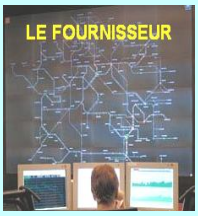
PARCOURS



Le fournisseur fabrique une électricité propre.

N'ayant jamais vu la couleur d'un électron, je ne peux citer celle de l'électricité utilisée...

La seule chose que nous savons faire
« polluer le tout.»
Le choc sera rude...

Alors, n'hésiter plus.

Lisez la documention jointe.

Il y aura bien des choses à apprendre.

SUR LES CHEMINS

Un aperçu sur ce qui ce passe derrière **votre prise de courant.**

DE L'ÉLECTRICITÉ

Un point à discussion.

Si vous avez effectué un câblage "propre", vous résolvez aussi 85 % des problèmes de CEM *(on ne câble plus de nos jours comme il y à 20 ans)*.

Un souci pouvant toujours apparaître avec des prises audio type jack ...

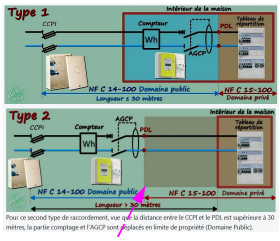
Lorsque des sources externes vous pourrissent la vie, le mieux est d'en référer aux représentants du REF pour conseils sur un éventuel diagnostique.

SWL - JP67

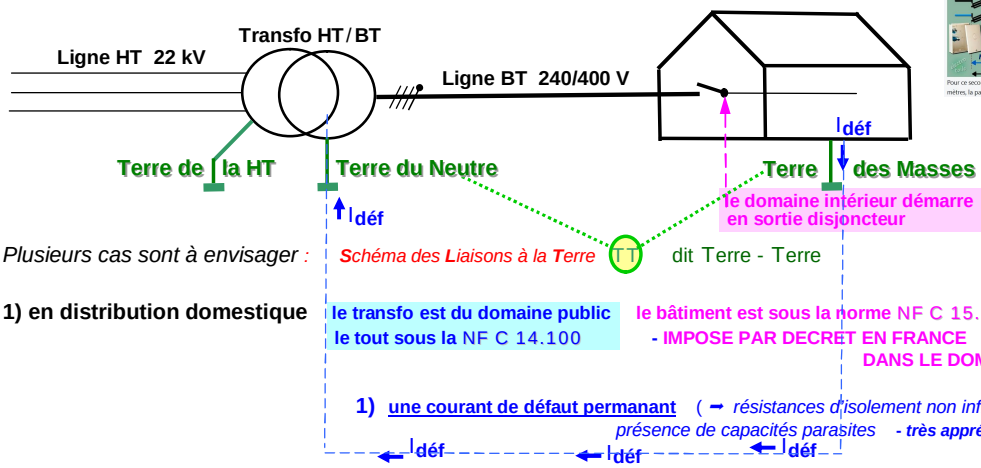
POUR LES NULS

PREALABLE

COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.



LA DISTRIBUTION ELECTRIQUE



LE PRINCIPE EST TJS ACTUEL

Plusieurs cas sont à envisager : *Schéma des Liaisons à la Terre* TT dit Terre - Terre

1) en distribution domestique

le transfo est du domaine public
le tout sous la NF C 14.100

le bâtiment est sous la norme NF C 15.100 et suite...
- IMPOSE PAR DECRET EN FRANCE DANS LE DOMESTIQUE !

1) une courant de défaut permanant (➡ *résistances d'isolement non infinie et présence de capacités parasites* - *très appréciés par la HF.*)

Idéf — Idéf — Idéf

2) un courant de fuite accidentel — C'est LUI qui fera couper le différentiel !!

2) en distribution industrielle le transfo est maintenant propriété du client ➡ le comptage s'effectuent du coté HT
Qui lui-même définira ➡

1) de garder le Neutre ISOLÉ de la Terre du Neutre IT dit Isolé - Terre
➡ ce qui permettra une continuité d'exploitation sur premier défaut !

mes voisins Allemands et Suisses ayant choisie cette solution pour leurs distributions domestiques...

2) de confondre le Neutre AVEC le conducteur de Protection
➡ *souvent plus économique !!*

TN dit Terre - Neutre

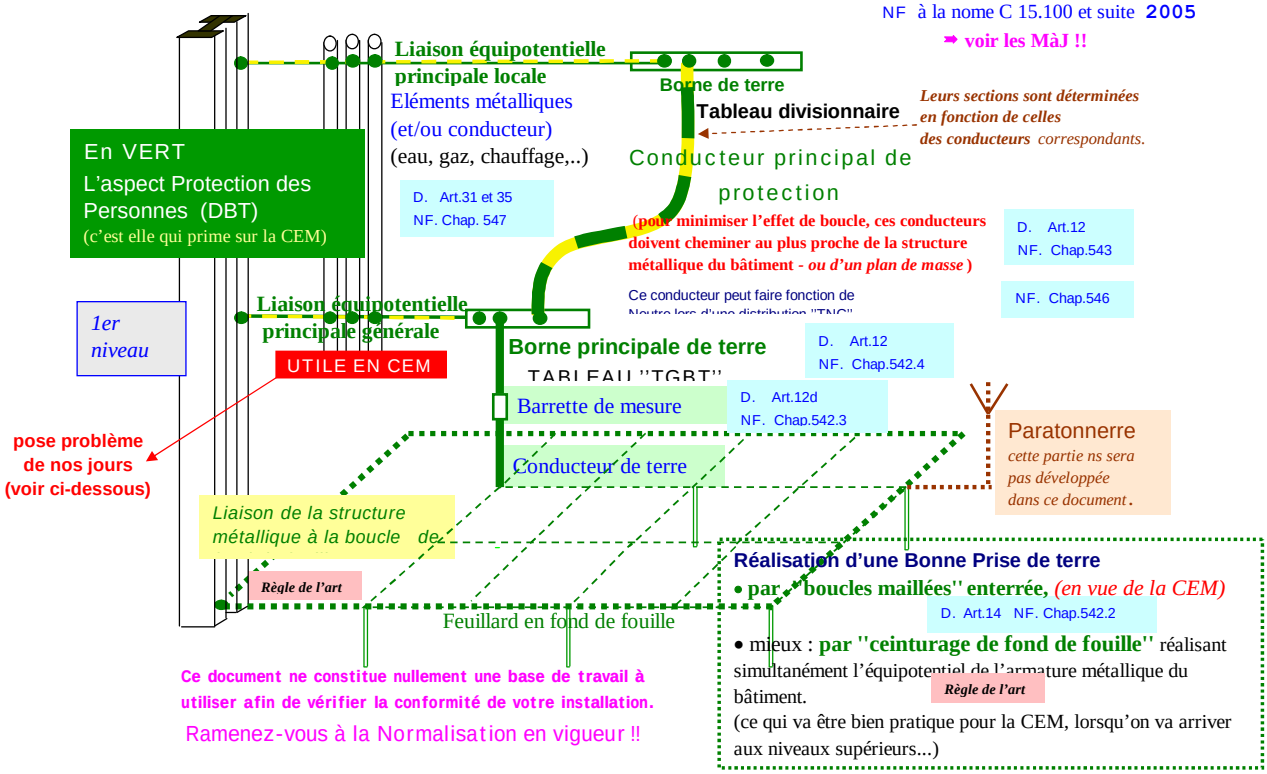
Neutre alors appelé PEN, et portant la double coloration V/J et Bleu clair.

Ici, le synoptique de la liaison à la terre dans un bâtiment industriel.

Dans un bâtiment domestique, la structure métallique (ici à gauche) étant le plus souvent inexistante !!

LE PRINCIPE EST TJS ACTUEL

Sur fond bleu le n° du texte en quesion, avec D se réfère à la Directive BT
NF à la nome C 15.100 et suite 2005
➡ **voir les MàJ !!**



Ce document ne constitue nullement une base de travail à utiliser afin de vérifier la conformité de votre installation.

Ramenez-vous à la Normalisation en vigueur !!

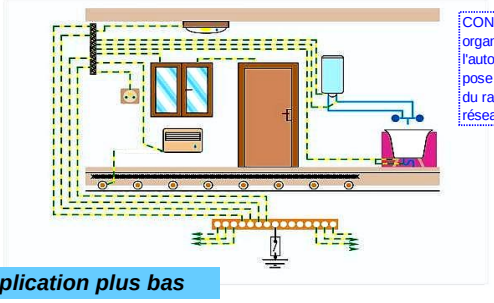
ICI Y A DU NEUF

LE PROBLEME DES LIAISONS EQUIPOTENTIELLES ACTUELLES.

En appliquation de la norme NF C 15.100 (dans les premières versions des années 80 ...)

DANS UNE SALLE DE BAIN **toutes les pièces métalliques doivent etre équipotentialisées** (réunis à la terre)

règle bien connu par les électriciens et surtout le CONSUEL



CONSUEL : organisme délivrant l'autorisation de la pose du compteur et du raccordement au réseau BT.

voir explication plus bas

EVOLUTION ACTUELLE (depuis les deux dernieres versions)

TOUTE UNE SERIE DE DEROGATIONS **ce sont installées**

Il n'est plus nécessaire de relier à la liaison équipotentielle locale

- **les radiateurs, équipés ou non d'une résistance électrique, alimentés en eau chaude par des canalisations isolantes,**
- **les portes serviettes métalliques non chauffants,**
- **les robinets reliés à des canalisations isolantes,**
- **les bondes et les siphons,**
- **les bouches métalliques de ventilation...**

Je vous livre ici l'état de lieux dans ma salle de bain :

- AUCUNE PIECE METALLIQUE N'EST EQUIPOTENTIALISÉE, seul accès possible ➠ l'ergot de la prise de courant.

