



SATISHIELDING

**PRODUITS
DE BLINDAGE
ÉLECTROMAGNÉTIQUE**

WWW.SATISHIELDING.COM

SATI SHIELDING

La société Sati Shielding S.r.l. a été créée le 23 décembre 2015, grâce à la fusion de différentes compétences professionnelles : le savoir-faire marketing et organisationnel d'une société historique dans le secteur électrique industriel et le savoir-faire conceptuel d'une équipe d'ingénieurs électriciens de l'École polytechnique de Turin.

Sati Shielding S.r.l. est une nouvelle organisation spécialisée dans les solutions de : « Blindage électromagnétique » et s'efforce de résoudre les problématiques liées à l'atténuation des champs électromagnétiques à toutes les **étapes**:

- Évaluation de l'impact sur l'environnement;
- Conception du dispositif de blindage ou d'atténuation;
- Produits et solutions;
- Guide à l'installation;
- Essai final et rapport technique.

Le principal objectif de la nouvelle structure, qui continuera à proposer les produits et services actuels, consistera à gérer toutes les demandes du marché en Italie et à l'étranger en matière d'atténuation des champs électromagnétiques.

L'offre de **produits, solutions** et **services** de Sati Shielding S.r.l. comprend:

- Une gamme de plaques de blindage WPL et WPM ;
- Une gamme de canaux de blindage;
- Une gamme destinée au blindage souterrain (caniveau enterré et zone de jonction);
- Solutions de blindage Sur mesure pour les postes de transformation;
- Solutions de blindage Sur mesure pour les machines industrielles;
- Logiciel MAGIC® pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement;

Le siège et les services administratifs sont situés à Cascine Vica - Rivoli, dans la province de Turin. L'organisation internationale consiste en : un service d'ingénierie et de conception, un service commercial, un service marketing, un service de comptabilité et un laboratoire d'essai.

L'organisation de la société Sati Shielding S.r.l. s'appuie également sur un réseau de consultants CEM continues opérant sur l'ensemble du territoire italien et sur quelques agences de vente situées en certains points stratégiques de la péninsule.

Sati Shielding S.r.l. fait son entrée sur le marché avec un catalogue produits et un site internet - www.satishielding.fr - en anglais, français, allemand et espagnol.



Sati Shielding S.r.l.
 Via Ferrero, 10
 10098 Rivoli - Cascine Vica (TO)
 Italie
 Tel. +39.011.95.90.111
 Fax +39.011.95.90.230
shielding@satishielding.com
www.satishielding.com

Pour contacter notre réseau de vente ou de conseil,
 consulter le site internet **www.satishielding.com**





Spectre électromagnétique

4

Introduction au blindage

5

Effet des champs électromagnétiques sur les personnes

6

Sortie des transformateurs MT/BT

8

Lignes de distribution et chemin de câbles de blindage

10

Description des matériaux de blindage

12

Législation, réglementation et recommandations

14

Évaluation et conception

17

Évaluation de l'impact des champs électromagnétiques sur l'environnement

18

Conception du dispositif de blindage

20

Produits et solutions

23

Plaques de blindage - Présentation du produit

24

Plaques de blindage WPL

29

Plaques de blindage WPM

30

Plaques de blindage

31

Blindage des postes de distribution d'énergie avec zone tampon 0 : Poste FRzero

32

Structure de blindage autoportante

34

Chemins de câbles et couvercles de blindage

36

Lignes de blindage souterraines

38

Logiciel MAGIC®

41

Installation

47

Guide d'installation des plaques plates

48

Conception structurelle des plaques de blindage

52

Guide d'installation des chemins de câbles de blindage

53

Guide d'installation des chemins de câbles pour lignes souterraines

54

Installation de la zone de jonction du blindage

55

Guide étape par étape d'utilisation du logiciel MAGIC®

57

Exemples d'installation

61

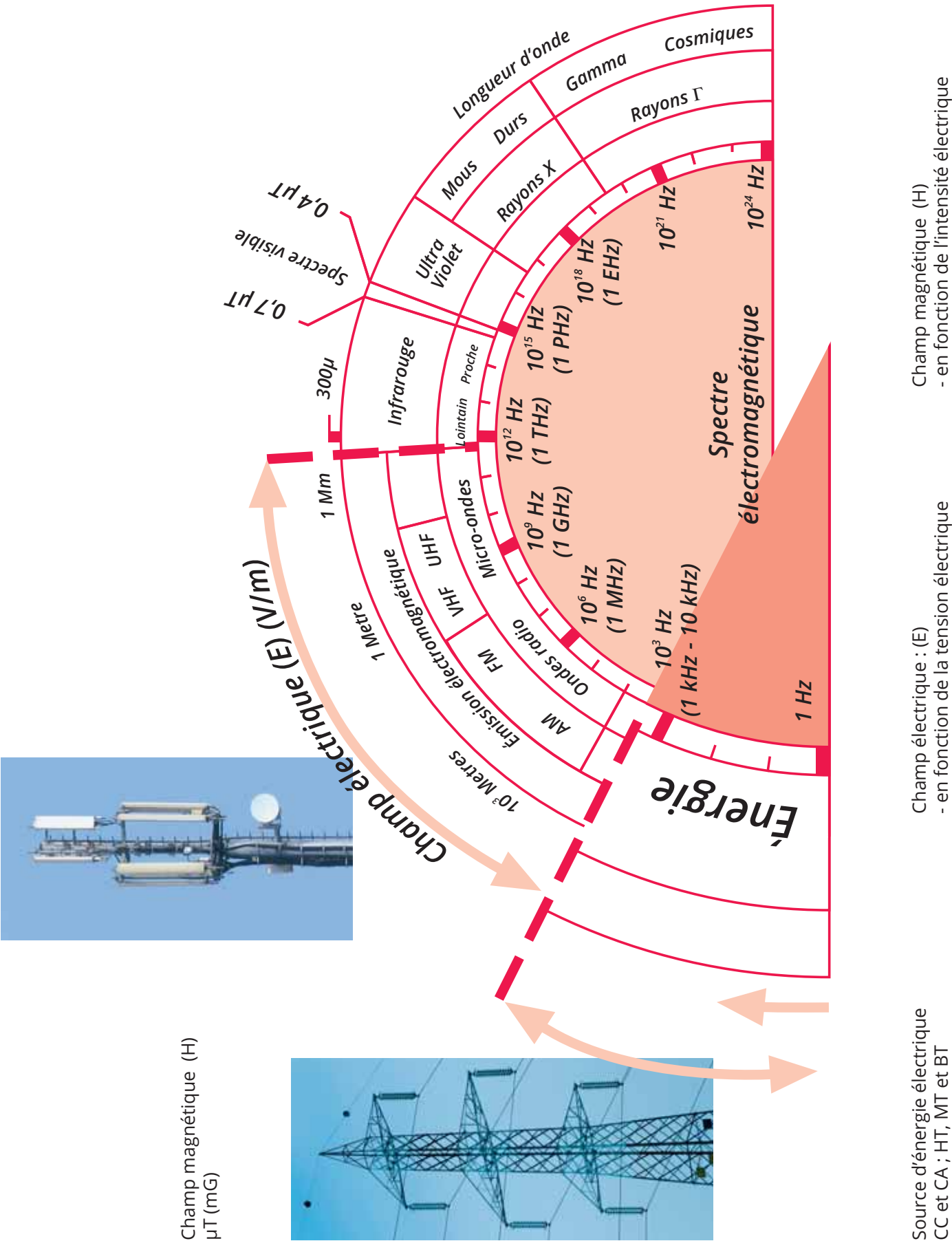
Essai final et rapport technique

64

Certifications

66

Spectre électromagnétique



Introduction au blindage

Dans tous les milieux, résidentiels et professionnels, sont présents des champs électromagnétiques susceptibles de se créer naturellement, sous l'effet de la lumière ou bien générés artificiellement par la présence dense de centrales et dispositifs électriques. Au cours du vingtième siècle, l'exposition environnementale aux champs électromagnétiques artificiels a constamment augmenté avec l'énorme accroissement de la demande d'énergie, le développement continu des technologies sans fil et en raison des changements des communications et des méthodes de travail.

Lorsque des personnes sont exposées à des champs électromagnétiques, leur corps absorbe de l'énergie. Ceci perturbe l'équilibre naturel de l'organisme et, tandis la communauté scientifique et médicale recherche des preuves formelles, il est important de protéger les personnes des éventuelles effets à long terme des champs électromagnétiques.

L'intérêt accordé à la pollution électromagnétique a décliné au cours des dernières années suite aux recherches et études approfondies. Des ébauches de normes et de documents techniques ont été rédigées et des lois spécifiques ont été adoptées pour protéger les environnements présentant les risques les plus importants, tels que les lieux de travail. Il est donc fondamental d'évaluer le risque pour la santé humaine et de prendre des mesures afin de limiter l'exposition électromagnétique afin de garantir la santé et la sécurité au travail.

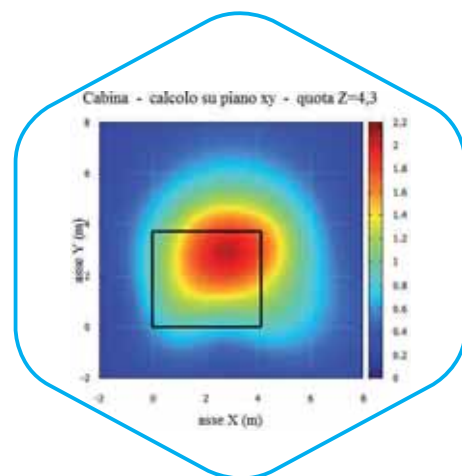
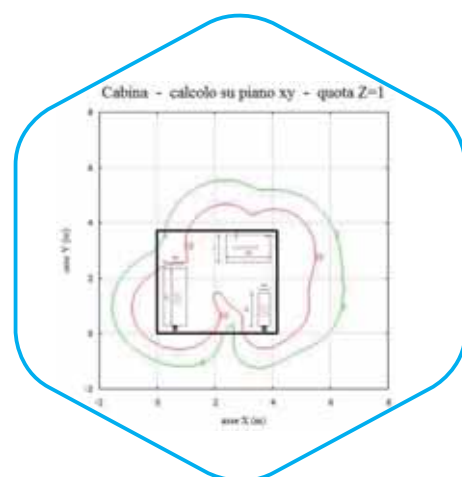
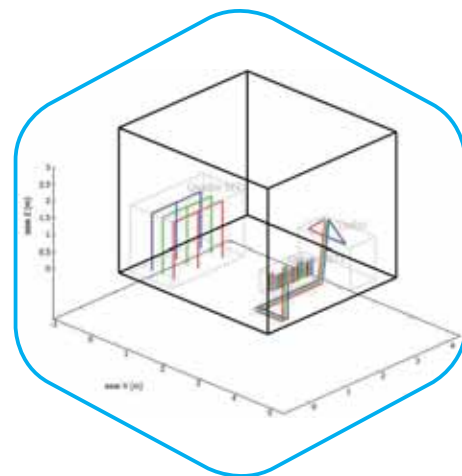
Outre leurs possibles effets sur la santé humaine, les champs électromagnétiques peuvent créer des perturbations et interférences avec l'équipement électronique. La législation européenne a donc établi des limites afin de garantir des performances sûres et appropriées des instruments.

Par conséquent, l'utilisation de systèmes de blindage est essentielle

dans tous les processus industriels qui impliquent une forte intensité ou l'utilisation de champs électriques ou magnétiques intenses. Elle permet de protéger à la fois les travailleurs et l'équipement électrique à proximité des sources des champs.

SatiShielding propose une vaste gamme de solutions de blindage en mesure d'atténuer les champs magnétiques à une fréquence civile ou industrielle. Tous les produits sont fabriqués à l'usine de Latina (Italie) et sont accompagnés d'un certificat délivré par l'École polytechnique de Turin.

SatiShielding est également en mesure de fournir toute l'assistance technique nécessaire, de la conception à la mise en œuvre des solutions de blindage les plus appropriées.



Exemple d'« Évaluation de l'impact sur l'environnement » d'un poste de transformation MT/BT

Effet des champs électromagnétiques sur les personnes

Les champs électriques et magnétiques qui varient dans le temps interagissent avec les particules électriquement chargées qui composent la matière. Leur interaction avec les systèmes biologiques allant des structures cellulaires de base aux organismes complexes tels que les plantes et les animaux est particulièrement intéressante.

Pour quantifier correctement l'énergie absorbée par un matériau, et notamment par un tissu humain, on utilise des quantités dosimétriques. La dosimétrie exprime la densité de courant et de puissance et l'énergie absorbée par unité de surface ou de volume telles que définies ci-dessous :

- **Densité de courant « J » :** Il s'agit du courant circulant à travers la section transversale d'un conducteur tel que le corps humain ou l'une de ses parties. Elle se mesure en A/m^2 .
- **Densité de puissance « S » :** elle est utilisée pour tous les types de courant à haute fréquence lorsque la profondeur de pénétration est faible. Elle se calcule comme la puissance de rayonnement perpendiculaire à la surface divisée par l'aire de cette surface et s'exprime en W/m^2 .
- **Absorption spécifique d'énergie « AS » :** elle se définit comme l'énergie absorbée par unité de masse de tissu biologique et s'exprime en J/kg .
- **Débit d'absorption spécifique d'énergie « DAS » :** il s'agit du débit moyen d'absorption d'énergie par unité de masse de tissu humain pour l'ensemble du corps ou des parties du corps spécifiées. Elle sert à évaluer et, le cas échéant, à limiter le dépôt excessif d'énergie dans de petites parties du corps en cas de conditions d'exposition particulières. On utilise aussi bien le DAS, calculé comme moyenne sur l'ensemble du corps, que les valeurs relatives à des parties localisées du corps. Elle se mesure en W/kg .

Les quantités susmentionnées servent de références pour mesurer les effets sur le corps humain et pour définir les limites d'exposition. Il n'est toutefois pas possible de les mesurer directement sur l'individu exposé pour évaluer l'intensité du rayonnement. On utilise à la place des quantités physiques mesurables tels que le champ magnétique et l'induction. Cette limite signifie que les quantités, qui sont obtenues à travers des modèles mathématiques qui simulent le comportement du corps humain, sont définies en termes de modules de l'induction magnétique et du champ magnétique.

À basses fréquences, les tissus du corps sont capables de faire écran et d'atténuer ainsi le champ électrique, alors que les champs magnétiques ou l'induction magnétique ne sont pas bloqués par les tissus qui n'atténuent donc pas leurs effets. Il est donc évident qu'à basses fréquences, le champ magnétique est le principal facteur polluant qui affecte les propriétés biologiques. Les effets directs, aigus ou à court terme des champs électromagnétiques sont bien représentés par la densité de courant (A/m^2).

Densité de courant J [mA/m^2]	Symptômes
$J > 1000$	Extrasystoles et fibrillation
$100 < J < 1000$	Stimulation des tissus : risques potentiels
$10 < J < 100$	Symptômes possible au niveau du système nerveux
$1 < J < 10$	Effets mineurs

Effet des champs électromagnétiques sur les personnes

Un autre type d'impact sur la santé résultant de l'exposition prolongée (peut-être pendant des années) à des niveaux de champ électromagnétique encore inférieurs à ceux liés aux effets à court terme doit être mesuré à long terme. Tout ce que l'on sait des effets des champs électriques et magnétiques variables dans le temps est lié à l'induction des champs et courants à l'intérieur du corps exposé.

Les champs électriques exercent des forces sur toute particule électriquement chargée, comme par exemple les ions contenus dans les liquides. Par conséquent, toutes les particules couvertes par un champ électrique se déplacent pour atteindre un équilibre électrostatique, et c'est pourquoi le champ est nul dans le corps humain. Si le champ magnétique est variable dans le temps, les charges électriques, qui cherchent constamment à atteindre l'équilibre, modifient leur position selon le signe du champ, créant ainsi un mouvement fluctuant des charges à la surface (courant électrique induit par le champ électrique variable) dont l'intensité augmente avec l'augmentation de la fréquence à laquelle change le champ magnétique.

Toutefois, pour un champ magnétique variable dans le temps, le mécanisme en jeu est différent, puisqu'il génère dans l'espace environnant un champ électrique qui varie dans le temps. Si le champ électrique variable est produit à l'intérieur du corps humain, il génère un courant électrique selon la loi d'Ohm : $J = \sigma E$.

À la différence d'un champ électrique qui génère des courants à la surface du corps en tant que source principale, un champ magnétique provoque des courants de circulation à l'intérieur du corps et affecte ainsi les parties les plus délicates.

Le champ électrique généré par un champ magnétique est caractérisé par une distribution spatiale variable que l'on peut représenter sous forme de lignes de champ fermées sur elles-mêmes et reliées aux lignes de champ magnétique (voir la Figure 1).

L'induction des champs électriques et des courants à l'intérieur du corps humain causent deux effets biologiques qui constituent tous deux des risques potentiels pour la santé. Le premier est lié à la stimulation électrique des muscles et des nerfs, tandis que le second est ce qu'on appelle l'effet Joule thermique.

Lorsque les effets de ces deux phénomènes se manifestent immédiatement après l'exposition aux champs, on peut parler d'effets à court terme. Lorsqu'ils surviennent plusieurs années après une exposition prolongée à de moindres valeurs de champ, on parle d'effets à long terme.

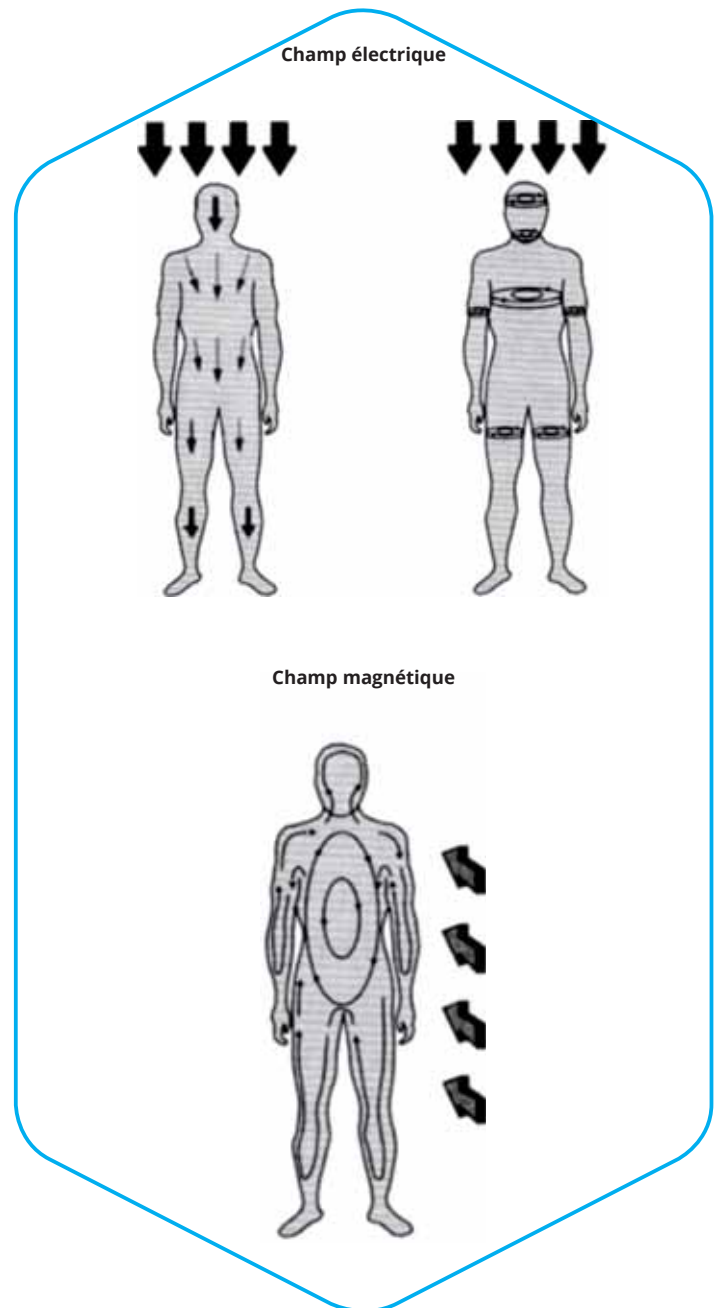


Fig. 1 - Courants induits dans le corps sous l'effet de l'exposition à un champ E (vertical) ou à un champ H (vertical ou horizontal)

Sortie des transformateurs MT/BT

L'une des principales causes d'exposition aux champs magnétiques dans les postes de transformation MT/BT est la sortie du transformateur BT.

Comme illustré sur la Fig. 2, la sortie est équivalente aux trois sections du conducteur qui sont espacées à la même distance que les pôles du transformateur (D) du côté du transformateur. Elles sont plus rapprochées (d) de l'autre côté, où elles forment le faisceau de câbles allant vers le poste de distribution BT. La hauteur des câbles est un paramètre qui peut varier en fonction de l'installation. Les distances sur les divers axes (en référence à la Fig. 2) lorsque l'induction magnétique est égale à $3 \mu\text{T}$ (objectif de qualité) ont été calculées sur la base de la puissance nominale, et donc des courants BT secondaires. Les résultats sont indiqués dans les Tableaux 1, 2 et 3 respectivement pour x , y et z .

Comme l'indiquent les tableaux, la sortie BT est une composante polluante substantielle et pour puissances particulièrement élevées, les distances de sécurité peuvent dépasser 10 mètres.

Lorsque les postes sont situés à proximité d'environnements civils, commerciaux ou industriels où il est impératif de satisfaire l'objectif de qualité, il est nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs de blindage à presque tous les niveaux d'alimentation électrique.

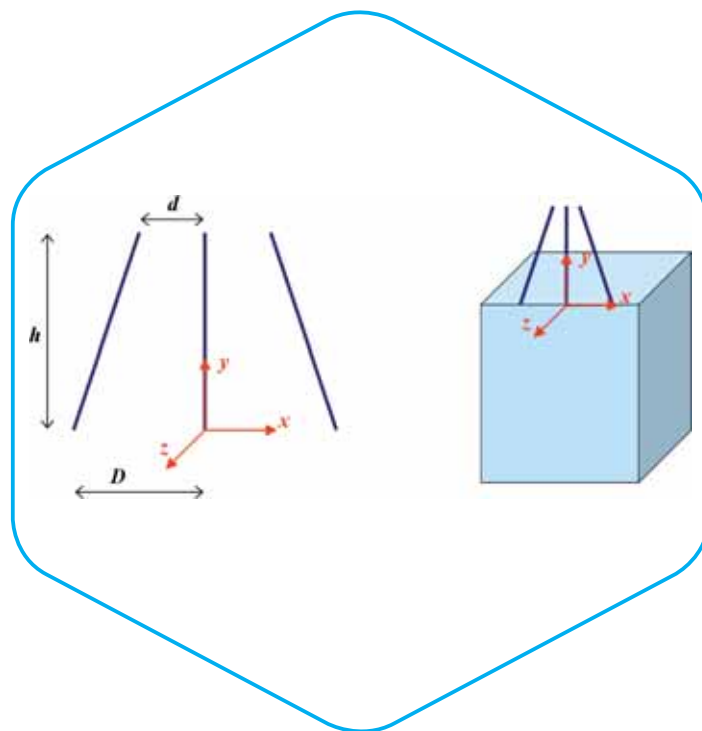


Fig. 2 - Représentation graphique d'un transformateur MT/BT avec sortie BT vers le haut.

Tableau 1. Distance par rapport au centre des coordonnées du dispositif le long de l'axe X pour obtenir $3 \mu\text{T}$.

