

République française

PREMIER MINISTRE

SECRETARIAT GÉNÉRAL DE LA DÉFENSE NATIONALE

N° 400 SGDN/DISSI/SCSSI

Issy les Moulineaux, le 18 octobre 1991

RECOMMANDATION D'INSTALLATION
DES SITES ET SYSTEMES TRAITANT DES INFORMATIONS SENSIBLES
NE RELEVANT PAS DU SECRET DE DEFENSE

PROTECTION DES INFORMATIONS SENSIBLES
CONTRE LES SIGNAUX COMPROMETTANTS

Délégation Interministérielle
pour la sécurité des Systèmes d'Information

SERVICE CENTRAL DE LA SÉCURITÉ DES SYSTÈMES D'INFORMATION

AVANT-PROPOS

Ce document est relatif à la protection des systèmes d'information contre la menace provoquée par la propagation des signaux parasites par conduction et par rayonnement. Il a pour objet de définir les règles techniques de sécurité applicables à l'installation des matériels ou systèmes de traitement automatiques des informations.

Ces règles techniques visent à garantir la confidentialité des informations sensibles ne relevant pas du secret de défense, essentiellement en limitant la propagation des signaux parasites générés durant le traitement des informations.

L'efficacité de la protection recherchée sera maximale lorsque les mesures édictées par la présente recommandation seront associées à l'utilisation de matériels qui respectent les normes de compatibilité électromagnétique en vigueur, notamment la norme NF 98 020 applicable aux appareils de traitement de l'information.

SOMMAIRE

1 - GÉNÉRALITÉS.....	4
1.1. SIGNAUX PARASITES	4
1.1.1. <i>Origine et définition.....</i>	4
1.1.2. <i>Mode de propagation.....</i>	4
1. 1. 3. <i>Couplage.....</i>	4
1. 1. 4. <i>Signaux parasites compromettants.....</i>	5
1.2. COMPROMISSION ÉLECTROMAGNÉTIQUE	5
1.2.1. <i>Définition.....</i>	5
1.2.2. <i>Protection contre la compromission électro- magnétique.....</i>	6
1.3. COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE	7
1.3.1. <i>Définition.....</i>	7
1.3.2. <i>Développement de matériels compatibles.....</i>	8
1.3.2.1. <i>Considérations générales.....</i>	8
1.3.2.2. <i>L'équipement.....</i>	8
1.3.2.3. <i>Le blindage.....</i>	9
1.3.2.4. <i>Le filtrage</i>	10
1.3.2.5. <i>Les câbles de liaisons.....</i>	11
1.3.2.6. <i>La mise à la terre.....</i>	12
2 - REGLES D'INSTALLATION	13
2.1. OBJECTIF	13
2.2. LIMITATION DE LA PROPAGATION PAR CONDUCTION	13
2.2.1. <i>Câbles et conducteurs fortuits.....</i>	13
2.2.2. <i>Interruption de la continuité métallique</i>	14
2.2.3. <i>Mise à la terre</i>	14
2.2.3.1. <i>Le puits de terre.....</i>	14
2.2.3.2. <i>Le conducteur de liaison</i>	15
2.2.3.3. <i>Réseau de conducteurs de terre</i>	15
2.3 LIMITATION DE LA PROPAGATION PAR RAYONNEMENT	16
2. 3. 1. <i>Utilisation d'une cage de Faraday.....</i>	16
2.3.2. <i>Aménagement de zones de protection</i>	17
2.3.2.1. <i>Zone de sécurité électromagnétique.....</i>	17
2.3.2.2. <i>Zone de couplage</i>	18

2.4. ZONAGE D'UN BÂTIMENT	18
2.4.1. Zonage des installations.....	19
2.4.2. Mesure de l'affaiblissement des locaux.....	20
2.4.3. Interprétation des résultats	20
2.4.4. Exemple de mode opératoire.....	22
3 - HOMOLOGATION - MAINTENANCE - CONTROLE DES INSTALLATIONS :	23
3.1. HOMOLOGATION DES INSTALLATIONS :.....	23
3.1.1. Dossier de description :.....	23
3.1.1.1. Plan de masse du site :.....	23
3.1.1.2. Plan du bâtiment :	23
3.1.1.3. Nature et caractéristiques des équipements traitants des informations sensibles :.....	24
3.1.2. Dossier de mesures.....	25
3.1.3. Dossier de synthèse :.....	25
3.2. MAINTENANCE DES INSTALLATIONS	26
3.3. CONTRÔLE DES INSTALLATIONS.....	26
ANNEXES	28
1 : LISTE DES DOCUMENTS NORMATIFS NATIONAUX	28
2 : RÉSEAU DE CONDUCTEURS DE TERRE	29
3 : ZONAGE D'UNE INSTALLATION TYPE	30

1 - GENERALITES

1.1. Signaux Parasites

1.1.1. Origine et définition

Tout matériel ou système qui traite ou transmet, sous forme électrique, des informations est le siège de perturbations électromagnétiques temporaires. Ces perturbations, qualifiées de signaux parasites, sont provoquées par les variations du régime électrique établi, dans les différents circuits qui composent le matériel considéré durant son fonctionnement.

1.1.2. Mode de propagation

Généralement les signaux parasites se manifestent sous la forme :

- d'ondes électromagnétiques qui se propagent par rayonnement dans l'espace environnant ;
- de courants de conduction qui se propagent le long des différents conducteurs reliés au matériel concerné.

La plupart du temps, il y a interaction des deux modes de propagation. Les perturbations rayonnées provoquent des courants induits dans les conducteurs reliés au matériel ou situés dans son voisinage tels que les lignes d'alimentation, les lignes de transmission ou les conducteurs fortuits (canalisation de chauffage, tuyau d'eau, fer à béton, etc...).

De la même façon, un conducteur non blindé qui véhicule des perturbations peut se comporter en antenne émettrice et, rayonne à son tour des parasites dans l'espace environnant.

1. 1. 3. Couplage

Lorsqu'il y a passage d'énergie entre deux circuits, ces circuits sont qualifiés de circuits couplés. Parmi les nombreux procédés de couplage on peut en distinguer deux qui sont fondamentaux :

- le couplage par impédance commune ;
- le couplage magnétique.

Le couplage par impédance commune survient lorsqu'un circuit comporte une partie commune avec la source d'interférence. L'impédance commune peut être n'importe quel élément du circuit, résistance, capacité, retour des masses, alimentation, etc... Dans ce type de couplage, le passage de l'énergie entre les deux circuits se fait par conduction.

Le couplage magnétique résulte de l'inductance mutuelle de deux circuits placés à proximités l'un de l'autre. Dans ce cas, le passage de l'énergie entre les circuits se fait par rayonnement.

1. 1. 4. Signaux parasites compromettants

Parmi l'ensemble des signaux parasites générés durant le fonctionnement des matériels, il en existe qui sont représentatifs des informations traitées. Leur capture et leur analyse sont susceptibles de permettre la restitution des informations. Ces signaux sont, de ce fait, qualifiés de "signaux parasites compromettants".

1.2. Compromission électromagnétique

1.2.1. Définition

La compromission électromagnétique peut se définir comme étant la révélation des informations confidentielles à des personnes qui n'ont pas à en connaître.

Cette capture illicite d'information est réalisée par l'intermédiaire des signaux parasites compromettants. L'information représente le phénomène générateur et les signaux parasites le phénomène résultant ; l'exploitation de la corrélation entre les signaux parasites et l'information traitée permet, à partir de la connaissance du phénomène résultant, de remonter au phénomène générateur.

