

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE BORDEAUX
"GROUPE HOSPITALIER HAUT-LÉVÊQUE"



MAÎTRISE D'OUVRAGE



DIRECTION GÉNÉRALE DU
CHU DE BORDEAUX
12, RUE DUBERNAT
33400 TALENCE

MAÎTRISE D'OEUVRE



143, rue Yves Le Coz - 78000 VERSAILLES
16, boulevard Félix Buhot - 50700 VALOGNES
Tél. : 02.33.41.80.09 / contact.cps@energieetservice.fr

www.cps-be.com

OUVRAGE

SCHÉMA DIRECTEUR TECHNIQUE HAUTE ET BASSE TENSION
- GROUPE HOSPITALIER HAUT-LÉVÊQUE -

RAPPORT DE FIABILISATION ET EXTENSION
VERSION 3

N° d'affaire	Phase	Date	Lot concerné	N° Plan	Échelle	Indice
4728/7827	EXT	09/2024	N°01 - HTA/BT - GH SUD	V3 GHS	*/*	C

SOMMAIRE

0. GENERALITES	3
0.1 Présentation de l'opération	3
0.2 Lieu de réalisation	3
0.3 Maitrise d'opération	3
0.3.1 Maîtrise d'Ouvrage	3
0.3.2 Utilisateur	3
0.4 Maîtrise d'Œuvre	4
0.5 Objectif de l'Analyse	4
0.6 Liste des documents remis avec ce dossier	4
1. CADRE DE L'ETUDE	5
1.1 Périmètre des travaux	5
1.2 Norme et Obligation réglementaires	5
1.3 Dimensionnement Groupe Electrogène	5
1.4 Phasage	6
1.5 Installations provisoires pour travaux	7
2. SOLUTION DE FIABILISATION DES POSTES ACTUELS	8
2.1 Préambule	8
2.2 Préconisation d'installation	8
2.3 Fiabilisation des postes de Distribution	9
2.3.1 Rappel des recommandations du rapport EFICAM du 11 Décembre 2015	9
2.3.2 Automatisation	9
2.3.3 Poste T2	10
2.3.4 Poste T3	10
2.3.5 Poste T4	10
2.3.6 Poste T5	11
2.3.7 Poste T6	12
2.3.8 Poste T7	13
2.3.9 Poste T8	14
2.3.10 Poste T9	15
2.3.11 Poste Satellite	16
2.4 Synthèse des évolutions	16
3. CAPACITE D'EXTENSION	17
3.1 Préambule	17
3.2 Présentation du Schéma Directeur Immobilier	17
3.3 Calcul des ratios	18
3.4 Rappel des interfaces thermiques	19
3.5 Solution 1 – Répartition du froid par bâtiment	21
3.5.1 Puissance des nouveaux bâtiments du SDI	21

3.5.2	Augmentation de puissance du site	22
3.5.3	Impact sur la centrale électrique	24
3.5.4	Impact sur la boucle HTA	25
3.5.5	Enveloppe budgétaire	26
3.6	Solution 2 – Nouvelle Centrale froid	28
3.6.1	Puissance des nouveaux bâtiments du SDI	28
3.6.2	Augmentation de puissance du site	29
3.6.3	Impact sur la centrale électrique	31
3.6.4	Impact sur la boucle HTA	32
3.6.5	Enveloppe budgétaire	33
3.7	Fiabilisation et Extension du Bâtiment Energie	35
3.7.1	Centrale actuelle	35
3.7.2	Evolutions de puissances	35
3.7.3	Postes têtes des boucles	35
3.7.4	Organisation de la réalisation des travaux	35
3.7.5	Planification de modification des GE	36
3.7.6	Enveloppe budgétaire	39
3.8	Solution étudiée puis abandonnée	40
3.8.1	Prise de référence sur la puissance installée	40
3.8.2	30% de réserve	40
3.8.3	Deux boucles de 240 mm ²	40
3.9	Raccordement Enedis	42
4.	ENVELOPPE BUDGETAIRE TOTALE	43
4.1	Solution 1 – Sans Centrale Froid	43
4.2	Solution 2 – Avec nouvelle Centrale Froid	44
5.	VISION MACRO PLANNING	45

0. GENERALITES

0.1 Présentation de l'opération

Le présent document a pour objectif de préciser les prestations et travaux à envisager dans le cadre de la fiabilisation et de l'extension du site Haut-Lévêque. Les objectifs à atteindre sont :

- Une mise en conformité et en sécurité des origines des distributions existantes,
- La refonte des origines des distributions électriques (Rames HT. A Enedis / Privatives et GE),
- La fiabilisation des architectures de distribution électrique Normal/Remplacement/Sécurité
- Une mise à niveau des installations obsolètes ou non fonctionnelles,
- Une proposition d'extension des installations électriques pour l'intégration des nouveaux projets.

