

Les points essentiels de la nouvelle ordonnance sur la protection contre les perturbations électromagnétiques : aspects techniques

Autor(en): **Bersier, Rodolphe**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **60 (1982)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-876146>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les points essentiels de la nouvelle Ordonnance sur la protection contre les perturbations électromagnétiques: Aspects techniques

Rodolphe BERSIER, Berne

351.817.29:621.391.823

Die wesentlichen Punkte der neuen Störschutzverordnung: Technische Aspekte

Zusammenfassung. Der folgende Beitrag wurde an der durch Pro Radio-Television organisierten Informationstagung betreffend die «Verordnung über den Schutz gegen elektromagnetische Störungen» präsentiert. Der Artikel behandelt auf eine sehr generelle Art die wichtigsten Punkte der Anhänge 1 bis 4 der Verordnung (technischer Teil). Er beschreibt den Zweck der Verordnung sowie die Natur und Wirkung der Störquellen und skizziert das Prinzip der verwendeten Messmethoden. Der Artikel wurde in erster Linie für die Benutzer der Verordnung geschrieben, lässt sich aber auch ohne Kenntnis der Verordnung lesen.

Résumé. La contribution qui suit a été présentée à la journée d'information organisée par Pro Radio-Télévision au sujet de l'Ordonnance rappelée ci-dessus. L'article traite de manière très générale les points essentiels des annexes 1 à 4 de l'Ordonnance (partie technique). Il décrit le but de l'Ordonnance ainsi que la nature et les effets de sources perturbatrices, puis passe en revue les méthodes de mesure utilisées. Destiné avant tout à ceux qui doivent se servir de l'Ordonnance, ce texte est cependant aussi accessible aux personnes qui ne la connaissent pas.

I punti più importanti della nuova ordinanza relativa alla protezione contro le perturbazioni elettromagnetiche: Aspetti tecnici

Riassunto. Il seguente articolo è stato presentato in occasione della conferenza informativa, organizzata dalla Pro Radio-Televisione, in merito all'«Ordinanza relativa alla protezione contro le perturbazioni elettromagnetiche». L'autore tratta in modo molto generale i punti più importanti degli allegati 1 a 4 dell'Ordinanza (parte tecnica). Descrive lo scopo dell'Ordinanza come pure le origini e gli effetti delle perturbazioni e abbozza il principio dei metodi di misura utilizzati. L'articolo si rivolge soprattutto a coloro che si servono dell'Ordinanza.

1 Introduction

Cet article apporte un complément d'information aux annexes 1 à 4 de la nouvelle Ordonnance (partie technique), qui sont présentées d'une façon très générale en ne retenant que les points principaux. Pour les détails d'application et les valeurs limites, on se rapportera au texte de l'Ordonnance et aux Publications du CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radio-électriques).

11 But de l'Ordonnance

Pour commencer, il est nécessaire de préciser le but à atteindre et de définir le sens de l'expression «protection» utilisée dans le titre de l'Ordonnance. Le mot protection n'a pas ici le sens extrême de suppression mais plutôt d'atténuation, de réduction. Il s'agit en effet de *réduire l'effet des perturbations de façon telle que, pour la plupart des cas rencontrés en pratique, le fonctionnement des diverses installations réceptrices de radiocommunication (télévision, radiodiffusion, radiotéléphones, etc.) soit possible dans des conditions satisfaisantes.*

Dans les annexes de l'Ordonnance, on fixe les conditions à remplir, d'une part, par les appareils récepteurs, d'autre part, par les appareils perturbateurs, pour atteindre ce but.

12 Limite des moyens de protection utilisables

Une réception totalement exempte de perturbation serait en principe possible si au moins deux des conditions suivantes étaient remplies simultanément

- un champ utile élevé
- des récepteurs présentant une immunité élevée (insensibilité aux perturbations)
- un déparasitage poussé des appareils perturbateurs

Ces conditions pourraient être techniquement réalisées. Toutefois, à cause des problèmes de répartition de

fréquences et de propagation, le nombre et la puissance des émetteurs sont limités. D'autre part, pour des appareils fabriqués en grande série, comme les récepteurs et appareils électroménagers, par exemple, les constructeurs cherchent, pour des raisons économiques, à limiter à un minimum les dispositifs améliorant l'immunité ou l'antiparasitage, cela d'autant plus que ces dispositifs, dans la plupart des cas, ne sont pas indispensables au fonctionnement des appareils.

13 Recherche d'un compromis

Dans cette situation, seule une solution de compromis pouvait être envisagée. Les valeurs limites figurant dans l'Ordonnance, basées sur les recommandations du CISPR et sur l'expérience acquise aux PTT, fournissent un *compromis raisonnable*. Pour la pratique, cela signifie toutefois que, dans certains cas critiques, une perturbation résiduelle devra être acceptée. Il faudra aussi parfois faire appel à la bonne volonté et à l'esprit de collaboration des propriétaires des installations perturbées et perturbatrice pour la recherche d'une solution.

2 Conditions propres à assurer une réception satisfaisante

(annexe 1 de l'Ordonnance, pages 4 à 7)

Dans l'annexe 1 sont indiquées, pour la radiodiffusion, la télévision et les autres services de radiocommunication: les valeurs minimales des champs protégés, les valeurs minimales du rapport signal utile/signal brouilleur, la valeur de l'immunité.

