



Effets sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques basses fréquences

Rapport ANSES du 21/06/2019

- Éléments complémentaires à l'article paru dans
 - « Les nouvelles de DEA » d'octobre 2019



Effets sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques basses fréquences

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Avril 2019 - Édition scientifique



Plan

- Rappel du contexte et des objectifs
- Qu'est ce que l'ANSES, son fonctionnement
- Les principaux enseignements
- Puissance des statistiques
- Les niveaux d'exposition usuels public
- Exposition des travailleurs et de la femme enceinte
- Etablissement des valeurs limites
- Lignes aériennes et enterrées, tensions, disposition des câbles
- Conclusions

Contexte et objectifs

- Sollicité par les ministères concernés pour mettre à jour l'expertise de 2010 (possibles effets sanitaires à long terme)
- Cette nouvelle expertise visait à **analyser les nouvelles études** parues depuis, relatives aux CEM basses fréquences et à leurs éventuels effets biologiques et sanitaires.
- **Mieux caractériser les expositions** des populations en environnement extérieur et intérieur, notamment avec leurs lieux de résidence.
- **Quantifier** les populations sensibles exposées
- Faire des **recommandations, pour le** public et les travailleurs

L'ANSES ex AFSSET

- Une **expertise collective**:
- qui relève du domaine de compétence du Comité d'Experts Spécialisés (CES) : Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements, qui a mandaté un groupe de travail sur les CEM BF, constitué suite à un appel public à candidature d'experts le 26 fev 2015.
- Spécialistes de la métrologie, des CEM, épidémiologie, biologie, médecine, physiologie, réglementation des RNI...
- Et des contributions extérieures convention avec l'INSERM, CHU et étude Geocap et analyse des publications depuis 2010

Une meilleure connaissance des expositions

- Exposition à de multiples sources extérieures ou intérieures:
- - lignes électriques, transports, transformateurs, appareils industriels, IRM, appareils électroménagers...
- Les nombreuses études menées depuis 2010 permettent d'avoir une vue plus précise de l'expositions des populations
- En extérieur les valeurs les plus élevées sont mesurées sous les lignes THT et à proximité des transfo et sous-stations.
- A l'intérieur, si le niveau des app. domestiques **est parfois très élevé, l'exposition est brève et très localisée**
- L'exposition professionnelle peut être **très importante**  **femmes enceintes**

Limiter l'exposition des populations sensibles à proximité des lignes HT et THT

- **Convergence** des études épidémiologiques montrant une association entre leucémie infantile (effet à long terme) et exposition à des CM de très basse fréquence pour des niveaux de 0,2 à 0,4 μT **en moyenne sur 24h**
- 40000 enfants <15ans exposés dans le domicile à CM > 0,4 μT
- 8000 enfants sont scolarisés dans une école primaire où le CM est > 0,4 μT
- (étude Geocap enfants <5ans et expo \leq 50m des lignes THT)
- au vu de ces résultats l'ANSES recommande de **limiter par précaution** le nombre des **personnes sensibles** exposées.
- **Ne pas installer de nouveaux établissements** , hôpitaux, écoles, à proximité immédiate des lignes THT

Puissance des statistiques

Etude GEOCAP cas témoins (2013) conduite entre 2002/2007

- En ne considérant que les lignes supérieures à 225 kV, le sur-risque était proche du seuil de significativité statistique pour les enfants résidant à moins de 50 m
- Ce sur-risque n'était significatif que chez les enfants de moins de 5 ans ($ORa = 2,6 [1,0 - 6,9]$), avec une tendance significative en **fonction de la distance** et chez les enfants habitant dans les communes les moins urbaines

Malgré une très bonne puissance statistique* (2 779 cas, 30 000 témoins), les effets rapportés dans cette étude **demeurent à la limite du seuil de significativité, sauf pour les enfants de moins 5 ans habitant à moins de 50 m d'une ligne supérieure à 225 kV, où la sur-incidence est statistiquement significative**

* elles sont relativement peu précises : pas de mesure de l'intensité du champ magnétique, car basées uniquement sur la distance %lignes THT

Autres pathologies envisagées

- Par ailleurs, l'ensemble des données considérées ne permet pas de conclure à l'existence ou non d'un effet de l'exposition aux champs magnétiques basses fréquences sur :
 - les tumeurs du système nerveux central chez l'enfant ;
 - le cancer du sein ; ce lien avait été mis en évidence par l'étude d'Erren *et al.*, (2001) mais les études menées ultérieurement ne confirment pas cette association ;
 - les hémopathies malignes chez l'adulte ;
 - les autres cancers de l'adulte ;
 - la maladie de Parkinson.

Exposition du public

- En milieu extérieur les champs varient de 0,05 à 0,2 μT avec
- 0,28 % de la population exposés à $> 0,4 \mu\text{T}$
- 0,74 % exposés à une valeur $> 0,1\mu\text{T}$
- en milieu urbain, le train, (3 à 8 μT , 100 μT dans la cabine) 6-7 μT sur le quai, lors du passage de train, les trams, 0,01 à 5,5, les trolleys, la signalisation, les réseaux enterrés, les transformateurs etc.... sont à l'origine d'expositions parfois élevées mais brèves, avec une grande variabilité dans le temps. La cacrasse métallique des pneus de voitures entraînent un CM de fréquence 12Hz à 80km/h, avec des harmoniques conduisant, en plus des circuits, à des valeurs de 2 à 6 μT .
- **Rien sur les futurs VE pas de mesures, ni de protocole.**

L'exposition professionnelle

- Les sources sont diverses : soudage par résist ou par perte diélectrique, magnétiseurs, chauffage par induction, magnétoscopie, électrolyse indust., IRM, RMN, μ -ondes.
- Transport et distribution de l'électricité,...
- Dentistes, personnels hospitaliers, conducteurs de trains ...
- Les niveaux st très variables mais dépassent parfois les limites des Valeurs d'action (VA) 1000 μ T pour le corps, 1800 pour les mains, nécessitant des mesures de prévention, d'information, d'éloignement, de blindages et de diminution du temps d'exposition.
- L'ANSES recommande aux constructeurs de machines d'indiquer les valeurs d'exposition.