Puissance nominale	Puissance nominale secondaire	$h=0.5 \text{ (m)}$	$h=0.6 \text{ (m)}$	$h=0.7 \text{ (m)}$	$h=0.8 \text{ (m)}$	$h=0.9 \text{ (m)}$	$h=1.0 \text{ (m)}$
250	361	2.47	2.69	2.90	3.09	3.26	3.43
315	455	2.77	3.03	3.25	3.47	3.68	3.86
400	577	3.13	3.41	3.68	3.92	4.14	4.36
500	722	3.49	3.81	4.11	4.38	4.64	4.88
630	909	3.91	4.28	4.61	4.92	5.22	5.49
800	1155	4.41	4.82	5.20	5.55	5.88	6.19
1000	1443	4.93	5.39	5.81	6.21	6.58	6.93
1250	1804	5.50	6.03	6.50	6.94	7.35	7.75
1600	2309	6.23	6.81	7.35	7.86	8.32	8.77
2000	2887	6.96	7.61	8.22	8.78	9.31	9.81
2500	3608	7.78	8.51	9.19	9.82	10.41	10.97

Sortie des transformateurs MT/BT

Tableau 2. Distance par rapport au centre des coordonnées du dispositif le long de l'axe Y pour obtenir 3 μ T.

Puissance nominale	Puissance nominale secondaire	h=0.5 (m)	h=0.6 (m)	h=0.7 (m)	h=0.8 (m)	h=0.9 (m)	h=1.0 (m)
250	361	3.10	3.14	3.16	3.20	3.23	3.26
315	455	3.54	3.57	3.60	3.63	3.67	3.69
400	577	4.10	4.13	4.16	4.19	4.22	4.25
500	722	4.65	4.68	4.70	4.73	4.77	4.79
630	909	5.27	5.30	5.32	5.35	5.39	5.41
800	1155	6.05	6.08	6.11	6.14	6.16	6.20
1000	1443	6.87	6.90	6.93	6.96	6.99	7.02
1250	1804	7.86	7.88	7.90	7.94	7.96	7.99
1600	2309	9.05	9.07	9.09	9.12	9.14	9.18
2000	2887	10.37	10.39	10.42	10.45	10.47	10.50
2500	3608	11.94	11.96	11.98	12.01	12.04	12.07

Tableau 3. Distance par rapport au centre des coordonnées du dispositif le long de l'axe Z pour obtenir 3 μ T.

Puissance nominale	Puissance nominale secondaire	h=0.5 (m)	h=0.6 (m)	h=0.7 (m)	h=0.8 (m)	h=0.9 (m)	h=1.0 (m)
250	361	3.26	3.36	3.47	3.59	3.70	3.82
315	455	3.72	3.83	3.95	4.07	4.21	4.33
400	577	4.29	4.41	4.54	4.68	4.81	4.96
500	722	4.86	4.99	5.14	5.28	5.43	5.59
630	909	5.51	5.66	5.81	5.97	6.14	6.32
800	1155	6.32	6.48	6.65	6.82	7.01	7.20
1000	1443	7.18	7.34	7.52	7.71	7.92	8.13
1250	1804	8.17	8.35	8.54	8.75	8.96	9.19
1600	2309	9.39	9.59	9.80	10.02	10.26	10.50
2000	2887	10.74	10.94	11.17	11.40	11.65	11.92
2500	3608	12.33	12.53	12.76	13.02	13.28	13.56

Remarques:

- (1) Le paramètre D est une valeur moyenne indépendante de la marque des transformateurs.
- (2) Le paramètre d est calculé en fonction du diamètre des câbles de sortie.

Lignes de distribution et chemin de câbles de blindage

Les câbles électriques unipolaires sont communément utilisés pour les lignes de distribution de courant dans les secteurs industriel et civil. Un exemple classique est représenté par l'alimentation des moteurs des dispositifs de climatisation, où l'on trouve souvent plusieurs câbles utilisés en parallèle, ajoutant des milliers d'ampères. Le niveau d'exposition déterminé par l'induction doit évidemment être correspondre à l'objectif de qualité (3 μ S), mais des limites plus restrictives sont parfois imposées (0,1 μ T près des microscopes électroniques, par exemple).

La Figure 3 représente la carte en couleur de l'induction magnétique d'une ligne triphasée comportant des câbles de 400 m² avec un courant admissible de 605 A.

On peut voir que pour rester sous 3 μ T, la distance par rapport au centre de la ligne est d'environ 1,4 m. Le Tableau 4 indiquent les valeurs de zone tampon associées à l'induction de 3 μ T pour des lignes allant jusqu'à 2000 A composées de câbles unipolaires en parallèle.

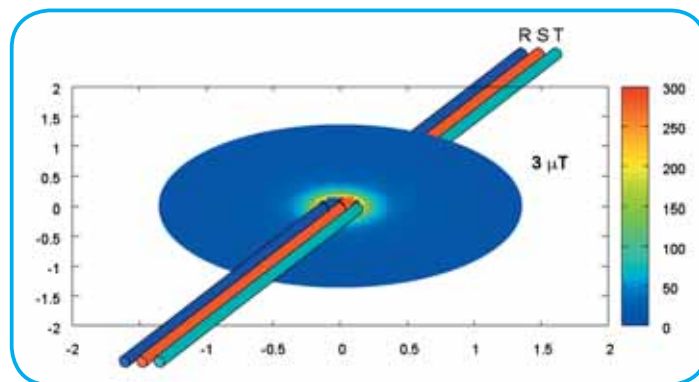


Fig. 3 - Carte en couleur de l'induction magnétique d'une ligne triphasée comportant des câbles de 400 m² avec un courant admissible de 605 A.

Tableau 4.

Capacité thermique de la ligne (A)	Diamètre nominal des conducteurs (mm ²)	Ordre des phases	Distance de protection 3 μ T (m)
88	16	RST	0.24
117	25	RST	0.30
144	35	RST	0.37
175	50	RST	0.45
222	70	RST	0.55
269	95	RST	0.65
312	120	RST	0.74
355	150	RST	0.83
417	185	RST	0.95
490	240	RST	1.10
530	300	RST	1.21
605	400	RST	1.39
834	2x185	RRSSTT	1.90
980	2x240	RRSSTT	2.20
1251	3x185	RRRSSSTTT	2.85
1470	3x240	RRRSSSTTT	3.30
1668	4x185	RRRRSSSSTTTT	3.80
1960	4x240	RRRRSSSSTTTT	4.4

Lignes de distribution et chemin de câbles de blindage

Les chemins de câbles de blindage sont caractérisés par des performances de blindage élevées avec un facteur d'écran d'environ 30. Le Figure 4 représente la carte en couleur de l'induction magnétique d'une ligne triphasée comportant des câbles de 400 mm² avec un courant admissible de 605 A. La comparaison avec les niveaux d'induction en absence de blindage est évidente. La réduction des niveaux d'induction implique une réduction significative des zones tampons. Le Tableau 5 indiquent les bandes correspondant aux différentes lignes insérées dans le caniveau de blindage tandis que la Figure 4 indique la comparaison entre les bandes tampons avec et sans caniveau de blindage.

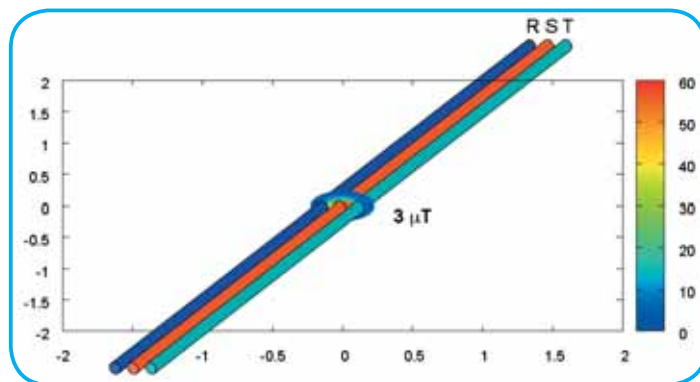


Fig. 4 - Carte en couleur de l'induction magnétique d'une ligne triphasée comportant des câbles de 400 m² avec un courant admissible de 605 A, placés dans un caniveau de blindage

Tableau 5.

Capacité thermique de la ligne (A)	Diamètre nominal des conducteurs (mm ²)	Ordre des phases	Distance de protection 3 μT (m)
88	16	RST	-
117	25	RST	-
144	35	RST	-
175	50	RST	-
222	70	RST	-
269	95	RST	-
312	120	RST	-
355	150	RST	0.15
417	185	RST	0.17
490	240	RST	0.20
530	300	RST	0.21
605	400	RST	0.25
834	2x185	RRSSTT	0.35
980	2x240	RRSSTT	0.40
1251	3x185	RRRSSSTTT	0.52
1470	3x240	RRRSSSTTT	0.60
1668	4x185	RRRRSSSTTTT	0.69
1960	4x240	RRRRSSSTTTT	0.80

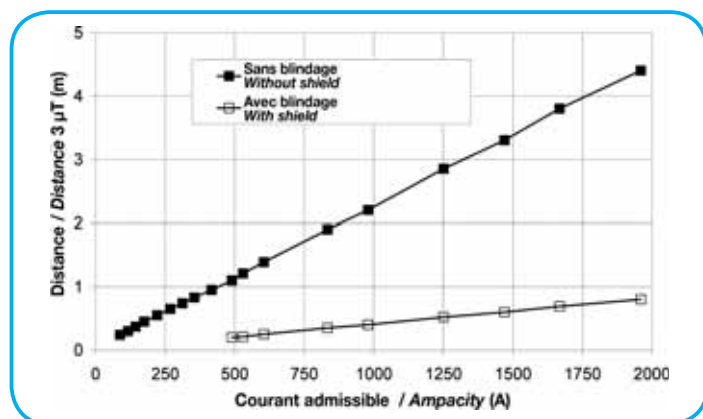


Fig. 4a - Comparaison entre la distance de protection à 3 μT (m) avec et sans caniveau de blindage.

Description des matériaux de blindage

L'atténuation de l'induction magnétique s'effectue, pour les plaques de blindage et les chemins de câbles de blindage, en apposant des écrans magnétiques composés de deux matériaux différents:

- Un matériau à haute perméabilité magnétique.
- Un matériau à haute conductivité électrique.

L'effet de l'incorporation des deux matériaux s'observe clairement à partir de simulations effectuées à l'aide d'un logiciel spécifique qui permet de visualiser l'évolution des lignes de champ pour les matériaux de blindage lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique généré par une bobine. La Figure 5, qui montre également l'évolution des lignes de champ en l'absence d'un dispositif de blindage, démontre clairement l'efficacité des matériaux de blindage:

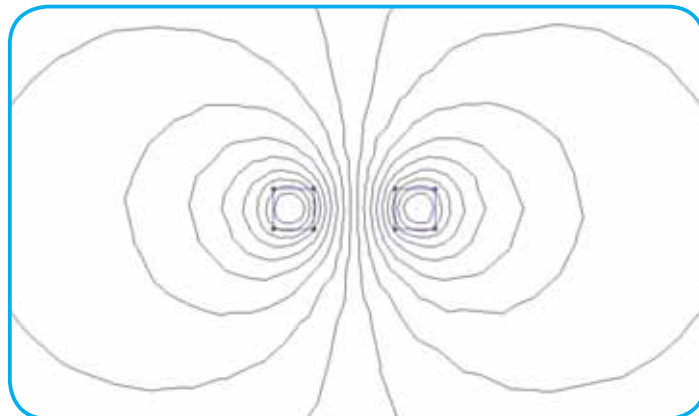


Fig. 5 - Champ magnétique produit par une bobine en présence et en absence de blindage.

La couche de matériau à haute perméabilité élimine l'induction magnétique à travers l'absorption du champ magnétique. Il se comporte de manière similaire à un « parapluie » de blindage, la protection de l'intensité du champ magnétique pouvant être très élevée à proximité de l'écran, mais tendant à diminuer en s'éloignant de celui-ci.

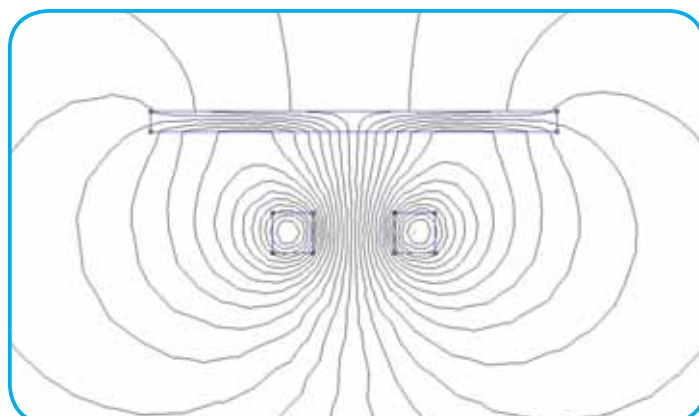


Fig. 6 - Champ magnétique produit par une bobine avec blindage ferromagnétique.

En présence d'un champ magnétique variable (champ d'induction), la couche de matériau à haute conductivité électrique devient le lieu de déplacement du courant, qui génère à son tour un champ magnétique de réaction (champ induit). Les effets combinés des champs inducteur et induit entraînent une réduction globale du champ magnétique total.

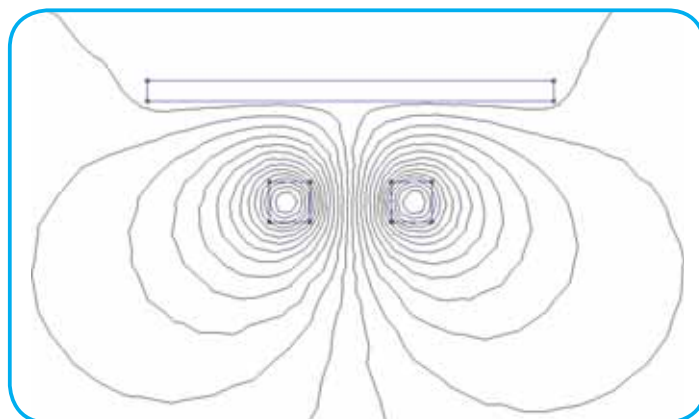


Fig. 7 - Champ magnétique produit par une bobine avec un blindage conducteur.

La combinaison des deux matériaux, magnétique et conducteur, peut créer de bonnes capacités de blindage, à la fois à courte distance, principalement grâce à l'écran magnétique, et à longue distance, grâce à l'écran conducteur.



SATISHIELDING

Législation, réglementation et recommandations

14

Législation, réglementation et recommandations

Exposition du grand public

La situation en matière de protection contre l'exposition aux champs électromagnétiques en **Europe** et **hors de l'Europe** n'est pas homogène. En Europe, en 1999, le Conseil de l'Union Européenne a publié une recommandation (1999/519/CE, désignée ci-après comme « la Recommandation ») sur la limitation de l'exposition du grand public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz). La Recommandation indique des niveaux de référence pour l'intensité des champs électromagnétiques aux différentes fréquences.

Les limites définies dans la Recommandation et la directive découlent des lignes directrices de 1998 relatives à la limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques variables dans le temps établies par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP), comme reporté dans le Tableau 6.

L'ICNIRP a publié de nouvelles lignes directrices relatives aux champs électromagnétiques de fréquences comprises entre 1 Hz et 100 kHz en 2010, mais celles-ci n'ont pas encore conduit au changement de la législation européenne.

La Recommandation n'étant pas contraignante légalement, la politique en matière de champs électromagnétiques dans les états membres peut se diviser en trois approches.

Dans le premier groupe d'états membres, la Recommandation a été transposée dans la législation nationale contraignante. Cela signifie que les niveaux de références et restrictions de base doivent impérativement être appliqués. Les états membres de ce groupe sont la **République tchèque, L'Estonie, la Grèce, la Hongrie, le Luxembourg, le Portugal et la Roumanie**.

Au **Luxembourg**, il existe également une recommandation ministérielle de ne créer aucun espace d'habitation à proximité immédiate des lignes électriques aériennes (dans un rayon de 20 mètres pour les lignes à 65 kV et de 30 mètres pour les lignes de 100 à 220 kV).

Enfin, en **Allemagne** et en **Slovaquie**, les niveaux de référence indiqués dans la Recommandation sont appliqués sans référence aux restrictions de base.

Dans le deuxième groupe d'états membres, les limites nationales basées sur la Recommandation européenne ou l'ICNIRP ne sont pas contraignantes, les limites sont moins strictes ou il n'existe pas de réglementation en la matière. Les états membres de ce groupe sont **l'Autriche, Chypre, le Danemark, la Finlande, l'Irlande, la Lettonie, Malte, les Pays-Bas et le Royaume-Uni**. Dans certains de ces pays, il a été conseillé d'adopter une politique de prévention, à laquelle les compagnies d'électricité et le gouvernement peuvent volontairement se conformer (voir ci-dessous). **L'Espagne** ne dispose pas de législation relative à l'exposition du grand public aux champs électromagnétiques de 50 Hz, mais certains gouvernements régionaux interdisent la construction de nouvelles lignes électriques près des habitations, écoles et lieux publics.

Dans le troisième groupe d'états membres, il existe des restrictions de base plus strictes et/ou des niveaux de

référence basés sur le principe de précaution. Un bref récapitulatif est fourni pour chaque état membre :

Belgique : Depuis 1987, la limite fédérale concernant l'intensité du champ électrique est égale au niveau de référence établi par la Recommandation. Dans les Flandres, une décision relative aux environnements intérieurs, en vigueur depuis 2004, limite l'induction magnétique dans les habitations et bâtiments accessibles au public à 10 μ T.

Danemark : L'Agence Nationale de la Santé danoise a recommandé en 1993 de ne pas construire de nouvelles habitations ou établissements pour enfants à proximité de lignes électriques ni de nouvelles lignes électriques près d'habitations ou d'établissements pour enfants. La distance exacte était à établir en fonction de considérations pragmatiques. Au Danemark, le secteur de l'électricité et le gouvernement local ont décidé que des mesures à un coût raisonnable doivent être envisagées pour atténuer le champ magnétique si l'exposition annuelle moyenne est supérieure à 0,4 μ T. Comme l'avis de l'Agence nationale de la santé, l'accord s'applique uniquement aux nouveaux projets.

Italie : Les limites de base en termes d'induction magnétique sont identiques aux niveaux de références indiqués dans la Recommandation. Une « valeur d'attention » de 10 μ T s'applique aux situations existantes avec une exposition pendant plus de 4 heures dans les habitations, terrains de jeu et écoles. Un « objectif qualité » de 3 μ T s'applique à la construction de nouvelles habitations, terrains de jeu ou écoles près de lignes électriques ou de postes primaires ou secondaires et inversement.

Une autre restriction importante concernant les champs magnétiques à basse fréquence a été introduite en **France** depuis 2013. Le « Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie » a publié des indications concernant le niveau maximum d'induction magnétique dans les zones sensibles telles que les hôpitaux, maternités, crèches, écoles maternelles, écoles primaires, etc.

Sa valeur moyenne est de 0,4 μ T sur 24 h. Afin de respecter cette limite, une distance de conformité (« bordure de zone de prudence » associée à 1 μ T doit être garantie pour toute nouvelle installation telle que celle de câbles aériens ou enterrés, postes, etc.

Pays-Bas : Le Ministère des Infrastructures et de l'Environnement a recommandé aux autorités locales et aux compagnies d'électricité d'éviter de créer de nouvelles situations impliquant le séjour à long terme d'enfants dans des zones proches de lignes électriques aériennes à haute tension avec une induction moyenne annuelle supérieure à 0,4 μ T. Cet avis a été motivé par des études épidémiologiques qui ont démontré l'existence d'un lien entre la proximité des habitations aux lignes électriques aériennes et la leucémie de l'enfant.

Pologne : Une limite de 75 μ T s'applique aux champs magnétiques dans les zones comportant des habitations, des hôpitaux, des écoles et des écoles maternelles.

Slovénie : Une limite de 10 μ T s'applique aux sources nouvelles ou modifiées situées près d'habitations, d'écoles, d'écoles maternelles, d'hôpitaux, de maisons de

Législation, réglementation et recommandations

santé, de terrains de jeu, de parcs, d'espaces de loisir, de bâtiments publics et de bâtiments à vocation touristique.

Serbie : Une limite de 40 μT s'applique aux sources situées près des habitations, écoles, écoles maternelles, hôpitaux, terrains de jeu, parcs, espaces de loisir, bâtiments publics, etc.

Suède : Un guide destinés aux décideurs politiques a été publié en 1998, conjointement et à la législation et au Code de l'environnement, expliquant comment appliquer le principe de précaution aux champs électriques et magnétiques de 50 Hz. Pour les situations existantes, l'exposition à une induction magnétique très différente du fond naturel (0,1 μT du niveau de référence dans la Recommandation) doit être réduite, lorsque cela est possible, à un coût raisonnable et avec des conséquences raisonnables. Pour les nouvelles situations, un effort doit être fait pour réduire l'exposition lors de la conception et de la construction des sources.

Il existe également différentes approches de la limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques à fréquence industrielle hors de l'Europe.

En **Russie**, les règles générales en matière de protection sont établies par une loi-cadre de 1999. La limite d'exposition du publique pour les champs magnétiques est de 10 μT .

En **Suisse**, une ordonnance sur les rayonnements non ionisants est en vigueur depuis 1999. Des limites d'exposition identiques aux niveaux de référence établis par la Recommandation européenne s'appliquent à toutes les zones accessibles au public. Une limite de prévention plus stricte établissant un seuil d'induction magnétique d'1 μT s'applique aux nouvelles installations, à moins que leur propriétaire ne puisse démontrer que l'ordre des phases a été optimisé et que toutes les mesures techniques possibles et économiquement viables pour réduire l'exposition ont été adoptées. Pour les installations existantes, l'ordre des phases doit être optimisé en cas de dépassement de la limite préventive d'induction magnétique établie.

Aux **États-Unis**, aucune législation fédérale n'est en vigueur. Dans certains états (Colorado, Connecticut, Hawaii, Maryland, Ohio), des variantes du principe « d'évitement prudent » (prudent avoidance) ont été adoptées. Cela signifie que l'exposition du public aux champs électromagnétiques de 60 Hz doit être limitée de façon peu onéreuse. Dans d'autres états, des limites fixes allant de 20 μT à 240 μT sont établies pour les champs magnétique ou électrique des lignes électriques (Floride, Minnesota, Montana, New Jersey, New York, Oregon).

Normes internationales

La protection de la population (à laquelle les travailleurs non exposés professionnellement sont également assimilés) et des travailleurs professionnellement exposés a fait l'objet de lignes directrices rédigées par l'ICNIRP (Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants). Les niveaux définis par cette commission ont été inclus dans les différentes directives européennes qui ont été émises à partir de 2004 (Directive 2004/40/CE) jusqu'à l'actuelle, remontant à 2013 (2013/35/UE), mise en œuvre en Italie par le Décret-loi 159 du 1er août 2016. Ce décret, entré en vigueur à partir du 02/09/2016, a modifié le Titre VIII partie IV du Décret-loi 81/08.

Les tableaux ci-dessous contiennent les limites ICNIRP de 2010, actuellement en vigueur selon la loi 81 : « Texte unique sur la sécurité », en ce qui concerne la protection des travailleurs professionnellement exposés.

Tableau 8. Niveaux de référence établis par l'ICNIRP (2010) pour l'exposition sur le lieu de travail aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (valeurs quadratiques moyennes du champ non perturbé).

Plage de fréquence	Intensité E du champ électrique E (kV/m)	Intensité H du champ magnétique H (A/m)	Induction magnétique B (T)
1 Hz - 8 Hz	20	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$0.2 / f^2$
8 Hz - 25 Hz	20	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^{-2} / f$
25 Hz - 300 Hz	$5 \times 10^2 / f$	8×10^2	1×10^{-3}
300 Hz - 3 kHz	$5 \times 10^2 / f$	$2.4 \times 10^5 / f$	$0.3 / f$
3 kHz - 10 MHz	1.7×10^{-1}	80	1×10^{-4}

Remarque:

- f en Hz.

Legislation, Regulations and Recommendations

Tableau 9. Niveaux de référence établis par l'ICNIRP (2010) pour l'exposition du grand public aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (valeurs quadratiques moyennes du champ non perturbé).

Plage de fréquence	Intensité E du champ électrique E (kV/m)	Intensité H du champ magnétique H (A/m)	Induction magnétique B (T)
1 Hz - 8 Hz	5	$3.20 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^{-2} / f^2$
8 Hz - 25 Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
25 Hz - 50 Hz	5	1.6×10^2	2×10^{-4}
50 Hz - 400 Hz	$2.5 \times 10^2 / f$	1.6×10^2	2×10^{-4}
400 Hz - 3 kHz	$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^4 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
3 kHz - 10 MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

Remarque:

- f en Hz.

