



# PROGRAMME 2014 DE R&D ET D'INNOVATION D'ERDF



ÉLECTRICITÉ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE



# SOMMAIRE



<b>ERDF, distributeur leader en terme d'innovation</b>	<b>p 3</b>
<b>Présentation du programme de R&amp;D d'ERDF</b>	<b>p 4</b>
<b>Thématique 1 : Améliorer l'efficacité des métiers de la distribution</b>	<b>p 5</b>
Axe 1 – Optimiser la gestion des actifs et développer l'automatisation du réseau	p 6
Axe 2 – Améliorer l'efficacité des opérations et de la relation clientèle	p 8
Axe 3 – Accompagner l'évolution du comptage	p 9
<b>Thématique 2 : Préparer l'évolution des métiers de la distribution</b>	<b>p 10</b>
Axe 4 – Concevoir une gestion des systèmes locaux qui facilite l'intégration des EnR et le développement de nouvelles flexibilités	p 11
Axe 5 – Préparer les solutions pour la gestion de données au bénéfice des acteurs externes	p 13
Axe 6 – Faciliter l'insertion des véhicules électriques et l'émergence des Smart Cities	p 14
<b>Thématique 3 : Programme de démonstrateurs Smart Grids</b>	<b>p 15</b>
<b>Conclusion</b>	<b>p18</b>



# ERDF, DISTRIBUTEUR LEADER EN TERME D'INNOVATION



Électricité Réseau Distribution France (ERDF) est le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité de 95 % du territoire français continental. Ce réseau appartient aux autorités concédantes (communes ou regroupements de communes), qui lui en confient la gestion par une délégation de service public. ERDF est ainsi responsable de deux grandes missions de service public :

- l'accès au réseau de distribution sans discrimination,
- le développement et l'exploitation du réseau.

Premier distributeur européen d'électricité, avec 35 millions de clients et la responsabilité de la gestion d'un parc d'actifs important (2 300 postes sources, 1,3 million de kilomètres de lignes électriques, 700 000 postes de distribution publique...), l'entreprise est depuis sa création en 2008 au coeur de la performance énergétique nationale.

Depuis quelques années, les objectifs nationaux et communautaires en matière d'environnement et d'efficacité énergétique ont conduit au développement d'incitations réglementaires en faveur des énergies renouvelables, du véhicule électrique et de la maîtrise de la demande. De nouveaux mécanismes de marché ont été mis en place. Ces changements impliquent des évolutions significatives dans le métier de gestionnaire de réseau.

ERDF a la volonté de contribuer activement à cette transition énergétique et, en particulier, de soutenir l'intégration sur le réseau de 50 GW d'énergie renouvelable et de 7 millions de points de recharge de véhicules électriques d'ici 2030, mais aussi de contribuer à l'émergence et au développement de nouveaux objets comme les territoires ou les bâtiments à énergie positive, les villes ou les quartiers intelligents.

Par ailleurs, les réseaux de distribution représentent un patrimoine stratégique qu'il est nécessaire de développer, de maintenir et d'exploiter au mieux pour préserver et améliorer la sécurité et la qualité de la desserte, dans les meilleures conditions économiques.

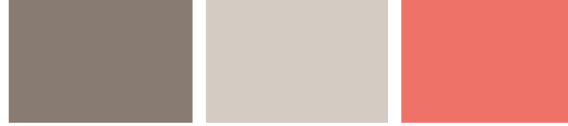
Enfin, ERDF a l'objectif d'apporter une qualité de service au plus haut niveau et adaptée aux attentes de ses clients, notamment dans un contexte d'évolution numérique de la société, et de faciliter le développement, par les acteurs du système électrique, de nouvelles offres innovantes.

ERDF a construit pour cela un programme de recherche ambitieux, qui bénéficie du savoir faire capitalisé des hommes et des femmes de l'entreprise, acquis dans la durée et sur l'ensemble des territoires, et qui comprend un panel de projets portant sur les enjeux majeurs de la distribution d'électricité. Ces projets sont menés au sein de l'entreprise, avec ses propres ressources, mais aussi avec l'appui de laboratoires de recherche reconnus, de PME innovantes, de jeunes pousses ou en collaboration avec des partenaires européens.

Ainsi, ERDF vise à se positionner en tant que référence industrielle du service public de distribution et à prendre la tête de la révolution technologique des réseaux électriques en France et en Europe.

ERDF mise sur sa R&D et sur sa capacité à innover pour assurer ses missions de manière toujours plus performante tout en inventant le réseau de demain, qui sera plus « smart », plus numérique et plus interactif, au service des clients, des acteurs du marché de l'électricité et des territoires.





# PRÉSENTATION DU PROGRAMME DE **R&D D'ERDF**

Intégrant les attentes de l'ensemble des métiers du Distributeur - de la technique à la relation clients et territoires, en passant par la finance ou les ressources humaines - le programme de R&D d'ERDF contribue à l'élaboration d'une vision de long terme et à l'identification des ruptures tout en concevant des solutions industrielles concrètes dans des délais maîtrisés.

La création de valeur et la capacité à utiliser de façon opérationnelle les produits et services conçus sont deux points d'attention constants.

Le programme contribue à la transformation numérique de l'entreprise et à l'accompagnement proactif de la transition énergétique.

Principalement composé d'activités de recherche appliquée et de développement expérimental, le programme de R&D s'enrichit d'expérimentations menées dans les démonstrateurs et peut aussi se positionner en appui de ceux-ci.

Articulé autour de **trois thématiques**, le programme de R&D d'ERDF a pour objectif de répondre aux principaux défis du distributeur via un financement prévisionnel de **225 millions d'euros** étalé sur quatre ans entre 2014 et 2017 :



L'objectif d'ERDF est que ses actions de R&D et d'innovation permettent la mise à disposition de produits et services industrialisables :



# THÉMATIQUE

# 1

## AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DES MÉTIERS DE LA DISTRIBUTION

La première thématique de R&D d'ERDF vise à **améliorer la performance technique** et économique d'ERDF sur ses activités cœur de métier, au service des utilisateurs du réseau et de ses partenaires...

Développer

Maintenir

Conduire

Exploiter

Gérer

Un patrimoine constitué de :

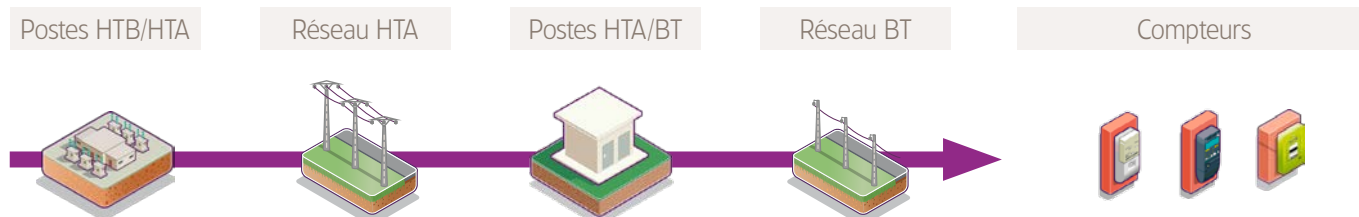
1,3 million  
de km de réseau

2 300  
postes sources

700 000  
postes HTA/BT

35 millions  
de compteurs

... toujours dans l'objectif d'offrir aux clients les **meilleurs standards de qualité d'alimentation et de service**, au meilleur tarif.



