

Le contrôle d'installations et de machines à l'heure du "tout en un"

La conformité des installations et des machines électriques aux normes NF C 15-100 et EN 60204-1 (pour ne citer que les principales) garantit la sécurité des utilisateurs vis-à-vis des risques électriques. Mais pour que toutes ces mesures de protection soient réellement efficaces, les vérifications doivent pouvoir être effectuées de façon régulière, donc simplement et à prix raisonnable. Après l'ère des multiples instruments mono-fonction (qu'il s'agisse de simples testeurs ou de puissants instruments parfaitement dédiés à tel ou tel type de mesure), voici la montée en puissance des modèles "tout en un". L'accès aux nouvelles technologies et l'harmonisation des normes, sur un marché plus étendu, a rendu possible cette émergence.

Le XXe siècle a vu l'extraordinaire explosion de l'utilisation de l'électricité dans la vie quotidienne, tant privée que professionnelle. Le formidable développement des réseaux de distribution qui a suivi a nécessité l'écriture de règles de l'art sur la construction des installations. Afin de garantir la sécurité des personnes, vis-à-vis de ces installations et des équipements électriques connectés, des normes sont naturellement apparues et ont été mises à jour au fil des évolutions. Toutefois, l'efficacité des mesures de sécurité mises en oeuvre n'est garantie que si des contrôles réguliers peuvent attester de leur bon fonctionnement. Un appareil de mesure universel, capable d'effectuer tous les tests prescrits dans les normes, sera donc la solution idéale pour la délivrance d'un rapport de contrôle attestant la complète conformité des installations et des équipements. Solution d'autant plus intéressante que le coût relatif d'un tel instrument peut être moindre que celui de tous les appareils, monofonction ou spécialisés, ajoutés les uns aux autres. La maintenance et la calibration sont aussi rendues plus simples (un seul appareil à gérer au lieu d'un parc). La diffusion de ce type d'appareil de mesure, au sein de la filière électrique française est donc promise à un bel avenir, à l'image de ce qui se passe dans les autres pays européens.

A ce titre, l'harmonisation des normes électriques européennes doit être favorisée pour faciliter la diffusion des biens et des services, mais aussi leur contrôle. Bien avancés dans plusieurs domaines, deux chantiers restent pourtant toujours à finaliser : une norme européenne sur les installations électriques et une autre sur les appareils électrodomestiques.

Les risques liés à l'électricité

Les multiples utilisations possibles de l'électricité en ont fait une énergie incontournable. Ses applications peuvent être classées en deux catégories : les courants faibles (électronique, télécommunications,...) et les courants forts (électricité, électrotechnique, électronique de puissance,...). Dans le domaine des courants faibles, les risques liés à une mauvaise utilisation de l'électricité n'ont, en général, de conséquences néfastes que sur le fonctionnement des systèmes et leur durée de vie.

En revanche, avec les courants forts, outre les risques précédemment cités, les installations électriques peuvent être mises en péril et de réels dangers menacent la vie des personnes. Il est donc primordial de mettre en oeuvre des dispositifs de sécurité particulièrement efficaces, dès que les niveaux de tension et de courant font courir de tels risques.



© La médiathèque EDF / Marc MORCEAU

Les normes sur la sécurité électrique

Devant les dangers de l'électricité, les organismes normatifs nationaux ont édicté des règles sévères sur la construction des installations et des équipements. Constamment remises à jour en fonction de l'évolution technique, elles servent de garde-fou à un laxisme qui pourrait avoir des conséquences dramatiques.

Les normes ont d'abord été nationales, voire nationalistes. Dans ce cas, les gouvernements pouvaient aussi s'en servir comme armes de protection concurrentielle. Puis, suite à l'explosion des échanges et du commerce mondial, il est devenu impératif d'obtenir des normes internationales. La construction de l'Union Européenne a d'ailleurs considérablement accéléré le mouvement et aujourd'hui, les normes concernant les matériels électriques sont progressivement harmonisées.