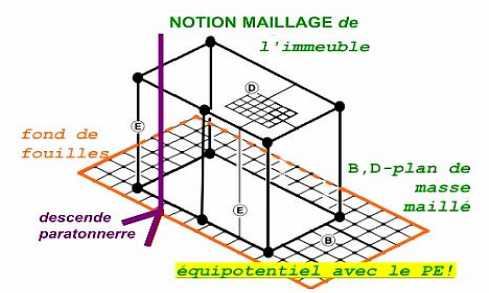
Et, pour le reste de l'appartement

- MEME CONSTATATION ...

Ne me reste plus que la solution DIY

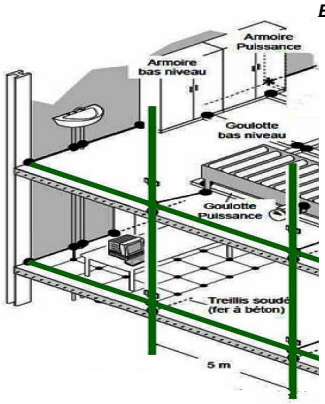
LE PROBLEME DU MAILLAGE DES MASSES

dans le bâtiment industriel.



Chaque petit carré du maillage constitue une self, regarder comment elles se connectent entre elles. Ce qui vous permettras de définir l'impédance HF de tout le ceinturage de fond de fouille.

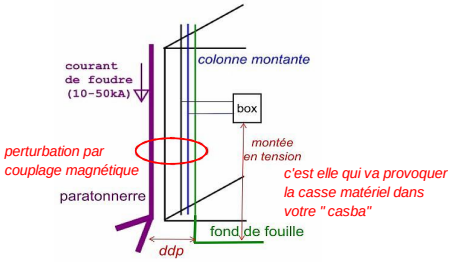
Et vous aurez déjà une explication...



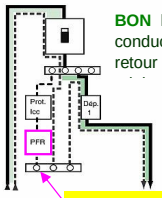
Le cas d'un LOCAL INDUSTRIEL où des liaisons équipotentielles sont effectivement disponibles.

Remarquer le maillage déjà lors de la construction.

et sa variante sur la DESCENDE FOUDRE



Le câblage en patte d'oie ne sert qu'à éliminer le courant importent dû au coup de foudre, mais ne ramène rien au point de vue HF.



BON les boucles entre conducteurs aller-retour son réduites au

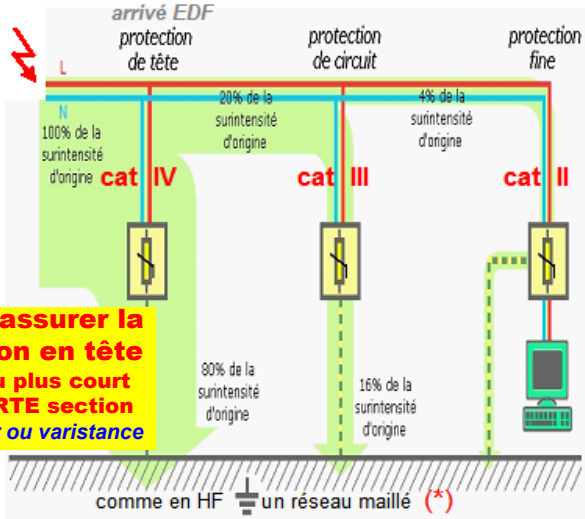
La protection contre l'impact foudre (notions)

Le problème apparaît ici.

Le constructeur du PFR préconise

- une forte section (36² comme la colonne)
- sur une faible longueur (60 cm)

ET VOUS HABITEZ AU 1er - 2 - 3 - ?



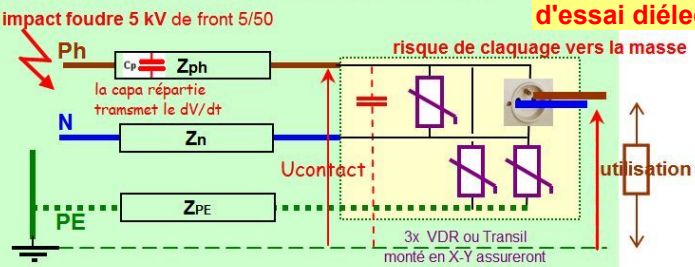
toujours assurer la protection en tête cablée au plus court et EN FORTE section

par éclateur ou varistance

Petite exercice : en prenant une "**rallonge avec protection contre les surtensions**", les 3 conducteurs y auront même sections.

Ce qui donne pour eux des impédances identiques :

revoir ici la notion d'essai diélectrique



$Z_{ph/n} + Z_{PE}$ = joli pont diviseur par 2

5 kV : 2 → Ucontact = 2,5kV

➠ **si votre utilisation à une tenue diélectrique de 2.U+1000** *(typique grand public)*

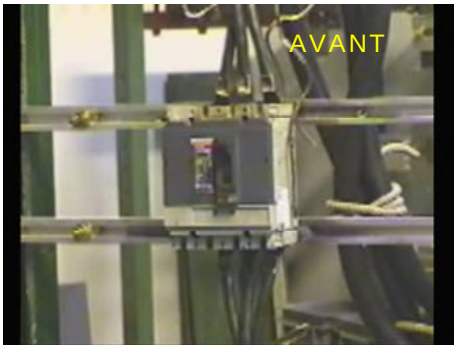
vous avez tout compris !

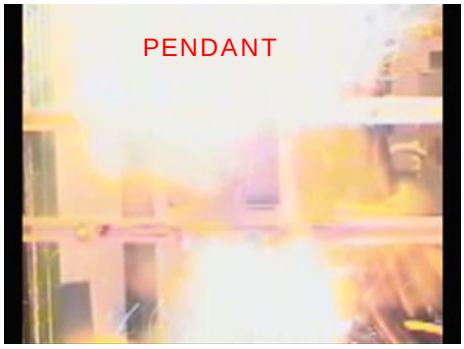
Vous offre en prime quelques images de Court Circuit sous forte puissance.

1) la tenue d'un jeu de barres (50kA)

Remarque Normative.
Lorsque le châssis est utilisé comme conducteur de protection, des étincelles et des échauffements localisés sont permis aux points d'assemblage. Sans que **...**

2) la coupure par un disjoncteur (20kA**)** *(l'appareil était prévu pour 15kA)*





petite explication

Version 1980 SOLUTION RETENUE.

Mise à la terre de tout l'immeuble ➨ Associé à une protection différentielle.
PS -- dans la C 15.100 de l'époque, y figurait un chapitre réservé au :
Cas de rupture du conducteur de protection ➨ par mise en place d'un différentiel Ht-Sensibilité 30 mA.

Version 2010 EVOLUTION ACTUELLE.

Généralisation des différentiels Ht-S, avec quasiment la suppression de toutes liaisons équipotentiels.

Personne n'ayant pensé au problème CEM !!!
(On reste dans le rôle de la commission DBT et non de la CEM.)

Je continus mon analyse en décelant un petit pb dans le choix du type de différentiel !
Une petite magouille commercial où la solution à 45 diff. type F identique a été choisie ;
(3 rangées – 15 appartements) - l'électricien ayant choisi une solution correcte.
Le fabriquent étant à 20 km de chez moi.

En plus, tout l'immeuble est pourri par de la perturbation rayonnée - rien ne passe dans les bandes AM standard.
Et là, je dirais qu'en haut lieu on à fait le nécessaire pour...

Extrait d'un document Promotélec d'époque.

NF C 15-100 : ce qui change

D'autres mises à jours ont bien sur suivies !! Mais ici, je vous présente les plus significatives survenus dans les années 2015 - 16.

A déjà révolutionné bien des habitudes chez nos anciens ...

RAPPEL

Le classement des textes normatifs (en France)

NORME INTERNATIONNALE		IEC - - - - - -
NORME EUROPEENNE		EN - - - - -
NORME FRANCAISE	1 lettre	A Métallurgie
		C Electricité
		S Sécurité ....
	2 chiffres pour la spécialité	
		14 distribution BT
		15 installation BT
		60 transformateur
		90 télécommunic.

For readers outside France, you will need to refer to the standards in force in your country.

Pour les lecteurs hors de France, - faudra vous référez aux normes en vigueur dans vos pays.

UNE ERREUR SOUVENT COMMISE.

« Une norme à l'origine n'est pas une obligation !! »

Pour le devenir elle doit être coiffée par un texte de loi, comme l'Arrêté du 3 août 2016 qui adopte les modifications ci-dessous et la norme devient alors une norme NF ➞ la NF C 15.100

La structure de la norme est modifiée avec la création de deux titres :

Le Titre 10

« Installations électriques à basse tension dans les bâtiments d'habitation », regroupant :

- en 10.1, la partie 7-771 (locaux d'habitation) révisée, sans les exigences relatives aux installations de communication ;
- les exigences relatives aux logements de la partie 7-701 (locaux contenant une baignoire ou une douche) ;
- en 10.2, la partie 7-772 (installations des parties communes et des services généraux des immeubles collectifs d'habitation).

Le Titre 11

« Installations de communication dans les bâtiments d'habitation » contenant les exigences issues de la partie 7-771, non révisées.

Les autres titres de la norme restent inchangés.