Axe 1

Optimiser la gestion des actifs et développer l'automatisation des réseaux

Axe 2

Améliorer l'efficacité des opérations et de la relation clientèle

Axe 3

Accompagner l'évolution du comptage

Cette thématique de R&D couvre l'ensemble des métiers du distributeur et intègre donc de nombreux sujets : gestion des actifs, automatisation des réseaux, performance des opérations et de la relation clientèle, évolution du comptage.

Elle doit ainsi, par exemple, permettre à ERDF d'améliorer ses méthodes de choix d'investissement en tirant mieux parti des données, de disposer de composants innovants, de concevoir des méthodes de maintenance prédictive grâce à des approches de type « big data », de pousser plus loin les outils

de conduite permettant « l'auto-cicatrisation » du réseau, de moderniser la gestion du réseau en tirant parti du déploiement de Linky, de réduire les pertes non techniques, de préparer les évolutions télécom, d'équiper les techniciens en intervention sur le terrain d'outils numériques performants, de moderniser la relation clientèle, d'accompagner l'évolution du comptage et de préparer le recyclage des compteurs...

Les projets menés contribuent souvent à la transformation numérique des métiers.

Financement prévisionnel de R&D sur cette thématique (2014-2017) **81 M€**

20,2 M€ en 2014



## Axe 1 – Optimiser la gestion des actifs et développer l'automatisation du réseau

Trouver le meilleur équilibre entre la performance des composants, les politiques d'investissement et de maintenance des ouvrages, le niveau d'automatisation des réseaux (contrôle-commande) et l'optimisation des outils de conduite, constitue l'une des missions principales du Gestionnaire de Réseau de Distribution.

L'un des enjeux forts concerne l'amélioration des méthodes technico-économiques pour les choix d'investissement sur les réseaux. Les travaux portent sur l'amélioration des outils de prévision de la demande d'électricité et l'amélioration des outils de calculs de réseau, en utilisant en particulier l'opportunité offerte par l'utilisation des données qui seront, avec le déploiement de Linky, à la fois plus nombreuses et plus précises.

### Outils de prévision de la demande à la maille locale

Essentiels pour mieux détecter les contraintes électriques, qualifier les marges disponibles et calibrer les investissements sur le réseau, **les outils de prévision de la demande ont fait l'objet de recherches en 2014, principalement orientées sur la maille locale.** À titre d'exemples, les avancées suivantes sont à noter :

Un modèle économétrique de charge de type **GAM** (*Generalized Additive Model*), intégrant les variabilités saisonnière et hebdomadaire à la **maille d'un poste source**, a été mis au point sous forme de prototype pour des prévisions court terme. Une adaptation de ce modèle pour des prévisions à moyen terme dans le cadre des études décisionnelles d'investissement est en développement.

Un prototype de planification énergétique locale - **approche Bottom-Up** - a été testé avec succès à l'échelle d'un quartier (démonstrateur Transform).

Les avantages attendus de ces différents outils seront, dans les années à venir, renforcés par les opportunités offertes par les données issues de Linky.

### Prévision de la demande en énergie réactive

La **prévision de la demande en énergie réactive**, sujet peu exploré jusqu'ici, devient un véritable enjeu en raison du développement des réseaux souterrains, de l'évolution vers des usages plus capacitifs, et du développement de la production décentralisée (problématiques de tension haute à faible charge). Ce besoin de compréhension est corroboré par les échanges avec RTE.

ERDF a lancé des travaux de modélisation et réalisé des premiers tests de validation concluants sur quelques postes HTA/BT équipés de compteurs Linky.

### Outil de calcul de réseau ERABLE

Le développement de l'outil ERABLE vise à pérenniser l'ensemble des fonctions d'études de réseaux de distribution à moyen terme en un seul outil moderne et évolutif. ERABLE est composé d'un moteur de calcul de réseau de type « progiciel » et de modules fonctionnels spécifiques s'appuyant sur des prototypes innovants développés en interne. En 2014, les travaux ont permis de mieux représenter les phénomènes à l'interface Transport/ Distribution, et de répondre à des besoins spécifiques : effacements, nouveaux usages...

Les prochains travaux permettront d'étendre les possibilités de l'outil, en particulier pour les études de réseaux BT, en intégrant des informations issues de Linky et du retour d'expérience de prototypes testés dans des démonstrateurs (Greenlys, SmartGrid Vendée, Lyon Confluence, NiceGrid, IssyGrid).





### Les postes HTA / BT du futur

Les postes HTA/BT constitueront à court terme les nouveaux nœuds d'intelligence du réseau de distribution, supports au déploiement des nouvelles fonctions de conduite et de gestion prévisionnelle. ERDF a décidé de développer un **nouveau palier de postes HTA/BT « Smarts »**, généralisable aux postes neufs et utilisable de manière ciblée pour les postes existants (*retrofit* partiel).

Les spécifications techniques des postes *Smarts* (fiables, robustes, évolutifs, résilients, et communicants) ont été en grande partie rédigées en 2014, et prévoient l'intégration de **fonctionnalités innovantes** portant sur la mesure des grandeurs électriques, le monitoring, les alarmes, les automatismes d'aide à la conduite ou encore la communication avec le système de télé-conduite (SCADA). Une attention particulière a été portée aux aspects de cyber-sécurité et de stockage d'énergie de secours pour garantir le fonctionnement des équipements électroniques.

Elles prévoient l'utilisation de capteurs de précision du courant et de la tension, en rupture technologique avec ceux actuellement implantés, et d'un équipement modulaire d'instrumentation et de supervision au cœur du système de communication. L'optimisation du cycle de vie de ces postes, équipés de composants innovants de contrôle commande, dont la longévité théorique est moindre que celle des matériels de puissance, constitue également une priorité majeure.

La validation de ces référentiels au regard des standards industriels est en cours avec les principaux fournisseurs du domaine. **Les spécifications détaillées du Palier 1 seront finalisées au premier semestre 2015** en vue d'un développement en « présérie » en 2016, puis en « série » en 2018.



Le passage d'une maintenance préventive à une maintenance prédictive fondée sur la connaissance des matériels et l'utilisation d'approches de type *Big Data*, doit permettre de réduire les coûts de possession des matériels installés sur le réseau. Des travaux importants de R&D sont engagés sur le sujet, notamment sur le diagnostic on-line des réseaux souterrains HTA et sur le monitoring des transformateurs HTB/HTA.

ERDF investit également dans la recherche pour disposer de composants innovants et/ou communicants, développer l'automatisation des réseaux et moderniser les outils de conduite (système d'information). L'objectif est en particulier d'accroître les capacités d'observabilité et de pilotage depuis les Agences de Conduite pour une meilleure gestion des risques et un meilleur traitement des événements temps réel. En particulier, le projet de R&D « Poste HTA/BT du futur » vise à transformer progressivement certains postes de distribution publique HTA/BT en véritables nœuds d'intelligence et de remontée d'informations ciblées, via des capteurs de mesure innovants, vers les Agences de Conduite.