L'exposition des femmes enceintes

Enfin l'agence attire l'attention sur l'exposition de la femme enceinte, conduisant, pour le fœtus à des courants induits **supérieurs aux valeurs limites fixées pour la population.** ($100\mu\text{T}$)

Elle recommande de mieux informer et sensibiliser les femmes sur les dispositions d'aménagement de leur poste de travail lorsqu'elles sont enceintes afin de limiter l'exposition du fœtus aux CEM basses fréquences.

Valeurs limites

- Elle sont basées par l'ICNIRP sur des effets avérés à haute intensité sur le SNC* et le SNP* ou sur des sensations légères de douleurs, l'apparition de phosphènes (éclairs lumineux)
- Le champ magnétique produit dans le corps des courants induits et donc un champ électrique interne, perturbant le fonctionnement des cellules nerveuses.
- A partir de facteurs de sécurité, sont définies des valeurs limites d'exposition (VLE) appelées restrictions de base et des niveaux de référence pour les travailleurs, Valeurs déclenchant l'Action (VA) dont le respect assure le non dépassement des VLE
- * Système Nerveux Central ou Périphérique

Valeurs limites

Pour le Public la VLE est fixée à **100 μ T (ICNIRP 98)** recommandations de l'UE de 1999.

- (anciennement 500 μ T pour les travailleurs)
- Pour les travailleurs la VLE est fixée à **1000 μ T (ICNIRP 2010)** décret de 2016 et à **200 μ T pour le public**, donnant lieu à la directive 2013/35/UE du parlement et du conseil européen

La nouvelle valeur « public » n'a pas encore été transposée en droit français.

Classification des tensions

- Différentes selon NF C 18510:
- TBT < 50 V
- BT : entre 50 et 1000 V
- HTA : entre 1000 V et 50000 V (50kV)
- HTB : > 50 kV
- Selon RTE : BT : 230 V et 400 V
- MT : 20 kV HT : 63 kV et 90 kV
- THT : 225 kV et 400 kV

Champs électromagnétiques

- C'est la juxtaposition:
- d'un champ électrique E en V/m et
- d'un champ magnétique H en A/m, mesuré plus communément en
- densité de flux magnétique B en (μ T) microtesla $1 \text{ A/m} \approx 1,25664\mu\text{T}$
- Dans le contexte des très basses fréquences, seules les valeurs du champ magnétique seront envisagées
- Le champ magnétique est donc proportionnel au courant qui circule dans l'appareil ou le conducteur, il sera donc plus intense si le courant est plus élevé, **donc il est variable sous les lignes THT** du fait que l'intensité demandée n'est pas constante et du fait aussi de la flèche des câbles ou creux de portée. **Il varie en $1/d^2$.**

Creux de portée



Champs électro et magnétiques

Champs électriques (en V/m)

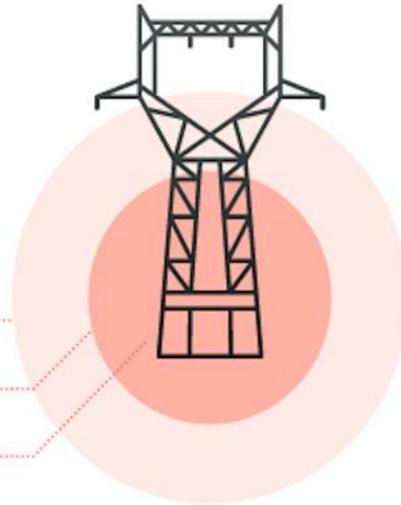
Champs magnétiques (en μT)

