

Moyens de protection en schéma TT

Objectif : Être capable d'identifier et de mettre en œuvre des protections sur une installation en schéma TT.

Liaison avec le référentiel :

Connaissances : Chaîne d'énergie ; Distribution – Protection ; **Compétences** : C1 – C3 – C11 – C12

Situation : Quelles sont les règles à respecter pour assurer la protection des personnes en schéma TT ? Quels matériels faut-il utiliser ?

1 Protection par dispositif différentiel

Règles en schéma TT

- La protection contre les contacts indirects est assurée par des dispositifs différentiels à courant résiduel.
- La sensibilité maximale du dispositif différentiel ($I_{\Delta n}$) doit être choisie de façon à ce que la tension de contact n'excède pas la tension limite U_l .

Soit : $I_{\Delta n} \leq \frac{U_l}{R_a}$ $I_{\Delta n}$: valeur de la sensibilité du dispositif différentiel
 U_l : tension limite selon les conditions d'utilisation
 R_a : valeur de la résistance de la prise de terre des masses en Ω

L'utilisation de DDR est obligatoire car le courant de défaut (faible) n'est généralement pas détecté par les fusibles ou les disjoncteurs.

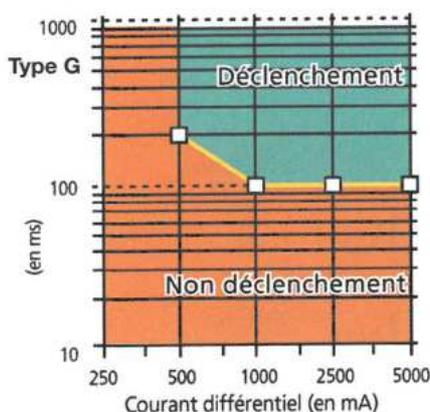
Application 1 (page 163 du livre élève)

- Déterminer la sensibilité du DDR à choisir pour vérifier $I_{\Delta n} \leq \frac{U_l}{R_a}$ pour un local d'habitation avec $R_a = 55 \Omega$ (voir calibres normalisés des DDR en Technologie 8 page 155).

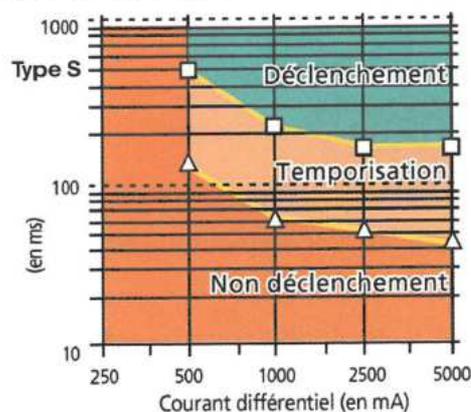
$$I_{\Delta n} \leq \frac{U_l}{R_a} \leq \frac{50}{55} \leq 0,9 \text{ A} \text{ Choix } 0,5 \text{ A}/0,3\text{A} \text{ ou moins.}$$

1.1 Caractéristiques des disjoncteurs différentiels

– **Type G instantané** : Appareil non temporisé destiné à l'usage général. Il provoque l'ouverture automatique d'un circuit, suite à un défaut d'isolement.

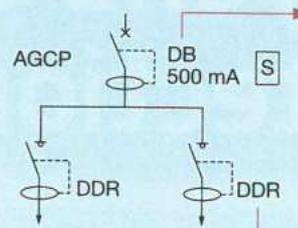


– **Type S sélectif** : Appareil temporisé destiné à être utilisé en tête de circuit (disjoncteur de branchement). Il est retardé de 40 millisecondes pour assurer la sélectivité.



La norme **NF C 15-100** impose dans les locaux d'habitation :

- une protection différentielle de sensibilité $I_{\Delta n} \leq 500 \text{ mA}$ – **type S** en tête de l'installation.
- des protections différentielles de sensibilité $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ – **type G** pour protéger les différents circuits.