La corrélation, entre les signaux parasites compromettants et l'information, peut se manifester sous différents aspects. Généralement, lorsqu'elle est traduite au niveau électrique, l'information se présente sous la forme d'une succession d'impulsions, chacune étant représentative d'un double changement d'état stable du régime électrique établi. Ces changements d'états successifs provoquent, dans les différents circuits qui composent le matériel considéré, des perturbations présentant des caractéristiques qui sont en relation avec les impulsions elles-mêmes.

Les perturbations peuvent prendre naissance, soit durant le front montant de l'impulsion, soit durant le front descendant, elles peuvent également être générées à chaque front des impulsions. Si les informations sont exploitées en mode parallèle, les parasites engendrés possèdent, en plus, une amplitude proportionnelle au nombre d'impulsions présentes simultanément.

L'exploitation des perturbations, c'est-à-dire la connaissance de leurs positions relatives, de leurs niveaux, permet de recréer des impulsions images de celles qui sont à l'origine de ces perturbations et par là même, révèle les informations qui sont traitées. La capture et l'exploitation des signaux parasites compromettants en vue de la connaissance des informations traitées constituent la compromission électromagnétique.

1.2.2. Protection contre la compromission électro- magnétique

La protection contre la compromission électromagnétique s'obtient en utilisant :

- soit des matériels protégés contre l'émission de signaux parasites compromettants installés suivant des règles particulières ;
- soit des matériels non protégés mais installés suivant des règles sensiblement plus sévères.

Les matériels protégés contre l'émission de signaux parasites compromettants sont des matériels qui respectent des normes militaires particulièrement sévères, dont l'exploitation est réservée aux utilisateurs gouvernementaux dès lors que les informations traitées relèvent de la Défense Nationale ou de la sûreté de l'Etat et sont classifiées au sens du décret n° 81-514 du 12 mai 1981 relatif à l'organisation de la protection des secrets et des informations concernant la Défense Nationale et la sûreté de l'Etat.

Ces matériels résultent de procédés de développement où les objectifs de sécurité sont pris en compte dès leur conception, et font appel à des composants et des technologies qui leur sont adaptés.

Pour la protection contre la compromission électromagnétique des informations sensibles ne relevant pas du secret de Défense, il est recommandé d'utiliser des matériels respectant les normes de compatibilité électromagnétique en vigueur en association avec les règles d'installation définies au chapitre 2.

1.3. Compatibilité électromagnétique

1.3.1. Définition

La compatibilité électromagnétique (CEM), d'après la définition qu'en donne la norme française NF C 98020 c'est l'aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner de façon satisfaisante dans son environnement électromagnétique, sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour d'autres matériels, appareils ou systèmes.

La CEM résulte de la réduction et de la maîtrise des signaux parasites d'origine électrique. L'objectif visé par la CEM reste principalement orienté vers l'insertion harmonieuse d'un équipement ou système dans un milieu existant, afin d'obtenir une interaction fonctionnelle, entre le milieu et l'équipement, la plus faible possible.

De ce point de vue, lorsque l'on se place au niveau des équipements, la CEM représente la solution aux problèmes posés par les interactions électriques.

Au sens de la CEM, un parasite est une perturbation électrique créée par une partie d'un ensemble et transportée dans une autre partie dont elle gêne le fonctionnement. Les interactions peuvent se manifester soit à l'intérieur de l'équipement, soit à l'extérieur de celui-ci.

Le domaine couvert par la CEM est un domaine extrêmement vaste qui s'étend à tous les matériels électriques, depuis les équipements industriels, scientifiques et médicaux (ISM) jusqu'aux équipements domestiques. Il concerne également les appareils de traitement de l'information (ATI).

Le domaine de la CEM s'appuie sur une réglementation émanant d'organismes nationaux et internationaux dont les principaux sont :

- La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) et ses Comités d'Etude ;
- Le CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques) ;
- Le CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique).

Le rôle de ces organismes comporte pour une grande part l'élaboration de la documentation à caractère normatif spécifiant :

- Les limites admissibles des perturbations à l'émission ;
- Les limites à la sensibilité (immunité) des matériels (victimes).

L'annexe 1 présente la liste des documents normatifs nationaux.

1.3.2. Développement de matériels compatibles

L'objectif fondamental de la CEM est l'insertion harmonieuse d'un équipement électrique dans son environnement, de façon à obtenir une interaction fonctionnelle la plus faible possible. La CEM ne se préoccupe pas de la corrélation qui pourrait exister entre les perturbations éventuelles et les informations traitées.

1.3.2.1. Considérations générales

La réduction des parasites générés par un équipement nécessite une démarche globale et le problème doit être traité dans son ensemble depuis le stade de la conception jusqu'à la fabrication et l'installation de l'équipement. Les techniques utilisées pour réduire les parasites concernent à la fois la partie interne de l'équipement, le blindage, le filtrage, les câbles de liaison et la mise à la terre.

1.3.2.2. L'équipement

La réduction du niveau des parasites nécessite que lors de la conception du matériel, une étude soit menée de façon à obtenir les données nécessaires permettant de déterminer les sources de parasites, d'éliminer ou de réduire certaines de ces sources et enfin, de connaître les sources restantes.

La réduction des parasites s'obtient en grande partie par un choix judicieux des composants. D'une manière générale, les composants à base de technologie dite rapide, c'est-à-dire présentant des durées de commutation très brèves, les machines tournantes et les alimentations à découpage sont à écarter car génératrices de perturbations.

1.3.2.3. Le blindage

La méthode pratique la plus efficace pour atténuer, voire supprimer, l'énergie en provenance directe d'une source consiste à insérer un blindage entre l'organe émetteur et l'organe récepteur (au sens large du terme). Un bon blindage doit empêcher les signaux créés de sortir d'une enceinte ou les réduire suffisamment pour qu'ils ne puissent pas perturber le fonctionnement d'équipements voisins. De même, un bon blindage doit empêcher un appareil sensible de recevoir des signaux indésirables qui l'entourent et qui nuiraient à son bon fonctionnement.

Si l'on place un blindage sur le trajet de l'énergie rayonnée par une source, cet écran provoque un affaiblissement, de l'énergie rayonnée, qui est fonction de l'efficacité de blindage et qui correspond à la somme des pertes par réflexion et par absorption.

Ces deux éléments dépendent du type de rayonnement. La réflexion augmente avec la fréquence en champ magnétique et diminue en champ électrique. L'absorption augmente avec la fréquence, la perméabilité du matériau et son épaisseur.

La recherche d'un blindage optimal impose donc de parfaitement connaître la plage de fréquences dans laquelle on travaille, l'impédance de l'onde électromagnétique que l'on veut atténuer, la distance entre la source et le blindage et le matériau que l'on va utiliser.

A titre d'exemple, la protection contre les champs magnétiques basse fréquence et basse impédance (champ proche) implique des épaisseurs de blindage plus importantes et/ou l'utilisation de matériau de haute perméabilité tel que le μ -métal.

Il faut cependant souligner que l'efficacité d'un blindage dépend avant tout des pénétrations qui y sont pratiquées.

1.3.2.4. Le filtrage

Tout équipement, pour son fonctionnement, est nécessairement relié à l'environnement, à d'autres équipements, à une source d'alimentation ainsi qu'à la terre. En l'absence de précaution particulière, ces liaisons représentent des chemins d'accès pour les perturbations indésirables.