• Équipement électronique

Outre les limites d'exposition pour les personnes, la réglementation actuelle établit également les valeurs de protection pour l'équipement électronique. La norme **CEI EN 61000-4-8** exige que l'équipement ne soit pas exposé à des champs caractérisés par une induction magnétique supérieure à **3,78 μ T**.



Évaluation et conception

17

Évaluation de l'impact des champs électromagnétiques sur
l'environnement

18

Conception du dispositif de blindage

20

Évaluation de l'impact des champs électromagnétiques sur l'environnement

Champs électriques et magnétiques à fréquence industrielle

La société Sati Shielding S.r.l. effectue des évaluations des champs électriques et magnétiques générés par les infrastructures électriques (lignes, postes, équipement électrique industriel) et surveille également le territoire afin de contrôler le respect des limites d'exposition et des seuils d'attention. L'évaluation des champs électriques et magnétiques est très souvent imposée par la loi.

La société Sati Shielding S.r.l. utilise des codes informatiques bidimensionnels et tridimensionnels pour effectuer les évaluations des champs électrique et magnétiques, et le calcul correspondant de première et seconde approximation des zones tampons pour les champs générés par des infrastructures électriques telles que:

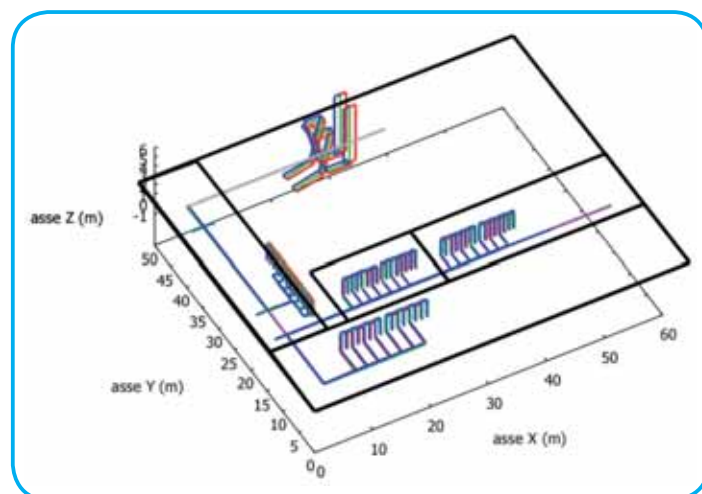
- lignes électriques (aériennes et souterraines);
- postes électriques (primaires et secondaires);
- équipement électrique industriel (machines à souder, chauffage par induction, etc.).

L'évaluation des niveaux des champs électriques et magnétiques produits par les infrastructures électriques doit être effectuée et les niveaux des champs doivent être conformes aux lois nationales.

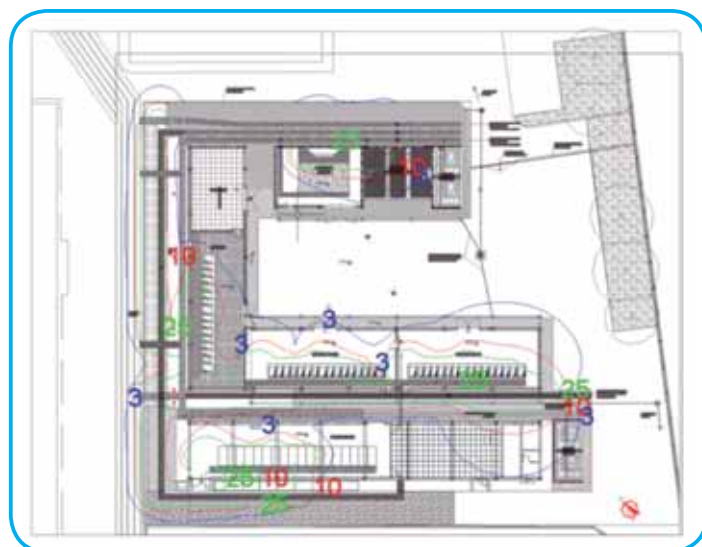
La complexité des sources examinées exige une évaluation plus précise, qui prend principalement en compte la tridimensionnalité de chaque source et l'effet produit par leur combinaison (superposition des effets).

La société Sati Shielding S.r.l. a donc développé un logiciel tridimensionnel : MAGIC®, qui prend ces aspects en compte et permet d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement qui soit conforme aux exigences susmentionnées.

Les cas d'un poste primaire et d'un poste secondaire sont exposés ci-dessous à titre d'exemple..

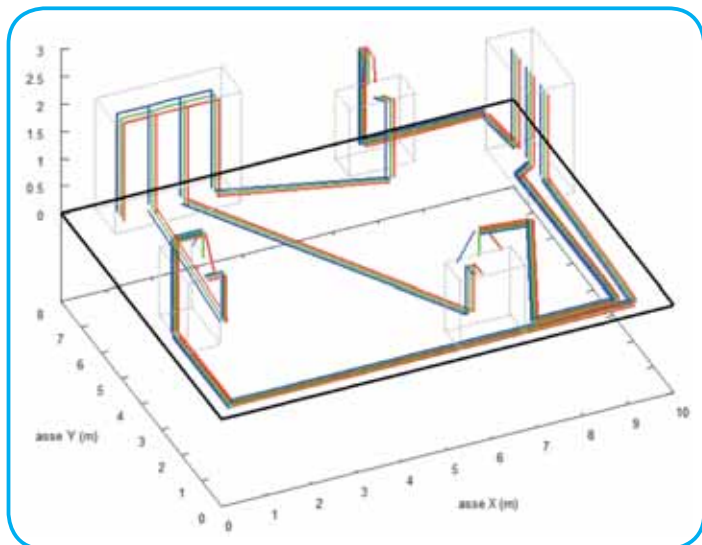


Modèle de poste primaire.

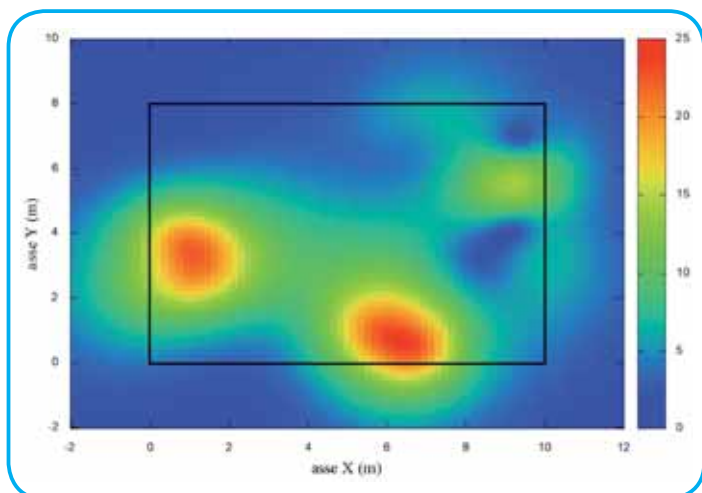


Niveaux d'induction liés au poste primaire.

Évaluation de l'impact des champs électromagnétiques sur l'environnement



Modèle de poste secondaire



Niveaux d'induction liés au poste secondaire

Surveillance et évaluation de l'impact sur l'environnement des dispositifs radioélectriques

L'activité de la société Sati Shielding S.r.l. dans ce domaine consiste en une surveillance territoriale visant à contrôler le respect des limites d'exposition et des seuils d'attention pour la prévention des effets à court terme et des éventuels effets à long termes sur la population dus à l'exposition aux champs électromagnétiques générés par des sources fixes caractérisées par une fréquence comprise entre 100 kHz et 300 GHz.

Les contrôles à mettre à œuvre consistent en des mesures de champ en bande large (conformément à la norme CEI 211-7) afin d'identifier les points critiques dans une zone comportant des installations ou d'éventuels récepteurs..

Phases opérationnelles

- Recensement des sources radioélectriques.
- Évaluation des informations collectées et définition des points de mesure.
- Mesure des champs électriques en bande large (CEI 211-7).
- Saisie des données de mesure dans des cartes géo-référencées.
- Évaluation de la conformité aux limites établies par les lois régionales et nationales.
- Possible évaluation complémentaire des niveaux des champs électriques dans le cas des stations de base radioélectriques (CEI 211- 10/2002 « Guide de configuration d'une station de base radioélectrique pour se conformer aux limites d'exposition aux champs électromagnétiques à haute fréquence »).

Conception du dispositif de blindage

La société Sati Shielding S.r.l. possède une vaste expérience de dix ans et un savoir-faire approfondi dans le secteur, et est en mesure de fournir des solutions standards et innovantes pour répondre aux exigences spécifiques du client.

La société Sati Shielding S.r.l. est en mesure de traiter avec les grands comme les petits clients et de gérer des infrastructures de toutes les dimensions (des petits dispositifs BT, lignes câblées, petits appareils aux grandes lignes HT aériennes et souterraines).

À la fin de la phase d'impact sur l'environnement ou après une campagne de mesure, si l'on constate que les limites légales ou celles fixées par les spécifications pertinentes du client ont été dépassées, il est possible de concevoir des solutions d'atténuation des niveaux d'induction magnétique.

Grâce à son bureau d'étude, Sati Shielding est en mesure de concevoir des dispositifs d'atténuation passifs, actifs ou mixtes pour protéger les personnes ou pour garantir l'immunité des appareils et dispositifs électroniques.

La conception et la construction d'un dispositif de blindage est un travail « sur mesure » et, pour atteindre certains objectifs en termes de réduction des champs magnétiques, la forme, les dimensions et l'épaisseur des solutions de blindage doivent être choisies de manière à optimiser la quantité de matériel en fonction de la zone à blinder et des sources (par ex. l'emplacement et la puissance des différentes sources).

Un projet de conception et de construction d'une solution de blindage est fourni à titre d'exemple pour montrer comment la conception peut prévoir précisément la réduction des niveaux d'induction magnétique une fois le dispositif d'atténuation installé.

La Fig. 8 illustre le cas du blindage d'un bâtiment situé sous une ligne électrique aérienne HT. Le blindage (Fig. 9) présente des ouvertures au niveau des fenêtres, évaluées lors de la phase de conception. La Fig. 9 représente le modèle de blindage conçu avec l'indication de l'étage auquel l'induction magnétique est évaluée (elle doit être inférieure à $3 \mu T$).

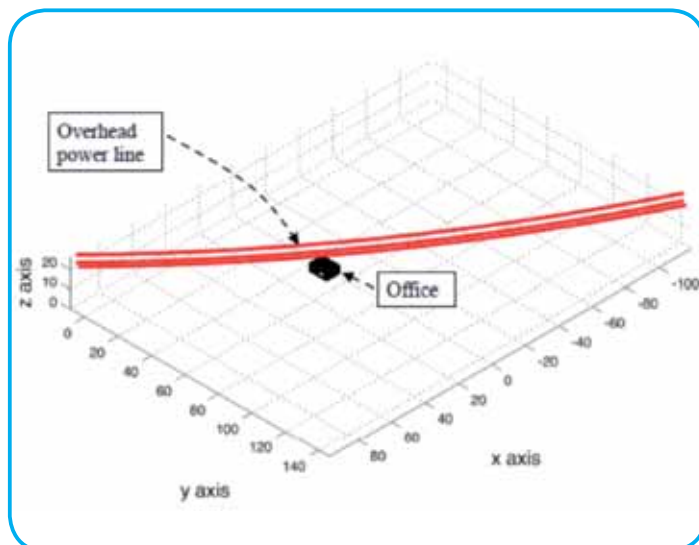


Fig. 8 - Locaux situés sous une ligne électrique aérienne HT

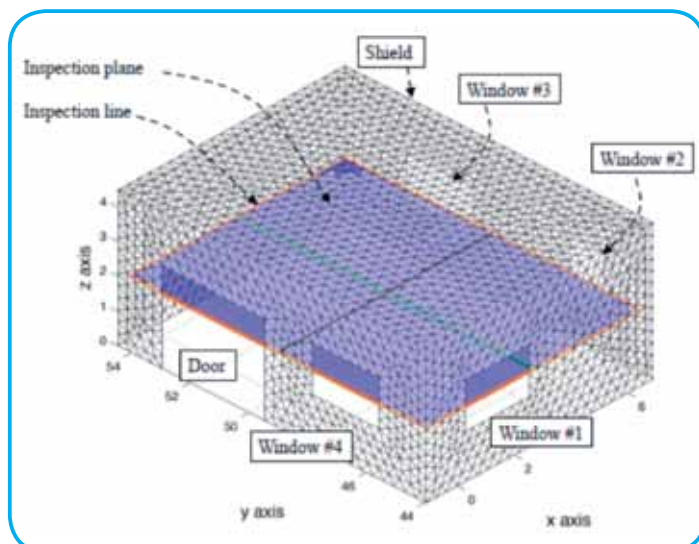


Fig. 9 - Modèle géométrique de blindage

Conception du dispositif de blindage

La Fig. 10 représente la carte en couleur de l'induction magnétique avant et après l'installation du blindage, qui met en évidence l'effet d'atténuation de ce dernier.

La Fig. 11 représente le dispositif de blindage pendant son installation, tandis que la Fig. 12 représente les niveaux d'induction magnétique mesurés après l'opération d'atténuation ; ces niveaux sont parfaitement cohérents avec les spécifications de conception (Fig. 10).

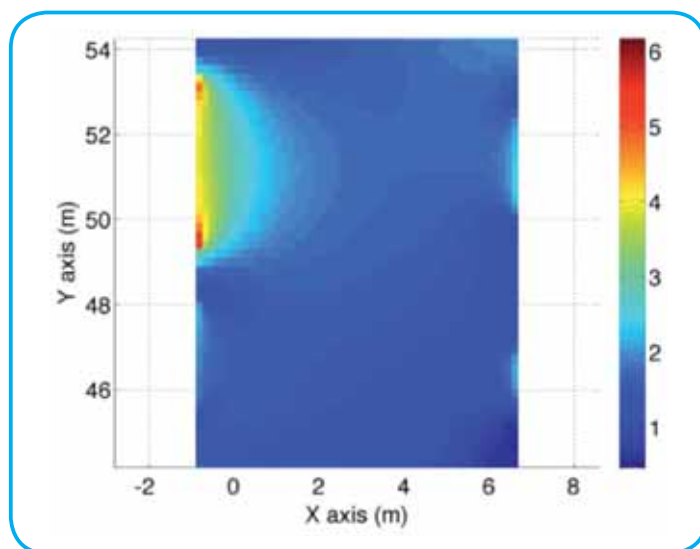
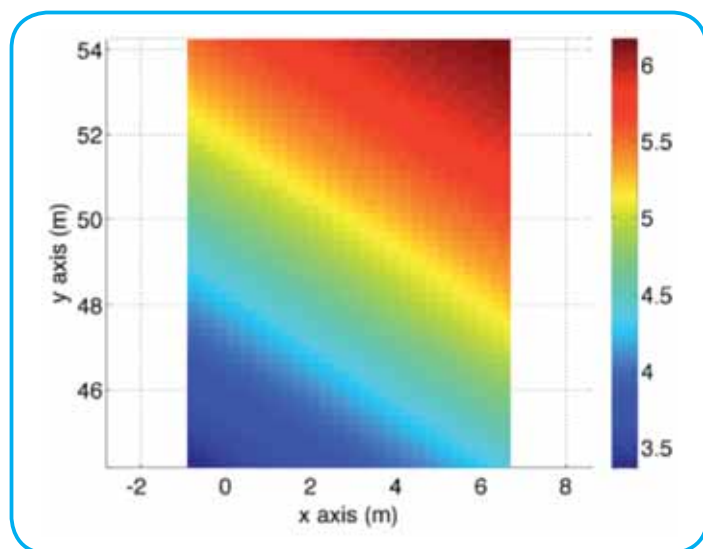


Fig. 10 - Carte en couleur de l'induction magnétique sans et avec blindage



Fig. 11 - Installation du blindage

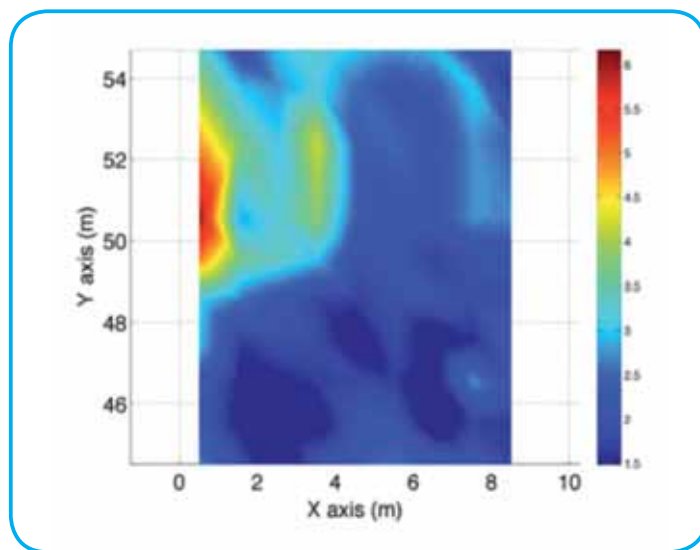


Fig. 12 - Carte en couleur de l'induction magnétique mesurée avec blindage





Produits et solutions

23

Produits de blindage	24
Profilés	29
Blindage des postes de distribution d'énergie avec zone tampon 0 : Poste FRzero	30
Structure de blindage autoportante	32
Chemins de câbles et couvercles de blindage	34
Lignes de blindage souterraines	36
Logiciel MAGIC®	39

Plaque de blindage

Présentation du produit

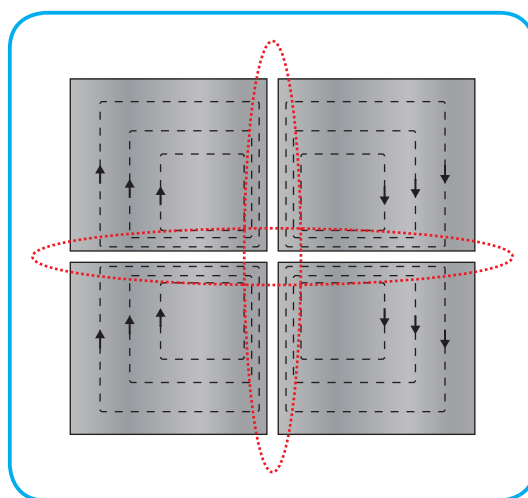
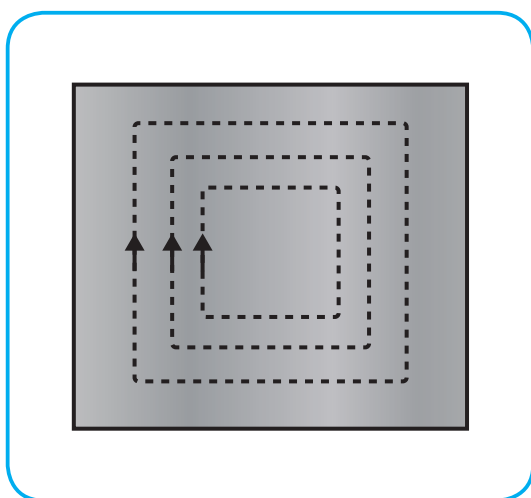
Les tôles de blindage offert par Sati Shielding srl le type multicouches sont constitués par des plaques de matériau conducteur et ferromagnétique. Le comportement différent des deux matériaux permet d'obtenir un produit avec un excellent rendement proche de blindage à la source et le maintien d'un bon facteur de protection aussi se éloignant de la même.

L'orientation des plaques de protection par rapport à la « source de champ magnétique », il est essentiel pour l'atténuation de la même. De l'analyse théorique également soutenu par des tests expérimentaux, il est clair que l'apposition des plaques avec la partie ferromagnétique face à la source garantit la meilleure efficacité de protection que dans le cas où vous êtes à quelques centimètres du blindage et dans le cas où est effectué un un blindage complet de la pièce dans laquelle la source est présente; Par conséquent, nous recommandons ce type d'installation que dans le cas où la « victime » est très proche (quelques cm) au blindage.

Dans tous les autres cas, la meilleure performance de blindage est obtenue avec le matériau à haute conductivité face à la « source » et ferromagnétique vers la « victime ».

Cela est dû à deux facteurs qui peuvent être résumés comme suit:

- 1) Le matériau conducteur fonctionne sur le principe de la création d'un champ magnétique qui est opposé à cette source par l'intermédiaire de courants induits dans le même, à partir du même champ source. E « donc souhaitable que le matériau conducteur voir le plus grand champ source possible. Si la plaque est orientée avec le côté du matériau ferromagnétique vers la source, ce qui réduit l'effet du fonctionnement du matériau conducteur.
- 2) L'efficacité d'un écran est liée à la continuité magnétique et électrique des plaques de blindage. L'absence de liaison entre la plaque de conductivité élevée, permet de réduire considérablement les caractéristiques globales de blindage, comme les courants induits qui créent le Controcampo se referment à l'intérieur de la plaque unique et ne peut pas circuler entre une plaque et l'autre. E « donc essentiel à la connexion électrique entre les plaques à l'aide de bandes ou par soudage.



Plaque de blindage

Les effets négatifs résultant de la discontinuité électrique et ferromagnétique peuvent, en pratique, être augmentés par les inévitables tolérances d'installation, qui peuvent engendrer, sur les grandes surfaces, des interstices significatifs (de plusieurs millimètres) entre les plaques. Ces interstices provoquent une augmentation des effets sur les bords des écrans conducteurs et ferromagnétiques et rendent aussi l'opération de soudage entre les pièces conductrices plus difficile.

Pour maintenir les avantages propres au concept de plaque modulaire, Sati Shielding a développé un nouveau produit, protégé par brevet (n° 102016000073893), dans lequel les problèmes cités, concernant la partie conductrice et la partie ferromagnétique, sont améliorés.

La plaque, généralement carrée, a d'un côté des côtés plats et de l'autre des côtés qui sont façonnés pour former une sorte d'aile. Les ailes d'une plaque vont chevaucher les parties plates des ailes avoisinantes. L'installation des différentes plaques a donc l'aspect indiqué dans la Fig. 13.

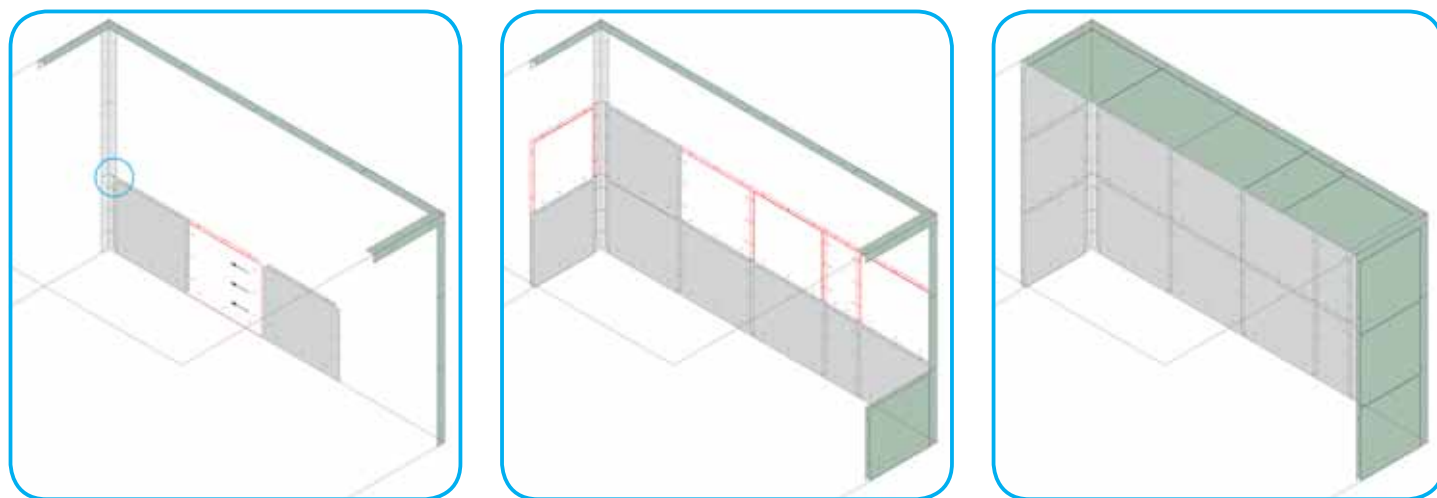


Fig. 13. Exemple d'installation

Le détail de l'aile introduite dans la nouvelle plaque de Sati Shielding est montré dans la Fig. 14.