En Europe, l'application obligatoire des normes existantes (Directives sur le marquage CE, par exemple) tend à homogénéiser l'offre concurrentielle, au bénéfice d'une meilleure sécurité pour les utilisateurs.

LE CONTRÔLE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

En l'absence d'une norme européenne sur la sécurité des installations électriques, différentes normes nationales régissent le domaine :

FRANCE	NF C 15-100
ALLEMAGNE	VDE 0100
ITALIE	CEI 64-8
GRANDE-BRETAGNE	BS 7671 (IEE 16th)
ESPAGNE	RTB MIE
AUTRICHE	OVE ON1
SUISSE	NIN / NIV

Quelques normes nationales concernant le contrôle des installations électriques

Ces normes, toutes basées sur la norme internationale IEC 364, sont de fait relativement proches. Subsistent, néanmoins, quelques nuances ou différences mineures d'un pays à l'autre.

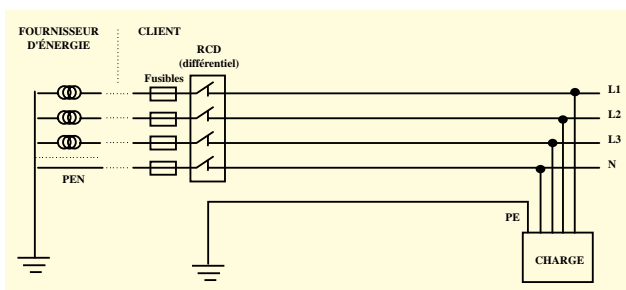
Les contrôles électriques, que toutes requièrent, concernent les mesures de terre, de boucle, de RCDs (différentiels), d'isolement, de continuité et la vérification du sens de rotation des phases.

Bien sûr, les tests varient selon que l'on se situe dans une installation en régime TT, TN ou IT.

RAPPELS SUR LES SCHÉMAS D'INSTALLATION

Le but des différents schémas d'installation électrique est de répondre aux besoins liés à chaque type d'utilisation et d'assurer la sécurité des personnes. Celle-ci est garantie si les tensions de contact, pouvant apparaître sur les masses, ne dépassent pas 50 Veff (en milieu sec) ou 25 Veff (en milieu humide).

Système TT (neutre distribution mis à la terre / masses utilisateurs reliées à la terre)



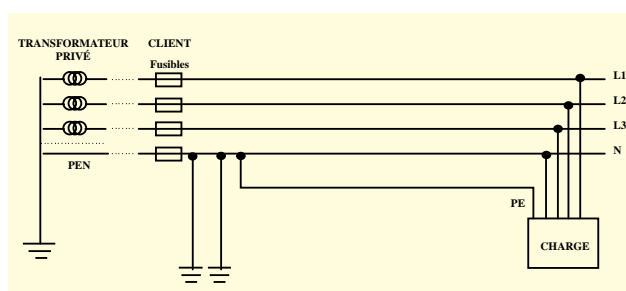
Utilisation : obligatoire en France dans les installations alimentées par un réseau de distribution publique basse tension.

Sécurité : le courant de premier défaut se referme par la boucle comprenant les prises de terre des masses et du neutre. Un dispositif différentiel (RCD) coupe l'alimentation dès que la tension de défaut U_L est supérieure à 50 V ou 25 V.
Relation entre terre des masses et différentiel : $R_{\text{terre}} \times I_{\text{dn}} < U_L$

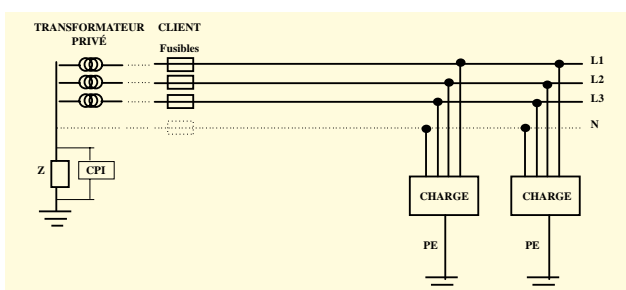
Le système TN (neutre distribution mis à la terre / masses utilisateurs reliées au neutre)

Utilisation : dans les installations alimentées à partir d'un poste de transformation privé (tertiaire ou industrie).