21 Champs protégés

Un champ protégé est la valeur minimale du champ utile nécessaire pour assurer une qualité de réception suffisante. Les plaintes se rapportant à des perturbations intervenant lorsque le champ utile est nettement inférieur aux valeurs minimales indiquées ne seront en

principe pas prises en considération. Ce cas peut se présenter en Suisse par exemple lors de la réception de programmes étrangers de TV ou radio en OUC, à la limite de la portée de l'émetteur.

22 Rapport signal utile/signal brouilleur

Pour les perturbations captées par l'installation d'antenne, on désigne par *rapport signal utile/signal brouilleur* le rapport, exprimé en dB, entre la tension utile du signal à recevoir et la tension du signal brouilleur mesurées à l'entrée du récepteur.

Les valeurs indiquées dans l'Ordonnance correspondent au seuil de perturbation, c'est-à-dire à une perturbation juste perceptible, mais non gênante. Les plaintes se rapportant à des degrés de perturbation encore plus faibles ne seront en principe pas prises en considération.

23 Immunité (insensibilité aux perturbations)

L'immunité dont il est question au paragraphe 3 (page 7 de l'Ordonnance) ne concerne que l'immunité des équipements de radiocommunication ou autres appareils électroniques *au champ HF de l'onde fondamentale* rayonnée par des émetteurs ou par d'autres installations HF (stations émettrices PTT, amateurs, CB, services fixes ou mobiles, installations ISM¹).

La limite de 1 V/m donnée comme valeur indicative pour le champ perturbateur moyen, mesuré à proximité de l'installation perturbée, se rapporte à l'*immunité de l'installation complète* en état de fonctionnement, c'est-à-dire avec tous les câbles et appareils auxiliaires branchés. Des essais réalisés aux PTT ont en effet montré que les perturbations étaient, presque dans tous les cas, engendrées non pas par l'effet direct du champ sur les appareils mais par les *courants HF* induits sur les câbles de l'installation et *circulant à travers les circuits électroniques des appareils*.

Des méthodes d'essais synthétiques actuellement en développement aux PTT permettront de simuler les effets des courants et d'essayer en laboratoire chaque appareil indépendamment; cet essai ne nécessitera pas l'application d'un champ HF. La valeur de 1 V/m a été établie sur la base d'essais d'irradiation de diverses installations légèrement améliorées.

La limite de 1 V/m sera appliquée par les PTT uniquement en cas de litiges entre les propriétaires des installations perturbatrices et perturbées. Dans ces cas, il pourra être demandé, d'une part, une réduction du champ de l'émetteur à 1 V/m mesuré près de l'installation perturbée, d'autre part, une amélioration de l'immunité de cette installation jusqu'à 1 V/m. En principe, il n'y aura, pour les amateurs, pas de réduction de la puissance autorisée, en tant qu'une solution à l'amiable puisse être trouvée entre les différentes parties intéressées.

24 Etat des installations réceptrices

Parmi les conditions propres à assurer une réception satisfaisante, on peut signaler encore que les *installa-*

tions et appareils de réception doivent être *conformes aux prescriptions en vigueur*: voir article 3, alinéas 2 et 4, page 2 de l'Ordonnance. Un grand nombre de plaintes sont dues à des installations réceptrices insuffisantes.

3 Application des limites

(annexe 2 de l'Ordonnance, pages 8 et 9)

Dans l'Ordonnance, une séparation nette a été faite entre les appareils fabriqués en série et ceux qui ne le sont pas. Les méthodes de mesure et les limites sont traitées respectivement par les annexes 3 et 4.

31 Appareils électriques fabriqués en série

Les appareils alimentés par le réseau de distribution d'énergie qui figurent dans une liste établie par l'Association Suisse des Electriciens (ASE) doivent subir une épreuve de type, afin qu'ils puissent obtenir le *signe de sécurité de l'ASE*. Cette liste renferme, entre autres, la plupart des appareils à usage domestique. L'épreuve de type comprend également le contrôle du pouvoir perturbateur. Ce contrôle devrait, selon les Recommandations du CISPR, donner l'assurance que 80 % au moins des appareils produits respectent les limites, avec un niveau de confiance de 80 %. Dans les publications du CISPR, des méthodes d'essais statistiques sont décrites; elles prévoient des essais sur un échantillon comportant cinq appareils, ou davantage, mais au minimum trois. Par commodité toutefois, on se contente souvent d'essayer un seul appareil en exigeant une marge de sécurité de 2 dB pour tenir compte de la tolérance de fabrication; pour les appareils présentant une grande dispersion, par exemple pour ceux munis de moteurs à collecteur, cette marge est portée à 6 dB. Notons encore que des expertises ultérieures par sondages, portant sur les séries d'appareils mis en vente, peuvent être ordonnées.

32 Appareils à très basse tension

Les appareils à très basse tension (maximum 50 V, 200 VA) alimentés, soit au moyen d'un transformateur, soit par batteries, ne sont pas soumis au contrôle de l'ASE; seul le transformateur est essayé du point de vue de la sécurité. Dans cette catégorie d'appareils, on peut citer les jouets qui sont à l'origine de nombreuses plaintes à cause des perturbations produites. Pour cette classe de perturbateurs, une réglementation spéciale devra être établie.