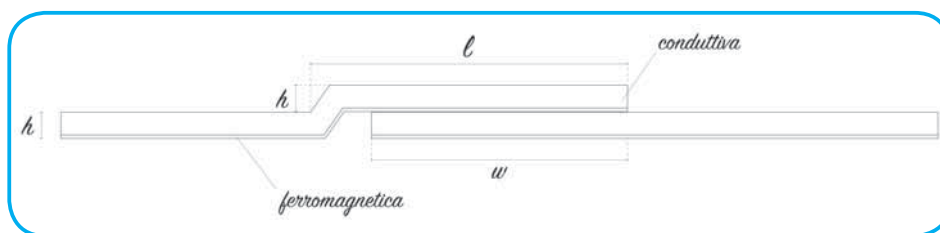


Fig. 14. Détail de l'élément d'aile

La solution proposée permet d'obtenir les avantages suivants :

- Réduction de la réluctance magnétique d'accouplement entre les plaques. Supposons d'avoir un système de plaque mi-conducteur et ferromagnétique. Dans la zone de chevauchement des plaques, l'inférieure et la supérieure, le champ magnétique passe d'une plaque ferromagnétique à l'autre à travers l'épaisseur indiquée, égale à la couche conductrice (Fig. 15).

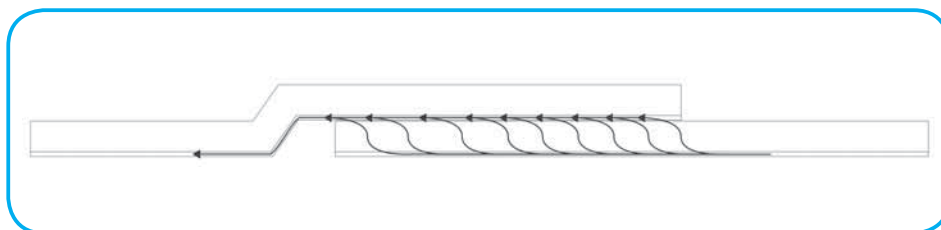


Fig. 15. Détail de l'élément d'aile

Plaque de blindage

- b) Compensation des champs magnétiques sur les bords des plaques, grâce à la refermeture des courants à l'intérieur de la partie conductrice de chaque plaque. Comme le montre la fig. 16, les courants induits dans les deux plaques ont un sens opposé et génèrent donc des champs magnétiques locaux qui se compensent l'un l'autre. Cette compensation engendre un bénéfice, en ce qui concerne les effets aux bords, même en l'absence de soudage successif.

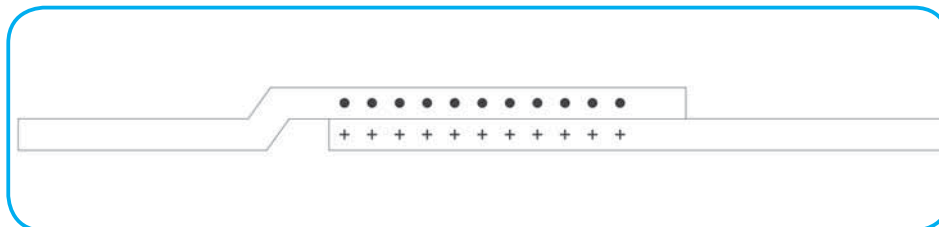


Fig. 16. Compensation des courants dans la zone de chevauchement des plaques

- c) La refermeture du courant induit sur la partie conductrice de chaque plaque peut être éliminée, ce qui augmente encore les performances du système de blindage, en soudant les parties conductrices des plaques avoisinantes ; le soudage permet en effet de restaurer la continuité électrique entre les plaques, permettant donc aux courants induits de circuler librement. Le soudage réalisé entre le bord de la plaque supérieure et la partie plate de la plaque inférieure (Fig. 17) est facilité par la récupération naturelle des tolérances mécaniques liées au chevauchement entre les plaques. Cela rend la phase d'installation des plaques plus facile et permet d'obtenir de plus grandes marges sur les tolérances mécaniques, aussi bien des plaques que d'installation.

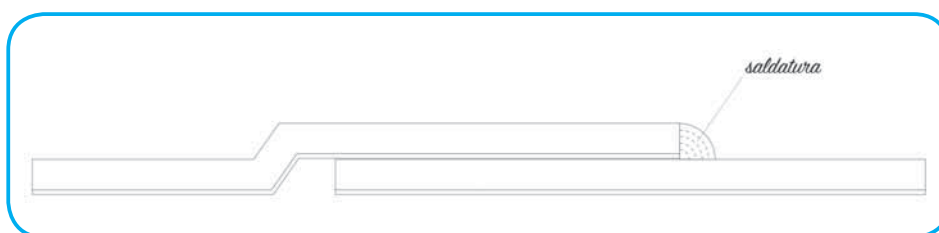


Fig. 17. Positionnement de la soudure entre les éléments conducteurs

- d) Pour finir, la présence de chevauchement entre les plaques facilite la phase d'installation des plaques au plafond. Une fois une première plaque supérieure fixée au plafond, la suivante de type inférieur peut utiliser l'aile de la supérieure comme base d'appui.

La solution proposée peut être utilisée sur des plaques constituées de différentes compositions de plaques ferromagnétiques et conductrices, et donc sur l'ensemble de la gamme offerte par Sati Shielding.

Plaque de blindage

Plaque WPL à faible épaisseur - 2,7 mm

L'épaisseur totale de la plaque est de 2,7 mm, avec des couches possédant les caractéristiques suivantes:

- 1ère couche : matériau à haute perméabilité magnétique composé de deux plaques de 0,35 mm d'épaisseur chacune.
- 2e couche : matériau à haute conductivité électrique de 2 mm d'épaisseur.

Le facteur de blindage est indiqué sur la Fig. 13.

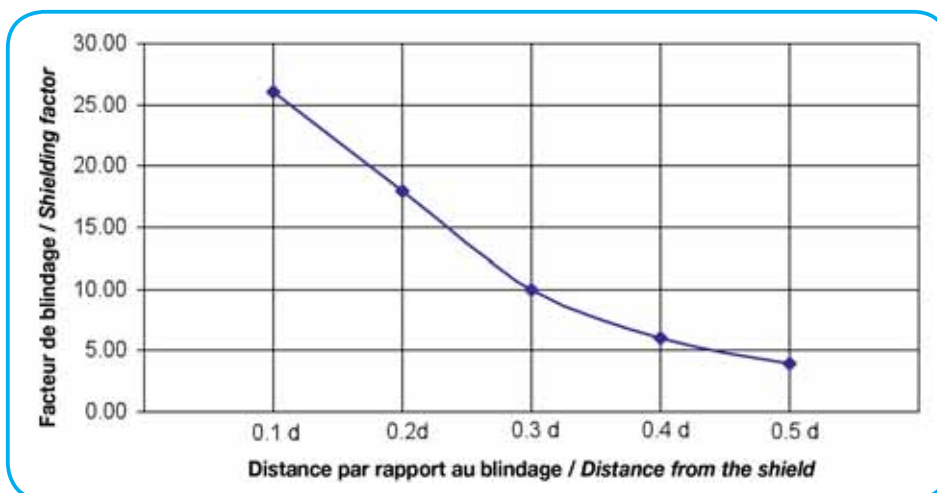


Fig. 13a - Facteur de blindage pour les plaques de type WPL avec matériau à haute perméabilité face à la source.

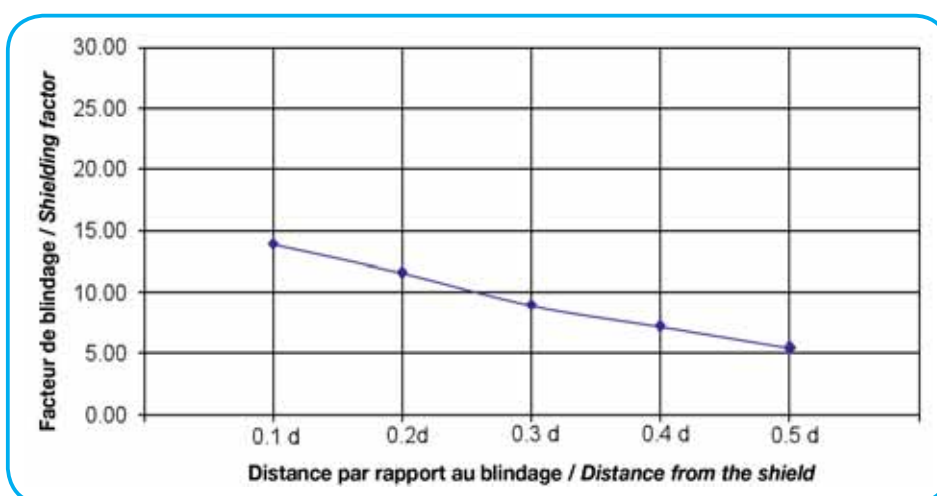
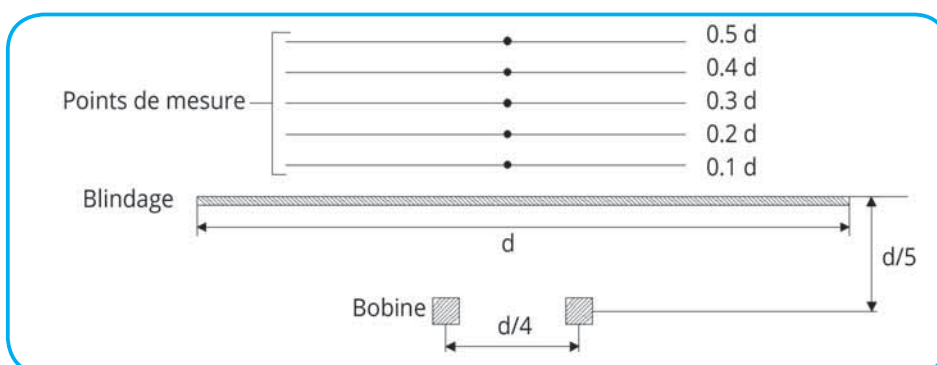


Fig. 13b - Facteur de blindage pour les plaques de type WPL avec matériau à haute conductivité face à la source.



Plaque de blindage

Plaque WPM d'épaisseur moyenne - 4,7 mm

L'épaisseur totale de la plaque est de 4,7 mm, avec des couches possédant les caractéristiques suivantes:

- 1ère couche : matériau à haute perméabilité magnétique composé de deux plaques de 0,35 mm d'épaisseur chacune.
- 2e couche : matériau à haute conductivité électrique de 4 mm d'épaisseur.

La série MT est dotée de facteurs de blindage conducteur améliorés et est en mesure d'assurer de hauts niveaux de protection à une certaine distance du blindage.

Le facteur de blindage est indiqué sur la Fig. 14.

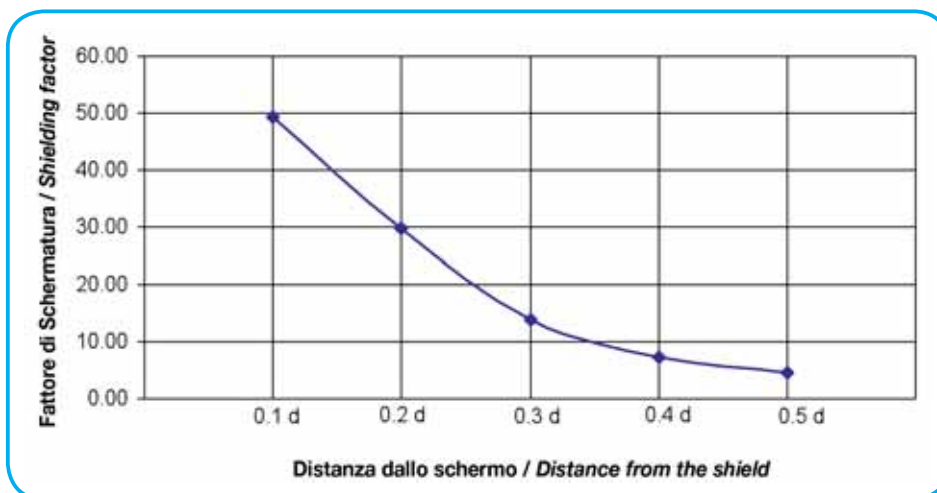


Fig. 14a - Facteur de blindage pour les plaques de type WPM avec matériau à haute perméabilité face à la source.

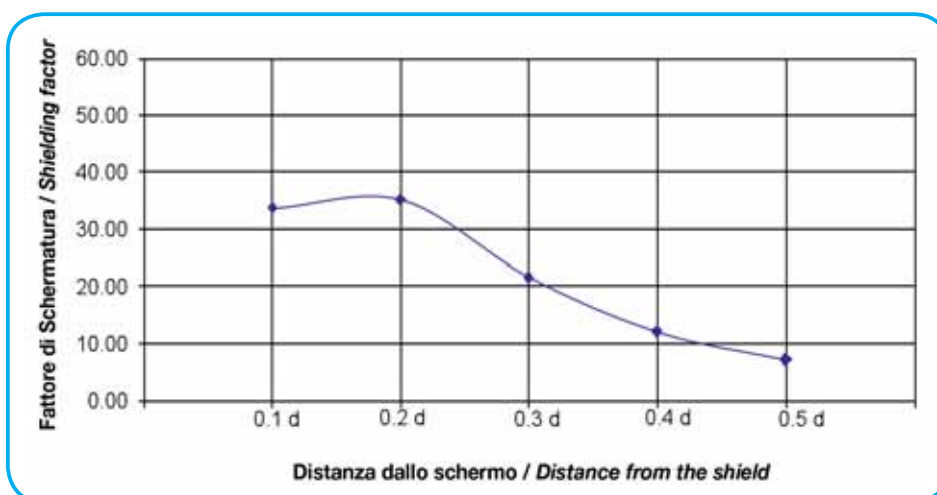
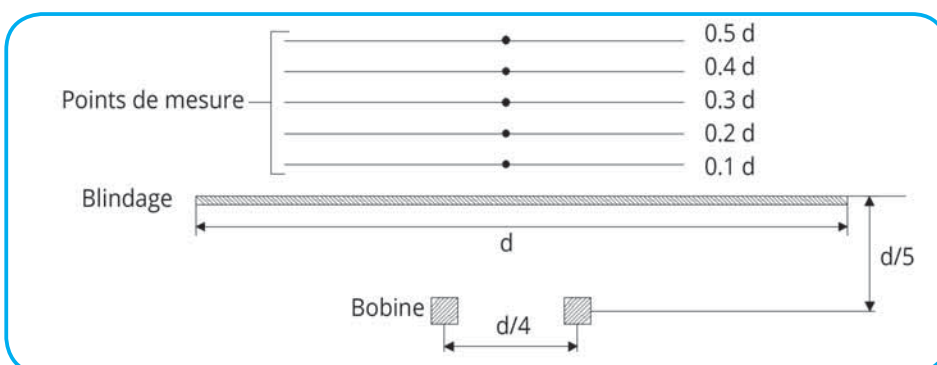


Fig. 14b - Facteur de blindage pour les plaques de type WPM avec matériau à haute conductivité face à la source.



Plaque de blindage WPL

Faible épaisseur 2,7 mm

Patent Pending: nr. 102016000073893

Plaque



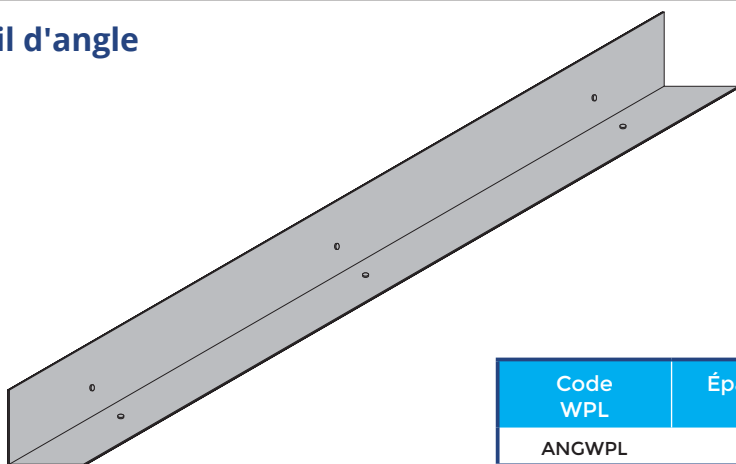
Standard 3 ailes

Code WPL	Épaisseur mm	Dimensions m ²	kg./m ² .
WPL0103	2,7	1,00	10,895
WPL2103	2,7	2,00	21,790
WPL0102	2,7	0,50	5,448
WPL0101	2,7	0,25	2,724

Standard 1 aile

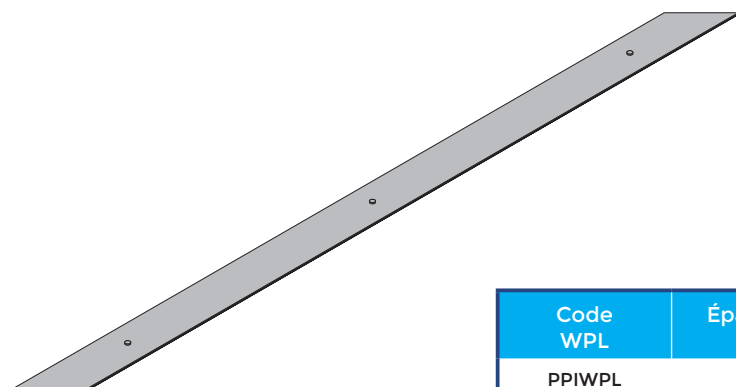
Code WPL	Épaisseur mm	Dimensions m ²	kg./m ² .
WPL1103	2,7	1,00	10,895
WPL21103	2,7	2,00	21,790
WPL1102	2,7	0,50	5,448
WPL1101	2,7	0,25	2,724

Profil d'angle



Code WPL	Épaisseur mm	Longueur mm	Dimensions mm	kg./Pz.
ANGWPL	2,7	1000	Max. 125 + 125	Max. 2,724

Profil plat



Code WPL	Épaisseur mm	Longueur mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PPIWPL	2,7	1000	Max. 125	Max. 1,362

Plaque de blindage WPM

Moyenne épaisseur 4,7 mm

Plaque



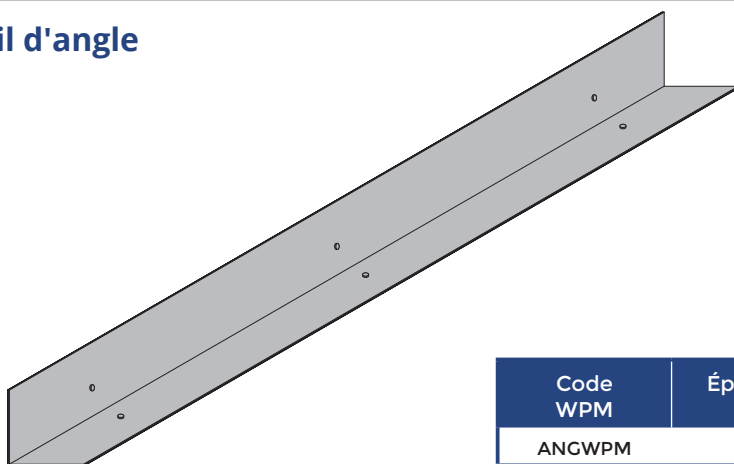
Standard 3 ailes

Code WPM	Épaisseur mm	Dimensions m ²	kg./m ² .
WPM0203	4,7	1,00	16,295
WPM2203	4,7	2,00	32,590
WPM0202	4,7	0,50	8,148
WPM0201	4,7	0,25	4,074

Standard 1 aile

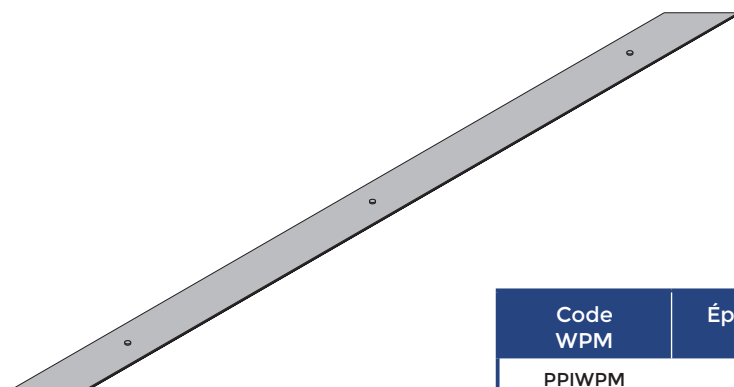
Code WPM	Épaisseur mm	Dimensions mm	kg./m ² .
WPM1203	4,7	1,00	16,295
WPM21203	4,7	2,00	32,590
WPM1202	4,7	0,50	8,148
WPM1201	4,7	0,25	4,074

Profil d'angle



Code WPM	Épaisseur mm	Longueur mm	Dimensions mm	kg./Pz.
ANGWPM	4,7	1000	Max. 125 + 125	Max. 4,074

Profil plat



Code WPM	Épaisseur mm	Longueur mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PPIWPM	4,7	1000	Max. 125	Max. 2,037

Produits de blindage

Faible épaisseur 2.7 mm (LT Low Thickness)



Standard

Code LT	Thickness mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PLT0101	2,7	500 x 500	2,724
PLT0102	2,7	500 x 1000	5,448
PLT0103	2,7	1000 x 1000	10,895

Conception plaques spéciales

Code LT	Thickness mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PLT0111	2,7	500 x 500	2,724
PLT0112	2,7	500 x 1000	5,448
PLT0113	2,7	1000 x 1000	10,895

Moyenne épaisseur 4.7mm (MT Medium Thickness)



Standard

Code MT	Épaisseur mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PMT0201	4,7	500 x 500	4,074
PMT0202	4,7	500 x 1000	8,148
PMT0203	4,7	1000 x 1000	16,295

Conception plaques spéciales

Code MT	Épaisseur mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PMT0211	4,7	500 x 500	4,074
PMT0212	4,7	500 x 1000	8,148
PMT0213	4,7	1000 x 1000	16,295

Haute épaisseur 6.4 mm (HT High Thickness)



Standard

Code HT	Thickness mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PHT0301	6,4	500 x 500	6,123
PHT0302	6,4	500 x 1000	12,246
PHT0303	6,4	1000 x 1000	24,490

Conception plaques spéciales

Code HT	Thickness mm	Dimensions mm	kg./Pz.
PHT0311	6,4	500 x 500	6,123
PHT0312	6,4	500 x 1000	12,246
PHT0313	6,4	1000 x 1000	24,490

Blindage des postes de distribution d'énergie avec zone tampon 0 : Poste FRzero

La solution d'atténuation dénommée « Poste sans zone tampon » a pour objectif d'éliminer la zone tampon d'un poste de distribution électrique MT/BT qui est normalement égale à environ 2-2,5 m du périmètre du poste.

L'élimination de la zone tampon, telle qu'elle est établie par la réglementation, est contrôlée au moyen d'un logiciel qui a été validé de manière expérimentale et contrôlée conformément à la norme CEI EN 62110:2012-11 à 20 cm des parois du poste.

