

Etudes complémentaires suite au débat public

Rapports

nice gènes toulon lyon marseille barcelone paris aix-en-provence turin londres bordeaux bruxelles



lille nice madrid montpellier cannes strasbourg amsterdam frejus toulon st-raph

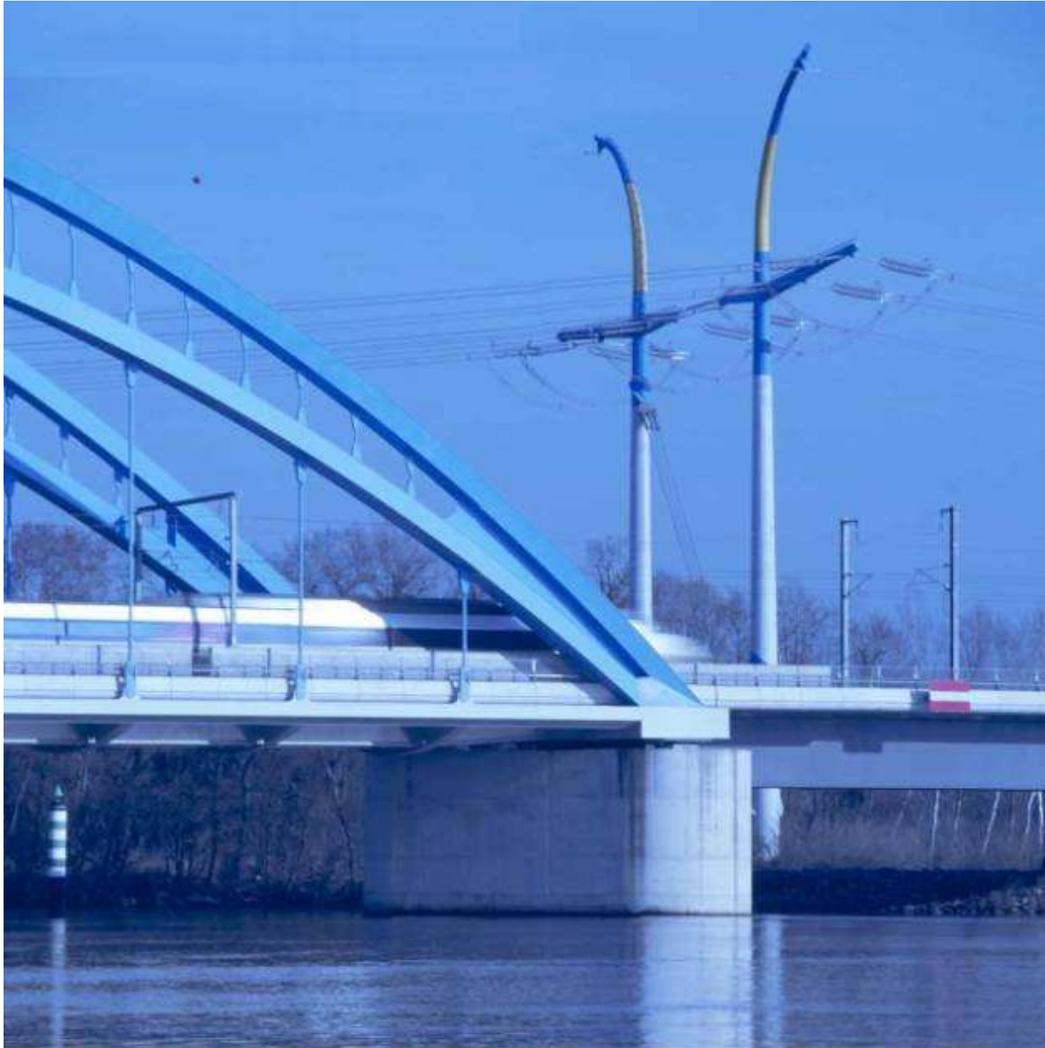


Etude sur la faisabilité de l'alimentation électrique de la ligne

Juin 2008



LGV PACA



**Etude de faisabilité sommaire
pour le raccordement et l'alimentation électrique
des futures sous stations ferroviaires**