Tous les travaux et prestations à envisager dans le cadre de ce projet devront être conformes à l'ensemble des normes et obligations réglementaires applicables dans leur dernière édition. Le présent programme émet des propositions techniques que le Maître d'œuvre désigné par le MOA devra étudier dans le cadre de la conception dont il garde la responsabilité.

Dans un second temps, des solutions pour répondre au schéma directeur immobilier d'extension sur site seront proposées.

0.2 Lieu de réalisation

Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux
Site Haut Lévêque
Avenue Magellan
33 600 Talence

0.3 Maitrise d'opération

0.3.1 Maîtrise d'Ouvrage

Direction Générale du CHU de Bordeaux
12, rue Dubernat
33 400 Talence

Référent pour ce dossier : M PICHULT-LACOSTE Yorick (yorick.pichault-lacoste@chu-bordeaux.fr)

0.3.2 Utilisateur

Site Haut Lévêque
33 600 Talence

Référents pour ce dossier :

- M. Pascal COUFFRAND (pascal.couffrand@chu-bordeaux.fr)
- M. Bruno SALING (bruno.saling@chu-bordeaux.fr)
- M. Benjamin CHOUC (benjamin.chouc@chu-bordeaux.fr)
- M. Matthieu VIGNAU (matthieu.vignau@chu-bordeaux.fr)
- M. Stephen Barthelemy (stephen.barthelemy@chu-bordeaux.fr)
- M. David Caumont (david.caumont@chu-bordeaux.fr)

0.4 Maîtrise d'Œuvre

Bureau d'études Fluides CPS (SAS)

143 rue Yves Le Coz

78 000 Versailles

En charge du dossier :

- M. ROUXEL Gérald (06 83 20 10 89 – gerald.rouxel@energieetservice.fr)
- Mme GODRON Clémence (06 83 85 99 92 – clemence.godron@energieetservice.fr)
- M. COTTEBRUNE Gilles (06 88 34 76 99 – gc@aec-be.com)

0.5 Objectif de l'Analyse

Cette phase a pour but d'apporter une solution de fiabilisation de l'existant et d'extension du site. Suite aux diagnostics établis durant la première phase du projet, des manques ou des améliorations à apporter ont été relevés. Le présent document présente les différentes solutions proposées, ainsi que des schémas de principe de chaque poste de distribution. Les points suivants sont traités :

- Modifications à apporter
- Phasage
- Enveloppe budgétaire.

Le document suivant présente également les études liées au schéma directeur technique. Une analyse de l'augmentation de puissance du site Haut-Lévêque ainsi que des travaux électriques associés à réaliser a été menée.

0.6 Liste des documents remis avec ce dossier

Tous les documents établis dans le cadre de la Fiabilisation sont nommés comme suit : « HL.F.xx »

- HL = Haut-Lévêque
- F = Fiabilisation
- xx = Numérotation similaire au dossier Diagnostic afin de pouvoir faire la comparaison

Le plan de masse établit dans le cadre de l'Extension est nommé comme suit : « HL.E.xx »

- HL = Haut-Lévêque
- E = Extension
- xx = Numérotation similaire au dossier Diagnostic afin de pouvoir faire la comparaison

Les documents suivants sont joints à cette note technique :

- Fiabilisation :
 - HL.F.02 - Fiabilisation Bâtiment Magellan 2
 - HL.F.04 - Fiabilisation Bâtiment Cardiologie
 - HL.F.05 - Fiabilisation Bâtiment Magellan 1
 - HL.F.06 - Fiabilisation Bâtiment USN
 - HL.F.09 - Fiabilisation Bâtiment Radiothérapie
 - HL.F.SYN.01 - Fiabilisation Synoptique HTA
 - HL.F.11a - Fiabilisation Bâtiment Energie RdC
 - HL.F.11b - Fiabilisation Bâtiment Energie +1
- Extension
 - HL.E.01 - Plan de masse - Solutions finales 1 & 2
 - SDT_Electrique_Haut-Leveque_Planning v3

1. CADRE DE L'ETUDE

1.1 Périmètre des travaux

Le programme des travaux s'appuie sur les différents éléments contenus dans le rapport Diagnostic et prend également en compte les avis et attentes des personnels techniques.