**Lignes
400 000 volts**

100 mètres de l'axe : **40**

30 mètres de l'axe : **1 164**

sous la ligne : **4 420**

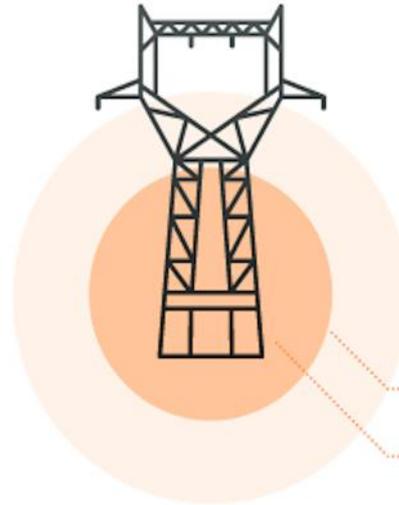


**Lignes
400 000 volts**

à 100 mètres de l'axe : **0,16**

à 30 mètres de l'axe : **1,6**

sous la ligne : **6**



Val. moy

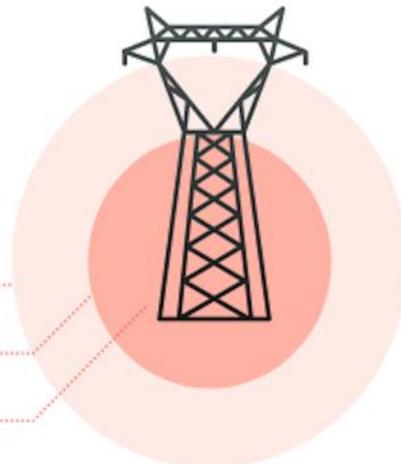


**Lignes
225 000 volts**

100 mètres de l'axe : **8**

30 mètres de l'axe : **213**

sous la ligne : **1 639**

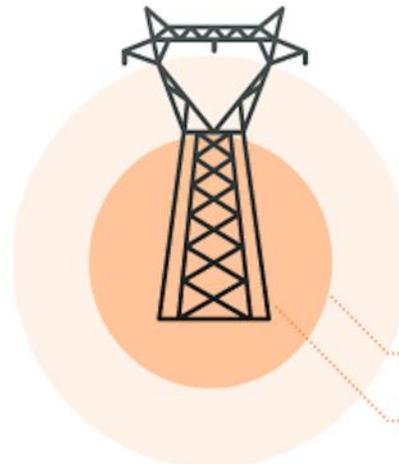


**Lignes
225 000 volts**

à 100 mètres de l'axe : **0,06**

à 30 mètres de l'axe : **0,6**

sous la ligne : **4,3**



Val.lim.: 5000V/m

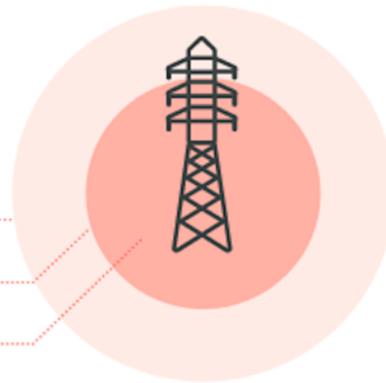


**Lignes
90 000 / 63 000 volts**

100 mètres de l'axe : **1**

30 mètres de l'axe : **6**

sous la ligne : **383**

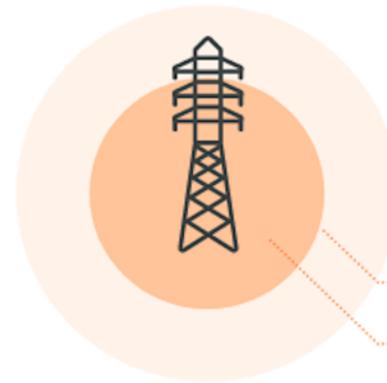


**Lignes
90 000 / 63 000 volts**

à 100 mètres de l'axe : **0,16**

à 30 mètres de l'axe : **0,1**

sous la ligne : **2,1**



Source : www.rte-france.com

Tension	support	Nb de circuit	CM sous la ligne	CM à 30 m	CM à 100 m
400 kV	BILC	1	6 à 25 μ T	3 à 5,5 μ T	0,4 à 0,6 μ T
225 kV	C4NC	1	1,5 à 15 μ T	0,5 à 1,5 μ T	< 0,2 μ T
90 kV	H92NT4	1	1,5 à 10 μ T	0,5 à 1 μ T	< 0,1 μ T
63 kV	H92NT4	1	1,2 à 10 μ T	0,6 à 1 μ T	< 0,1 μ T

Source : RTE

à 50 m : 0,21 à 0,36 (loi en inverse carré)

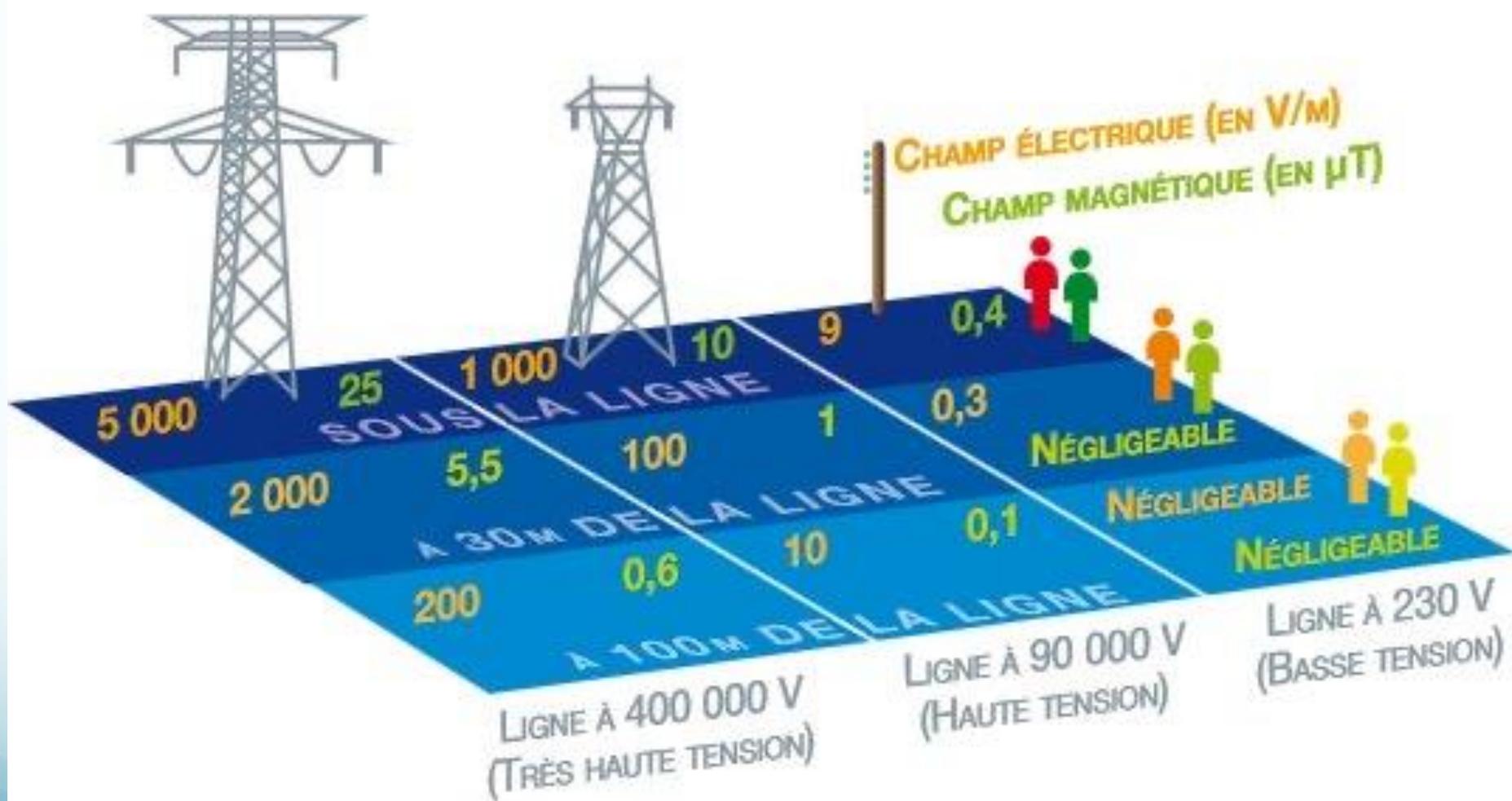
Pour les câbles souterrains posés en "trèfle non jointif" avec enrobage béton avec un transit de 1000 A, les champs magnétiques mesurés à 1 m au dessus du sol sont donnés par le tableau suivant (estimations RTE) :