Juillet 2008

SOMMAIRE

1- Caractérisation de la demande de RFF	3
2- Contexte et hypothèses générales de l'étude de RTE	4
2.1 Zone et hypothèses générales d'étude	4
2.2 Hypothèses relatives au positionnement et à la charge des sous stations	4
2.3. Schéma de raccordement des sous-stations	5
3. Etudes du déséquilibre généré par les sous-stations	7
3.1 Rappel des règles en matière de déséquilibre sur le réseau	7
3.2 Déséquilibre généré par les sous-stations de la LGV PACA	7
4. Evaluation sommaire du coût de raccordement des sous-stations	9
5. Eléments d'appréciation de la consommation électrique de la LGV PACA	10
5.1 Consommation électrique du système LGV Méditerranée	10
5.2 Comparaison avec la consommation de l'Est PACA	12
6. Conclusion	13

Annexe : Carte du réseau RTE dans la zone d'étude de la LGV PACA

1- Caractérisation de la demande de RFF

RFF a sollicité RTE afin de réunir les premiers éléments d'analyse concernant le raccordement et l'alimentation des futures sous-stations de la LGV PACA. L'horizon d'étude est fixé à 2020 et les résultats attendus sont les suivants :

- Pour le raccordement des sous-stations de la LGV :
 - Identification des zones potentielles d'implantation de sous-stations ;
 - Estimation de la capacité du réseau à accueillir une sous-station dans le respect des règles en vigueur ;
 - Ordre de grandeur du coût de raccordement des sous-stations.

- Pour l'alimentation électrique de la LGV PACA :
 - Evaluation sommaire de la consommation prévisionnelle globale de la LGV PACA
 - Caractérisation de cette consommation au regard des enjeux d'alimentation électrique de la région PACA

Pour mener à bien cette étude, RFF a fourni à RTE quatre couloirs de passage issus des 14 scénarios analysés dans le cadre des études complémentaires de la LGV PACA, à savoir :

- Couloir 1 : Côte d'Azur Sud-Arbois ainsi que la solution alternative Sud-Arbois
- Couloir 2 : Métropole du Sud - Toulon Nord
- Couloir 3 : Métropole du Sud - Toulon Est
- Couloir 4 : Métropole du Sud - Toulon Centre

RFF n'a pas, à ce stade, spécifié le nombre de sous-stations nécessaires ni leur emplacement préférentiel au regard des caractéristiques de la LGV. Ces éléments font partie des hypothèses établies par RTE, en s'appuyant sur les LGV existantes.

Par ailleurs, RFF n'a pas fourni à RTE de données précises sur la consommation prévisionnelle des sous-stations. Le nombre de circulations prévues sur la LGV PACA étant similaire à celui observé sur la LGV Méditerranée, RTE a pris pour base les consommations et les puissances appelées sur les sous-stations existantes.

Cette étude se situe en amont du processus de raccordement. Elle ne constitue donc pas une étude exploratoire au sens du catalogue des prestations de RTE, les données fournies à ce stade par RFF ne permettant pas de réaliser une telle étude exploratoire. En revanche, compte tenu de la complexité du projet de LGV PACA, elle constitue une étape utile tant pour RTE que pour RFF, dans la mesure où elle participe d'une bonne concertation entre les deux maîtres d'ouvrage en amont du projet.

2-Contexte et hypothèses générales de l'étude de RTE

2.1 Zone et hypothèses générales d'étude

La zone d'étude couvre une majeure partie de la région PACA, à savoir les départements des Bouches-du-Rhône, du Var, des Alpes-Maritimes et la moitié sud du département des Alpes-de-Haute-Provence. En première approximation, on peut considérer que la LGV PACA n'a pas d'influence sur le réseau électrique situé en dehors de cette zone.

L'horizon d'étude est fixé à 2020. Les hypothèses de production prennent en compte les projets dont le raccordement est contractualisé avec RTE à la date du 5 mai 2008. La production correspondante est considérée à sa puissance maximale.