### Monitoring des transformateurs HTB/HTA

Les transformateurs HTB/HTA des postes sources constituent une part importante des actifs du réseau. Le monitoring de paramètres physiques et l'utilisation de modèles prédictifs doivent permettre d'optimiser leur exploitation et leur maintenance : l'identification des situations contribuant au vieillissement accéléré et la détection de la dérive de traceurs annonciateurs d'une défaillance conduiront à la mise en œuvre de modes opératoires adaptés, d'actions ciblées de maintenance ou bien à la décision de renouvellement.

2014 a été consacrée à l'analyse des systèmes disponibles, à la mise au point et à l'expérimentation d'un système simplifié, avant éventuelle généralisation ultérieure.

### Diagnostic on-line des réseaux souterrains HTA

ERDF cherche à se doter d'une capacité à **détecter et traiter par anticipation les défaillances du réseau souterrain HTA** via le développement d'une technique de monitoring sous tension (« on-line »). En 2014, des tests ont été menés en laboratoire et sur le réseau en exploitation. Les phénomènes transitoires de faible amplitude qui constituent les signaux précurseurs de défaillances sont aujourd'hui correctement identifiés et les algorithmes de traitement du signal sont en cours de développement. Les efforts se concentrent aujourd'hui sur la capacité à obtenir une localisation précise des défauts et le succès final de ce projet ambitieux n'est pas garanti.



## THÉMATIQUE

# 1

## AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DES MÉTIERS DE LA DISTRIBUTION

### Axe 2 – Améliorer l'efficacité des opérations et de la relation clientèle

Au-delà des nouveaux services qu'il apporte aux clients, le système Linky est un levier important de modernisation de la gestion du réseau, notamment en basse tension. Il offre de nouvelles opportunités pour enrichir les métiers opérationnels d'ERDF.

Au travers de données plus nombreuses et plus précises, il permet de fiabiliser les méthodes de traitement du bilan électrique.

ERDF s'attache également à développer de nouveaux outils innovants pour améliorer l'efficacité des interventions des opérateurs sur le terrain ou encore moderniser la relation avec les clients utilisateurs du réseau.

L'évolution du réseau de télécommunications constitue également un enjeu majeur.

#### Linky au service du réseau

Des solutions innovantes au service de l'amélioration de la gestion des réseaux ont été développées et testées en 2014 sur les zones pilotes Linky de Tours et Lyon. Citons deux avancées :

##### L'amélioration du diagnostic des pannes

La supervision des communications entre concentrateurs et compteurs Linky facilitera la détection des situations de réseau anormales. Cette supervision BT permettra d'améliorer la qualité du diagnostic et ainsi la rapidité d'intervention des équipes opérationnelles. Un premier prototype est en test à Lyon et à Tours depuis septembre 2014 et des travaux importants de mise au point restent nécessaires.

Par ailleurs, le « Ping Linky », interrogation en temps réel du compteur Linky sur son état, renforce la fiabilité de l'information donnée par les Centres d'Appel de Dépannage aux clients, en distinguant les pannes réseau des pannes sur l'installation intérieure, sans action du client sur son compteur. Cette fonctionnalité est disponible dans une interface prototype testée en 2014 sur les zones pilotes.

##### La fiabilisation des bases de données patrimoniales

Les informations collectées par Linky et l'analyse de la chaîne de communication des compteurs permettent de renforcer la fiabilité des données de réseau, telles que l'identification de la phase de rattachement des clients dans le Système d'Information Géographique d'ERDF (SIG). Ceci nécessite des échanges d'information à volumes élevés entre le Système d'Information Linky et le SIG, qui ont fait l'objet d'actions importantes de fiabilisation en 2014.

#### Préparation des évolutions Télécom

ERDF a engagé des travaux portant sur l'évolution du réseau télécom en support de l'essor des Smart Grids. En 2014, ont été étudiés les impacts sécurité de l'évolution du réseau radio privé analogique vers une solution DMR (**Digital Mobile Radio**) à 80 MHz, ainsi que les potentiels ouverts par les **technologies « internet des objets » de type LpWa** (LowPower, Wide Area).

#### Fiabilisation du bilan Electrique

En tant que Responsable d'Equilibre des pertes du réseau de distribution et responsable financier pour les règlements a posteriori du marché d'ajustement, ERDF doit maîtriser la prévision des postes du bilan électrique (flux d'énergie sur le RPD, injections, soutirages et pertes). Un programme de R&D a été engagé depuis 2013 afin de fiabiliser ce bilan, et modéliser chaque poste élémentaire du bilan (travaux de calage, paramétrage et validation des modèles, foisonnements, combinaisons). En 2014, les avancées ont porté sur l'impact des conditions météorologiques (température, nébulosité, vent, rayonnement). Les modèles mettent en évidence des corrélations intéressantes et permettent de prévoir avec précision l'intermittence des EnR, le niveau et la forme de leurs impacts. Combinés aux évolutions liées au profilage des consommations et à l'extension des gradients d'intersaisons, ces progrès concourent à une meilleure maîtrise des sous-jacents impactant les pertes.

#### Outils de mobilité innovants

La construction d'une feuille de route R&D en appui à la performance des métiers Opérations a été engagée en 2014. L'un des volets porte sur la modernisation des outils de mobilité. En 2014, un algorithme d'optimisation de la gestion des tournées a été développé et testé avec succès.

ERDF cherche par ailleurs à tirer parti de technologies innovantes. Ainsi, les perspectives ouvertes par l'utilisation de **drones** pour la maintenance et l'exploitation sont particulièrement intéressantes en substitution de visites en hélicoptère ou à pied (anomalies sur lignes aériennes, suivi de l'élagage...). De même, les outils de **réalité augmentée** font l'objet de travaux en vue d'afficher sur un terminal mobile ou des lunettes, des informations utiles à l'exploitant, telles que la localisation des ouvrages souterrains ou l'identification de matériels à l'intérieur d'un poste.



## Axe 3 – Accompagner l'évolution du comptage



Linky est aujourd'hui un projet industriel d'ERDF, fruit de la recherche puis des expérimentations menées à Lyon et dans les communes rurales d'Indre et Loire. La première vague de déploiement généralisé va commencer le 1<sup>er</sup> décembre 2015. Trois millions de compteurs seront déployés d'ici fin 2016, l'objectif étant de remplacer 35 millions de compteurs à l'horizon 2021. Première brique des Smart Grids, Linky prépare l'évolution des réseaux.

Cet axe de recherche a pour objectif d'améliorer la performance des métiers du comptage de l'électricité : prescription et qualification des matériels, télécommunications associées, maintenance. Il se positionne en appui du déploiement des compteurs communicants Linky (comptage résidentiel), PME-PMI et Saphir (comptage industriel), sur les activités pointues de mise au point des spécifications des différents matériels, de conception des méthodes et outils de tests et de qualification, de normalisation, de recyclage des compteurs déposés.