Les interactions dues à la conduction peuvent être supprimées par l'utilisation de filtres dont le rôle est de ne laisser passer que les signaux désirés. On distingue deux sortes de filtres :

- Filtres passifs :

Ils sont généralement constitués de résistances, inductances et capacités. Ces composants peuvent être combinés de diverses manières en fonction du but recherché. Ces filtres ne nécessitent pas d'alimentation. Leur utilisation est essentiellement orientée vers des applications analogiques basses fréquences (téléphone, interphone, alimentation...).

- Filtres actifs :

Ces filtres sont constitués en général d'amplificateurs opérationnels et de coupleurs optoélectroniques, et nécessitent une alimentation. Ils présentent l'avantage de permettre une discrimination des signaux parasites à l'intérieur de leur plage de fonctionnement grâce à un seuil de déclenchement. Leur emploi est fortement recommandé pour les circuits de transmission de données.

Le filtrage peut également être obtenu par l'utilisation de fibres optiques notamment dans le cas de traversées de parois de cages de Faraday pour les circuits autres que ceux d'alimentation.

Pour les conducteurs fortuits tels les tuyaux ou les canalisations métalliques, il est recommandé d'interrompre la continuité électrique, par l'insertion d'un manchon isolant placé en limite de la zone de couplage.

1.3.2.5. Les câbles de liaisons

Outre sa fonction essentielle qui consiste à assurer le transport de l'énergie entre deux points, tout conducteur, qu'il soit interne à un équipement ou externe et interconnectant plusieurs équipements, se comporte comme un véhicule de parasites. Ces parasites peuvent être captés par le conducteur, qui joue alors le rôle de récepteur. Ils peuvent également être répercutés, par le conducteur soit par rayonnement électromagnétique soit par conduction. Le conducteur joue alors le rôle d'un émetteur.

La solution qui permet de remédier à la présence de parasites dans les conducteurs, consiste à diminuer la sensibilité des câbles aux effets indésirables des champs électromagnétiques. Pour cela, il convient d'utiliser :

- des câbles blindés, le blindage peut entourer aussi bien le câble perturbateur que le câble perturbé.
- des lignes symétriques, aux deux extrémités des lignes symétriques on utilise des transformateurs de liaisons reliés à la masse par le point milieu de leur secondaire. Cela permet d'isoler les sous-ensembles entre-eux et limite l'augmentation de tension au-dessus du potentiel de la masse. On élimine ainsi les tensions et les courants induits par les champs perturbateurs.
- des paires torsadées, les paires torsadées ont l'avantage de réduire la surface du circuit ce qui limite les boucles électriques et supprime les effets indésirables des champs magnétiques.
- des fibres optiques qui sont insensibles aux champs électromagnétiques.

1.3.2.6. La mise à la terre

La raison première de la mise à la terre d'un équipement est la sécurité des personnels. L'objectif de cette mise à la terre est d'éviter l'apparition, sur les différents ensembles, de tensions dangereuses pour les personnels susceptibles de les manipuler durant leur fonctionnement.

La mise à la terre permet, en outre, de diminuer les couplages par la masse commune ce qui, par répercussion, favorise la réduction des parasites.

La mise à la masse d'un équipement électronique peut s'effectuer de trois manières :

- système à masses multiples, cette méthode a l'avantage de diminuer l'impédance résultante de la masse ce qui réduit le couplage résistif entre équipements. Elle nécessite en contre partie l'existence d'une surface équipotentielle de référence pour l'ensemble.
- système flottant, cette méthode permet d'avoir affaire à un équipement complètement isolé de l'environnement et de toute source de perturbations intempestives. Cependant, du fait de défauts d'isolement consécutifs à la création de charges statiques ou de tensions de défaut, il peut être le siège de tensions importantes dangereuses pour le personnel.
- système à un seul point de masse, un seul point sert de référence à tout l'ensemble. Cette référence doit alors être distribuée à l'aide de conducteurs à faible résistance. Cette méthode permet de réduire les courants de masse parfois sources de perturbations.

2 - REGLES D'INSTALLATION

2.1. Objectif

Les règles d'installation décrites dans ce chapitre ont pour objectif de réduire les risques de divulgation des informations sensibles, durant leur exploitation, en limitant du mieux que possible la propagation par conduction et par rayonnement des signaux parasites provoqués par les équipements utilisés.

2.2. Limitation de la propagation par conduction

La limitation de la propagation par conduction des signaux parasites impose que des mesures physiques soient prises :

- au niveau des câbles, lignes électriques, lignes téléphoniques et conducteurs fortuits situés dans l'environnement proche du matériel ;
- au niveau de tous les conducteurs reliés à l'équipement ou système utilisé ;
- pour le raccordement de l'équipement à la terre.

2.2.1. Câbles et conducteurs fortuits

Tous les câbles situés dans l'environnement proche du matériel, utilisé pour le traitement des informations sensibles, qui ne peuvent être déplacés en dehors de la zone de couplage (cf. paragraphe 2.3.2.2) doivent être filtrés. Il est conseillé d'utiliser à cet effet, des filtres qui présentent une bande passante adaptée aux caractéristiques du signal utile circulant sur les câbles et une atténuation élevée en dehors de cette plage de fréquences.

Parmi les câbles concernés par ce filtrage on peut citer de façon non limitative :

- * câbles reliés à l'équipement
 - ligne de transmission
 - ligne de télécommande
 - ligne d'alimentation

- * câbles non reliés à l'équipement
 - lignes électriques
 - lignes téléphoniques
 - toutes lignes métalliques susceptibles de servir de conducteurs fortuits.

2.2.2. Interruption de la continuité métallique

Les tuyauteries d'eau, de chauffage central et les gaines d'aération situées dans le voisinage immédiat de l'équipement, peuvent servir de support de conduction aux signaux parasites compromettants, générés par les équipements durant leur fonctionnement. Une façon de se protéger de cette menace consiste à interrompre leur continuité métallique en intercalant dans les divers tuyaux un joint isolant, généralement en téflon, d'une vingtaine de centimètres de longueur en limite de la zone de couplage. Cette disposition rompt la continuité électrique de la tuyauterie et évite la propagation des signaux parasites par conduction.

2.2.3. Mise à la terre

La mise à la terre de tout équipement électrique s'impose principalement pour des raisons de sécurité des personnes face aux dangers électriques. Elle joue également un rôle important, notamment dans le domaine des hautes fréquences, lorsqu'il s'agit d'écouler des parasites à la masse. Une installation de mise à la terre défectueuse ou non conforme, risque de produire l'effet inverse de l'objectif recherché, et de s'avérer dangereuse tant au plan de la sécurité des personnes qu'au plan de la sécurité des informations.

La mise à la terre d'un équipement, selon les règles de l'art, se fait au travers d'un circuit de terre, détaillé ci-après, dont les constituants sont :

- le puits de terre ;
- le conducteur de liaison entre le puits et l'équipement ;
- le réseau de conducteurs de terre qui distribue le potentiel zéro aux équipements.

2.2.3.1. Le puits de terre

La terre est considérée en théorie comme le point de référence zéro du potentiel. Le puits de terre est le lieu où s'établit le contact électrique entre le sol - la terre - et l'installation. De la qualité de ce contact dépend en grande partie la valeur de la résistance ohmique présentée par la terre.