Le réseau pris en compte dans l'étude est le réseau existant et décidé. L'étude de transit prend en compte les limites de capacité des ouvrages du réseau de transport, à savoir l'Intensité Maximale Admissible en Permanence, fonction des saisons.

Les consommations sont celles prévues à l'échéance 2020 par les modèles de prévision habituellement utilisés par RTE.

De manière générale, les hypothèses utilisées ne prennent pas en compte, à ce stade, les travaux menés sous l'égide de la DRIRE PACA sur la sécurisation électrique de la région. En revanche, la LGV PACA, à travers les résultats de la présente étude, sera prise en compte dans les réflexions prospectives conduites dans ce groupe de travail en vue d'assurer la sécurisation de l'alimentation électrique de la région, y compris de l'alimentation de ses infrastructures ferroviaires actuelles et futures.

2.2 Hypothèses relatives au positionnement et à la charge des sous stations

Les distances entre les sous-stations ont été extrapolées à partir du positionnement des sous-stations des LGV mises en service récemment en France, à savoir les LGV Méditerranée et Est. Dans les deux cas, les sous stations sont positionnées tous les 50 à 60 km environ. Par ailleurs, la dernière sous-station alimentant la LGV Méditerranée est la sous-station de Cabriès. La première sous-station de la LGV PACA peut donc être positionnée à environ 50 à 60 km de distance de celle de Cabriès.

Le tableau suivant définit, pour les différents couloirs, les zones géographiques envisagées pour le positionnement des sous-stations :

Couloir	Zone de positionnement des sous-stations
1	Zone de Brignoles
	Zone de Fréjus-Esterel
2	Zone de Signes- Néoules
	Zone du Muy
	Zone de Nice – St Augustin
3	Zone de Castellet- Le Revest
	Zone des Arcs
	Zone de Nice – St Augustin
4	Zone d'Evenos
	Zone de Vidauban
	Zone de Nice – St Augustin

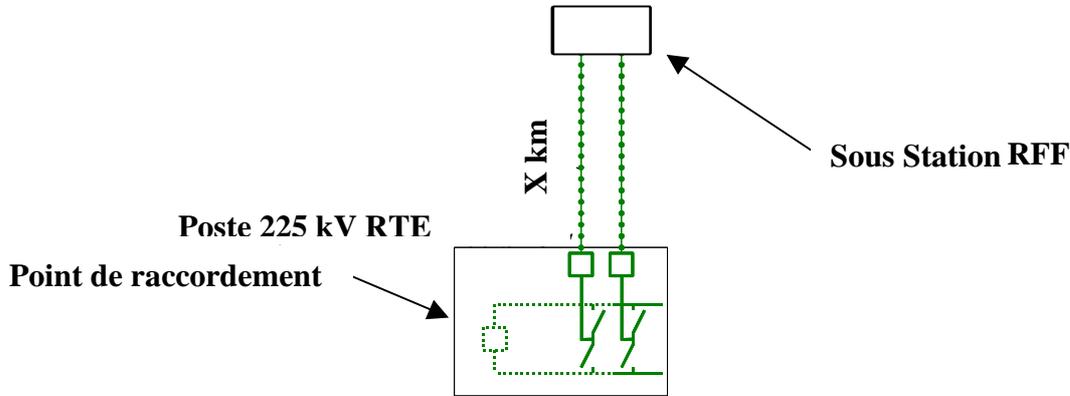
Pour le couloir n°1, il n'a pas été prévu de sous-station au-delà de celle de Fréjus-Esterel. Cette hypothèse sera à confirmer en fonction des études ultérieures et des perspectives éventuelles de prolongement de la LGV vers la frontière italienne. En tout état de cause, la faisabilité d'une sous-station dans la zone de Nice a été étudiée dans le cadre des trois autres couloirs.

La consommation mesurée des sous-stations actuelles de la LGV Méditerranée (Cabriès et les Iscles) est habituellement comprise entre 0 et 25 MW mais peut atteindre des pointes de 45 MW. Il a été retenu pour cette étude la valeur de 50 MVA comme puissance apparente monophasée à l'horizon 2020.