À quelle date l'amendement 5 sera-t-il applicable ?

À partir du **27 novembre 2015**, l'amendement 5 devient applicable dans ses éléments du Titre 10 et du Titre 11. Tant que l'arrêté qui rend la norme obligatoire (arrêté du 22 octobre 1969 - JO du 30 octobre 1969 - portant réglementation des installations électriques des bâtiments d'habitation) n'est pas modifié, la norme reste d'application obligatoire dans tous ces éléments (installation électrique et installation de communication).

En parallèle, les pouvoirs publics travaillent à une nouvelle architecture réglementaire visant à préciser les éléments permettant de répondre aux politiques publiques de sécurité et de déploiement du très haut débit. Les arrêtés devraient être publiés en 2016 pour préciser notamment les éléments relatifs aux réseaux et tableaux de communication à installer obligatoirement dans les logements neufs.

Dispositifs différentiels à haute sensibilité (≤ 30 mA)

Il faut au moins 2 DDR.
Les circuits cuisson, lave-linge et IRVE (Infrastructure de Recharge des Véhicules Électriques) doivent être protégés par un DDR de type A (ou type F, ou type B). Les autres circuits doivent être protégés par un DDR a minima de type AC (ou type A ou type F ou de type B).
Le nombre maximum de circuits autorisé par DDR est de 8.

Choix de calibre soit par rapport à l'amont, soit par rapport à l'aval :

- **par rapport à l'amont :** In DDR ≥ In de l'AGCP (Appareil Général de Commande et de Protection) ;
- **par rapport à l'aval :** In DDR ≥ 1 fois la somme des In des dispositifs de protection des circuits alimentant le chauffage direct, l'IRVE et l'eau chaude sanitaire + 0,5 fois la somme des In des dispositifs de protection des circuits alimentant les autres usages.

Continuité de service : les circuits d'éclairage, comme les circuits prises de courant doivent être répartis sous au moins deux DDR avec 8 protections maximum sous un même DDR.

Explication :
L'équipement de protection n'est plus dimensionné en fonction de la taille du logement mais calculé en fonction de la taille de l'installation électrique. Le nombre de circuits par DDR a été limité à 8 pour éviter les déclenchements intempestifs liés au phénomène de cumul des courants de fuites.

Coupure d'urgence

Tout local indépendant contenant des pièces principales doit posséder son propre dispositif de coupure d'urgence.

Explication :
Assurer la sécurité de l'occupant en lui permettant de couper l'alimentation depuis l'intérieur du local.

Protection des circuits contre les surintensités

Tout circuit doit être doté d'une protection contre les surintensités, assurée obligatoirement par un disjoncteur.

Explication :
Adaptation de la règle normative aux pratiques courantes actuelles.

Réserve au tableau électrique

Réserve de 20 %, avec la limite de 6 modules dans les logements collectifs.

Explication :
Maintenir une possibilité d'évolution du tableau en collectif comme en individuel.

Points d'éclairage

Assouplissement des règles de raccordement terminal des points d'éclairage (introduction de cas dérogatoires). Le texte fixe désormais des objectifs sur l'alimentation des points d'éclairage.

Explication :
Faciliter la mise en œuvre et éviter la non-conformité à la fin du chantier.

Cas dérogatoires à la mise en œuvre d'une boîte de connexion :

- **impossibilité constructive d'incorporer une boîte de connexion dans le matériau support ;**
- **alimentation fixe de l'éclairage réalisée en apparent ;**
- **boîte de connexion intégrée au luminaire ou à son bloc d'alimentation ;**
- **conception ou architecture du luminaire ou de son bloc d'alimentation ne permettant pas d'interposer une boîte de connexion (exemple : spots).**

Pour l'extérieur, tout circuit d'éclairage doit aboutir :

- **soit dans une boîte de connexion (équipée ou non d'un socle DCL) ;**
- **soit à un luminaire ;**
- **soit à une douille non fixée, qui permet notamment d'assurer la fonction de test et d'essai de l'installation électrique.**

Services généraux des immeubles collectifs d'habitation

Pour les locaux techniques des bâtiments collectifs d'habitation (ascenseurs, chaufferies, surpresseurs), la norme définit désormais des niveaux d'éclairement moyen et non plus d'éclairement minimal.

Installation des réseaux de communication **Appelé aussi le VDI.**

L'amendement 5 a permis de regrouper l'ensemble des dispositions relatives aux réseaux de communication (tableau de communication, câblage, prises de communication, ...) dans un titre spécifique de la norme NF C 15-100, le Titre 11 intitulé : « Installation des réseaux de communication dans les bâtiments d'habitation ».

Tableau de communication

Un espace attenant (ou intégré) au tableau de communication doit être prévu dans la GTL.

Socles de prise de courant supplémentaires

Deux socles de prises de courant supplémentaires destinés aux usages multimédia, sont positionnés suivant les besoins exprimés par le donneur d'ordre ou à défaut dans le séjour.

Un MEMO BIEN UTILE - *généralement totalement inconnue par bien des OM.*

Les courants admissibles

Les tableaux sont donnés à titre Indicatif et "non tiré d'une norme"

Section du conducteur (mm²)	Intensité nominale du coupe-circuit à fusible
1,5	16A
2,5	25A
4	30A
6	40A
0,5² - 1,5²	3A 6A

Les fusibles

On y défini le **Pouvoir de Coupure**

« L'intensité de C.Ct. maxi que le fusible est capable de couper.»

Le fusible domestique - non HPC

Haut pouvoir 100 kA

Pour les couleurs standards :

- **Noir** les gG en distributions
- **Vert** les Accompagnement Moteur
- **Rouge** ➡ Accompagnement Disjoncteur
- ou ➡ Ultra Rapide en protection des semi-conducteurs de puiss.

Il existe bien des UR destinés à protéger votre étage PA du Tx.

Référence à respecter rigoureusement

(à voir avec le fabricant du Rx/Tx.)

Les fusibles sous verre

50mA	400mA	1 Amp
100mA	500mA	2 Amp
200mA	750mA	3 Amp
250mA		4 Amp

Fusibles rapides "F"

flinck F & FF *allemand*

100mA	125mA	200mA
250mA	500mA	600mA
1 A	2 A	3 A
5 A	6A	7 A
9 A	10 A	15 A

Fusibles lents "T"

träge T & TT

Ce document avait été rédigé pour une présentation dans mon village, l'OM y trouvant aussi son compte ... *Dans la suite vous verrez comment le réseau est pourri par "nous même".*

Bibliographie

AFNOR L'Editeur des Normes.
https://www.afnor.org/
Cher - Utile si concepteurs.

PROMOTELC
https://www.promotelec.com
Rédige des versions condensées et surtout plus spécifiques.

INRS Santé et Sécurité au Travail
https://www.inrs.fr/
On peut y télécharger toute une série de documents gratuits.

Le groupe SCHNEIDER le dernier à avoir des documents intéressants.
Tapez ☛ « Schneider Cahiers technique » *le Net regorgent de liens.*

Citons aussi quelques nuances dans le classement des locaux :

1) les Etablissements Recevant du Public **ERP** (pour plus de détails
2) les Immeubles de Grande Hauteur **IGH** - voir la règlementation sécurité incendie)

Toute une série de normes se rajoutant à notre fameuse **NF** C 15.100 ...

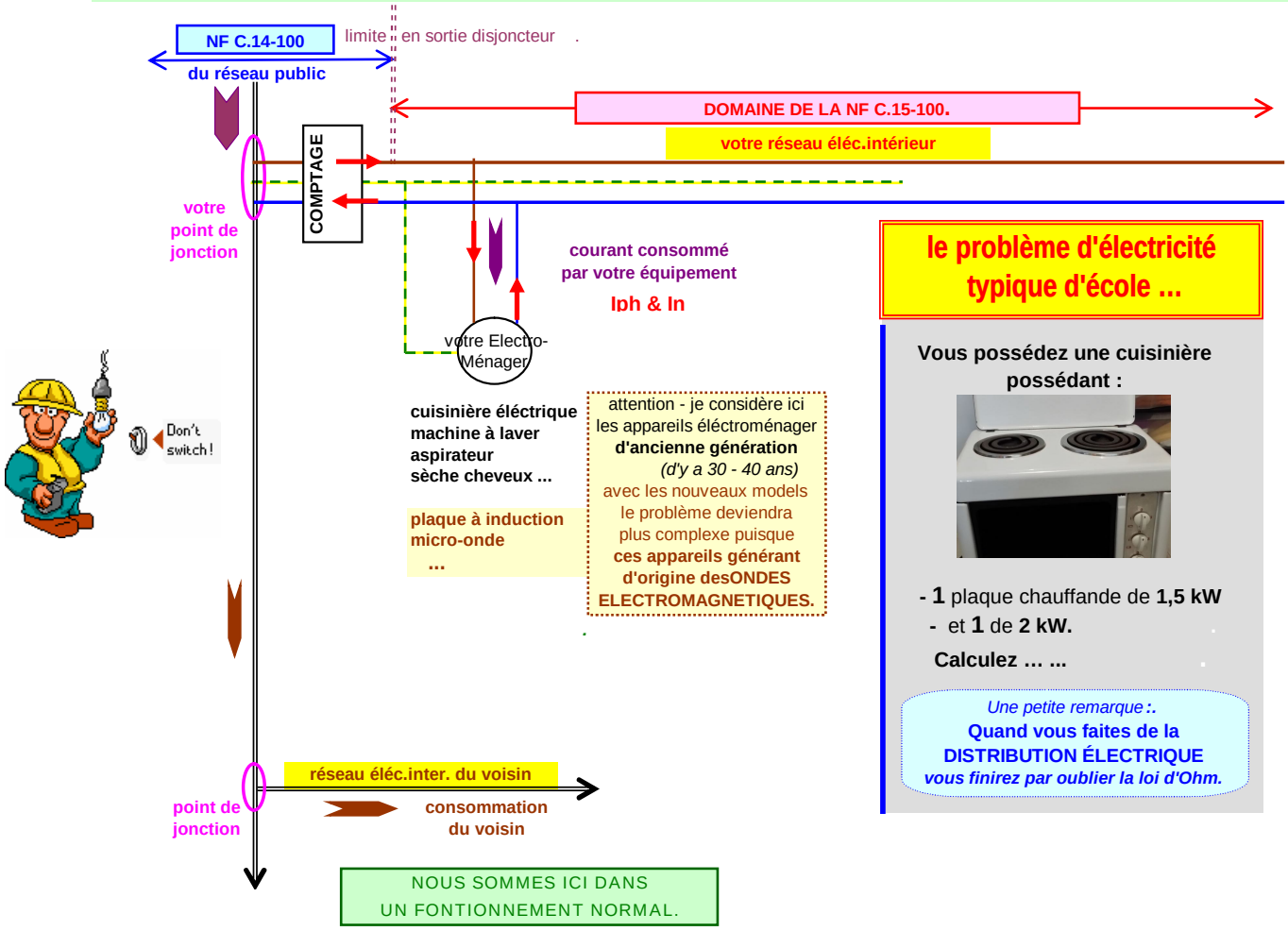
Prenons l'exemple d'un hôpital.