Tension	CM sur l'axe	CM à 5 m	CM à 10 m
400 kV	13,2 μ T	2,7 μ T	0,7 μ T
225 kV	11,5 μ T	2 μ T	0,6 μ T
63/90 kV	8,6 μ T	1,4 μ T	0,4 μ T

Source : RTE

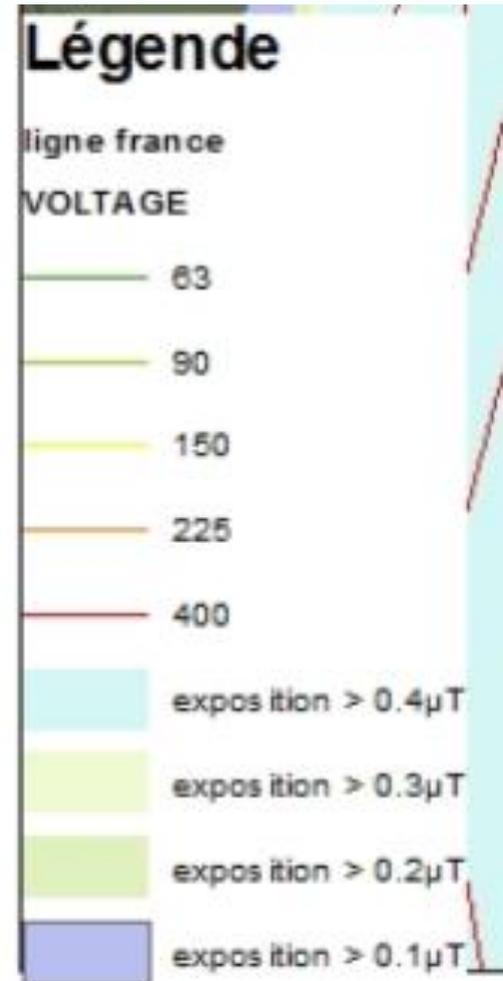
Valeurs du CM sous les lignes RTE

Figure 2 • Valeurs moyennes des champs électrique et magnétique autour des lignes aériennes de transport d'électricité à 50 Hz



Source : MEDDE Instruction du 15 avril 2013 relative à l'urbanisme à proximité des lignes de transport d'électricité.

Fig.6 Modélisation des scénarios : Mantes la Jolie



Appareil	Champ magnétique (uT)	Champ électrique (V/m)
Radio-réveil A	0,08	16
Bouilloire élec A	0,06	11
Grille-pain	0,21	10
Lave-vaisselle	0,21	9
Radio-réveil B	0,14	30
Machine à café express	0,7	8
Four à micro-ondes A	3,6	13
Cuisinière mixte	0,2	6
Four à micro-ondes B	7	4
Table à induction	0,2	32
Sèche-cheveux	0,05	28
Alimentation de PC	0,02	18
Bouilloire élec. B	0,05	18
Téléviseur LCD 15 p	0,01	75

SOURCES DOMESTIQUES DE CHAMPS ÉLECTRIQUES ET DE CHAMPS MAGNÉTIQUES ET LIGNES ÉLECTRIQUES

CHAMP ÉLECTRIQUE (en V/M)



Rasoir : négligeable



Ordinateur : négligeable



Grille pain : 40



Téléviseur cathodique: 60*
*Pour un écran plat : 20



Chaine HIFI : 90



Réfrigérateur : 90



Ligne 90 000 V à 30 m : 100
Ligne 400 000 V à 100 m : 200

CHAMP MAGNÉTIQUE (en μ T)



Réfrigérateur : 0,30



Grille pain : 0,80



Chaine HIFI : 1,00



Ligne 90 000V à 30 m : 1,00
Ligne 400 000V à 100 m : 0,16*
*valeur moyenne indicative