Les travaux concernent les installations techniques sources et les distributions principales. La création de nouveaux locaux et le réaménagement des locaux nécessaires pour l'opération est comprise dans le présent programme.

Le ou les Maîtres d'œuvres travailleront à purger l'ensemble des distributions et équipements rendus obsolètes par la mise à niveau (consignations, déposes, évacuations et retraitements si nécessaire).

Le contrôle technique des installations conçues devra être réalisée par un organisme agréé.

1.2 Norme et Obligation réglementaires

Le DHOS précise les conditions techniques d'alimentation électrique des établissements de santé. Les services hospitaliers précisés dans le DHOS doivent disposer au minimum de 3 sources d'alimentation distinctes, à savoir :

- Soit 2 sources normales assurées au moyen de deux câbles d'alimentation indépendants + 1 source secours autonome
- Soit 1 source normale + 2 sources secours autonomes de remplacement

Le DHOS demande notamment la séparation de ces 2 alimentations y compris en HTB (réseaux Enedis).

Après recherche du CHU, le risque inondation du CHU Groupe Sud n'est pas connu. Ce facteur n'a pas été pris en compte dans notre analyse.

Les installations électriques doivent également respecter les normes NF C13-100, 13-200, 15-100 mais aussi les normes spécifiques aux bâtiments ERP, ERT.

1.3 Dimensionnement Groupe Electrogène

Afin de respecter la circulaire DHOS, la puissance disponible d'un site hospitalier est calculée à N-1 en retirant le groupe de plus forte puissance du calcul. Les puissances disponibles présentées dans ce rapport sont toutes calculées selon la règle N-1.

La norme ISO 8528-1 spécifie les exigences générales pour les groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par des moteurs à combustion interne. Elle est largement utilisée pour définir les différentes applications de ces groupes et les calculs de puissance.

Voici un résumé des différentes applications principales :

- Puissance Prime (PRP - Prime Rated Power)

Définition : Capacité de fonctionner à une puissance variable pendant un nombre illimité d'heures par an, détail des conditions à vérifier.

- Puissance Continue (COP - Continuous Operating Power)

Définition : Capacité de fonctionner en continu à une puissance constante pendant un nombre illimité d'heures, détail des conditions à vérifier.

- Puissance de Secours (ESP – Emergency Standby Power)

Définition : Capacité de fournir de l'énergie pour une durée limitée en cas de défaillance du réseau électrique, détail des conditions à vérifier.

- Puissance de Mission Limitée (LTP – Limited-Time Running Power)

Définition : Capacité de fournir de l'énergie pour des durées limitées, souvent spécifiée en heures par an, détail des conditions à vérifier.

Pour un fonctionnement hospitalier à charge variable (selon les équipements en fonctionnement et la temporalité de l'utilisation été/hiver/jour/nuit, etc) et sur une durée indéterminée, il est préférable d'utiliser une application PRP.

Le détail du fonctionnement PRP peut varier selon les constructeurs. Deux conditions de fonctionnement principales sont largement définies :

- Le groupe peut travailler un nombre illimité d'heures par an avec la possibilité de surcharge jusqu'à 10% pendant 1 heure toutes les 12h de fonctionnement.
- La moyenne de charge sur une période de 24h ne dépasse pas X% de la puissance PRP déclarée par le groupe.

Cette charge de X% varie d'un constructeur à l'autre, et peut ne pas être précisé.

Voici quelques exemples :

- Groupe KOHLER KD4500-F

KOHLER

Industrial Diesel Generator Set – KD4500-F OVER
50 Hz – Fuel Consumption Optimized

POWER RATINGS DEFINITION according to ISO8528-1 (2018-02 edition) and ISO-3046-1

Emergency Standby Power (ESP): The standby rating is applicable to varying loads for the duration of a power outage. There is no overload capability for this rating. Average load factor per 24 hours of operation is <85%.