### Appui aux projets de déploiement de nouveaux compteurs

Le déploiement des compteurs communicants est aujourd'hui bien engagé, avec les expérimentations Linky réalisées sur Tours et Lyon et la décision de déployer 3 premiers millions de compteurs à partir de la fin 2015. Le programme de R&D d'ERDF appuie la préparation de la généralisation des nouveaux compteurs industriels et résidentiels communicants au travers du développement de protocoles de tests (qualification des matériels, suivi de fabrication).

### Recyclage des compteurs

ERDF, conscient de ses responsabilités environnementales et sociétales, souhaite orienter le traitement des matériels déposés au cours de la généralisation des compteurs communicants en maximisant le taux de valorisation des matériels (en particulier plastiques), et en incitant les industriels traitant ces équipements à avoir recours à des personnels des secteurs adaptés. En particulier, une action de R&D sur la régénération des résines phénoplastes a été engagée en 2014 en partenariat avec un laboratoire universitaire et une entreprise innovante dans le domaine du recyclage.

### Amélioration du comptage traditionnel

Une part des efforts de R&D d'ERDF vise à améliorer toujours davantage les matériels de comptage implantés sur le territoire. Ainsi, pour le comptage résidentiel, des investigations sont menées pour garantir le bon fonctionnement dans la durée des matériels en exploitation (compteurs bleus électroniques, disjoncteurs basse tension et panneaux de comptage) : cartes d'alimentation, capteurs de mesure de tension, etc.

### Travaux de normalisation dans le domaine des communications CPL

La communication du compteur Linky est fondée sur une technologie CPL performante, mobilisant une bande de fréquence spécifique.

Actuellement, il y a un vide normatif pour la Compatibilité Electromagnétique dans la bande de fréquence 2-150 kHz. Or, de nouveaux usages augmentent les perturbations dans cette bande de fréquence. ERDF participe aux travaux engagés depuis trois ans par la CEI (Commission Electrotechnique Internationale) pour définir des niveaux de compatibilité dans la bande de fréquence 2-150 kHz, première étape avant la fixation des niveaux d'émission et des niveaux d'immunité pour chaque famille de produits.

Par ailleurs, ERDF concourt aux actions de développement et de promotion du protocole CPL G3, aux travers de ses travaux dans diverses instances de normalisation (ITU, CEI, CENELEC), qui ont notamment conduit à la publication de la quatrième version des spécifications du CPL G3 à l'ITU en 2014. Avec l'appui d'ERDF, l'Alliance G3 a par ailleurs finalisé son programme de certification, pour toutes les bandes de fréquences, en liaison avec deux laboratoires (LAN en France, et TÜV Rheinland au Japon) : une vingtaine de plateformes CPL G3 ont été certifiées en 2014.

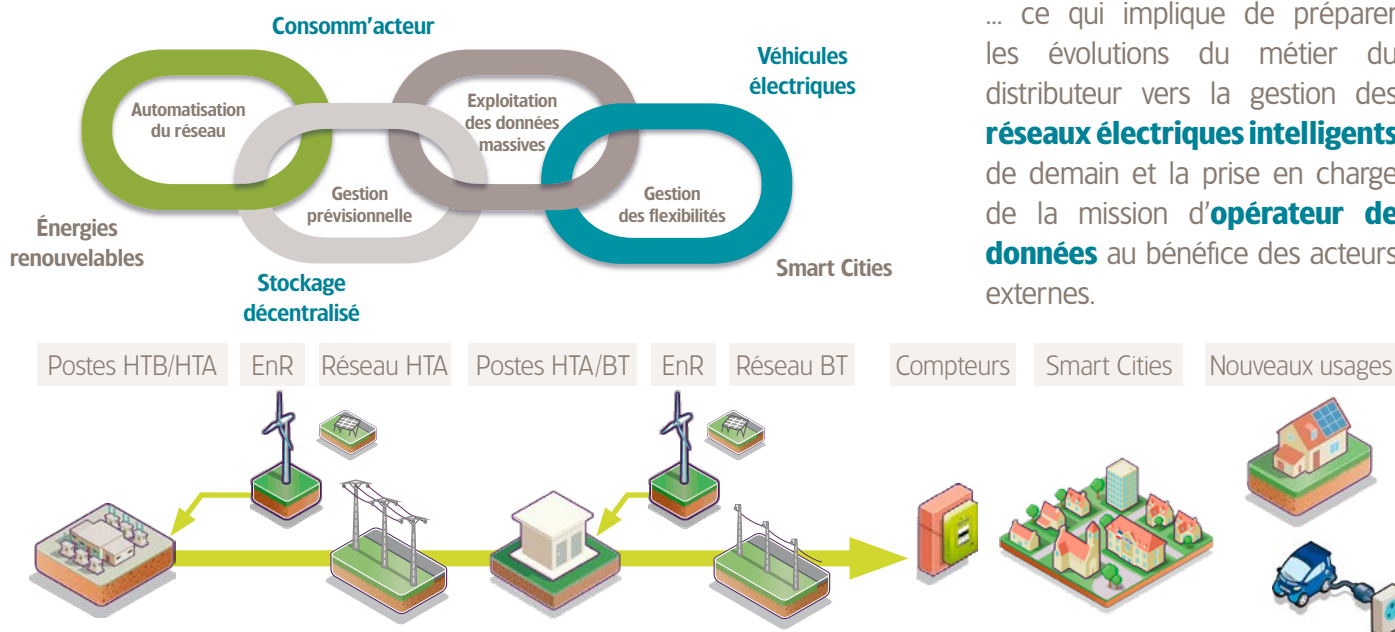


# THÉMATIQUE 2

## PRÉPARER L'ÉVOLUTION DES MÉTIERS DE LA DISTRIBUTION

La seconde thématique de R&D vise à permettre à ERDF de faciliter les évolutions du système électrique et de **contribuer à la transition énergétique...**

... ce qui implique de préparer les évolutions du métier du distributeur vers la gestion des **réseaux électriques intelligents** de demain et la prise en charge de la mission d'**opérateur de données** au bénéfice des acteurs externes.



- Axe 4** ➤ Concevoir une gestion des systèmes locaux qui facilite l'intégration des EnR et le développement de nouvelles flexibilités
- Axe 5** ➤ Préparer les solutions de gestion des données au bénéfice des acteurs externes
- Axe 6** ➤ Faciliter l'intégration des véhicules électriques et l'émergence des Smart Cities

Cette thématique de R&D vise à préparer l'évolution des métiers du distributeur.