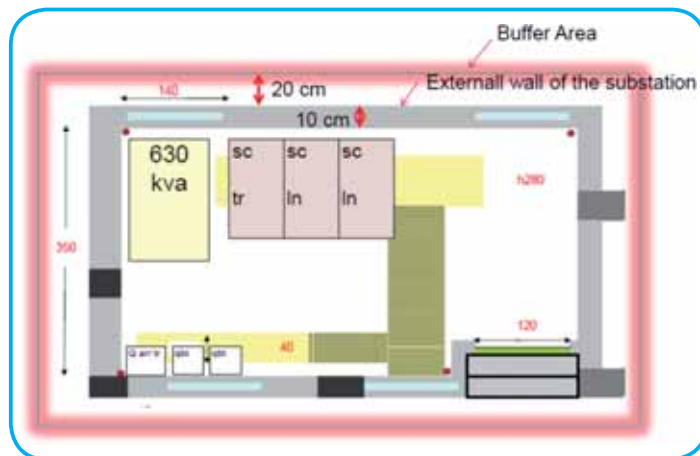


Fig. 16 - Poste de transformation secondaire

Compte tenu de la configuration du poste de transformation MT/BT, comprenant généralement un tableau MT, un transformateur MT/BT généralement en bain d'huile et un tableau BT, le modèle de calcul est créé à l'aide du logiciel MAGIC, qui est utilisé pour prendre en compte les principales sources d'émissions magnétiques:

- Tableau MT ;
- Transformateur MT/BT;
- Câbles de raccordement du transformateur MT/BT au tableau de distribution BT ;
- Câbles de raccordement du tableau de distribution BT aux pôles du transformateur MT;
- Tableau de distribution BT.

L'étude s'effectue en vérifiant les valeurs d'induction magnétique générées par le poste dans la zone environnante sur divers plans x-y parallèles au plancher du poste et placés à différentes distances z de celle-ci.

Un écran qui garantit le respect du seuil de qualité (3 μ T) au courant nominal est conçu pour chaque source d'émission.

Les éléments de blindage, dont l'ensemble exerce une action d'atténuation de l'induction magnétique, sont fabriqués en associant des matériaux hautement conducteurs et à haute perméabilité magnétique et concernent toutes les sources susmentionnées

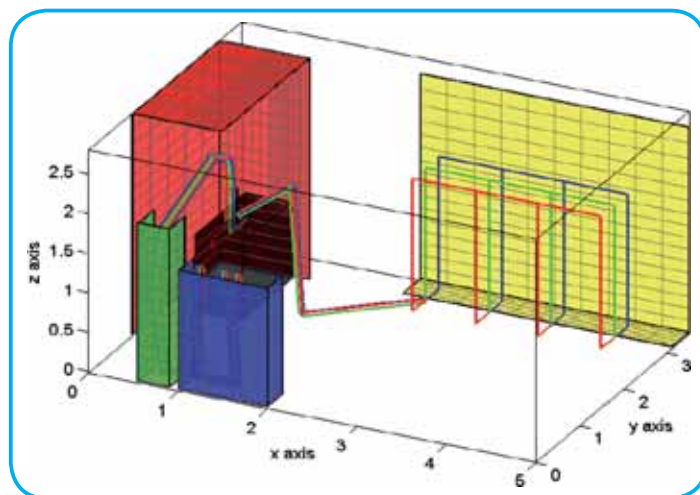


Fig. 17 - Conception et simulation des éléments de blindage

Blindage des postes de distribution d'énergie avec zone tampon 0 : Poste FRzero

Le poste est construit en installant l'équipement et les écrans conformément au projet et aux instructions fournies.



Fig. 18 - Installation des éléments de blindage

La démonstration des performances de cette solution de blindage a été vérifiée par une campagne de mesures de l'induction magnétique le long du périmètre extérieur du poste, tous les 0,50 m et à une distance de 0,20 m de celui-ci. Les mesures ont été effectuées en chaque point, à trois hauteurs différentes par rapport au plancher du poste (0,5 ; 1 ; 1,5 m). Enfin, la moyenne des mesures effectuées aux trois différentes hauteurs a été calculée pour chaque point de mesure.

Cette opération confirme l'élimination de la zone tampon du poste secondaire et représente l'essai final du dispositif d'atténuation installé.

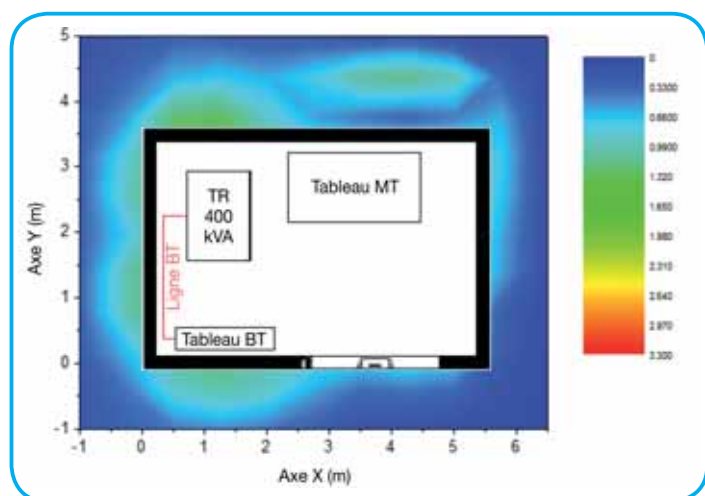


Fig. 19 - Valeurs mesurées au cours de l'essai final du dispositif de blindage

Après l'opération d'atténuation proposée, il est possible d'affirmer que la zone tampon du poste est de 0 (zéro) mètres par rapport à ses parois.

Il est possible d'adopter deux types de blindage pour les postes de 400 et 630 kVA.

Poste de transformation	Code
400 kVA	FRZ0400
630 kVA	FRZ0630

Structure de blindage autoportante

Le blindage des transformateurs secs est souvent complexe en raison des champs magnétiques intenses qu'ils génèrent. Il est nécessaire d'adopter un dispositif de blindage caractérisé par un facteur de blindage élevé, ce qui n'est possible que grâce à l'utilisation combinée de matériaux aux propriétés conductrices et magnétiques. Sur la base du produit standard, Sati Shielding a développé un dispositif innovant de blindage localisé pour transformateur, constitué d'une paroi autoportante à installer près du transformateur.

Description des matériaux de blindage et de leur efficacité en termes de blindage:

L'atténuation de l'induction magnétique s'effectue en installant un dispositif de blindage magnétique obtenu par l'association de deux matériaux différents:

- Un matériau à haute conductivité électrique;
- Un matériau à haute perméabilité magnétique.

En présence d'un champ magnétique variable (champ inducteur), la couche de matériau à haute conductivité électrique devient le lieu de courants de circulation, qui génèrent à leur tour un champ magnétique de réaction (champ induit). L'effet combiné des champs induit et inducteur se traduit par une réduction globale du champ magnétique total.

La couche de matériau à haute perméabilité réduit l'induction magnétique en absorbant le champ magnétique existant. Son action de blindage, similaire à un « parapluie » de protection contre le champ magnétique, peut être très intense à proximité de l'écran, mais tend à diminuer en s'éloignant de celui-ci.

La combinaison des deux matériaux, ferromagnétique et conducteur, crée un écran présentant d'excellentes capacités de blindage, aussi bien près de l'écran, principalement grâce à l'écran ferromagnétique, que loin de celui-ci, grâce à l'écran conducteur.

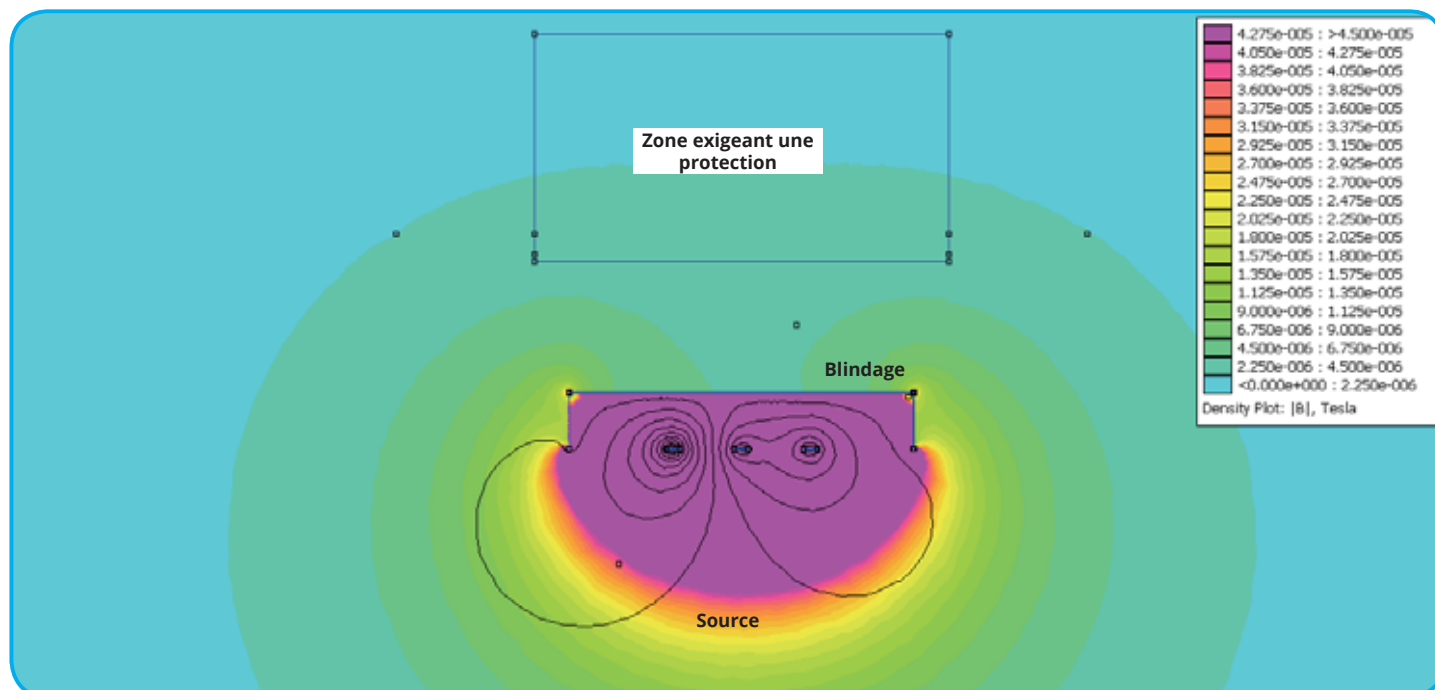


Fig. 20 - Effet de blindage avec visualisation des niveaux d'induction magnétique dans la zone exigeant une protection

Structure de blindage autoportante

Les spécifications du blindage sont définies par la mesure du facteur de blindage (SF : Shielding Factor) effectuée dans le laboratoire de recherche et développement de la société Sati Shielding S.r.l., situé via Ferrero 10, Rivoli Cascine Vica (TO), en Italie.

Les essais ont été effectués en mesurant les valeurs d'induction magnétique émises par un transformateur en résine d'une puissance nominale de 630 kVA avant et après l'opération d'atténuation des champs.

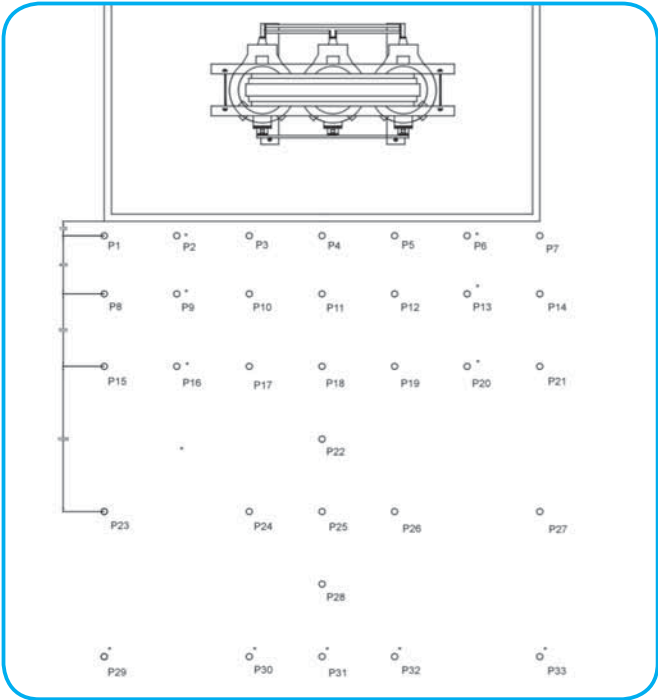


Fig. 21 - Configuration des essais pour déterminer le facteur de blindage

La configuration des essais et les résultats obtenus sont indiqués ci-après :

Les dimensions du blindage ont été adaptées à la taille, et donc aux dimensions du transformateur installé.

Les dimensions de la paroi à laquelle se réfèrent les essais sont indiquées à titre d'exemple.

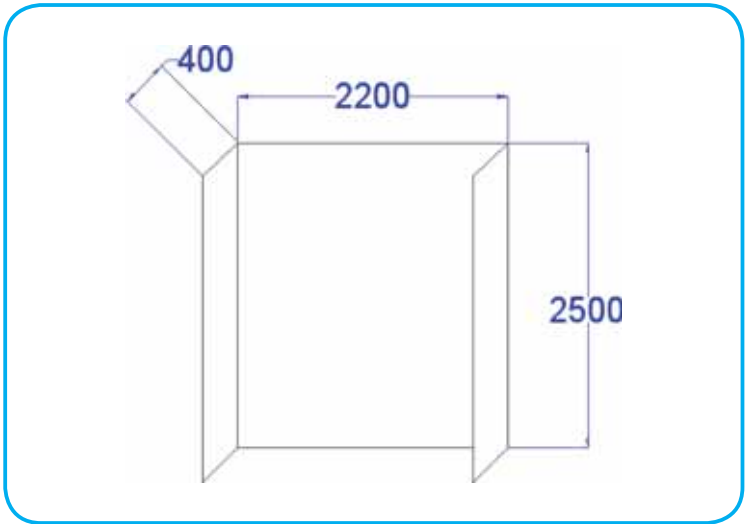


Fig. 22 - Dimensions de la solution de blindage

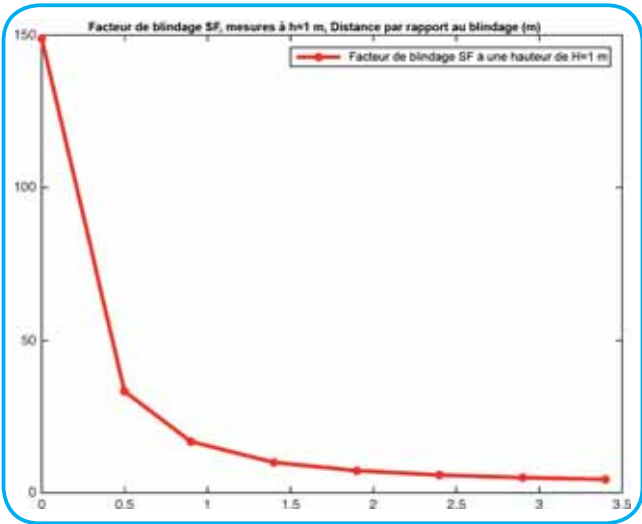


Fig. 23 - Courbe du facteur de blindage en fonction de la distance par rapport au blindage à une hauteur d'1 m du sol.

Le facteur de blindage suggéré ci-dessous est calculé sous forme de rapport entre les modules de l'induction magnétique dans les situations pré- et post-blindage, en fonction de la distance par rapport au blindage.

Il constitue une indication simple et immédiate du nombre de fois qu'il est possible de réduire la valeur d'induction magnétique en appliquant la solution de blindage.

Dimensions (mm) B x H x P	Code	kg/Pièce
2200 x 2500 x 400	SPU0102	94,50
	SPU0104	143,10
	SPU0106	191,70

Chemins de câbles et couvercles de blindage

Chemins de câbles de blindage.

Les chemins de câbles de blindage sont capables d'assurer une atténuation des champs magnétiques d'un facteur de 25. La configuration est indiquée sur la Fig. 24.

Il est possible de choisir différentes tailles de caniveaux de blindage tous caractérisés par le même facteur de blindage sur toute la longueur du caniveau.

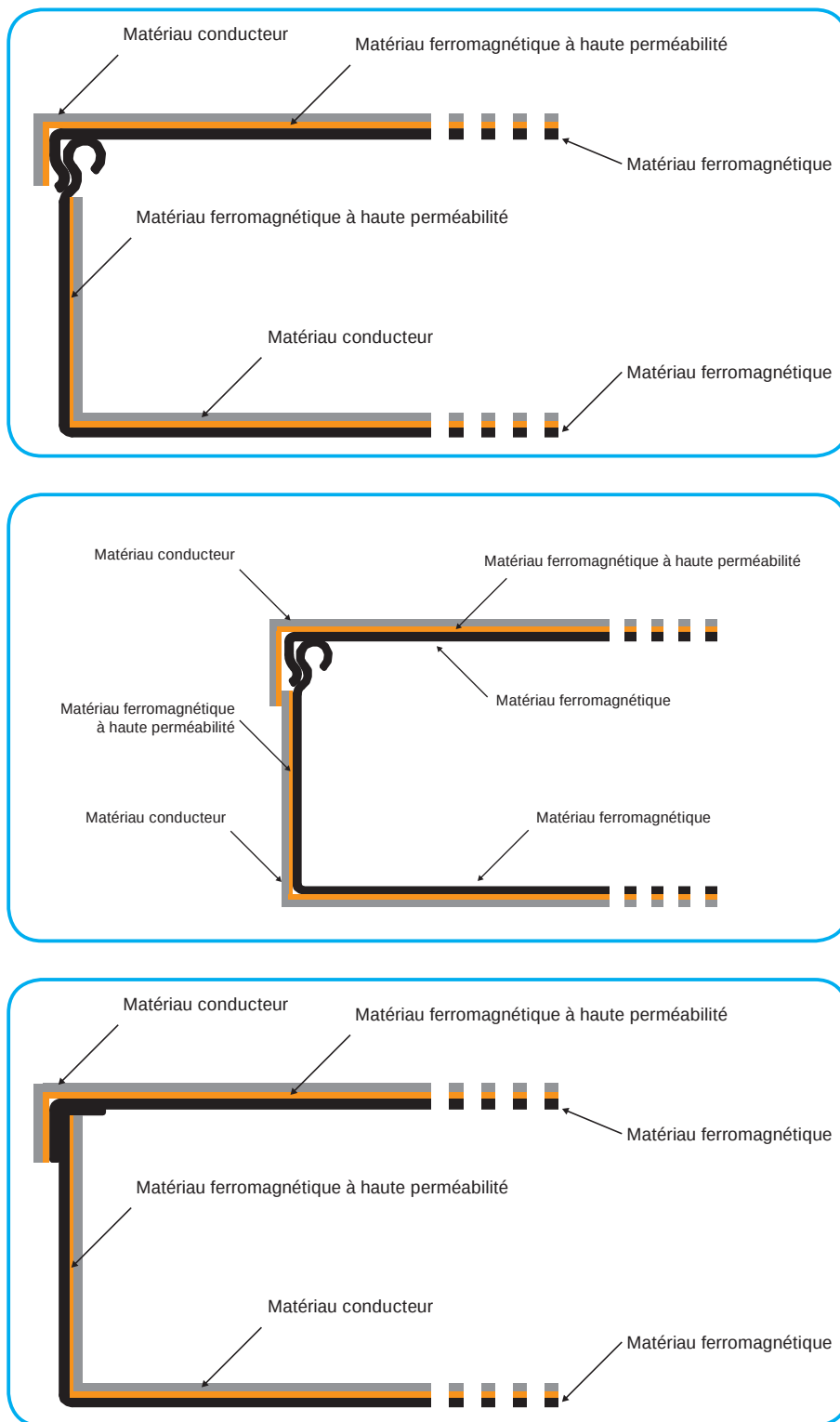
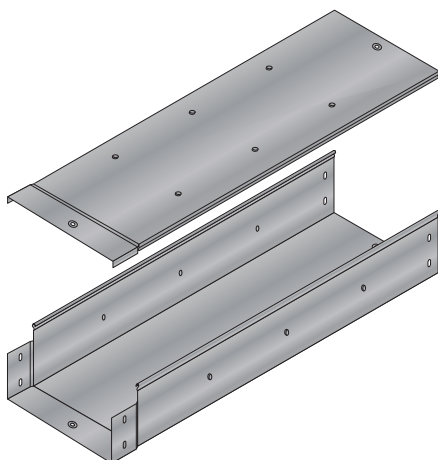


Fig. 24 - Configuration des chemins de câbles de blindage.

Chemins de câbles et couvercles de blindage

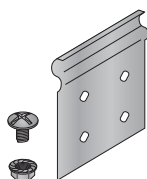
Caniveau avec couvercle à encastrement.



Longueur L	Hauteur H	Base B	Code	kg./m.
3000	80	200	SCT0733	7,271
	100	100	SCT0717	5,397
		200	SCT0719	8,432
		300	SCT0720	11,893
		400	SCT0721	15,142
		500	SCT0722	17,996

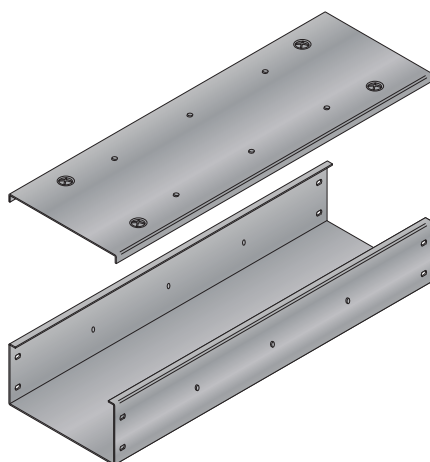
Raccord linéaire.

Avec vis et écrous M 6 x 10 mm.



Hauteur H	Code	kg/Pièce
100	SCT0800	0,047

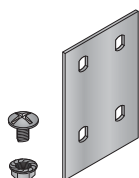
Caniveau avec couvercle à clips.



Longueur L	Hauteur H	Base B	Code	kg./m.
2000	100	100	SCT0741	9,887
		200	SCT0743	14,382
		300	SCT0744	18,877
		400	SCT0745	23,372
		500	SCT0746	27,866

Linear coupling.

Complete with nuts and bolts M 6 x 10 mm.

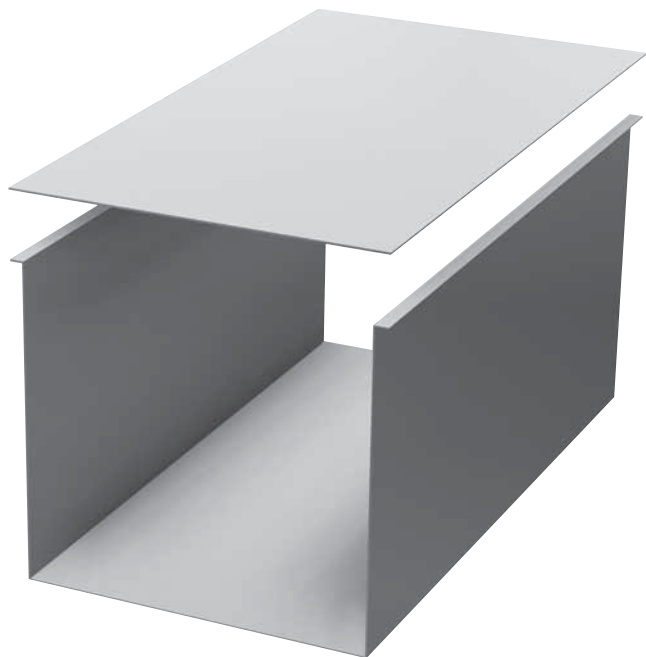


Hauteur H	Code	kg/Pièce
100	SCT0851	0,090

Lignes de blindage souterraines

Les gaines de blindage adaptées à l'installation à l'extérieur sont conçues selon la taille requise. Le choix des matériaux de la gaine, le type de traitement et les dimensions dépendent des conditions de l'installation et du facteur de blindage requis pour l'atténuation. Les gaines sont disponibles avec des configurations de blindage caractérisées par différents facteurs de blindage allant de 8 à 30 fois. En outre, il existe différentes gaines, adaptées à l'installation à l'extérieur ou souterraine.

Caniveau avec couvercle et clip de fermeture



Longueur L	Hauteur H	Base B	Code	kg./m.
3000	500	510	Sur demande	48,000



Lignes de blindage souterraines

La société Sati Shielding S.r.l. a breveté une technique de blindage basée sur le principe de suppression des sources. Cette méthode est similaire à la technique de la boucle passive mais permet d'obtenir des performances considérablement meilleures à moindre coût.