4 Limites s'appliquant aux installations et appareils électriques fabriqués en série

(annexe 3 de l'Ordonnance, pages 10 à 24)

Pour l'application des limites, on distingue deux catégories de perturbations bien distinctes, à savoir les *perturbations continues* et les *perturbations discontinues* ou claquements.

41 Perturbations continues

411 Définition et nature des perturbations continues

On désigne par perturbation continue une perturbation dont la durée excède 200 ms; le plus souvent, la du-

¹ ISM = Installations à haute fréquence pour applications industrielles, scientifiques et médicales

rée sera comprise entre quelques secondes et quelques heures. La nature des perturbations peut être très différente selon les catégories d'appareils perturbateurs; on peut les classer dans les groupes suivants:

- Perturbations à caractère *impulsif*, polluant une large bande de fréquences. Ces perturbations peuvent se présenter soit sous la forme d'une suite de groupes d'impulsions avec une fréquence de répétition et des amplitudes aléatoires (cas des appareils munis de moteurs à collecteur), soit sous la forme d'une suite d'impulsions ayant une fréquence de répétition et une amplitude constante (cas des régulateurs à thyristors et des redresseurs).
- Perturbations ayant le caractère d'une *porteuse haute fréquence pure ou modulée*. Ces perturbations sont produites par des oscillateurs HF ou BF (par exemple hétérodyne d'un récepteur radio ou TV, émetteur, installation ISM, convertisseur DC/DC, appareil électronique de traitement de l'information). Elles se manifestent sur les fréquences de réception correspondant aux multiples de la fréquence de l'oscillateur (harmoniques) où elles interfèrent avec le signal HF utile reçu. Ces perturbations engendrent, sur les récepteurs de radio, des sifflements, ronflements ou autres sons musicaux et, sur l'image des téléviseurs, généralement des moirages.
- Perturbations dues aux *phénomènes de décharge dans un gaz* (par exemple lampes à fluorescence). Les effets perturbateurs observés peuvent varier selon la fréquence de réception; pour les récepteurs à modulation d'amplitude: souffle, ronflement ou bruit musical.

412 Méthodes générales de mesure des perturbations continues

La mesure des perturbations continues est prévue dans le domaine de fréquences allant de 10 kHz à 1000 MHz. Ce domaine a été divisé en trois gammes soit 10...150 kHz, 150 kHz...30 MHz et 30...1000 MHz. Pour chacune de ces gammes, des récepteurs et des méthodes de mesure particuliers ont été développés, pour tenir compte, d'une part, des conditions de propagation des perturbations et, d'autre part, des caractéristiques des équipements de radiocommunication à protéger. Les caractéristiques principales des *récepteurs de mesure* sont données dans le *tableau I*.

Tableau I. Caractéristiques principales des récepteurs de mesure

Caractéristiques des récepteurs de mesure (Publication CISPR N° 16)	Gammes de fréquences		
	10...150 kHz	0,15...30 MHz	30...1000 MHz
Bande passante à 6 dB	200 Hz	9 kHz	120 kHz
Constante de temps électrique à la charge du voltmètre de quasi-crête	45 ms	1 ms	1 ms
Constante de temps électrique à la décharge du voltmètre de quasi-crête	500 ms	160 ms	550 ms
Constante de temps mécanique de l'appareil indicateur	160 ms	160 ms	100 ms
Réserve de linéarité des circuits précédant la détection	24 dB	30 dB	43,5 dB
Réserve de linéarité de l'amplificateur à courant continu intercalé entre la détection et l'appareil indicateur	6 dB	12 dB	6 dB

Un récepteur de mesure CISPR est en principe un récepteur superhétérodyne spécial ayant un réglage de sensibilité exclusivement manuel (atténuateur à l'entrée) et un *détecteur de quasi-crête*. Les constantes de temps du circuit de détection ont été choisies de façon telle que l'indication du récepteur soit proportionnelle à l'effet de gêne produit par des perturbations à caractère impulsif.

La *figure 1* donne la *courbe de réponse aux impulsions* pour le récepteur de 0,15...30 MHz; l'indication du récepteur sera la même, par exemple pour un bruit comprenant 100 impulsions/s et pour un bruit comprenant 5 impulsions/s mais ayant une amplitude de 14 dB plus élevée.

Les *méthodes de mesure* généralement utilisées sont les suivantes:

- a) Pour les *gammes de fréquences 10...150 kHz et 150 kHz...30 MHz*, on mesure les *tensions perturbatrices* produites sur les bornes d'alimentation des perturbateurs au moyen d'un *réseau fictif*, selon le montage de la *figure 2*. On admet, dans ce domaine de fréquences, que les perturbations se propagent essentiellement par conduction sur le réseau d'alimentation. Le réseau fictif a deux fonctions: d'une part, charger la source perturbatrice par une impédance bien définie et, d'autre part, protéger le circuit de mesure contre les signaux indésirables éventuellement véhiculés par le réseau de distribution. L'impédance de charge du réseau fictif comprend 150 Ω en parallèle avec environ 1 mH pour la gamme de 150 kHz à 30 MHz et 50 Ω en parallèle avec 50 μ H pour la gamme de 10 à 150 kHz. A l'avenir, on peut s'attendre à ce que le réseau fictif 50 Ω /50 μ H soit utilisé de 10 kHz à 30 MHz. Cette possibilité est actuellement à l'étude au CISPR.
- b) Pour la *gamme de fréquences 30...1000 MHz*, on mesure la *puissance perturbatrice* rayonnée par le cordon d'alimentation au moyen de la *pince absorbante*, selon le montage de la *figure 3*. A ces fréquences, le rayonnement du cordon, jouant le rôle d'antenne, est en effet prépondérant. La pince absorbante est munie, à son entrée, d'un transformateur de mesure sensible au courant HF asymétrique circulant sur le cordon; à chaque fréquence de mesure, la position de la pince est ajustée pour obtenir l'indication de la puissance rayonnée maximale. Le tube de ferrite placé à la suite du transformateur élimine les perturbations pouvant être apportées par le réseau d'alimentation.
- c) Pour quelques catégories d'appareils (récepteurs de radio et de télévision, appareils ISM), les mesures décrites sous b) sont remplacées par des mesures du *rayonnement perturbateur* au moyen d'antennes étalonnées. La disposition de la place et les distances de mesure sont données dans les publications du CISPR.