Sécurité : le courant de premier défaut se referme par le conducteur neutre et devient un courant de court-circuit phase-neutre. Un dispositif de protection contre les surintensités (disjoncteurs ou fusibles) assure la coupure de l'installation et sa protection.



Le système IT (neutre distribution isolé ou fortement impédant / masses utilisateurs reliées à la terre)



Utilisation : dans les installations alimentées par un poste de transformation privé et exploitées par un service d'entretien (industrie surtout).

Sécurité : le courant de premier défaut se referme par la mise à la terre du neutre du transformateur (impédance forte ou infinie). La tension de défaut résultante n'est donc pas dangereuse et ne provoque que le fonctionnement de dispositifs sonores ou visuels d'avertissement. En cas de deuxième défaut, le courant se reboucle à travers les deux charges en défaut et la protection est assurée dans les mêmes conditions qu'en schéma TN.

Avantages : continuité d'exploitation au premier défaut (intéressant pour l'industrie notamment).

La mesure de terre

Les différents schémas d'installation de la page ci-contre montrent l'importance de la terre dans l'écoulement des défauts. La valeur de sa résistance est donc primordiale dans la chaîne de sécurité.

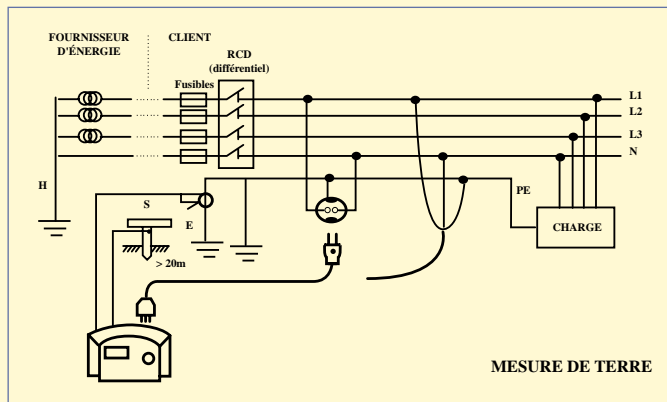
Couplée à un disjoncteur différentiel, la mise à la terre permet de limiter les tensions de contact et écarte donc tout danger pour les usagers. Le tableau ci-dessous montre ses valeurs maximum en fonction de quelques différentiels (milieu sec) :

Courant nominal du différentiel	Valeur maximum de la terre
30 mA	1667 Ω
100 mA	500 Ω
300 mA	167 Ω
500 mA	100 Ω

■ Méthode de mesure.

Le courant de mesure, dérivé d'une phase dans la terre, se reboucle par la mise à la terre du neutre distribution (boucle de courant E - H). Un piquet S, placé à une distance d'au moins 20 m, sert de référence "0" pour la prise de potentiel. La résistance de terre est déduite de la tension et du courant mesurés. Cette méthode nécessite une connexion au réseau pour l'alimentation (phase + neutre) mais présente l'avantage de ne pas nécessiter la déconnexion de la terre de l'installation pendant les mesures.

Remarque : lorsque plusieurs terres sont en parallèle, l'utilisation d'une pince ampèremétrique permet de ne prendre en compte qu'un courant particulier, et donc, d'effectuer une mesure de terre "sélective".



Nota : Pour mesurer la résistance de terre, il existe une variante bien connue, où l'alimentation se fait directement à partir de l'appareil. Dans ce cas, il faut déconnecter la terre de l'installation pendant la mesure et planter un piquet supplémentaire nécessaire à l'injection du courant (puisqu'il n'est plus possible de retourner par la mise à la terre du neutre distribution).