1.2 Sélectivité des protections différentielles

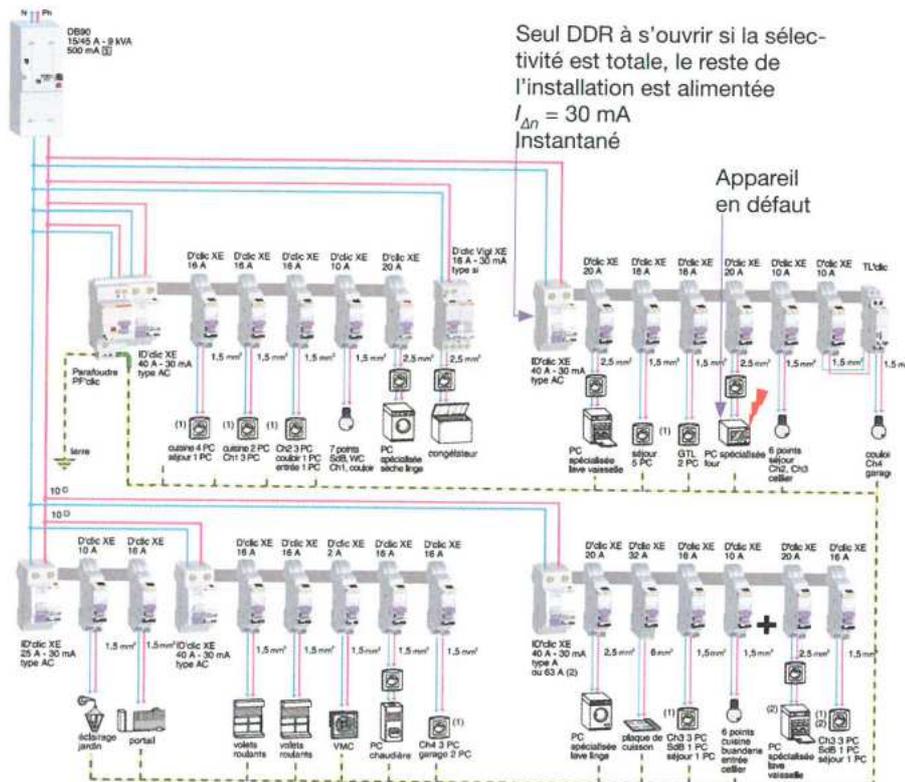
La **sélectivité totale** est un arrangement des protections qui permet de couper uniquement l'alimentation de l'appareil en défaut.

Pour que la sélectivité soit totale entre deux dispositifs différentiels en cascade, il faut une sélectivité ampèremétrique et chronométrique.

- **Sélectivité ampèremétrique** : le DDR en amont doit avoir une sensibilité au moins 3 fois supérieure à celle du DDR en aval.
- **Sélectivité chronométrique** : le temps de déclenchement du DDR amont doit être supérieur au temps de déclenchement du DDR aval.

Ce DDR ne s'ouvre pas.
 $I_{\Delta n} = 500 \text{ mA}$
Sélectif

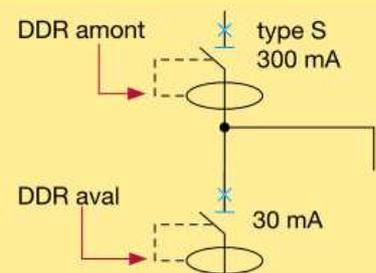
Seul DDR à s'ouvrir si la sélectivité est totale, le reste de l'installation est alimentée
 $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$
Instantané



Application 2 (page 164 du livre élève)

Sur le schéma ci-contre :

