



Direction des Routes Ile-de-France

Avant-Projet – Annexe n°4 : Alimentation électrique

Autoroute A115

Modernisation de la tranchée couverte de Taverny (95)

16/02/18

LOMBARDI INGÉNIERIE
66 rue Escudier 92100 Boulogne
Billancourt
70 rue de la Villette 69003 LYON
+33 (0)4 26 84 26 10
info@lombardi-ing.fr
www.lombardi.ch



Lombardi

SUIVI DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédaction	Vérification
1	16/02/2018	Marc Benazech	Simone Franceschinis David Delplanque Eric Cesmat

SUIVI DES MODIFICATIONS	1
I. PREAMBULE	3
I.1. OBJET DE CE DOCUMENT	3
I.2. OBJECTIFS DE L'OPERATION	3
II. DOCUMENTS DE REFERENCE	4
II.1. REFERENTIEL NORMATIF ET REGLEMENTAIRE (NON EXHAUSTIF).....	4
II.2. DOCUMENTS DU DOE UTILISES POUR CETTE ETUDES.....	6
III. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE	9
III.1. LOCALISATION ET AVOISINANTS	9
III.2. CLASSEMENT.....	10
III.3. INSTALLATION EXISTANTE ET RAPPEL SUCCINCT DU DOSSIER DIA :	11
IV. PRINCIPES DE L'ALIMENTATION RENOVEE	13
IV.1. SOLUTIONS ENVISAGEES POUR LE TABLEAU HTA	13
IV.2. DIMENSIONNEMENT DES TRANSFORMATEURS.....	14
IV.3. DIMENSIONNEMENT DE L'ONDULEUR	21
IV.4. PHASAGE DES TRAVAUX.....	23
IV.5. DISTRIBUTION DEFINITIVE	31
IV.6. IMPLANTATION DU L'EXTENSION DU LOCAL TECHNIQUE	33

I. PREAMBULE

I.1. OBJET DE CE DOCUMENT

L'objet de ce document est l'étude de la distribution électrique des ouvrages afin d'atteindre les objectifs prescrits par l'annexe n°2 de la circulaire 2000-63 et le schéma directeur électrique de la Dirif.

Les résultats obtenus donneront lieu aux travaux de rénovation de la distribution électrique. Les principales étapes de la modification de la distribution électrique sont présentées dans ce document.

I.2. OBJECTIFS DE L'OPERATION

La mission comprend :

- L'étude de la mise en œuvre d'une deuxième alimentation de la tranchée couverte à partir d'une seconde source ENEDIS ;
- La vérification de l'état des installations actuelles, notamment avec le bilan de puissance et la capacité des transformateurs actuels à effectivement reprendre 100% des besoins, et les conséquences sur celles-ci de l'installation de la seconde alimentation, y compris les besoins en espace de locaux techniques supplémentaires éventuels et les besoins en ventilation mécanique, climatisation, chauffage, éclairage, détection incendie, etc. qui s'avèreraient nécessaires en conséquence ;
- Les dossiers et demandes à formuler auprès d'ENEDIS ;
- La mise en œuvre des travaux et des équipements définis en phase étude.

L'AVP comprendra les points suivants à cet égard :

Les propositions de solutions pour la sécurisation de l'alimentation électrique et pour l'application du schéma directeur d'alimentation DiRIF : solutions d'architecture électrique, aménagements des locaux à prévoir, implantation des équipements et principe des cheminements ; l'étude prendra également en compte la possibilité de création et de démantèlement de locaux.

II. DOCUMENTS DE REFERENCE

II.1. REFERENTIEL NORMATIF ET REGLEMENTAIRE (NON EXHAUSTIF)

Réglementation spécifique	-	Annexe 2 de la Circulaire n°2000-63 du 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national
Réglementation spécifique	mars 2009	Schéma directeur de la Dirif v2.1
NF C15-100	juin 2015	Exécution et entretien des installations électriques de première catégorie
NF C13-100	avril 2015	Postes de livraison alimentés par un réseau public de distribution HTA (jusqu'à 33 kV)
NF C13-200	sept 2009	Installations électriques à haute tension - Règles complémentaires pour les sites de production et les installations industrielles, tertiaires et agricoles
NF C14-100	fév 2008	Installations de branchement à basse tension
NF C18-510	jan 2012	Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique - Prévention du risque électrique.
EN 13501-6 et PR EN 13501-6	avril 2014 oct 2017	Classement au feu des produits et éléments de construction
NF EN 50399	fév 2012	Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu et son amendement A1
NF EN 50575	déc 2014	Câble d'énergie, de commande et de communication et son amendement A1
Réglementation générale	-	Arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique. Version consolidée au 02 novembre 2017
Réglementation générale	-	Arrêté du 26 février 2003 relatif aux circuits et installations de sécurité
Réglementation générale	-	Arrêté du 14 décembre 2011 relatif aux installations d'éclairage de sécurité
Réglementation ERT	-	Code du travail, Articles R4211-1 et suivants, R.4215-3 à R.4215-17, R.4226-5 à R.4226-13 et leurs arrêtés pris pour application, normes applicables.
Réglementation ERT	-	Décret du 14 novembre 1988 modifié
Réglementation ERT	-	Décret n° 2010-1017 du 30 août 2010 relatif aux obligations des maîtres d'ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à recevoir des travailleurs en matière de conception et de réalisation des installations électriques
Réglementation ERP	-	Code de la construction et de l'habitation articles R111-19-1 à R111-19-6, articles R123-1 à R123-55, R152.4 à R152.5, arrêté du 20 février 2012 relatif à l'application des articles R111-14-2 à R111-14-5

Réglementation ERP	-	Arrêté du 25 juin 1980 modifié relatif à la sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans établissements recevant du public – dispositions générales
Réglementation ERP	-	Arrêté du 24 septembre 2009 portant approbation de diverses dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public

Détails des points normatifs spécifiques qui nécessitent une mise à niveau de l'installation :

Annexe 2 de l'IT 2000-63	§3.1.1	Les équipements de sécurité indispensables seront alimentés par une source d'énergie électrique sans coupure (généralement un ensemble chargeur - batterie - onduleur), d'une autonomie d'au moins une demi-heure en cas de défaillance de l'alimentation électrique extérieure.
Annexe 2 de l'IT 2000-63	§3.1.2	<p>Dans tous les tunnels dotés d'une installation de ventilation, le système d'alimentation électrique devra être maintenu en cas de coupure du réseau (par exemple au moyen d'une double alimentation assurée par deux liaisons issues de départs distincts du distributeur ou par la mise en place d'un groupe électrogène d'une autonomie d'au moins quatre heures) ainsi qu'en cas de défaillance partielle du matériel (par exemple en doublant les transformateurs afin d'assurer leur secours mutuel).</p> <p>Cette alimentation électrique devra pouvoir reprendre le fonctionnement des équipements alimentés par la source sans coupure (décrits au paragraphe 3.1.1). Elle devra assurer à pleine puissance le fonctionnement de la ventilation des abris et de leurs cheminements d'accès, de l'installation de désenfumage d'un seul tube (même si le tunnel en compte deux), des équipements nécessaires pour maintenir la surpression du réseau d'eau ainsi que le fonctionnement simultané de deux des prises électriques de puissance installées dans les niches de sécurité. Elle pourra n'assurer qu'une puissance réduite pour le reste de l'installation de ventilation ainsi que pour l'éclairage de base et de renforcement.</p>
Architecture électrique type de la Dirif	§III.1.2	<p>Chaque usine de ventilation dispose d'une puissance électrique fournie pour partie depuis le comptage du local A (comptage local) et pour partie du comptage du local A' (comptage distant). Le transport d'énergie depuis l'usine distante est effectué en HTA (20 kV), sous protection homopolaire spécifique du fait de la distance. Chaque usine dispose donc de :</p> <ul style="list-style-type: none"> · 2 transformateurs, · 2 TGBT. <p>Toutes les cellules HTA des usines sont à manœuvre manuelle, à l'exception des deux cellules d'arrivée ERDF qui sont intégrées dans le principe de continuité de service à négocier avec le distributeur.</p>
Architecture électrique type de la Dirif	§III.2.2	Chaque transformateur est propre à une usine. En régime normal de fonctionnement, chaque transformateur fournit la moitié de sa puissance nominale. En régime dégradé, un transformateur peut être sollicité à sa puissance nominale (secours total). Il s'en suit que dans chaque usine les transformateurs vont par paire, l'un des transformateurs est alimenté depuis l'alimentation HT locale, l'autre depuis l'alimentation HT de l'autre usine (distante).
Architecture électrique type de la Dirif	§III.2.6.3	<p>Utilisateurs non délestables :</p> <p>Il s'agit d'utilisateurs privilégiés qui vont bénéficier de la latitude que nous laisse le distributeur d'énergie de transférer, sans préavis, une partie de la charge d'un poste ERDF sur un autre. Sont identifiés actuellement comme utilisateurs privilégiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> · L'amont onduleur, · L'alimentation des PST (Point de Service Tunnel), · L'alimentation de la GTC et du réseau de transmission. <p>Il peut en exister d'autres.</p>

Architecture électrique type de la Dirif	§III.3	<p>L'installation doit être dimensionnée pour un secours total à partir de n'importe quelle des deux arrivées.</p> <p>Lors de la perte ERDF, la moitié des tableaux divisionnaires reste alimentée. Les autres tableaux basculent sur manque tension de la source de repos, après temporisation à l'enclenchement et une éventuelle autorisation GTC induite par une autorisation du distributeur. Bien évidemment, si des mesures de délestage, ou de re-lestage maîtrisé, ne sont pas mises en oeuvre, la totalité de la puissance des deux usines est prélevée sur l'arrivée ERDF résiduelle (accord ERDF préalable nécessaire).</p>
Architecture électrique type de la Dirif	§V	<p>Le schéma identifie la localisation des principaux matériels. Un compartimentage des usines est exigé pour limiter les effets d'un éventuel incendie, quant à sa propagation et, surtout, quant aux dégâts induits par la corrosion des fumées. L'idéal serait que chaque tableau soit dans un local séparé mais il est possible d'édicter les règles suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> · A et B sont obligatoirement distincts et indépendant · E et F sont de préférence distincts (puisque F est optionnel) · E et G sont obligatoirement distincts · G et H sont obligatoirement distinct (utilisateurs redondants) · M et Q sont obligatoirement distincts · F et H peuvent être dans le même local <p>Les locaux R et S sont très spécifiques et évidemment isolés entre eux et des autres locaux.</p> <p>Les locaux doivent être équipés d'une détection d'incendie.</p>

II.2. DOCUMENTS DU DOE UTILISES POUR CETTE ETUDE

Etudes antérieures :

Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	Pièce 1a : DESCRIPTION DE L'OUVRAGE ind. E
Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	15_Pièce 11_VA_Piece_11 : rapport du maître d'ouvrage
Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	Annexe 4_synoptique_EQTS : synoptique des équipement
Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	Annexe 5_coupe_type_LT : implantation du LT sur le plot 12
Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	Annexe 7_issue_en tunnel : plan des issues
Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	Annexe 9_local_technique
Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	Annexe 12_schema HT
Renouvellement de l'autorisation d'exploitation	aou 2014	Annexe 15_arch_video_dai : distribution en tunnel

Documents de l'ouvrage :

DT8757--_C0044239	Bilan de puissance des PST
DT8780--_C0044240	Carnet de câbles des alimentations
DT3667--_C0037803	Plan d'implantation des équipements du LT
DT8755--_C0044237	Plan d'alimentation des PST
DT8779--_C0048989	Plan de synthèse des PST
27504	Schéma du tableau d'éclairage
11736--_27505	Carnet de câbles éclairage
26594---_S0048853	Schéma d'armoire contrôle commande A115 (GTC locale)
27431---_C0048710	Carnet de raccordement armoire contrôle commande A115
27432---_C0049464	Schéma général de distribution
27435---_C0049320	Plan de distribution MT-BT Schéma unifilaire
27436---_C0049319	Plan de distribution MT-BT Schéma multifilaire
27437---_C0049342	Plan de TGBT Secouru Schéma unifilaire
27438---_C0049341	Plan de TGBT Secouru Schéma multifilaire
27439---_E0048716	Coffrets Niche E1-E2-E3-E4 W1-W2-W3-W4 Schéma unifilaire
27440---_E0048715	Coffrets Niche E1-E2-E3-E4 W1-W2-W3-W4 Schéma multifilaire
27442---_C0049316	Plan de câblage éclairage tube Ouest
27443---_C0049315	Plan de câblage éclairage tube Est
27444---_E0049346	Plan général de distribution ventilation
27445---_E0049345	Plan général de distribution des coffrets niche
finet-a115	Tracé multitubulaire et chambres de tirage
Plot n°11_N°TRF032 C	Plot n°11 Dalle de couverture - armatures
Plot n°12_N°TRF024 F 11697---_E0048896	Locaux électriques sur plot n°12 – plan et coupes
Plot n°12_N°TRF035 D	Plot n°12 Dalle de couverture – armatures – support locaux électriques
Plot n°12_N°TRF075 C	Plot n°12 Local électrique – armatures
11753	Consignes d'exploitation

III.DESCRPTION DE L'OUVRAGE

III.1. LOCALISATION ET AVOISINANTS

La tranchée couverte de Taverny est située à 20 km au Nord-Ouest de Paris, sur l'autoroute A115 qui traverse la commune de Taverny.