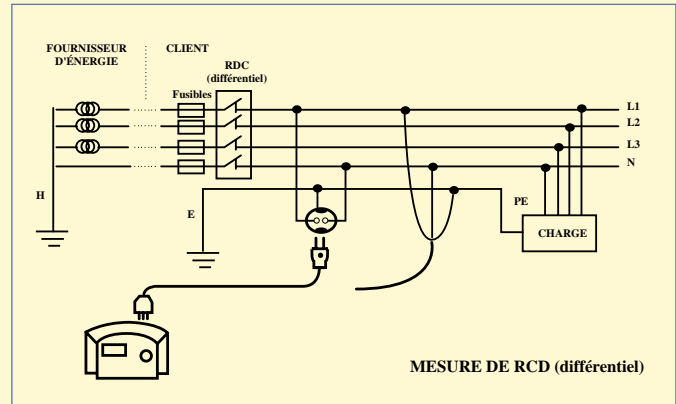
La mesure de RCD (différentiel)

Le différentiel interrompt la circulation des courants de défauts lorsque ceux-ci atteignent des valeurs qui ne sont plus compatibles avec la sécurité, compte tenu de la valeur de la terre (tension de contact inférieure à 50 V ou 25 V).

■ Méthode de mesure.

Deux tests permettent de s'assurer du bon fonctionnement des dispositifs différentiels :

- La mesure du temps de disjonction : elle se réalise en faisant circuler un courant de défaut de valeur fixe, égal ou proportionnel au calibre nominal du différentiel.
- La mesure du courant de disjonction : elle se réalise en faisant croître le courant progressivement (rampe) jusqu'à la disjonction du différentiel. Celle-ci doit se produire entre 50% et 100% du calibre nominal.



La mesure de boucle

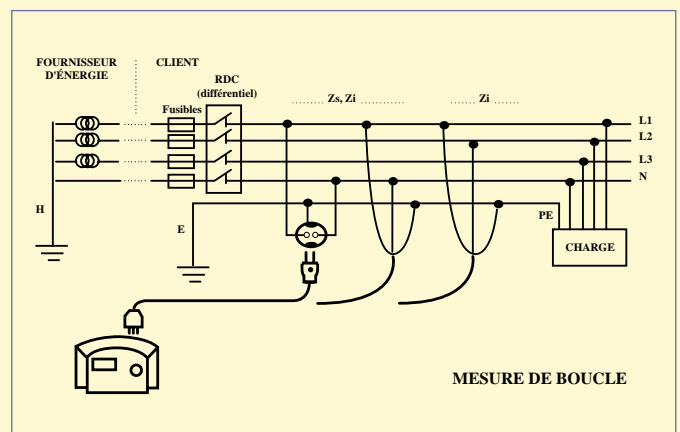
Deux types de mesure de boucle sont possibles :

- La mesure de boucle de terre : en milieu urbain, lorsqu'il est impossible de planter un piquet de terre et donc d'effectuer une mesure de terre traditionnelle, la mesure de boucle de terre (Z_s) permet une évaluation assez exacte de la terre des utilisateurs en système TT. Il s'agit là d'une mesure par excès, car elle inclut la résistance de mise à la terre du transformateur EDF (très faible) ainsi que les résistances de lignes.
- La mesure de boucle phase-neutre (ou phase-phase) : identique dans son principe à la mesure de boucle de terre, elle donne la résistance ou l'impédance des boucles internes au réseau (P/N ou P/P) et permet par conséquent le calcul des courants de court-circuit.

En système TT, TN ou IT, l'intérêt final est de calculer les protections en courant (fusibles, disjoncteurs) des boucles non protégées par des dispositifs différentiels (Z_i).

■ Méthode de mesure.

En mesure de boucle de terre, un courant est dérivé d'une phase vers la terre et remonte par la mise à la terre du neutre distribution (boucle de courant). En mesure de boucle interne, un courant est dérivé d'une phase vers le neutre, ou vers une autre phase, et se reboucle à travers le transformateur de distribution (boucle de courant).