L'objectif est de concevoir les solutions innovantes permettant au distributeur de mettre en œuvre une gestion des systèmes locaux qui facilite l'intégration des EnR et le développement de nouvelles flexibilités. Ceci implique notamment de développer des outils de prévision locale de production et de consommation, et de détection et de gestion des contraintes sur le réseau. Il faut aussi adapter les méthodes de choix d'investissements à l'évolution des systèmes électriques, développer des solutions nouvelles pour la tenue de la tension, permettre l'intégration des charges dynamiques et modulables

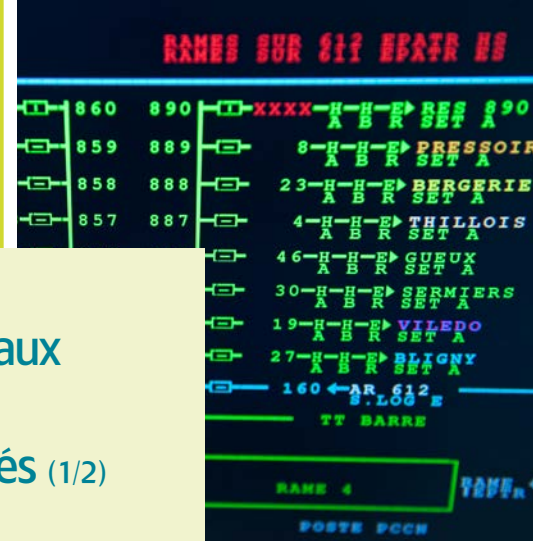
chez les clients et des moyens de stockage décentralisés. Afin de préparer le distributeur à sa mission d'opérateur neutre de la gestion sécurisée des données de distribution, mettant à disposition des acteurs externes (collectivités, utilisateurs du réseau, fournisseurs de services) des données fiables et précises, les actions de R&D visent à développer des solutions technologiques pour le traitement des données massives (*big data*) et à maîtriser les problématiques de cybersécurité.

Enfin, les travaux de R&D doivent permettre au distributeur de faciliter l'insertion des véhicules électriques et d'accompagner le développement des villes ou quartiers intelligents.

Financement prévisionnel de R&D sur cette thématique (2014-2017) **68 M€**

**14,8 M€ en 2014**

## Axe 4 - Concevoir une gestion des systèmes locaux qui facilite l'intégration des EnR et le développement de nouvelles flexibilités (1/2)



L'intégration des énergies renouvelables intermittentes, le développement de la gestion active de la demande, des véhicules électriques et du stockage décentralisé nécessitent une évolution du rôle du distributeur. ERDF conduit des actions de R&D pour faciliter les transformations du système électrique et le développement des marchés, tout en maintenant la qualité d'alimentation et la sûreté de fonctionnement. Il s'agit notamment de mettre en place une gestion des systèmes locaux permettant de maîtriser les contraintes de transit de puissance, les problèmes de tension ainsi que les risques liés aux îlotages non intentionnels.

En particulier, pour augmenter la capacité d'intégration de nouveaux producteurs sur le réseau de distribution, ERDF a investi prioritairement dans la mise en œuvre de solutions innovantes portant sur les modalités de raccordement, la gestion du réactif et le réglage de la tension et les solutions anti-îlotages, avec des résultats concrets attendus dès les années à venir.

### Alternative au renforcement pour le raccordement des producteurs

En complément des solutions de raccordement classiques, ERDF étudie des solutions alternatives qui permettraient de raccorder les producteurs avec des renforcements de réseau limités et donc à moindre coût, en contre-partie d'une possibilité d'écêtement de leur production lors de rares périodes de congestion. Les critères d'activation de cette solution alternative sont déterminés par des outils de simulation du raccordement et de développement des réseaux. Cette piste, explorée dans de nombreux pays européens, dont le Royaume-Uni et l'Allemagne, doit maintenant être testée tant du point de vue technique qu'économique ou contractuel. Ces points seront étudiés dans le cadre du démonstrateur Smart Grid Vendée.

### Solutions contre l'îlotage non intentionnel

Pour garantir la sûreté de fonctionnement du système électrique européen, la plage de fréquence admise par les groupes de production va être élargie. Cette évolution a imposé à ERDF d'élaborer une solution nouvelle pour la détection des îlotages non intentionnels. Une protection utilisant un seuil de ROCOF (gradient de fréquence) au delà d'un seuil de fréquence a été étudiée en 2014.

Par ailleurs, cette problématique est approfondie au travers d'une thèse universitaire encadrée par ERDF.

### Le réglage de la tension sur les réseaux HTA

Les travaux de recherche menés par ERDF sur le réglage de la tension et la gestion du réactif sur les réseaux de distribution ont permis de développer des solutions innovantes qui vont faciliter l'insertion de la production décentralisée.

Une loi de régulation locale de type  $Q = f(U)$  a été développée afin d'optimiser la contribution au réglage de la tension des capacités constructives des installations de production raccordées au réseau de distribution. Les expérimentations menées par ERDF en 2014 sur des installations réelles, éoliennes et photovoltaïques, ont permis d'en valider le fonctionnement, d'en ajuster les algorithmes, et de caractériser les interactions possibles entre les régulations de plusieurs parcs.

Il s'agit d'une avancée significative qui a vocation à être intégrée prochainement dans les dispositions techniques opérationnelles.

En 2014, ERDF a par ailleurs poursuivi le développement de fonctions de régulation centralisée de la tension au niveau des postes sources. Ces Fonctions d'Automatisation du Réseau (FAR) – ou Fonctions Volt/Var/Control – apporteront au distributeur la capacité de gérer son plan de tension par un paramétrage centralisé et en temps réel des tensions de consigne aux postes sources et des échanges de réactif à l'interface RPT/RPD. L'estimateur d'état de tension du réseau, les algorithmes de calcul des niveaux de consigne et les matériels pré-requis (capteurs de précision des mesures d'intensité et de tension en HTA, interfaces numériques d'acquisition et de transmission au niveau des postes sources...), sont en cours de test sur une zone de forte production éolienne, dans le cadre du démonstrateur Venteea.

### Transformateur HTA/BT avec régleur en charge

Cet appareil innovant, mais pénalisé par son coût très élevé, pourrait jouer un rôle pour le réglage de la tension. ERDF l'a testé en laboratoire et dans le cadre des démonstrateurs Venteea, Greenlys et NiceGrid afin d'en évaluer la fiabilité et l'efficacité, et de définir les lois de commandes appropriées.



## THÉMATIQUE 2

# PRÉPARER L'ÉVOLUTION DES MÉTIERS DE LA DISTRIBUTION

### Axe 4 – Concevoir une gestion des systèmes locaux qui facilite l'intégration des EnR et le développement de nouvelles flexibilités (2/2)

ERDF prépare le développement de nouvelles flexibilités en concevant des solutions innovantes pour optimiser leur intégration et leur utilisation.

En particulier, ERDF développe un système de Gestion Prévisionnelle locale qui regroupe des outils d'anticipation du comportement du réseau de distribution, et des leviers d'optimisation – à un niveau local (postes sources, départs HTA) et sur plusieurs horizons temporels (de l'annuel à l'infra-journalier). Les différentes briques de ce système viendront compléter les outils de conduite existants.

De même, afin d'accompagner et de faciliter l'accès des effacements aux marchés (énergie ou capacité), ERDF s'attache à développer des outils et des modèles permettant d'interpréter, modéliser et utiliser au mieux les phénomènes et mécanismes associés.

Enfin, les recherches menées en laboratoire et dans le cadre de plusieurs démonstrateurs sur les capacités offertes par les solutions de stockage décentralisé devraient permettre de préciser le modèle technico-économique de l'exploitation de ces technologies et éventuellement d'apporter une réponse complémentaire aux enjeux de l'intégration des énergies renouvelables.

