



# **INVESTISSEMENTS 2018 DE RTE**

## **SEANCE DU 29 NOVEMBRE 2017**

### **Annexe F**

Dossier de saisine du projet de démonstrateur RINGO



## SOMMAIRE

1. Introduction .....	3
2. Un démonstrateur expérimental de taille industrielle.....	4
2.1. Phasage du projet RINGO.....	4
3. Le besoin d'expérimentation de RTE.....	6
3.1. Caractériser cette solution de flexibilité supplémentaire pour le développement du réseau..	6
3.2. Valider cette solution dans un contexte d'exploitation .....	6
3.3. Les enjeux de l'expérimentation technique.....	7
4. Une participation des acteurs de marché lors des deux phases du projet .....	8
4.1. Groupe de travail RINGO du 25 septembre 2017.....	8
4.2. Appels d'offres futurs .....	10
5. Investissement, planning, localisation.....	10
6. Quelles perspectives pour le stockage selon RTE.....	12



## 1. INTRODUCTION

Dans les scénarios de transition énergétique, le changement de paradigme sur la nature de la production d'électricité (d'un parc centralisé à combustible vers un parc plus décentralisé, intermittent couplé à un stockage de l'électricité potentiellement plus massif) constitue le moteur essentiel de l'adaptation des réseaux électriques.

L'incertitude grandissante sur les équilibres futurs offres/demandes (localisés ou non) rend plus délicate à évaluer la pertinence économique de certains investissements de long terme. La stratégie de RTE est **d'apporter de la flexibilité au réseau**, afin d'optimiser au maximum l'usage des actifs existants, et ainsi éviter ou reporter des investissements quand c'est possible. RTE entend diversifier les moyens de flexibilité à sa disposition

- au service d'une performance durable tant au niveau économique que sociétal,
- et en conservant le même niveau de risque accepté du système, que par le dimensionnement des infrastructures à la pointe.

Au-delà des études théoriques, l'insertion de volumes importants de **stockage à base de batteries électrochimiques** sur le réseau électrique n'a pas encore été testée en grandeur nature en France. Les possibilités offertes par ces systèmes de stockage stationnaires de grande taille (de l'ordre de quelques MWh à quelques dizaines de MWh) revêtent pourtant un aspect particulièrement novateur pour les réseaux de transport **en étant un des moyens participant à cet objectif d'accroître leur flexibilité**, alors que leur utilisation par rapport à d'autres moyens soulèvent des problématiques techniques spécifiques. Par ailleurs, la baisse continue de leurs coûts (-10 à -15% par an pour les batteries lithium-ion), liée principalement au développement rapide des applications liées à la mobilité et à l'augmentation des performances (densité énergétique), permet d'envisager **leur entrée rapide et brutale** sur le marché.

Alors que le cadre de développement de services système est aujourd'hui connu et maîtrisé par RTE, le cadre de test des aspects « réseaux » reste à définir. Le projet RINGO a ainsi été bâti sur une double ambition :

- Préparer en collaboration avec les acteurs de marché, l'intégration des systèmes de stockage stationnaires, notamment sur leur dimension « services de gestion de congestion ». Dans cette optique, il est nécessaire pour RTE d'apprendre pratiquement et techniquement, à maîtriser les interactions de ces moyens avec le réseau.
- Tester dans un cadre expérimental le concept innovant de « ligne virtuelle », une illustration des ruptures fondamentales qui pourraient être induites par la généralisation des stockages et des autres moyens de flexibilité locale.



## 2. UN DEMONSTRATEUR EXPERIMENTAL DE TAILLE INDUSTRIELLE

Le projet RINGO a pour but d'installer un démonstrateur réparti sur trois sites du réseau HTB1 de RTE dont l'objectif principal sera de valider l'utilisation de batteries pour gérer **des congestions localisées, intermittentes dues à la pénétration croissante de l'éolien et du photovoltaïque**. Il s'agit de valider une nouvelle solution visant à rendre plus flexible le développement du réseau, et permettant d'éviter ou de différer des solutions de renforcement plus classiques des lignes concernées par ces contraintes.