La mesure d'isolement

Les courants de défauts circulant dans les installations sont éliminés par les dispositifs de sécurité comme les différentiels, les fusibles et autres disjoncteurs. Ils proviennent, soit de défauts francs, soit de mauvais isollements, entre conducteurs sensés être isolés entre eux. La mesure des résistances d'isolement permet de surveiller le vieillissement des installations et de prévenir par exemple les risques de disjonction intempestive des différentiels.

■ Méthode de mesure.

La mesure doit toujours être pratiquée sur des éléments hors tension. La tension appliquée doit être une tension continue. Elle se réalise généralement entre deux points, mais certains appareils plus évolués permettent une mesure automatique

entre trois points (couvrant ainsi les isollements entre P/PE, P/N et N/PE). Lorsque les résistances mesurées tendent vers de très faibles valeurs, à défaut de garantir une tension d'essai constante (qui nécessiterait une source d'énergie de puissance infinie), les appareils doivent générer un courant d'essai minimum de 1 mA.

La mesure de continuité

Elle sert à vérifier la continuité des conducteurs de terre, qui assurent l'écoulement des courants de défaut. Le courant de mesure doit être de 200 mA minimum.

■ **Méthode de mesure.**

Brancher l'appareil entre deux points : la barrette de terre du bâtiment et successivement les différents points de masses accessibles.

Le test de la rotation des phases

Ce test permet de vérifier l'ordre des phases des installations triphasées, afin de procéder par la suite à un raccordement correct des différents systèmes (moteurs, transformateurs...).

■ **Méthode de mesure.**

Connecter l'appareil aux 3 phases afin d'obtenir le sens positif (L1 - L2 - L3) ou négatif (L3 - L2 - L1) de rotation.



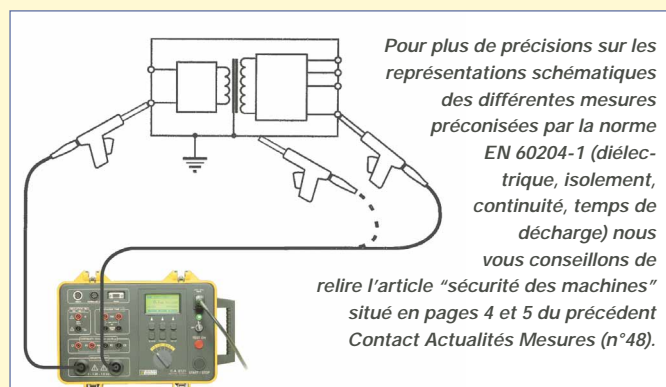
Exemple typique de produit "tout-en-un", le C.A 6115 permet de vérifier et de certifier intégralement la sécurité électrique des installations. Il constitue ainsi le nouveau standard des professionnels de l'électricité.

LE CONTRÔLE DES MACHINES ÉLECTRIQUES

Les tests les plus souvent préconisés par les différentes normes relatives au contrôle des appareillages électriques concernent les mesures de diélectrique, d'isolement, de continuité du circuit de masse, de temps de décharge et de courant de fuite. Les valeurs d'essais variant d'une norme à une autre, il est impossible de les passer toutes en revue. La nouvelle Directive "Machines" EN 60204-1 régit la sécurité des "machines industrielles", neuves ou installées. Elle offre aussi l'intérêt d'imposer des tests tout à fait représentatifs de ceux préconisés pour l'ensemble des appareillages électriques en général.

L'essai diélectrique

L'essai de rigidité diélectrique permet de s'assurer de la tenue de la machi-



Pour plus de précisions sur les représentations schématiques des différentes mesures préconisées par la norme EN 60204-1 (diélectrique, isolement, continuité, temps de décharge) nous vous conseillons de relire l'article "sécurité des machines" situé en pages 4 et 5 du précédent Contact Actualités Mesures (n°48).

ne en cas de surtension (et ainsi prévenir d'éventuels claquages, courts-circuits ou explosions,...)

■ **Méthode de mesure.**

L'application de la tension doit s'effectuer entre les conducteurs et le circuit PE (masse). L'essai doit être réalisé sous 2 fois la tension nominale, avec un minimum de 1000 V, sous 500 VA, pendant 1 seconde.