#### Gestion Prévisionnelle et Smart Grid Vendée

De l'optimisation du placement des travaux sur les réseaux en coordination avec RTE et les producteurs, à la préparation de la conduite du réseau utilisant les différents leviers technico-économiques et les flexibilités du marché, la Gestion Prévisionnelle vise à optimiser la gestion du système électrique de distribution à différents horizons de temps allant de l'annuel à l'infra-journalier. En 2014, des premiers outils sous forme de prototypes ou de maquettes ont été développés sur les briques suivantes :

- Algorithmes de prévision locale de production intermittente et de consommation à court et moyen terme ;
- Modèles de prévision de soutirage court terme à la maille d'un poste source ;
- Outils pour la levée des contraintes.

Ces premières briques, installées au sein de l'Agence de Conduite Régionale de Nantes, seront testées dans le cadre de Smart Grid Vendée.

#### evolvDSO

Projet Européen coordonné par ENEL (Italie), associant distributeurs et organismes de recherche, evolvDSO a pour objectifs de définir les futurs rôles des Distributeurs dans le contexte d'augmentation de la production décentralisée sur les réseaux de distribution, et de développer des méthodes et outils innovants pour les différents métiers en évolution. En 2014, ERDF a piloté la réalisation d'une cartographie des rôles, des acteurs et des *Use Cases* des métiers du Distributeur de demain. Ce travail, qui fait référence, a été partagé auprès des instances européennes, notamment le Conseil des Régulateurs Européens de l'Énergie (CEER).

#### Effacement sur Greenlys

Les travaux de R&D relatifs à l'effacement de consommation ont porté sur la modélisation des charges pour les études de réseaux, dans le but d'affiner le modèle d'estimation de la réduction de la puissance et d'en estimer les effets de bord induits (anticipation, rebond, report). Les expérimentations, conduites dans le cadre du démonstrateur Greenlys ont montré l'importance de l'effet rebond en puissance après effacement et ont permis d'évaluer de manière statistique le pourcentage de réseaux BT pour lesquels l'effet rebond induit une contrainte électrique.

Par ailleurs, des travaux ont été menés pour développer des méthodes de contrôle des effacements réalisés, dont la méthode des panels qui devrait être expérimentée avec RTE en 2015. D'autres travaux de R&D se poursuivent afin d'améliorer encore ces méthodes.

#### Stockage d'énergie

Les actions de recherche menées sur le stockage d'énergie se concentrent sur des expérimentations dans le cadre des démonstrateurs. Ainsi, des algorithmes de commande (charge/décharge) d'un système de stockage d'énergie raccordé sur le réseau HTA, à proximité d'installations de production éolienne, sont développés et testés sur Venteea. Par ailleurs, sur Nice Grid, des batteries ont été installées sur le réseau (une sur le réseau HTA et plusieurs sur le réseau BT) et chez des clients résidentiels volontaires. Les premiers résultats seront connus en 2015.

## Axe 5 – Préparer les solutions pour la gestion des données au bénéfice des acteurs externes



Le déploiement du système de comptage intelligent va générer un très fort accroissement du volume des données gérées par le distributeur. Celui-ci devra en particulier permettre à d'autres acteurs (utilisateurs du réseau, fournisseurs, collectivités, tiers habilités) d'accéder aux données de comptage, dans le respect du cadre réglementaire et dans les conditions d'une sécurité informatique maîtrisée.

Cet axe de recherche a donc pour objectif de permettre au distributeur de remplir ses missions en disposant des solutions les plus performantes pour le traitement des données massives (*Big Data*).

### Cyber-sécurité

Le nombre de cyber attaques recensées sur les SI industriels croît de façon exponentielle, en particulier dans le domaine de l'énergie. Dans le même temps, les échanges de données entre les différents Systèmes d'Information sont en forte augmentation. La maîtrise des problématiques de cyber-sécurité devient donc de plus en plus critique, notamment pour les systèmes de télé-conduite, jusqu'alors très fermés.

En 2014, ERDF a finalisé une analyse de risques approfondie sur son système industriel de télé-conduite. Les actions envisagées pour maîtriser les risques sont définies. Elles portent par exemple sur le déploiement de dispositifs de détection d'incidents informatiques, assortis d'un système centralisé d'analyse des événements collectés.

Plus généralement, des solutions innovantes pour l'ensemble des SI industriels sont identifiées et seront mises en œuvre entre 2015 et 2017, avec notamment la construction d'un Système de Management de la Sécurité de l'Information (SMSI).

### Portail paneuropéen : Flexiciency

ERDF s'est engagé en 2014 dans le montage du projet collaboratif européen Flexiciency, financé dans le cadre du programme Horizon 2020. D'une durée de deux ans à compter de janvier 2015, ce projet vise à concevoir les fonctionnalités d'un portail paneuropéen pour une mise à disposition sécurisée de données de comptage au bénéfice des acteurs du marché.

### Solutions innovantes pour la gestion massive de données

ERDF doit se doter d'une capacité à gérer et interpréter de très grands volumes de données. Les solutions de type *Big Data* offrent des perspectives de vitesse dans le traitement de données massives en temps réel, qui apportent des réponses intéressantes pour faire face à cette complexité accrue. ERDF met en place le SI STM (Système de Traitement des Mesures) afin d'absorber des flux de données conséquents et de permettre leur traitement, en lien avec des SI existants.

ERDF a mené une évaluation comparative du comportement des différentes architectures de bases de données massives disponibles sur le marché (capacité à répondre simultanément à des besoins de traitements analytiques massifs prédéfinis, de traitements transactionnels temps réel en consultation sur une forte volumétrie, et de traitements analytiques à vocation exploratoire / simulation). L'intégration de ces solutions dans les architectures SI existantes (notamment le SI Linky) a également fait l'objet d'études spécifiques.

Un premier retour d'expérience sur les bonnes pratiques dans l'utilisation des fonctions de type Datalabs, simulations à partir de données réelles, a été réalisé, ainsi que la description et la formalisation de cas d'usage propres au domaine du réseau.

Par ailleurs, en 2014, ERDF a poursuivi les études visant à fournir, au sein de STM, un ensemble de services de traitement des données de comptage, anticipant l'arrivée de données massives qu'apportera Linky (notamment la production de bilans d'énergie pour les acteurs du système électrique).



## Axe 6 – Faciliter l'insertion des véhicules électriques et l'émergence des Smart Cities

Les évolutions liées à la transition énergétique et le développement des missions attribuées aux collectivités locales conduisent ERDF à accompagner l'émergence des Smart Cities. Les distributeurs doivent en effet se préparer à accompagner le développement des villes ou quartiers intelligents, des territoires à énergie positive, des bâtiments à énergie positive, ainsi que l'essor de la mobilité électrique.

ERDF est déjà largement engagée dans les actions permettant d'accueillir des installations de recharge, conditions nécessaires au développement du véhicule électrique (VE). Les enjeux sont pour ERDF d'optimiser le volume des investissements de renforcement du réseau électrique, de contrôler l'impact des infrastructures de recharge sur la qualité de l'électricité acheminée et de faciliter la mise en œuvre des nouveaux modèles d'affaires introduits par le développement probable des véhicules électriques (roaming et autres services de mobilité). Le projet d'insertion massive de véhicules électriques dans la flotte d'ERDF constitue par ailleurs un véritable champ d'expérimentation des actions de R&D ou d'innovation.