Ordinateur : 1,40



Téléviseur cathodique : 2,00*
*Pour un écran plat, négligeable



Rasoir électrique : 500

Lignes enterrées

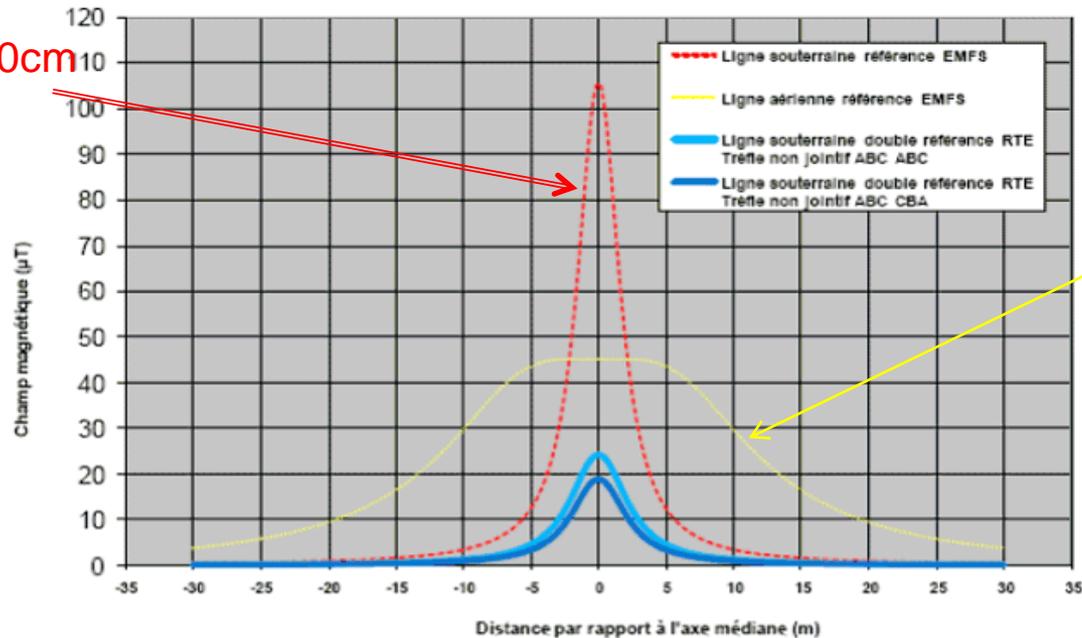
- En France il y a 100.000 km de lignes aériennes
- 5.000 km de lignes enterrées dont plus de 1000km en THT = plus grd réseau d'Europe
- A Toulouse une 63 kV sur 5 km = 4,5 M€
- Jusqu'à 90 kV le ratio enfouissement /aérien = 1 à 1,5
- C'est 2 x plus cher pour le 225kV et 4 x plus pour le 400kV
- **Le 400 kV pour 2x 2000 MVA enterré = 7 à 10 M€/ km**

Disposition des câbles

Une pose en **trèfle** des câbles permet d'atténuer encore le champ émis, la disposition des différents conducteurs dans le trèfle a alors moins d'impact :

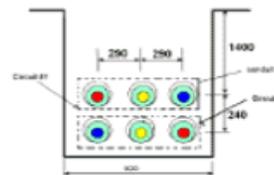
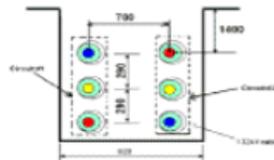
Profils des champs magnétiques Tension 400kV Courant : 2x1000A/câble

Souterraine 30cm



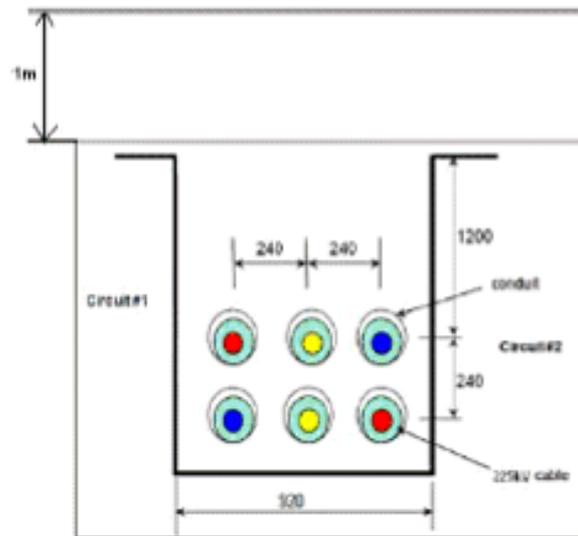
aérienne

La pose de la ligne souterraine **en nappes dédoublées** est encore plus efficace et permet d'atteindre un champ encore plus faible. Le positionnement des câbles dans la nappe reprend logiquement une forte importance :



Disposition des câbles

Il peut s'agir d'une pose en **deux nappes dédoublées**. Il s'agit alors de disposer deux nappes de conducteurs à 250 A au lieu d'un à 500 A. Elle permet une division par 10 environ du champ :



Profondeur 1.20m	à l'axe	à 2m
Variante 2 nappes 250A	0.9	0.4
Standard 1 nappe 500A	8.3	4.6

