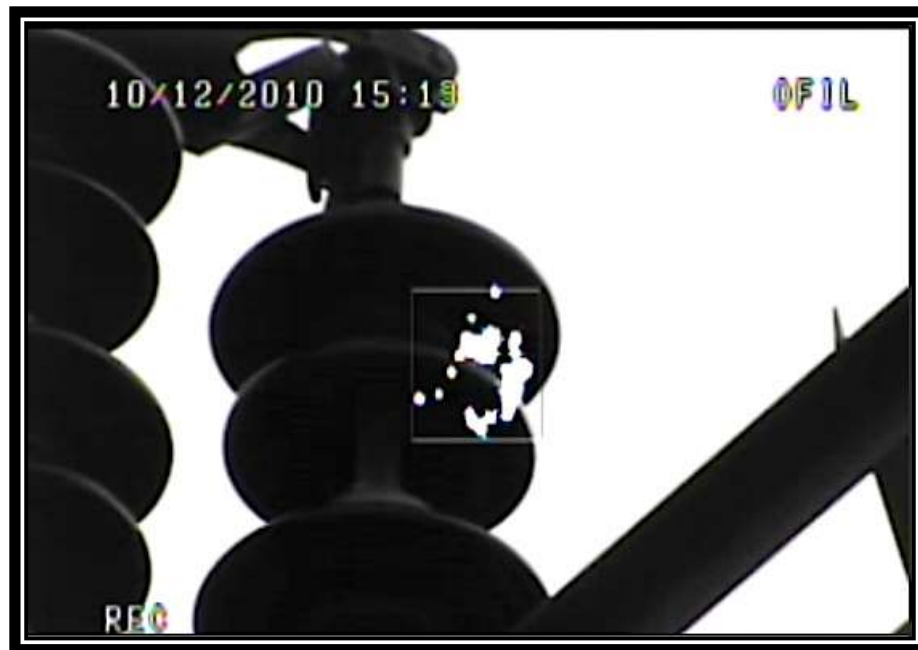




Exemple #3:



**Aucun défaut n'est détecté sur
l'image IR**



**Identification d'effets corona sur l'image
UV**



Exemple #4:

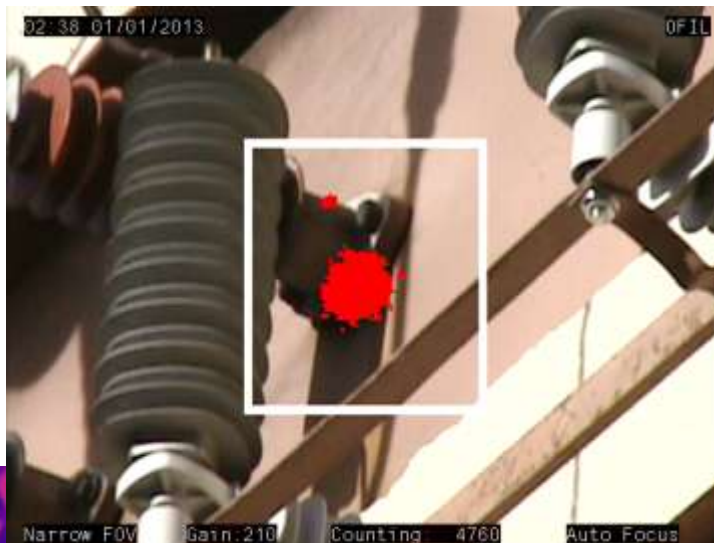


ENERJISA



Exemple #4:

Sous-station 34KV AC -
Décharge partielle à
l'entrée de l'isolateur



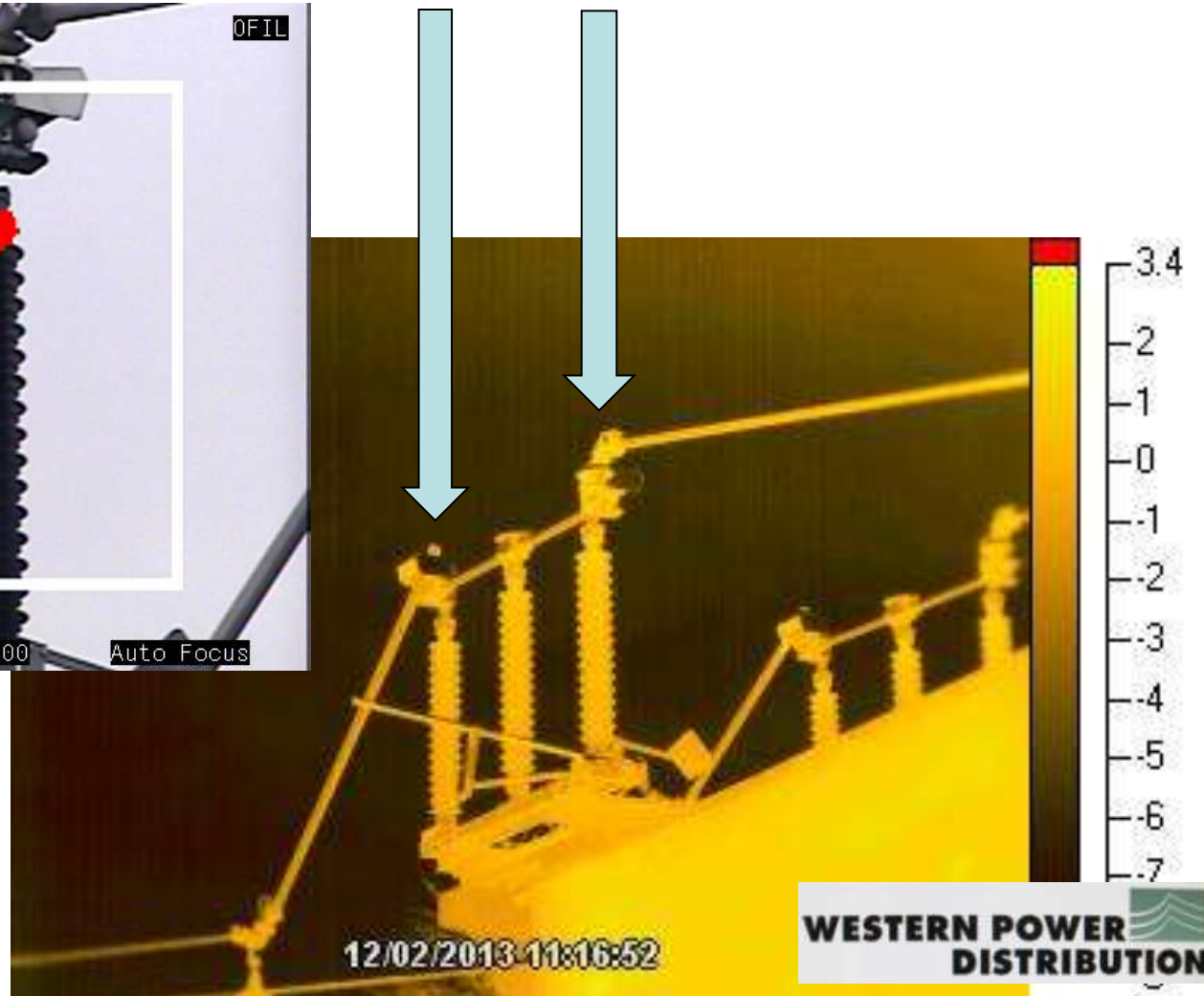
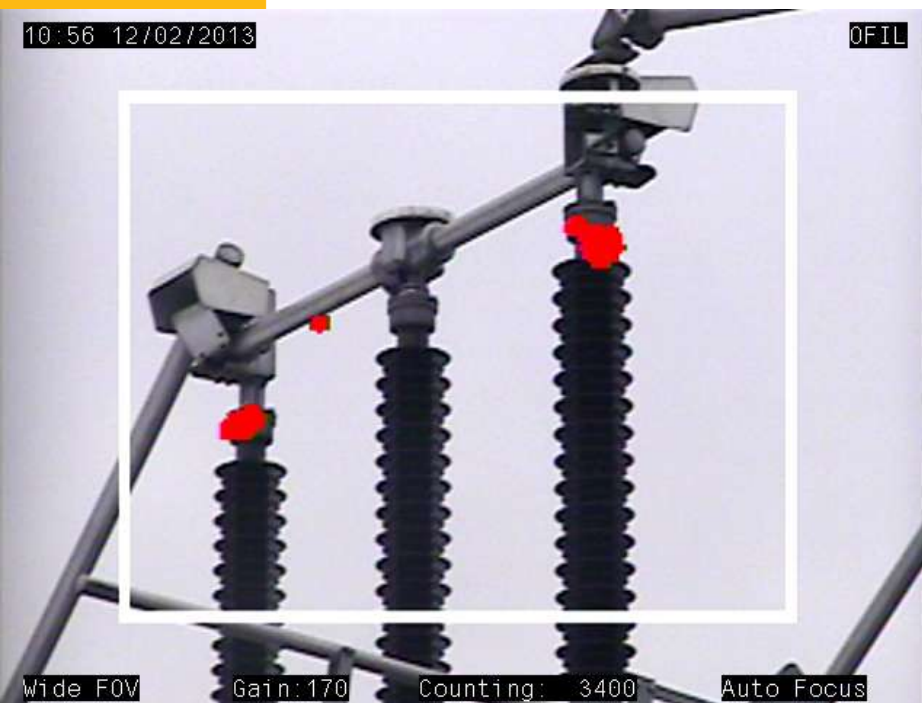
ENERJISA