Possède son propre transfo :
alimenté en général par une ligne prioritaire (on parle d'artère.)
en parallèle avec une artère de détours (bicause ☛ établissement prioritaire.)
☛ Quand aux salles d'op. - radiologie et connexe ...
Le sol possède systématiquement un treillis métallique maillé
(Issu des prescriptions IBM des années 60)
Tandis que la distribution passe en local sous régime IT (afin d'éviter tout coupure au premier défaut).
L'alimentation de secours étant sur onduleur - et en général avec redondance.

PREALABLE - les annéés 1980.

COMMENT LES PERTURBATIONS ''E.M.'' REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.

Chaque page vous fera voyager dans le temps.



le problème d'électricité typique d'école ...

Vous possédez une cuisinière possédant :

- **1** plaque chauffande de **1,5 kW**
- et **1** de **2 kW.**

Calculez ... ...

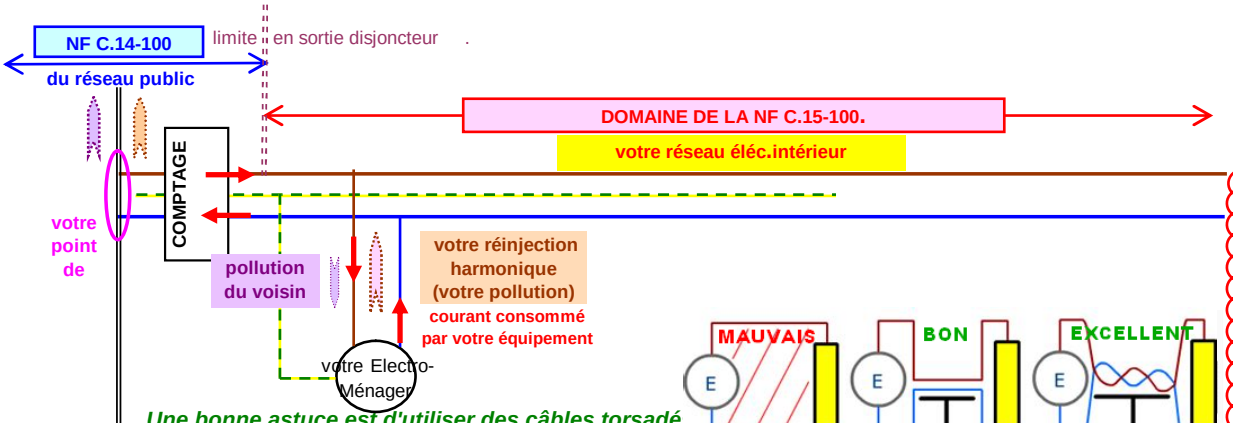
Une petite remarque :.
Quand vous faites de la DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE
vous finirez par oublier la loi d'Ohm.

BON A AVOIR SOUS LA MAIN !

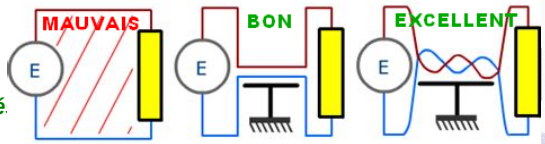
Multiples			Submultiples		
Factor	Prefix		Factor	Prefix	
	Name	Symbol		Name	Symbol
10^{1}	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^{2}	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^{3}	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^{6}	mega	M	10^{-6}	micro	µ
10^{9}	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Apparition d'harmoniques dans les câbles.

COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.



Une bonne astuce est d'utiliser des câbles torsadé



Dans les années 60, toutes les rallonges, ainsi que les câbles des lampes de chevet étaient torsadés.

Idem, le câblage des filaments sur les lampes été torsasés et plaqués contre le plan de masse.

Les Règles de l'Art d'une époque lointaine faisait déjà de la CEM sans le savoir.

La majorité de votre équipement E.Ménag. doit être réunis à la Terre *(sauf pour la classe II et III)*.

Issue de la "Directive BT Sécurité des personnes" *et la Norme NF C.15-100*.

Par contre, tous ce matériel fonctionne de nos jours quasiment qu'en commutation.

(alimentation à découpage , LED, variation de vitesse, régulation de température, CPL dans les commandes).

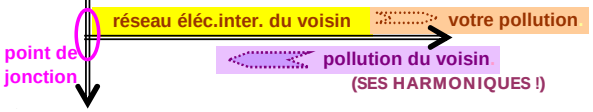
Ce qui va entraîner une réinjection de perturbations harmoniques dans le réseau.

Belle "saloperie"" qui va se balader sur le réseau jusqu'à pourrir celui-ci, même pour vos voisins.

D'où la création de la "Directive CEM" !!

100 Hz 150 Hz

$$I = \sqrt{I_f^2 + \underbrace{I_{h2}^2 + I_{h3}^2 + \ldots + I_n^2}_{\text{Ih: Courants harmoniques}}}$$



Nous sommes ici dans ce que l'on appel des PERTURBATIONS CONDUITES

Influence des harmoniques sur le bon fonctionnement.

Taux d'harmoniques	Effets prévisibles
THDu < 5% et THDi < 10%	Néant
5% < THDu < 8% ou 10% < THDi < 50%	Pollution significative, effets nuisibles possibles
THDu > 8% ou THDi > 50%	Pollution forte, dysfonctionnements probables
Taux d'harmonique 3 en courant > 15%	Courant non négligeable dans le conducteur neutre

Le THÉORÈME DE FOURIER.

1768 - 1830

Ce théorème dit que **tout signal électrique peut toujours être décomposé en une suite de sinusoïdes de fréquences multiples.**

ici triangle(1000) ⇨ sinus (1000 + 3000 + 5000 +... n)

Quand à l'amplitude, si sous sinus elle vaut. **Vmax**

et qu'en valeur efficace elle vaut **Vmax / √2**

Sous harmoniques, il faudra recomposer la somme.des amplitudes de toutes les harmoniques comme suit

$$V_{max} = \sqrt{\sum [V_0^2 + V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \ldots V_n^2]}$$

somme vectorielle !!!

Finalement la **"VRAIE VALEUR EFFICACE"** deviendra:

$$V_{rms} = \sqrt{V_0^2 + V_1^2 + \sum V_2 \text{ à } n^2} / \sqrt{2}$$

continu fondamental harmoniques

Conclusion **Si des HARMONIQUES apparaissent dans une installation cela faussera nos relations courantes d'éléctrotechnique**

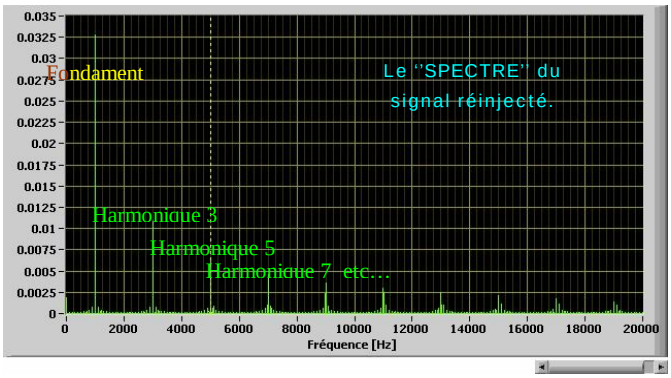
(effectuées sur la valeur efficace de la fondamentale)

on parlera alors de **Valeurs Déformantes** !

au point d'introduire des erreurs dans nos calculs.

(ET SURTOUT se sont elles qui vont provoquer nos PERTURBATIONS et bien d'autres soucis !)