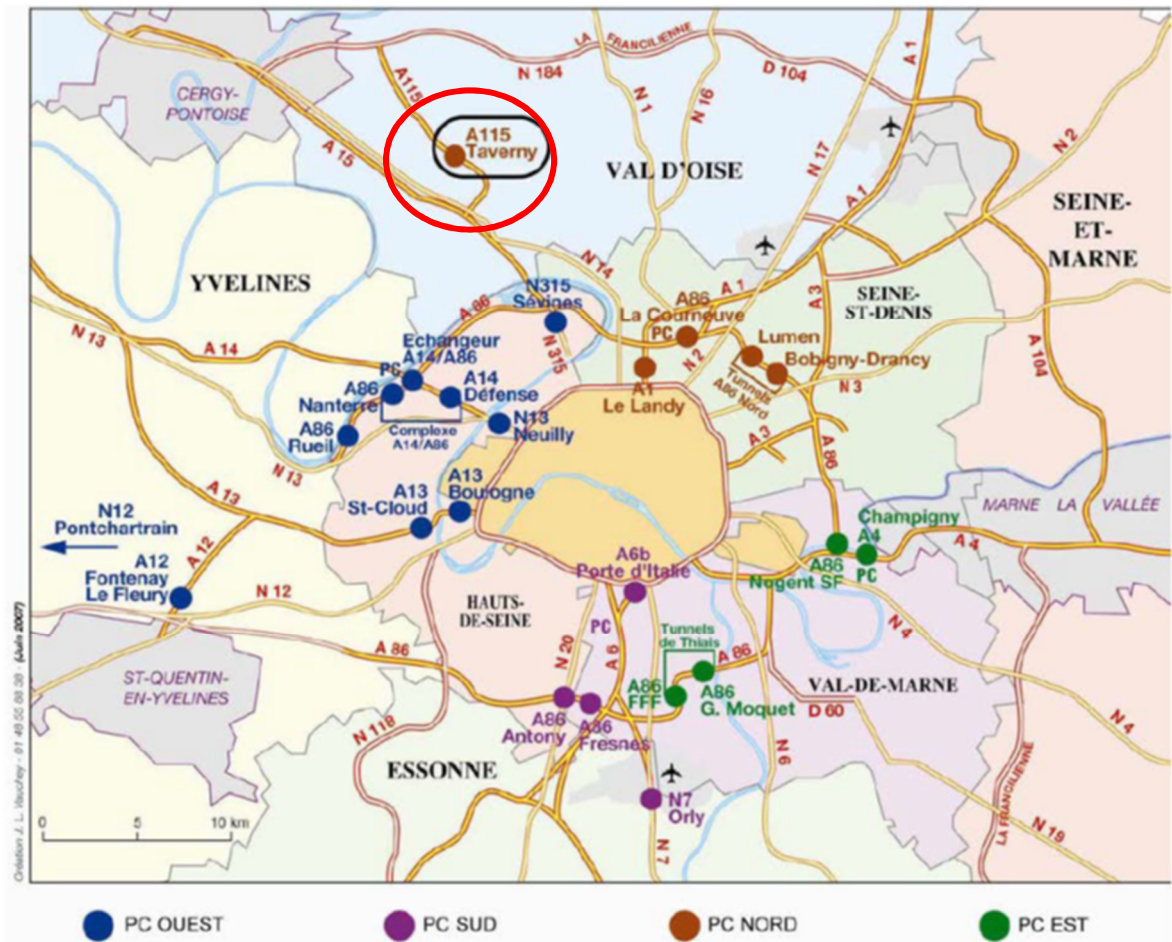


Figure 1 - Localisation de la tranchée couverte de Taverny

Orientée dans le sens Sud-Est / Nord-Ouest, elle est encadrée par l'échangeur n°4, à 400 m de la tête Sud de l'ouvrage, et l'échangeur n°5, à 400 m de la tête Nord.

La tranchée couverte de Taverny supporte essentiellement des espaces publics, et intercepte localement deux voiries orthogonales à l'ouvrage : la rue de Sedlcany, au Sud et la rue de Beauchamp au Nord, ainsi que le local technique.

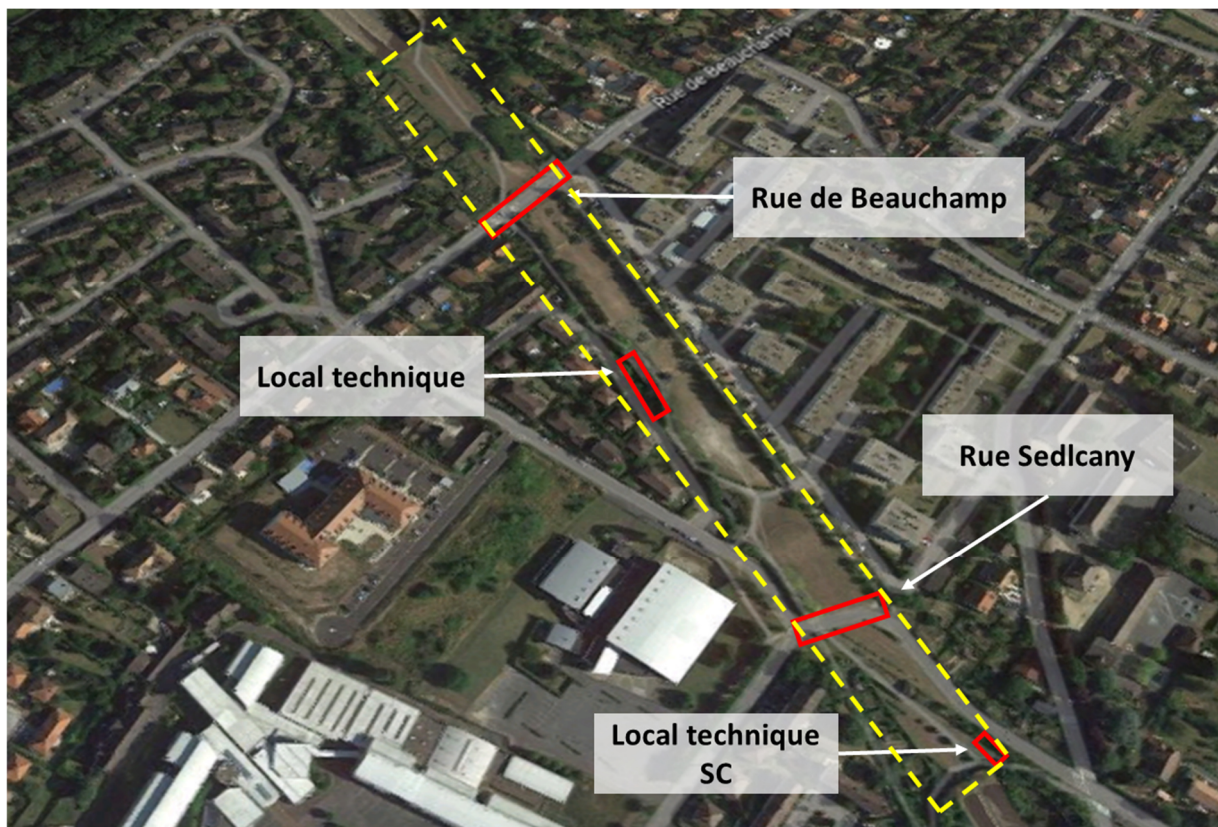


Figure 2 – Avoisinants de la tranchée couverte de Taverny

La tranchée comporte 4 issues de secours (2 par sens), 4 niches incendie et 4 niches de sécurité (2 par sens).

III.2. CLASSEMENT

Au sens de la Circulaire n° 2006-20, le tunnel de Taverny est classé de la manière suivante :

- Urbain,
- A deux tubes unidirectionnels,
- A trafic non faible,
- De gabarit supérieur à 3,5 m,
- De longueur supérieure à 500 m,
- Interdit aux transports de marchandises dangereuses,
- Avec un degré de surveillance D4 correspondant à une surveillance humaine permanente.

III.3.INSTALLATION EXISTANTE ET RAPPEL SUCCINCT DU DOSSIER DIA :

III.3.1. Distribution électrique :

L'architecture existante est indiquée dans l'image ci-dessous :

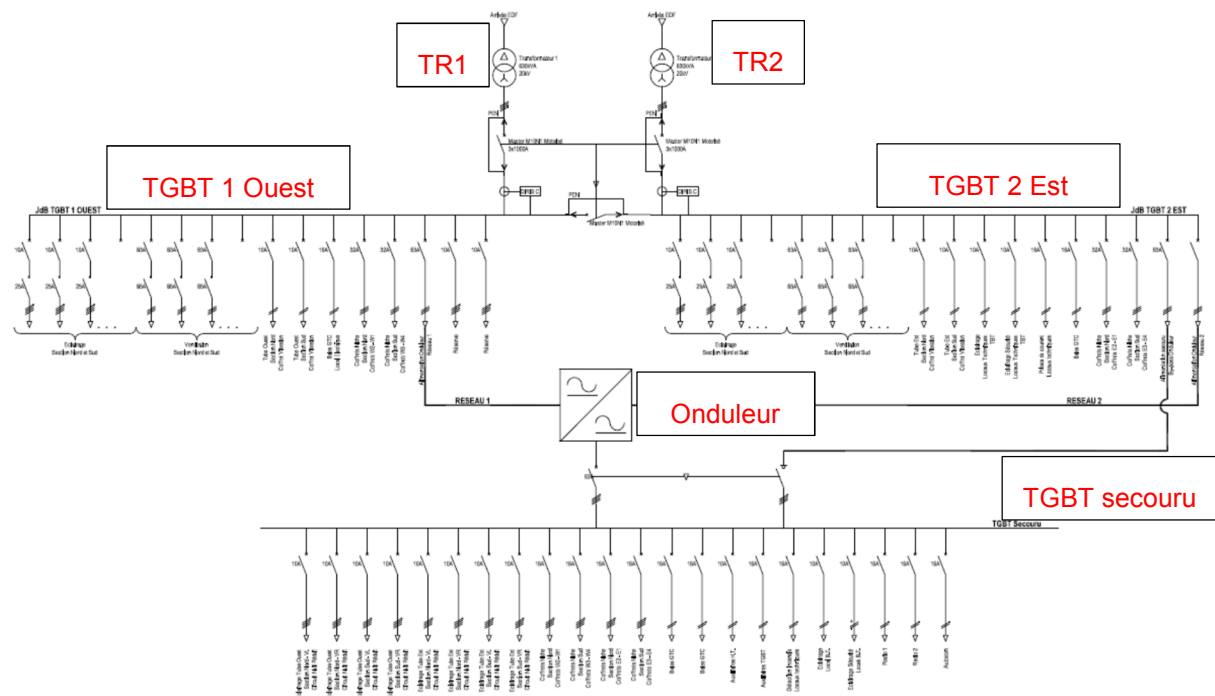
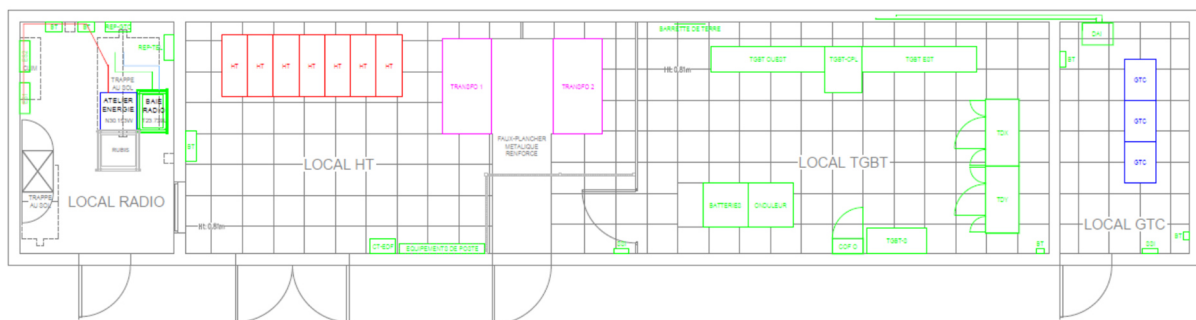


Figure 3 - Architecture existante

III.3.2. Plan d'implantation du local technique



III.3.3. Conclusions du DIA (résumé succinct)

- Le dimensionnement des transformateur HTA/BT semble adapté pour répondre aux nouveaux besoins exprimés dans le projet de rénovation.
- L'architecture électrique actuellement mise en œuvre n'est pas conforme à l'IT et au schéma directeur de la Dirif. Une deuxième source HTA doit être mise en œuvre, les PST doivent être

secours, l'architecture de distribution doit être reprise pour être en conformité avec le schéma directeur en modifiant la répartition des consommateurs dans différentes armoires afin d'assurer une meilleure disponibilité des équipements.

- Une attention particulière devra être apportée au plan de phasage des travaux lors de l'ajout de la deuxième alimentation ENEDIS et la reprise de la distribution électrique BT. Des coupures 20kV, des indisponibilités d'utilisateurs pendant les basculements sont prévisibles.
- Nous proposons le remplacement du tableau HTA existant. (note : une autre solution sera également proposée dans cet AVP).
- Le local technique existant est trop exigu pour permettre la mise en place de la nouvelle architecture électrique. Un nouveau local technique doit être créé.
- Les contraintes d'exploitation engendrent des problématiques concernant le phasage des opérations qui doivent être traitées soigneusement afin de limiter le temps d'indisponibilité des équipements, et de fermeture du tunnel.

IV. PRINCIPES DE L'ALIMENTATION RENOVEE

IV.1. SOLUTIONS ENVISAGEES POUR LE TABLEAU HTA

La gamme industrielle du tableau HTA existant n'est plus produite.

Le tableau existant ne pourra pas être adapté pour être raccordé par éclissage du jeu de barre 20kV sur le nouveau tableau. Son espérance de vie est estimée à environ 15 ans.

Deux solutions sont envisageables :

- conservation du tableau HTA existant et raccordement par liaison câble aux nouvelles cellules requises pour l'application du schéma directeur électrique via cellule disjoncteur existante et nouvelle cellule remontée de barre côté extension
- remplacement complet du tableau HTA

	Conservation du tableau HTA existant	Remplacement du tableau HTA existant
Prix	2 cellules neuves à installer dans le local technique existant, utilisation de la cellule existante du TR2 pour protéger la liaison câble aux deux nouvelles cellules	Remplacement complet des cellules
Phasage des travaux	Pas de consignation au poste d'Herblay de la LS lors de l'extension du tableau existant, remise en service immédiate de la tranche A après raccordement des nouvelles cellules (1 nuit)	Consignation obligatoire de la LS au poste d'Herblay lors du remplacement, essais à réaliser sur la totalité du nouveau tableau (installation et mise en service longue : 8-10 jours minimum)
Encombrement dans le local technique	-	+
Homogénéité des matériels	-	+
Maintenance	-	+
Conformité au schéma directeur	non (ajout d'une cellule intermédiaire dans le tableau)	oui

Le gain estimé pour la première solution (sans prise en compte de l'amélioration du phasage général du projet apportée par cette solution), est estimé à 90 000€.