Le démonstrateur sera réparti sur trois sites du réseau HTB1 qui comporteront chacun : Plusieurs containers de batteries pour une capacité totale allant de 12 à 15MW selon les sites permettant une utilisation à pleine puissance pendant 2h (soit un stock d'énergie allant de 24 à 30MWh) et leurs auxiliaires,

- Les équipements d'électronique de puissance (convertisseurs DC/DC et AC/DC) et les transformateurs élévateurs associés,
- La ligne souterraine de raccordement au poste RTE le plus proche si l'espace disponible dans ce poste ne permet pas d'y installer les batteries,
- Les équipements de contrôle-commande des batteries et les systèmes de communication associés.

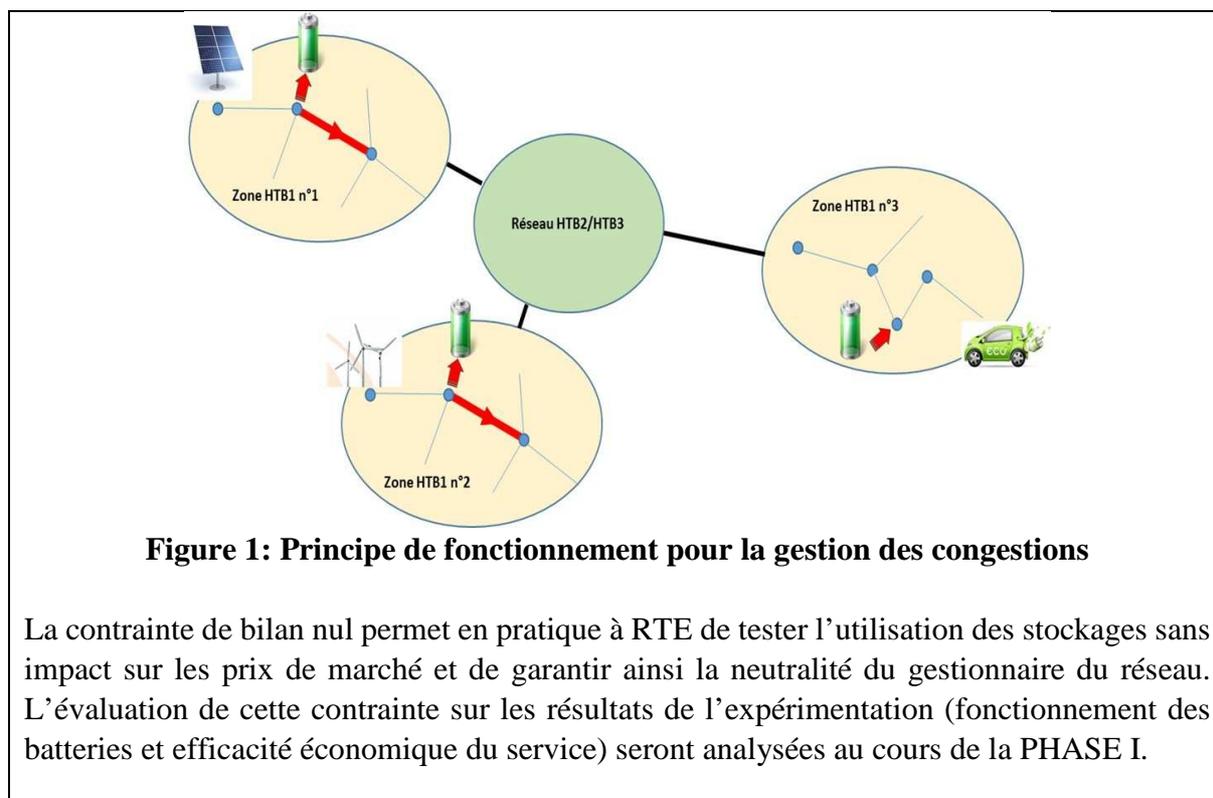
### 2.1. PHASAGE DU PROJET RINGO

Le projet RINGO est articulé en deux phases :

- Une première, d'une durée de 3 ans, dénommée PHASE I, qui aura pour objectif de tester les batteries en mode « ligne virtuelle ». Afin de préparer la phase II, les tests d'intégration d'actifs tiers à réponse rapide dans les systèmes d'exploitation de RTE seront conduits et achevés. Ce retour d'expérience, partagé avec les acteurs, mettra également l'accent sur les aspects maintenance des équipements, sécurité, protection de l'environnement.