Exemple #5:



**WESTERN POWER
DISTRIBUTION** 



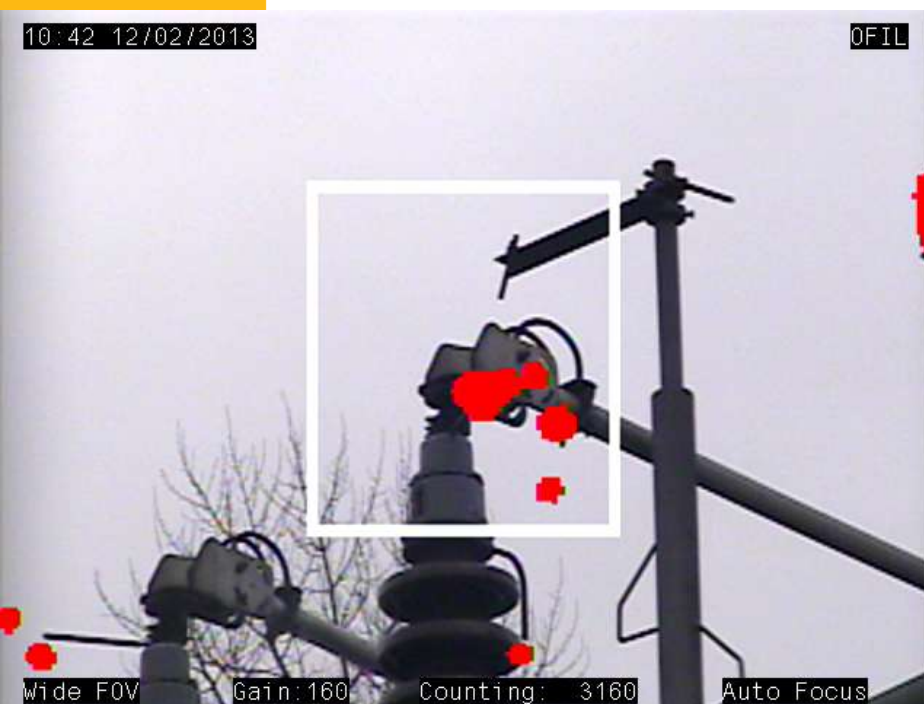
Fissure des isolateurs



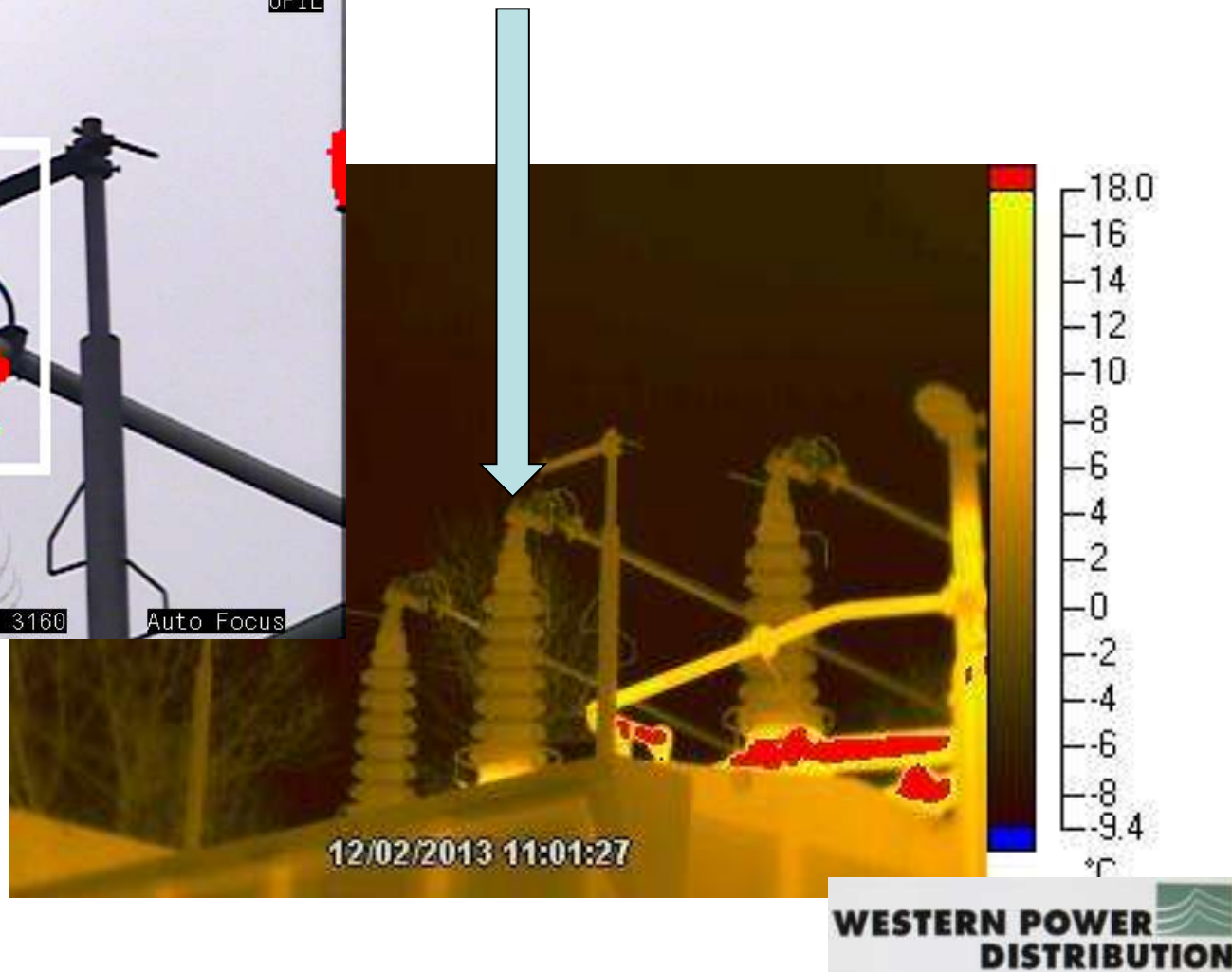
Exemple #6:



**WESTERN POWER
DISTRIBUTION** 



Mauvaise connexion
entre la barre et
l'isolateur





Caractéristiques	IR	UV
Détection	<ul style="list-style-type: none">• Points chauds	<ul style="list-style-type: none">• Effet Corona• Décharges partielles
Lié à	<ul style="list-style-type: none">• Courant	<ul style="list-style-type: none">• Tension
Impact des conditions environnementales	<ul style="list-style-type: none">• Vent• Lumière du soleil• Réflexion par le sol	<ul style="list-style-type: none">• Humidité• Température

✓ Inspection UV pour les Techniciens Thermographie

- ✓ Comprendre les avantages de la maintenance prédictive
- ✓ La thermographie infrarouge n'est pas liée à la tension, ne peut pas détecter les effets corona et les décharges partielles



Caméras et Systèmes

Handheld



Luminar



Superb



UVolle-C



Scalar

Mounted/Driven



Rail



Ranger

Airborne Stabilized/UAV



aviROM



ROM



ROMpact

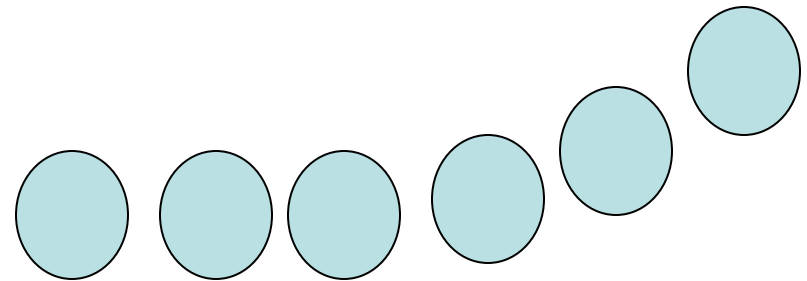


La détection ultrasonore appliquée à la Haute Tension



Qu'est-ce qu'un SON ?

