

Guide international du comptage intelligent

Fabio Toledo



Je dédie ce livre à mes parents et à mon épouse bien-aimés, Iara, Henrique et Erica Toledo, et à l'ensemble des personnes qui m'ont donné de précieux conseils, pour leur patience, leur soutien, leur compréhension et le temps qu'ils ont consacré à la réussite de cet ouvrage. Je le dédie aussi à tous les autres membres de ma famille, mes amis et collègues qui, directement ou indirectement, ont contribué à la réussite de ce travail.

Dans la même collection

Numériser le travail – Théories, méthodes, expérimentations

S. Lahlou, V. Nosulenko, E. Samoylenko, 2012

*Le système nerveux du réseau français de transport d'électricité (1946-2006) :
60 années de contrôle électrique*

J. Lecouturier, 2012

La physique des réacteurs nucléaires

S. Marguet, 2011

Marketing critique : le consommateur collaborateur en question

B. Cova, M. Louyot-Gallicher, A. Bonnemaizon, 2010

Graphes et algorithmes

M. Gondran, M. Minoux, 2009

*Gestion de la complexité dans les études quantitatives de sûreté de fonctionnement
des systèmes*

M. Bouissou, 2008

Calcul de champ électromagnétique : exemples d'application

J.-C. Vérité, J.-P. Ducreux, G. Tanneau, P. Baraton, B. Paya, 2007

Les télécommunications au cœur du système électrique français (1946-2000)

A. Giandou, C. Leclère, J. Lecouturier, J.-M. Spetebroodt, H. Thibert, A. Vilatte, 2007

Innover en marketing. 15 tendances en mouvement

B. Cova, M. Louyot-Gallicher, 2006

Éléments finis pour l'ingénieur : grands principes et petites recettes

P. Thomas, 2006

Évaluation et maîtrise du vieillissement industriel

A. Lannoy, H. Procaccia, 2005

Guide international du comptage intelligent

Fabio Toledo



11, rue Lavoisier
75008 Paris

Direction éditoriale : Emmanuel Leclerc
Édition : Mélanie Kucharczyk
Mise en pages : Atelier SMB
Fabrication : Estelle Perez
Couverture : Isabelle Godenèche
Impression et reliure : Europe Média Duplication,
Lassay-les-Châteaux



© LAVOISIER, 2012
ISBN : 978-2-7430-1427-8
ISSN : 1773-5300

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands Augustins – 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, d'autre part les analyses et courtes citations justifiées dans le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L. 122-4 et L. 122-5 et Code pénal art. 425).

La rédaction de ce livre a exigé beaucoup de détermination, de dévouement et d'énergie de la part de son auteur. Toutefois, sa publication ne serait pas possible sans la contribution directe ou indirecte et l'encouragement d'un grand nombre d'individus et d'entreprises.

Je remercie sincèrement EDF R&D pour l'opportunité qu'elle m'a offerte, les contributions et le soutien, en particulier, des membres du comité éditorial et de Mme Sylvie Anglade et MM. Éric Schultz, Stanislas Iweins et Sebastien Ruiz.

Je remercie aussi sincèrement EDF, Light, ERDF, EDF Energy et EnBW pour leur soutien direct ou indirect et leurs contributions aux connaissances acquises au long de ma carrière, en particulier MM. Steve Hayfield, Ashley Pocock, François Blanc, Gilbert Combe, Marco Donatelli, Martial Monfort, Nick Slocombe et Robert Gibbs.

Je voudrais également remercier sincèrement tous les conseillers et les relecteurs pour leur contribution à ce livre, en particulier M. Theophanis Calliacoudas, Mme Flávia Gouvea, et M. Alan Knight-Scott ainsi que toutes les entreprises qui m'ont fourni des informations.

Je tiens enfin à remercier Jerson Kelman, président de Light, pour l'honneur qu'il m'a fait d'accepter d'écrire la préface de ce livre.

À propos de l'auteur

Fabio De Oliveira Toledo est employé par le groupe Light, ancienne filiale du Groupe EDF à Rio de Janeiro au Brésil, où il occupe actuellement le poste de directeur Innovation et Technologie de Light Sesa. Il est également coordinateur exécutif du programme Smart Grids commun à Light Sesa et Cemig D, les deux entreprises de distribution d'énergie électrique les plus importantes du Brésil (onze millions de clients), qui ont démarré en septembre 2010 ce programme de recherche et développement sur les réseaux et le comptage intelligents. Ce programme a remporté le prix du meilleur projet Smart Grid d'Amérique latine décerné par Metering International Latin America en 2011.