Le système de la société Sati Shielding S.r.l. appartient au groupe des dispositifs de blindage passifs. Ces dispositifs sont appelés ainsi car ils tirent l'énergie qui sert à leur fonctionnement directement de la source qui génère le champ à atténuer.

L'innovation du dispositif de la société Sati Shielding S.r.l. réside dans le couplage élevé entre la source et le blindage qui est obtenu grâce à l'utilisation d'un noyau aimanté de dimension appropriée.

Le couplage magnétique élevé permet d'obtenir de meilleures performances que les dispositifs classiques. En outre, le dimensionnement approprié permet d'exploiter les matériaux employés de manière optimale, et donc de réduire considérablement les coûts par rapport aux solutions classiques.

Le dispositif proposé consiste en des composants relativement simples faits de matériel électrique courant qui exige toutefois un dimensionnement électrique et magnétique précis. Le dispositif de blindage proposé est adapté au classement dans une série de composants standards qui constituent un catalogue produits.

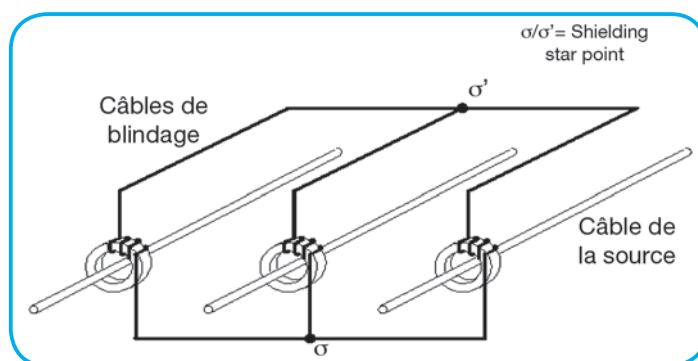
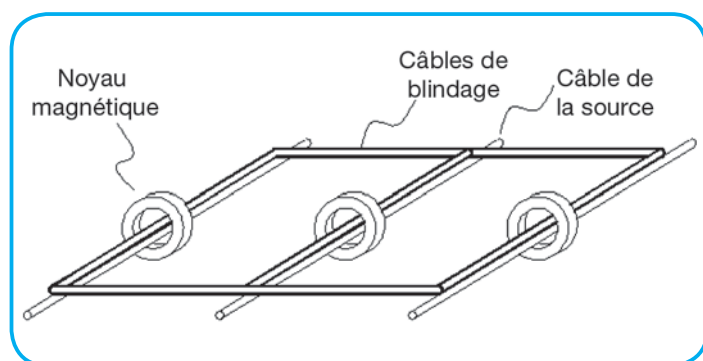
Dans de nombreuses applications, dont la principale est représentée par les câbles souterrains, la solution proposée offre de meilleures performances que les concurrentes, à un coût nettement inférieur.

Le dispositif de la société Sati Shielding S.r.l. a été breveté sous le nom de : « Dispositif de blindage maillé et conducteur à couplage magnétique élevé ».

Technologie

La société Sati Shielding S.r.l. a breveté une technique de blindage basée sur le principe de suppression des sources. Cette méthode est similaire à la technique de la boucle passive, déjà appliquée aux lignes électriques souterraines, mais permet d'obtenir des performances considérablement meilleures à moindre coût.

L'amélioration est obtenue grâce au couplage des sources aux boucles passives à travers des noyaux magnétiques correctement dimensionnés. La technique de blindage proposée comporte plusieurs variantes selon les diverses applications.



Lignes de blindage souterraines

Lignes souterraines

Le blindage des lignes électriques souterraines est fondamental pour respecter les niveaux de champ magnétique établis par le cadre législatif national en matière de protection de la population contre les effets à court et à long terme produits par les champs magnétiques.

Dans les installations de lignes électriques à haute tension, les chambres de jonction sont inévitables: il s'agit de zones de la ligne dans lesquelles il y a des connexions (jonctions) entre les différentes sections. La présence de jonctions implique une plus grande distance des conducteurs de la ligne, qui entraîne le dépassement des niveaux admissibles de champ magnétique.

Il existe donc la possibilité de blinder cette partie de la ligne et la société Sati Shielding S.r.l. a conçu une solution de blindage spécifique pour cette application.

Par rapport aux autres solutions appliquées dans ce cas, le dispositif proposé par la société Sati Shielding S.r.l. réduit la quantité de matériaux utilisés d'un facteur de 2 à 3, le temps d'installation d'un facteur de 3 à 4 et augmente les performances, c'est-à-dire le facteur de blindage d'un facteur de 5 à 10.



Description	Code
Joint Bay < 1200A < 15MT	Sur demande

Logiciel MAGIC®

MAGIC® – *Magnetic Induction Calculation* (calcul de l'induction magnétique) est un logiciel destiné au calcul des champs magnétiques générés par les sources de type électrique telles que les transformateurs, les réseaux de lignes électriques, les postes MT/BT, les chambres de jonctions, les barres de distribution et les dispositifs électriques.

MAGIC® est un instrument d'analyse de l'impact sur l'environnement des champs magnétiques et de détermination des zones tampons pour les postes et lignes électriques MT/BT.

Le logiciel est destiné aux bureaux d'études, aux sociétés d'ingénierie et aux professionnels qui effectuent des évaluations d'impact sur l'environnement. Il est simple et intuitif et les données à saisir pour l'évaluation d'une étude de cas sont faciles à obtenir à partir des plans masses et des données de conception.

MAGIC® permet d'analyser:

- **Des sources simples** (lignes électriques, câbles, dispositifs multiconducteurs, transformateurs) en configurations bidimensionnelles et tridimensionnelles, par intégration de la loi de Biot et Savart.
- **Des systèmes complexes**, tels que des postes électriques MT/BT, en prenant en compte la tridimensionnalité des sources, leur position réelle et la superposition des effets des divers composants des postes. Une attention particulière a été accordée à la modélisation des composants tels que les transformateurs électriques présents dans les postes de transformation.

Pour les sources particulières, MAGIC® permet d'analyser:

- **Des postes MT/BT comportant jusqu'à 6 transformateurs**, en traçant les zones tampons en vue de l'évaluation de l'impact sur l'environnement, en optimisant la disposition des composants en phase de conception afin de réduire le **champ magnétique généré au minimum** et en évaluant l'exigence d'opérations d'atténuation du champ magnétique pour les postes actuels ou conçus, **sans qu'il soit nécessaire d'effectuer aucune mesure**.
- Les champs magnétiques générés par les lignes souterraines ou les réseaux de **lignes en câble** (souterrains, dans les chemins de câbles, gaines, caniveaux, etc.), en déterminant la configuration des câbles qui permette de réduire le **champ magnétique généré au minimum**, en produisant des résultats sous forme graphique pouvant être utilisés directement dans les **évaluations d'impact sur l'environnement**.
- Le champ magnétique généré par les réseaux de **lignes aériennes** en configuration arbitraire (pour les conduites électriques à travées transversales, côte à côte, rapprochées, etc.)

Pour répondre à ces exigences, la société Sati Shielding S.r.l., forte de l'expérience acquise dans de nombreuses applications réelles, a développé le logiciel MAGIC®.

Principales caractéristiques du logiciel MAGIC®

- Interface utilisateur simple pour visualiser rapidement les niveaux d'induction magnétique.
- Calcul sur points et affichage graphique sur lignes et surfaces.
- Analyse des structures bidimensionnelles et tridimensionnelles.
- Analyse des configurations d'installation pertinentes : distribution, lignes de transport, postes électriques, etc.
- Modèles paramétriques.
- Largement testé par des experts du secteur.
- Implémentation de modèle précis, spécifiquement pour les transformateurs électriques.
- Parfaite conformité aux réglementations et normes en vigueur dans le secteur.
- Possibilité d'implémenter toute source tridimensionnelle grâce à un environnement ouvert.

L'équipe de la société Sati Shielding S.r.l. ne cherche pas simplement à vendre un logiciel, mais cherche à établir un réseau de spécialistes qui se réunissent et discutent des problématiques liées à l'évaluation de l'impact des champs magnétiques sur l'environnement. **MAGIC®** sera régulièrement mis à jour en y introduisant de nouvelles sources et en tenant compte des réactions des utilisateurs

Logiciel MAGIC®

À quoi sert-il ?

Le logiciel MAGIC® permet à l'utilisateur d'effectuer lui-même l'évaluation des champs magnétiques générés par les sources d'un réseau (lignes électriques, postes MT/BT, installations électriques industrielles, lignes aériennes à haute et moyenne tension, chambres de jonction, etc.), de manière simple et efficace, sans exiger de compétences spécifiques en matière de réglementation des champs électromagnétiques ni l'emploi de consultants.

Évaluation des risques (directive européenne 2013/35/UE) liés à l'exposition aux champs magnétiques sur le lieu de travail

La directive européenne 2013/35/UE oblige les sociétés à effectuer l'évaluation des risques liées à l'exposition aux champs magnétiques. L'évaluation des champs magnétiques peut s'effectuer par des mesures ou à l'aide d'algorithmes de calcul. Le logiciel MAGIC® permet au personnel du service d'ingénierie interne de la société d'effectuer lui-même l'évaluation des champs magnétiques générés par ses dispositifs et appareils électriques, sans avoir à effectuer de mesures et conformément à la réglementation.

Évaluation des niveaux de champ dans les environnements civils

Le logiciel MAGIC® permet d'évaluer l'induction magnétique générée dans les environnements civils par les lignes électriques, les postes de transformation MT/BT, les lignes aériennes et les configurations des installations industrielles.

Exemples d'analyse des opérations pouvant être effectuées avec le logiciel MAGIC® :

- Analyse de l'exposition aux champs magnétiques générés par les lignes électriques souterraines.
- Analyse de l'exposition aux champs magnétiques générés par les lignes aériennes (pylônes haute tension).
- Analyse de l'exposition aux champs magnétiques générés par les installations électriques industrielles.
- Analyse de l'exposition aux champs magnétiques générés par les postes MT/BT.

Optimisation des installations et postes électriques pour réduire les champs magnétiques émis

Lors de la conception d'une installation ou d'un poste MT/BT, il est possible d'adopter des mesures qui n'impliquent aucun coût pour réduire les champs magnétiques (par ex. : transposition des phases des lignes électriques, transposition des phases sur deux transformateurs adjacents, etc.) et pour évaluer les champs magnétiques émis, afin de déterminer une configuration qui permet souvent d'obtenir des niveaux d'induction magnétique inférieurs aux limites imposées par la loi sans entraîner de coûts

À qui est-il destiné ?

Aux sociétés d'ingénierie et de conception

Le logiciel MAGIC® permet par exemple d'évaluer lors de la conception les niveaux des champs magnétiques que produira la ligne électrique, le poste électrique ou l'installation électrique. Par exemple, lors de la conception du poste ou de l'installation, il est possible d'évaluer différentes dispositions des câbles (RSTRST, RSTTSR, RRSSTT, etc.), ou les chemins des lignes et gaines électrique, afin de déterminer une solution qui permette même d'éviter l'adoption d'autres mesures d'atténuation des champs magnétiques, et donc de réaliser des économies considérables.

Aux organismes qui effectuent des évaluations d'impact sur l'environnement

Les algorithmes de calcul utilisés par le logiciel MAGIC® sont conformes aux exigences de la législation en vigueur en matière d'évaluation des champs magnétiques, et produisent donc ces résultats valables en vue de l'évaluation des limites d'exposition pour la population et de l'évaluation des risques sur le lieu de travail, dans tous les cas où la source du champ magnétique est un dispositif électrique à basse fréquence (postes de transformation, lignes électriques, transformateurs, lignes électriques aériennes HT et MT, chambres de jonctions, etc.).

Aux services d'ingénierie de sociétés privées ou d'organismes publics

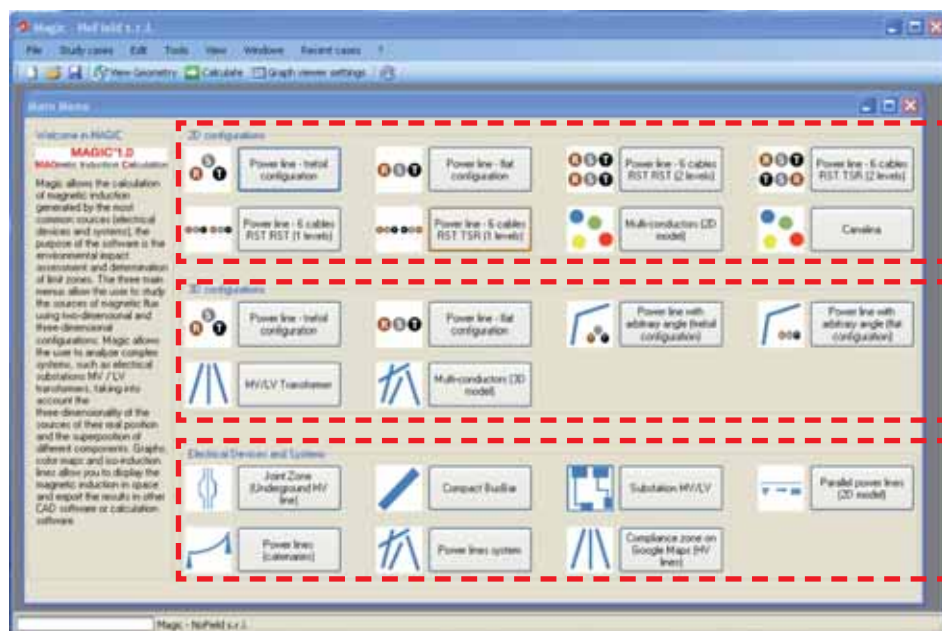
L'utilisation du logiciel MAGIC® n'exige aucune compétence spécifique en matière de champs électromagnétiques. Ainsi, un service d'ingénierie peut effectuer des évaluations de champs magnétiques de manière indépendante, simple et économiquement avantageuse, sans recourir à des consultants ni à des mesures mises en œuvre par un personnel externe. Le service d'ingénierie peut ainsi effectuer l'évaluation des risques liés à l'exposition à des champs magnétiques à base fréquence.

Le service d'ingénierie peut également évaluer de manière autonome si une source de champ magnétique exige ou non l'adoption de mesures d'atténuation (par ex. : postes MT/BT proches de bureaux, ligne électrique proche de zones de travail, etc.). Le logiciel est accompagné de guides d'utilisation et tutoriels qui fournissent à l'utilisateur toutes les informations nécessaires pour commencer à l'utiliser.

Logiciel MAGIC®

Analyse des installations électriques

Certaines configurations courantes d'installations électriques souvent présentes dans les applications pratiques exigent la superposition des effets de plusieurs sources. Le logiciel MAGIC® comporte une partie consacrée à ces situations qu'il est possible de mettre à jour avec des types de sources personnalisés ou nouveaux. En particulier, MAGIC® fournit trois types de sources : la chambre de jonction des câbles HT, les postes MT/BT et les lignes électriques aériennes HT.



**Configurations
2D**

**Configurations
3D**

**Configurations des
installations**

Composants

À la différence des transformateurs à huile, les transformateurs moulés en résine ne sont pas contenus dans une enveloppe métallique qui exerce un effet de blindage. Le modèle intégral de transformateur moulé en résine employé dans MAGIC® permet d'évaluer le champ parasite.

Le modèle possède deux degrés de précision qui influencent la durée du calcul. Ils sont identifiés dans le logiciel sous les noms de « simplified model » (modèle simplifié) et « rigorous model » (modèle rigoureux).

Lorsque le champ parasite est calculé à un mètre du transformateur, les deux modèles sont équivalents, tandis que quand les points sont très proches du transformateur, il est conseillé d'utiliser le « rigorous model » (modèle rigoureux).

MAGIC® est le seul logiciel commercial qui applique actuellement le modèle des champs parasites des transformateurs. Selon la puissance des transformateurs, le logiciel détermine les principaux paramètres géométriques qui permettent à l'utilisateur de calculer le champ magnétique sans connaître d'autres données que la puissance nominale de sortie du transformateur.

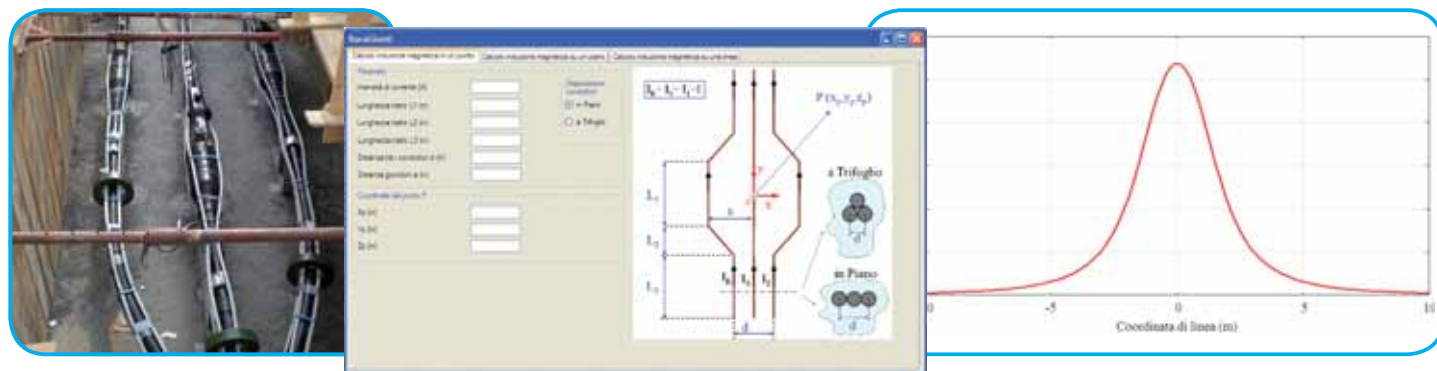


Logiciel MAGIC®

Lignes HT : Chambre de jonction

Une chambre de jonction de lignes électriques HT comporte trois conducteurs éloignés l'un de l'autre d'une distance pouvant atteindre un mètre. Cette distance crée une augmentation de l'induction qui peut dépasser 100 μT au courant nominal. Par conséquent, la chambre de jonction peut constituer une zone critique et exige une évaluation du champ magnétique et une atténuation supplémentaire. La limite de 100 μT est associée aux effets à court terme et doit donc être respectée à tout moment, même aux endroits où le grand public ne reste que peu de temps (exigences de l'ICNIRP).

MAGIC® permet d'effectuer l'étude magnétique des chambres de jonction à l'aide d'un modèle 3D paramétrique. L'utilisateur n'a pas besoin de construire la géométrie du dispositif mais doit uniquement configurer les valeurs des paramètres de conception.

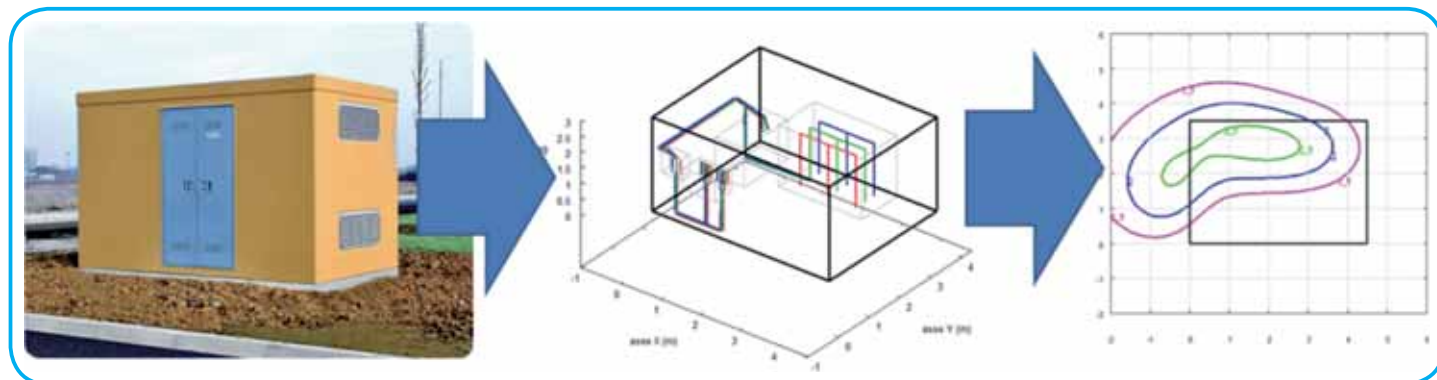


Postes électriques

L'exigence de pouvoir calculer l'impact magnétique des postes électriques MT/BT a souvent été soulignée. Le cadre réglementaire italien exige de respecter l'objectif de qualité (3 μT), mais les limites sont plus strictes dans certains pays comme la Suisse (1 μT). On estime qu'environ 1 % des postes, principalement en environnement civil, exigent des mesures d'atténuation pour ramener les champs magnétiques aux niveaux exigés. Étant donné qu'on estime le nombre de postes en Europe à plusieurs millions, on comprend facilement l'étendue du problème. Les principaux composants d'un poste qui ont différents impacts magnétiques sur l'environnement sont : les connexions MT et BT, les tableaux Met et BT et les transformateurs MT/BT.

MAGIC® permet d'effectuer l'analyse de postes comprenant jusqu'à 6 transformateurs électriques en pouvant prendre en compte les divers aspects de la conception et de l'installation :

- a) Sélection entre transformateur moulé en résine ou transformateur à huile avec la prise en compte du champ parasite grâce à un modèle correct.
- b) Lignes électriques : connexions MT et BT.
- c) Tableaux MT avec cellules d'entrée et de sortie.
- d) Tableaux BT pour le débit de la puissance de sortie.

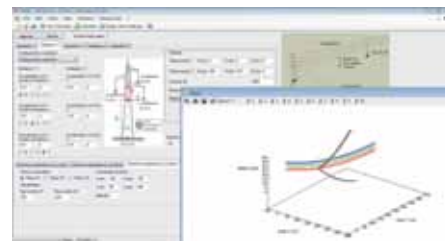


Logiciel MAGIC®

Lignes électriques aériennes

MAGIC® calcule le champ magnétique généré par les lignes électriques aériennes MT ou BT. Il n'y a aucune limite à la géométrie des sources, au nombre de lignes électriques, à la disposition des conducteurs.

MAGIC® est en mesure de construire un modèle 3D complet des sources et de calculer le champ magnétique sur chaque plan d'inspection 3D. Le résultat peut s'exporter sous forme d'image ou en format vectoriel.



Le logiciel MAGIC est commercialisé selon 3 modalités :

- Licence 30 jours (essai, ou études una tantum du champ magnétique).
- Licence 1 an.
- Licence illimitée.

Le logiciel Magic® sera envoyé sur clé USB pour l'installation et l'authentification. Il peut être installé sur différents terminaux, mais l'utilisation est limitée à un seul ordinateur où se trouve la clé USB qui autorise l'accès.

Lorsque la période de validité de la licence est écoulée, le logiciel arrête de fonctionner, et il est nécessaire d'acheter une nouvelle licence. L'utilisateur a droit à recevoir gratuitement les mises à jour, qui incluent les nouvelles fonctions, les cas d'étude, etc.

Les licences Magic® comprennent le mode d'emploi et le document de validation des calculs ; en outre, le logiciel est accompagné gratuitement de l'assistance pour l'utilisation et d'une formation de base à notre siège ou par Skype.

Licence 30 jours

Cette licence permet d'installer le logiciel sur son ordinateur et de l'utiliser 30 jours. L'utilisation permet par exemple d'étudier certains cas sans devoir déboursier une somme importante.

Si, à la fin des 30 jours, l'utilisateur décide d'acheter une licence annuelle ou une licence illimitée, le coût soutenu pour l'achat de la licence 30 jours sera déduit du coût de la nouvelle licence. Cet avantage ne vaut que si l'achat est effectué dans les 7 jours à compter de l'expiration de la licence de 30 jours.

Licence avec expiration 1 an.

Le logiciel est fourni avec une licence d'1 an.

Si, dans les 2 mois à compter de la date d'achat, l'utilisateur décide de convertir la licence pour usage illimité, le coût soutenu précédemment sera déduit du coût de la nouvelle licence.

Licence pour utilisation illimitée.

Cette licence permet à l'utilisateur d'avoir une copie du logiciel MAGIC® sans date d'expiration.