2.3. Schéma de raccordement des sous-stations

Le schéma retenu pour le raccordement des sous-stations consiste en un raccordement direct vers le poste RTE le plus proche disposant du niveau de tension 225 kV a minima. Pour garantir la fiabilité de l'alimentation, les sous-stations sont généralement raccordées par deux liaisons parallèles. Ces liaisons pourront être aériennes ou souterraines en fonction de la sensibilité des milieux traversés. Elles seront dimensionnées pour répondre aux besoins de transit de la sous-station.

Ce schéma est décrit ci-dessous :



Le tableau suivant définit, pour les différents couloirs et pour chaque sous-station, le poste RTE de raccordement retenu. La carte permettant de localiser les différents postes électriques mentionnés ci-dessous figure en annexe.

Couloir	Zone de positionnement des sous-stations envisagée	Poste RTE de raccordement de la sous-station
1	Zone de Brignoles	Vins
	Zone de Fréjus	Biançon
2	Zone de Signes- néoules	Néoules
	Zone Le Muy	Trans
	Zone Nice – St Augustin	Lingostière
3	Zone Castellet- Le Revest	Coudon
	Zone Les Arcs	Trans
	Zone Nice – St Augustin	Lingostière
4	Zone Evenos	Escaillon
	Zone Vidauban	Trans
	Zone Nice – St Augustin	Lingostière

Le poste de Mougins n'a pas été retenu car sa structure actuelle ne permet pas d'envisager l'adjonction de deux nouvelles cellules de raccordement.

Une fois connues plus précisément les localisations des sous-stations, il sera possible d'étudier la faisabilité de schéma de raccordement dit « en coupure »¹. Ce type de schéma complexifie un peu les études de transit et de déséquilibre et n'a pas été envisagée à ce stade, pour aucune des sous-stations projetées. Toutes se situent, en effet, à une distance raisonnable d'un poste électrique existant.

¹ Il s'agit, lorsque la sous-station est implantée à proximité d'une ligne existante à 225 kV, d'envisager la création d'un nouveau poste électrique RTE simplifié à proximité immédiate de l'emplacement de la sous-station et raccordé sur la ligne existante.

3. Etudes du déséquilibre généré par les sous-stations

3.1 Rappel des règles en matière de déséquilibre sur le réseau

En application de l'arrêté du 4 juillet 2003, le déséquilibre provoqué par une sous-station ferroviaire ne doit pas excéder la valeur de 1%. Toutefois, l'arrêté précise que ce seuil peut être dépassé dès lors que le dépassement n'empêche pas, à la date du raccordement, de respecter les engagements de RTE en matière de qualité de l'électricité vis-à-vis des autres utilisateurs et ne perturbe pas le fonctionnement du réseau public de transport de l'électricité.

Pour la mise en œuvre de ces dispositions, RTE et RFF ont conclu un protocole concernant les perturbations induites par le système ferroviaire de traction électrique. En vertu de ce protocole, une installation nouvelle doit respecter, en régime normal comme en régime dégradé :

- soit la limite standard de 1% de déséquilibre fixée par l'arrêté du 4 juillet 2003 ;
- soit une valeur telle qu'ajoutée à la perturbation préexistante, elle ne conduise à dépasser le seuil de 90 % des niveaux d'engagement de RTE en aucun poste utilisateur. Ces engagements étant aujourd'hui fixés à 2 %, la limite à ne pas dépasser est donc fixée à 1,8 %.

Dans ce dernier cas, des calculs doivent être réalisés pour évaluer le taux de déséquilibre généré sur tous les postes environnants. Pour la présente étude, on s'est limité à évaluer les contraintes liées au respect du premier critère, à savoir les limites réglementaires de 1% et à identifier les postes pouvant atteindre ou dépasser le seuil de 1,8 % en régime dégradé.