413 Limites valables en général pour les perturbations continues

Les limites utilisées pour les *appareils électroménagers à moteur et pour la plupart des autres appareils* sont les suivantes:

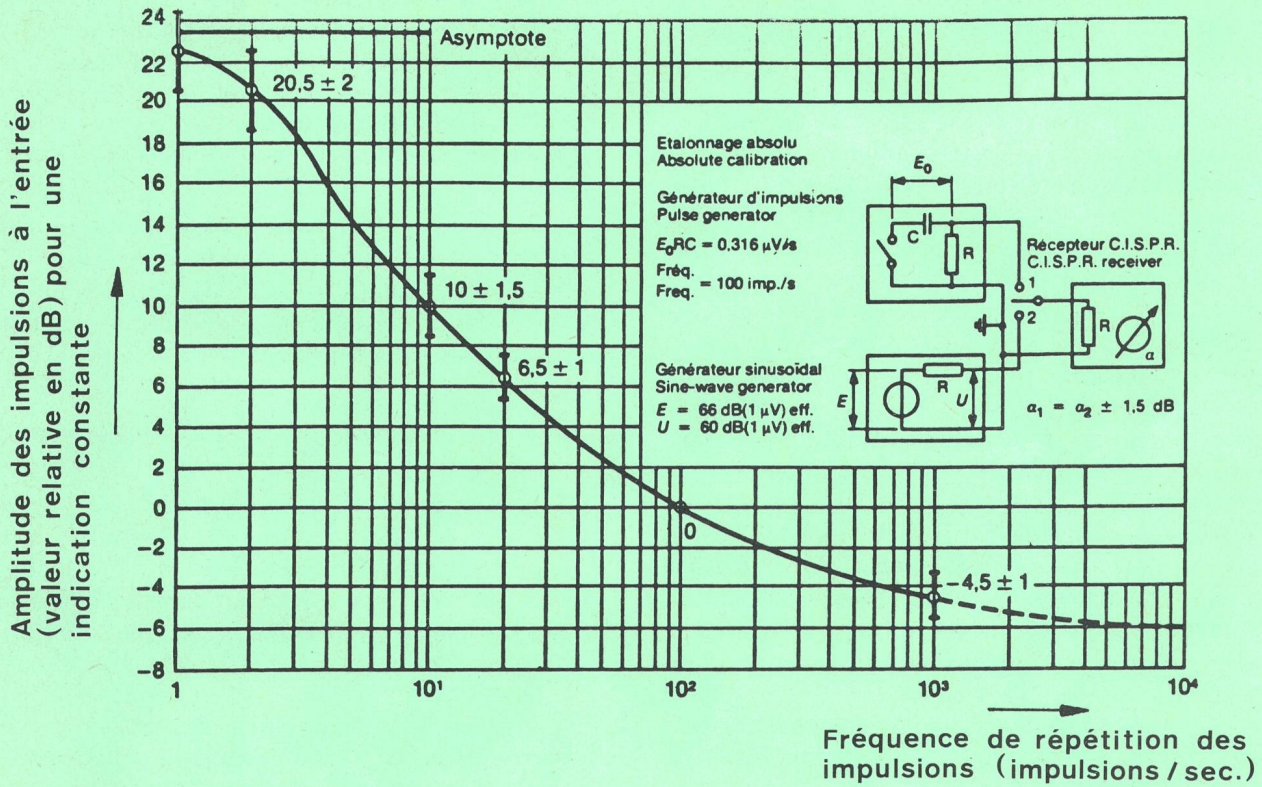


Fig. 1
Courbe de réponse aux impulsions pour le récepteur CISPR 0,15...30 MHz

a) Tensions perturbatrices aux bornes tolérées dans la gamme 0,15...30 MHz

Fréquences de mesure	Limites
0,15...0,5 MHz	66 dB(μ V) ou 2 mV
0,5...5 MHz	60 dB(μ V) ou 1 mV
5,0...30 MHz	66 dB(μ V) ou 2 mV

Pour la gamme 10...150 kHz, les limites n'ont pas encore été établies par le CISPR. Une limite provisoire est toutefois déjà utilisée en Allemagne [limite décroissante de 90 à 70 dB(μ V)].

b) Puissances perturbatrices tolérées dans la gamme 30...1000 MHz

De 30 à 300 MHz, la limite augmente linéairement en fonction de la fréquence de la valeur de 45 dB(pW) à 55 dB(pW). De 300 à 1000 MHz, la limite a été fixée provisoirement à 55 dB(pW); toutefois, ce

domaine de fréquences n'est généralement pas contrôlé.