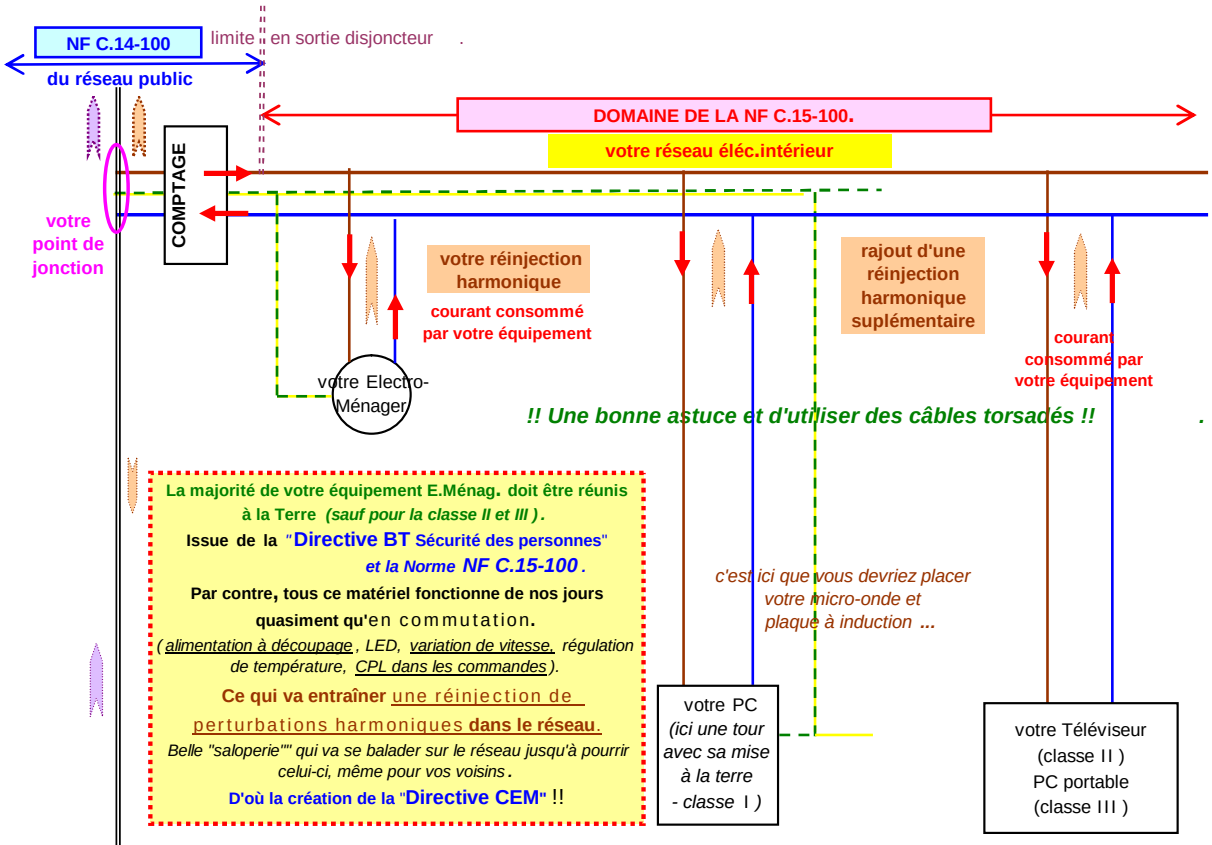
C'est ici, qu'il faudra introduire de nouvelles grandeurs éléctriques, celles du REGIME HARMONIQUE.



Pour ma part, j'ai appris à connaitre tonton Fourier dans les années 70, et depuis nous parcouront ensemble les chemins de l'électricite.

LES PERTURBATIONS CONDUITES.

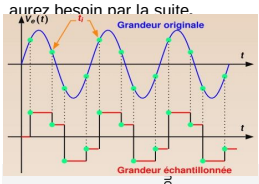
COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.



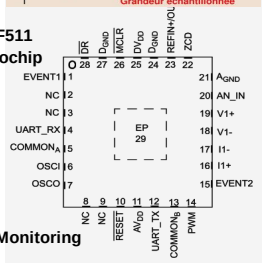
définition de Fryze 1932 fonctionne en Mono et Tri *ne fourni aucun détail sur les harmoniques !*

Voyons un peu comment sont effectué ces diverses mesures et calculs.

L'on commence par échantillonner toute une série de points le long de la grandeur à mesurer.
Points que l'on archive dans un tableau *(style CSV)* - avant de les envoyer vers un calculateur qui lui va effectuer les calculs dont vous aurez besoin par la suite.



MCP39F511 de Microchip



Power Monitoring

Il suffit maintenant de récupérer les différents signaux sur les bornes correspondantes avant d'effectuer nos calcul à nous.

Valeur efficace vraie (V_{trms}) ★**en sinusoidal** Veff vaut bien Vmax / $\sqrt{2}$

Attention - le signe V désigne ici "la grandeur à mesurer"

$$V_{trms} = \sqrt{\frac{1}{T} * \int_{t=0}^{T} v(t)^2 dt}$$

★**sous harmoniques** *je suis d'abord obliger de calculer*

$$V\max = \sqrt{\sum [V0^2 + V1^2 + V2^2 + V3^2 + \ldots Vn^2]}$$

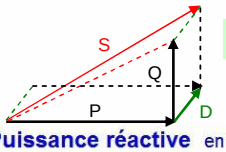
avant de diviser par $\sqrt{2}$ 0, 1, 2 ... sont le rang des harmoniques

Puissance apparente exprimée en VA (VoltAmpère)

$S = V \ldots * I$ *Attention - le signe V désigne ici "la tension simple (en TRI)"*

Puissance active en Watt *ici faudra faire la somme des Pact de chaque harmonique.*

$P = \sum V_n * I_n * \cos(\varphi_n)$ ⇨ En sortie du calculateur



Introduisont ici la notion de Puissance Déformante.

Où nous écrirons $S^2 = P^2 + Q^2 + D^2$

Puissance réactive en VAR ⇨ **elle est définie sur la permière harmonique**

⇨ En sortie du calculateur $Q = V_1 * I_1 * \sin(\varphi_1)$

Puissance déformante en VADéformant

⇨ Vous effectuez ensuite le calcul $D^2 = S^2 - [P^2 + Q^2]$

Taux global de distorsion (THD)

$$THD = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{N} H_n^2}{H_1^2}}$$

tant que la distorsion reste faible.

Taux de distorsion harmonique (HDF)

Facteur de Puissance P / S

désigné en sinus. par COS φ

sous harmonique par PF

DIRIS A-30

COMPTEUR DIRIS *fabriqué par la boite*

MESURE TRMS en T4FNE-4Q

PRUDENCE LORS DE L'INSTALLATION
plus personne ne connaît les précautions à prendre lors de la mise en place des TC (on peut rajouter les SHUNTS)
le coup de le prendre dans la figure et se retrouver avec un accident du travail !
pure produit de nos écoles actuellement

Les rayonnements parasites émis.

COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.

NF C.14-100 — limite en sortie disjoncteur .

du réseau public

DOMAINE DE LA NF C.15-100.

votre réseau éléc.intérieur

COMPTAGE

votre point de jonction

votre réinjection harmonique

votre réinjection harmonique

votre Electro-Ménager

!! Une bonne astuce est d'utiliser des câbles torsadés !!

La majorité de votre équipement E.Ménag. doit être réunis à la Terre *(sauf pour la classe II et III).*
Issue de la "Directive BT Sécurité des personnes" ***et la Norme NF C.15-100 .***
Par contre, tous ce matériel fonctionne de nos jours quasiment qu'en commutation.
(alimentation à découpage , LED, variation de vitesse, régulation de température, CPL dans les commandes).
Ce qui va entraîner une réinjection de perturbations harmoniques dans le réseau.
Belle "saloperie"" qui va se balader sur le réseau jusqu'à pourrir celui-ci, même pour vos voisins .
D'où la création de la "Directive CEM" !!

Tous ces appareils sont alimentés par des alim. A DECOUPAGE en HF (> 10 MHz) **une vraie plaie en CEM** *(et souvent made in RPC)*

Dans tous ces équipements vous trouverez au moins une horloge qui fonctionne à "quelques Gigahertz".
La WiFi et Mobile veux pousser à 6GHz .

A ces fréquences le courant ne va circuler que dans l'appareil même et va être rapidement bloqué sur le réseau **(par capa X-Y et ferrite)**

Par contre votre appareil va se trensformer en vrai "émetteur radio" ET RAYONNER EN HF - UHF !

votre PC *(classe I)*

votre Téléviseur *(classe II)* *PC portable (classe III)*

réseau éléc.inter. du voisin

pollution du voisin

point de jonction

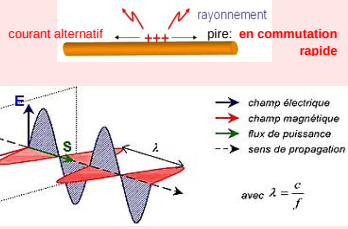
Remarquez que nous sommes toujours en PERTURBATIONS CONDUITES

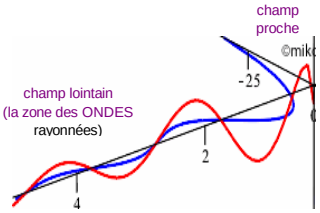
BON A SAVOIR !!

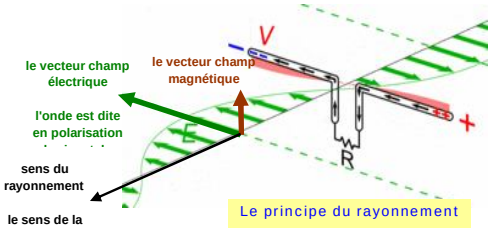
1) Pour qu'un champ électrique apparaisse, il faut une différence de potentiel (une Tension) entre deux poins.