- Particules / Ondes vibrantes
- Se déplaçant dans un milieu
- Jusqu'à être perçues comme un son

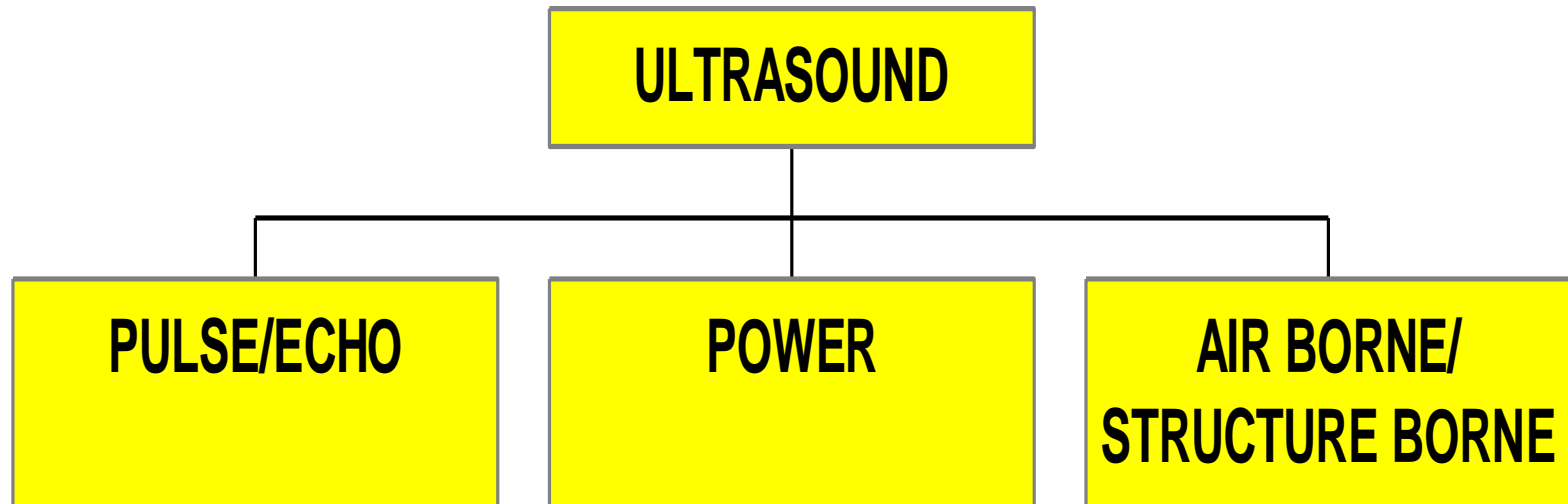




Qu'est-ce qu'un Ultrason ?

- Son : Audible
- Son : Basse Fréquence
- Ultrason : non audible
- Ultrason : Haute Fréquence

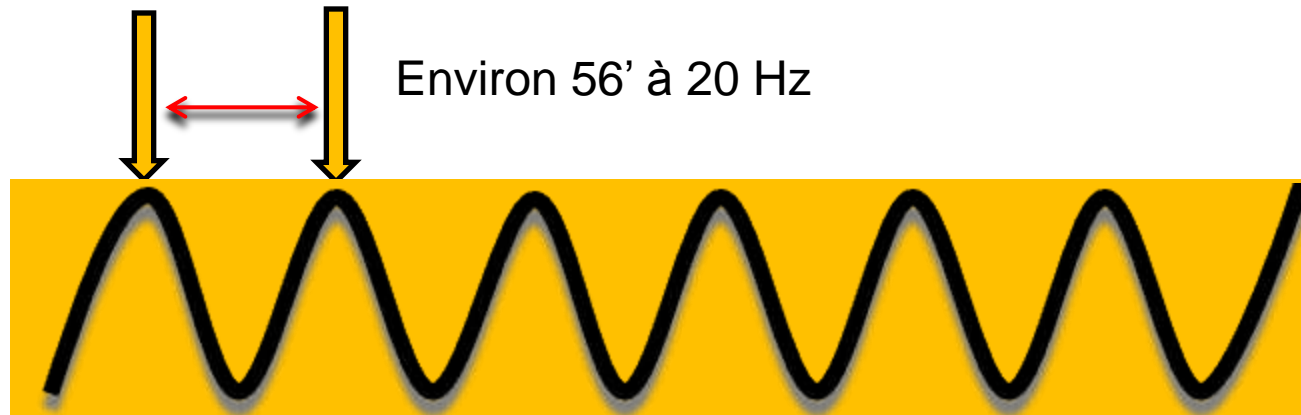
Différentes Familles d'Ultrasons



FREQUENCE vs LONGUEUR D'ONDES

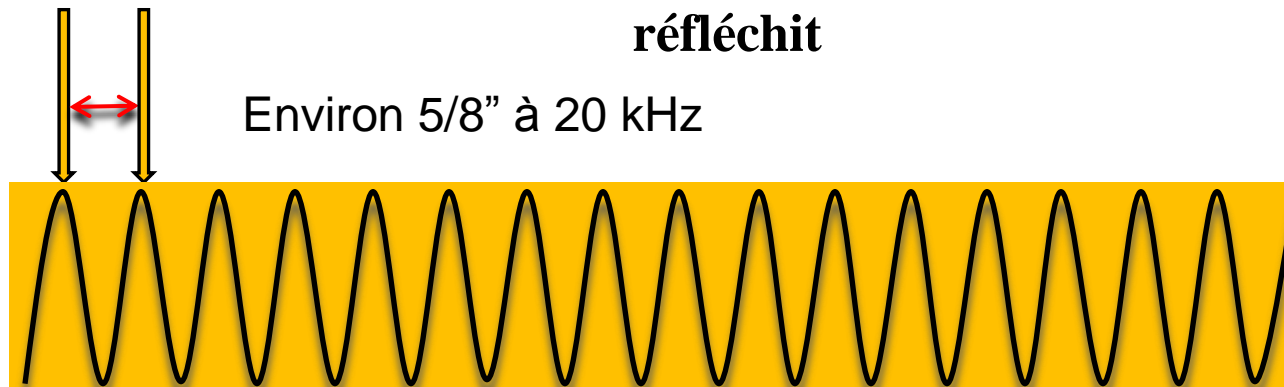
Onde Sonore à basse fréquence

Onde sonore très puissante, multidirectionnelle



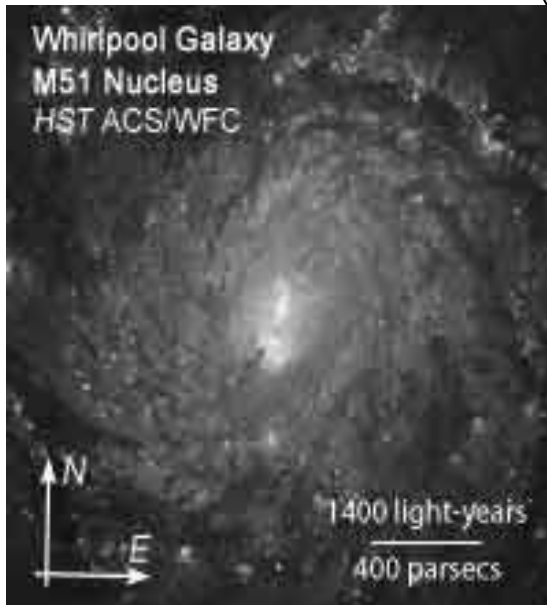
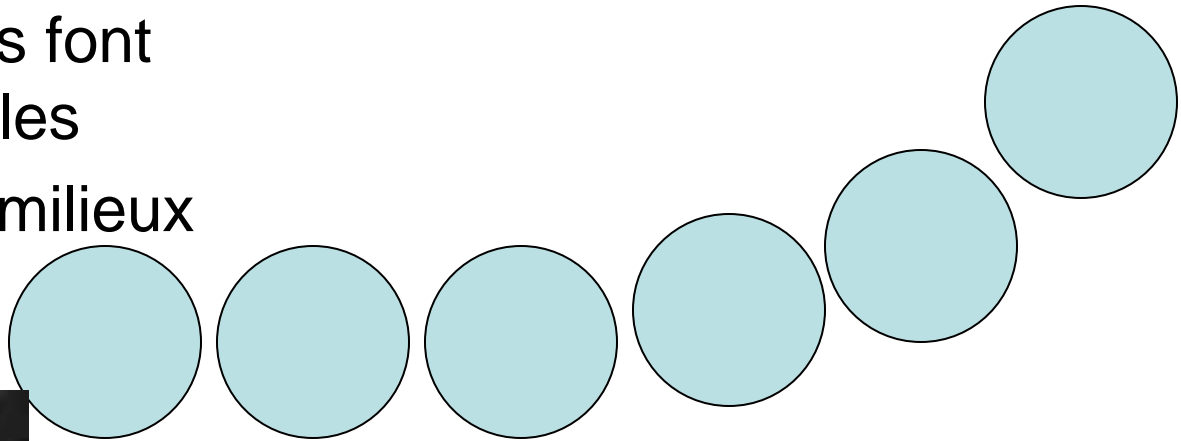
Onde Sonore à haute fréquence

Onde sonore de plus faible puissance, directionnelle et qui se réfléchit



Comment un son est-il produit ?