Entre 2005 et 2009, il a été détaché à EDF R&D et a dans ce cadre contribué à des projets dans le domaine du comptage en France. Il a été responsable du projet Smart Metering de la filiale EDF Energy au Royaume-Uni (cinq millions de clients). Précédemment, il a occupé différents postes au sein de Light, dont celui de chef du département Pertes et mesures de consommation grands comptes entre 2003 et 2005.

Fabio Toledo a plus de quinze ans d'expérience dans les marchés de l'énergie (manager et expert technique). Il est polyglotte (portugais, français, espagnol et anglais) et bénéficie d'une large reconnaissance internationale dans le domaine du comptage et du réseau intelligents : articles dans les publications spécialisées, participation à des congrès techniques (chairman, panéliste, intervenant), interviews dans les médias (journaux, radio, télévision), normalisation et participation à plusieurs missions à l'étranger (Amérique, Europe, Asie et Afrique).

Il a également une solide formation technique : un MBA Update Gestion internationale et stratégique de l'Université de Grenoble en France et de la LSBF (London School of Business and Finance) au Royaume-Uni, un MBA Gestion des affaires du marché de l'énergie d'IBMEC-RJ (Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais) au Brésil, un MBA Nouvelles technologies de l'information de CEFET-RJ (Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca) au Brésil et un troisième cycle Internet, interface et multimédia à l'UFF (Universidade Federal Fluminense) au Brésil.

Préface

Au Brésil, il est rare de rencontrer des entreprises ayant plus d'un siècle d'activité. C'est le cas de Light, entreprise du secteur de l'énergie électrique de Rio de Janeiro qui fut à ses débuts une entreprise privée canadienne, puis a été nationalisée par le gouvernement brésilien. En 1996, elle passe sous le contrôle d'EDF et finalement, en 2006, elle devient une entreprise privée brésilienne cotée en bourse.

Fabio Toledo est entré à seulement 14 ans chez Light, à l'époque où elle était nationalisée. Il y a parcouru toutes les étapes d'un long processus de développement professionnel : il débute comme jeune apprenti pour accéder au poste de chef du département de mesure, nouvelles technologies et répression des fraudes des grands clients au moment de la période française de Light. Il a appris par la pratique et les études : il a beaucoup réalisé en étudiant beaucoup !

L'augmentation du vol d'électricité à Rio de Janeiro est l'un des aspects de la dégradation économique de la région par rapport au reste du pays, depuis le déménagement du siège du gouvernement fédéral à Brasília dans les années 1960. La lutte contre ce fléau social est toujours difficile, et dans certaines circonstances dangereuse. C'était bien pire en 2003, quand Fabio travaillait sur ce front, certaines favelas étant passées sous le contrôle de gangs criminels.

D'autre part, plusieurs grands consommateurs détournaient un volume important d'énergie dont les montants pouvaient représenter des centaines de milliers de dollars par mois. Dans ce contexte, les employés de Light impliqués dans des actions pour lutter contre les vols d'énergie ont toujours fait face à des situations risquées pour leur sécurité, même si elles sont moindres aujourd'hui qu'elles ne l'étaient hier.

Il ne s'agit pas d'une simple bataille de l'entreprise et de ses employés pour diminuer les coûts et augmenter les bénéfices. C'est une lutte pour faire avancer le processus civilisateur. Dans les favelas où les électriciens de Light ont des difficultés à faire leur travail, il arrive ce que les économistes dénomment « la tragédie des biens communs ». Dans ce cas, le réseau électrique est le bien commun vu comme un bien sans valeur économique, donc un bien qui peut être utilisé librement, sans aucune préoccupation quant à son coût ou aux conséquences pour les voisins. Chaque habitant, en recherchant à satisfaire uniquement son intérêt particulier,

contribue à une tragédie collective, le service de distribution d'électricité étant très mauvais comparé à celui fourni par Light dans les autres zones où elle opère. Dans les favelas dominées par des gangs, il y a de longues et fréquentes coupures d'électricité suivies d'oscillations de tension qui endommagent les appareils électroménagers.