L'exigence de sécurité des personnes nécessite l'unicité du puits de terre. La sécurité des informations implique une terre de bonne qualité, située dans un lieu contrôlé. Différentes méthodes de réalisation des terres permettent d'atteindre ces objectifs ; ces méthodes sont développées dans la GAM T 22 guide pratique pour la réalisation des terres et masses.

2.2.3.2. Le conducteur de liaison

Le conducteur de liaison permet de relier le matériel au puits de terre. Sur ce conducteur, circulent des signaux parasites générés par le matériel. De ce fait il présente une certaine vulnérabilité. Pour y remédier, le conducteur de terre doit être situé dans une zone contrôlée (au sens accès physique). Si cette protection ne peut être assurée, il est recommandé de placer le conducteur de terre dans une gaine métallique dont le rôle est d'interdire tout raccordement. Cette gaine métallique doit être installée dans les conditions suivantes :

- isolation par rapport au conducteur de liaison ;
- non raccordement au puits de terre ;
- raccordement au niveau de l'équipement.

Le conducteur de terre doit être muni d'une barrette de coupure, située à proximité du puits de terre. Le rôle de cette barrette de coupure est de permettre la mesure de l'impédance du puits de terre. Dans le cadre de la sécurité des systèmes d'information, il est conseillé de disposer d'une terre présentant une impédance inférieure à 5 ohms.

2.2.3.3. Réseau de conducteurs de terre

Il arrive souvent que dans un même bâtiment différentes catégories de matériels nécessite leur mise à la terre :

- matériels électriques de puissance et de servitude (ascenseurs, climatiseurs,...) ;
- matériels de traitement de l'information ;
- instrumentation et mesures bas niveau ;

- matériels de télécommunications.

Il est conseillé d'utiliser autant de conducteurs de liaison de terre qu'il y a de catégories de matériels. L'ensemble de ces conducteurs de terre forme un réseau de conducteurs. Il est alors impératif que le réseau soit relié au puits de terre en un seul point. Généralement, les différents conducteurs de terre sont reliés à un boîtier situé au plus près du puits de terre. Chaque conducteur possède une barrette de coupure. Le boîtier est relié au puits de terre par une liaison aussi courte que possible et qui présente une impédance aussi faible que possible. Cette liaison est également munie d'une barrette de coupure. L'annexe 2 montre un exemple de réalisation de raccordement de réseau de conducteurs de terre.

2.3 Limitation de la propagation par rayonnement

La limitation de la propagation par rayonnement consiste :

- soit à confiner, artificiellement, les signaux parasites dans un volume donné et prendre des mesures particulières pour qu'ils n'en sortent pas. C'est le cas lorsque l'on installe les matériels de traitement dans une cage de Faraday ;
- soit à aménager, autour des équipements, des zones dans lesquelles des dispositions sont prises afin d'empêcher la capture des signaux parasites compromettants. Les dimensions de ces zones sont déterminées de façon que les signaux qui seraient captés en dehors de celles-ci ne présenteraient plus une amplitude suffisante permettant leur exploitation.

2. 3. 1. Utilisation d'une cage de Faraday

La cage de Faraday est une enceinte blindée, constituée de parois métalliques sur ses six faces. Le blindage se comporte comme un écran électromagnétique qui empêche la propagation des ondes électromagnétiques. Les points faibles d'une cage de Faraday se situent au niveau des ouvertures qu'il convient de traiter correctement afin de ne pas dégrader les caractéristiques globales d'affaiblissement de la cage. Ces ouvertures sont essentiellement ;

- la porte ;
- les orifices, nécessaires pour assurer l'aération et la climatisation du local ;

- les passages de câbles pour relier les matériels exploités dans la cage avec l'environnement extérieur (lignes de transmission, alimentation de la cage en énergie électrique, déport d'alarme, ...).

Toutes les liaisons traversant la paroi de la cage doivent être munies de filtres adéquats. L'utilisation de fibres optiques pour acheminer les informations hors de la cage est la meilleure des solutions car la fibre optique est insensible aux rayonnements électromagnétiques.

La mise à la terre de la cage de Faraday s'effectue à partir d'un point unique situé sur la paroi extérieure de la cage. Les matériels situés à l'intérieur de la cage sont raccordés individuellement, directement sur la paroi interne de la cage ou bien sur une barre de raccordement reliée à la cage.

2.3.2. Aménagement de zones de protection

Lorsque le matériel utilisé pour le traitement des informations n'est pas installé dans une cage de Faraday, il y a lieu de l'entourer d'une zone de protection qui comporte une zone de sécurité électromagnétique et une zone de couplage comme définies ci-après. Au terme "zone" se rattache une notion de volume sphérique, centré sur chaque équipement.

2.3.2.1. Zone de sécurité électromagnétique

La zone de sécurité électromagnétique est une zone dans laquelle des dispositions permanentes sont prises pour détecter et empêcher toute écoute électronique, activité de recherche de renseignements et mise en place de matériels d'écoute. Il convient, également, que des précautions particulières soient prises pour contrôler les mouvements des personnels, y compris des véhicules.

L'efficacité d'une telle zone croît avec sa dimension. Une distance de 100 mètres est recommandée compte tenu des possibilités actuelles d'analyse des signaux parasites.

2.3.2.2. Zone de couplage

La zone de couplage est une zone qui ne doit pas comporter d'équipement ou circuit superflu (téléphone, intercom.) susceptible de capter par couplage des signaux parasites compromettants provenant des équipements traitant les informations sensibles ou des circuits acheminant ces informations. Les circuits qui sortent de la zone de couplage doivent être filtrés et blindés. Dans ce cas, les filtres sont placés en limite ou en dehors de la zone ; le blindage des circuits est prolongé sur une distance minimale de trois mètres.

Cette zone doit être aussi exempte que possible d'objets susceptibles de se comporter, même fortuitement, comme des conducteurs ou amplificateurs de signaux parasites compromettants. Il est recommandé d'éviter l'installation des équipements traitant les informations sensibles, à proximité d'objets ou mobiliers métalliques (radiateurs de chauffage central, armoires,...), qui peuvent amplifier les signaux parasites, ce qui accroît la distance de propagation. Si ces objets n'ont pu être éliminés, leur continuité métallique doit être interrompue, comme indiqué au paragraphe 2.2.2, par une isolation idoine placée en limite ou au-delà de la zone.

Plus la dimension de la zone de couplage augmente, plus la possibilité de réinduction des signaux parasites par couplage diminue, plus l'aménagement d'une telle zone devient difficile compte tenu des problèmes d'infrastructures qui sont posés. Il est cependant recommandé de prévoir des zones de couplage, centrées sur l'équipement, de 5 mètres de rayon au minimum.

2.4. Zonage d'un bâtiment

Le principe de zonage d'un bâtiment consiste à déterminer, à l'intérieur de ce bâtiment, des zones qui présentent, pour la propagation électromagnétique, des niveaux d'affaiblissement situés dans une plage donnée. Chaque zone est ainsi caractérisée par son aptitude, plus ou moins grande, à atténuer la propagation des signaux parasites qui seraient émis par les équipements durant leur fonctionnement.

L'objectif visé à travers l'application de ce concept est de renforcer la protection contre la compromission électromagnétique en installant les équipements, utilisés pour le traitement des informations sensibles, dans des zones adaptées, c'est-à-dire celles qui offrent la plus grande résistance à la propagation électromagnétique.