Code	Durée du contrat de licence d'utilisation
MAG0101	30 jours
MAG0001	1 an
MAG0201	Illimitée





Installation

47

Installation Guide for Flat Plates	48
Structural Design of Shielding Plates	52
Guide for the Installation of Shielding Cable Trays	53
Guide for the Installation of Shielding Cable Trays for Underground Lines	54
Installation of Shielding Joint Area	55
Step-by-step guide to using the MAGIC® software	57

Guide d'installation Piane Plaques

Étape 1 : installation des cornières.

Remarque : pour la pose de tous les éléments du système de blindage, il faudra choisir des fixations adéquates au type de structure existante. Dans le commerce, il existe des chevilles de différents types de fabrication (brique pleine ou perforée, béton plein ou perforé, placoplatre, etc.).

Les profils et les plaques devront être percés avant la fixation, avec une pointe de fer au carbone Ø7 mm, ou adaptée à la cheville qu'on souhaite utiliser. Dans la première phase, s'ils sont prévus, il faudra poser les profils angulaires supérieurs (paroi/plafond) et ensuite les verticaux sur les parois. Les profils angulaires mis à l'horizontale devront être coupés de 45° environ dans les jonctions angulaires (voir figure ci-contre) en adoptant en longueur le profil central. Il est conseillé d'utiliser quatre chevilles par côté, pour une longueur du profil angulaire de 1000 mm.

Remarque : avant de commencer les opérations de pose des plaques de blindage, il est conseillé de mesurer soigneusement sur plusieurs points les dimensions réelles de la paroi/plafond ; en cas de présence des cornières, l'opération de mesure doit être effectuée après leur pose. Les mesures obtenues devront être comparées avec celles données dans la disposition en annexe. Cette opération permet de mettre en évidence les éventuelles difformités de fabrication et permettra de modifier et adapter les dimensions des plaques (voir ÉTAPE 3) selon les mesures réelles de la structure.

Étape 2 : installation de la première plaque.

Remarque : pour commencer la pose, se reporter à la disposition en annexe. Toutes les plaques adjacentes aux parois ou aux profils angulaires, si présentes, devront avoir les ailes de trois côtés (sauf cas exceptionnels spécifiés dans la disposition).

La disposition de pose en annexe indique la plaque de blindage qui devra d'abord être installée sur la paroi, avec l'indication spatiale de l'orientation.

Les plaques de blindage devront être placées de manière à ce que le côté à haute conductibilité électrique (le plus épais, avec les bossages saillants, voir photo) soit dirigé vers les sources du champ magnétique.

La première plaque de blindage percée qui devra être posée doit avoir les ailes sur trois côtés, doit chevaucher le profil angulaire, si prévu, de 50 mm environ, jusqu'à arriver à la butée, ou être alignée à la paroi.

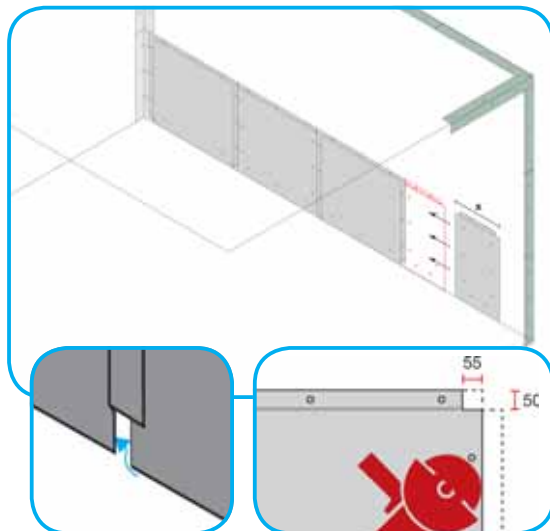
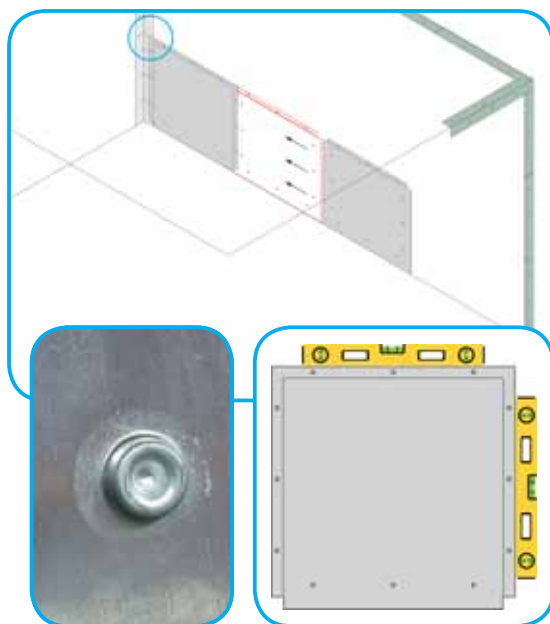
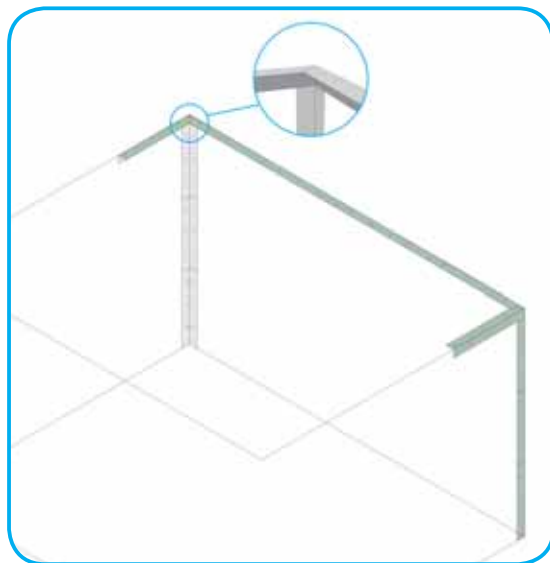
Il faudra contrôler l'alignement horizontal et vertical avant la fixation définitive avec les chevilles, sans que ces dernières ne soient excessivement serrées, pour permettre l'introduction des plaques suivantes, latérales et supérieures.

Étape 3 : installation des plaques.

Par ordre de pose, la deuxième plaque qui devra être utilisée a une aile unique sur le côté supérieur ; avant d'être fixée à la paroi, elle devra glisser sous l'aile de la plaque fixée précédemment, sur une profondeur de 50 mm environ jusqu'à la butée.

Installer les plaques l'une après l'autre en veillant à alterner la version à une aile et celle à trois ailes.

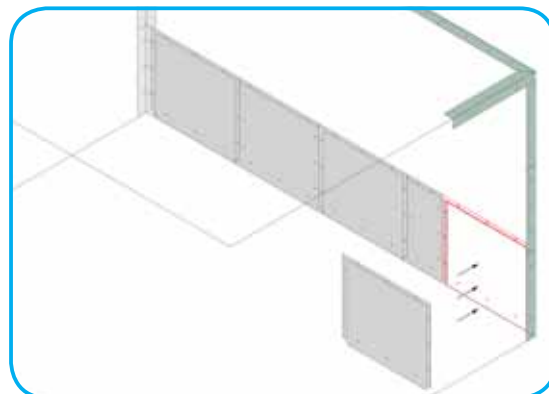
Remarque : les plaques plates qui ont une seule aile supérieure permettent de récupérer les irrégularités éventuelles de fabrication des bâtiments ; au besoin, elles peuvent être coupées sur trois côtés. En cas de coupes latérales, il faudra restaurer l'écartement présent sur l'aile supérieure, en le ramenant aux dimensions d'origine (50x55 mm, voir dessin). Cette opération devra être effectuée avant la fixation de la dernière plaque avec trois ailes, laquelle, par chevauchement, couvrira les imperfections de la coupe.



Guide d'installation Piane Plaques

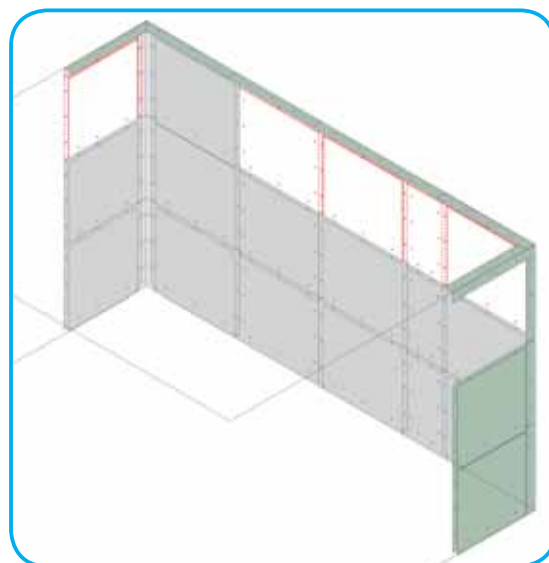
Étape 4 : installation des plaques.

La première rangée de plaques est terminée par une plaque à trois ailes, qui permet le chevauchement sur la plaque précédente et sur le profil angulaire, si prévu, ou d'arriver à la butée de la paroi opposée.



Étape 5 : installation des plaques.

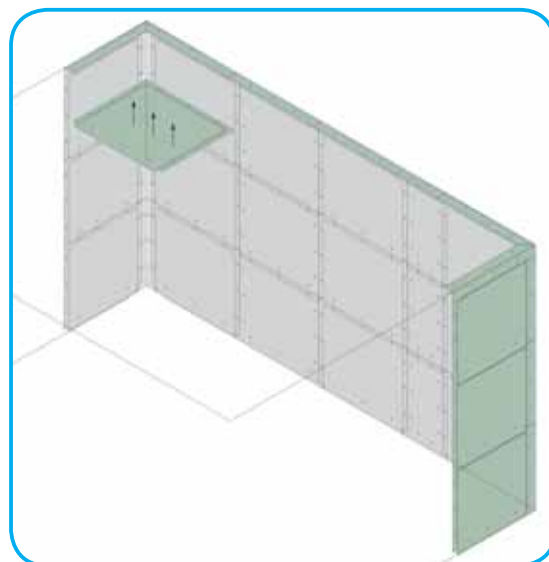
Continuer l'installation des plaques avec les mêmes méthodes décrites auparavant. En cas de présence d'appendices latéraux, utiliser la même procédure opérationnelle (ÉTAPE 2).



Étape 6 : installation des plaques au plafond.

Une fois la pose du système de blindage sur la paroi terminée, si prévu par la disposition, on commencera à fixer la première plaque au plafond, avec les ailes sur trois côtés.

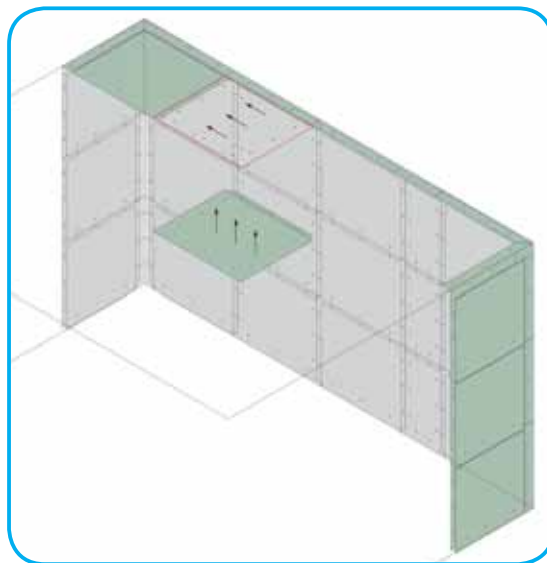
Dans ce cas aussi, il faudra poser la plaque en superposant l'aile au profil angulaire posé auparavant.



Guide d'installation Piane Plaques

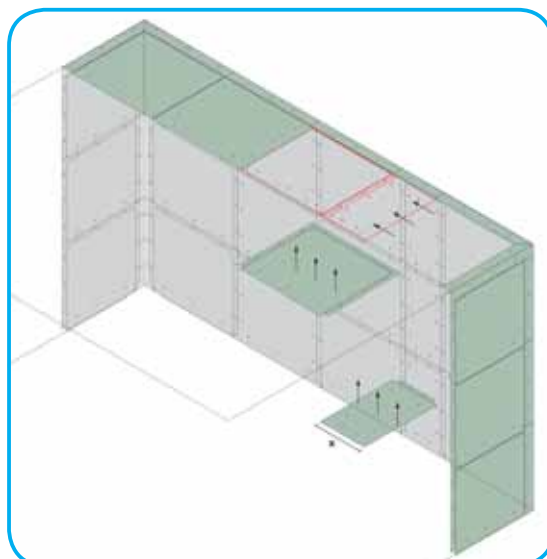
Étape 7 : installation des plaques au plafond.

La deuxième plaque qui devra être utilisée a une aile unique sur le côté supérieur ; avant d'être fixée au plafond, elle devra glisser sous l'aile de la plaque fixée précédemment, sur une profondeur de 50 mm environ et en faisant chevaucher l'aile sur le profil angulaire.



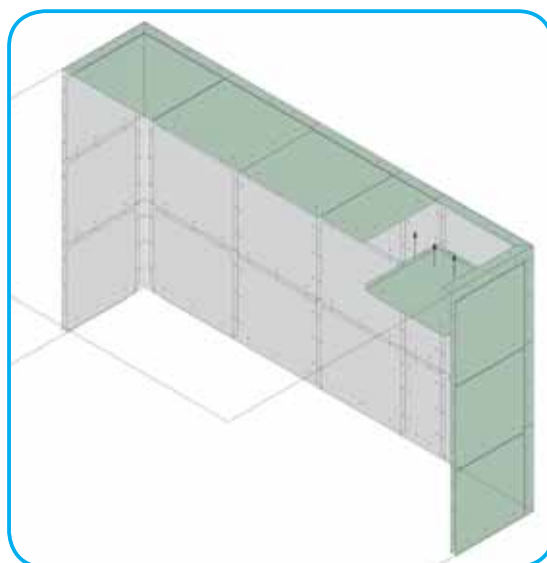
Étape 8 : installation des plaques au plafond.

Installer les plaques l'une après l'autre en veillant à alterner la version à une aile et celle à trois ailes.



Étape 9 : installation des plaques au plafond.

Continuer l'installation des plaques, en prenant soin de récupérer les différences de fabrication du plafond, en modifiant si nécessaire la plaque avec une seule aile (**voir remarque ÉTAPE 3**).



Étape 10 : installation des plaques au plafond.

La première rangée de plaques est terminée par une plaque à trois ailes, qui permet le chevauchement sur la plaque précédente et sur le profil angulaire, si prévu, ou d'arriver à la butée de la semelle au niveau de la paroi opposée.

Guide d'installation Plane Plaques

Étape 11 : installation des plaques au plafond.

Une fois l'installation de toutes les plaques du système de blindage terminée, il faudra serrer de manière stricte le système de fixation et, si nécessaire, souder la partie conductrice, à des intervalles de 100 mm, en commençant par les croisements des plaques et en continuant sur l'ensemble du périmètre (voir dessin). La même chose devra être faite sur les profils angulaires et sur les profils plats également, si prévus.

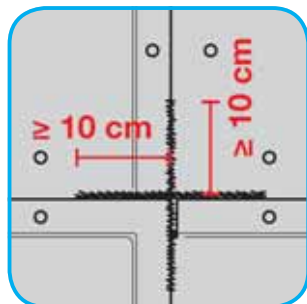


Fig. 30 - Soudage du croisement entre les plaques



Fig. 31 - Achèvement du soudage

Étape 12 : fixation définitive des plaques.

La mise à la terre est la dernière opération de pose du système de blindage.

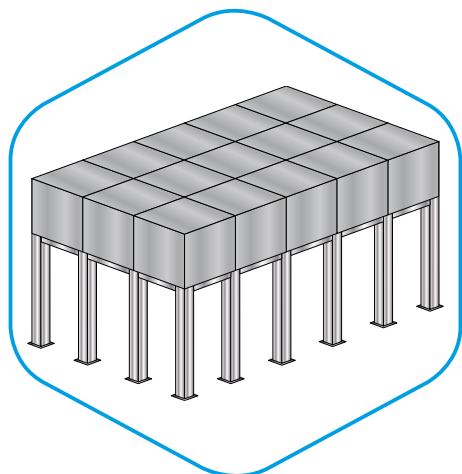
Puisqu'il y a continuité électrique entre les plaques, il suffira de brancher à un endroit le système de blindage à un nœud équipotentiel de l'installation électrique, en utilisant un conducteur en cuivre de 25 mm² ayant les cosses de câble correspondants.



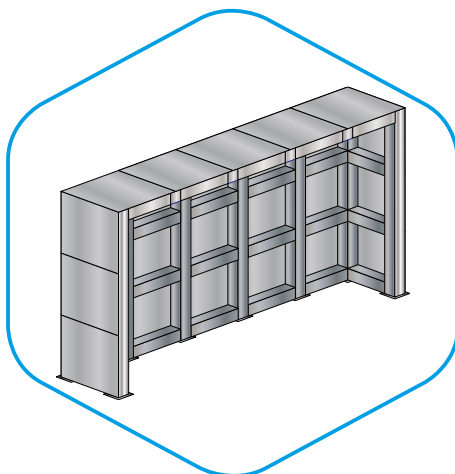
Conception structurelle des plaques de blindage

Il n'est pas toujours possible de positionner les plaques de blindage directement sur le mur ou le plafond. C'est pourquoi Sati Shielding travaille en collaboration avec des sociétés qui sont en mesure de fournir et d'assembler des structures métalliques destinées à l'installation des plaques.

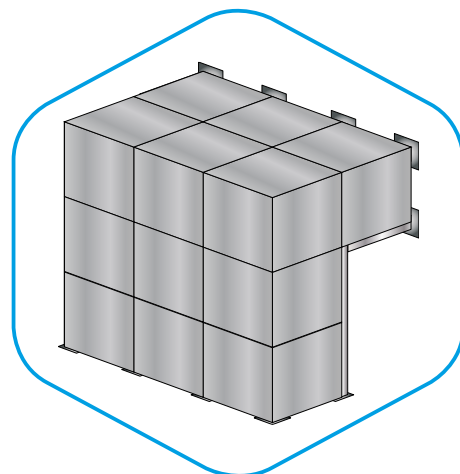
Cette solution a notamment permis d'effectuer le blindage d'un transformateur de distribution situé dans un musée où le positionnement des écrans directement sur les murs ou le plafond n'était pas envisageable compte tenu de la valeur architecturale et du type de construction des murs.



Exemple de structure autoportante pour plafond conçue pour réduire le champ magnétique généré par des transformateurs MT/BT situées au-dessus du plafond.



Exemple de structure autoportante murale conçue pour réduire le champ magnétique généré par un poste électrique de distribution situé contre le mur adjacent.

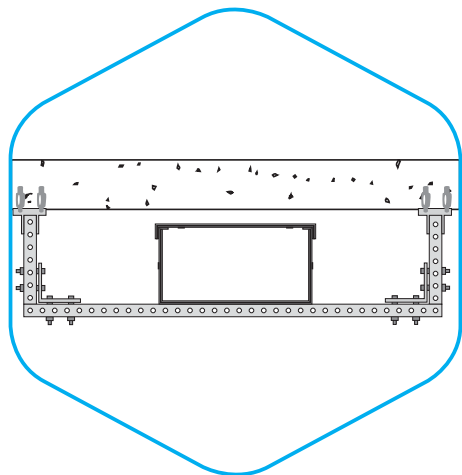
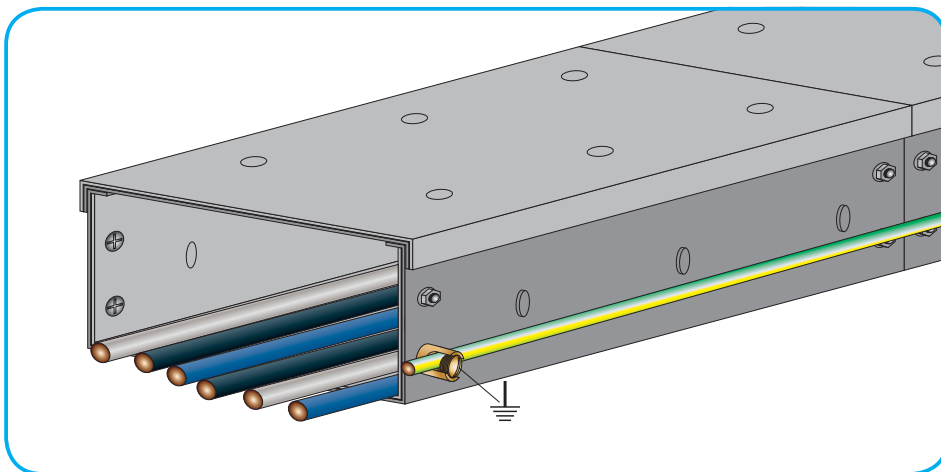


Exemple de structure autoportante pour mur/plafond conçue pour réduire le champ magnétique généré par un poste électrique de distribution situé sur le mur/plafond adjacent.

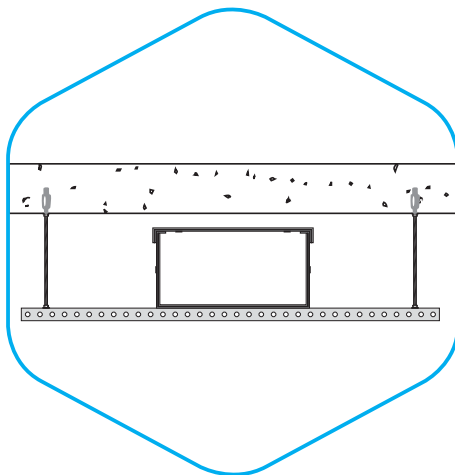


Guide d'installation des chemins de câbles de blindage

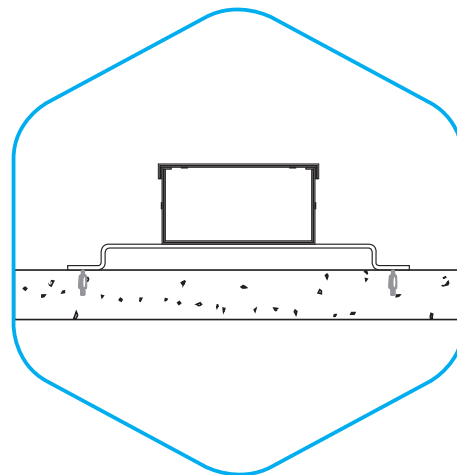
Connecter le caniveau de câbles à un conducteur de mise à la terre en cuivre de 25 mm².



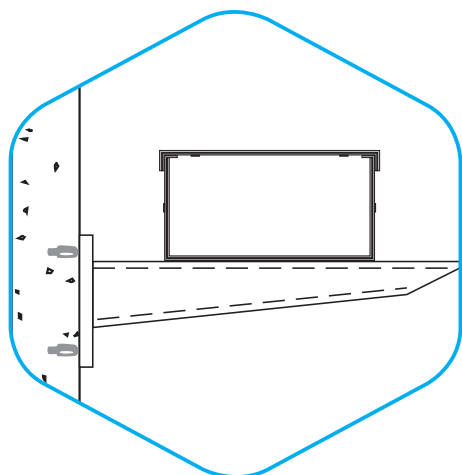
Exemple de supports de suspension fixés au plafond en béton.



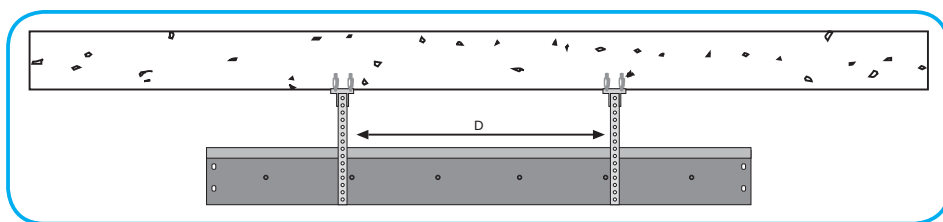
Exemple de supports de suspension avec tiges profilées filetées.