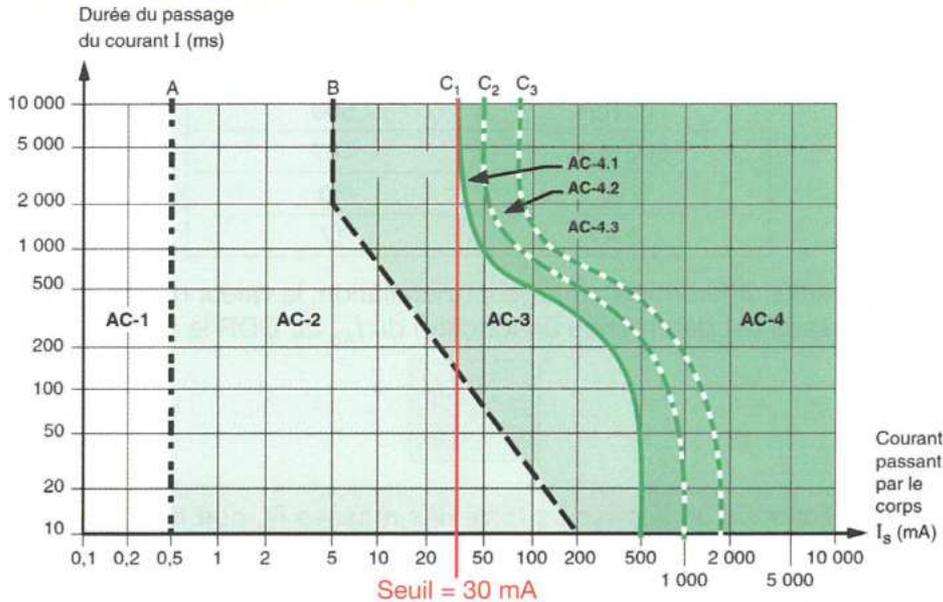
1. La sélectivité ampèremétrique est-elle assurée ? Oui Non
Justifier $I_{\Delta n} \text{ DDR amont } 300 \text{ mA} \geq 3 \times I_{\Delta n} \text{ DDR aval } (30 \text{ mA})$
2. La sélectivité chronométrique est-elle assurée ? Oui Non
Justifier **DDR aval instantané, DDR amont sélectif**



1.3 Protection contre les contacts directs

Dans l'habitat, l'utilisation de DDR d'une sensibilité de 30 mA permet aussi de protéger les utilisateurs contre les contacts directs.

Conséquences du passage du courant dans le corps humain



Application 3 (page 165 du livre élève)

1. Quelles sont les conséquences d'un courant de 30 mA pour le corps humain ? (voir **Technologie 6 – Dangers de l'électricité**)

$t < 150 \text{ ms} \rightarrow \text{AC-2}$ $t > 150 \text{ ms} \rightarrow \text{AC-3}$

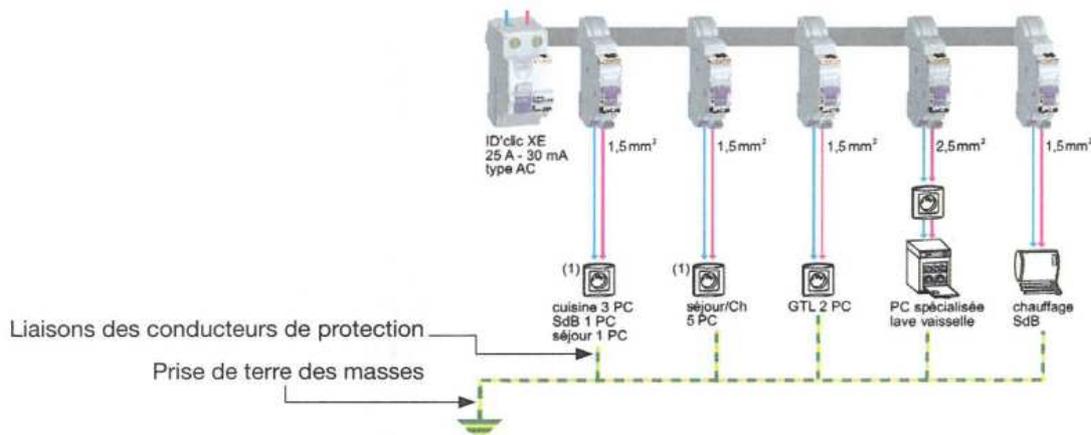
2. La personne est-elle en danger ? Oui Non

Justifier **La personne ne se retrouve pas en zone AC-4.**

2 Circuit de prise de terre

Règle en TT : Toutes les masses protégées par un même dispositif de protection différentiel doivent être interconnectées par un conducteur de protection (PE) et reliées à une même prise de terre.

La norme **NF C 15-100** impose un conducteur de protection (conducteur vert/jaune) pour chaque circuit.



2.1 Valeur de la prise de terre R_a

La valeur maximale de la **résistance de la prise de terre** dépend de la sensibilité du disjoncteur différentiel employé (exemple : valeurs maximales de la résistance de la prise de terre pour une tension limite de 50 V).

$I_{\Delta n}$ différentiel	R_a (Ω)
< 30 mA	> 500
100 mA	500
500 mA	167
1 A	50
3 A	17

Lorsque plusieurs dispositifs différentiels protègent l'installation, la valeur maximale de la résistance de la prise de terre des masses est déterminée en fonction du $I_{\Delta n}$ du DDR le moins sensible.

$$R_a \leq \frac{U_l}{I_{\Delta n}}$$

En domestique, la résistance de la prise de terre des masses R_a doit toujours être < 100 ohms.