Les zones du bâtiment sont déterminées à partir des mesures de l'affaiblissement en espace libre, et de l'atténuation provoquée par la structure physique du bâtiment. Comme le zonage ne prend en compte que l'affaiblissement des rayonnements électromagnétiques durant leur propagation, il est indispensable que les problèmes liés à la conduction aient été traités au préalable suivant les méthodes développées au paragraphe 2.2.

2.4.1. Zonage des installations

Le principal objectif du zonage des installations est de caractériser l'affaiblissement que présente un bâtiment à la propagation électromagnétique. Les mesures, nécessaires à cet effet, sont effectuées dans la gamme de fréquences allant de 10 MHz à 1 GHz.

La différence entre l'atténuation mesurée, en plusieurs points prédéterminés à l'intérieur du bâtiment, d'un signal de référence et la valeur qu'aurait cette atténuation, aux mêmes points, si le signal de référence avait été émis en espace libre, permet de délimiter les différentes zones.

L'emplacement et le nombre de points de mesure dans le bâtiment à zoner doivent être choisis en fonction du périmètre de sécurité et en fonction des différentes structures du bâtiment. Pour accroître le crédit que l'on accorde à cette méthode, il est souhaitable d'effectuer des mesures à partir d'un grand nombre de points. Sachant que l'objectif du zonage est de mesurer la plus faible résistance à la propagation électromagnétique, les emplacements choisis pour les points de mesures retenus devront tenir compte du type et de l'épaisseur des matériaux utilisés dans la construction du bâtiment ainsi que de la position des ouvertures.

En résumé, le choix des points de mesures pour procéder au zonage d'un bâtiment, requiert l'application de quelques principes de base de l'électromagnétisme associés au bon sens, en tenant compte de la position des points de mesures selon la distance entre le bâtiment et le périmètre de sécurité.

2.4.2. Mesure de l'affaiblissement des locaux

Pour effectuer cette mesure, il est nécessaire de disposer d'un ensemble émission composé de générateurs de signaux et d'amplificateurs ainsi que d'un ensemble de réception constitué d'un analyseur de spectre ou d'un mesureur de champ, associé à un ordinateur.

Pour des commodités du déroulement de la mesure, la plage de fréquences 10 MHz - 1 GHz peut être découpée en plusieurs bandes. Pour assurer une bonne couverture de la plage de fréquences 10 MHz - 1 GHz, la fréquence centrale et la largeur du balayage du générateur de signaux, dans chaque bande de fréquences, doivent être choisies de telle façon que les bandes se chevauchent.

Le niveau de référence (REF) de toutes les mesures est déterminé en espace libre, antennes émission et réception placées à 1 m du sol et à 20 m l'une de l'autre. Le signal émission est ajusté à un niveau n'entraînant pas de saturation des matériels de réception. Le générateur de signaux doit être mis en oeuvre pour une durée de balayage de l'ordre de quelques secondes par bande de fréquences alors que côté récepteur l'analyse est réglée pour une durée de quelques millisecondes.

L'antenne émission est placée à l'intérieur du bâtiment, aux différents points prédéterminés. L'antenne réception est placée en limite de protection physique du site en regard de l'émission. La longueur des câbles et le réglage de gain doivent rester identiques durant tout le déroulement des mesures.

2.4.3. Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats consiste à comparer, point par point, les niveaux de références correspondant à la propagation en espace libre, et les niveaux mesurés correspondant à l'affaiblissement apporté par le bâtiment. Cette comparaison permet d'obtenir l'atténuation apportée par la structure du bâtiment.

Les valeurs de l'atténuation provoquée par la structure du bâtiment, comparées à des critères prédéterminés, permettent d'attribuer un numéro aux différents locaux mesurés. A l'issue de l'interprétation des résultats des mesures, on peut délimiter sur le plan du bâtiment différentes zones, chacune étant constituée par l'ensemble des locaux détenant un numéro identique.

L'attribution d'un numéro à une zone impose que 90 % au moins du nombre de points de mesures doivent satisfaire aux exigences du critère correspondant.

La valeur de l'atténuation mesurée (ATM), est comparée au niveau de référence (REF), et permet d'attribuer un numéro à la zone considérée en fonction des critères ci-dessous:

Zone 1		ATM (dB)	< REF (dB)
Zone 2	REF (dB)	< ATM (dB)	< REF (dB) + 20 dB
Zone 3	REF (dB) + 20 dB	< ATM (dB)	< REF (dB) + 40 dB
Zone 4	REF (dB) + 40 dB	< ATM (dB)	

Formule de l'atténuation réelle :

$$V_{ref} (\text{dB}/*V) - V_{att} (\text{dB}/*V) = \text{ATM} (\text{dB})$$

avec :

V_{ref} = Tension du signal de référence

V_{att} = Tension du signal mesuré dans le bâtiment

Un exemple illustrant le déroulement du zonage d'un bâtiment type figure en annexe3.

2.4.4. Exemple de mode opératoire

A l'intérieur du bâtiment - Point émission

- 1 générateur de signaux sinusoïdaux (1 MHz à 1 GHz)
- 1 jeu d'amplificateurs couvrant la gamme de fréquences
- 1 jeu d'aériens appropriés

A l'extérieur du bâtiment - Point réception (situé en limite de zone de sécurité).

- 1 analyseur de spectre
- 1 préamplificateur (en option)
- ou
- 1 récepteur approprié
- et
- 1 micro-ordinateur
- 1 table traçante
- 1 imprimante
- 1 jeu d'aériens appropriés

3 - HOMOLOGATION - MAINTENANCE - CONTROLE DES INSTALLATIONS :

3.1. Homologation des installations :

L'homologation des installations d'un bâtiment, situé sur un site comportant des équipements traitants des informations sensibles, donne lieu à la constitution d'un document articulé en trois parties ;

- un dossier de description ;
- un dossier de mesures ;
- un dossier de synthèse.

3.1.1. Dossier de description :

Le dossier de description doit être le plus complet possible. Il comportera le plan de masse du site, le plan du bâtiment concerné, ainsi que la nature et les caractéristiques des équipements traitants des informations sensibles.

3.1.1.1. Plan de masse du site :

Le plan de masse du site précisera :

- la position et la nature de la clôture ;
- la position du bâtiment concerné ;
- la position et les distances des autres bâtiments par rapport au bâtiment concerné ;
- la position des bâtiments situés à l'extérieur du site à proximité de la clôture ;
- les conduits divers aboutissant au bâtiment :
- l'arrivée en énergie (câbles, transformateur, etc...) ;
- les canalisations d'eau, d'évacuations, de gaz, etc.... ;
- le puits de terre.

3.1.1.2. Plan du bâtiment :

Le plan intérieur du bâtiment fera apparaître :

- le positionnement des pièces et leur usage ;
- la nature des matériaux constituant le bâtiment ;
- le cheminement des câbles utilisés pour :

- l'alimentation électrique ;
- la desserte téléphonique ;
- les signaux de télécommande d'alarme (incendie, anti-intrusion ...) ;
- les canalisations pouvant servir de conducteurs fortuits :
 - plomberie ;
 - ventilation ;
 - chauffage central ;
- le circuit de terre ;
- l'implantation des locaux faradisés s'il y en a ;
- la cartographie des locaux si le bâtiment a été zoné ;
- tous renseignements jugés utiles.