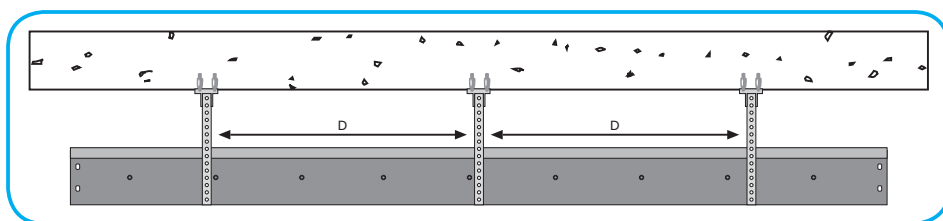
Exemple d'installation au sol.



Exemple d'installation murale.



La distance entre les supports doit être $D = 1$ m.
Exemple de montage mural avec un caniveau de 2000 mm

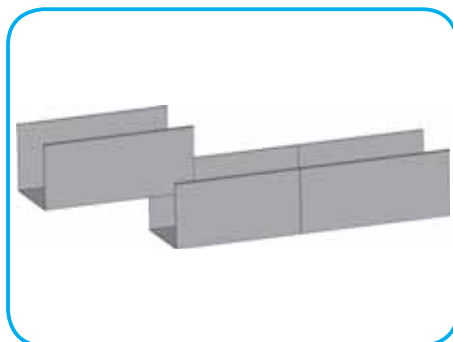
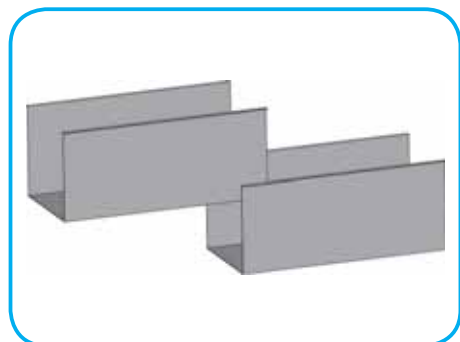


Exemple de montage avec un caniveau de 3000 mm.

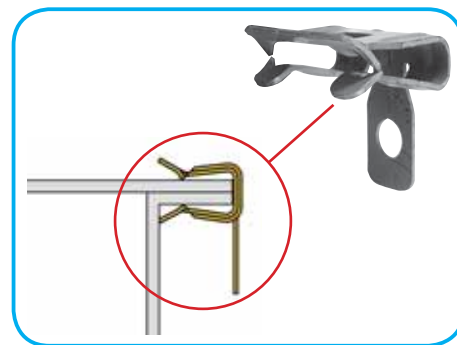
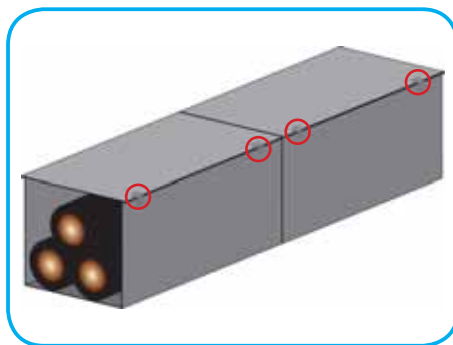
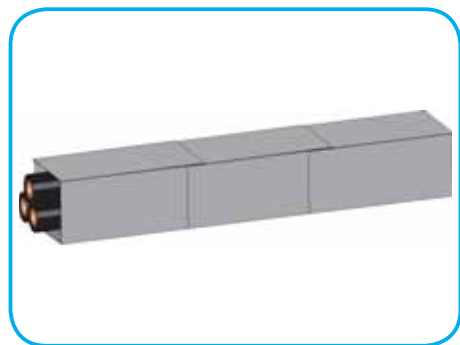
Guide d'installation des chemins de câbles pour lignes souterraines

Le blindage des chemins de câbles souterrains doit être installé avec un chevauchement d'environ 200 mm afin d'assurer la continuité électrique.

L'étape suivante consiste à poser les câbles selon la modalité spécifiée dans le projet (en trèfle ou en nappe).



Une fois les câbles électriques installés, la dernière étape consiste à installer les couvercles, toujours avec un chevauchement de 200 mm, puis à les raccorder au caniveau sous-jacent au moyen de clips à ressort espacés d'environ 300 mm.



Installation de la zone de jonction du blindage

Les noyaux magnétiques (également appelés tores) doivent être insérés avant d'effectuer les jonctions. La position du tore le long du segment de câble de la chambre de jonction est indifférente.

Après avoir marqué les jonctions, il n'est plus possible d'extraire les tores ni d'installer les câbles de blindage. On pose généralement quatre câbles de blindage par câble de source. La longueur des câbles de blindage doit être égale à la chambre de jonction. Les câbles de blindage doivent être posés de façon symétrique ; les asymétries mineures dues à l'installation n'affectent pas du tout l'efficacité du blindage.



Tores sur les trois phases.



Début de la phase de pose des câbles de blindage.



Câbles de blindage près de la jonction de câbles HT.



Câbles de blindage posés sur tous les câbles HT.

Les câbles de blindage posés sont fixés à l'aide de colliers métalliques revêtus de plastique pour les protéger de la corrosion.



Collecteurs flexibles.

Les câbles de blindage doivent être raccordés aux extrémités de la chambre de jonction avec des collecteurs (également appelés centres étoile). Ces composants doivent être suffisamment flexibles pour y raccorder facilement tous les câbles de blindage.



Fixation de la gaine rétractable entre le câble et le collecteur.

Les collecteurs sont également isolés de manière à garantir leur résistance à la corrosion. De manière analogue, le point de raccordement entre le câble et le collecteur est protégé par une gaine rétractable.

Installation de la zone de jonction du blindage

À la fin de l'installation des collecteurs, le blindage est terminé et constitue une « armure » résistante et sûre qui garantit la réduction des champs magnétiques plus efficacement que tout autre type de blindage.



Guide étape par étape d'utilisation du logiciel MAGIC®

Exemple d'utilisation.

MAGIC® est un logiciel simple et intuitif destiné aux applications de génie industriel, pour l'analyse de configurations telles que les postes MT/BT, les lignes électriques, les chambres de jonction, etc.

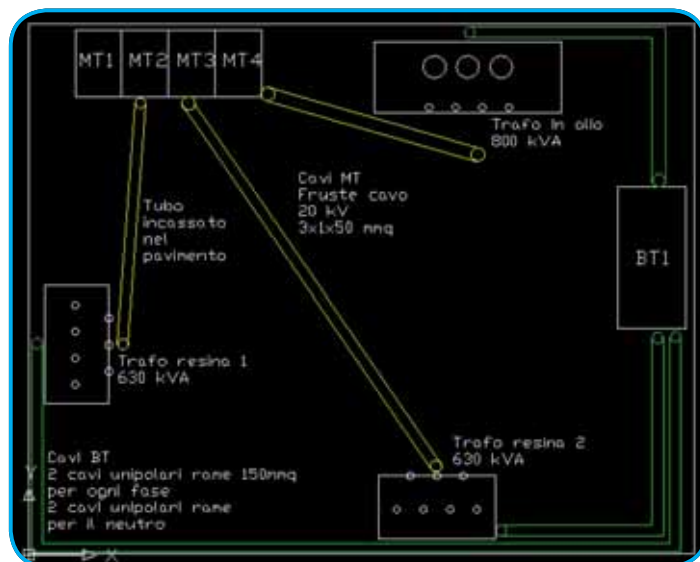
Étudions étape par étape l'analyse de l'impact sur l'environnement du champ magnétique généré par un poste MT/BT.

Étape 1 : plan masse du poste.

Commençons par le plan masse du poste à analyser.

Le poste considéré est représenté de côté et consiste en :

- 1 tableau de distribution MT.
- 2 transformateurs en résine.
- 1 transformateur à huile.
- 1 tableau principal de distribution BT.



Étape 2 : Choix de l'étude de cas.

Lors du lancement du logiciel, il est possible de choisir le cas à analyser dans le menu principal.

Choisissons le cas d'un **POSTE**.



Étape 3 : dispositifs dans le poste.

On choisit ensuite les dispositifs qui composent le poste. Dans le cas considéré :

- 1 tableau de distribution MT.
- 3 transformateurs.
- 1 tableau de distribution BT.
- 3 lignes MT.
- 3 lignes BT.

Une fiche à remplir sera affichée pour chaque dispositif indiqué.

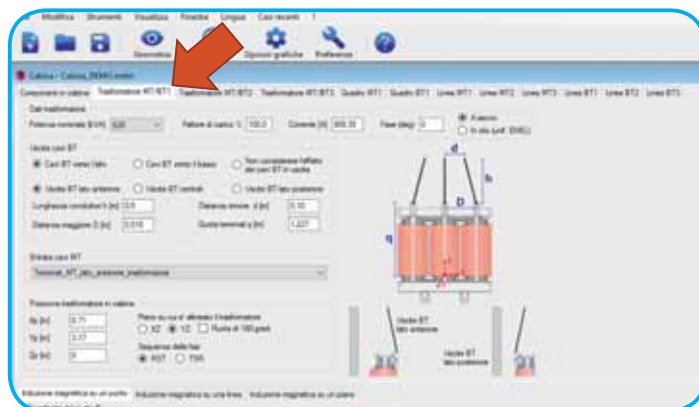


Guide étape par étape d'utilisation du logiciel MAGIC®

Étape 4 : description des transformateurs.

Pour chaque transformateur, il faut spécifier les éléments suivants :

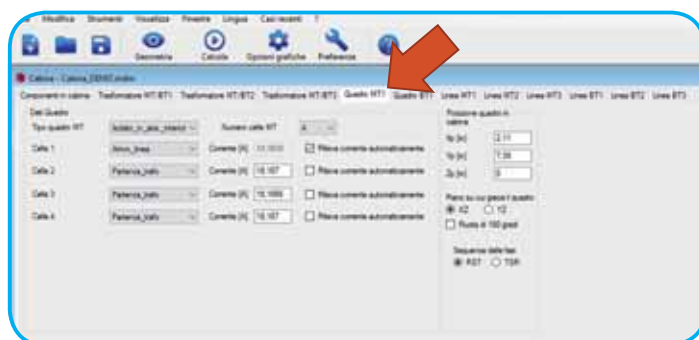
- Puissance nominale.
- Courant (ou facteur de charge).
- Type de transformateur (en résine/à huile).
- Description des sorties des câbles BT avec la spécification des paramètres géométriques indiqués sur la figure.
- Description des entrées BT.
- Position du transformateur dans le poste.



Étape 5 : description du tableau MT.

Pour le tableau MT, les caractéristiques suivantes doivent être spécifiées :

- Nombre de cellules.
- Type de cellules (extrémité de ligne, commutateur, départ de transformateur, etc.).
- Position du tableau dans le poste (coordonnées X,Y par rapport à la référence indiquée dans le plan masse initial).



Étape 6 : description du tableau BT

Pour le tableau BT, les caractéristiques suivantes doivent être spécifiées :

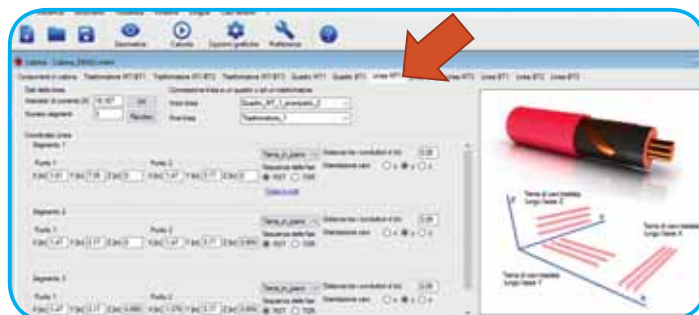
- Nombre d'armoires composant le tableau PowerCenter.
- Arrivée de câbles par le haut/par le bas.
- Position du tableau dans le poste (coordonnées X,Y par rapport à la référence indiquée dans le plan masse initial).



Étape 7 : description des lignes MT et BT.

Pour chaque ligne MT, les caractéristiques suivantes doivent être spécifiées :

- Nombre de tronçons rectilignes.
- Début et fin de la ligne (par ex. : de « Tableau MT cellule 2 » à « Transformateur 1 » ; dans ce cas, le courant sera importé à partir du transformateur, et les coordonnées initiales et finales à partir des dispositifs correspondants).
- Coordonnées des points initiaux et finaux de que tronçon.
- Configuration des ternes de câbles (par ex. en trèfle, en nappe, en double tère, etc.).



Guide étape par étape d'utilisation du logiciel MAGIC®

Étape 8 : périmètre du poste.

Pour définir le périmètre du poste :

- Sélectionner « Display Options » (Options d'affichage) dans la barre d'outils, puis « Add poly-lines » (Ajouter politraits) et « Add » (Ajouter).
- Sélectionner le nombre de sommets du post (par ex. : plan masse rectangulaire -> 4 sommets) et définir les coordonnées.
- Sélectionner « OK ».

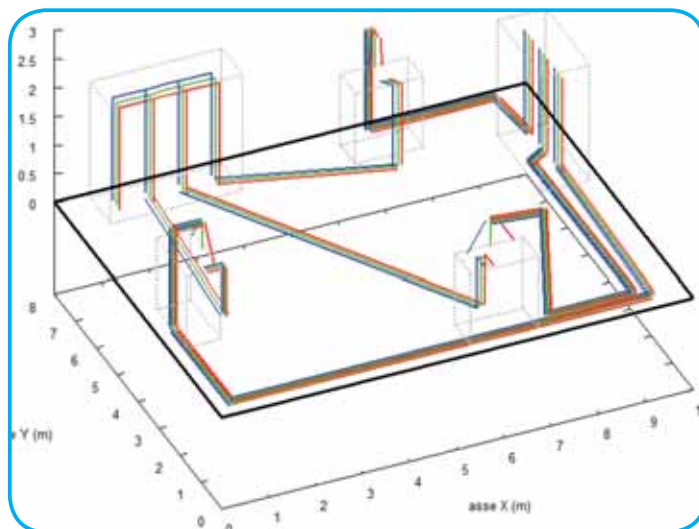


Étape 9 : Représentation en 3D.

Après avoir renseigné tous les onglets, sélectionner « Geometry » (Géométrie) dans la barre d'outils.

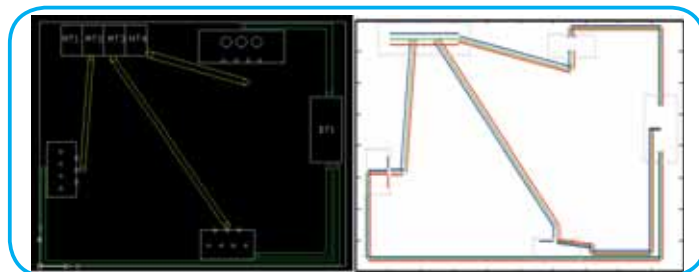
Une fenêtre avec la représentation du modèle 3D du poste s'ouvre alors.

Si les données n'ont pas été saisies correctement, un message d'erreur s'affiche.



Étape 10 : comparaison avec le plan masse.

À ce stade, il convient de comparer le plan masse initial avec le modèle 3D généré afin d'identifier et de corriger toute erreur éventuelle. Il est ensuite possible de corriger les données souhaitées et de générer à nouveau le modèle 3D en sélectionnant une nouvelle fois « Geometry » (Géométrie).

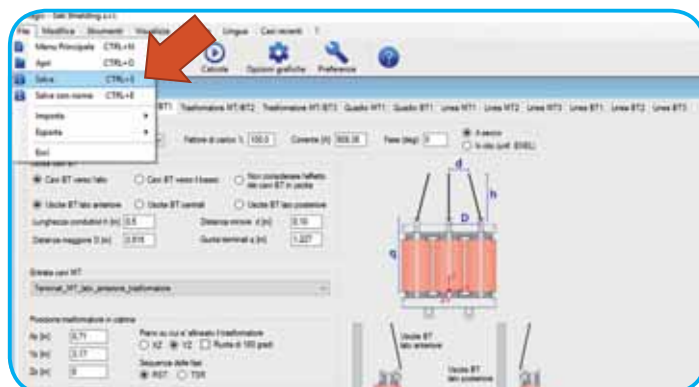


Étape 11 : enregistrement dans un fichier.

Une fois le modèle corrigé et vérifié, il faut l'enregistrer dans un fichier MDM.

Sélectionner « Save » (Enregistrer) dans le menu « File » (Fichier).

Il est ainsi possible d'ouvrir le formulaire enregistré plus tard en sélectionnant « File » (Fichier) et « Open » (Ouvrir).



Guide étape par étape d'utilisation du logiciel MAGIC®

Étape 12 : sélection du plan de calcul.

Le calcul peut désormais commencer. Sélectionner tout d'abord un plan de calcul : par exemple, pour évaluer l'induction magnétique au niveau du sol de la pièce située au-dessus du poste, il faut sélectionner :

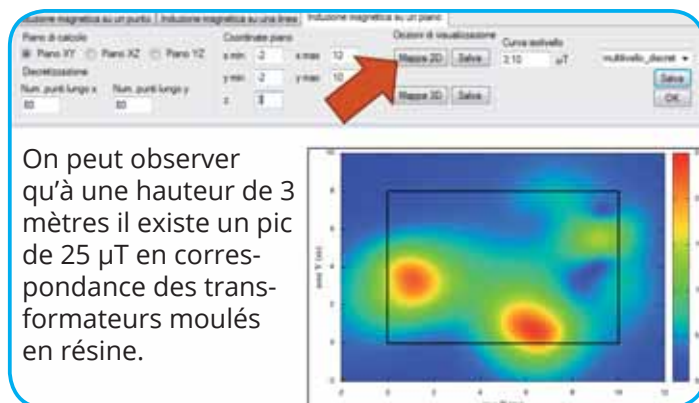
- Plan XY.
- Dimension : 3 mètres.
- Marges : x : -2; 12 mètres y : -2 ; 10 mètres.
- Discrétisation : 70 points..



Étape 13 : affichage des résultats.

Sélectionner « Calculate » (Calculer) dans la barre d'outils pour commencer le calcul. Au bout de quelques secondes, les résultats sont prêts et un menu s'affiche pour permettre de sélectionner leur mode d'affichage.

Il est par exemple possible de sélectionner l'affichage sous forme de « 2D map » (carte 2D).



Étape 14 : Distance de conformité pour les évaluations d'impact sur l'environnement.

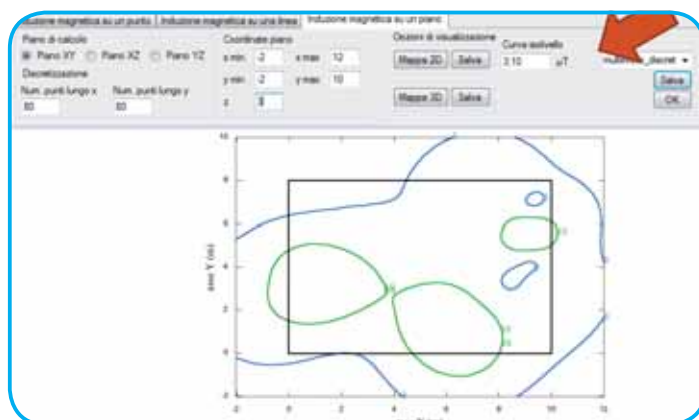
Il est également possible de tracer des courbes de niveaux en sélectionnant les valeurs souhaitées en µT (par ex. : 3 µT et 10 µT).

Il est par exemple possible de choisir la limite établie par la législation et d'obtenir immédiatement la représentation de la distance de première approximation à reporter dans l'évaluation de l'impact sur l'environnement.

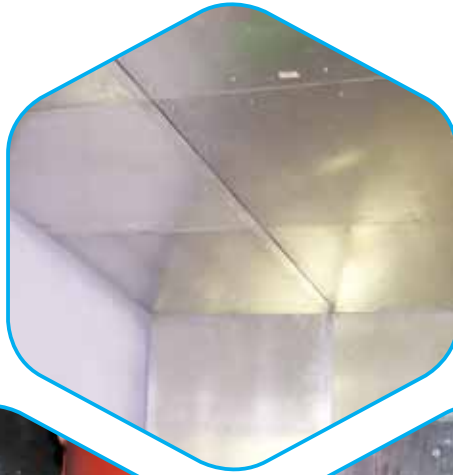
L'utilisateur peut ensuite enregistrer le résultat graphique dans un fichier en sélectionnant « Save » (Enregistrer) dans la section « Level curve » (Courbe de niveau).

À ce stade, il est possible de traiter et d'importer le fichier dans AutoCAD pour le superposer au plan masse initial afin d'obtenir un résultat de ce genre.

La ligne bleue représente la zone tampon pour la limite de 3 µT.



Exemples d'installation







SATISHIELDING

Essai final et rapport technique

64

Essai final et rapport technique

À la fin de la construction d'un dispositif de blindage, la société Sati Shielding S.r.l. est en mesure d'effectuer son essai final par mesure directe de l'induction magnétique dans les zones qui ont été protégées. La source peut être artificielle, comme par exemple un enroulement alimenté par un courant donné, mais pour effectuer l'essai réel, il est nécessaire de se référer à la source réelle car la distribution spatiale du champ magnétique peut être très différente. Dans le cas du blindage d'une nouvelle installation, il est donc impératif d'attendre que la source ait été installée et mise en service.

Les mesures doivent s'effectuer conformément aux normes CEI 106-27, EN 62110 qui établissent qu'en cas de champs considérés comme non uniformes, le niveau du champ magnétique au point d'intérêt doit être mesuré à trois hauteurs : 0,5 m, 1,0 m et 1,5 m par rapport au sol ou au rez-de-chaussée du bâtiment.

En outre, la réglementation exige que les mesures soient effectuées à une distance horizontale de 0,2 m de la surface, du bord ou du mur près de l'équipement ou dans un bâtiment.

La société Sati Shielding S.r.l. n'utilise que des instruments d'essai certifiés dont l'étalonnage est effectué tous les deux ans. La société Sati Shielding S.r.l. est en mesure d'effectuer des essais complets avec des instruments portatifs (PMM8053 avec sondes EHP50C et EP330) et la surveillance dans le temps avec une station fixe autonome dotée d'une fonction d'enregistrement des données (AMB-8057).



Fig. 17 - Kit de mesure avec ordinateur de poche PMM8053 et capteurs EHP50C pour la mesure de fréquences allant jusqu'à 100 kHz et EP330 pour les fréquences jusqu'à 3 GHz.



Fig. 18 - Capteur pour la mesure continue du champ électrique et magnétique.

À la fin de la phase d'essai, un rapport technique est élaboré en indiquant la comparaison entre les valeurs d'induction magnétique relevées avec et sans le dispositif d'atténuation.



Certifications

66

Certifications



BUREAU VERITAS
Certification

SATI SHIELDING SRL

Head Office and Operative Site:
Via Carlo Ferrero, 10 Frazione Cascine Vica – 10098 RIVOLI (TO) - ITALY

*Bureau Veritas Italia spa certify that the Management System of the
above organisation has been audited and found to be in accordance
with the requirements of the management system standards detailed below*

Standard

ISO 9001:2015

Scope of certification

Design and production management of mitigation solutions and
systems, for electromagnetic fields (shielding systems).

EA Sector(s): **29, 34**

Certification cycle start date: **28 April 2016**

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's
Management System, this certificate expires on: **27 April 2019**

Original certification date: **28 April 2016**

Certificate No. **IT267470** Version. **N. 1** Revision date: **28 April 2016**



ANDREA FILIPPI - Local Technical Manager

Certification body address:
Bureau Veritas Italia spa, Via Miramare, 15, 20126 Milan, Italy



Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability
of the management system requirements may be obtained by consulting the organization.
To check this certificate validity please refer to the website www.bureauveritas.it



SGS N° 009A	PKS N° 026C
SGS N° 009D	SGS N° 009H
PKS N° 009B	ENAS N° 004P
SGS N° 009F	ENAS N° 009D
PKS N° 003I	DSP N° 005E

Members degli Accordi di Mutual Recognition EA e JAF
Signatory of EA and JAF Mutual Recognition Agreements



Sati Shielding S.r.l.
Via Ferrero, 10 - 10098 Rivoli - Cascine Vica (TO) Italie
Tel. +39.011.95.90.111
Fax +39.011.95.90.230
shielding@satishielding.com
www.satishielding.it