2) Pour qu'un champ magnétique apparaisse il faut en plus qu'un courant circule dans un conducteur.

3) Pour que maintenant une Onde ElectroMagnétique puisse se propager ⇨ il faut qu'il y ai **une variation dans la vitesse de déplacement de ces électrons.**



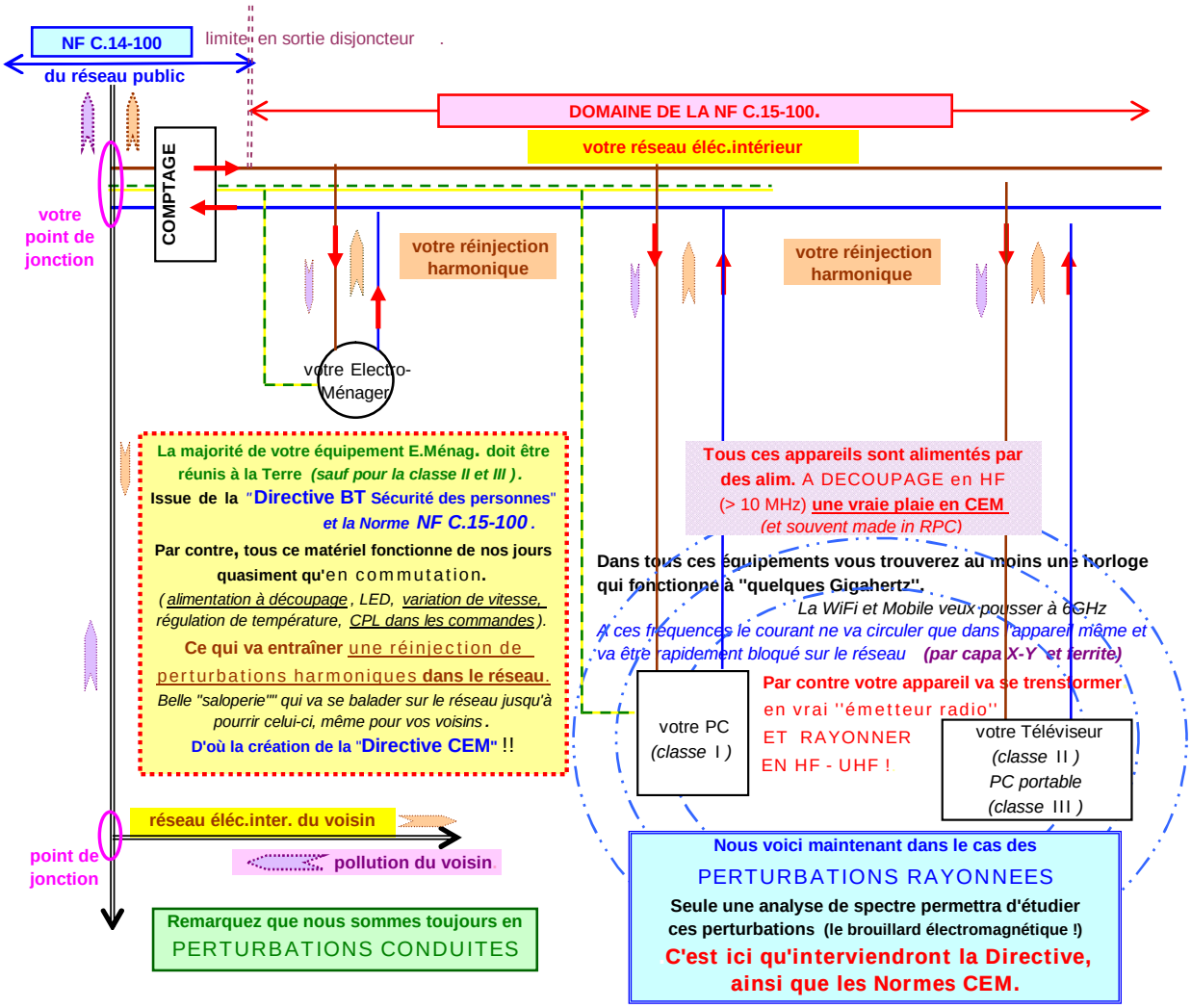




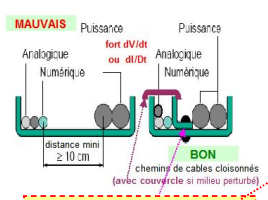
Le principe du rayonnement d"un conducteur électrique. (l'EFFET ANTENNE)

LES PERTURBATIONS RAYONNÉES.

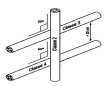
COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.



LES PREMIERS REFLEXES POUR UNE CEM BIEN PENSÉE.

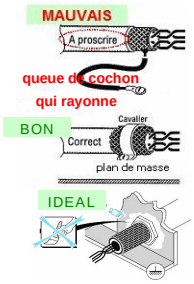


les prescription VDI



les faire croiser à 90°

je rappel qu'en électronique je vais fonctionner à qlqs GigaHertz - à ces fréquences cela rayonne à morts

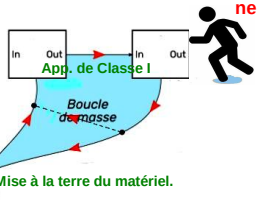


permet un filtrage simple

exemple de capa X - Y
(X filtre le mode différentiel et Y le mode commun)

2 ferrites montées sur cable
(bloque la HF)

L'ETERNEL PROBLEME DE LA BOUCLE DE MASSE.



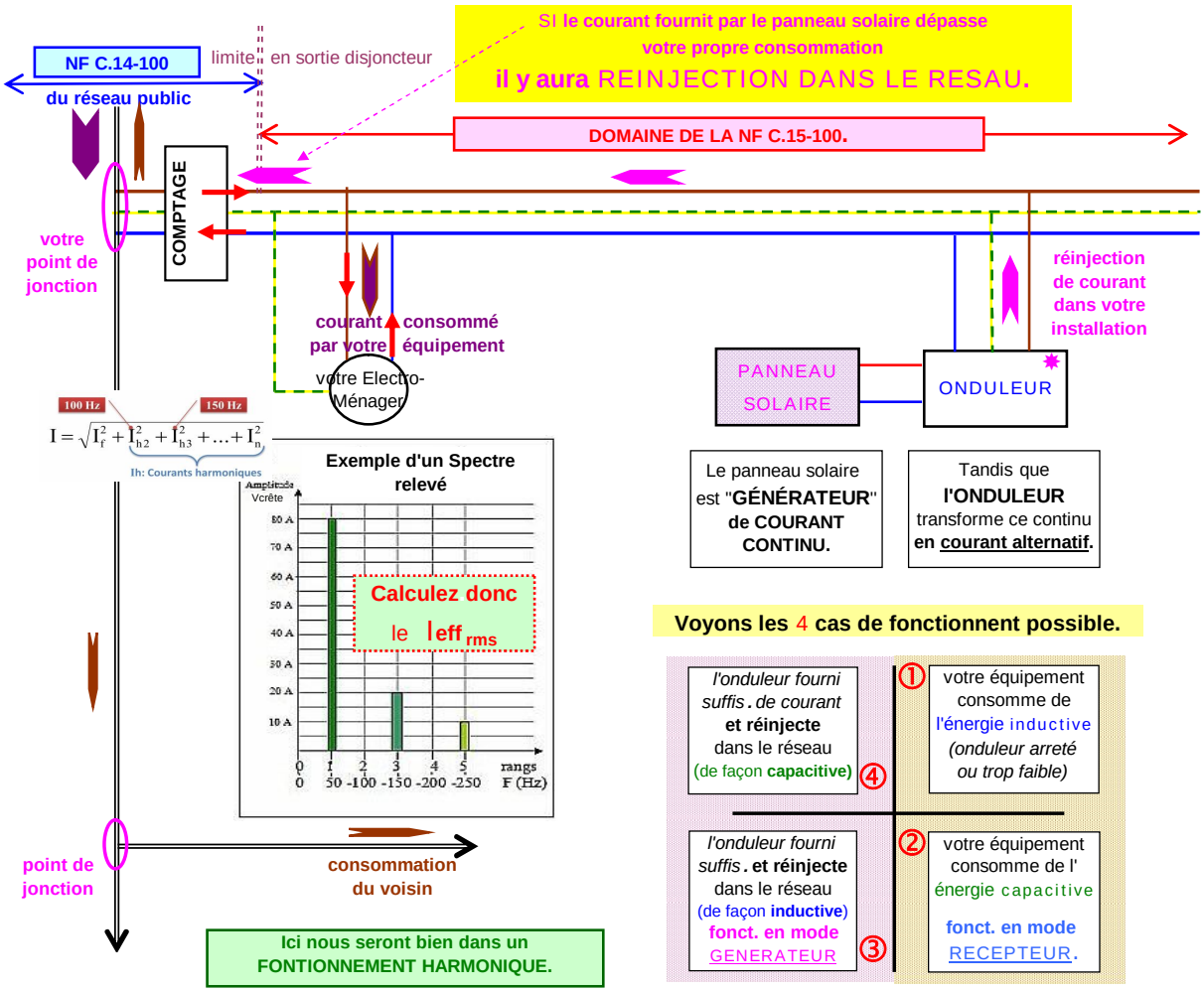
ne transformer pas votre installation en piège mortel

je rappel la règle de base concernant la protection des personnes
IL EST FORMELLEMENT INTERDIT DE DECONNECTER UN CONDUCTEUR DE PROTECTION (le Vert - Jaune) DANS UN APPAREIL DE CLASSE I

en cas d'accident grave, ce sera la première chose que l'expert vérifiera
ne vous inquiétez pas - eux aussi connaissent les combines du dimanche.