### Impacts du VE sur la qualité d'alimentation

La recharge des véhicules électriques via les bornes de recharge (avec des matériels à base d'électronique de puissance) peut avoir des impacts sur la qualité de l'onde (en particulier sur le taux d'harmoniques). Pour identifier ces perturbations, ERDF mène un certain nombre de tests : essais d'immunité dans la bande 2-30 kHz sur des appareils de grande distribution en résidentiel, tests en laboratoires et sur réseau expérimental de la qualité de l'onde et des communications CPL en présence d'une charge de VE. Concernant ce dernier point, sur la base des premiers tests réalisés, on constate dans la plupart des cas examinés, des pertes limitées en terme de performance. Cependant, des progrès significatifs restent à faire par les constructeurs d'équipements pour les VE afin de réduire leurs émissions sur la bande CENELEC A (3-95 kHz).

Très concrètement, sur la base des différentes études réalisées, un guide d'aide à la mise en place des bornes a été initié en 2014, avec pour objectif d'identifier les facteurs à prendre en compte pour minimiser leur impact sur la qualité de l'onde (principalement les harmoniques).

Les actions se poursuivront en 2015, notamment les travaux de normalisation dans les instances CEI et ISO, et l'étude de phénomènes de cumul de perturbations liées à des recharges simultanées de plusieurs véhicules sur un même site.

### Optimisation des implantations de stations

Les choix d'implantations de stations de recharge électrique sont importants dans la mesure où ils appuieront ou contraindront la diffusion des véhicules électriques.

En 2014, ERDF a finalisé le développement d'un module de calcul de réseau, implanté sur le SI de planification des réseaux utilisé par ERDF (ERABLE), permettant aux équipes locales de proposer aux collectivités ou opérateurs les meilleures options technico-économiques de raccordement des stations de recharge.

### Recharge des flottes d'entreprise : les projets Infini Drive et ECOFLOT

Le projet Infini Drive, financé par l'ADEME, vise à concevoir un système de recharge pour les flottes d'entreprise, en adéquation avec les contraintes du réseau et tenant compte des besoins des utilisateurs de VE. Les travaux effectués en 2014 ont porté sur le calibrage d'un outil de modélisation énergétique permettant d'estimer le besoin en énergie du véhicule, et sur la mise en place d'une chaîne d'algorithmes constituant une plateforme de recharge optimisée d'un parc de VE.

Le bilan de ce démonstrateur est positif et riche en enseignements, et s'inscrit pleinement dans le projet industriel d'ERDF « ECOFLOT », qui vise à piloter intelligemment la recharge en puissance et dans le temps de toute la flotte des véhicules électriques d'ERDF (2000 Véhicules Electriques à horizon 2016). Ce projet sera une contribution importante d'ERDF à la transition énergétique, ouvrant la voie aux autres entreprises.



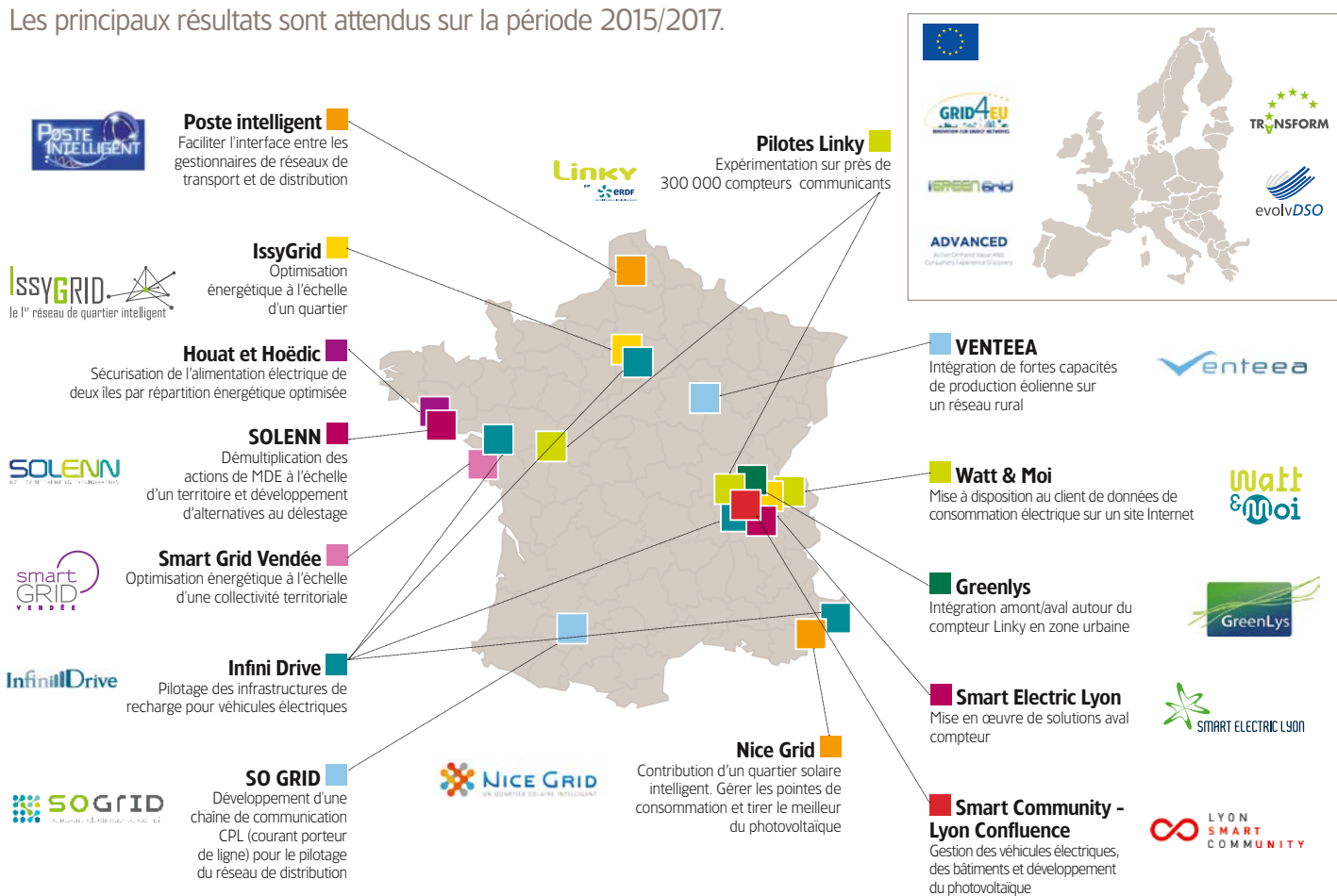
# THÉMATIQUE 3

## PROGRAMME DE DÉMONSTRATEURS SMART GRIDS

Pour aller au-delà des études et projets de recherche engagés par ERDF, il est nécessaire d'expérimenter les différentes solutions *Smart Grids*, en situation réelle, dans une approche système. L'objectif du programme de démonstrateurs *Smart Grids* d'ERDF est d'intégrer ces résultats dans une vision globale du réseau du futur.