- Les corps vibrants font vibrer des particules
- Perturbations en milieux élastiques

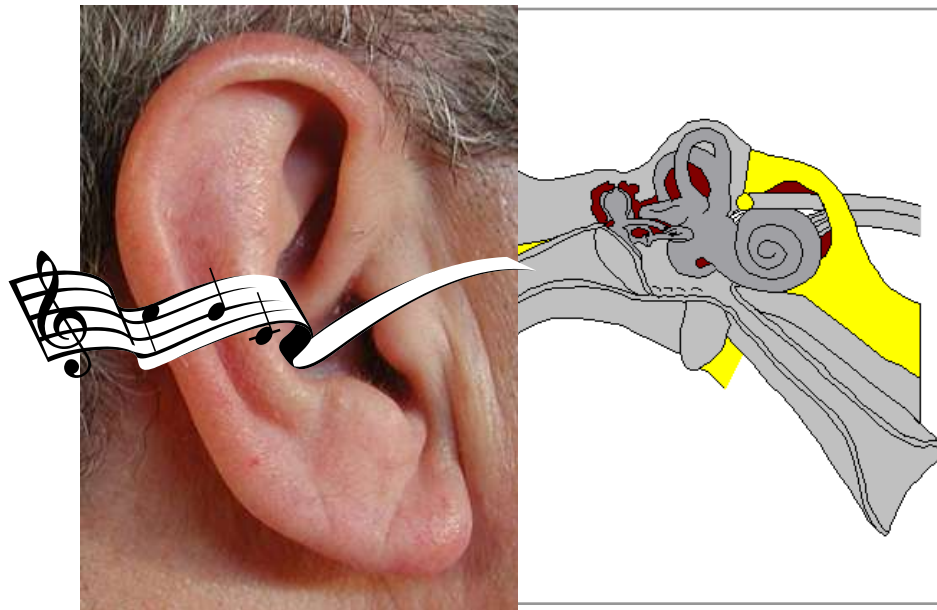


- On doit être dans un milieu élastique
- Les sons ne peuvent pas se propager dans le vide



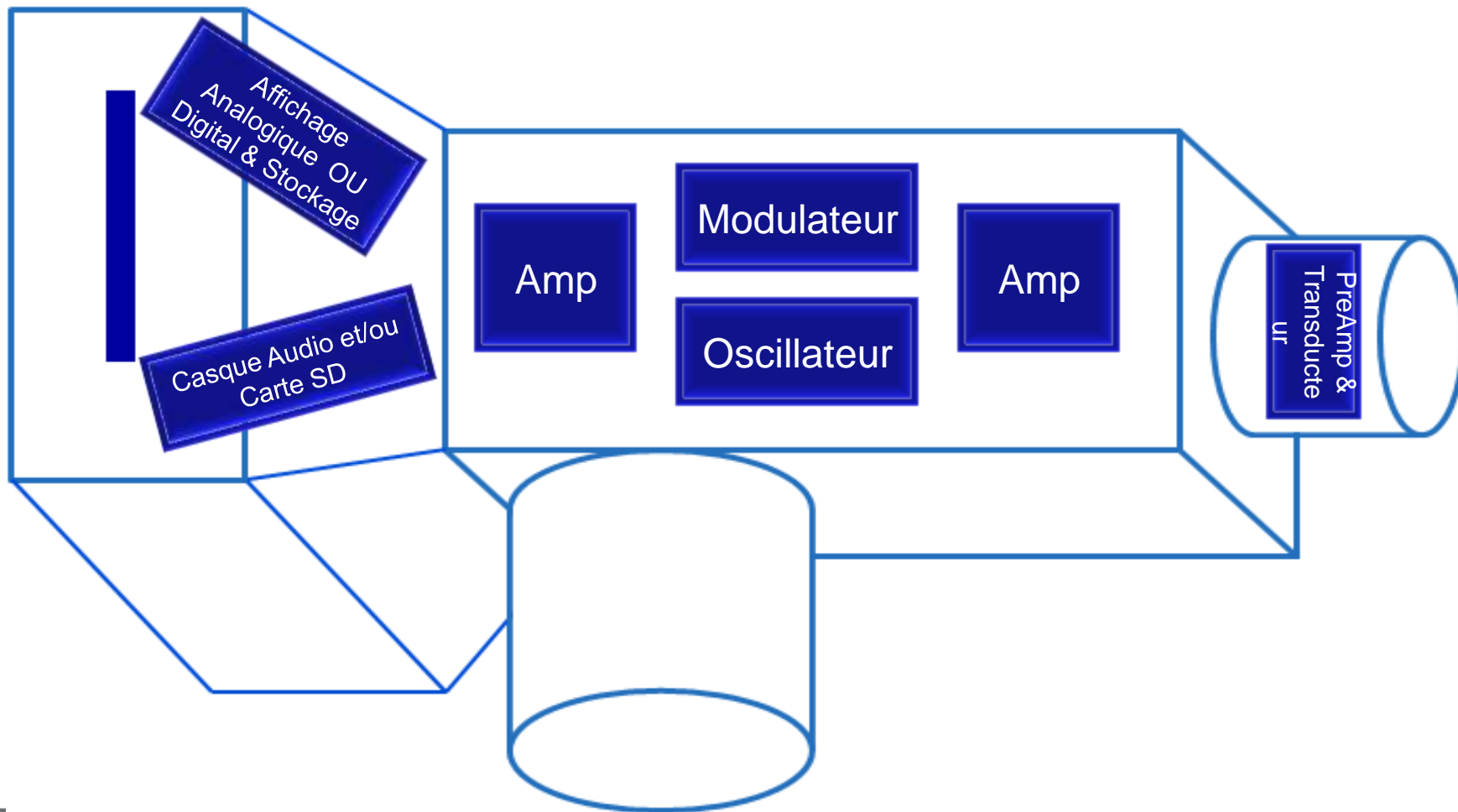
Entendre

- Sons audibles
 - **20 Hz à 20 kHz**
 - Excellent 16.5 kHz
 - Maximum 21 kHz
- Ultrasons
 - Hautes Fréquences
 - **20 kHz et plus**
- Oreille humaine
- Stimulation
 - Hautes Fréquences d'abord
 - Basses Fréquences ensuite
 - Arrivent graduellement





Détecteur Ultrasonique

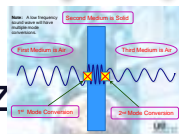
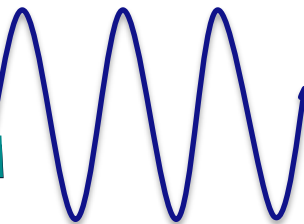
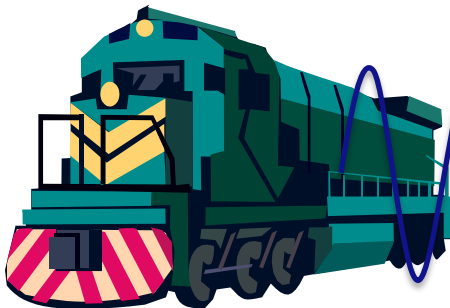
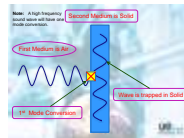
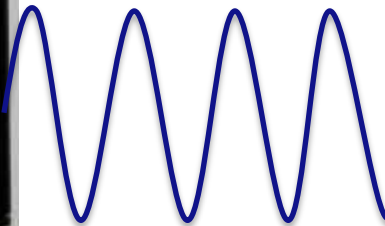


Mode de Conversion

(autre interprétation)

Distance : 5m

Haute Fréquence : 40kHz




Basse Fréquence : 20Hz

Distance : 50m

☞ **Que détecte-t-on avec les Ultrasons ?**

TURBULENCES

FRICTIONS



Quelle Fréquence pour quel Module ?

**Pour tous les modules de détection
des Ultrasons dans l'air :**

40 kHz

**Pour tous les modules de détection
des Ultrasons dans les structures :**

20kHz a 30 kHz



3 Groupes d'Applications

- **Détection de Fuite**

- Pression, Vide



- **Inspections Electriques**

- Systèmes ouverts ou fermés,
- Effet Couronne, Décharges Partielles , Arcages



- **Inspections Mécaniques**

- Vannes, Purgeurs de Vapeur, Roulements, Moteurs, Réducteurs, Pompes, etc.