IV.2. DIMENSIONNEMENT DES TRANSFORMATEURS

IV.2.1. Préambule

Les transformateurs existants ont été dimensionnés pour les besoins initiaux de la tranchée couverte de Taverny. L'objectif de cette étude est de vérifier leur adéquation pour les besoins à terme.

Pour ce faire, nous avons procédé à l'établissement des bilans de puissance de l'ensemble des consommateurs électriques de la tranchée de Taverny dans différents cas d'exploitation du tunnel et de la distribution électrique.

IV.2.2. Bilans de puissance de l'installation rénovée

Les bilans de puissance prennent en compte :

- l'estimation de puissance de la ventilation de désenfumage produite dans la note relative à celle-ci
- l'estimation de puissance de l'éclairage produite dans la notice technique relative à celle-ci, selon le scénario 3 pour les 4 premiers bilans de puissance (différents modes d'exploitation avec rénovation « full » LED et contrôle par gradation), et selon le scénario 1 pour le dernier bilan de puissance qui vise à établir le cas le plus pénalisant du point de vue de la consommation électrique.
- l'évolution de puissance de l'onduleur (voir §IV.3)
- Une alimentation normale de l'onduleur 120kVA sur le TGBT B pour minimiser très légèrement le déséquilibre entre le TGBT A et TGBT B. En effet le renforcement de l'éclairage sera plus important sur le TGBT A (orientation à voile fort du tube ouest) que sur le TGBT B (orientation à voile moyen du tube est)
- l'ensemble des documents du DOE relatifs à la distribution électrique

Bilan de puissance de la tranchée couverte de Taverny rénovée en exploitation normale

L'exploitation du tunnel est normale (pas d'incident), tous les équipements sont en service.

La ventilation est supposée en mode « sanitaire », à 12,5% de puissance, évaluation faite en prenant en compte que la vitesse des véhicules dans le tunnel est élevée, et donc que l'effet de pistonement est presque toujours suffisant comme énoncé par le DS de l'autorisation de renouvellement 2014.

EXPLOITATION NORMALE, AUCUNE DEFAILLANCE, après rénovation batteries d'accélérateurs et éclairage							
Consommateur	qté	puissance (kW)	fact. de puissance	coeff. utilisation	kVA unitaire	kVA total	commentaire
TGBT1 Ouest							
Armoire DFP1 T22 356P (A86 W Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondulé, peuvent être secourus par le TGBT A
Armoire PST T22 358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22 361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22 363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en suppression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Ouest section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Ouest renforcement	1	-	-	1	46	46	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VON1	1	40	0,95	0,125	42	5,3	coefficient à 0,1 25 pour ventilation sanitaire
Accélérateur VON2	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VON3	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VON4	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS1	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS2	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS3	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS4	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Coffret vibration Nord du tube Ouest	1			1	0,8	0,8	
Coffret vibration Sud du Tube Ouest	1			1	0,8	0,8	
Baies GTC	1			1	2	2	
Alimentation by-pass onduleur	1			0	105,7	0	by pass et synchro, conso sur jeu de barre TGBT B
Alimentation onduleur Réseau 2	1			0	105,7	0	
TOTAL TGBT A						107,7	
TGBT2 Est							
Armoire DFP2 T22 365A (A86 Y Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondulé, peuvent être secourus par le TGBT B
Armoire PST T22 367D (A86 Y Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22 369F (A86 Y Canton 2 IS Y1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22 372J (A86 Y Canton 3 IS Y2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en suppression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Est section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Est renforcement	1	-	-	1	33	33	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VEN1	1	40	0,95	0,125	42	5,3	coefficient à 0,1 25 pour ventilation sanitaire
Accélérateur VEN2	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VEN3	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VEN4	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VES1	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VES2	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VES3	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VES4	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Coffret vibration Nord du tube Est	1			1	0,8	0,8	
Coffret vibration Sud du tube Est	1			1	0,8	0,8	
Eclairage locaux techniques TBT	2			1	0,2	0,4	
Eclairage de sécurité des locaux techniques TBT	2			1	0,01	0,02	
PC Locaux technique	2			1	0,4	0,8	
Baies GTC	1			1	2	2	
Alimentation onduleur	1			1	105,7	105,68	
TOTAL TGBT B						201,6	
TOTAL GENERAL						309	
Réserve TR1						83%	
Réserve TR2						68%	

Tableau 1 - Bilan de puissance exploitation normale

Bilan de puissance de la tranchée couverte de Taverny rénovée avec un seul transformateur en service, en exploitation routière normale

L'exploitation du tunnel est normale (pas d'incident), tous les équipements sont en service sauf un transformateur : la totalité de la charge est supposée prise sur le transformateur n°1.

Les consommations des utilisateurs sont inchangées par rapport au cas précédent.

EXPLOITATION NORMALE, PERTE TR2, après rénovation batteries d'accélérateurs et éclairage							
Consommateur	qté	puissance (kW)	fact. de puissance	coeff. utilisation	kVA unitaire	kVA total	commentaire
TGBT1 Ouest							
Armoire DFP1 T22.356P (A86 W Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau onduleur, peuvent être secourus par le TGBT A
Armoire PST T22.358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en surpression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Ouest section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Ouest renforcement	1	-	-	1	46	46	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VON1	1	40	0,95	0,125	42	5,3	coefficient à 0,125 pour ventilation sanitaire
Accélérateur VON2	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VON3	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VON4	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS1	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS2	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS3	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Accélérateur VOS4	1	40	0,95	0,125	42	5,3	
Coffret vibration Nord du tube Ouest	1	-	-	1	0,8	0,8	non délestable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du tube Ouest	1	-	-	1	0,8	0,8	
Baies GTC	1	-	-	1	2	2	
Alimentation by-pass onduleur	1	-	-	0	105,7	0	by pass et synchro, conso sur jeu de barre TGBT1
Alimentation onduleur Réseau 2	1	-	-	0	105,7	0	
TOTAL TGBT A						107,7	
TGBT2 Est							
Armoire DFP2 T22.365A (A86 Y Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau onduleur, peuvent être secourus par le TGBT B
Armoire PST T22.367D (A86 Y Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.369F (A86 Y Canton 2 IS Y1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.372J (A86 Y Canton 3 IS Y2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en surpression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Est section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Est renforcement	1	-	-	1	33	33	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VEN1	1	40	0,95	0	42	0,0	coefficient à 0,125 pour ventilation sanitaire
Accélérateur VEN2	1	40	0,95	0	42	0,0	
Accélérateur VEN3	1	40	0,95	0	42	0,0	
Accélérateur VEN4	1	40	0,95	0	42	0,0	
Accélérateur VES1	1	40	0,95	0	42	0,0	
Accélérateur VES2	1	40	0,95	0	42	0,0	
Accélérateur VES3	1	40	0,95	0	42	0,0	
Accélérateur VES4	1	40	0,95	0	42	0,0	
Coffret vibration Nord du tube Est	1	-	-	1	0,8	0,8	non délestable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du tube Est	1	-	-	1	0,8	0,8	
Eclairage locaux techniques TBT	2	-	-	1	0,2	0,4	
Eclairage de sécurité des locaux techniques TBT	2	-	-	1	0,01	0,02	
PC Locaux technique	2	-	-	1	0,4	0,8	
Baies GTC	1	-	-	1	2	2	
Alimentation onduleur	1	-	-	1	105,7	105,68	
TOTAL TGBT B						159,5	
TOTAL GENERAL						267	
Réserve TR1						58%	

Tableau 2 - Bilan de puissance exploitation normale, perte TR2

Bilan de puissance de la tranchée couverte de Taverny rénovée avec distribution électrique en état normal de marche et un incident entraînant la mise en route de la ventilation de désenfumage

L'exploitation du tunnel est faite avec la ventilation de désenfumage d'un tube activée à 100% et la ventilation de l'autre tube à l'arrêt (non recyclage des fumées), tous les équipements sont en service sauf un transformateur : la totalité de la charge est supposée prise sur le transformateur n°1.

Aux consommations des utilisateurs précédents on a ajouté le fonctionnement des 2 prises tétrapolaires pompier dans les niches incendie, conformément à l'IT2000, 12kVA chacune.

L'éclairage de renforcement est délesté

SINISTRE DANS UN TUBE ET EXPLOITATION NORMALE de la distribution électrique, après rénovation batteries d'accélérateurs et éclairage							
Consommateur	qté	puissance (kW)	fact. de puissance	coeff. utilisation	kVA unitaire	kVA total	commentaire
TGBT1 Ouest							
Armoire DFP1 T22.356P (A86 W Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondulé, peuvent être secourus par le TGBT A
Armoire PST T22.358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en suppression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Ouest section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Ouest renforcement	1	-	-	0	46	0	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VON1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	mise à l'arrêt dans le tube non sinistré (non recyclage des fumées), relèvement du facteur de puissance (hypothèse : mise en place de variateurs de fréquence)
Accélérateur VON2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VON3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VON4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Coffret vibration Nord du tube Ouest	1			1	0,8	0,8	non délestable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du Tube Ouest	1			1	0,8	0,8	
Baies GTC	1			1	2	2	
Alimentation by-pass onduleur	1			0	105,7	0	by pass et synchro, conso sur jeu de barre TGBT1
Alimentation onduleur Réseau 2	1			0	105,7	0	
Prise tetra pompier	2	12	1	1	12	24	conforme IT 2000
TOTAL TGBT A						188,0	
TGBT2 Est							
Armoire DFP2 T22.365A (A86 Y Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondulé, peuvent être secourus par le TGBT B
Armoire PST T22.367D (A86 Y Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.369F (A86 Y Canton 2 IS Y1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.372J (A86 Y Canton 3 IS Y2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en suppression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Est section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Est renforcement	1	-	-	0	33	0	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VEN1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	mise à l'arrêt dans le tube non sinistré (non recyclage des fumées), relèvement du facteur de puissance (hypothèse : mise en place de variateurs de fréquence)
Accélérateur VEN2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VEN3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VEN4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Coffret vibration Nord du tube Est	1			1	0,8	0,8	non délestable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du tube Est	1			1	0,8	0,8	
Eclairage locaux techniques TBT	2			1	0,2	0,4	
Eclairage de sécurité des locaux techniques TBT	2			1	0,01	0,02	
PC Locaux technique	2			1	0,4	0,8	
Baies GTC	1			1	2	2	
Alimentation onduleur	1			1	105,7	105,68	
TOTAL TGBT B						294,9	
TOTAL GENERAL						483	
						Réserve TR1	70%
						Réserve TR2	53%

Tableau 3 - Bilan de puissance exploitation avec sinistre, perte TR2

Bilan de puissance de la tranchée couverte de Taverny rénovée avec un seul transformateur en service et un incident entraînant la mise en route de la ventilation de désenfumage

L'exploitation du tunnel est faite avec la ventilation de désenfumage d'un tube activée à 100% et la ventilation de l'autre tube à l'arrêt (non recyclage des fumées), tous les équipements sont en service sauf un transformateur : la totalité de la charge est supposée prise sur le transformateur n°1. Les éléments suivants ont été ajoutés :

- Le fonctionnement des 2 prises tétrapolaires pompier dans les niches incendie, conformément à l'IT2000, 12kVA chacune,
- 8 accélérateurs de 40kW chacun (ventilation de désenfumage)
- Délestage de l'éclairage de renforcement
- 5kW par coffret niche (mise en surpression des SAS).

SINISTRE DANS UN TUBE, PERTE ALIMENTATION ENEDIS TRANCHE B, COUPLAGE HTA A et B, après rénovation batteries d'accélérateurs, et éclairages							
Consommateur	qté	puissance (kW)	fact. de puissance	coeff. utilisation	kVA unitaire	kVA total	commentaire
TGBT1 Ouest							
Armoire DFP1 T22.358P (A86 W Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondule, peuvent être secourus par le TGBT A
Armoire PST T22.358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en surpression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Ouest section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Ouest renforcement	1	-	-	0	46	0	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VON1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	mise à l'arrêt dans le tube non sinistré (non recyclage des fumées), relèvement du facteur de puissance (hypothèse : mise en place de variateurs de fréquence)
Accélérateur VON2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VON3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VON4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Coffret vibration Nord du tube Ouest	1			1	0,8	0,8	non délestable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du tube Ouest	1			1	0,8	0,8	
Baies GTC	1			1	2	2	
Alimentation by-pass onduleur	1			0	105,7	0	by pass et synchro, conso sur jeu de barre TGBT1
Alimentation onduleur Réseau 2	1			0	105,7	0	
Prise tetra pompier	2	12	1	1	12	24	conforme IT 2000
TOTAL TGBT A						212,0	
TGBT2 Est							
Armoire DFP2 T22.365A (A86 Y Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délestable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondule, peuvent être secourus par le TGBT B
Armoire PST T22.367D (A86 Y Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.369F (A86 Y Canton 2 IS Y1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.372J (A86 Y Canton 3 IS Y2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en surpression des SAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Est section courante	1	-	-	1	6	6	
ECL Tube Est renforcement	1	-	-	0	33	0	délesté si désenfumage incendie
Accélérateur VEN1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	mise à l'arrêt dans le tube non sinistré (non recyclage des fumées), relèvement du facteur de puissance (hypothèse : mise en place de variateurs de fréquence)
Accélérateur VEN2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VEN3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VEN4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Coffret vibration Nord du tube Est	1			1	0,8	0,8	non délestable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du tube Est	1			1	0,8	0,8	
Eclairage locaux techniques TBT	2			1	0,2	0,4	
Eclairage de sécurité des locaux techniques TBT	2			1	0,01	0,02	
PC Locaux technique	2			1	0,4	0,8	
Baies GTC	1			1	2	2	
Alimentation onduleur	1			1	105,7	105,7	
TOTAL TGBT B						294,9	
TOTAL GENERAL						507	
Réserve TR1						20%	

Tableau 4 - Bilan de puissance après renforcement batterie d'accélérateurs et éclairage

Bilan de puissance avec un seul transformateur en service et un incident entraînant la mise en route de la ventilation de désenfumage, après renforcement des batteries d'accélérateurs et éclairage existant conservé

Le cas d'exploitation est identique au cas précédent, mais avec l'hypothèse que l'éclairage existant n'est pas rénové : il s'agit du cas le plus pénalisant pour la consommation électrique du tunnel de Taverny car l'éclairage existant est plus énergivore que la proposition de rénovation de l'éclairage que nous faisons dans l'AVP.