#### **Principe « ligne virtuelle » (figure 1.)**

En cas de congestion sur des lignes des zones 1 et 2, les batteries de ces zones se chargent pour absorber le surplus de production EnR qui ne peut être évacué (aujourd'hui cette production est écrêtée). Au même moment d'autres batteries, par exemple celles de la zone n°3, effectueront le mouvement inverse et se déchargeront afin de maintenir un équilibre global entre charges et décharges. Ainsi, il n'y aura pas d'impact sur l'équilibre offre-demande (aux aléas de fonctionnement et aux pertes de rendement dans les batteries près). Tout se passe comme si une quantité d'énergie était transférée entre les différentes zones sans utiliser les lignes du réseau d'où le nom de « ligne virtuelle ». Le principe trouve sa pertinence dans le fait que l'on peut ainsi équilibrer l'énergie sur N zones. L'évolution du coût des batteries pourrait rendre les lignes virtuelles compétitives vis-à-vis d'autres moyens permettant de gérer des congestions (automates, transformateurs-déphaseurs) compte tenu des autres services qu'elles peuvent apporter.



A l'issue de ces trois premières années, la PHASE II permettra de concrétiser l'intégration des batteries au service du réseau. D'une part la flexibilité du démonstrateur sera cédée à des tiers (cf. 5 pour les modalités de cession), et d'autre part les premiers appels d'offres, à destination des tiers, de flexibilité localisée sur le réseau de transport seront organisés<sup>1</sup>. Ces actions permettront la mise en œuvre concrète d'un service d'aide à la gestion de congestions rendu à RTE.

S'agissant de résolution d'une congestion « structurelle » sur base d'un service rendu par des tiers à RTE, un schéma basé sur une contractualisation long terme cadrant les conditions financières et opératoires du service, couplé à l'utilisation opérationnelle d'outils déjà existants (le mécanisme d'ajustement) sera privilégié.

Les tiers disposant de batteries ou d'autres moyens de flexibilité susceptibles de rendre ce service, pourront également valoriser leur actif sur d'autres marchés et mécanismes (réglage primaire de fréquence, équilibrage court terme, marchés de l'énergie, mécanisme de capacité...).

<sup>1</sup> Les modes de contractualisation de ces services seront étudiés durant la PHASE I



### 3. LE BESOIN D'EXPERIMENTATION DE RTE

#### 3.1. CARACTERISER CETTE SOLUTION DE FLEXIBILITE SUPPLEMENTAIRE POUR LE DEVELOPPEMENT DU RESEAU

L'utilisation de batteries judicieusement localisées permet de gérer des congestions, notamment lorsque celles-ci sont intermittentes et de durées plutôt courtes (plus la durée est grande et plus la taille du stock doit être importante).

Cette approche présente plusieurs avantages par rapport aux solutions traditionnelles d'évolution du réseau : (i) une meilleure acceptabilité sociale – les solutions traditionnelles sont plus coûteuses et longues à mettre en œuvre, en lien parfois avec l'opposition qu'elles suscitent, (ii) la rapidité de développement permettant de prendre une décision d'investissement sans anticipation excessive (iii) la réversibilité de la solution, permettant de gérer des situations de contraintes transitoires (les batteries peuvent être déplacées sur un autre site).

Néanmoins la valorisation de cette option, c'est-à-dire les économies d'évolution de réseau (renforcement, écrêtement ENR...) qu'il sera possible de faire, dès lors que cette solution sera disponible et pourra être mise en œuvre dans des délais très courts (objectif de 18 mois à terme) et sa compétitivité par rapport à d'autres moyens de flexibilité localisés (écrêtement ENR, effacements), est un paramètre difficile à quantifier. Le projet RINGO permettra de mieux documenter cet élément.