Fabio était engagé dans cette « guerre des guérillas » pour renverser cette situation. Il était toujours accompagné de personnels chargés de veiller à sa sécurité pour le protéger des représailles de ceux qui se sentaient touchés par la répression du vol d'électricité. Mais cette protection s'est révélée insuffisante pour éviter l'attaque contre la voiture que Fabio conduisait, probablement dirigée par ceux qui se sentaient atteints. Plusieurs coups de feu ont été tirés sur la voiture, mais heureusement sans blesser Fabio. Les dirigeants français de Light, visiblement préoccupés par l'événement et prenant en considération l'expertise de Fabio acquise au cours de sa carrière chez Light, lui ont proposé un poste à la direction de la recherche et du développement du Groupe EDF à Paris.

À la R&D d'EDF, Fabio a eu l'opportunité de se perfectionner dans le domaine du comptage intelligent et d'appréhender un nouveau concept, le *Smart Grid* (réseau intelligent), qui venait d'apparaître pour répondre aux besoins spécifiques des entreprises européennes du secteur de l'énergie électrique. En effet, ces entreprises devaient trouver des solutions pour accueillir dans leurs réseaux électriques de nouvelles formes de production d'électricité sans générer de gaz à effet de serre ; principalement les énergies éoliennes et solaires, aussi bien concentrées dans de grandes unités de production que disséminées sur le territoire au plus près des consommateurs.

Dans cette nouvelle réalité, les consommateurs deviennent eux-mêmes des producteurs sans abandonner leur raccordement au réseau électrique, les énergies éoliennes ou solaires étant par nature intermittentes. Pour ne pas rompre l'équilibre du système, chaque nouveau kilowatt installé de ces nouvelles productions intermittentes nécessiterait un autre kilowatt installé de production classique en secours. Ce n'est pas un aménagement raisonnable au vu des problématiques économiques et opérationnelles.

C'est pour cette raison qu'ont émergé de nouveaux concepts fondés sur les progrès dans les domaines de l'ingénierie électrique, des télécommunications et de l'optimisation qui rendent possibles l'automatisation des réseaux ou la connaissance en temps réel par le consommateur du prix de l'électricité (qui peut varier quasi instantanément en raison du coût marginal de production), la mesure de façon bidirectionnelle des flux d'énergie des unités de consommation et de production et les connexions et déconnexions des clients à distance. C'est à ces fonctionnalités et à bien d'autres encore que le nom de *Smart Grid* est donné.

C'est l'un des sujets de ce livre, qui cible plus particulièrement le concept de *Smart Metering* (comptage intelligent), essentiel pour la viabilité technique et économique des réseaux intelligents.

Fabio disserte avec précision et concision sur les sujets et les défis qui ont jalonné son passage chez EDF, non seulement en France, mais aussi dans d'autres pays où EDF l'a envoyé pour résoudre des défis plus spécifiques. En Afrique du Sud, il s'est engagé dans le développement d'un progrès technologique à fort intérêt

pour des pays où une partie de la population est encore très pauvre, comme le Brésil par exemple : le compteur à prépaiement.

Pour des raisons personnelles, à la fin de l'année 2009 Fabio a décidé de rentrer au Brésil et a réintégré Light comme conseiller du directoire de la distribution. Quelques mois plus tard, en mars 2010, j'ai assumé la présidence de l'entreprise Light et dès les premiers jours, en rentrant en contact avec lui, je me suis aperçu immédiatement de l'immense potentiel de ce professionnel – encore jeune – pour aider à résoudre le même problème qui l'avait obligé à s'éloigner quelques années auparavant, mais désormais avec un autre angle d'attaque : le développement technologique.

J'ai donc confié à Fabio la responsabilité de créer un programme complet sur les réseaux intelligents, doté d'un budget de 15 M€. Le premier et principal objectif de ce programme est le développement, dans un délai de deux ans, d'un nouveau système de comptage suffisamment *smart* pour être compétitif en Europe où la facilité de gestion de la consommation pour les clients est fondamentale, mais surtout pour qu'il devienne l'outil principal pour combattre le vol d'énergie au Brésil et dans d'autres pays en développement, où il faut que le système de comptage soit bon marché, empêche les consommateurs malveillants de frauder et facilite la connexion et déconnexion des clients à distance.