Prime Power (PRP): At varying load, the number of generator set operating hours is unlimited. A 10% overload capacity is available for one hour within 12 hour of operation. Average load factor per 24 hours of operation is <75%.

- Groupe SDMO TY1650Z

Prime Power: Continues running at variable load for unlimited periods
with 10% overload available for 1 hour in any 12 hour period.

Il est donc primordial que le Maître d'œuvre vérifie la puissance PRP pour l'approvisionnement des futurs groupes, et non une autre puissance de référence qui ne serait pas la bonne.

1.4 Phasage

Les sujétions de phasage, phases provisoires, mesures conservatoires ou basculements nécessaires au maintien en fonctionnement optimal du site seront prises en compte dans la conception des travaux par

le ou les Maîtres d'œuvres. Ils établiront les projets de conception en limitant au maximum les nuisances de toutes natures, et soumettra au Maître d'ouvrage un phasage complet et un planning de réalisation adapté au maintien de l'exploitation du site dans tous les cas et avec le maintien des obligations réglementaires applicables selon les sites aux IGH – ERP de type U.

Dans le cadre de la restructuration de l'existant, le concepteur devra prendre en compte dans son phasage la mise en sécurité du site pendant les travaux : innervation des fluides, portance des structures, distinction des flux chantier/ flux des véhicules des secours / flux publics et personnels / etc.

1.5 Installations provisoires pour travaux

Pour tous les travaux, des installations provisoires sont nécessaires pour permettre :

- De stocker les équipements électriques de rechange et tout le matériel nécessaire à la réalisation des travaux
- De maintenir le fonctionnement optimal des services hospitaliers.

2. SOLUTION DE FIABILISATION DES POSTES ACTUELS

2.1 Préambule

Les plans proposés dans ce chapitre sont fournis sur la base des plans du MOA. La géométrie des équipements ainsi que les positions sont proposées à titre indicatif.

Les enveloppes budgétaires seront à affiner par les Maîtres d'Œuvres lors des travaux définitifs.

2.2 Préconisation d'installation

Afin de garantir une installation fiable et respectueuse des normes et obligations réglementaires, le guide suivant est à respecter :

- Séparation des réseaux :
 - Séparer le réseau Normal, le réseau Secours et le réseau Ondulé dans des locaux coupe-feu
 - Séparer la HT et la BT dans des locaux coupe-feu
- Ne pas créer de cheminements croisés, que ce soit sur la boucle HT ou dans les postes
- Mettre en place des chargeurs batteries en redondance dans les postes (alimentations électriques des commandes des postes et TGBT)
- Ventilation et Climatisation :
 - La ventilation est obligatoire pour les transformateurs et les onduleurs
 - La climatisation est obligatoire pour les onduleurs
- Inter-distance :
 - Aucun équipement ne doit bloquer les accès du local
 - Respect des distances nécessaires au fonctionnement des équipements, mais aussi à leurs maintenances, à la ventilation, etc
- Les câbles et les équipements doivent être étiquetés et maintenus à jour
- Mettre à disposition des points de raccordement BT pour GEM

2.3 Fiabilisation des postes de Distribution

2.3.1 Rappel des recommandations du rapport EFICAM du 11 Décembre 2015

Les principales conclusions du rapport EFICAM sont les suivantes :

- Les mesures de puissance ont été réalisées au 4^{ème} trimestre 2021 (températures extérieures basses). Il est fort probable que les consommations deviennent plus importantes lors de la période estivale,
- Afin de pouvoir suivre la consommation globale de l'installation sur une année complète, il serait nécessaire d'installer une centrale de mesure au niveau de chaque arrivée ENEDIS afin de pouvoir suivre de manière plus détaillée la consommation électrique,
- Le taux d'harmonique de courant légèrement supérieur à ce qui est autorisé par le référentiel IEEE 519, il est préconisé de poursuivre les mesures de distorsion en courant et tension lors d'un fonctionnement en iloté sur la centrale de secours. Lors des rénovations, il est préconisé la mise en place de variateur de vitesse ou de systèmes de conversion de type AFE (Active Front End) permettant l'amélioration du THD 1% par poste et au niveau de l'arrivée ENEDIS.