#### 3.2. VALIDER CETTE SOLUTION DANS UN CONTEXTE D'EXPLOITATION

L'exploitation des batteries RINGO comporte deux modes :

- Un mode préventif dont l'objectif est d'éviter que des dépassements de seuils de transit admissibles en N et en N-1 n'apparaissent en envoyant des consignes de charge ou décharge adéquates aux batteries. Ces consignes sont calculées par un module de calcul cyclique à partir de données prévisionnelles. Si l'apparition de contraintes ne peut être évitée (en cas de saturation d'une batterie par exemple), une parade préventive complémentaire doit être mise en place (débouclage du réseau ou écrêtement de production par exemple).
- Un mode curatif, privilégié dans le cadre de l'expérimentation, dont l'objectif est de revenir sous les seuils de transit admissibles grâce à l'action rapide des batteries, en cas de contraintes.

Par conséquent, le système de contrôle-commande des batteries s'articule autour de deux niveaux travaillant de manière concertée :

- Un niveau local où **des automates (un par site)** contrôlent de façon rapide (de l'ordre de la seconde) les injections/soutirages des batteries en fonction de mesures acquises localement. Selon les sites, ces automates peuvent être locaux (acquisition de mesures dans le poste de raccordement de la batterie uniquement) ou zonaux (acquisition de mesures dans une zone comportant plusieurs postes autour de la batterie). Ces automates ne sont pas capables d'anticiper. Par exemple, ils ne sont pas capables de positionner



les batteries au bon niveau de charge si un risque de congestions dû à un niveau élevé de production renouvelable est prévu les heures à venir.

- Un niveau centralisé où **un automate de réglage**, utilisable aujourd’hui pour les batteries du projet RINGO et demain pour les flexibilités localisées, calcule les consignes optimales à envoyer aux batteries avec une récurrence plus faible (de l’ordre de cinq minutes). Cet automate utilise des données prévisionnelles (sur horizon temporel de 24h environ), ce qui lui permet de positionner le parc de batteries à des niveaux adéquats pour gérer les congestions. Il inclut également un module d’équilibrage pour respecter la contrainte de bilan nul de la PHASE I. Ce module indépendant pourra être désactivé dans les phases ultérieures du projet en lien avec l’abandon de la contrainte injection = soutirage, et l’évaluation de cette contrainte sur les résultats de l’expérimentation (fonctionnement des batteries et efficacité économique du service) sera analysée au cours de la PHASE I.

Il existe un mode manuel en cas d’écart au cadre standard d’exploitation.

Le niveau centralisé constitue une innovation importante pour l’exploitation d’une infrastructure complexe et maillée en avenir incertain. L’intégration d’une dimension temporelle dans la prise de décisions permettra à terme de mieux gérer les productions intermittentes et moins prévisibles.

De manière générale, le système de contrôle commande devra respecter les contraintes propres aux batteries afin de ne pas dégrader leurs performances notamment en termes de durée de vie et de rendement.

Enfin, l’insertion des systèmes RINGO en exploitation nécessitera une mise à jour de différents processus et outils d’exploitation de RTE dont les études de sécurité court terme (du j-2 au temps réel).

### 3.3. LES ENJEUX DE L’EXPERIMENTATION TECHNIQUE

Que signifiera techniquement l’intégration de moyens de flexibilité de gestions de congestions locales, en curatif ?

En mode curatif, le temps nécessaire à l’ensemble de la séquence d’évènements permettant de lever une congestion ne doit pas excéder une minute. Les automates locaux décrits au point précédent calculeront la solution optimale à partir de télémesures acquises sur la zone à un pas de temps de l’ordre de la seconde (soit dix fois plus rapidement qu’aujourd’hui). La qualification fine de cette interaction avec le contrôle commande de la batterie, incluant **des allers retours** entre l’adaptation de la propre doctrine de RTE (durées admissibles, influence sur le niveau de sécurité du réseau...) et le contrôle-commande de la batterie constituent un point clé de cette démarche d’intégration et de l’expérimentation.



Ces séquences de test ne sont pas sans risque pour la durée de vie des actifs (risque de vieillissement accéléré des batteries), dans une mesure qui ne peut être évaluée aujourd'hui faute de retour d'expérience en France. L'information acquise durant le projet RINGO aura pour objectif de proposer aux offreurs de solutions des spécifications susceptibles de **minimiser ce type d'impact** sur les actifs dont ils auront la propriété, notamment lors des appels d'offres de la phase II.