L'ARRIVE DU PHOTOVOTAIQUE.

COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.



$$I = \sqrt{I_f^2 + I_{h2}^2 + I_{h3}^2 + \ldots + I_n^2}$$

Le panneau solaire est "**GÉNÉRATEUR**" **de COURANT CONTINU.**

Tandis que **l'ONDULEUR** transforme ce continu **en courant alternatif.**

Voyons les 4 cas de fonctionnent possible.

④ *l'onduleur fourni suffis. de courant* **et réinjecte** dans le réseau (de façon **capacitive**)	① votre équipement consomme de l'énergie inductive *(onduleur arreté ou trop faible)*
③ *l'onduleur fourni suffis.* **et réinjecte** dans le réseau (de façon **inductive**) **fonct. en mode** GENERATEUR	② votre équipement consomme de l' énergie capacitive **fonct. en mode** RECEPTEUR.

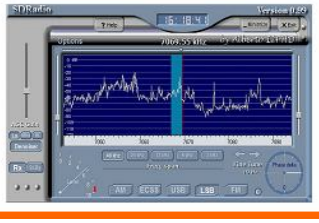
✸ **PRUDENCE** - par son principe un onduleur domestique de bon marché est un gros générateur d'harmoniques !
Même problème pour les chargeurs de batteries. de voitures *(du type "bon marché" genre RPC)*

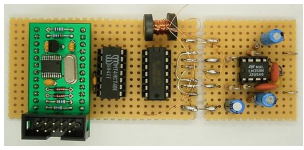
Nous venons de découvrir le fonctionnement Quatre Quadrants (*appelé par certains* "mode I - Q")

Noter que la norme IEEE 1459 (disponible sur la toile) est devenue le document de référence en ce qui concerne les mesures et calculs des puissances et énergies sous régime DÉSÉQUILIBRÉ et sous HARMONIQUES.

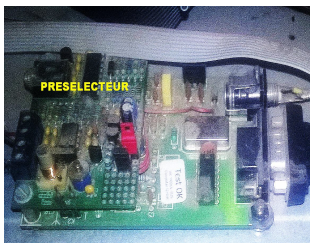
2000 -2005 les premières cartes I-Q apparaissent sur nos tables de travail

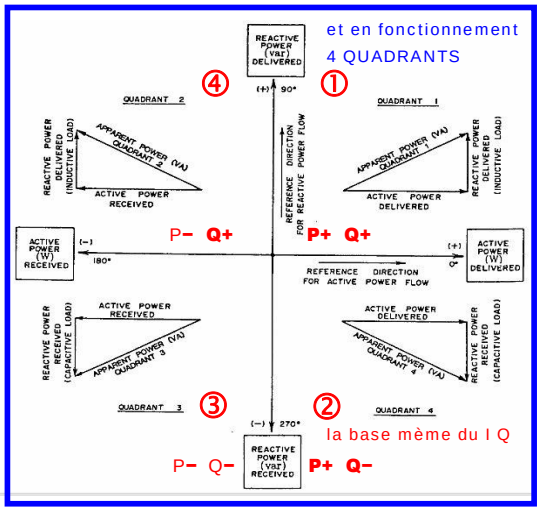
carte Elektor avec DRM





Directement dans le PC

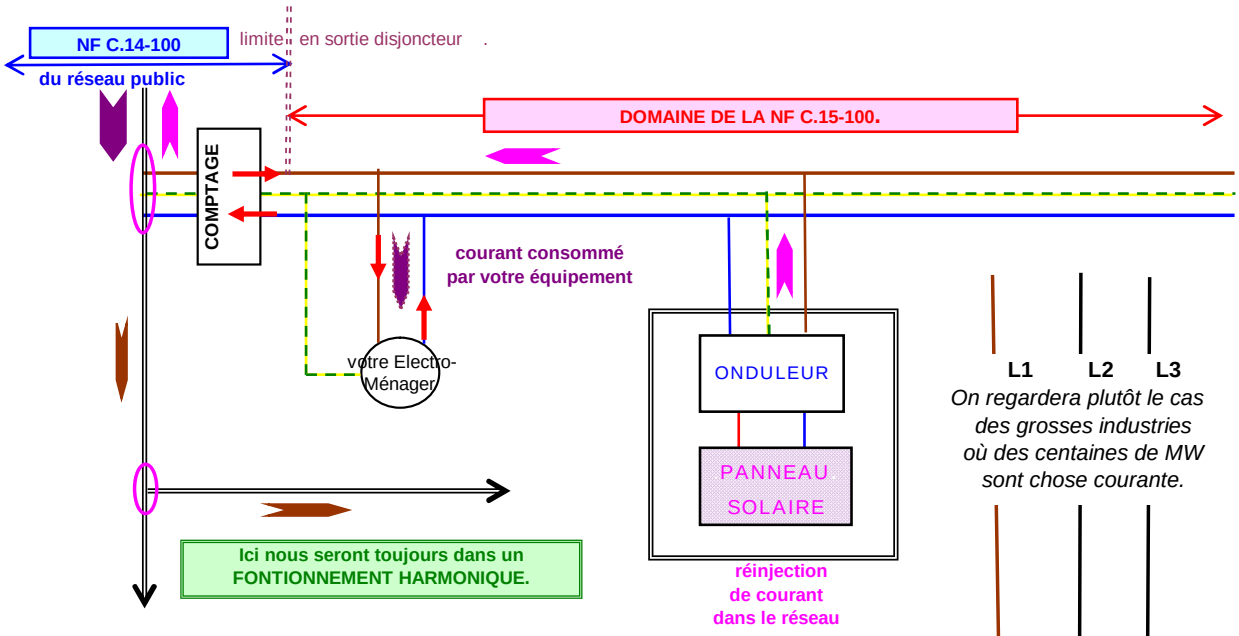




A l'époque, l'on montait deux diodes Schottky tête-bêche en entrée de nos cartes en protection DES. Puisqu'on veut parler de CEM – faisons le jusqu'au bout !
J'aimerais savoir si de telles pratiques sont conservées de nos jours sur nos clefs USB ?
Plus on avance dans le technique, et plus les règles de bases sont oubliées...

LA VARIATION DE VITESSE **en application du I - Q.**

COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.



L1 L2 L3

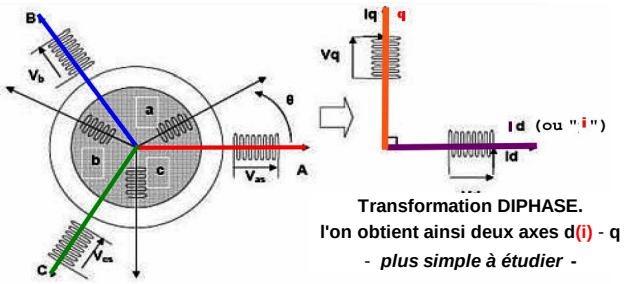
On regardera plutôt le cas des grosses industries où des centaines de MW sont chose courante.

Où comment le I Q a pénétré jusque dans les machines tournantes.

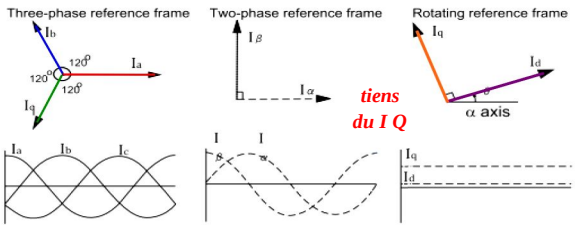
Cette nouvelle approche fournit les principes mathématiques fondamentaux nécessaires à la conception des commandes en électronique de puissance. [variateur de vitesse - filtre actif ...]

Elle offre l'avantage d'identifier tous les courants perturbateurs (même en régime transitoire) afin de pouvoir les compenser instantanément.

Je transforme mon moteur TRIPHASÉ en moteur DIPHASÉ.



Transformation DIPHASE.
l'on obtient ainsi deux axes d(i) - q
- plus simple à étudier -



VARIATEUR DE VITESSE
l'avenement de l'IGBT
(transistor de puissance)
ayant totalement révolutionné l'électronique de puissance.

3 ph

1er calculateur	2èm calculateur	3èm calculateur
Effectue la transormation triphasé - diphasé. ***On parle de la transformée de Park.***	**Effectue nos calculs IQ de façon traditionnelle.**	**Effectue le calcul inverse diphasé - triphasé.** ***Transformée de Park inverse.*** (1920)

Morale de cette histoire - vous pouvez tranquillement utiliser une radio ou un variateur de vitesse sans rien connaître à toutes ces élucubrations...

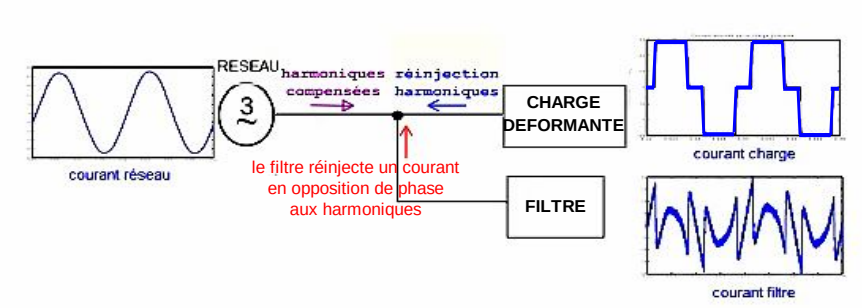
LE REDRESSEMENT QUASI SINUS **en application du I - Q.**

COMMENT LES PERTURBATIONS "E.M." REGNENT DANS VOTRE ENVIRONEMENT.