414 Méthodes de mesure et valeurs limites spécifiques

Des dérogations dans la valeur des limites données au paragraphe précédent ont été faites pour certaines catégories d'appareils; les méthodes de mesure ont également été adaptées aux besoins. Tous ces cas sont traités en détail dans l'Ordonnance; on ne citera ci-après que l'essentiel.

4141 Outils portatifs

Les limites ont été augmentées de 4 dB, lorsque la puissance du moteur est comprise entre 700 et 1000 W,

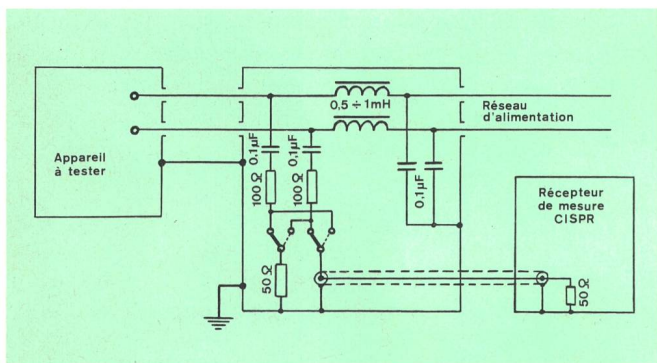


Fig. 2
Réseau fictif, couplage en V, 150 Ω , 0,15...30 MHz

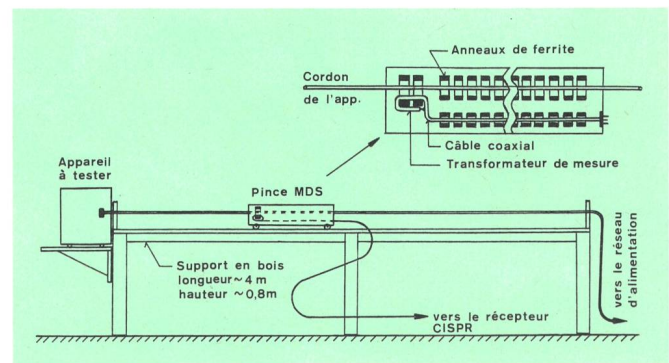


Fig. 3
Place de mesure avec la pince MDS, 30...1000 MHz

et de 10 dB, lorsque la puissance du moteur est comprise entre 1000 et 2000 W.

4142 Dispositifs de commande et de régulation à semi-conducteurs jusqu'à 16 A

Un niveau perturbateur de 14 dB plus élevé est toléré sur les bornes de raccordement de la charge (mesure avec une sonde de 1500 Ω).

4143 Ballasts et luminaires pour lampes à fluorescence

Pour les luminaires équipés de lampes à fluorescence de 20 à 80 W, on mesure l'affaiblissement du luminaire, c'est-à-dire la propriété du ballast (et des éléments anti-parasites éventuels) de réduire les perturbations produites par la lampe. L'affaiblissement minimal exigé, de 28 dB à 160 kHz, décroît en fonction de la fréquence, jusqu'à 20 dB à 1400 kHz (publication 15 du CISPR).

Selon la pratique suisse, les ballasts prévus pour des lampes de 20 à 80 W peuvent être mesurés séparément et sont acceptés s'ils présentent une atténuation d'au moins 30 dB, de 150 à 1600 kHz, mesurée sur un luminaire normal. Cette valeur d'atténuation ne peut être atteinte qu'avec des ballasts symétriques (ballast à deux enroulements, la lampe étant insérée au milieu). Les luminaires équipés de tels ballasts sont ensuite considérés comme satisfaisants aux limites et ne sont pas reconstruits.

Pour les ballasts ou luminaires prévus pour d'autres lampes à fluorescence que celles de 20 à 80 W, ou pour d'autres lampes à décharge dans des gaz, on mesure la tension perturbatrice aux bornes du luminaire. On procède aussi de cette façon pour les lampes à fluorescence circulaires ou en forme de U.

4144 Systèmes d'allumage pour moteurs à combustion interne

D'après la publication 12 du CISPR, le rayonnement perturbateur produit par les systèmes d'allumage des véhicules routiers et autres engins équipés de moteurs à allumage commandé (par exemple machines de chantier, tondeuses à gazon, etc.) devrait être mesuré, dans la gamme de 40 à 250 MHz, au moyen d'une antenne placée à 10 m de distance. L'examen complet ci-dessus pourra être exigé lors de l'expertise de type d'un véhicule.

En Suisse, on admet généralement un examen simplifié à la fréquence de 90 MHz seulement: la mesure consiste à comparer l'intensité du champ perturbateur produit par le véhicule contrôlé, à celle du champ produit par un générateur d'impulsions, réglé à la limite admissible. Dans de nombreux cas, on ne procède qu'à un contrôle visuel de la présence des éléments de déparasitage (voir Ordonnance sur la construction et l'équipement des véhicules routiers du 27 août 1969).