2.3.2 Automatisation

L'automatisation en place pose différentes problématiques évoquées dans le diagnostic (notamment le remplacement d'éléments qui pourraient être défectueux, les différentes générations de matériel, la redondance à froid, séparation des installations, ...). A ce titre il est donc nécessaire de prévoir son remplacement. Ces installations interviennent sur la centrale Energie ainsi que sur les postes.

Il est donc nécessaire d'envisager un remplacement intégral de cette installation dès le début de l'opération pour une mise à disposition des futures opérations, et en capacité de supporter l'ensemble des évolutions, des phasages et des extensions du schéma directeur

Le montant total des travaux pour remettre à niveau l'automatisation des postes est de 400 000€ HT.

2.3.3 Poste T2

- Référence du plan associé : HL.F.02 – Bâtiment Magellan 2 (poste T2)
- Plan de Phasage :
 - Création d'une cloison coupe-feu avec porte tierces doubles de 1200mm dans les deux locaux séparant la partie HT de la BT,
 - Reprise des installations de ventilations pour maintenir le refroidissement du transformateur, avec la mise en place de clapet coupe-feu.
- Enveloppe budgétaire :

Action	Montant € HT
Travaux GO/SO	22 680
Travaux Electricité Normal	12 600
Travaux Electricité Secours	12 600
Travaux Electricité Ondulé	0
TOTAL avec 15% aléas	55 062

2.3.4 Poste T3

En accord avec le SDI reçu, la nouvelle blanchisserie sera construite en 2027, ce qui va limiter les besoins électriques sur le poste T3 actuel. Les équipements actuels ne nécessitent donc pas de remplacement urgent à réaliser avant 2027. De plus, les réseaux Normal et Secours sont déjà séparés. Il n'est pas envisagé de travaux de fiabilisation sur le poste T3 en attendant la construction de la nouvelle blanchisserie.

2.3.5 Poste T4

- Référence du plan associé : HL.F.04 – Bâtiment Cardiologie (poste T4 & T8)
- Agrandissement choisi :

Le plan fournit prévoit une extension placée de manière mitoyenne au local actuel. Dans le cadre du nouveau bâtiment U2CTD, les Maitres d'Œuvres seront en charge de trouver l'emplacement libre adéquate. Un traitement de la ventilation sera aussi à prévoir.

- Plan de Phasage :
 - Création des nouveaux locaux et mise en place d'un système de ventilation efficace,
 - Déplacement du transformateur et Installations de nouvelles cellules Secours dans le nouveau local,

- Déplacement des transformateurs Normal et Radio et Installations des nouvelles cellules Normal dans le nouveau local,
- Déplacement et remplacement du TGN pour libérer l'espace,
- Installation d'un nouvel AIS,
- Création de cloisons coupe-feu avec portes tierces.

- Enveloppe budgétaire :

Action	Montant € HT
Travaux GO/SO	38 250
Travaux Electricité Normal	122 400
Travaux Electricité Secours	106 200
Travaux Electricité Ondulé	5 850
TOTAL avec 15% aléas	348 0

2.3.6 Poste T5

- Référence du plan associé : HL.F.05 - Bâtiment Magellan 1 (poste T5)
- Agrandissement choisi :

À la suite de la visite des installations, l'emplacement disponible le plus approprié est le local à vélo situé à côté de l'entrée du local T5.

- Plan de Phasage :
 - Implantation des équipements HT dans le local à vélo avec création de cloison coupe-feu,
 - Déplacement du transformateur et Installation des nouvelles cellules Secours dans le nouveau local,
 - Déplacement du transformateur et Installations des nouvelles cellules Normal dans le nouveau local,
 - Déplacement du TGN pour libérer l'espace dans le local,
 - Installation du nouvel AIN,
 - Déplacement du TDN11,
 - Création d'une cloison coupe-feu avec porte tierce simple de 930mm dans les deux locaux séparant la BT Normal et Secours.