Application 4 (page 166 du livre élève)

- Justifier la prescription de la norme : R_a doit toujours être < 100 ohms.

Sensibilité du DDR le moins sensible de l'installation (voir page 164) : $I_{\Delta n} = 500 \text{ mA}$

$$U_d = R_a \times I_d = 100 \times 0,5 = 50$$

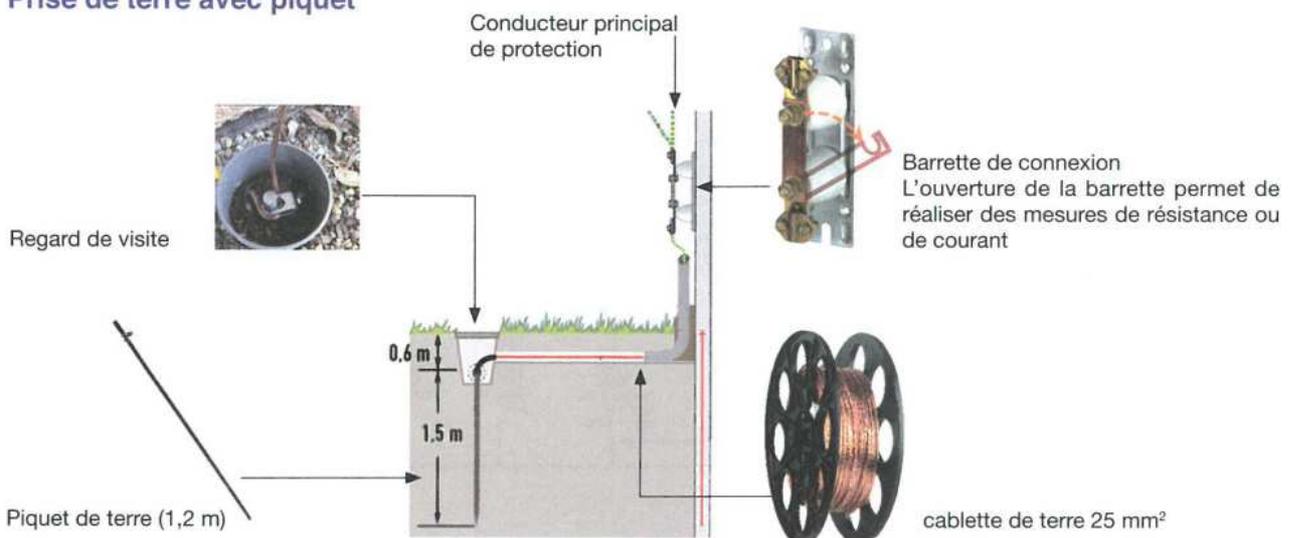
$U_d < U_l$: Oui Non

2.2 Prise de terre

La qualité de la prise de terre (faible résistance) dépend de la nature du sol (taux d'humidité, température,...), de ses dimensions et de sa forme.

Il est interdit d'utiliser comme prise de terre les canalisations de gaz, de vidange, de chauffage central et d'eau.

Prise de terre avec piquet



Sections minimales des conducteurs de protection

Section des conducteurs actifs correspondants (mm ² en cuivre)	Sections des conducteurs de protection, y compris le conducteur principal (mm ² en cuivre)
$S \leq 16$	S
S = 25 ou 35	16
$S \geq 35$	$0,5 \times S$ (25 mm ² maxi en schéma TT)

Application 5 (page 167 du livre élève)

- De quelle section doit être le conducteur de protection principal si l'installation est alimentée par un câble U1000R2V 25 ? **16 mm²**