3.1.1.3. Nature et caractéristiques des équipements traitants des informations sensibles :

Un état sur la nature et les caractéristiques des équipements fera apparaître :

- l'inventaire des matériels électriques et électroniques utilisés dans le bâtiment ;
- leur positionnement ;
- la description pour chaque équipement des caractéristiques principales :
 - marque ;
 - type ;
 - fonction ;
 - alimentation, consommation ;
 - liaisons avec l'extérieur ;
 - nature des câbles ;
- un schéma des liaisons entre appareils (représenté à l'échelle).

Pour les équipements traitants des informations sensibles, un schéma précisera :

- le cheminement des informations ;
- le type de signaux ;
- la nature des câbles ;
- le blindage ;
- les filtres ;
- la mise à la masse.

3.1.2. Dossier de mesures

Ce dossier doit rassembler tous les résultats des mesures effectuées dans le bâtiment et renseignements concernant le zonage des installations ou les mesures d'affaiblissement des locaux paradisés.

L'analyse du dossier de mesures vise à dégager une liste de points particuliers, à partir des exigences de la présente recommandation définissant les critères d'installation par type (distances, filtrage, blindage, croisement des câbles, etc...).

Une visite sur place permettra de recenser tous les points litigieux ou délicats. Pour ce faire on examinera, pour toutes les pièces, le plan des installations, et on tracera autour des matériels et des câbles les zones de couplage.

S'il n'était pas possible de mettre les installations en conformité, avec les règles développées dans la présente recommandation, il sera nécessaire d'effectuer des mesures complémentaires pour définir les risques réels de rayonnement ou de couplage afin d'en tirer les mesures à prendre (restriction d'emploi, surveillance particulière, etc...).

3.1.3. Dossier de synthèse :

Le dossier de synthèse précisera :

- les points qui ne sont pas conformes à la recommandation, et ce dû aux exigences des installations ;
- les mesures complémentaires à prendre lors de l'utilisation de certains équipements :
 - surveillance physique ;
 - extension des zones de sécurité ou de couplage ;

- appareils à mettre hors service lors du fonctionnement de certains autres ;
- tracer autour des équipements et câbles les zones de rayonnements ;
- préciser les distances, filtrages, blindages, les croisements de câbles.

3.2. Maintenance des installations

Toute modification constatée, durant les opérations de contrôle, entraîne une action de maintenance destinée à rétablir la qualité électromagnétique initiale de la zone afin d'assurer la sécurité des informations traitées.

La maintenance de la zone consiste à prendre des dispositions permettant d'atteindre, dans le domaine de la propagation électromagnétique d'une part, et dans le domaine de la conduction, d'autre part, les caractéristiques décrites au chapitre 2. Cet objectif peut être atteint à l'aide des mesures suivantes :

- remplacement ou modification des éléments chargés de traiter la conduction (filtres adéquats pour les différents câbles reliés aux matériels, manchons isolants pour les canalisations franchissant la limite de la zone, etc...) ;
- déplacement des matériels utilisés ;
- modification du périmètre de la zone.

Parfois, ce n'est pas la qualité électromagnétique de la zone qui est à mettre en cause, mais directement le matériel utilisé. Dans ce cas, la maintenance se traduira par le remplacement du matériel incriminé.

3.3. Contrôle des installations

Les opérations de contrôle consistent à s'assurer de la conformité des installations actuelles par rapport à celles décrites dans le document constitué en vue de l'homologation. L'élément essentiel de cet objectif peut être atteint par un examen visuel détaillé du site, destiné à prévenir toute modification des lieux (modification de l'infrastructure, déplacement des matériels, rajout de matériels, présence de nouveaux conducteurs, etc...).

Il est recommandé que ces opérations de contrôle, effectuées sous la responsabilité de l'agent chargé de la sécurité du site, se déroulent de façon :

- périodique, une fois par an ;
- systématique, lors de toute installation nouvelle de matériel ou à chaque modification des lieux.

A l'occasion de ces contrôles, une attention particulière doit être portée aux installations des matériels qui ne traitent pas des informations sensibles mais qui pourraient recueillir par induction et retransmettre par conduction des signaux compromettants en dehors des zones concernées.

Le responsable de sécurité du site vérifiera périodiquement que l'installation demeure conforme à son état initial.

Il vérifiera d'une part, la validité des schémas d'implantation de matériel et d'autre part, que tout déplacement ou implantation nouvelle d'équipements, se fait dans le respect des principes associés au concept de zonage des bâtiments. Il s'assurera, en outre, que toute modification de l'infrastructure du bâtiment, tout déplacement ou pose de câbles, conduits et autres éléments conducteurs, respectent les règles de la présente recommandation et ne remettent pas en cause le zonage du bâtiment.

ANNEXES

1 : Liste des documents normatifs nationaux

- Norme NF C 15 106

Guide pratique : section des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaisons équipotentielles ;