Le vieillissement constitue en effet un paramètre dimensionnant dans l'économie de la solution, et seule la maîtrise optimisée de l'ensemble de la chaîne du service permettra aux acteurs de proposer des solutions présentant pour la collectivité le meilleur coût et la garantie **d'un fonctionnement global en toute sécurité**.

En outre, cette typologie de service à dynamique très rapide nécessite une spécification précise des caractéristiques des machines connectées au réseau. Si une modélisation fine n'est pas accessible, des marges dans le dimensionnement et dans le coût des solutions sont à prévoir et ce dans une proportion d'autant plus importante que la dynamique du service est exigeante et novatrice. Sur base des trois systèmes de batteries installées, RTE disposera d'un panel d'information lui permettant d'être plus exigeant dans les appels d'offres au bénéfice d'un meilleur coût pour la collectivité.

#### **4. UNE PARTICIPATION DES ACTEURS DE MARCHE LORS DES DEUX PHASES DU PROJET**

L'idée d'un partage collaboratif entre les différents acteurs de la chaîne de valeur est au cœur du projet RINGO. Celui-ci est un démonstrateur, conçu dans un cadre expérimental. Les retours d'expérience feront l'objet d'informations régulières vis-à-vis des parties prenantes.

##### **4.1. GROUPE DE TRAVAIL RINGO DU 25 SEPTEMBRE 2017**

Dans le cadre des instances de concertation (CURTE), une réunion de présentation du projet RINGO et de réflexion sur la co-construction d'une feuille de route commune portant sur les deux phases du projet a été organisée le 25 septembre 2017 par RTE. A l'issue de cette présentation, une série de questions a été posée aux acteurs présents. Elles sont rappelées ci-dessous :

- PHASE I : Quels sont vos besoins d'informations en sortie de cette phase (point de sortie possible tout le long de la réalisation de cette phase)?
- PHASE II : Quel est à votre avis, et compte tenu de votre appréciation de la maturité technologique des solutions de stockage, le « bon timing » pour lancer les travaux



d'intégration marché du futur service « appel d'offres flexibilités localisées pour la gestion des congestions structurelles sur le réseau de transport » ?

- Dans l'objectif de construire ces premiers appels d'offre de manière concertée, sur quelles thématiques souhaitez-vous intervenir et dans quel but ? À quel stade ?

6 réponses écrites ont été reçues à ce stade, provenant d'acteurs de typologie différente. Sur la question « PHASE I », les répondants soulignent la nécessité du caractère transparent des informations qui seront collectées lors de l'expérimentation « lignes virtuelles ». Ces informations peuvent concerner les résultats de fonctionnement des batteries, les conditions de leurs sollicitations, et les éléments d'évaluation économique du service rendu.

Pour répondre à cette demande, RTE précise qu'un module d'historisation des données relatives aux batteries (chroniques d'utilisation des batteries, évolution des performances dans le temps, ...) est prévu dans le projet.

RTE mettra à disposition ces données suivant des modalités définies conjointement avec les acteurs, sous réserve d'une part du respect des informations commercialement sensibles, et d'autre part des exigences des constructeurs de matériel en matière de protection de leurs propres données.

S'agissant des éléments complémentaires d'évaluation économique du service (caractéristiques de la mobilisation des batteries par RTE pour le service de gestion des congestions, délai de prévenance, utilisation des actifs en préventif/curatif...), RTE communiquera aux acteurs ses analyses et ses besoins basés sur les résultats des expérimentations.

Sur les questions « PHASE II », on note un consensus des répondants sur la nécessité de lancer, dès à présent, les travaux d'intégration marché des solutions de flexibilité tiers au service de la gestion de congestion sur le réseau de transport.

RTE lancera début 2018 un groupe de travail dédié à ce sujet. Après une définition préalable et concertée des thématiques d'échange, ce groupe de travail traitera par étapes des différentes problématiques posées par cette intégration, notamment en s'alimentant des résultats du test en situation réelle des batteries RINGO.

La première thématique abordée, dès 2018, concernera la publication des contraintes réseau de RTE. Dans l'actualisation 2017 de sa feuille de route sur le développement des réseaux intelligents (en réponse à la délibération de la CRE du 8 décembre 2016) RTE a indiqué qu'il proposait une analyse et un planning de mise en œuvre de cette évolution mi-2018.