L'essai d'isolement

Vérifier la qualité de l'isolement entre les parties sous tension et celles hors tension permet de surveiller le vieillissement progressif du matériel et prévient les risques de défauts.

■ **Méthode de mesure.**

La mesure est réalisée entre les conducteurs du circuit de puissance et le circuit de masse. Sous une tension d'essai de 500 V DC, la résistance d'isolement doit être au minimum de 1 MΩ.

La mesure de continuité

Les courants de défaut doivent s'écouler facilement à la terre. La mesure de continuité vérifie la faible résistance du circuit de masse pour assurer une protection efficace.

■ **Méthode de mesure.**

Le contrôle s'effectue entre la borne PE (extrémité du câble de masse) et les différents points du circuit de masse. La chute de tension avec un courant d'au moins 10 A AC, pendant plus de 10 secondes, ne doit pas excéder certains seuils, fonction de la section du conducteur de masse : 3,3 V pour une section de 1 mm² ; 2,6 V pour 1,5 mm² ; 1,9 V pour 2,5 mm² ; etc.

La mesure du temps de décharge

Suite à une coupure intentionnelle ou accidentelle de l'alimentation de la machine, celle-ci ne doit plus présenter de tension dangereuse sur ses parties accessibles (ex : bornes d'alimentation) ou sur ses parties internes. Cette mesure permet de vérifier que la machine se "décharge" correctement.

■ **Méthode de mesure.**

La détection de la coupure de l'alimentation enclenche le comptage du temps nécessaire à la décharge. Celle-ci doit être effective (U < 60 V) en moins de 1 seconde pour les parties accessibles, et 5 secondes pour les parties internes.

Une offre produit en pleine mutation

Eux-mêmes conformes à des normes de sécurité sévères (IEC 1010, IEC 61557, ...), ces nouveaux instruments de mesure donnent aux installateurs, services maintenance, services qualité, sociétés de contrôle... toutes les ressources pour contrôler et certifier, de manière sûre, les installations ou appareillages électriques. Non seulement capables d'effectuer toutes les mesures normatives, les appareils "tout en un" permettent, en plus, de stocker en mémoire les campagnes de tests, d'imprimer sur le terrain des rapports d'essai, ou de transférer les données sur un PC pour une exploitation conviviale sur des logiciels Windows™. ■

Service lecteur n°3



Facile, pour le C.A 6121, d'être le surdoué de la Directive Machine ! Son cahier des charges a directement été calqué sur la norme EN 60204-1.

Contrôleur «tout en un» pour la NF C 15-100

En matière d'installation électrique, les exigences de qualité et le respect des réglementations en vigueur imposent toute une série de tests normalisés. Le leader européen de l'instrument de mesure présente un nouvel appareil universel, le C.A 6115, spécialement conçu pour exécuter tous les contrôles imposés par la NF C 15-100. Avec cet appareil compact et très simple d'emploi, Chauvin Arnoux impose de nouveaux standards tant au niveau de la technique que de l'ergonomie d'utilisation. Cet appareil fait gagner un temps appréciable, lors des mesures sur le terrain, et allège la facture par rapport aux coûts d'achat et d'entretien des multiples appareils monofonctions.



Des caractéristiques étudiées...

Protégé dans son boîtier chantier, le C.A 6115 a aussi été particulièrement soigné au niveau de l'ergonomie d'utilisation. Son large écran LCD rétro-éclairé le rend opérationnel à toute heure de la journée !

Prévu pour éviter toute erreur de manipulation, il contrôle avant chaque mesure et de façon automatique l'état de l'installation sur laquelle il est branché (position de la phase, présence de tension sur la terre, coupure de la terre...).

Pour que chaque client puisse facilement comparer ses résultats de mesure aux normes en vigueur ou à ses références personnelles, des limites sont programmables pour chaque fonction. Elles pilotent le déclenchement de signaux d'avertissement visuels et sonores.