- Enveloppe budgétaire :

Action	Montant € HT
Travaux G0/S0	53 100
Travaux Electricité Normal	164 700
Travaux Electricité Secours	77 400
Travaux Electricité Ondulé	40 500
TOTAL avec 15% aléas	386 055

2.3.7 Poste T6

➤ Proposition n°1

- Référence du plan associé : HL.F.06 – Bâtiment USN (poste T6)
- Agrandissement choisi :

À la suite de la visite des installations, nous proposons de créer un nouveau préfabriqué accolé au bâtiment USN.

- Phasage :
 - Création d'un nouveau local préfabriqué avec porte tierce double,
 - Déplacement du transformateur et Installation des nouvelles cellules Secours dans le nouveau local,
 - Déplacement du transformateur Normal dans le local HT existant,
 - Installation des nouvelles cellules HT Normal.
- Enveloppe budgétaire :

Action	Montant € HT
Travaux G0/S0	66 600
Travaux Electricité Normal	77 400
Travaux Electricité Secours	77 400
Travaux Electricité Ondulé	0
TOTAL avec 15% aléas	254 610

➤ **Proposition n°2**

Le local à batteries de 8.5 m² est actuellement vide mais dépourvu de ventilation. Si la construction d'un préfabriqué n'est pas réalisable, il serait envisageable d'utiliser ce local pour un des réseaux HT et de créer une nouvelle ventilation pour l'ensemble des locaux.

2.3.8 Poste T7

Le bâtiment Magendie sera détruit en 2033.

Au vu de la vieillesse de certains équipements et de l'utilisation pour des services hospitaliers sur les 9 prochaines années du poste, il est envisagé de remplacer les équipements suivants :

- Cellule HTA Fluokit du poste T7N
- Cellule HTA Fluokit du poste T7S
- Chargeur du T7S

La séparation des réseaux Normal et Secours étant déjà réalisée, il n'y a pas d'autres modifications à apporter.

- **Enveloppe budgétaire :**

Action	Montant € HT
Travaux G0/S0	0
Travaux Electricité Normal	37 800
Travaux Electricité Secours	37 800
Travaux Electricité Ondulé	0
TOTAL avec 15% aléas	86 940

2.3.9 Poste T8

- Référence du plan associé : HL.F.04 - Bâtiment Cardiologie (poste T4 & T8)
- Agrandissement choisi :

Le plan fournit prévoit une extension placée de manière mitoyenne au local actuel. Dans le cadre du nouveau bâtiment U2CTD, les Maitres d'Œuvres seront en charge de trouver l'emplacement libre adéquate.

- Plan de Phasage :
 - Déplacement et remplacement du TGO et des tableaux inverseurs dans le local Onduleur existant,
 - Déplacement et remplacement du TGBT Secours à l'ancien emplacement du TGO,
 - Installation du nouvel AIS à l'ancien emplacement du TGO,
 - Déplacement et remplacement du TGBT Normal près de l'entrée du local sur la partie droite,
 - Installation du nouvel AIN près de l'entrée du local sur la partie droite,
 - Déplacement du transformateur et Installations des nouvelles cellules Normal dans l'ancien local des TGBT et AI,
 - Création d'un local coupe-feu pour le transformateur et les cellules Secours,
 - Déplacement et remplacement des TDR à l'ancien emplacement des cellules HT,
 - Création d'un local coupe-feu pour la BT Secours.
- Enveloppe budgétaire :

Action	Montant € HT
Travaux GO/SO	36 900
Travaux Electricité Normal	178 200
Travaux Electricité Secours	140 400
Travaux Electricité Ondulé	54 900
TOTAL avec 15% aléas	471 960

2.3.10 Poste T9

- Référence du plan associé : HL.F.09 – Bâtiment Radiothérapie (poste T9)
- Agrandissement choisi :

Le plan fournit prévoit une extension placée à la place de bureaux. Dans le cadre du nouveau bâtiment Radiothérapie, les Maitres d'Œuvres seront en charge de trouver l'emplacement libre adéquate. En cas d'annulation de l'extension de la Radiothérapie, ces plans peuvent être réutilisés en ajoutant un préfabriqué.