SINISTRE, PERTE ALIMENTATION ENEDIS TRANCHE B, COUPLAGE HTA TGBT A et B, ventilation de désenfumage rénové et éclairage existant							
Consommateur	qté	puissance (kW)	fact. de puissance	coeff. utilisation	kVA unitaire	kVA total	commentaire
TGBT1 Ouest							
Armoire DFP1 T22.356P (A86 W Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délétable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondule, peuvent être secourus par le TGBT A
Armoire PST T22.358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en suppression des GAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Ouest section Nord VL nuit	1	-	-	1	2,17	2,17	
ECL Tube Ouest section Nord VR nuit	1	-	-	1	2,17	2,17	
ECL Tube Ouest section Sud VL nuit	1	-	-	1	1,96	1,96	
ECL Tube Ouest section Sud VR nuit	1	-	-	1	1,96	1,96	
ECL Tube Ouest section Nord VL jour	1	-	-	1	3,77	3,77	
ECL Tube Ouest section Nord VR jour	1	-	-	1	3,77	3,77	
ECL Tube Ouest section Sud VL jour	1	-	-	1	3,4	3,4	
ECL Tube Ouest section Sud VR jour	1	-	-	1	3,4	3,4	
ECL Tube Ouest section Nord VL jour couvert	1	-	-	1	27,3	27,3	
ECL Tube Ouest section Nord VR jour couvert	1	-	-	1	27,3	27,3	
ECL Tube Ouest section Nord VL plein soleil	1	-	-	0	21,5	0	déléstage dans un scénario de désenfumage
ECL Tube Ouest section Nord VR plein soleil	1	-	-	0	21,5	0	
Accélérateur VON1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	mise à l'arrêt dans le tube non sinistré (non recyclage des fumées), relèvement du facteur de puissance (hypothèse : mise en place de variateurs de fréquence)
Accélérateur VON2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VON3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VON4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VOS4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Coffret vibration Nord du tube Ouest	1			1	0,8	0,8	non délétable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du tube Ouest	1			1	0,8	0,8	
Bales GTC	1			1	2	2	
Alimentation by-pass onduleur	1			0	115,6	0	by pass et synchro, conso sur jeu de barre TGBT1
Alimentation onduleur Réseau 2	1			0	115,6	0	
Prise tetra pompier	2	12	1	1	12	24	conforme IT 2000
TOTAL TGBT A						283,2	
TGBT2 Est							
Armoire DFP2 T22.365A (A86 Y Entrée)	1	-	-	0	2,5	0	non délétable au sens de la directive Dirif, alimenté normalement par le Tableau ondule, peuvent être secourus par le TGBT B
Armoire PST T22.367D (A86 Y Canton 1 Extérieur)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.369F (A86 Y Canton 2 IS Y1)	1	-	-	0	12,5	0	
Armoire PST T22.372J (A86 Y Canton 3 IS Y2)	1	-	-	0	12,5	0	
Mise en suppression des GAS	2	-	-	1	5	10	
ECL Tube Est section Nord VL nuit	1	-	-	1	3,2	3,2	
ECL Tube Est section Nord VR nuit	1	-	-	1	3,2	3,2	
ECL Tube Est section Sud VL nuit	1	-	-	1	2,7	2,7	
ECL Tube Est section Sud VR nuit	1	-	-	1	2,7	2,7	
ECL Tube Est section Nord VL jour	1	-	-	1	5,6	5,6	
ECL Tube Est section Nord VR jour	1	-	-	1	5,6	5,6	
ECL Tube Est section Sud VL jour	1	-	-	1	4,8	4,8	
ECL Tube Est section Sud VR jour	1	-	-	1	4,8	4,8	
ECL Tube Est section Sud VL jour couvert	1	-	-	1	22,3	22,3	
ECL Tube Est section Sud VR jour couvert	1	-	-	1	22,3	22,3	
ECL Tube Est section Sud VL plein soleil	1	-	-	0	21,5	0	déléstage dans un scénario de désenfumage
ECL Tube Est section Sud VR plein soleil	1	-	-	0	21,5	0	
Accélérateur VEN1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	mise à l'arrêt dans le tube non sinistré (non recyclage des fumées), relèvement du facteur de puissance (hypothèse : mise en place de variateurs de fréquence)
Accélérateur VEN2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VEN3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VEN4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES1	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES2	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES3	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Accélérateur VES4	1	40	0,95	0,5	42	21,1	
Coffret vibration Nord du tube Est	1			1	0,8	0,8	non délétable au sens de la directive Dirif
Coffret vibration Sud du tube Est	1			1	0,8	0,8	
Eclairage locaux techniques TBT	2			1	0,2	0,4	
Eclairage de sécurité des locaux techniques TBT	2			1	0,01	0,02	
PC Locaux technique	2			1	0,4	0,8	
Bales GTC	1			1	2	2	
Alimentation onduleur	1			1	115,6	115,6	
TOTAL TGBT B						376,0	
TOTAL GENERAL						659	
Réserve TR1						-5%	

Tableau 5 - Bilan de puissance après renforcement batterie d'accélérateurs et avec conservation de l'éclairage existant

IV.2.3. Conclusions

Les transformateurs existants de 630kVA sont suffisamment dimensionnés dans le cadre de la mise en œuvre d'un éclairage à LED qui permet d'apporter des gains en énergie qui viennent partiellement compenser la mise en œuvre d'accélérateurs plus puissants.

Si l'éclairage existant est conservé et la puissance de ventilation augmentée, les transformateurs peuvent subir une surcharge de 5% dans certains cas d'exploitation très dégradés, limités en théorie à 30 minutes qui est le temps d'évacuation du tunnel. Cette surcharge est admissible et peut être prolongée au-delà, sans risque autre qu'une légère dégradation de la durée de vie estimée du transformateur devant supporter cette surcharge.

Les transformateurs peuvent rester en service pendant encore au moins 25 ans.

IV.3. DIMENSIONNEMENT DE L'ONDULEUR

IV.3.1. Préambule

L'onduleur existant a été dimensionné pour les besoins initiaux de la tranchée couverte de Taverny. A la date de sa mise en œuvre, les PST n'y ont pas été raccordés. Or ceux-ci doivent l'être selon la directive Dirif.

Pour ce faire, nous avons procédé à l'établissement des bilans de puissance de l'ensemble des consommateurs électriques qui seront rattachés à l'onduleur.

IV.3.2. Bilan de puissance de l'onduleur dans l'installation rénovée

Dans la nouvelle architecture proposée, afin d'être conforme à l'IT qui préconise une alimentation sans interruption pour les équipements de sécurité (les PST alimentant de nombreux équipement de sécurité : barrières, PMV...) :

- Les PST seront alimentés par l'onduleur pour moitié et secourus depuis la tranche A normale de l'alimentation électrique
- Pour l'autre moitié, les PST seront alimentés par l'onduleur et secourus depuis la tranche B normale de l'alimentation électrique.

MODE NOMINAL : EXPLOITATION NORMALE, TOUS LES EQUIPEMENTS OK, BATTERIE CHARGÉE, REGULATION EN FLOATING							commentaire
Consommateur	qté	puissance (kW)	fact. de puissance	coeff. utilisation	puissance unitaire (kVA)	puissance totale (kVA)	
ECL Tube Ouest balisage	1	-	-	1	0,3	0,3	diminution d'environ de moitié de la consommation par rapport à l'éclairage existant
ECL Tube Ouest sécurité (nuit réduit)	1	-	-	1	3	3	
ECL Tube Est balisage	1	-	-	1	0,3	0,3	
ECL Tube Est sécurité (nuit réduit)	1	-	-	1	3	3	
Armoire DFP1 T22.356P (A86 W Entrée)	1	-	-	1	2,5	2,5	Ajout des PST sur l'ondulé
Armoire PST T22.358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22.361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22.363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire DFP1 T22.356P (A86 W Entrée)	1	-	-	1	2,5	2,5	
Armoire PST T22.358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22.361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22.363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Coffret niche Ouest section Nord W2-W1	1	-	-	1	1,3	1,3	
Coffret niche Ouest section Sud W3-W4	1	-	-	1	1,3	1,3	
Coffret niche Est section Nord W2-W1	1	-	-	1	1,3	1,3	
Coffret niche Est section Sud W3-W4	1	-	-	1	1,3	1,3	
Baies GTC	1	-	-	1	2	2	
Baies GTC	1	-	-	1	2	2	
Auxiliaires HT	2	-	-	1	1,5	3	
Auxiliaires TGBT	2	-	-	1	2	4	
DI locaux techniques	2	-	-	1	0,1	0,2	
Eclairage local BT	2	-	-	1	0,6	1,2	
Eclairage de sécurité local BT	2	-	-	1	0,04	0,08	
Radio 1	1	-	-	1	0,5	0,5	
Radio 2	1	-	-	1	0,5	0,5	
Autocom	1	-	-	0	0,2	0	sera déposé
Télécommande BAES	2	-	-	1	0,2	0,4	
TOTAL Tableau Ondulé						105,7	
Réserve Onduleur						24%	

Bilan de puissance de l'onduleur avec alimentation des PST et rénovation de l'éclairage

MODE NOMINAL : EXPLOITATION NORMALE, TOUS LES EQUIPEMENTS OK, BATTERIE CHARGÉE, REGULATION EN FLOATING							
Consommateur	qté	puissance (kW)	fact. de puissance	coeff. utilisation	puissance unitaire (kVA)	puissance totale (kVA)	commentaire
ECL Tube Ouest section Nord VL nuit réduit	1	-	-	1	2,17	2,17	
ECL Tube Ouest section Nord VR nuit réduit	1	-	-	1	2,17	2,17	
ECL Tube Ouest section Sud VL nuit réduit	1	-	-	1	1,96	1,96	
ECL Tube Ouest section Sud VR nuit réduit	1	-	-	1	1,96	1,96	
ECL Tube Est section Nord VL nuit réduit	1	-	-	1	2,22	2,22	
ECL Tube Est section Nord VR nuit réduit	1	-	-	1	2,22	2,22	
ECL Tube Est section Sud VL nuit réduit	1	-	-	1	1,9	1,9	
ECL Tube Est section Sud VR nuit réduit	1	-	-	1	1,9	1,9	
Armoire DFP1 T22 356P (A86 W Entrée)	1	-	-	1	2,5	2,5	Ajout des PST sur l'ondulé
Armoire PST T22 358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22 361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22 363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire DFP1 T22 356P (A86 W Entrée)	1	-	-	1	2,5	2,5	
Armoire PST T22 358S (A86 W Canton 1 Extérieur)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22 361V (A86 W Canton 2 IS W1)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Armoire PST T22 363X (A86 W Canton 3 IS W2)	1	-	-	1	12,5	12,5	
Coffret niche Ouest section Nord W2-W1	1	-	-	1	1,3	1,3	
Coffret niche Ouest section Sud W3-W4	1	-	-	1	1,3	1,3	
Coffret niche Est section Nord W2-W1	1	-	-	1	1,3	1,3	
Coffret niche Est section Sud W3-W4	1	-	-	1	1,3	1,3	
Baies GTC	1	-	-	1	2	2	
Baies GTC	1	-	-	1	2	2	
Auxiliaires HT	2	-	-	1	1,5	3	
Auxiliaires TGBT	2	-	-	1	2	4	
DI locaux techniques	2	-	-	1	0,1	0,2	
Eclairage local BT	2	-	-	1	0,6	1,2	
Eclairage de sécurité local BT	2	-	-	1	0,04	0,08	
Radio 1	1	-	-	1	0,5	0,5	
Radio 2	1	-	-	1	0,5	0,5	
Autocom	1	-	-	0	0,2	0	sera déposé
Télécommande BAES	2	-	-	1	0,2	0,4	
TOTAL Tableau Ondulé						115,6	

Bilan de puissance de l'onduleur avec alimentation des PST et éclairage existant conservé

IV.3.3. Proposition de rénovation

L'onduleur actuel a une puissance de 60kVA en changeant sont départ d'alimentation BT, 40kVA maximum aujourd'hui car départ BT sous-dimensionné,

Cet onduleur est aujourd'hui sous-dimensionné pour reprendre la puissance des PST. Il est en revanche en bon état.

Le bilan de puissance de l'onduleur qui reprendra les PST en plus des consommateurs existants est de 105,7kVA ou de 115,6kVA suivant les cas, ce qui nous positionne sur le standard industriel de 120kVA.

Deux approches sont possibles pour obtenir cette puissance de 120kVA : soit remplacer l'onduleur existant de 60kVA par un onduleur de 120kVA, soit conserver l'onduleur de 60kVA et en ajouter un deuxième de 60kVA avec un deuxième tableau ondulé.