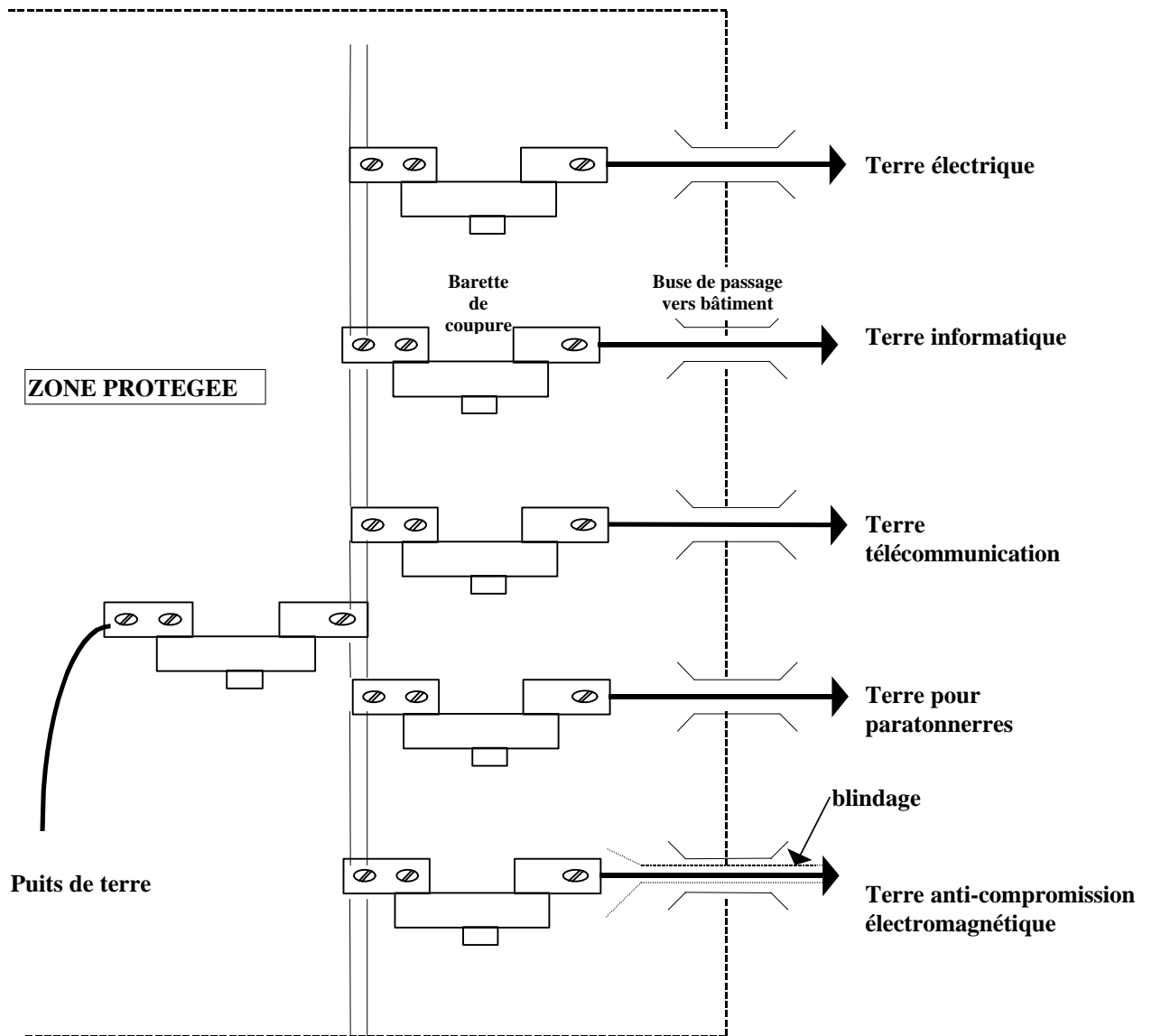
- Norme NF C 17 100

Règles de protection contre la foudre, installation de paratonnerre.

- Norme NF C 98 020

Compatibilité électromagnétique - Matériels téléphoniques et télématiques reliés au réseau de télécommunications public.

2 : Réseau de conducteurs de terre



RÉSEAU DE CONDUCTEURS DE TERRE

ANNEXE 3

Zonage d'une installation type

Soit à effectuer le zonage d'une installation type représentée par le schéma de la figure 1 (page suivante). Cette installation correspond à un bâtiment qui comporte un centre informatique, un centre de transmission, divers locaux techniques ainsi que des bureaux. Les cloisons et murs du bâtiment sont constitués avec différents matériaux et présenteront des affaiblissements plus ou moins importants suivants leur résistance à la propagation. Le bâtiment est à l'intérieur d'une zone contrôlée, délimitée par une clôture comme précisé sur le plan.

La figure 2 précise l'emplacement des points de mesure à l'extérieur, en limite de la zone contrôlée, et à l'intérieur du bâtiment. Le choix des emplacements, à l'intérieur du bâtiment, est effectué en fonction de la position des ouvertures, portes et fenêtres ainsi que de la nature des matériaux intervenant dans la construction des murs, parois ou cloisons.

La figure 3 caractérise les différentes zones délimitées suite aux mesures effectuées.

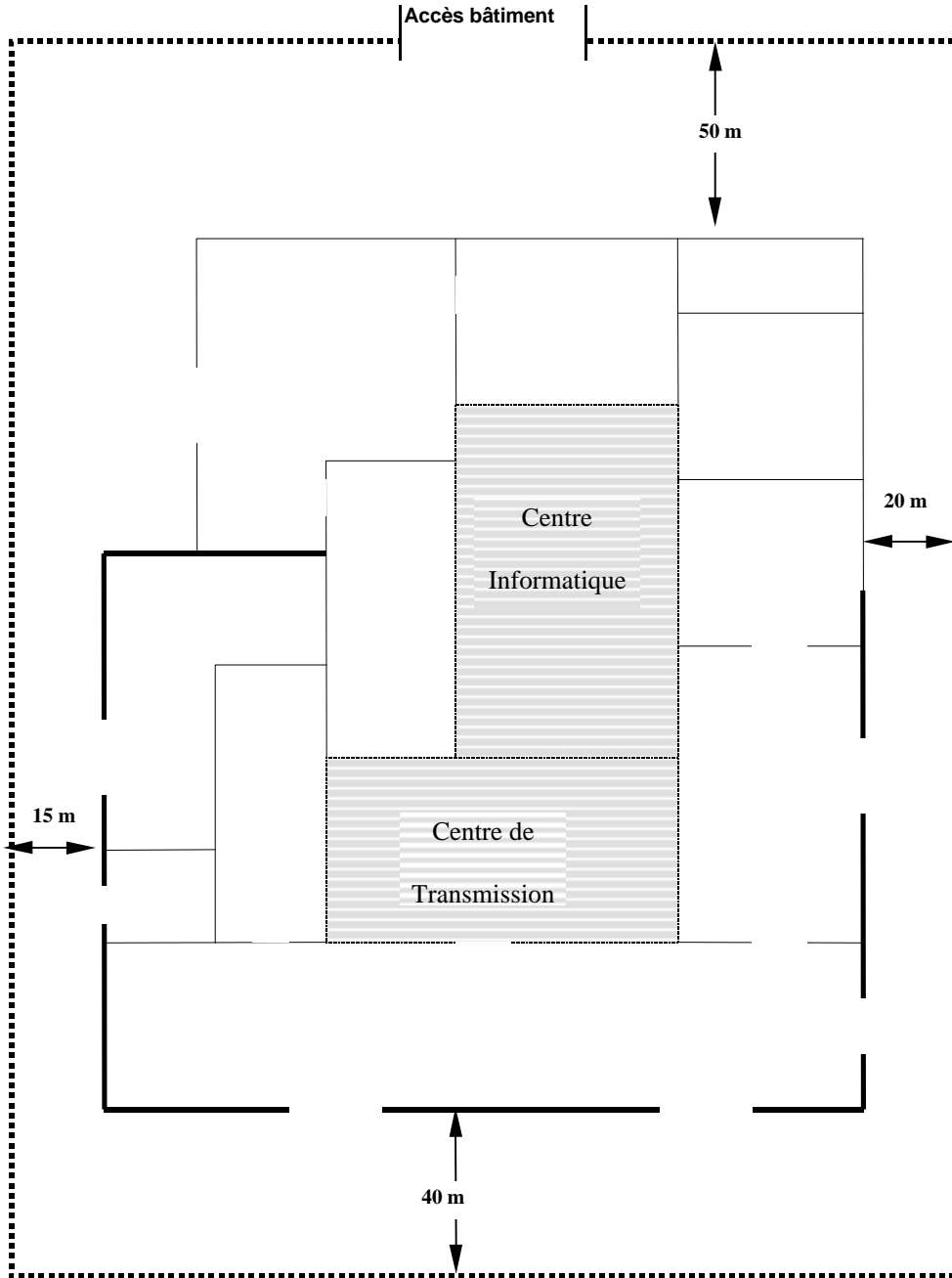
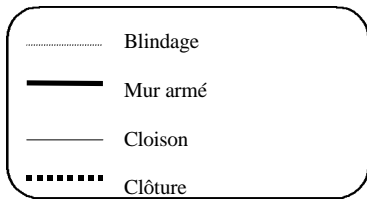