En effet, au-delà des composants classiques de réseau (composants électrotechniques, ouvrages de distribution électrique, moyens de contrôle-commande), vont se développer de nouveaux composants « actifs » : des moyens de production décentralisés, des moyens de stockage, des charges dynamiques et modulables chez les clients via des mécanismes d'effacement ou d'activation (pilotage d'usages, signaux tarifaires évolués), des charges mobiles sur le réseau (véhicules électriques). Les lois de comportement de ces objets et acteurs ne sont pas purement déterministes et restent à établir au travers d'expérimentations. C'est l'enjeu des démonstrateurs et projets pilotes *Smart Grids* que de mesurer la réponse de ces objets et acteurs en conditions réelles, *in situ*, et en particulier l'acceptabilité par les utilisateurs de ces nouvelles interactions avec le réseau.

Les principaux résultats sont attendus sur la période 2015/2017.



Financement prévisionnel sur cette thématique (2014-2017) **76 M€**

**19,4 M€ en 2014**



# THÉMATIQUE 3



## PROGRAMME DE DÉMONSTRATEURS SMART GRIDS

ERDF est impliquée dans plusieurs projets de démonstration ou de recherche Européens, avec des financements de l'Union Européenne, dans le but de tirer profit de la richesse apportée par la collaboration avec des partenaires internationaux, autres distributeurs, fournisseurs d'électricité ou offreurs de services énergétiques, transporteurs, industriels du secteur électrique ou des technologies de la communication et de l'information, start-up innovantes, organismes de recherche, universitaires...

ERDF est en particulier coordonnateur de GRID4EU, l'un des plus importants projets européens de recherche et de démonstration en matière de réseaux intelligents.

### DÉMONSTRATEURS EUROPÉENS



Projet rassemblant six démonstrateurs en Europe couvrant les principaux aspects des *Smart Grids*, y compris l'élaboration d'une méthodologie standard pour les analyses coûts / bénéfiques et les études de scalabilité et de répliquabilité sur des zones ciblées des solutions techniques. Le projet s'attache en outre à alimenter les réflexions européennes sur la standardisation des solutions.



Définition des rôles présents et futurs des DSO : nouveaux outils et solutions pour gérer l'évolution des réseaux de distribution.



Comparaison de solutions pour le développement de la gestion active de la demande.



Comparaison de solutions testées dans six démonstrateurs en Europe pour l'insertion des moyens de production d'origine ENR.



Planification des réseaux d'énergie en zone urbaine dans une approche de type *Smart City*.



Insertion de la production éolienne sur le réseau moyenne tension en zone rurale, solutions innovantes pour améliorer la tenue de tension, test sur le stockage avec une approche multi-acteurs/multi-services.



Amélioration de la gestion du réseau de distribution avec Linky (conduite, exploitation, planification), impacts des effacements sur le réseau de distribution, modèle d'affaire lié à l'agrégation de flexibilités, analyse coûts-bénéfiques des fonctions *Smart Grids* en zone urbaine.



Solutions pour faciliter l'insertion de la production photovoltaïque dans les réseaux BT, stockage, effacement, pilotage.



Les démonstrateurs sont répartis sur tout le territoire français afin de tester les différents contextes locaux possibles. Plus de cent partenaires, représentatifs de la diversité des parties prenantes concernées par le développement des smart grids, collaborent à ces différents projets.



Optimisation de la gestion du réseau de distribution à l'échelle d'un département, utilisation des flexibilités raccordées au réseau public de distribution.



Gestion de la recharge des véhicules électriques, des bâtiments et développement de la production photovoltaïque.



Développement de solutions aval compteur permettant de piloter facilement les consommations électriques.



Numérisation du contrôle-commande et cyber-sécurité des postes sources, interface GRT/GRD, sécurisation du réseau de télé-conduite ERDF par l'utilisation de moyens télécom RTE.



Optimisation énergétique à la maille d'un quartier.



Sécurisation de l'alimentation des îles via une modulation de la puissance de coupure.



Développement d'une chaîne complète de communication CPL G3 pour la gestion du réseau de distribution (des postes sources à la BT).



Solutions de démultiplication des actions de MDE à l'échelle d'une collectivité territoriale, alternative au délestage sur le réseau public en cas de contrainte sur le système électrique, en mobilisant les collectivités et les consommateurs.





## ERDF PRÉPARE UN AVENIR PLUS *SMART*\*

### CONCLUSION

Le bilan présenté fait apparaître l'ampleur de l'effort de R&D, les objectifs poursuivis, l'organisation et la priorisation des actions, la variété des sujets traités et l'abondance des résultats obtenus. Il met aussi en lumière le développement exceptionnel du travail en partenariat avec les acteurs concernés et compétents, en France mais aussi très fortement au niveau européen.

Le programme de R&D et d'innovation d'ERDF doit lui permettre d'assurer ses missions de manière toujours plus performante et de préparer les réseaux électriques intelligents de demain.

Il correspond à son ambition de prendre la tête de la révolution technologique des réseaux électriques en France et en Europe.



#### Dispositions réglementaires

La CRE a mis en place un dispositif destiné à donner à ERDF les moyens pour mener à bien les projets de R&D et d'innovation nécessaires à la conception des réseaux électriques de demain en garantissant notamment l'absence de frein tarifaire pour engager des projets de R&D ou réaliser des démonstrateurs. Elle a mis également en place un dispositif de suivi destiné à donner aux acteurs du secteur électrique une plus grande visibilité sur les projets menés par ERDF dans le domaine de l'innovation. Ce document s'inscrit dans cette démarche : il constitue un bilan synthétique des actions de R&D réalisées sur la première année de la période tarifaire (2014).

Il sera suivi d'un second bilan dans 2 ans, qui portera sur les années 2015 et 2016.

La trajectoire des charges d'exploitation d'ERDF consacrée à la R&D prévoit un montant de 225 M€ sur 4 ans. En 2014, ce sont 54,3 M€ de charges d'exploitation de R&D qui ont été engagées par ERDF.

Ce Programme de R&D et Innovation s'inscrit pleinement dans les recommandations de la CRE portant sur le développement des réseaux électriques intelligents (Délibération du 12 juin 2014).

\* *Intelligent*





ERDF à votre service

**www.erdf.fr**



ERDF est une entreprise de service public, gestionnaire du réseau de distribution d'électricité. Elle développe, exploite, modernise le réseau électrique et gère les données associées. ERDF réalise les raccordements des clients, le dépannage 24h/24, le relevé des compteurs et toutes les interventions techniques. Elle est indépendante des fournisseurs d'énergie qui sont chargés de la vente et de la gestion du contrat de fourniture d'électricité.

ERDF « ON-LINE »

Découvrez nos actualités et nos vidéos sur



[facebook.com/erdf.official](https://facebook.com/erdf.official),



[twitter.com/erdf](https://twitter.com/erdf),



[youtube.com/user/comerdf](https://youtube.com/user/comerdf)

ERDF - Électricité Réseau Distribution France  
 Tour ERDF - 34 place des Corolles  
 92079 Paris La Défense

**www.erdf.fr**

ERDF - SA à directoire et à conseil de surveillance au capital de 270 037 000 euros - R.C.S. Nanterre 444 608 442