Reconnaître les lignes THT et HT

2 ou 3 galettes
= 20 kV



5 galettes = 63 kV

LIGNE à 63 KV
CHARPENAY
CRAPONNE
DARDILLY

ELECTRICITE DE FRANCE
DEFENSE ABSOLUE
DE TOUCHER AUX FILS
MEME
TOMBES à TERRE
DANGER DE MORT

DE CES SYMBOLES PERMET D'IDENTIFIER
ELECTRICITE DE FRANCE - LES POMPIERS
LA GENDARMERIE OU LA POLICE

PYLONE N°

117

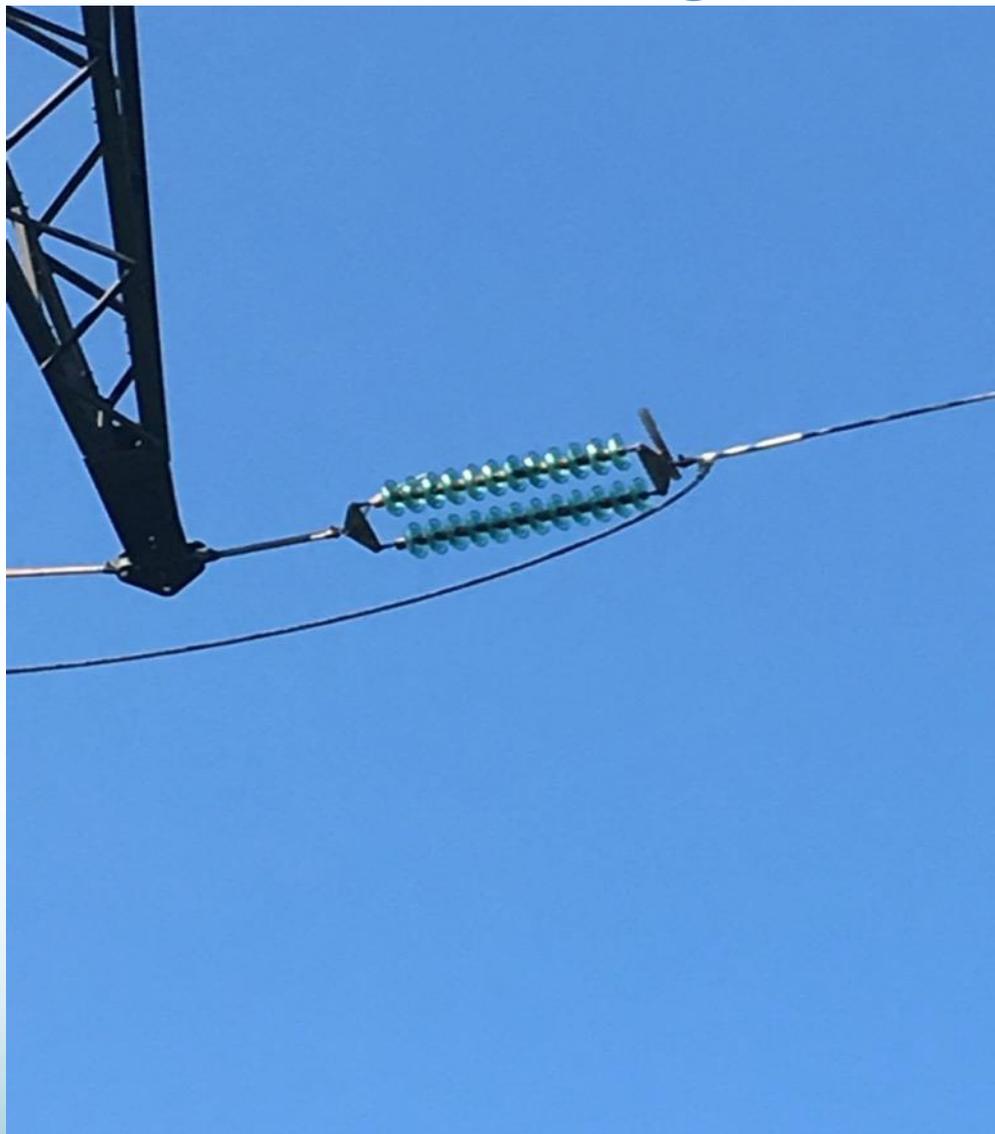
Vers champ
d'obstacles du haras
de Villedieu