En tant que président de Light, j'ai la responsabilité de maximiser le potentiel créatif de Fabio et de lui assurer des marges de manœuvre suffisantes pour qu'il puisse atteindre les buts que nous avons définis conjointement. C'est pour cela que je l'ai nommé récemment directeur Innovation et Technologie de Light. Le délai des deux ans n'est pas encore clos. En revanche, les progrès déjà obtenus me permettent d'être très optimiste.

Jerson Kelman
Président de Light

Avant-propos

Les incitations au niveau mondial pour la réduction des consommations d'énergie et des émissions de CO₂, l'ouverture des marchés de l'énergie, les fortes pressions des régulateurs dans plusieurs domaines de la gestion d'énergie et la demande croissante des clients pour de nouveaux services conduisent actuellement de nombreux fournisseurs d'énergie et gestionnaires de réseaux dans le monde à prendre la décision de déployer massivement des systèmes de comptage intelligent pour leurs clients.

Les fournisseurs d'énergie et les gestionnaires de réseaux perçoivent de plus en plus leurs systèmes de comptage comme nécessaires et stratégiques. Les opportunités autour de ces systèmes pour fidéliser les clients existants et conquérir de nouveaux clients sont de plus en plus évidentes.

Un projet de système de comptage intelligent exige de travailler avec des équipes multidisciplinaires (marketing, régulation, comptage, R&D, finances, énergie) et bien formées sur le sujet. Avec les déploiements massifs de comptage intelligent à venir dans le monde, ces équipes et autres acteurs du marché de l'énergie ont besoin d'ouvrages couvrant leurs différents besoins. Ce livre vise à répondre à la forte attente sur ce sujet.

Pour cette raison, il est écrit dans un langage accessible à tous ceux qui développent ou travaillent sur ces systèmes. Néanmoins, le lecteur devra posséder des notions de base sur le marché de l'énergie, les services associés au comptage d'un fournisseur d'énergie ou d'un gestionnaire de réseau, les systèmes informatiques, de télécommunications et de mesures.

L'ouvrage est ainsi destiné à un large public de professionnels qui interagissent avec le sujet du comptage intelligent et ses opportunités, qu'ils travaillent pour les universités, distributeurs d'énergie, fournisseurs d'énergie, instituts de recherche, organismes de normalisation, laboratoires, régulateurs, constructeurs de systèmes de comptage, fournisseurs d'équipements et de composants des systèmes de comptage, entreprises de conseil et intégrateurs de système d'information. Notre objectif est que cet ouvrage fasse partie de la littérature recommandée pour les :

– managers techniques et R&D ;

- chefs de projets ;
- consultants ;
- chercheurs ;
- ingénieurs ;
- enseignants ;
- techniciens ;
- étudiants.

Nous devons signaler que bien qu'en principe ce livre concerne aussi bien les systèmes de comptage gaz que les systèmes de comptage électricité, nous nous focaliserons néanmoins sur le comptage électrique, étant donné son rôle majeur dans les systèmes de comptage intelligent d'énergie. Ainsi, même si des systèmes de comptage conçus pour d'autres sources énergétiques (par exemple, la chaleur) ou non énergétiques (par exemple, l'eau) peuvent utiliser certains des concepts que nous allons étudier par la suite, ils sont exclus du champ d'application de cet ouvrage.

Les figures et les informations associées ont été utilisées uniquement à des fins d'illustration ; aucune comparaison entre les différentes solutions et les entreprises ne doit être effectuée à partir de cet ouvrage. De même, les autres informations sur les entreprises et les déploiements mentionnés dans ce livre n'ont pas vocation à promouvoir une entreprise ou une solution. Toutes les sociétés mentionnées sont d'une certaine façon impliquées dans les projets de comptage intelligent. Si certaines de leurs solutions de comptage intelligent (photos, informations, etc.) n'ont pas été évoquées, cela ne signifie pas que ces solutions n'existent pas ou que cette société soit moins qualifiée qu'une autre. Il en va de même pour toute autre société qui n'est pas du tout mentionnée : en raison de la grande quantité d'entreprises impliquées dans les projets de comptage intelligent dans le monde, il est presque impossible de les citer toutes.

Il est également important de souligner que, même si le terme « compteurs intelligents » est très largement utilisé dans le monde, en fonction de différents aspects tels que les stratégies marketing et déploiement, la culture et les habitudes locales, d'autres termes peuvent être utilisés par les différents acteurs du marché de l'énergie dans le monde. Des appellations comme « compteurs communicants » ou encore « comptage avancé » en sont quelques exemples.