## 4.2. APPELS D'OFFRES FUTURS

Au lancement de la PHASE II, RTE cédera la flexibilité du démonstrateur à des tiers pour que ces derniers rendent le service de gestion des congestions au réseau de transport, et puissent optimiser le reste du temps les actifs sur d'autres segments de valeur (cf. 5.).

En outre, en marge du projet RINGO, les premiers appels d'offres de flexibilités localisés seront organisés durant cette même période, par RTE. Ce planning est conforme aux éléments communiqués dans l'actualisation 2017 de la feuille de route de RTE sur le développement des réseaux électriques intelligents.

Enfin, les règles actuelles portant sur la fourniture des « services système » pourraient faire l'objet de nouvelles améliorations, dans le cadre de la procédure de révision des règles habituelle. Les précédentes versions des règles avaient fait l'objet de précédentes adaptations afin d'intégrer des moyens de stockage, mais d'autres amendements seront discutés afin de pousser cette logique à un stade supérieur, dans l'optique de favoriser la participation d'actifs de stockage tiers à la fourniture de réserve primaire ou secondaire.

## 5. INVESTISSEMENT, PLANNING, LOCALISATION

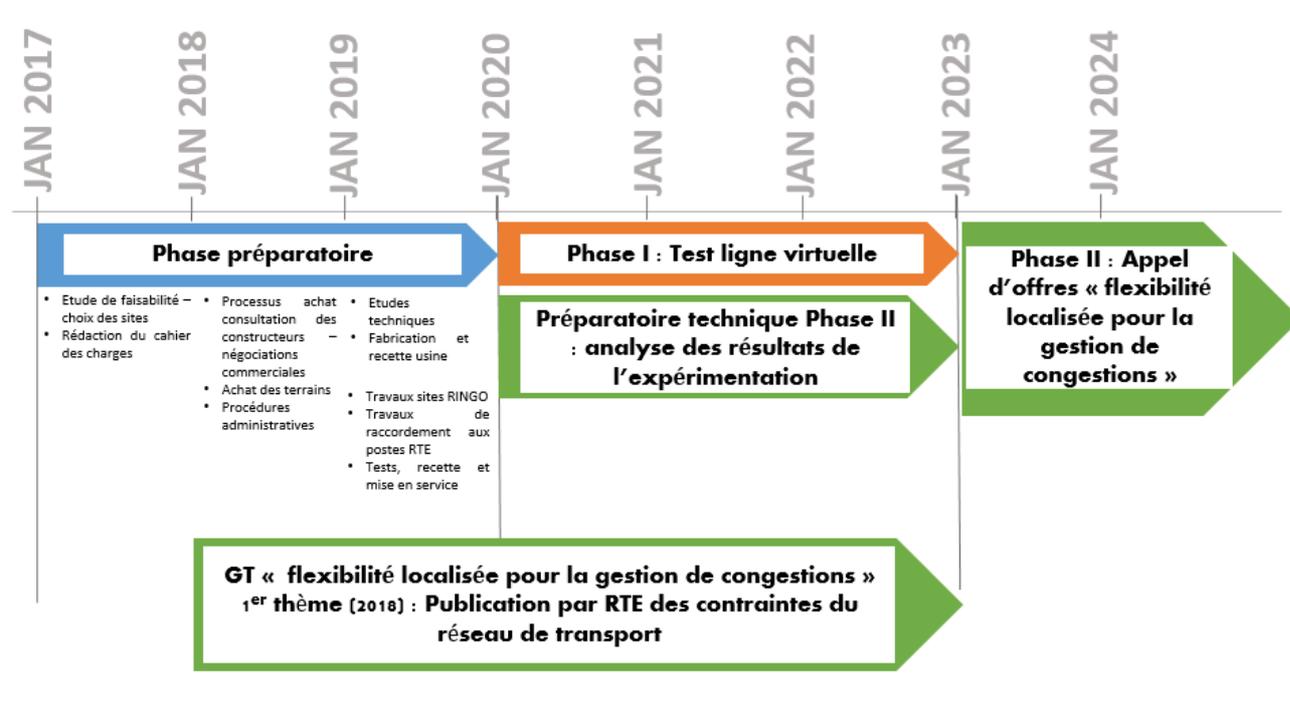
L'investissement de 80M€ pour l'équipement des trois sites distincts de cette expérimentation sera réparti sur 4 années (2017 – 2020). Le planning indicatif suivant phase les grands jalons du projet depuis les phases préparatoires jusqu'à la PHASE II.