3.2 Déséquilibre généré par les sous-stations de la LGV PACA

Le tableau suivant fournit les taux de déséquilibre estimés pour chaque poste susceptible d'accueillir une sous-station de la future LGV PACA :

Poste	Régime normal	Régime dégradé
	Déséquilibre τ (%)	Déséquilibre τ (%)
Escaillon	0.7 %	1.4 %
Coudon	0.6 %	1.4 %
Néoules	0.6 %	1.2 %
Vins	1.1 %	2.9 %
Trans	0.9 %	1.7 %
Biançon	0.9 %	1.8 %
Lingostière	0.8 %	1.3 %

Cette étude montre que la plupart des postes électriques à 225 kV identifiés disposent, sous les hypothèses retenues dans la présente étude, de la capacité à accueillir le raccordement d'une sous-station de la LGV PACA pour une puissance apparente monophasée de 50 MVA.

Toutefois le poste de Vins présente un taux de déséquilibre important et dépasse le seuil admissible tant en régime normal qu'en régime dégradé. Par ailleurs, pour les postes de Trans et Biançon, le déséquilibre en régime dégradé est proche de la limite de 1,8%.

Ceci ne permet pas de conclure à ce stade à l'impossibilité de raccorder une sous-station sur ces postes, mais nécessitera un examen plus approfondi lors des études de raccordement ultérieures. En cas de déséquilibre trop important, plusieurs pistes sont susceptibles d'être explorées : examen de l'impact de ce déséquilibre sur les engagements de RTE vis-à-vis des clients voisins, renforcement du réseau pour augmenter la puissance de court-circuit (P_{cc})² du poste de raccordement, examen d'autres schémas de raccordement ou mise en œuvre de moyens de compensation du déséquilibre à la source.

² Cette grandeur est caractéristique d'un poste électrique. Plus elle est importante, moins le déséquilibre créé par une sous-station ferroviaire sera important.

4. Evaluation sommaire du coût de raccordement des sous-stations

Les tableaux suivants fournissent, pour les différents couloirs étudiés, une fourchette de coût pour le raccordement des sous-stations.

Ces coûts sont évalués sur la base :

- Du coût des travaux à réaliser dans le poste RTE de raccordement ;
- Du coût de réalisation des liaisons de raccordement.

Le chiffrage est fondé sur le coût d'ordre de liaisons souterraines à double circuit à 225 kV. Il s'appuie sur des études de pré-faisabilité qui nécessiteront d'être affinées lorsque les localisations des sous-stations seront connues de manière plus précise. Ces coûts sont en euros 2008 et intègrent les frais d'ingénierie et frais généraux.

Le tableau comprend également une indication sur les longueurs kilométriques de liaison prises en compte. Tout déplacement des sous-stations par rapport aux hypothèses retenues se traduit par une évolution des longueurs des liaisons et des coûts de raccordement.

Ces différents coûts ne comprennent pas le coût d'aménagement de la sous-station elle-même, qui est de la responsabilité de RFF.

Couloir	Poste RTE de raccordement	Travaux dans le poste	Distance au poste	Coût total de raccordement
1	Vins	2 M€	4 à 10 km	10 à 20M€
	Biançon	4 M€	13 à 23 km	25 à 45M€
				Total : 35 à 65 M€
2	Néoules	2 M€	5 à 15 km	10 à 30 M€
	Trans	3 M€	11 à 18 km	25 à 35M€
	Lingostière	8 M€	6 km	25M€
				Total : 60 à 90 M€
3	Coudon	3 M€	6 à 16 km	15 à 30M€
	Trans	3 M€	8 à 12 km	20 à 25M€
	Lingostière	8 M€	6 km	25M€
				Total : 60 à 80 M€
4	Escaillon	5 M€	5 à 15 km	15 à 35 M€
	Trans	3 M€	9 à 18 km	20 à 35M€
	Lingostière	8 M€	6 km	25M€
				Total : 60 à 95 M€