Avant de clore ce chapitre, il est utile de noter que nous ne pouvons pas affirmer que ce travail est terminé étant donné les évolutions rapides des technologies et des marchés internationaux. Nous pourrions aussi ajouter de nombreux autres sujets. Toutefois, à notre avis, cet ouvrage répond à son objectif, à savoir décrire l'état du marché du comptage intelligent à l'heure actuelle d'une manière la plus complète possible sans pour autant pouvoir garantir une exhaustivité absolue sur le sujet.

Enfin, écrire ce livre a été un plaisir pour l'auteur et nous espérons que le lecteur l'appréciera. Nous remercions tous les collègues de l'intérêt qu'ils ont manifesté, avant même la publication de l'ouvrage. Les critiques et les suggestions constructives sont les bienvenues et seront acceptées avec gratitude.

Table des matières

À propos de l'auteur	VII
Préface	IX
Avant-propos	XIII

Introduction

1. Une vision internationale des projets de systèmes de comptage intelligent	1
2. Avantages et contraintes du comptage intelligent	1
3. Méthodologie et structure de l'ouvrage	3
4. Synthèse	3

Chapitre 1

Systemes de comptage de l'énergie

1. Présentation des systèmes de mesure de l'énergie électrique	6
1.1. La puissance électrique	6
1.2. L'énergie électrique	9
1.3. La consommation d'électricité	9
2. Les systèmes de comptage de l'énergie	10
2.1. Historique des compteurs gaz et électricité	10
2.2. Le système de mesure de l'énergie électrique	13
2.3. Les systèmes de mesure de gaz	29
2.4. Les systèmes de comptage multifluides (ou hybrides)	33
2.5. Les systèmes de comptage utilisant des écrans d'affichage déportés	33
3. Les systèmes de prépaiement	34
3.1. Les compteurs à prépaiement (ou à débit)	34
3.2. Les familles de systèmes à prépaiement	36

3.3. Les crédits d'urgence et les coupures sociales	44
3.4. Les tarifs forfaitaires d'énergie	45
4. La télémessure et la télégestion.	46
4.1. Les techniques à courte portée	46
4.2. Les techniques longue portée	48
4.3. La gestion et l'intégration des données	49
5. Les actions contre les pertes	50
5.1. Les pertes techniques	51
5.2. Les pertes non techniques	52
Références bibliographiques	58

Chapitre 2

Systemes de comptage intelligent

1. L'architecture technique des systemes de comptage d'énergie intelligent.	61
1.1. L'organisation d'ensemble	63
1.2. L'analyse des couches architecturales	71
2. Les technologies de communication	102
2.1. Les technologies de courants porteurs en ligne (CPL)	103
2.2. Les technologies radio faible puissance.	108
2.3. La technologie radio mobile	110
2.4. Internet haut débit	111
2.5. Le réseau téléphonique public commuté (RTC)	113
2.6. Les radiofréquences sous licence	113
2.7. Les médias de radiocommunication émergents	114
2.8. Les systemes radio domotiques	114
3. La sécurité des données.	116
3.1. L'analyse de la protection des données.	117
3.2. La validation des données et des tâches	120
4. Le traitement des données (<i>data mining</i>)	121
5. Les défis de l'interopérabilité	124
5.1. Les défis de l'interopérabilité avec le client	126
5.2. Les normes, standards et spécifications.	127
Références bibliographiques	129

Chapitre 3

Une analyse internationale

1. Un exercice de benchmarking international	132
1.1. L'Afrique	133
1.2. L'Amérique.	137
1.3. L'Asie	142
1.4. L'Europe.	143
1.5. L'Océanie	149

2. Les moteurs et opportunités	151
2.1. Les raisons du déploiement des systèmes de comptage intelligent. . .	151
2.2. Les opportunités liées au déploiement du comptage intelligent . . .	154
3. Les tarifs innovants et les systèmes de paiement	173
3.1. <i>Pay as you go</i> (PAYG) – Un système de paiement à l'utilisation	173
3.2. Les tarifs avancés.	176
4. Les principaux défis	180
4.1. L'acceptation du comptage intelligent par le client.	180
4.2. La chaîne de production et l'évolutivité	182
4.3. Le modèle d'affaire.	182
4.4. Les aspects juridiques	183
4.5. Les collaborateurs	184