	Mise en place d'un deuxième onduleur 60kVA	Mise en place d'un onduleur général de 120kVA
Prix matériel	Prix de l'onduleur inférieur, mais deuxième tableau ondulé à mettre en œuvre	Prix de l'onduleur plus élevé, pas de deuxième tableau ondulé à mettre en œuvre
Prix GC	Agrandissement de l'extension du local pour mise en œuvre cloisonnement coupe-feu pour le deuxième onduleur	pas de modification du local technique due au changement de puissance
Disponibilité	++	+
Equilibrage des puissances sur les deux transformateurs A et B	+	-
Maintenance	=	=
Conformité au schéma directeur	non (amélioration)	oui

Le surcoût global de la mise en œuvre d'un deuxième onduleur est estimé à 30 000€, par rapport au remplacement simple de l'onduleur existant, principalement dû fait de la mise en œuvre d'une surface de local technique plus importante, environ 10m² supplémentaires du à la mise en place de l'onduleur et du cloisonnement coupe-feu

IV.4. PHASAGE DES TRAVAUX

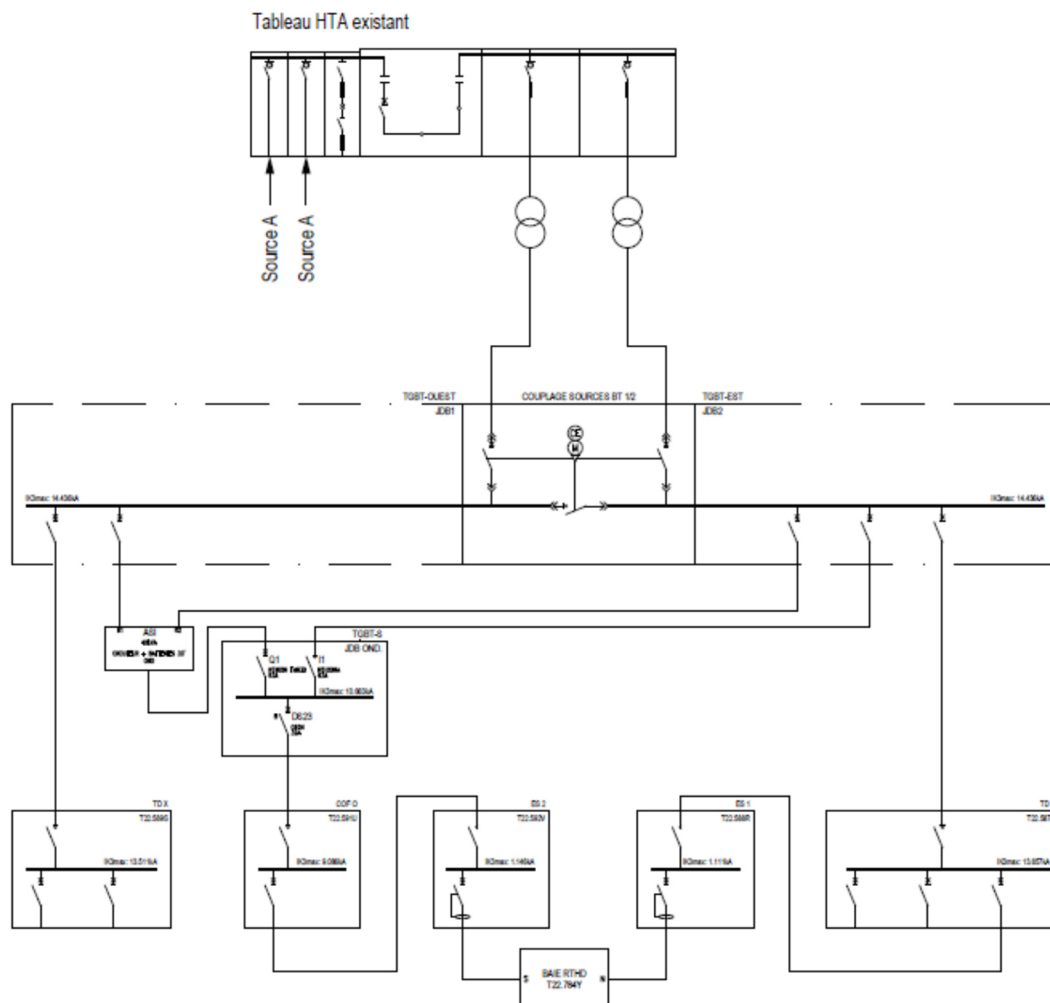
Sur la base des hypothèses suivantes :

- Proposition d'architecture pour la mise en conformité au schéma directeur et à l'IT
- Conservation des transformateurs
- Mise en place d'un onduleur 120kVA

Nous avons établi un schéma de phasage de modification de la distribution électrique en nous basant les lignes directrices suivantes :

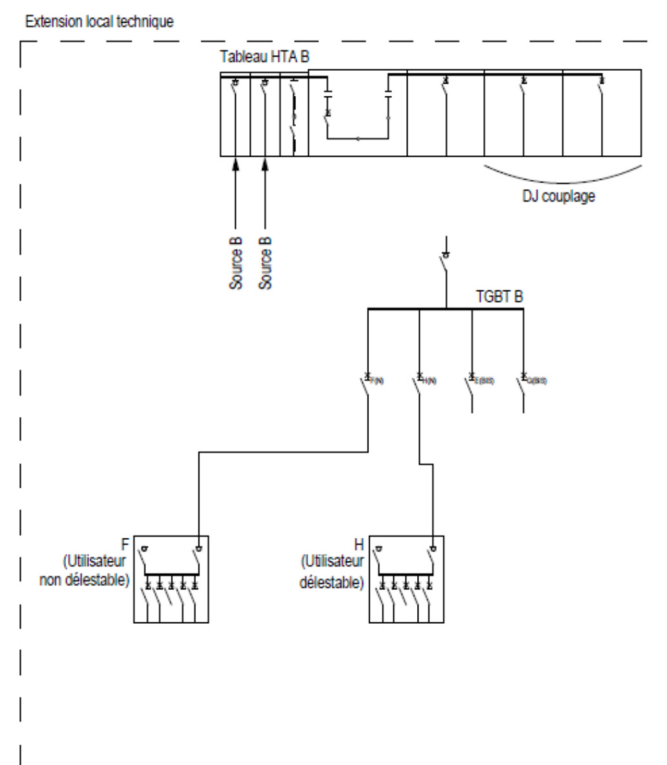
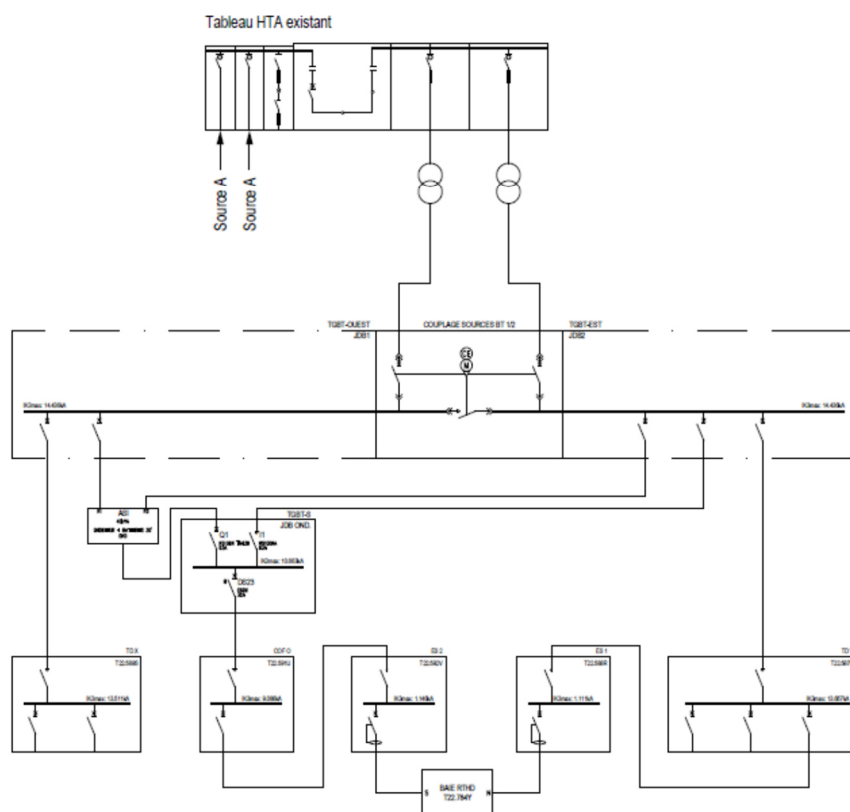
- mis en place des tranches B, dans l'extension du local technique
- limitation des temps d'indisponibilité des utilisateurs en privilégiant le basculement des départs 1 à 1, par exemple d'un tableau de distribution à déposer vers un tableau de distribution définitif
- décommissionnement des TGBT et TD une fois que leurs départs ont été basculés
- Bilan de puissance de l'onduleur avec alimentation des PST et rénovation de l'éclairage

Phase 0 : installation existante



Phase 1 : création de la tranche B et des TD F et H

- création du 2^{ème} local énergie
- mise en place du tableau HTA B
- Mise en place du TGBT B
- Mise en place du transformateur B dans le local
- Mise en place des TD F et H. Les TD F et H remplacent le TGBT EST à terme
- Essais et mise en service du tableau HTA, sauf disjoncteurs de couplage HTA qui sont condamnés ouverts



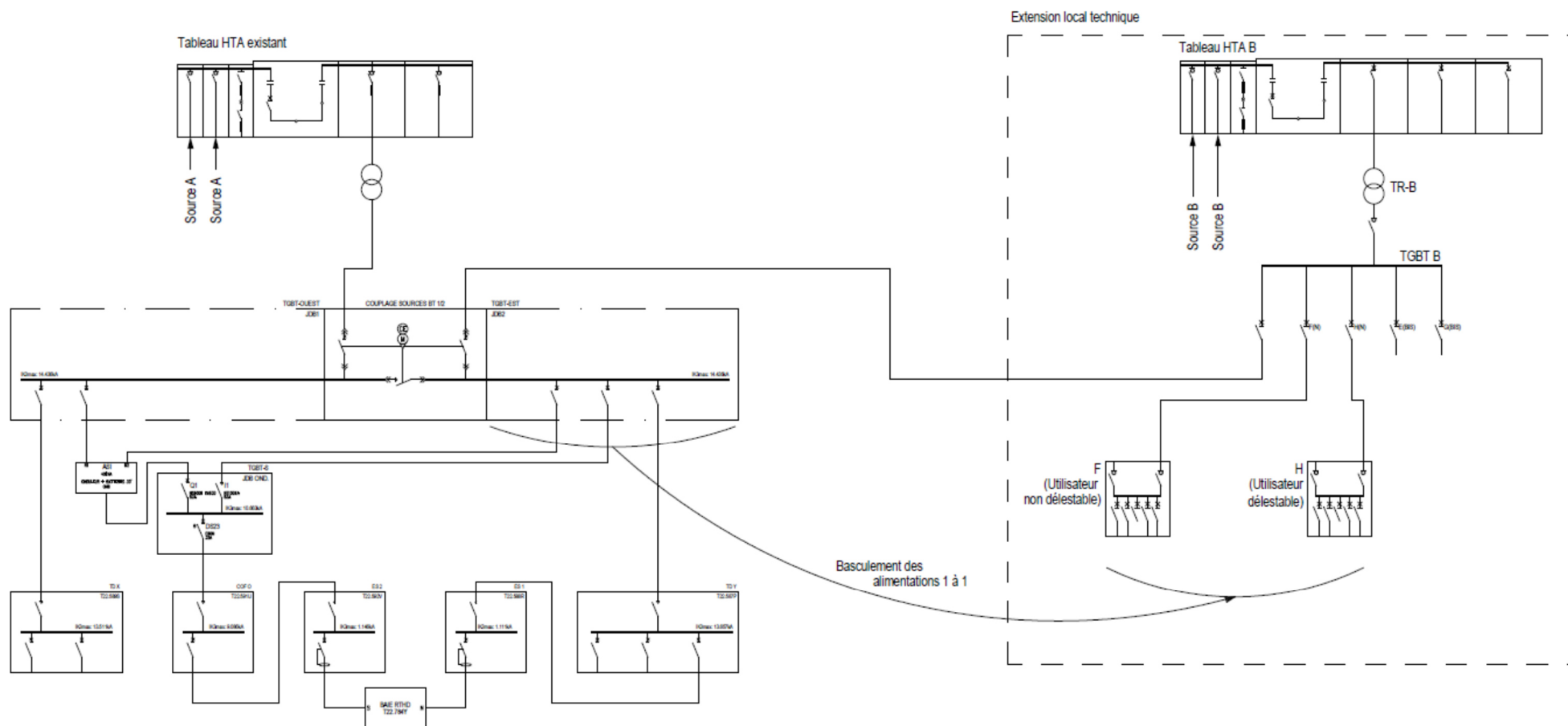
Phase 2

- mise en place d'une connexion provisoire entre le TGBT Existant et l'aval du TGBT B par déconnexion de la liaison TR2-TGBT existant, branchement du TGBT B sur amont Q02 dans le TGBT existant et mise en place du Transformateur B (déplacement de l'existant).
- Modification du contrôle commande provisoire (coexistence du TGBT Est, TGBT B et des TD F et H, interverrouillage électrique filaire avec le TGBT existant)
- basculement 1 à 1 des départs du TGBT Est vers les TD F et H.
 - o 12 départs éclairages, 2 nuits longues requises (préparation des liaisons et connexions préalable de jour), fermeture du tube Est requise pendant ces nuits.
 - o 8 départs accélérateurs, 2 nuits longues requises (préparation des liaisons et connexions préalable de jour), fermeture du tube Est requise pendant ces nuits.
 - o 2 départs coffret vibration, 1 nuit, fermeture du tube Est facultative
 - o 3 départs utilités locaux techniques, basculement de jour possible
 - o 1 départ baie GTC à basculer de nuit, 1 départ alimentation onduleur + départ bypass, disparition de redondance BT => fermeture des deux tubes peut-être requise
 - o 1 départ TD T22.587P (alim PST tube Est) à basculer de nuit => fermeture des deux tubes peut être requise
 - o 2 départs coffrets de niches à basculer, une nuit avec fermeture du tube Est

La possibilité de secours du TGBT Ouest est assurée par la fermeture de I01 et réalimentation depuis TGBT B en cas de défaillance de l'alimentation du TGBT Ouest. Les conditions de redondance du tube Ouest sont identiques à l'existant, sauf lors des basculements de la GTC et de l'onduleur.