5. Eléments d'appréciation de la consommation électrique de la LGV PACA

5.1 Consommation électrique du système LGV Méditerranée

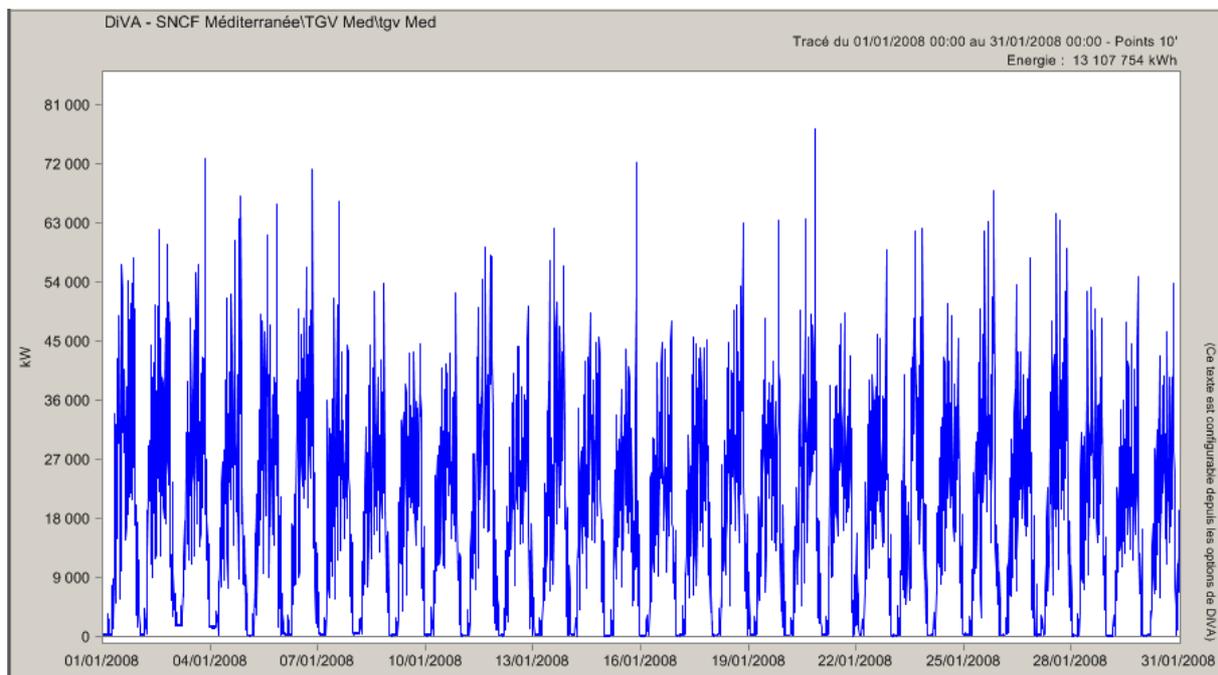
De nombreux facteurs interviennent dans la consommation d'une sous-station : type de train (rame simple ou double), horaires, profil en long, accélérations/ décélérations, conditions de vent...

Afin d'évaluer les consommations appelées par la LGV PACA, il a été proposé dans cette phase d'étude, de prendre comme référence la consommation totale « synchrone » appelée par les quatre sous-stations de la LGV Méditerranée situées au sud de Montélimar : Croisières, Les Iscles, Cabries, et Biscarrat.