Doté d'une batterie NiMH (écologique !) rechargeable directement sur le secteur, il évite toute mauvaise surprise sur le terrain (piles usées, par exemple) et garantit une disponibilité permanente.

Grâce à sa mémoire interne de 800 mesures, les résultats peuvent être stockés puis édités sur le terrain sur des imprimantes A6 ou A4 (via un adaptateur) ou bien transférés sur un PC.

Est proposé avec l'appareil un logiciel utilitaire sous Windows™, qui assure la récupération des données mémorisées dans l'instrument. Ce logiciel permet la création de protocoles (tableau de synthèse des mesures) et la génération de fichiers pouvant être traités sur un tableur, comme Excel™ par exemple.

Il offre de plus la possibilité de paramétrer totalement l'appareil depuis le PC (modification des seuils programmés pour chaque fonction, mémorisation dans l'appareil des coordonnées de l'utilisateur pour qu'elles apparaissent automatiquement sur les impressions, choix de la langue des impressions, etc.).

Bien sûr, le C.A 6115 est conforme à la toute nouvelle réglementation internationale IEC / EN 61557 qui exige des appareils de test d'installation, des caractéristiques et un niveau de performance élevés.

Des mesures dictées par les normes...

Mesure de tension, fréquence et courant : pour les tensions, la gamme s'étend de 5 à 440 V en alternatif et en continu.

La plage de mesure de fréquence est comprise entre 15,3 et 450 Hz.

Une ergonomie d'utilisation particulièrement soignée.

En utilisant une pince ampèremétrique, le C.A 6115 peut mesurer les courants de fuite à partir de quelques milliampères (idéal pour le dépannage des installations) jusqu'aux intensités atteignant 300 A.

■ **Mesure d'isolement** : le C.A 6115 réalise les mesures d'isolement sous 100 V, 250 V ou 500 V entre 2 points, mais aussi entre 3 points en mode automatique rapide.

■ **Test de différentiels** : pour cette fonction, le C.A 6115 dispose de calibres pré-programmés de 10, 30, 100, 300 et 500 mA, mais aussi de la possibilité de choisir n'importe quel calibre entre 6 mA et 1 A, par pas de 1 mA. Les différentiels de type AC (sensibles aux courants alternatifs) ou A (sensibles aux courants alternatifs et continus pulsés) peuvent être testés.

L'appareil mesure le temps et le courant exact de déclenchement, grâce à un mode «Rampe» particulièrement précis. Le courant est augmenté par pas de 3%, d'une durée de 200 ms chacun, et la durée de ces pas permet de connaître précisément la valeur de déclenchement (si la rampe est trop rapide, l'erreur sur la valeur de déclenchement augmente).

La tension de défaut, la résistance de boucle et le courant de court-circuit ainsi que la résistance de terre peuvent même être mesurés simultanément au test en cours.

■ **Mesure de terre** : le C.A 6115 permet la mesure de terre avec un seul piquet auxiliaire. L'opération est ainsi plus rapide et ne nécessite pas de déconnexion de la terre au niveau de la barrette.

La mesure d'une terre sélective (une terre mesurée seulement, parmi plusieurs en parallèle) est possible grâce à une pince ampèremétrique. C'est particulièrement utile en schéma TN, lorsque le conducteur commun terre-neutre (PEN) est régulièrement connecté à la terre pour garantir son équipotentialité.

Un mode d'enregistrement ou d'impression automatique, à cadence programmable, est même disponible dans cette fonction. La résistance de terre variant avec la température et l'humidité, ce petit «plus» aidera à savoir si la valeur de terre est stable sur une période donnée.

■ **Mesure de boucle** : la résistance et l'impédance des boucles phase-terre, phase-neutre et phase-phase peuvent être mesurées, ainsi que les courants de court-circuit correspondants.

Pour mémoire, en schéma TT, la mesure de boucle de terre permet un contrôle rapide et sans piquet de la résistance de terre d'une installation. La valeur trouvée est une valeur par excès qui inclut la terre du neutre du transformateur EDF ainsi