A la fin de la phase 2, la totalité des départs des TGBT Est sont décommissionnés. Le TGBT Est est déposé. La liaison provisoire entre le TGBT B et le TGBT Est est maintenue pour la suite des opérations.

Une période d'endurance d'une semaine a lieu, la totalité de l'alimentations étant assuré par le TGBT B et son transformateur.



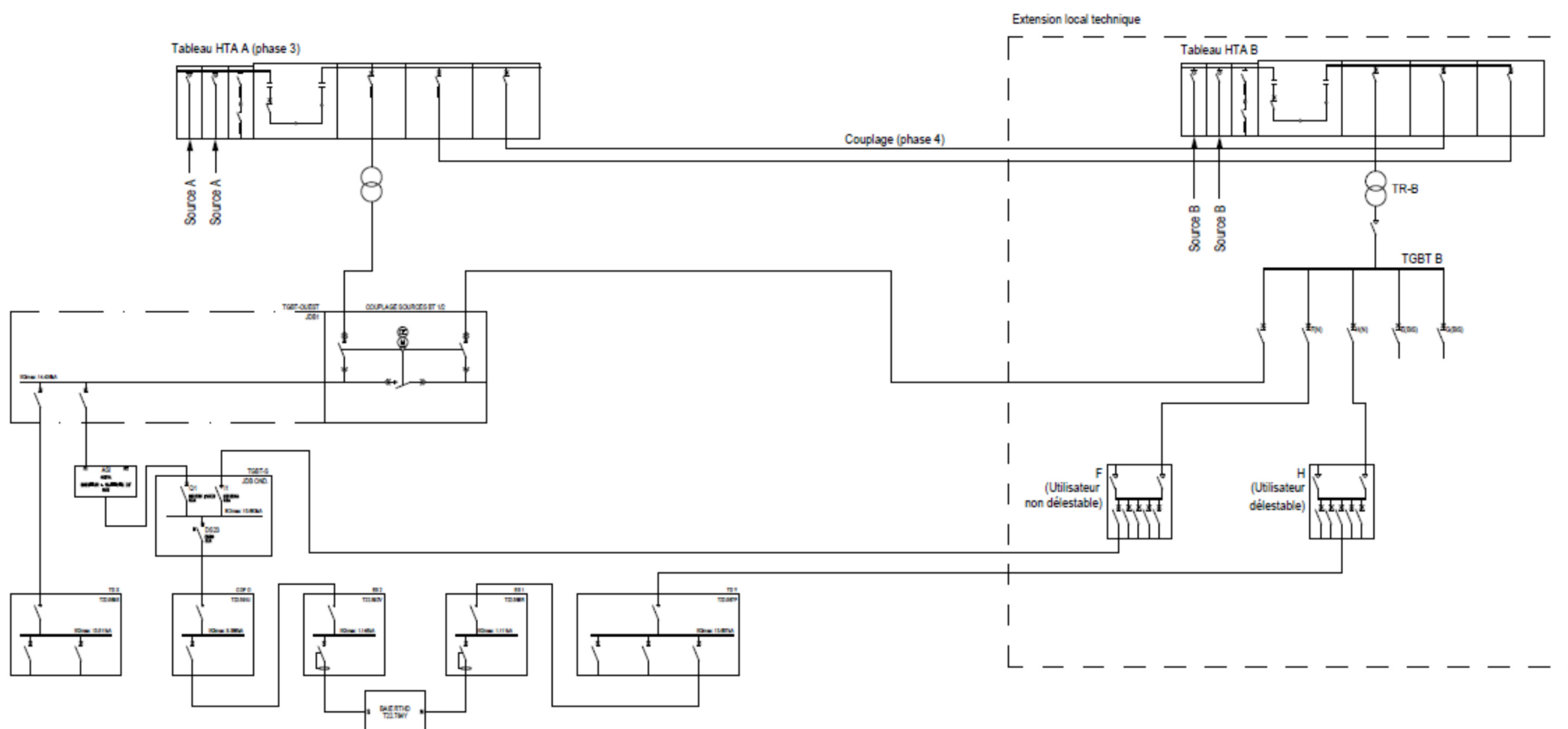
Phase 3

- Remplacement des cellules HTA existantes, modification du contrôle commande et essais. (1 semaine prévisionnelle + 3 jours d'essais et mise en service).

Durant cette période, l'alimentation n'est pas redondée au niveau des transformateurs. En cas de perte du Tableau HTA B ou du TRB, le tunnel devra être fermé.

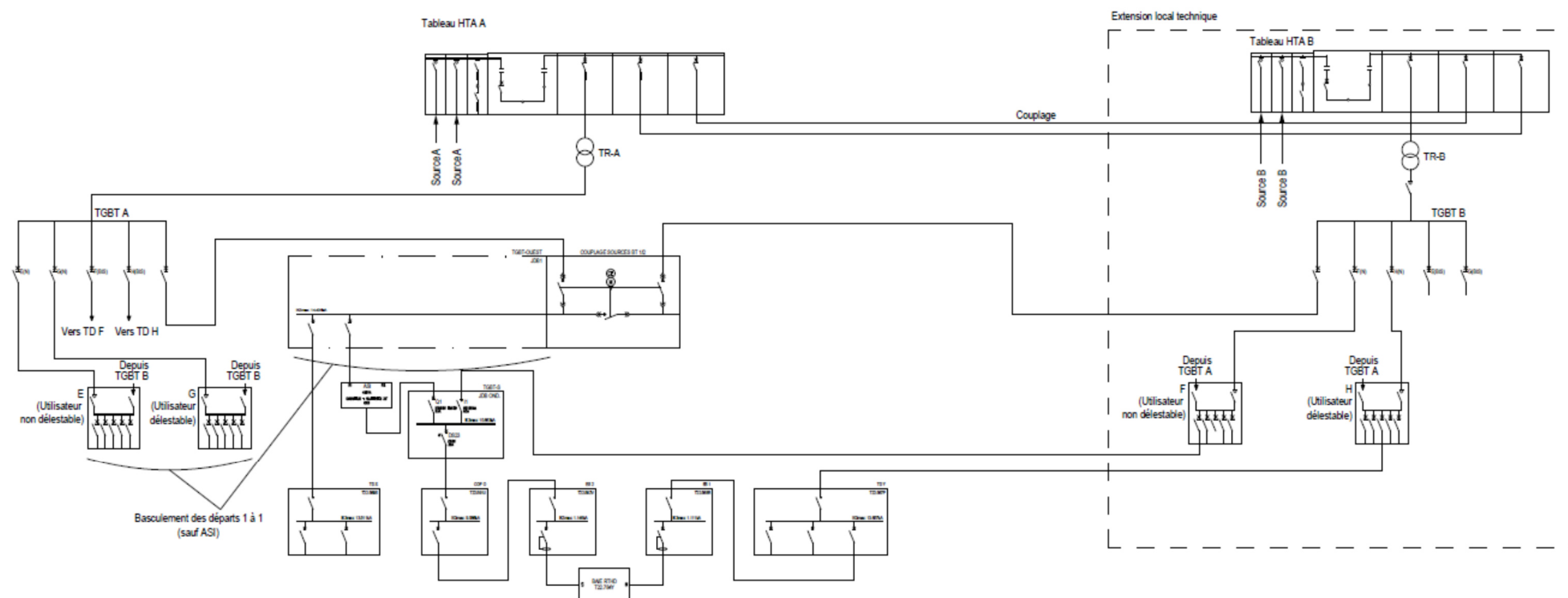
Phase 4

- Mise en place des liaisons de couplage 20kV entre le tableau HTA A et le tableau HTA B.
- Mise en place du TGBT A, réalimentation du TGBT Existant depuis le TGBT A.



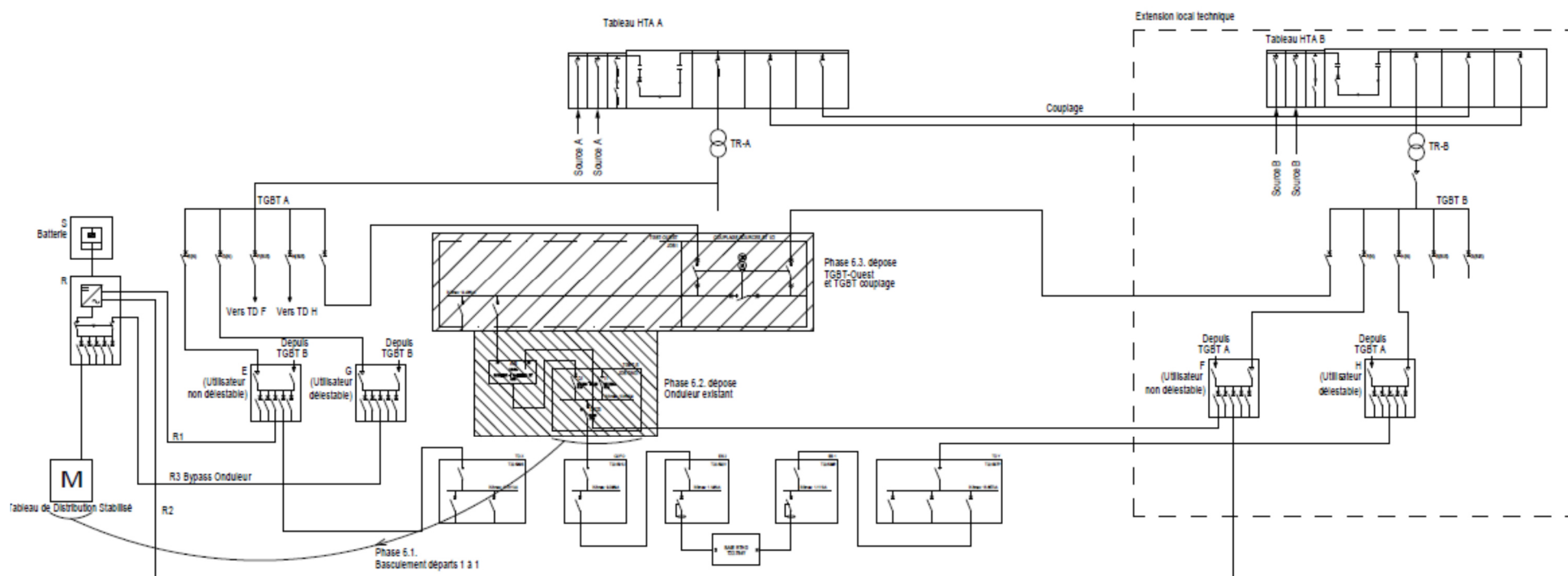
Phase 5

- Mise en place des TD E et TD G.
- Basculement des départs TGBT Ouest vers TD E et G de façon analogue aux basculements des départs de la phase 2



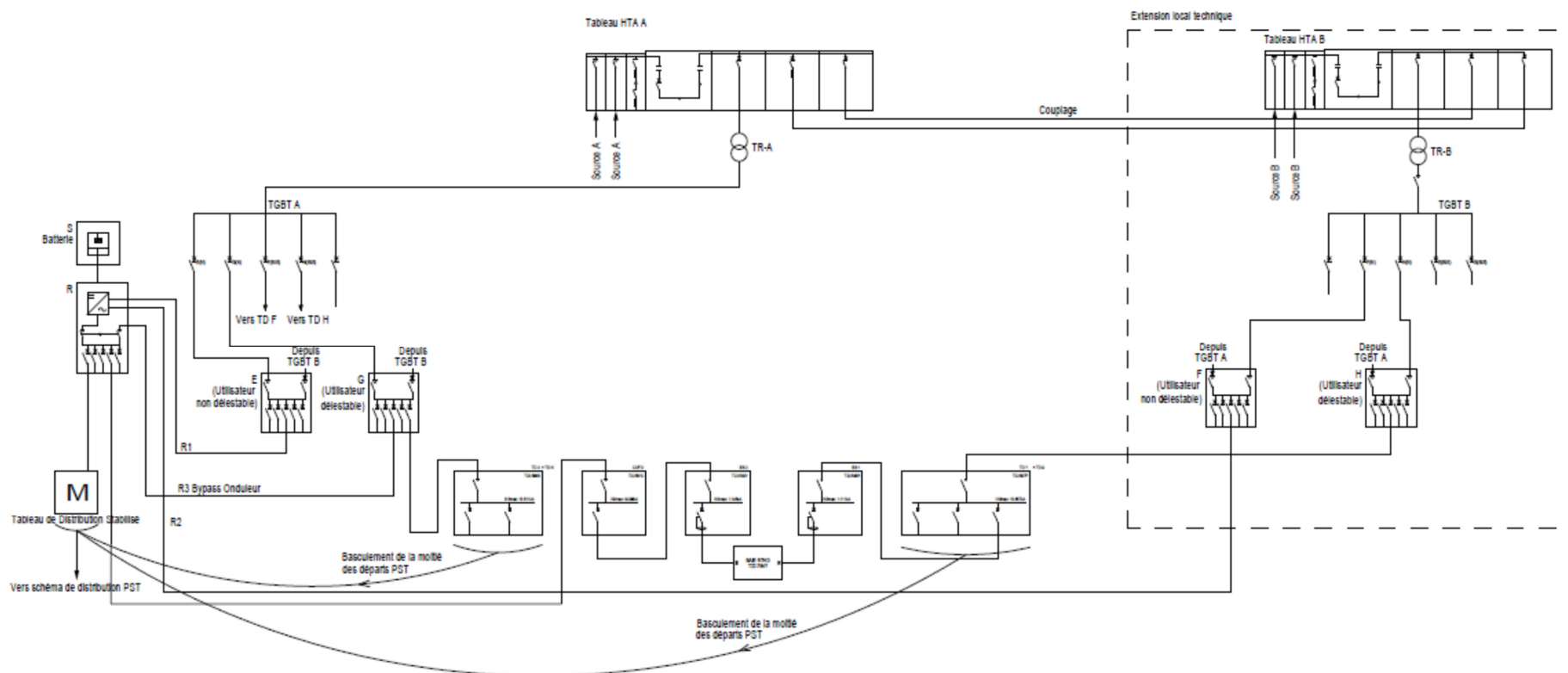
Phase 6

- Mise en place du nouvel onduleur et du tableau M, basculement des départs du TGBT-S vers le TD M,
- dépose de l'ASI existante et du TGBT-S,
- dépose du TGBT Ouest et du TGBT de couplage.