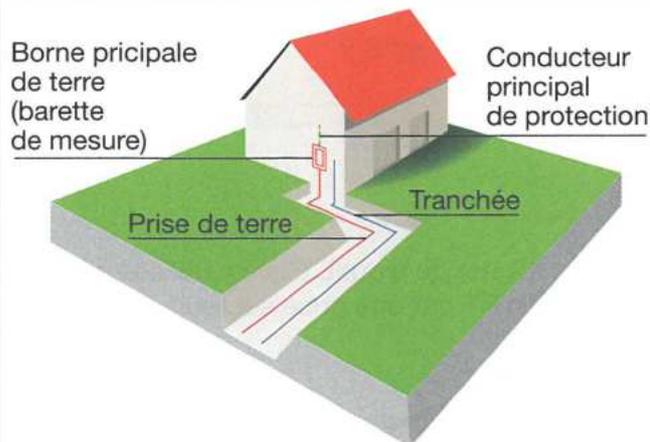
Justifier **La section des conducteurs actifs est de 25 mm², la section du conducteur de protection principal doit être de 16 mm².**

Ordres de grandeur de la prise de terre

Constitution de la prise de terre	Nature du terrain		
	Arables gras Remblais humides	Arables maigres Remblais grossiers	Pierreux secs Sables sec
Longueur minimale des conducteurs enfouis pour une valeur de 100 Ω	10 m	60 m	> 100 m
Résistance	1 piquet vertical de 1,5 m	5 à 56	165 à 225 Ω
	2 piquets	3 à 29	82 à 113 Ω
	3 piquets	2 à 19	55 à 75 Ω

Conducteur en tranchée

Le conducteur de la prise de terre (la câblette) est enfoui dans une tranchée (généralement, la tranchée de l'alimentation).



Conducteur en fouille

Le conducteur de la prise de terre est enfoui lors de la réalisation des fondations du bâtiment.



3 Mesure de la prise de terre

La mesure de la résistance de la prise de terre est réalisée pour les installations neuves afin de s'assurer de leur conformité.

Les **mesureurs de terre** utilisent différentes méthodes de mesure.

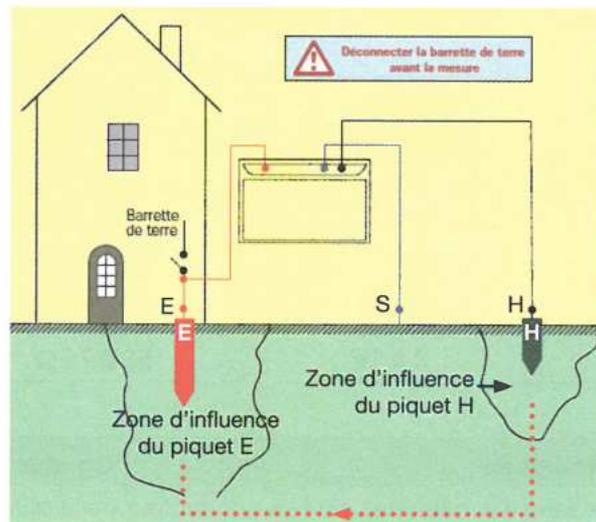
Mesureurs de terre
Chauvin Arnoux



3.1 Méthode des 62 % ou méthode des trois piquets

La mesure s'effectue hors tension (barrette de terre ouverte). Pour obtenir une mesure précise, il faut que :

- Les terres E, S et H forment une droite.
- Le piquet S soit placé à 62 % de E sur la droite EH.
- Le piquet H doit être espacé de la terre à mesurer (E) d'au moins 25 mètres.
- La prise auxiliaire (S) ne soit pas plantée dans les zones d'influences des terres E et H.



Application 6 (page 168 du livre élève)

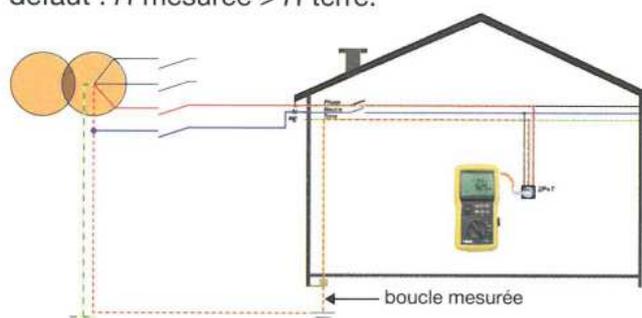
- Si EH = 25 m, à quelle distance du piquet E doit-on planter le piquet S ?

$$62 \% EH = \frac{62}{100} \times 25 = 15,5 \text{ m}$$

3.2 Mesure de boucle Phase - PE

Cette méthode permet d'estimer la résistance de terre sans planter de piquet. Elle est utilisée en milieu urbain et s'effectue en se raccordant au réseau de distribution BT par une prise secteur.