LES PRINCIPES DU FILTRE ACTIF

Pour filtrer les harmoniques sur le réseau 50 Hz - l'on utilisait traditionnellement des SELS / CONDENSATEURS montés en anti-résonnent et shuntant la ligne.

Tandis que l'avènement des calculateurs rapides (les DSP) ayant permis de passer au tout numérique.

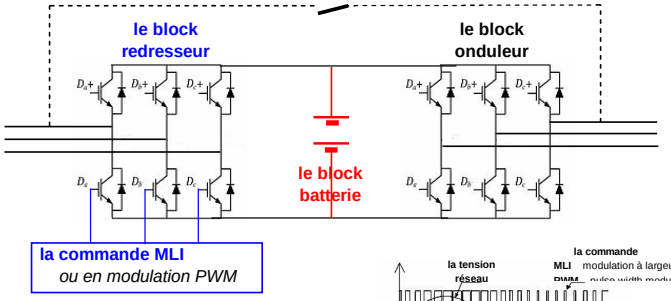


LES REDRESSEURS À ABSORBTION SINUSOÏDALE

Le schéma ci-dessous représente le synoptique de ce qu'on appel **UNE ALIMENTATION STATIQUE ININTERUPTIBLE (ASI)**

vulgairement un onduleur (#)

le block by-pass *permet de détourner l'électronique du réseau lors d'une intervention*

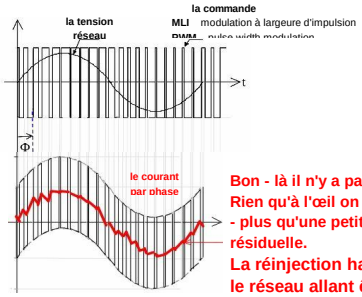


Ici un redressement standard à thyristor

Sauf qu'un tel courant réinjecte des harmoniques de très fortes valeurs

D'ou l'idée de remplacer les thyristors par des IGBT et de commander le tout en PWM
(comme pour l'onduleur)

Dans les petites alim. à découpage l'on procède de manière différente. Le circuit de commande contient ce que l'on appel le PFC (Power factor Correction) qui nous mènera à peu près au même résultat.



Bon - là il n'y a pas photo.
Rien qu'à l'œil on voit l'amélioration, - plus qu'une petite ondulation résiduelle.
La réinjection harmonique dans le réseau allant être négligeable.

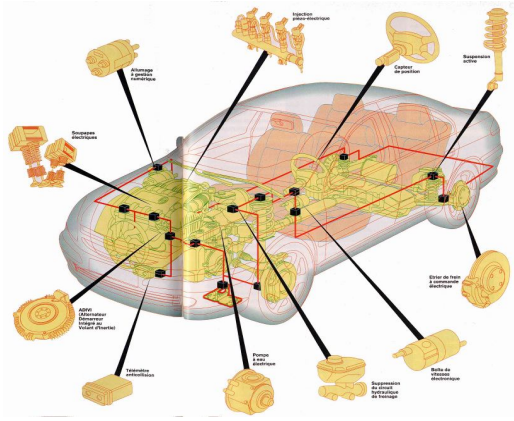
(#) **Bien faire le distingo entre :**

1) l'onduleur ONLINE **qui répond au schéma ci-dessus.**
   Avantages ➡ le signal de sortie répond à des spécifications très précises (en tension - fréquence - réinjection harmonique), en plus, l'onduleur fonctionnant constamment sur la batterie, la commutation Normal/Secours se faisant alors sans temps mort.
2) l'onduleur OFLINE **étant nettement plus simple**
   - donc moins chers.
   Par contre, ne vous attendez pas à avoir en sortie un réseau propre (ressemble plus à du carré, qu'à du sinus - lol.)
   Maintenant, si c'est pour alimenter une alim. à découpage qui fait exactement la même chose - je ne me formaliserais pas plus.

Pour les perturbations arrivant directement par l'antenne - adressez vous aux spécialistes du REF - ils font cela mieux que moi.

Les problèmes CEM transplantés dans l'automobile

avec les fréquences de commutations qui augmentent de façon drastique - la CEM s'installe partout.



UN DERNIER CONSEIL - **garder une extrême prudence lors de la lecture d'un document, du type catalogue constructeur - le coté technique disparaissant de nos jours au profit du coté marketing ».**
Et puis, faut aussi reconnaître que la rédaction étant faite par un service documentation *(que je qualifie de service bureautique)* souvent loin des sens techniques – sans oublier les multiples copier/coller et les traductions incertaines qui s'enchaînent à la file.

Ce qui explique pourquoi j'ai choisi de tirer de ma collection d'anciens catalogues, la majorité des astuces présentées dans mes documents – le problème devant alors la conformité aux normes en vigueur.

ATTENTION - **mes documents étant présentés comme un aide-mémoire et non un tuto - ils ne donnent pas de réponses à vos problèmes, mais fournissent une piste où trouver.**

Comment des débats *(souvent stériles)* peuvent apparaître lors du choix d'un appareil.

Ici le cas d'un grand fabricant de PC citant dans ses conformités CEM la référence à la Directive Basse Tension
Un certain état conflictuel pouvant apparaître (trop souvent) dans les discussions avec des juristes (et homologues) ainsi que les commerciaux. *Les CGU étant en générales écrites par des juristes hi hi*
Ces personnes ayant souvent des interprétations très personnelles des lois de la physique...

Ou encore une escroquerie qui a eu son heure gloire *(sujet récurant il y a une dizaine d'années.)*
Je traduis "**Biogéologue**" = personne creusant des trous dans le sol et cherchant de l'eau...

L'objectif de ces fils blindés est de participer à la réduction de notre exposition aux champs électromagnétiques ; en particulier dans les lieux de repos tels que les chambres et autres emplacements à forte présence (bureau, canapé, cuisine, etc).

Pour la réalisation d'une installation électrique biocompatible à l'aide de fils blindés, **seuls les conducteurs actifs sont blindés (ex : fils de phase)**. Les autres conducteurs neutre et la terre ne nécessitent pas de blindage. On utilise donc des fils électriques conventionnels pour les conducteurs neutre (bleu) et terre (vert/jaune).

Maintenant → si vous trouvez l'impair inhérent à cet article – **je vous classe parmi les « Bons** !»

Première fois que je vois ces deux sigles sur cette alim. à découpage (pour rasoir !)

Le sigle CE
pour moi sert surtout d'ornement lol

Le Double Isolation - **OK**

IPx4 **supports un contact avec de la sueur**
mais pas l'immersion sous la douche !

Maison **utilisation en intérieur**

Transfo **je vous laisse chercher !**
plus courant sur du Hager, Legrand...

le "Transistor" ***idem*** **à chercher !**

Repérons le sigle IEC/6095**0-1**

Qui est la norme de référence pour « **Matériels de traitement de l'information** » c.à.d nos PC et accessoires.
Refondu suite aux évolutions techniques (2024) **en 62368-1**

le tiret 1 => utilisation en grand public le tiret 2 => en locaux à accès réservé

La confusion du fabricant venant du fait que comme toute norme, elle traite avant tout la sécurité des personnes, alors avec un rédacteur du type « juriste » (comme déjà vu – bisness oblige) on peut s'imaginer le désastre auquel cela risque de mener.

Passons au sigle CE

Je cite la définition officielle « C'est un document par lequel **le fabricant atteste que son produit est conforme** aux « exigences essentielles de santé et de sécurité *(gouv.fr)* »

→ soit une auto-certification – *bravo !!*

Que je compare à la sorcière qui se regarde dans un miroir en déclarant qu'elle est la plus belle
(et des miroirs -comme des sorcièr(e)s- il y en a pleins de nos jours...)

Le degré IPx4

Protégé contre les projections d'eau de toutes directions

le standard en grand public

suit toute **une série de sigles dont essentiellement des marquages.**

Faudra vérifier **SI** y figure des marquages **PAR MARQUES.**

En effet, à l'inverse du marquage **CE**, ceux-ci sont délivrés par **un laboratoire accrédité les seuls habilités** à effectuer des d'essais contractuels (donc légalement valable).
Ceux-ci se réservant même le droit de prélever à l'improviste des appareils vérifiant ainsi la conformité dans le temps.

Je les compare aux étoiles du guide Michelin !

Notez → **qu'il y manque certaines certifications ...** → *à vous de chercher ??*
A tout les coup **IL DOIT AVOIR UN PROBLEME QUELQUE PART ?**

Et pour terminer un I-Q que tout le monde utilise :

Pour étoffer le tout, consulter les dossiers suivants :
- **Les Perturbations E.M. - les Bases Electro.pdf (¤)**
- **Les Perturbations E.M. - notions de CEM.pdf (¤)**
- **La Protection CEM - les Règles de Câblage.pdf**
- **La Protection CEM - par Blindage (gr.Thales).pdf**

(¤) Ces dossiers existent aussi en version fichier.pps, je verrais avec Patrick comment les rendrent disponible sur la toile.

SWL - JP67