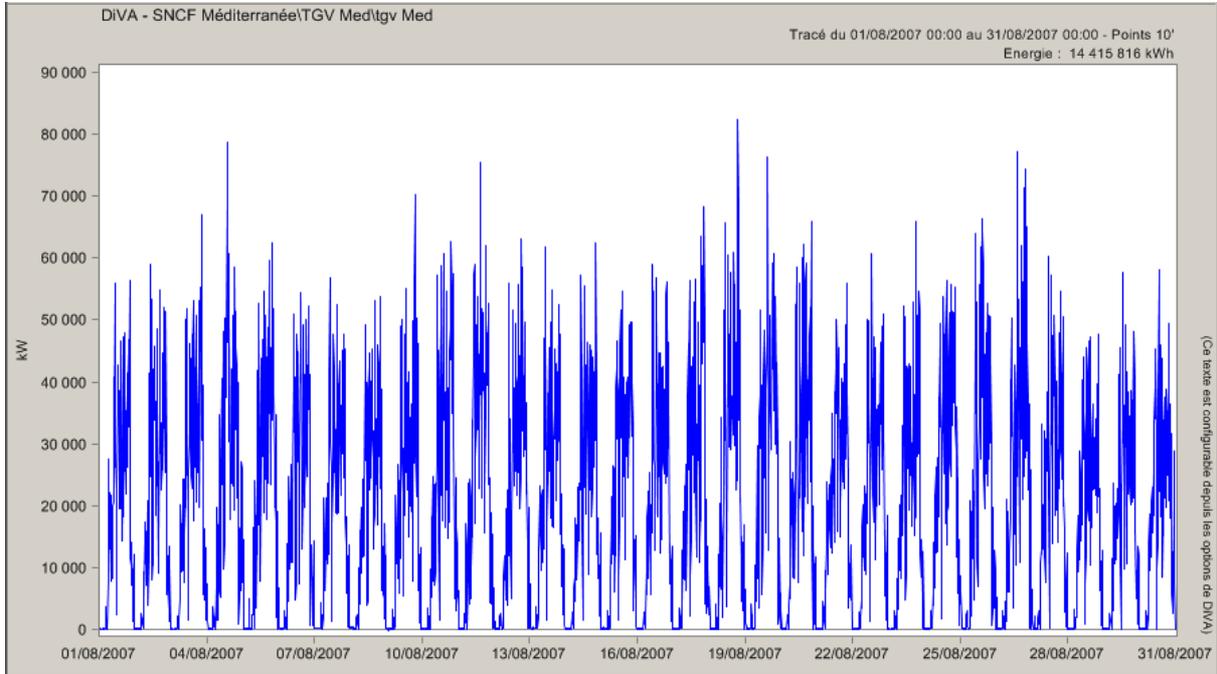
Les courbes de charge présentées ci-après montrent que la puissance de pointe synchrone appelée par le système composé de ces quatre sous-stations peut être estimée entre **75 et 80 MW** environ.

L' énergie annuelle consommée en 2007 a été de 162 GWh.

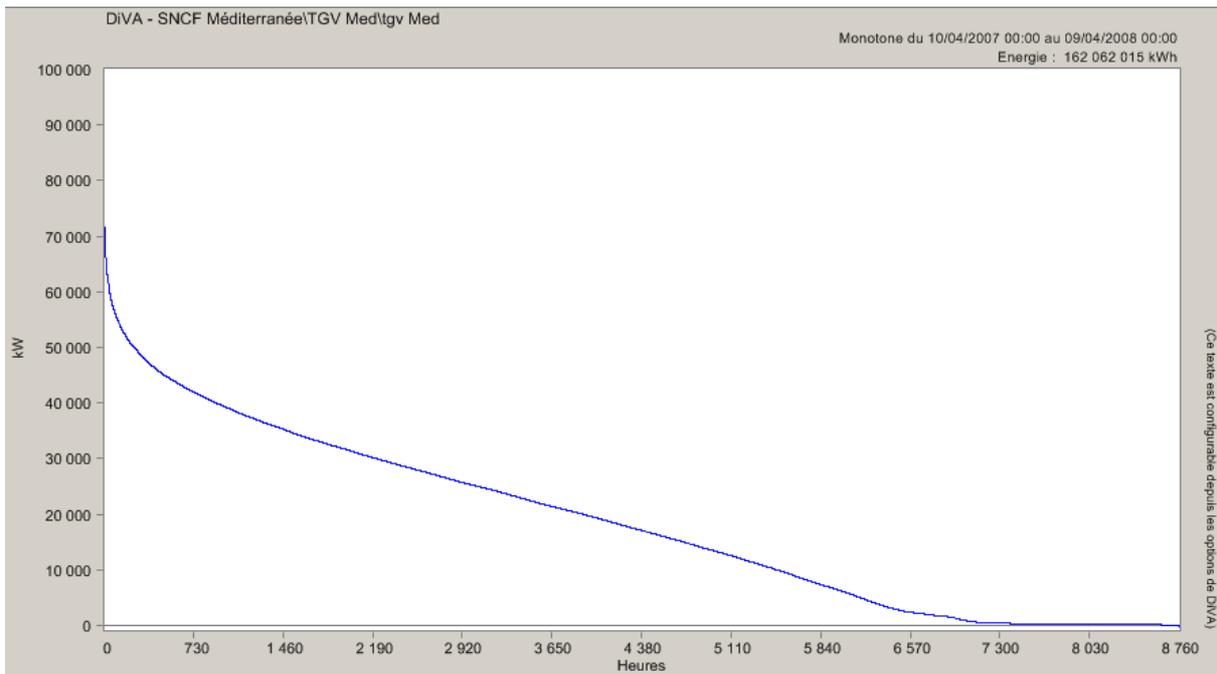
- **Puissance synchrone Hiver (janvier 2008)**