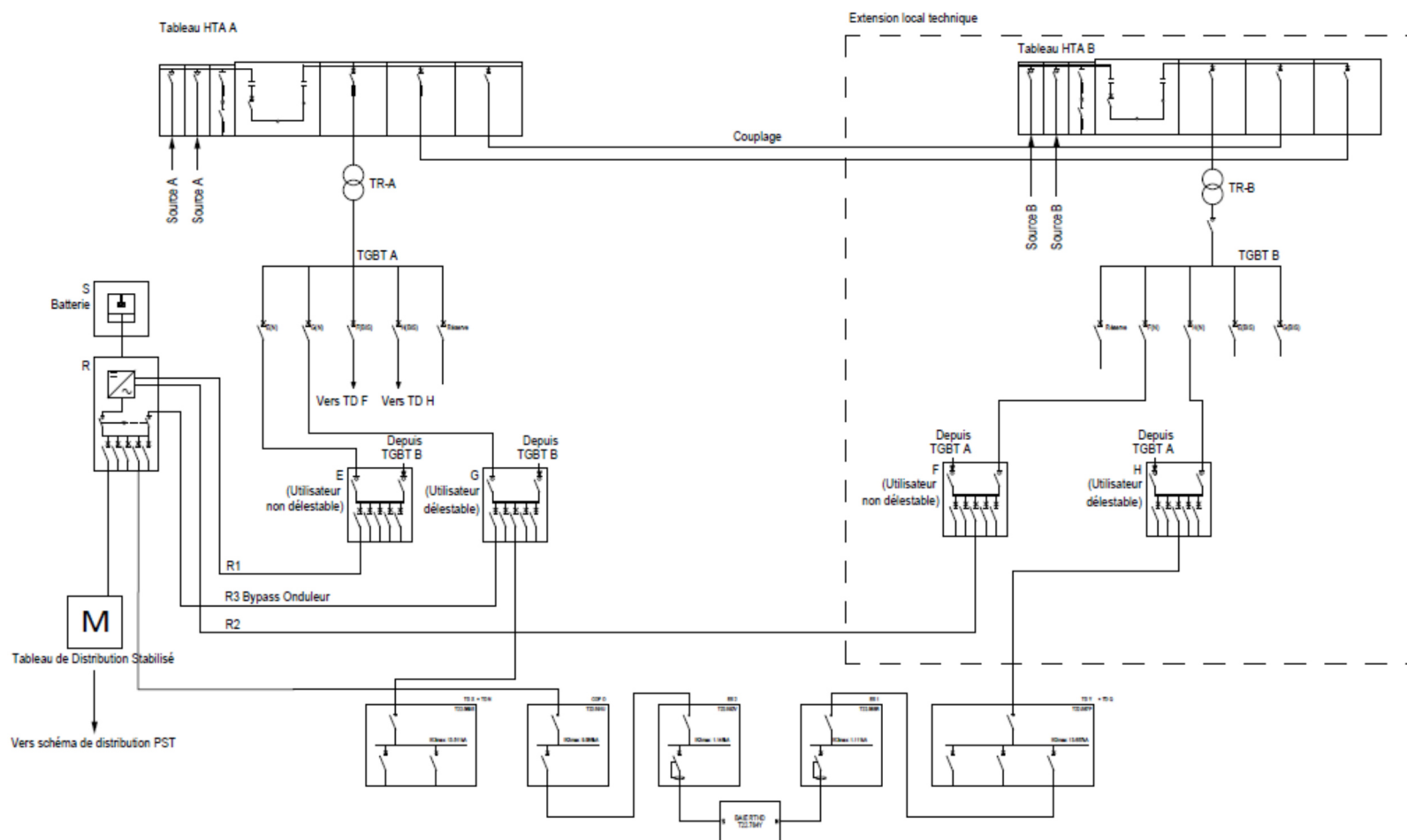
Phase 7

- Basculement de la moitié des départs TD X 22.589S et TD Y 22.587P vers le TD M pour sécuriser les PST
- Les TD X 22.589S et TD Y 22.587P deviennent les TD N et TD Q.



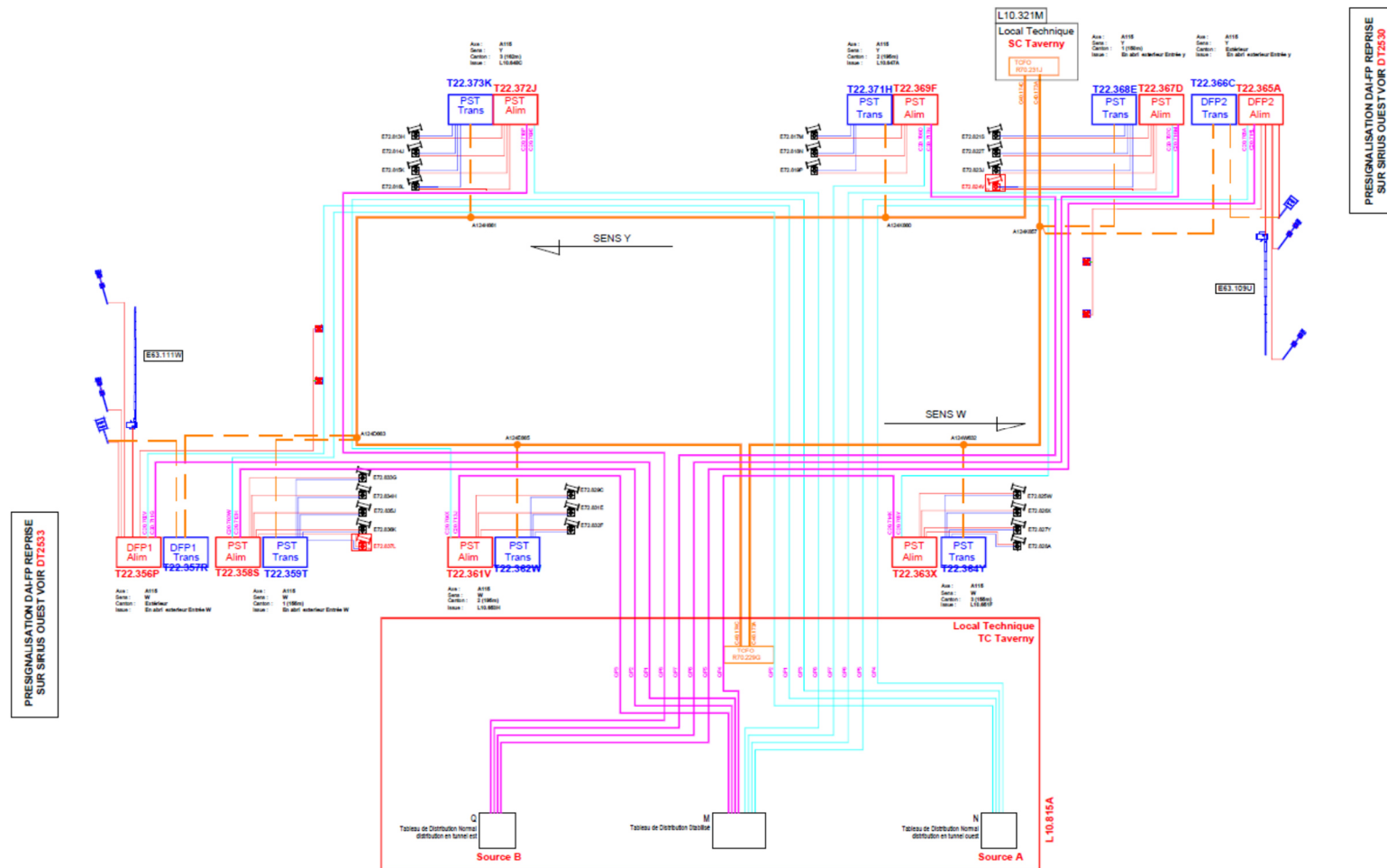
IV.5. DISTRIBUTION DEFINITIVE

IV.5.1. Distribution générale



IV.5.2. Distribution des PST

Le principe de la distribution des PST en tunnel n'est pas modifié par rapport à l'existant, seule la moitié des départs sont basculés vers le TGBT M pour assurer leur alimentation permanente.



IV.6. IMPLANTATION DU L'EXTENSION DU LOCAL TECHNIQUE

IV.6.1. Contraintes principales de l'implantation

L'implantation proposée a été conçue en regard des contraintes exposées dans les sous-chapitres ci-après.

Dimensions du tableau HTA

Les tableaux HTA présentent des dimensions relativement importantes, leur implantation doit être étudiée avec soin dans l'extension du local technique.

Un tableau classique à isolement dans l'air et organes de coupure sous SF6 type Unisec d'ABB ou SM6 de Schneider présentera les dimensions approximatives suivantes :

- 4125mm (longueur) x 1100mm (profondeur) x 2000mm (hauteur)

Il est préférable de poser ces cellules sur plancher technique pour les arrivées de câbles et les éventuels dégagements gazeux lors d'une ouverture de disjoncteur ou d'une défaillance de la cellule.

Un tableau type PIX de Schneider à coupure dans le vide présentera les dimensions approximatives suivantes :

- 5250mm (longueur) x 1200mm (profondeur) x 2200mm (hauteur)

Différentes gammes industrielles existent, et certaines ne permettent pas une implantation dans les 4500mm d'espace intérieur libre du petit côté du bâtiment.

Le tableau HTA devra alors être implanté dans la grande longueur de l'extension du local technique, ce qui conduira à une extension de bâtiment de 41m² par rapport à la version de base de 34m² (espace intérieur libre).

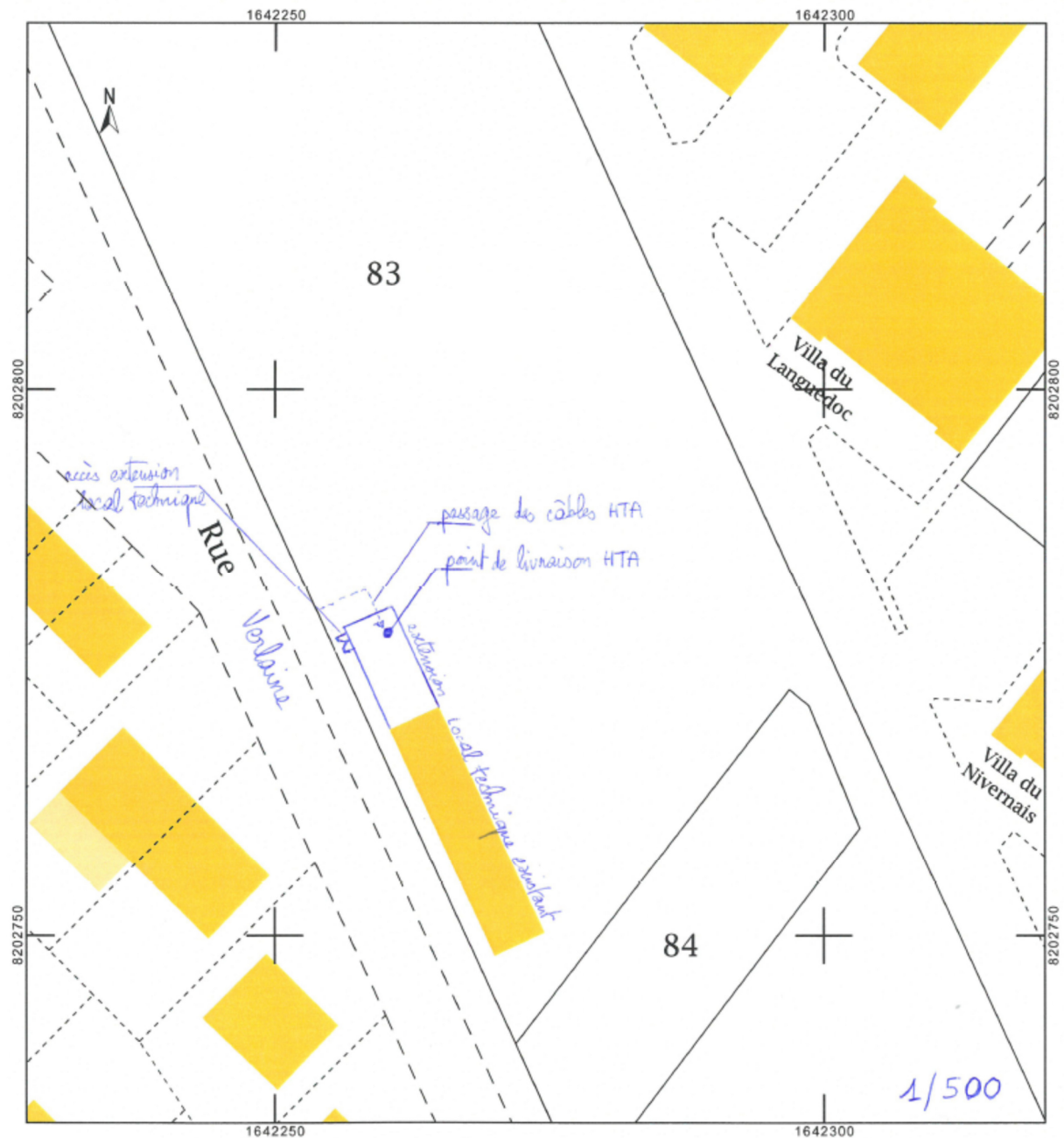
Voir §IV.6.2 pour les plans d'implantation.

Nous préconisons de ne pas prendre de décision à ce stade car les deux solutions peuvent être très proches en termes de coût suivant les conditions tarifaires appliquées à telle ou telle gamme de cellule, et de laisser la porte ouverte aux deux solutions lors de la consultation des entreprises.

Cadastre

L'extension du local technique est proposée au Nord du local actuel, dans le prolongement de celui-ci.