4145 Récepteurs de radiodiffusion et de télévision

Pour les tensions perturbatrices sur les bornes d'alimentation, il est prescrit de mesurer les composantes

symétriques et asymétriques entre 150 et 1600 kHz. Pour les téléviseurs, les limites ont été réduites, afin de diminuer les effets d'interférence très gênants provoqués par les harmoniques des systèmes de balayage. Les tensions perturbatrices produites par l'oscillateur local sur les bornes d'antenne, ainsi que son rayonnement (onde fondamentale et harmoniques), devraient être mesurés jusqu'à 1000 MHz. Les méthodes de mesure préconisées par le CISPR sont toutefois compliquées; une méthode de remplacement plus simple sera très probablement utilisée en Suisse.

4146 Appareils et installations à haute fréquence pour applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM)

Un certain nombre de gammes de fréquences libres ont été attribuées aux appareils ISM par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT)

- 13,560 MHz ± 0,05 %
- 27,120 MHz ± 0,6 %
- 40,680 MHz ± 0,05 %
- 433,920 MHz ± 0,2 %
- 2450 MHz ± 50 MHz
- 5800 MHz ± 75 MHz
- 24 125 MHz ± 125 MHz

Ces gammes de fréquences peuvent être utilisées sans limitation du rayonnement et des tensions aux bornes du réseau; seul le glissement en fréquence doit être respecté.

Le rayonnement perturbateur, à l'extérieur des gammes de fréquences attribuées (harmoniques et ondes non essentielles), doit être mesuré sur un terrain d'essai, dans le domaine de fréquences allant de 0,15 à 1000 MHz. Les limites et les distances de mesure sont données en fonction de la fréquence dans le tableau II. Une limite pour la puissance perturbatrice rayonnée, dans la gamme de 1 à 18 GHz, a été également fixée (mesure par substitution).

Tableau II. Limites du rayonnement perturbateur pour la gamme de 0,15 à 1000 MHz, fréquences attribuées exceptées

Gammes de fréquences MHz	Classe A		Classe B	
	30 m dB (μV/m)	100 m dB (μV/m)	10 m dB (μV/m)	30 m dB (μV/m)
0,150...0,285	—	34	—	34
0,285...0,490	—	48	—	34
0,490...1,605	—	34	—	34
1,605...3,950	—	48	—	34
3,950...30	—	34	—	34
30...470	30 ¹ 54 ²	—	34 ¹ 34 ²	—
470...1000	40 ¹ 54 ²	—	46 ¹ 46 ²	—

Mesure sur un terrain d'essai selon la publication 11 du CISPR

¹ Dans les bandes de télévision I (47...68 MHz), III (174...230 MHz), IV/V (470...960 MHz) et dans la bande OUC (87,5...104 MHz)

² A l'extérieur des bandes de télévision et de la bande OUC

Les appareils ISM ont été divisés en 2 classes A et B, selon la pratique du Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC). Les appareils de la classe B sont prévus pour être utilisés dans des zones résiden-

tielles et doivent respecter, pour le rayonnement des harmoniques, des limites nettement plus sévères que ceux de la classe A (appareils industriels). Les appareils de la classe B qui sont munis du signe distinctif de sécurité de l'ASE peuvent être vendus librement en Suisse. Il en est en principe de même pour les appareils de la classe A. Toutefois, ceux-ci peuvent perturber, surtout s'ils sont installés dans une zone résidentielle. La Direction générale des PTT se réserve le droit d'intervenir, dans de tels cas, pour déterminer les mesures à prendre.

La nature des perturbations produites par des appareils ISM est de deux sortes:

– *Perturbations par le champ non limité de l'onde fondamentale*

Les installations de télévision, radio, amplificateur HiFi, enregistreurs, ou autres dispositifs électroniques peuvent être perturbés par l'effet des courants induits sur les câbles de l'installation. Les antennes collectives peuvent être influencées en outre par la tension induite dans l'antenne (par exemple saturation des amplificateurs, intermodulation, etc.).

– *Perturbations par les harmoniques de l'onde fondamentale*

Généralement, ces perturbations sont produites par l'action directe du rayonnement sur les antennes de réception de télévision, de radio ou de divers autres services, situées dans un rayon donné. Contrairement au cas susmentionné, les fréquences perturbatrices tombent ici directement dans les bandes de réception.

Il est souvent très difficile, voire même parfois impossible, de trouver une solution technique aux cas de perturbation cités ci-dessus, sans mettre en œuvre des moyens très onéreux, tels que la construction d'une cage de Faraday. Un compromis basé sur une entente à l'amiable entre les parties intéressées sera sans doute la meilleure solution.

42 Perturbations discontinues ou claquements

Tout ce qui a été exposé au paragraphe 41 se rapporte aux perturbations continues (durée non limitée). Une autre catégorie de perturbations est celle des *perturbations discontinues ou claquements* dont la *durée* est, par définition, *inférieure ou égale à 200 ms*.

421 Nature et caractéristiques des claquements

En général, ces perturbations sont produites par les phénomènes transitoires accompagnant l'interruption ou l'établissement d'un courant dans un circuit, par la manœuvre d'un contact. Elles peuvent se présenter sous la forme d'impulsions isolées ou de groupes d'impulsions plus ou moins denses et sont caractérisées par un *spectre perturbateur très large*. Les claquements peuvent être produits par les appareils munis de thermostats (par exemple cuisinières, réfrigérateurs, fers à repasser), par les machines programmées (machines à laver), par les commutateurs de démarrage (machines à coudre), par les dispositifs de commande à relais (ascenseurs, chauffage), pour ne citer que les appareils installés dans les maisons d'habitation.