Ligne 225 kV ch. de traîne -cul



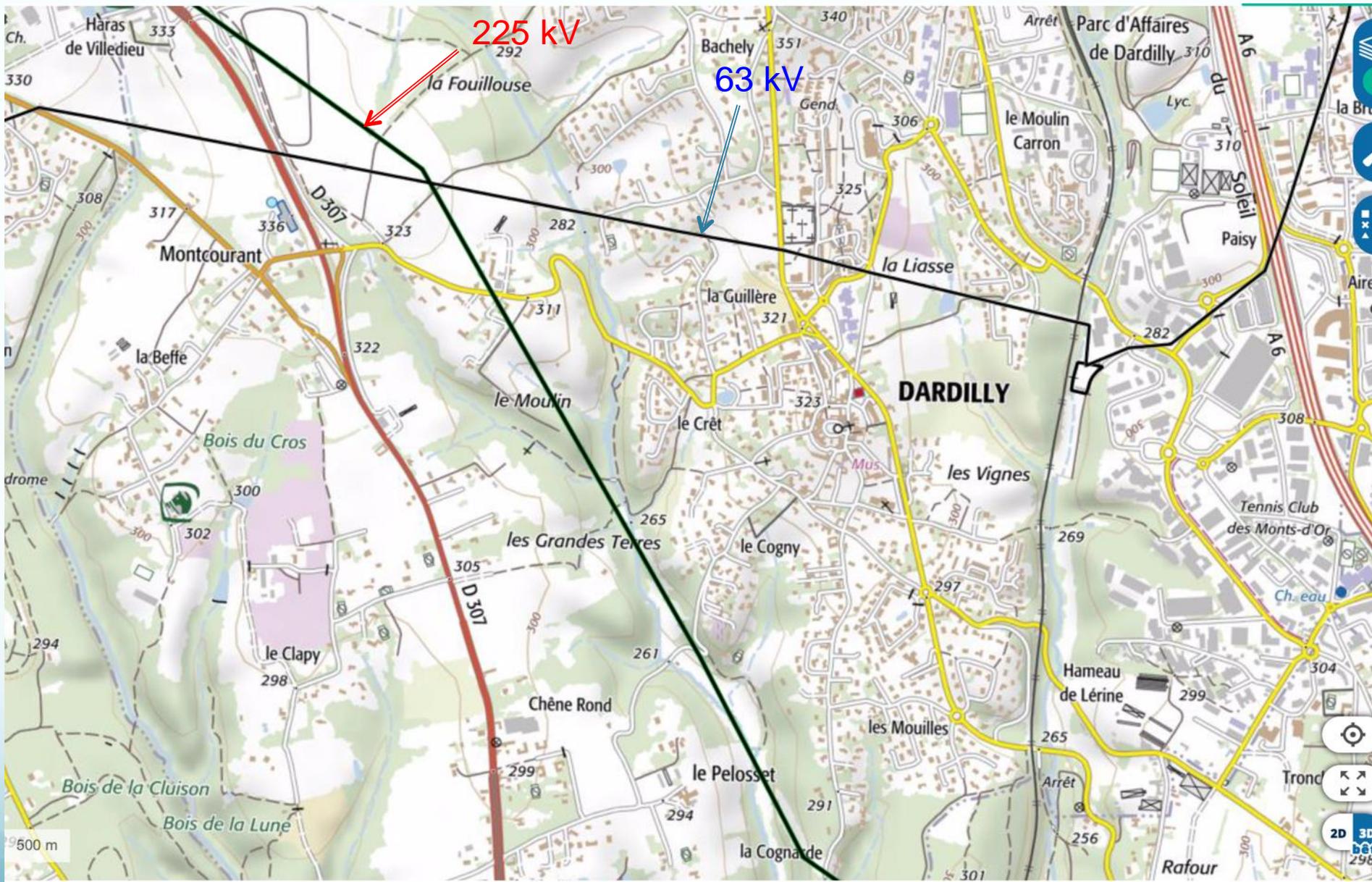
Reconnaître les lignes THT

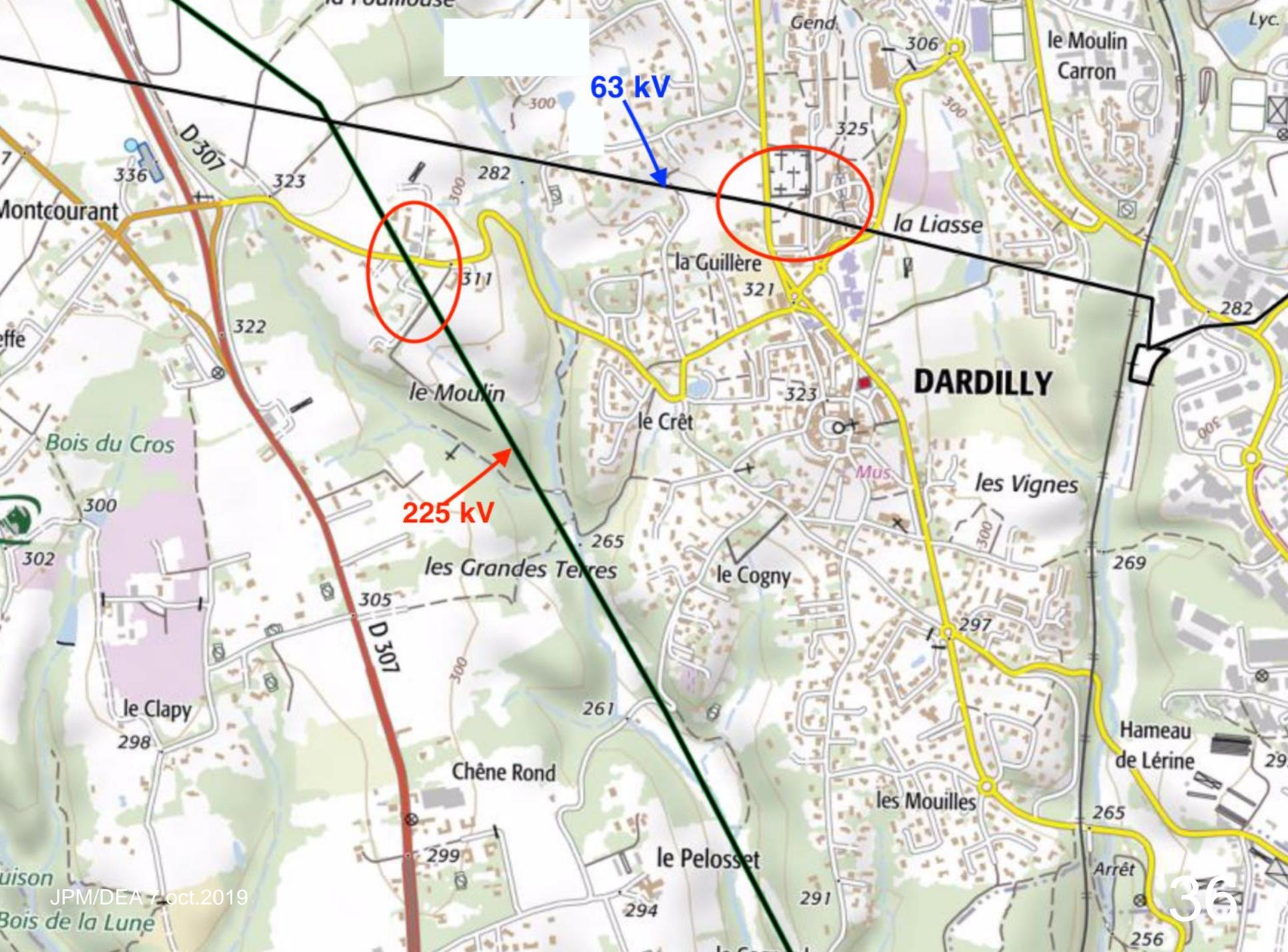


12 galettes x2
ligne 2 x 225 kV

Pylone vers haras
de Villedieu







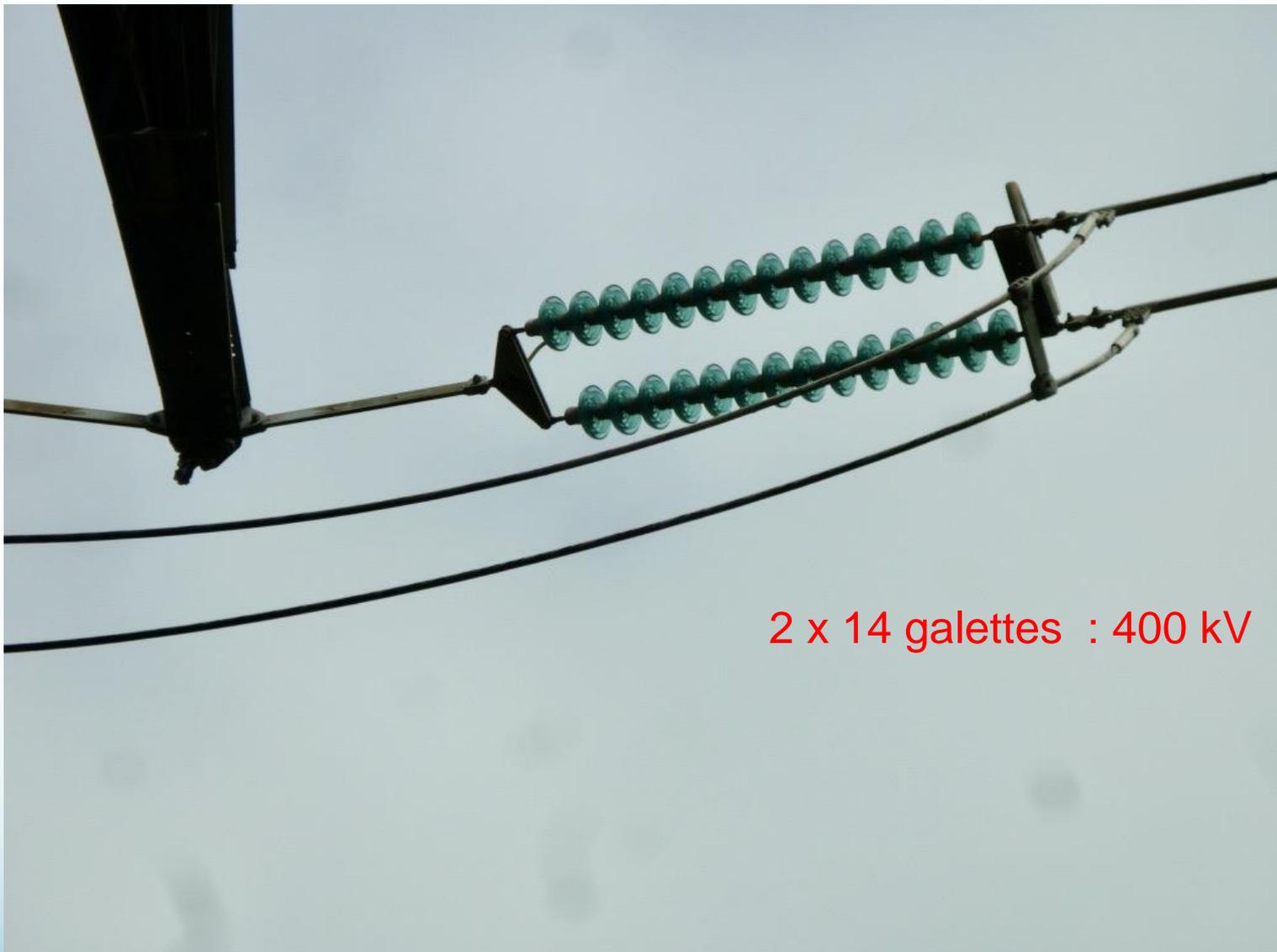
63 kV

225 kV

DARDILLY

Ligne 3x400 kV Lentilly/Charpenay





2 x 14 gallettes : 400 kV

LIGNE A 2X400 KV
CHARPENAY
ECHALAS II

LIGNE A 400 KV
CHARPENAY
PIVOZ CORDIER 1

ELECTRICITE DE FRANCE
DEFENSE ABSOLUE
DE TOUCHER AUX FILS
MEME
TOMBES A TERRE
DANGER DE MORT

EN CAS D'ACCIDENT PREVENIR D'URGENCE
ELECTRICITE DE FRANCE - LES POMPIERS
LA GENDARMERIE OU LA POLICE

PILONE N° 2

PRISE DE TERRE PROTEGEE

réglementation

La recommandation 1999/519/CE du 12 juillet 1999 du conseil de l'Union européenne concernant **la population générale** préconise une exposition maximale de **100 μT** .

Le décret n° 2016-1074 du 3 août 2016 relatif à **la protection des travailleurs** contre les risques dus aux champs électromagnétiques fixe une valeur d'action basse à **1 000 μT** (*cf. 5.3.3 du rapport d'expertise*).

Ce décret s'applique aux **femmes enceintes** et recommande pour celles-ci la conformité aux prescriptions du décret n°2002-775 du 3 mai 2002, qui concerne la population générale, s'appuyant sur la recommandation 1999/519/CE du 12 juillet 1999 de l'Union européenne.