Chapitre 4

Construire la solution technique

1. La collecte des exigences.	187
1.1. Les exercices de brainstorming.	188
1.2. La cartographie des processus	190
2. La définition des spécifications.	193
2.1. La construction des simulateurs et des émulateurs	193
2.2. Les essais en laboratoire	195
2.3. Les demandes d'informations (RFI)	197
3. Les procédures d'évaluation technique	198
3.1. Le cycle d'évaluation.	198
3.2. Les matériels	199
3.3. Les télécommunications	204
3.4. Les systèmes.	205
4. Les pilotes.	207
4.1. L'architecture technique.	207
4.2. La réaction des clients aux produits.	209
4.3. La communication avec les clients	210
4.4. La mise à jour de l'analyse de rentabilité	214
5. La procédure d'achat.	215
5.1. L'analyse de la qualité.	215
5.2. Les pertes techniques	216
5.3. Un approvisionnement intelligent.	217
Références bibliographiques	218

Chapitre 5

Tendances internationales

1. Les plates-formes d'éclairage public.	221
1.1. L'automatisation de l'éclairage	222
1.2. Des opportunités pour les télécommunications	226
1.3. Une tendance incontestable.	226

2. Les véhicules électriques et hybrides rechargeables	227
2.1. Les avantages et facteurs favorables	229
2.2. Les difficultés	230
2.3. L'intégration de systèmes de comptage intelligent	231
3. Les habitations intelligentes	235
3.1. La gestion de l'occupation et la sécurité	236
3.2. Le confort et le divertissement	237
3.3. Les appareils domestiques communicants	238
3.4. L'intégration des systèmes de comptage intelligent	240
4. Les réseaux intelligents	241
4.1. La difficulté	241
4.2. Les solutions et les opportunités	242
4.3. Les systèmes de comptage intelligent : une porte d'entrée pour le réseau intelligent	244

Conclusion

1. Le comptage intelligent : une vision d'ensemble nécessaire	245
2. Définir la solution	247
3. Que va-t-il advenir par la suite ?	248

Annexes

Liste des abréviations	249
Définitions	253
Crédits des figures et des photographies	255
Index	259

Fabio Toledo est directeur de l'Innovation et technologie de Light SESA, à Rio de Janeiro, Brésil. Il est également coordinateur exécutif de Smart Grids, programme de R&D sur les réseaux et le comptage intelligents (prix du meilleur projet Smart Grid d'Amérique latine décerné par Metering International Latin America en 2011). Il bénéficie d'une large reconnaissance internationale dans le domaine du comptage et du réseau intelligents.

Guide international du comptage intelligent

Les incitations au niveau mondial pour la réduction des consommations d'énergie et des émissions de CO₂, l'ouverture des marchés de l'énergie, les fortes pressions des régulateurs dans plusieurs domaines de la gestion d'énergie et la demande croissante des clients pour de nouveaux services conduisent de nombreux fournisseurs d'énergie et gestionnaires de réseaux dans le monde à prendre la décision de déployer massivement des systèmes de comptage intelligent pour leurs clients.

Un projet de système de comptage intelligent exige de travailler avec des équipes multidisciplinaires (R&D, comptage, finances, énergie, marketing...) et bien formées sur le sujet. Ce guide vise à répondre à leurs attentes. Il s'agit du premier ouvrage entièrement consacré au comptage intelligent et à ses opportunités.

Pratique et synthétique, richement illustré, il présente le marché du comptage intelligent à travers cinq grands thèmes : un aperçu technique des concepts et technologies de comptage ; les systèmes de comptage intelligent, leurs technologies et les options d'architecture technique ; une vision internationale de ses plates-formes, les services innovants mais également les difficultés rencontrées lors de leur déploiement ; la mise en œuvre des solutions techniques et la maîtrise des risques associés ; l'évolutivité des plates-formes à développer.

Il s'adresse à un large public de professionnels, qu'ils travaillent pour les universités, les distributeurs ou fournisseurs d'énergie, les instituts de recherche, les organismes de normalisation, les constructeurs de systèmes de comptage, les fournisseurs d'équipements et composants de ces systèmes, etc. (managers R&D, chefs de projet, consultants, chercheurs, ingénieurs, techniciens, étudiants, etc.).