Pour qu'une perturbation discontinue puisse être classée dans la catégorie des claquements, les trois conditions suivantes doivent être remplies:

- la durée de la perturbation ne doit pas dépasser 200 ms
- il doit y avoir une séparation de 200 ms au moins entre deux perturbations consécutives
- il ne doit pas y avoir plus de deux perturbations dans un intervalle de deux secondes

Si ces conditions ne sont pas remplies, la perturbation est considérée comme continue et les limites valables en pareil cas seront appliquées.

422 Calcul de la limite admissible

Pour les claquements, on tolère une limite plus élevée que pour les perturbations continues, la relaxation étant d'autant plus importante que les perturbations sont plus rares. Cette *limite «Lq»* se calcule à partir du *taux de répétition des claquements «N»* qui est le nombre moyen des *claquements comptés* par minute; un claquement compté étant un claquement dont le niveau dépasse la limite des perturbations continues:

$$L_q = L + 20 \log \frac{30}{N}; \quad L = \text{Limite valable pour les perturbations continues}$$

Un appareil sera réputé satisfaire aux exigences, si moins du quart des claquements comptés dépassent la limite L_q .

Conditions particulières

- a) Si $N \geq 30$ (claquements espacés de 2 secondes, ou moins), $L_q = L$.
- b) Si $N < 0,2$ (claquements espacés de plus de 5 minutes), $L_q = L + 44$.
- c) Les installations et appareils pour lesquels la durée de chaque claquement est *inférieure à 10 ms* et l'espacement au moins de *12 s* ($N \leq 5$) *sont tolérés, quelle que soit l'amplitude des claquements*. Cela devrait encourager les constructeurs à n'utiliser, pour cette catégorie d'appareils, que des *contacts à coupure brusque*, vu qu'aucun déparasitage n'est nécessaire.
- d) Pour un certain nombre d'appareils (voir le chiffre 34 de l'Ordonnance, page 16) la valeur de N se détermine à partir du nombre des opérations de commutation, ce qui apporte une simplification dans les mesures.

423 Méthode de mesure

Pour effectuer le *contrôle complet d'un appareil*, d'après le CISPR, il faudrait déterminer le taux de répétition des claquements (N) à trois fréquences et mesurer le niveau perturbateur à sept fréquences comprises entre 0,16 et 220 MHz, ce qui ferait au total *10 séries de mesure*. La durée minimale d'essai prescrite est, pour chaque série de mesure, le temps nécessaire à l'observation de 40 claquements ou du programme intégral dans le cas de machines programmées. Un tel essai prend donc généralement beaucoup de temps et demande de la part de l'opérateur une attention soutenue.

Pour faciliter les essais, un *analyseur automatique de claquements*, branché sur le récepteur de mesure, a été développé par le CISPR. Cet analyseur enregistre le nombre des claquements dépassant un niveau préétabli et contrôle si les conditions fixées pour la durée et l'espacement des claquements sont remplies.

Les plaintes dues aux perturbations discontinues sont relativement nombreuses, soit environ 11 % du nombre total des plaintes enregistrées par les PTT. Ces perturbations affectent surtout la réception radio en modulation d'amplitude et de fréquence mais aussi la télévision, les installations de reproduction sonore ainsi que les systèmes de transmission numériques. Il a été constaté par les services de déparasitage des PTT que certaines marques de thermostats ou de contacts se détériorent très rapidement, le temps de coupure devenant de plus en plus long. Nous ne pouvons, par conséquent, que recommander aux constructeurs l'usage de contacts éprouvés et à coupure brusque.

5 Limites s'appliquant aux installations et appareils électriques non fabriqués en série (annexe 4 de l'Ordonnance, pages 25 à 32)

Le pouvoir perturbateur de ces installations ou appareils ne sera généralement contrôlé qu'en cas de plaintes; les mesures seront effectuées par les PTT.

51 Installations avec moteurs électriques de plus de 2 kW et installations d'éclairage

Pour ces cas, on se limitera, en règle générale, à la détermination du niveau perturbateur aux bornes de l'installation complète; un déparasitage éventuel sera effectué, autant que possible, globalement.

52 Installations d'antennes collectives

Les tensions perturbatrices aux bornes d'alimentation 220 V des divers composants ne devront pas dépasser les valeurs prescrites. Une limite a également été fixée pour le rayonnement perturbateur de l'installation. Ce dernier étant dû aux défauts d'étanchéité haute fréquence des divers composants (amplificateurs, distributeurs, câbles, prises, etc.), sa mesure sera en même temps un critère d'immunité de l'installation aux perturbations extérieures. Dans les gammes de radiodiffusion sonore et télévisuelle au-dessus de 47 MHz, c'est la puissance maximale rayonnée à chaque point de l'installation qui sera contrôlée; la mesure se fait par une méthode de substitution. Lorsque des programmes de télévision sont transmis sur des canaux interbande, on mesurera le champ rayonné par l'installation sur les routes passant au voisinage de celle-ci, au moyen d'un dispositif d'enregistrement spécial développé par les PTT; il s'agit de protéger, en l'occurrence, les services mobiles.

53 Véhicules à traction électrique et lignes à haute tension

C'est le champ perturbateur à 20 m de la ligne qui sera généralement mesuré au moyen d'un champmètre à cadre.