- L'ICNIRP a publié de nouvelles valeurs limites non reprises actuellement pour le public.
- Instruction du 15 avril 2013 relative à l'urbanisme à proximité des lignes de transport d'électricité. **Implantation $\leq 1 < \mu\text{T}$**

conclusions

- Une sur-incidence statistiquement significative entre leucémie et exposition aux CM de 0,2 à 0,4 μT , seulement **pour les enfants de moins de 5 ans et à proximité de lignes THT > 225kV**
- Des valeurs limites très éloignées.
- Une exposition du public modérée
- une exposition des professionnels restant à maîtriser ainsi que celle des femmes enceintes dans certains métiers
- Une meilleure connaissance des sources d'exposition et du nombre des individus exposés

Conclusions

- Une réglementation qui doit évoluer, en particulier pour le public, seules des limites pour le réseau électr. sont établies.
- Pas de disposition pour l'habitat.
- Poursuivre les recherches sur les effets sanitaires des CEM basses fréquences pour les travailleurs et dans un futur proche pour les nouvelles technologies de distribution de l'énergie et des voitures électriques.
- Les nouvelles études postérieures à 2010 basées sur l'exposition à partir de mesures ou de modélisations des CEM n'ont pas montré d'effet statistiquement significatif.

Je vous remercie de votre attention