A l'issue de la phase I, la flexibilité des batteries sera cédée. Les modalités de cette cession ne sont pas définies à ce stade, et n'excluent aucune possibilité. Plusieurs facteurs devront, à cette échéance, être pris en compte :

- l'état effectif des batteries aux horizons de la cession ;
- le résultat des expérimentations qui auront été menées (dont le bilan économique) ;
- l'évolution de la réglementation ;
- l'intérêt des parties prenantes pour de tels actifs ;

### *Planning*

Le planning présenté intègre le résultat du groupe de travail du 25 septembre 2017



### Localisation

Les études technico-économiques ont permis de présélectionner les cinq sites du réseau HTB1 suivants:

- Site de Lazer-Sisteron (Alpes de Haute-Provence),
- Site de Savignac (Cantal),
- Site de Marcilly-Vingeanne (Côte d'or),
- Site d'Isle-Jourdain (Vienne),
- Site de Bessèges-Les Sallèles (Gard/Ardèche).

Ces cinq sites présentent des congestions à l'horizon 2020/2021 dues aux raccordements de productions éoliennes et/ou photovoltaïques. Trois sites seront finalement retenus dans cette liste, sur base de critères différenciés (notamment les impacts sur l'environnement, la complexité des procédures administratives, la disponibilité de terrains proches des postes RTE existants...).

Pour deux de ces sites, des renforcements du réseau ont déjà fait l'objet de décisions de la part de RTE. Ces investissements seront annulés si les sites étaient choisis pour l'implantation des batteries RINGO. L'investissement évité par site, pour la collectivité, pourrait être de l'ordre de 6 à 8 M€ (non netté des coûts du projet RINGO).



## 6. QUELLES PERSPECTIVES POUR LE STOCKAGE SELON RTE

La transition vers un mix électrique caractérisé par une pénétration poussée des énergies renouvelables devrait conduire à accroître l'espace économique du stockage. Dans certains scénarios envisageables, y compris à l'échelle française, cette pénétration massive est susceptible d'affecter deux éléments fondateurs du contrôle et de pilotage du système électrique :

- La fréquence comme reflet de l'équilibre production-consommation et donc comme signal de coordination disponible à tout moment à travers le réseau.  
Aujourd'hui le photovoltaïque et l'éolien sont raccordés au système via une électronique de puissance qui « suit » la fréquence imposée par les machines de production synchrones. Un réseau « localement ENR » construit uniquement sur base d'électronique de puissance « suiveuse » sera plus chaotique. Il faudra un ou plusieurs « chefs d'orchestre » pour imposer la synchronisation, et envoyer le bon signal à l'ensemble du système.
- La résilience transitoire aux chocs (par exemple les ouvertures de lignes).  
Ces chocs produisent des appels de courant violents mais très courts (<100ms), auxquels répondent naturellement les machines tournantes (grâce à leurs réserves d'énergie électromagnétique disponibles quasi instantanément). Les solutions pour qu'un réseau « localement ENR » construit sur base d'électronique de puissance ne déclenche pas des mises en protection en cascade, avec une augmentation du risque de défaillance de toute la zone synchrone, devront ainsi être identifiés.

Bien que ces effets ne soient pas mesurables sur la zone de réglage France actuellement, leur apparition paraît à terme assurée.

Le stockage, et en particulier les batteries, disposant d'une réserve d'énergie immédiatement mobilisable constituerait une solution capable, en couplage avec une électronique de puissance rapide, d'assurer un rôle de métronome, de faire face à ces chocs et de maintenir in fine la qualité de service.

Ainsi, l'éventail d'application des solutions stockage pour le gestionnaire du réseau public de transport ne pourra aller que croissant, à mesure que la transition énergétique en Europe se concrétisera.