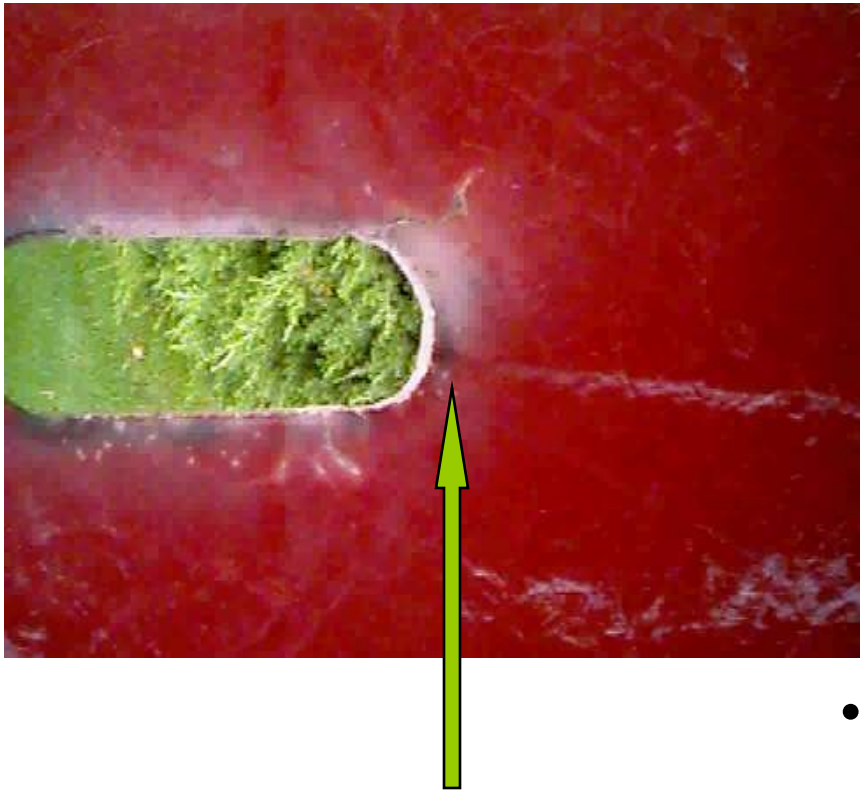


TESTS ELECTRIQUES

- **Ultrasons dans l'air**
 - Haute, moyenne, basse tension
 - Systemes ouverts ou fermés
 - Effet couronne, Décharge partielle, Arcage
 - Signatures sonores
 - Applications
 - Armoires électriques, Transformateurs, Relais ...
 - Sécurité



IONISATION



Les dépôts blancs mettent en évidence les phénomènes d'Ionisation

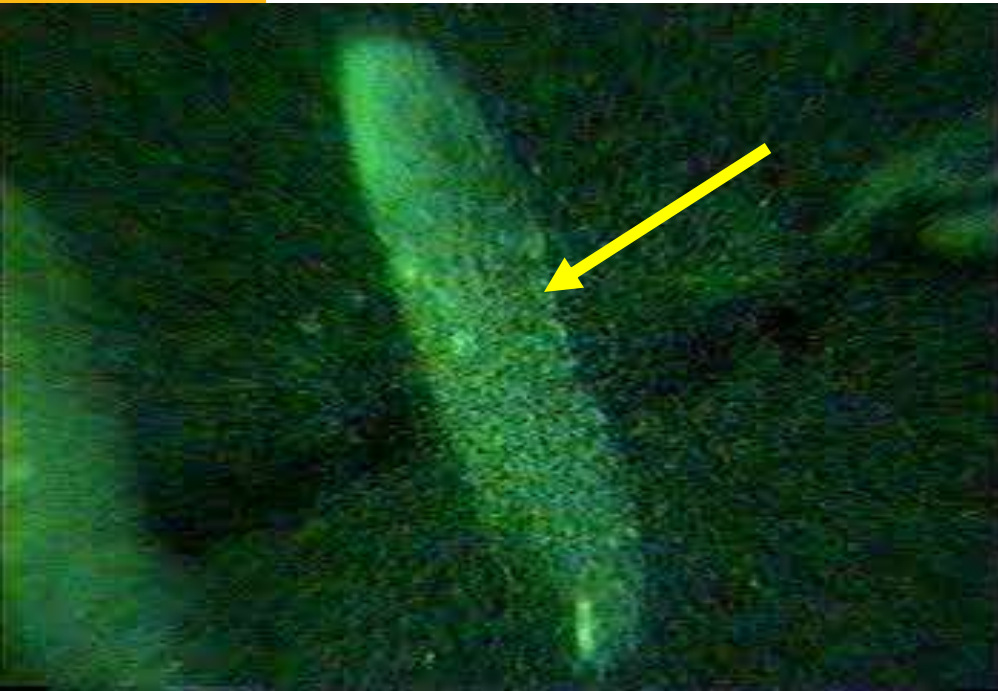
L'Ionisation produit de l'Ozone et des oxydes d'Azote qui combinés à l'humidité de l'air engendrent la production d'acide nitrique.

L'acide nitrique est destructeur pour la plupart des éléments métalliques et isolants.

- Résultat : **Corrosion**



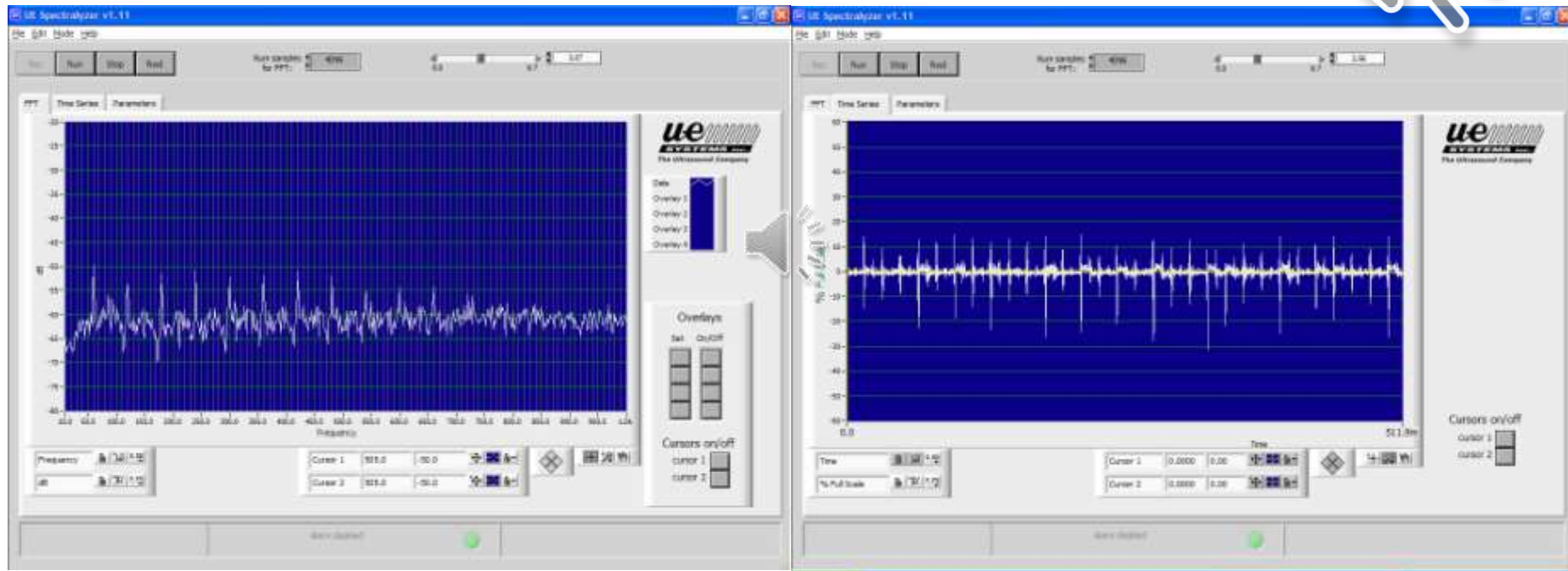
Effet Couronne



L'effet couronne cherche " un chemin à la terre ". Photo de nuit d'effet couronne.