figure 1
Bâtiment type

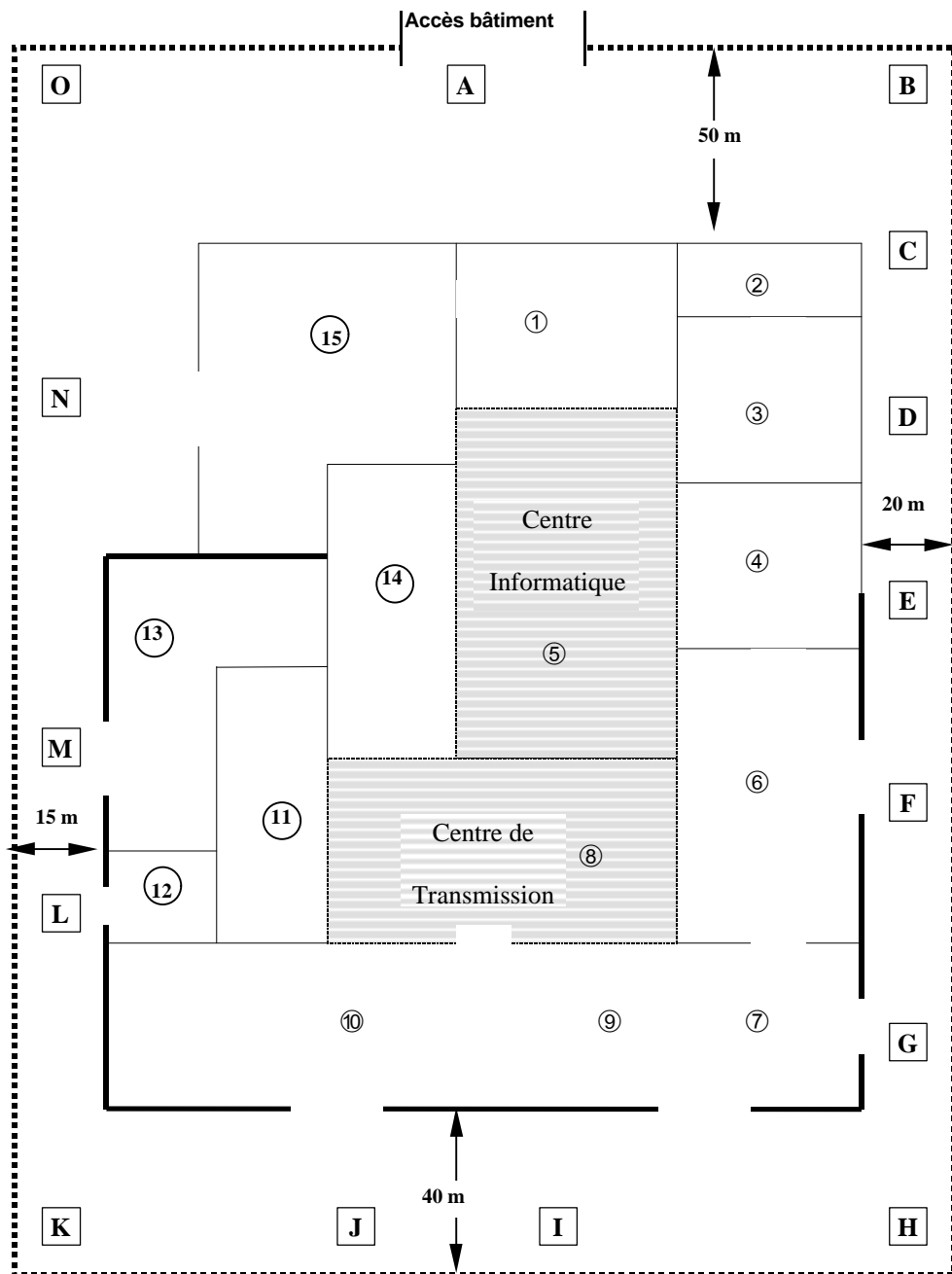
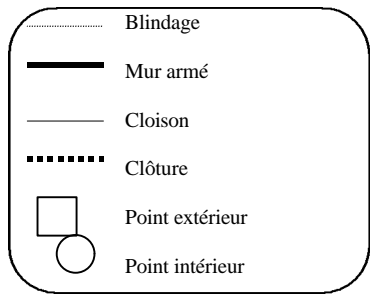


figure 2
 Emplacement des points de mesure

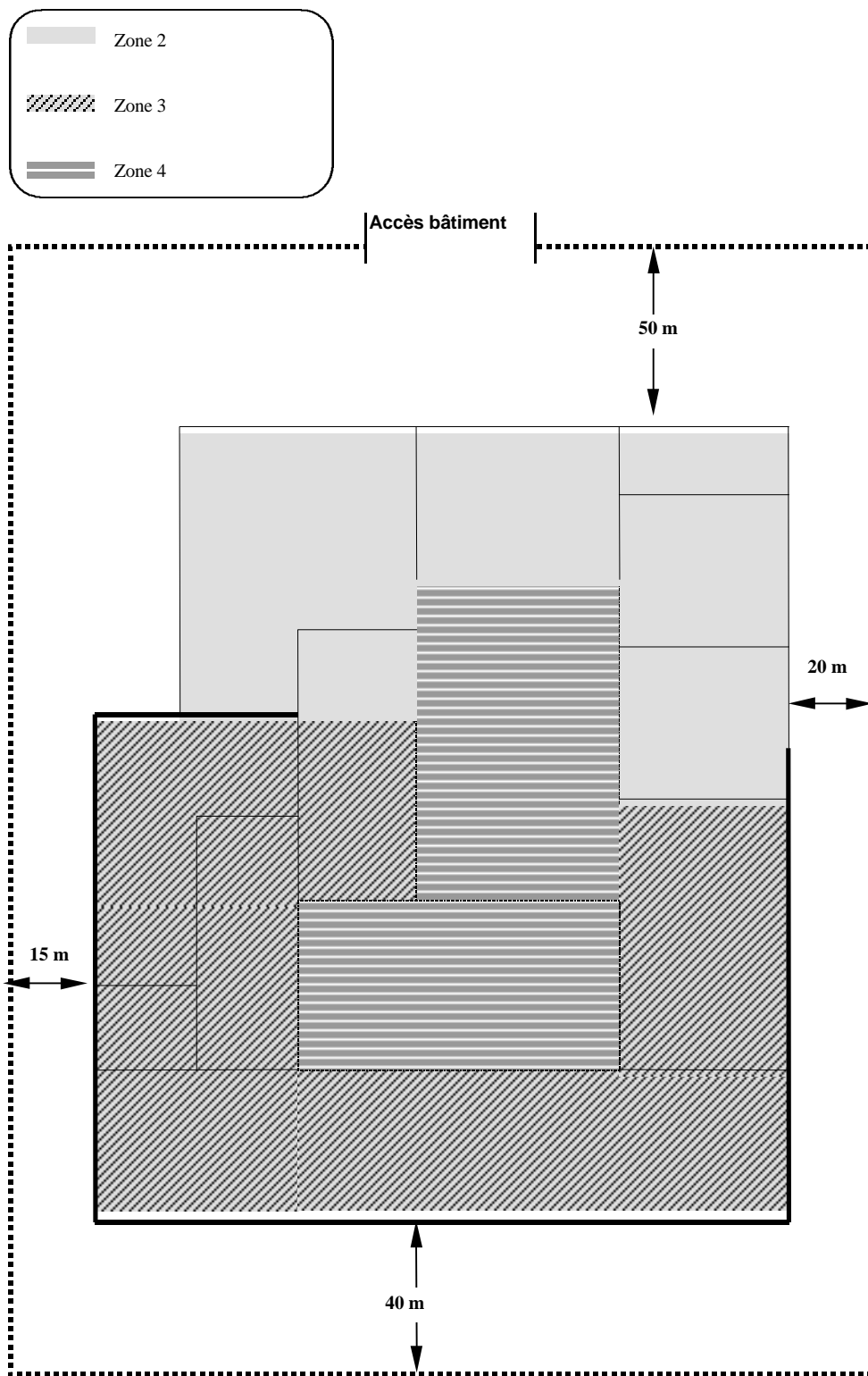


figure 3
Bâtiment avec différentes zones