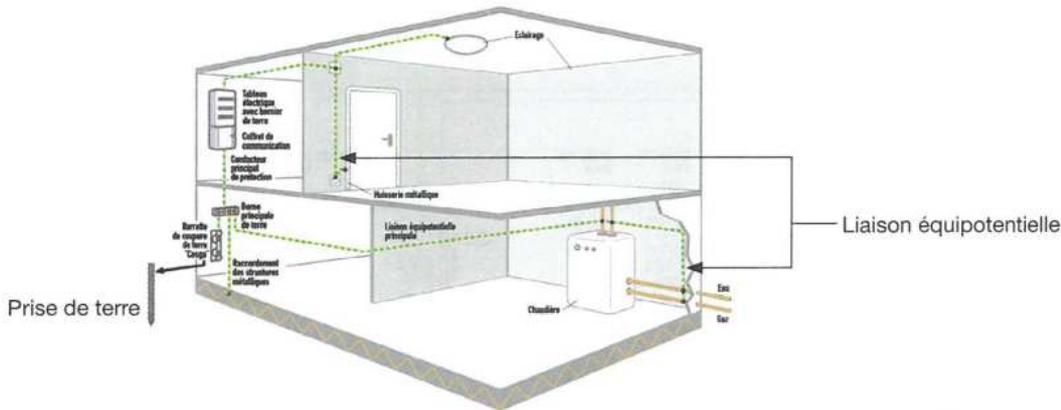
La terre est mesurée par défaut : R mesurée $>$ R terre.



4 Liaison équipotentielle

Toutes les parties conductrices intérieures, extérieures ou en contact avec un liquide conducteur doivent être reliées à la prise de terre par un conducteur de protection, **la liaison équipotentielle**, c'est-à-dire :

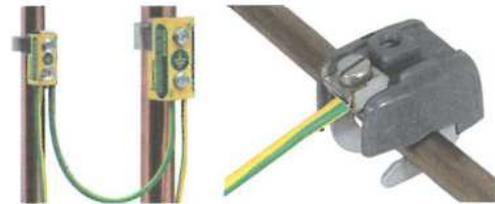
- les structures métalliques des bâtiments : huisseries, charpentes métalliques, conduites d'eau métalliques, etc.
- les éléments métalliques des salles d'eau, des piscines, etc.



Mise en œuvre de la liaison équipotentielle :

La liaison équipotentielle doit être fixée aux canalisations par soudage ou fixée par un collier sur une partie non peinte.

Il est interdit de noyer directement dans les parois le conducteur de liaison équipotentielle.



Type de conducteurs	Conditions de pose	Section minimale
H07V-U, R ou K Conducteur nu	Fixé directement aux parois	4 mm ²
H07V-U, R ou K	Sous conduit isolant apparent, encastré ou sous moulure	2,5 mm ²

Il n'est pas nécessaire de relier à la liaison équipotentielle :

- les radiateurs de chauffage alimentés par une canalisation isolante,
- les grilles métalliques d'aération (sauf si le conduit d'évacuation est métallique).

5 Courant de fuite

Un **courant de fuite** est un courant de défaut généré par un appareil non défectueux. Il peut amener les dispositifs différentiels à déclencher sans qu'il y ait de défaut.

Matériel électrique	Courant de fuite relevé (mA)
Poste bureautique	1 à 3
Four micro-onde	0,5 à 1,5
Planchers chauffants	1 mA/kW

Application 7 (page 169 du livre élève)

- À l'aide du tableau des courants de fuite ci-dessus, justifier le nombre maximal de postes bureautiques que l'on peut raccorder à un DDR 30 mA.

SLT TT : 6 postes bureautiques maximum par DDR 30 mA.

1 poste bureautique : 1 à 3 mA de fuite.

6 postes bureautiques : 6 à 18 mA de fuite.

Déclenchement du DDR possible à partir de 15 mA → OK pour 6 postes.

Nb. max de charges par DDR 30 mA en schéma TT

Poste bureautique*	6
Station de travail**	3

Nb. max de ballasts par DDR en schéma TT

300 mA	300
30 mA	30

* : comprend une unité centrale, un écran et une imprimante laser.

** : comprend une unité centrale avec extensions, un écran de grande dimension et une imprimante laser