- Décharges électriques autour des conducteurs
 - L'air environnant est soumis à une contrainte au delà du point d'ionisation sans arcage.
 - L'effet couronne n'apparaît pas en dessous de 1000 volts

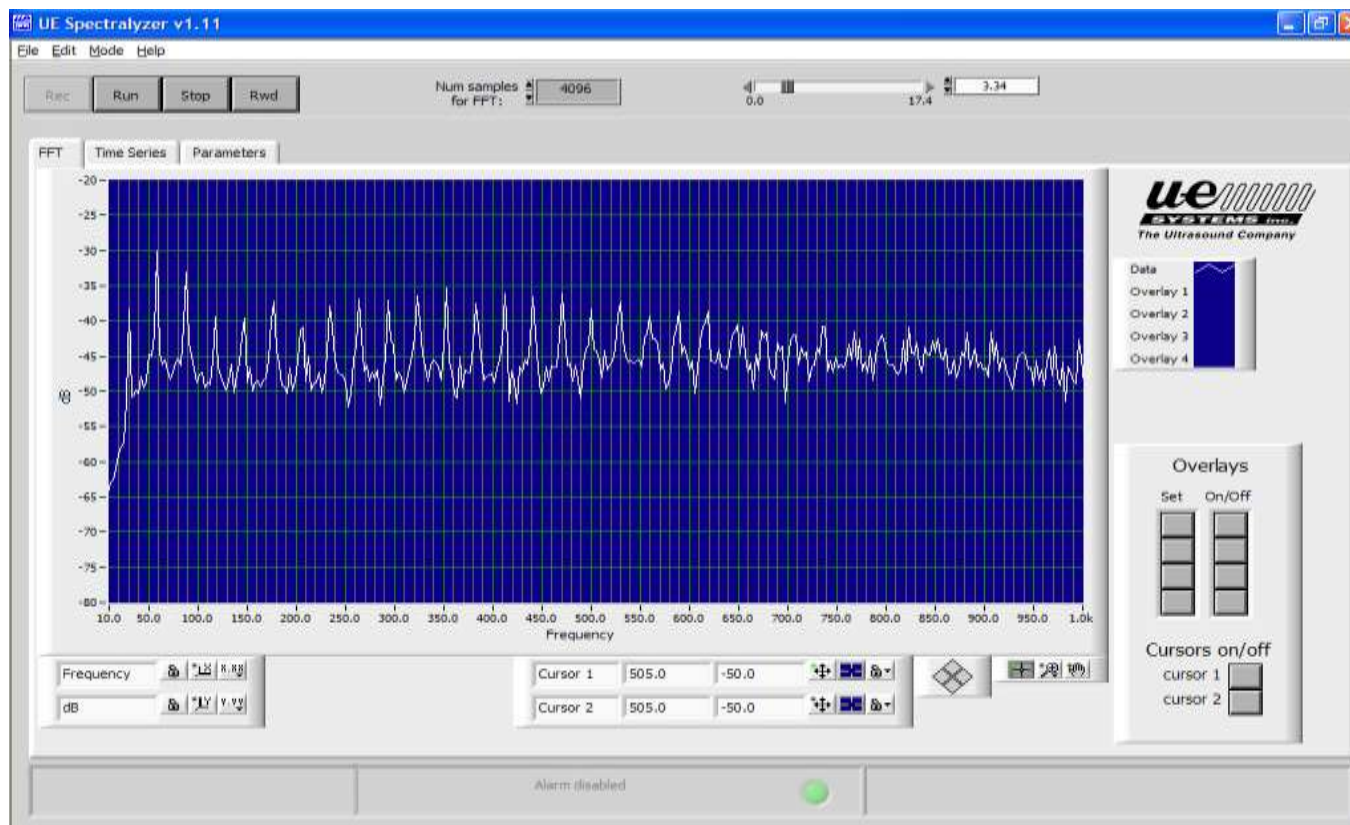


Référence : Aucun bruit



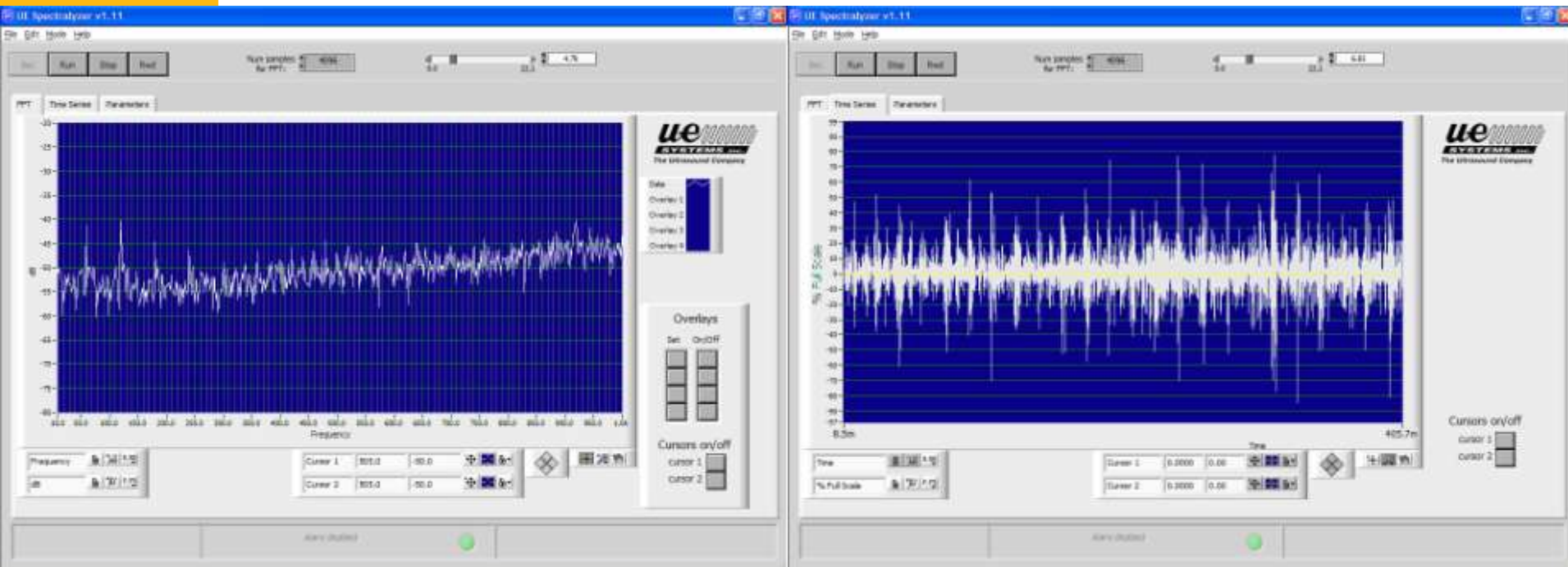
Vibrations d'éléments mécaniques

Son semblable à l'effet couronne





Décharge Partielle



Décharge Partielle : Charge progressive puis décharge



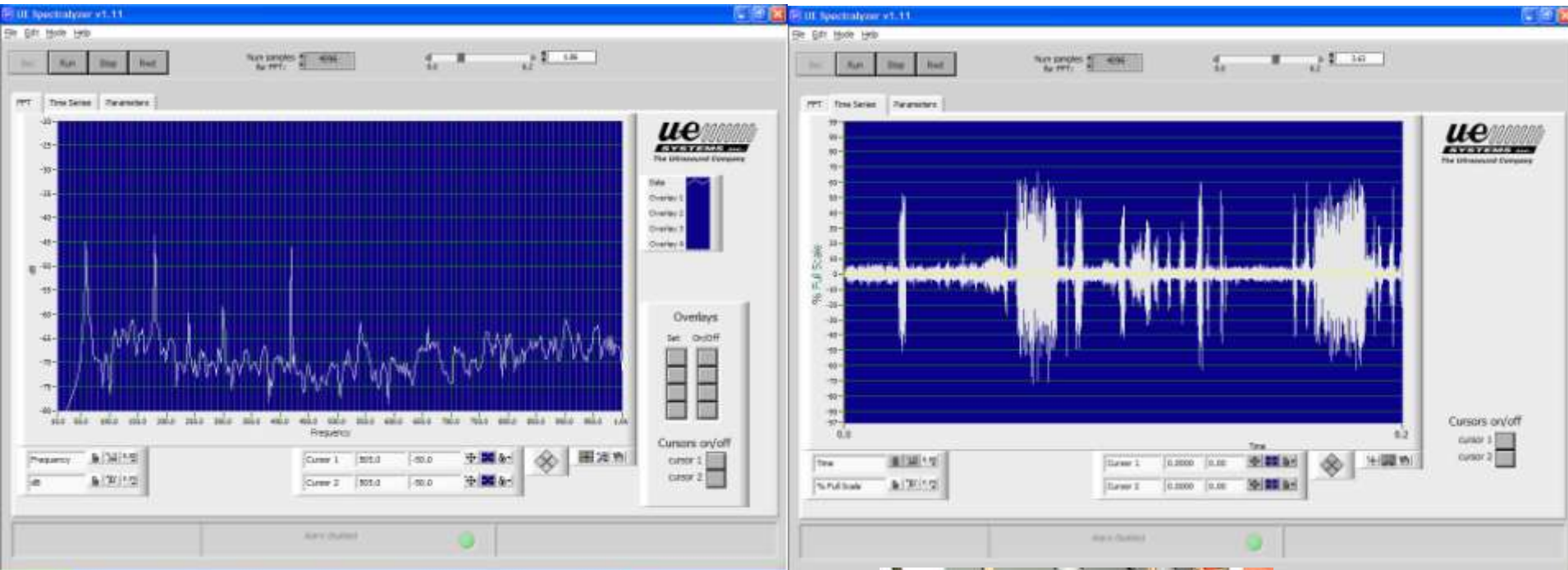
En thermographie, une petite différence de température n'indique pas forcément un problème électrique.