- **Puissance synchrone Eté (Août 2007)**



- **Monotone annuelle**



5.2 Comparaison avec la consommation de l'Est PACA

Cette approche a pour but de comparer la consommation en puissance synchrone appelée par la LGV PACA à la consommation des deux départements du Var et des Alpes-Maritimes, où seront implantées les nouvelles sous-stations.

En 2007, les puissances de pointe synchrones appelées en soutirages et corrigées des aléas climatiques pour ces deux départements ont été :

- de **1766 MW** en été,
- de **2363 MW** en hiver.

Par conséquent, la consommation en puissance de la LGV PACA peut être estimée entre 3,5 % et 4,5 % de la puissance de pointe appelée par la zone considérée suivant la période de l'année.

Cela représente environ deux années de croissance de la consommation au taux actuellement constaté. Si la pointe de consommation de la LGV coïncide avec la pointe de consommation globale, la LGV PACA conduit à anticiper de deux ans les contraintes sur le réseau de transport de l'électricité de l'Est de la région. Si ces deux pointes sont partiellement découplées, l'anticipation des contraintes sera moindre.

En énergie annuelle, la consommation des deux départements en 2007 (soutirages) corrigée des aléas climatiques a atteint environ 13 000 GWh. La consommation de la LGV représente donc moins de 1,5 % de la consommation de ces départements.

Même si la LGV PACA représente un élément non négligeable à prendre en compte dans les réflexions en cours sur la sécurisation à long terme de l'alimentation régionale, sa réalisation ne semble pas de nature à modifier profondément les enjeux. En outre, d'autres facteurs rentrent en ligne de compte et sont susceptibles, à l'horizon 2020, de modifier le paysage électrique régional : le développement de la production photovoltaïque, l'effet des mesures issues du Grenelle de l'environnement, les reports éventuels des énergies fossiles vers l'électricité (véhicules électriques,...)

6. Conclusion

La présente étude n'a pas identifié de contrainte majeure pour l'alimentation de la LGV PACA par le réseau public de transport de l'électricité de la région Sud-Est, dans des conditions compatibles avec la sûreté et la qualité de fonctionnement de ce réseau.

La consommation supplémentaire de la LGV PACA conduit, au même titre que d'autres facteurs de hausse de la consommation régionale, à aggraver les contraintes sur le réseau public de transport dans l'Est de la région. Un renforcement de ce réseau est en tout état de cause à l'étude et la réalisation de la LGV PACA conduirait à anticiper d'au plus deux ans la réalisation de ce renforcement.

Enfin, la plupart des postes électriques à 225 kV situés à proximité des couloirs envisagés pour la LGV PACA semblent en mesure d'accueillir le raccordement d'une sous-station. Dans le secteur du poste électrique de Vins, les études devront être approfondies pour définir des modalités de raccordement garantissant un taux de déséquilibre acceptable pour les autres utilisateurs du réseau public de transport.

De manière générale, RFF est invité à poursuivre ce travail de concertation avec RTE dès que le tracé de la LGV PACA sera connu de manière plus précise, afin d'identifier conjointement la meilleure localisation possible des sous-stations au regard des besoins électriques de la LGV et des capacités d'alimentation du réseau public de transport.

°
° °

Annexe : Carte du réseau public de transport dans la zone d'étude de la LGV PACA