54 Modulation secondaire

La modulation secondaire est une modulation de ronflement du signal utile provoquée par les fluctuations d'impédance de corps de chauffe.

Les perturbations par modulation secondaire sont produites surtout par les corps de chauffe en «Kanthal». Elles se manifestent en ondes moyennes, principalement dans les régions où le champ haute fréquence est élevé et où le courant fort est distribué par des lignes aériennes.

55 Appareils et installations à haute fréquence pour applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM), soumis à une expertise individuelle

Il s'agit en général de gros appareils qui ne peuvent être contrôlés que sur le lieu de leur utilisation. Les fréquences libres attribuées, ainsi que les valeurs limites exigées pour les tensions aux bornes d'alimentation et pour le rayonnement sont pratiquement les mêmes que pour les appareils fabriqués en série, de la classe A. Les mesures se font en considérant toute l'usine comme

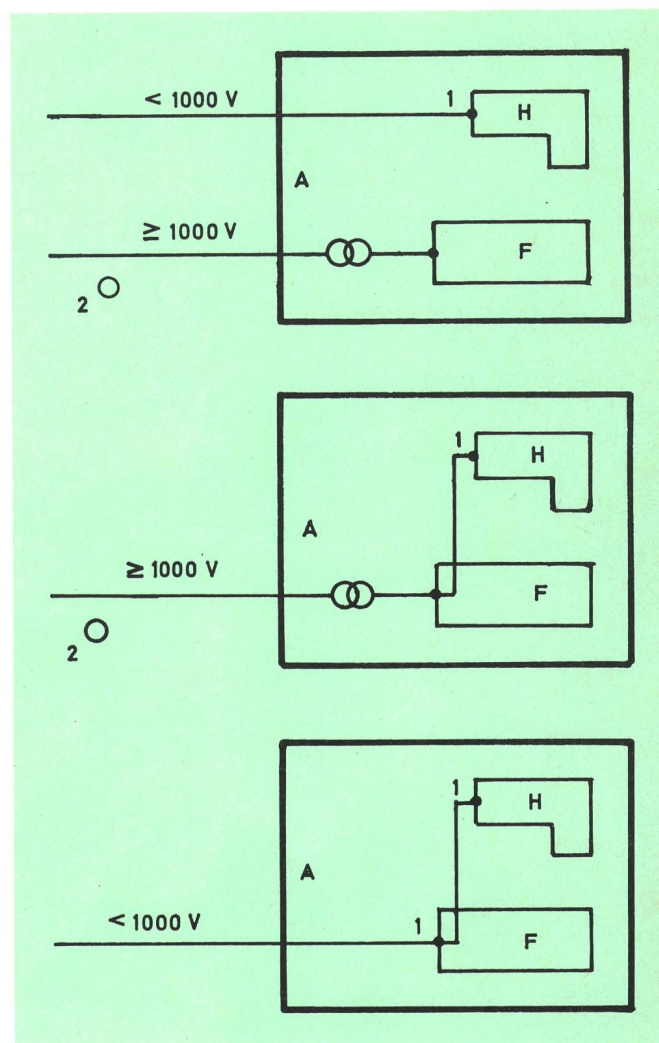


Fig. 4
Usine avec appareil ISM; emplacement des points de mesure pour le contrôle des perturbations produites sur le réseau d'alimentation
A Terrain de l'usine
F Usine avec générateur HF
H Maison d'habitation sur le terrain de l'usine
1 Point de mesure pour tensions perturbatrices
2 Point de mesure du champ perturbateur

installation perturbatrice. Les distances de mesure de 30 m, ou de 100 m respectivement, sont comptées à partir de la limite du terrain de l'usine. Des limites pour le rayonnement, mesuré à une distance de 300 m de l'appareil ISM, sont également données. Les tensions perturbatrices sont mesurées aux bornes de raccordement du réseau électrique de l'usine et des maisons d'habitation voisines, selon le croquis de la *figure 4*. Lorsque l'usine est alimentée par une ligne à haute tension, les champs à 30 m de cette ligne devront également respecter les limites.

Notons encore que les installations ISM de plus de 10 kVA de puissance primaire, fonctionnant sur des fréquences de travail situées à l'extérieur des gammes attribuées, doivent être annoncées à l'Entreprise des PTT avant le début de leur construction. Les fréquences de travail et limites du rayonnement seront fixées dans chaque cas particulier.

6 Remarques finales

L'exposé précédent éveille peut-être l'impression que l'Ordonnance sur la protection contre les perturbations électromagnétiques est très complexe.

Il n'a malheureusement pas été possible de définir une seule méthode de mesure et une valeur limite générale qui auraient eu validité dans tous les cas, par exemple aussi bien pour une locomotive que pour un fer à repasser!

Le fait que presque chaque appareil électrique peut, d'une façon ou d'une autre, produire des perturbations électromagnétiques, pouvant être différentes dans leur nature et leurs lois de propagation, a obligé le CISPR à développer, pour chaque catégorie d'appareils, des méthodes de mesure spécifiques.

En ce qui concerne les limites, on peut les trouver trop basses si l'on est en possession d'un appareil perturbant autrui ou, au contraire, trop élevées lorsque sa propre installation est perturbée. Comme il a déjà été mentionné au début, un compromis raisonnable a dû être établi. Il semble qu'avec un peu de bonne volonté et de compréhension pour ces problèmes, ce compromis devrait pouvoir être accepté par chacun.