ARCAGE

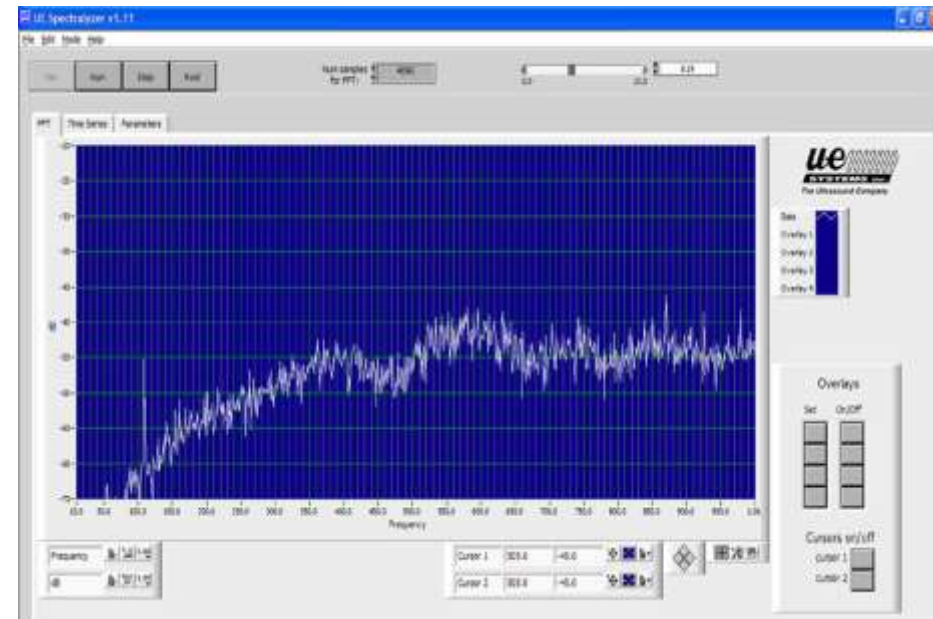
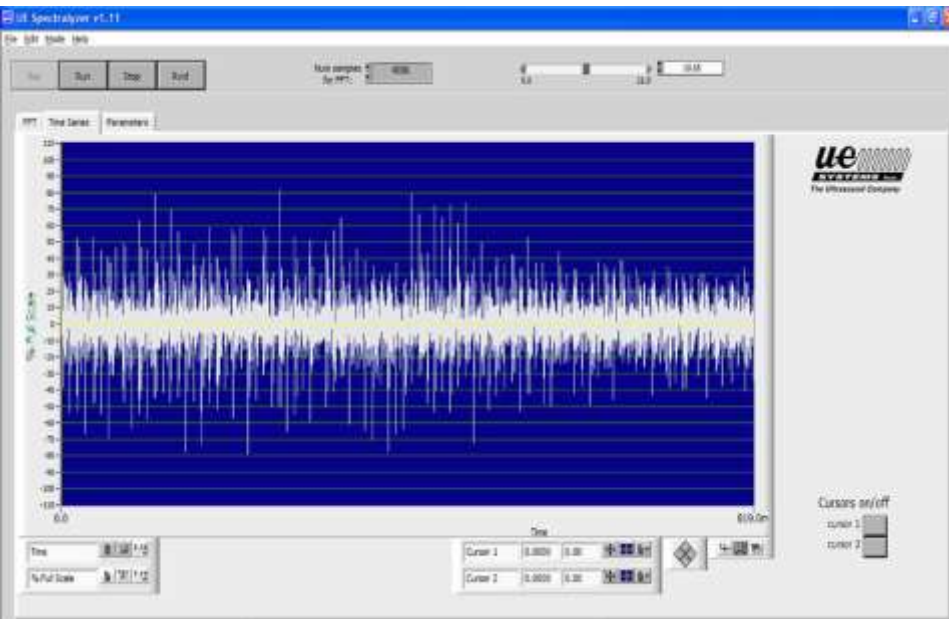
ARCAGE : RAPIDE, ABRUPT, INTERMITTENT





Transformateurs

- Son Typique





Où Inspecter ?



Où Inspecter ?



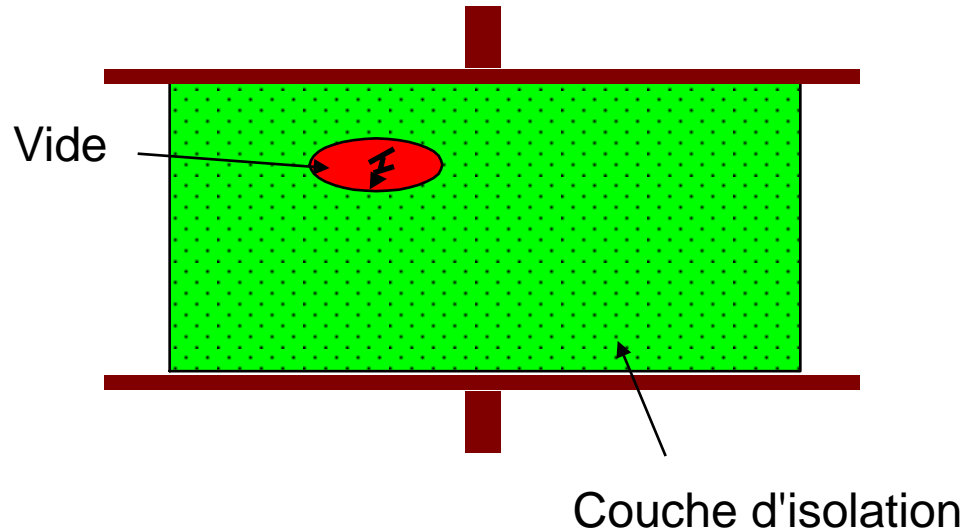


La détection et localisation de décharges partielles sur les postes Haute Tension



Activité de Décharge Partielle

- Décharges électriques qui ne recouvrent pas complètement l'électrode
- Cause la détérioration et la rupture éventuelle de la couche d'isolation





Pourquoi faire un test ?

- Sûreté
- Perte d'Alimentation
- Gestion d'actifs électriques

Pourquoi effectuer des tests d'activité de décharge partielle ?



- Un isolant défectueux peut être dévastateur
- L'isolant d'appareillage électrique est difficile à tester pendant un entretien de routine
- De nombreuses pannes d'isolants à haute tension sont dus à une décharge partielle



Pourquoi faire un test ?





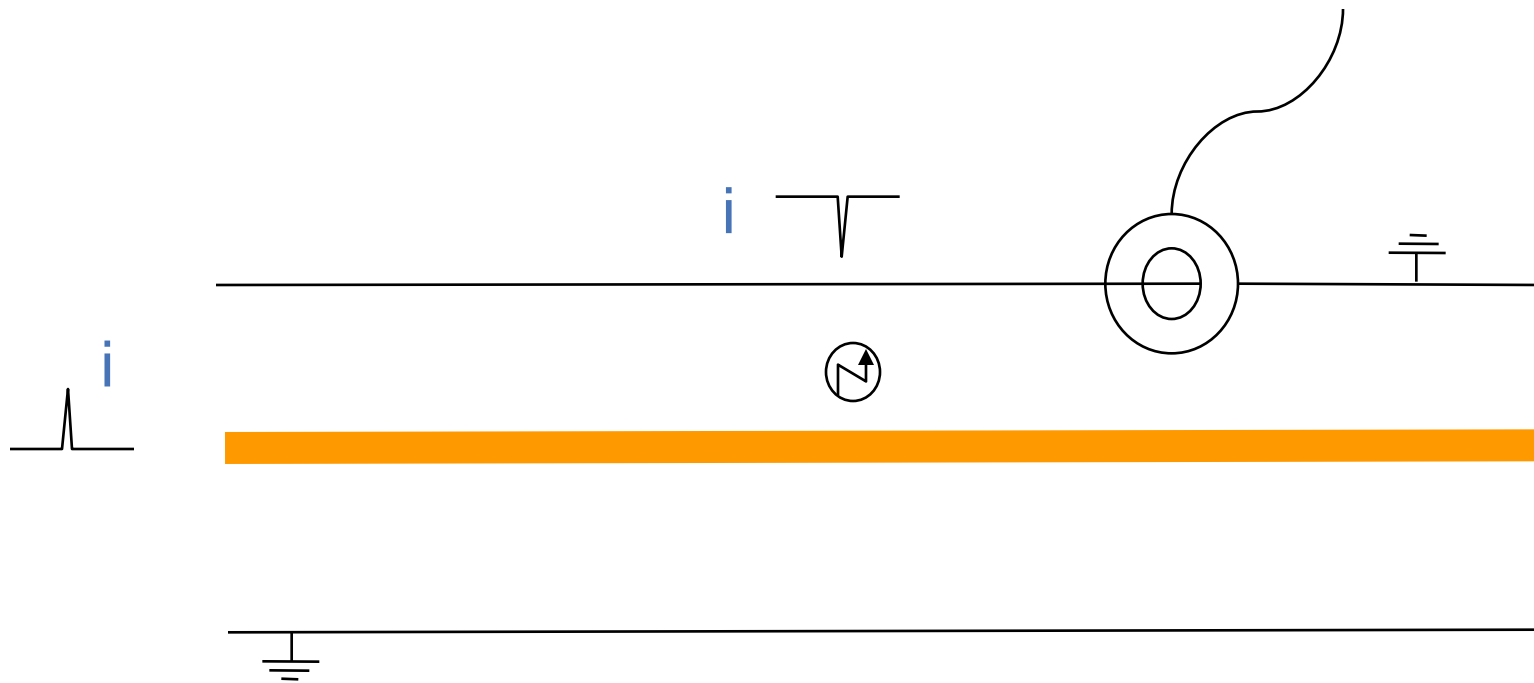
La dégradation de l'isolant due à une décharge partielle produit:

- de la lumière
- de la chaleur
- des odeurs
- **des effets électromagnétiques**
- **du bruit**



Les effets électromagnétiques

RFCT : Detection non-intrusive





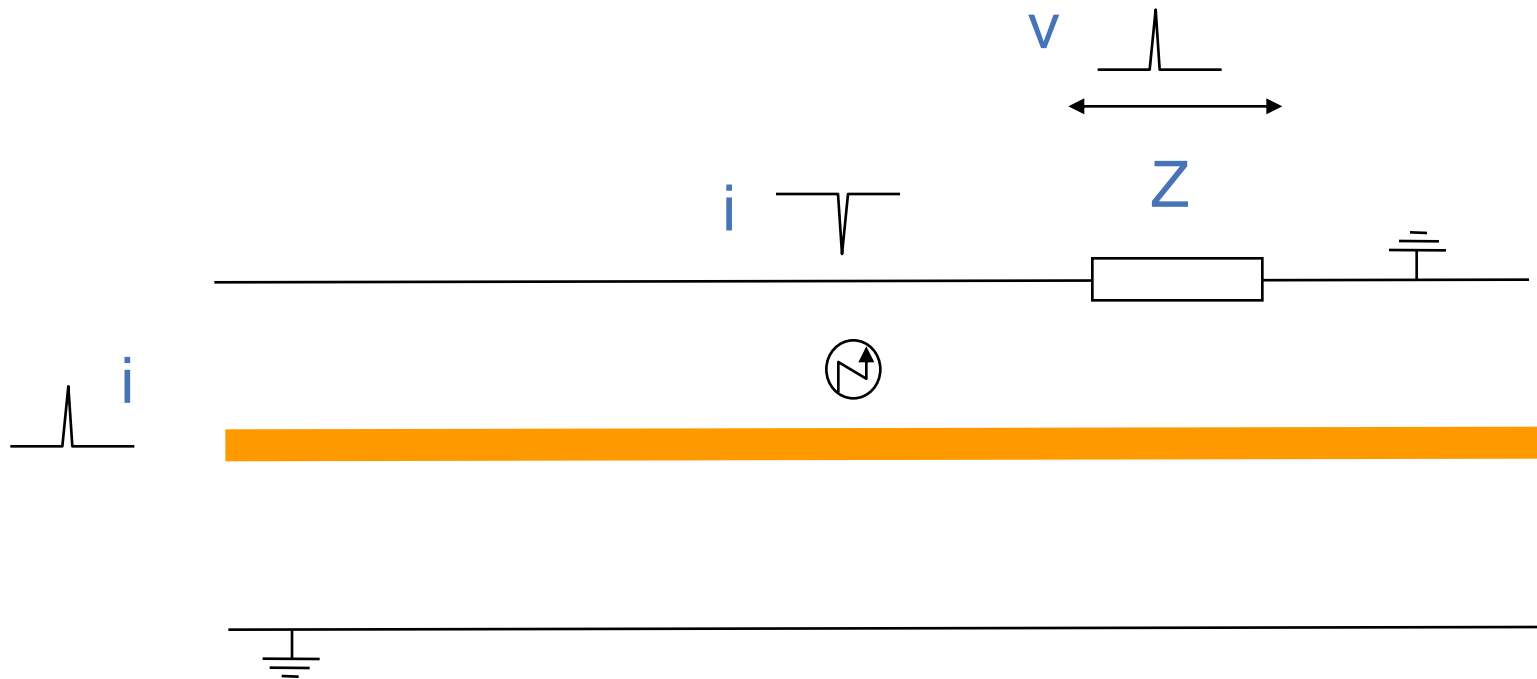
RFCT detection

Recherche de décharges partielles sur câbles
Moyenne et Haute Tension.



Des effets électromagnétiques

Transient Earth Voltage (TEV) (Tension Transitoire de Terre)

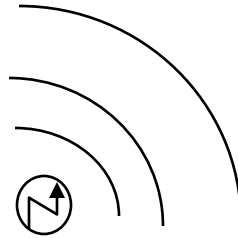


Des effets électromagnétiques – detection TEV

- Recherche de décharges partielles dans une sous-station

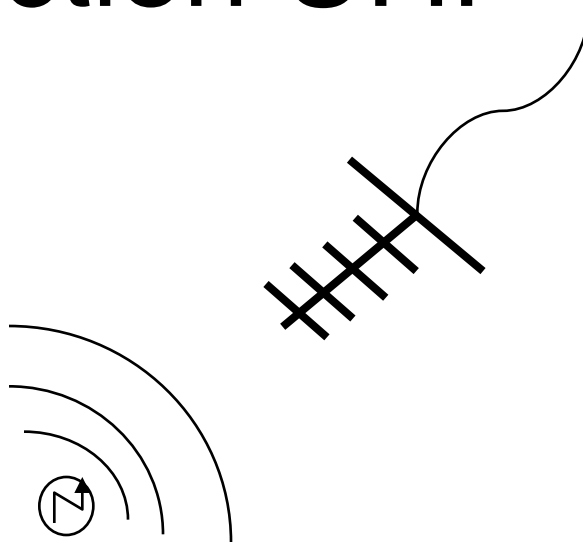


Des effets électromagnétiques - UHF





Des effets électromagnétiques – detection UHF





Des effets électromagnétiques – detection UHF

Recherche de décharges
partielles de surfaces sur
des isolateurs (en
extérieur)



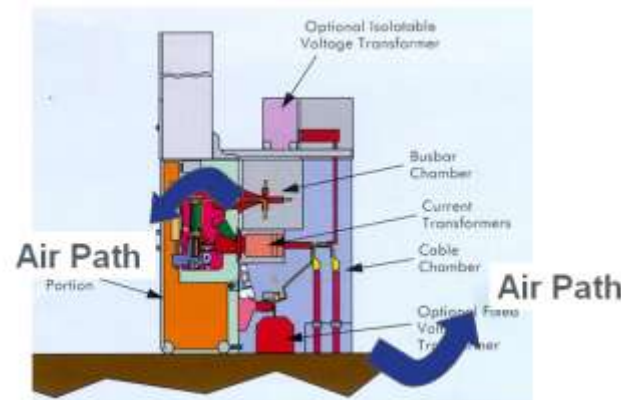


Le bruit



Détection Ultrasonique

- La détection d'ultrasons permet la découverte anticipée de deteriorations.
- Affichage visuel ou audio (casque)





Ultrasonic detection

Recherche de décharges partielles de surface en environnement clos (intérieur)

Recherche de décharges partielles de surface de disjoncteur d'intérieur hermétique (qui ne permet pas aux ultrasons d'atteindre le détecteur).

Recherche de décharges partielles de surface à distance avec une parabole.





Solutions technologiques manuelles et portables



UltraTEV Plus²

- Portable
- Detection de TEV
- Detection ultrasonore
- Détection de RFCT (Radio Frequency Current Transformer)
- Interpretation
- Stockage de données
- Création de “ronde”
- IDEAL pour Disjoncteur (Moyenne tension)





PD Hawk

- Manuel
- Detection ondes UHF
- Antenne incluse
- Filtre des effets coronas
- IDEAL pour les installations en extérieure (isolation par air: AIS)
- Inspection de cables (visibles)





Solutions Technologiques Surveillance continue (Monitoring)



UltraTEV Alarm

- Detection TEV
- Detection ultrasonore
- Déclenchement d'alarme lors d'une augmentation d'activité
- Alarme relayée par SMS ou email
- Communication par GPRS (faible volume de données)
- Nécessite l'utilisation du Ultra TEV Plus 2 pour établir un diagnostic plus précis)





UltraTEV Monitor

- Detection TEV
- Detection Ultrasonore
- Disponibilité d'un large panel de donnée online
- Stockage des données sur un "Cloud" ou stockage sur "Hub" sur place
- Communication par 3G/4G ou LAN





PD Monitor GIS

- Spécialement conçu pour >100kv
- Détection UHF
- Antenne incluse
- Or antenne externe
- Large panel de données
- Localisation par comparaison de signal
- Communication par réseau 3G/4G ou LAN