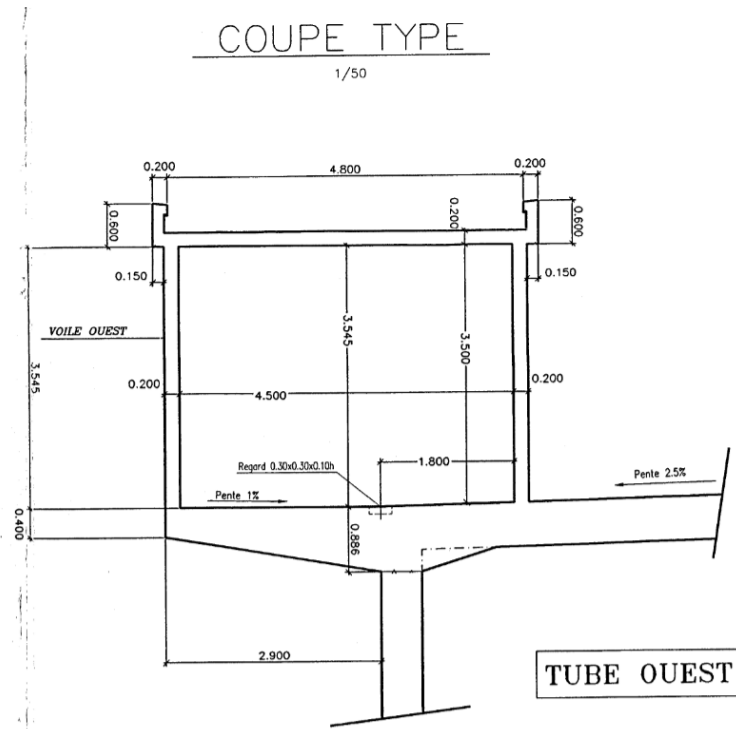
En effet le local technique est implanté sur la parcelle BN083 du cadastre. La parcelle BN084 le jouxte au sud. Nous recommandons que les locaux techniques restent en totalité sur la parcelle BN083 car nous ne connaissons pas la décision d'origine qui a conduit à la création de la parcelle BN084 qui est quasiment incluse dans la parcelle BN083.



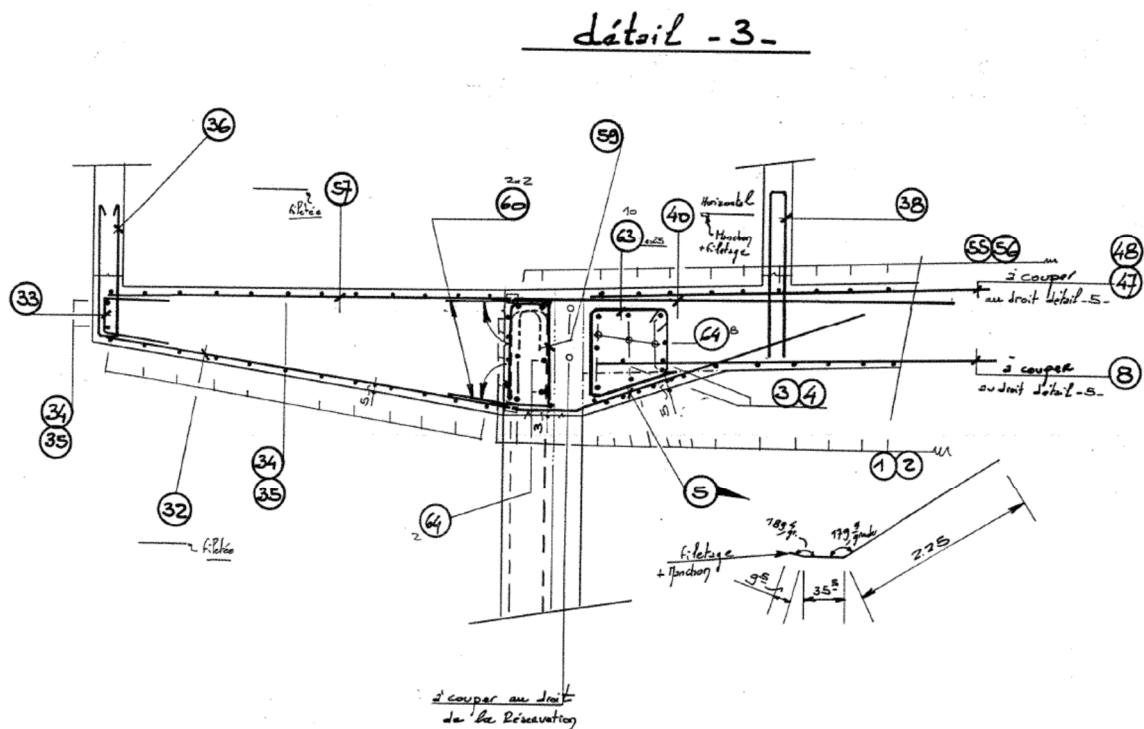
Extrait du cadastre

Caractéristiques du local technique existant

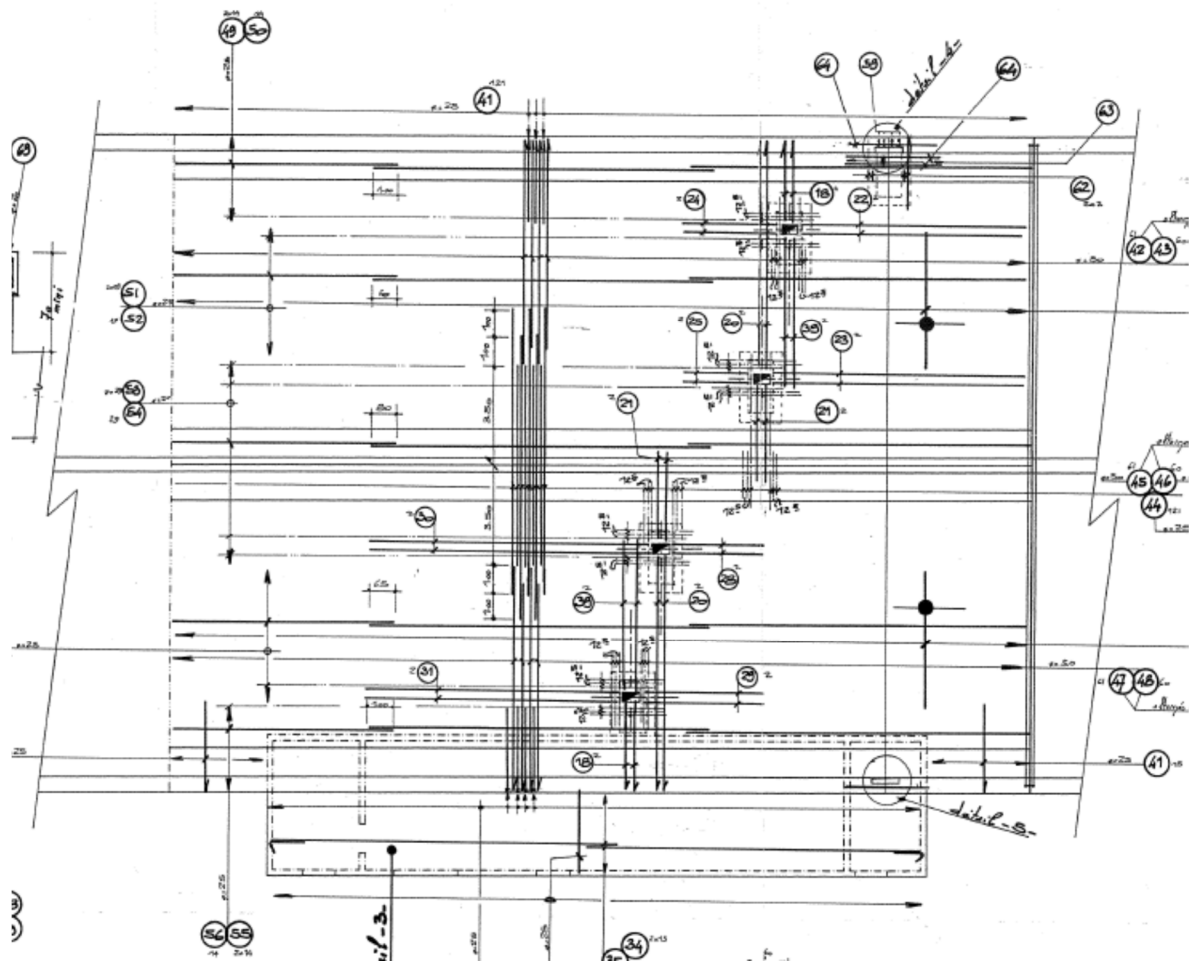
Le local technique actuel est implanté sur le piédroit de la tranchée couverte (plot n°12), en appui sur la voute côté parc et soutenu côté rue Verlaine par une casquette prenant appui sur le piédroit.



Implantation en coupe du local technique



Détail en coupe du ferrailage de la casquette soutenant le local technique



Vue de l'armature supérieure du plot 12

Deux solutions peuvent être envisagées pour l'extension du local technique :

- reconduction de la méthode employée pour le local existant, avec prolongement de la casquette soutien sur le plot n°11 et mise en place éventuelle d'un joint entre casquettes des plots n°11 et n°12.
- traitement du sol et mise en place de fondations classiques

Opérations de basculement

- Les implantations proposées ci-dessous sont compatibles avec le plan de phasage proposé au §IV.4.

IV.6.2. Implantations proposées

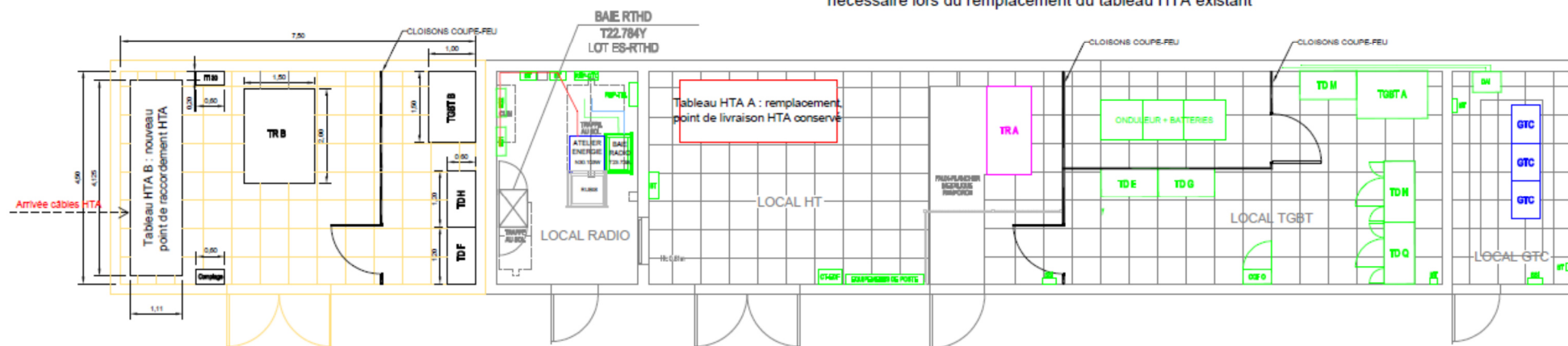
EXTENSION LOCAL TECHNIQUE

(NOUVEAU POINT DE RACCORDEMENT HTA)

LOCAL TECHNIQUE EXISTANT

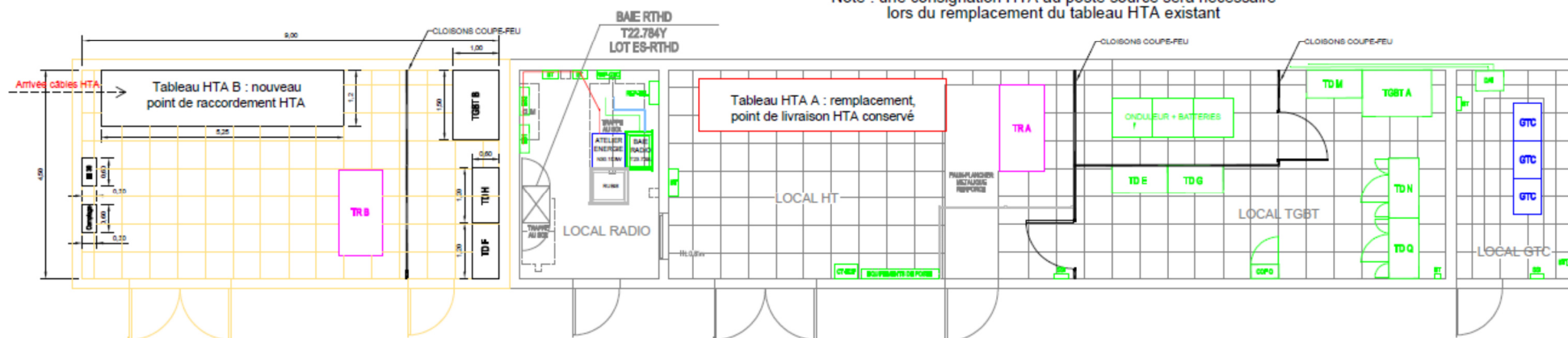
(POINT DE LIVRAISON HTA EXISTANT
 CONSERVE)

Note : une consignation HTA au poste source sera
 nécessaire lors du remplacement du tableau HTA existant



Implantation avec tableau HTA de 4125mm de long

(NOUVEAU POINT DE RACCORDEMENT HTA)



(POINT DE LIVRAISON HTA EXISTANT
CONSERVE)

Note : une consignation HTA au poste source sera nécessaire lors du remplacement du tableau HTA existant

Implantation avec tableau HTA de 5250mm de long

IV.6.3. Aménagements connexes à prévoir



vue aérienne du local technique existant

Les aménagements à prévoir seront les suivants :

- modification du tracé de la piste cyclable
- modification de l'aménagement paysager
- accès par la rue Verlaine

L'extension du local technique étant supérieur à 20m², une déclaration de travaux devra être effectuée et un architecte choisi.