- Phasage :
 - Création d'un SAS dans les nouveaux locaux HT avec cloisons coupe-feu et portes tierces doubles de 1200mm,
 - Déplacement des transformateurs Normal et Secours et Installations des nouvelles cellules dans le nouveau local HT,
 - Déplacement et remplacement du TGS pour libérer de l'espace dans le local,
 - Déplacement et remplacement du TGN près des AIN,
 - Installation du nouvel AIS près du TGS,
 - Création d'une cloison coupe-feu avec porte tierce simple de 930mm dans les deux locaux séparant la BT secours et normale.
- Enveloppe budgétaire :

Action	Montant € HT
Travaux G0/S0	26 100
Travaux Electricité Normal	122 400
Travaux Electricité Secours	151 200
Travaux Electricité Ondulé	0
TOTAL avec 15% aléas	344 655

2.3.11 Poste Satellite

Ce poste permet l'alimentation de logements ou bâtiments non hospitalier : logements, terrain de sport et Club house. Ces installations électriques ne sont pas destinées aux services hospitaliers, par conséquent il serait préférable d'alimenter les équipements avals depuis un réseau concessionnaire et de supprimer ce poste.

2.4 Synthèse des évolutions

Vous trouverez ci-dessous la synthèse des évolutions préconisées pour la fiabilisation.

Poste	Agrandissement	Equipements à changer	Montant HT avec aléas	Priorité
Automatisme	-	-	400 000 €	Urgent
Magellan 2 (T2)	Non	Oui	55 062 €	Dans les 5 ans
Cardiologie (T4)	Oui	Oui	313 605 €	En lien avec l'U2CTD
Magellan 1 (T5)	Oui, à la place du local à vélo	Oui	386 055 €	Dans les 5 ans
USN (T6)	Oui, en extérieur	Oui	254 610 €	Dans les 5 ans
Cardiologie bis (T8)	Oui	Oui	471 960 €	En lien avec l'U2CTD
Radiothérapie (T9)	Oui, à la place de bureaux	Non	344 655 €	En lien avec l'extension à venir
Magendie (T7)	Non	Oui	86 940 €	Dans les 5 ans
Blanchisserie (T3)	Pas de travaux chiffrés			
Satellite	Pas de travaux chiffrés			

Le critère de priorité est défini selon le diagnostic et l'état des équipements à changer.

Point d'attention :

Lors du fonctionnement GE en cas de défaut d'un transformateur, les fusibles de protection de la cellule QM ne verront pas le défaut (l'ICC de la centrale GE sera trop bas) : la protection de boucle n'est donc pas assurée (cas actuel).

Deux solutions sont possibles :

- Mettre en place des relais de protection disposant d'un seuil de déclenchement, qui sera en service seulement en fonctionnement GE (+ 2000€ / cellule) -> solution retenue,
- Remplacer les cellules QM par des disjoncteurs (prix des cellules doublé).

3. CAPACITE D'EXTENSION

3.1 Préambule

Les données présentées dans ce chapitre sont calculées à partir du schéma directeur immobilier détaillé au §3.2. Des hypothèses de puissances sont prises selon le retour d'expérience de consommation type d'hôpital (ces données seront à confirmer, elles auront une influence sur les choix définitifs). Une évolution du SDI modifiera les calculs de puissance, la définition de la station GE, les tracés proposés, les chiffrages, etc. Chaque projet individuel aura un impact sur la puissance globale du site au fur et à mesure de l'avancée des travaux. Il est donc recommandé de consolider le calcul de puissance pour la station GE une fois la définition précise des travaux connue et cela avant le début des travaux d'extension du site.

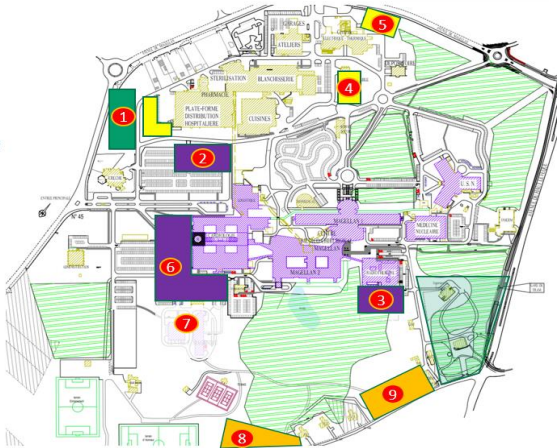
Lors des travaux, les Maitres d'Œuvres seront donc chargés de vérifier si les hypothèses proposées sont toujours valides et de consolider les plans ainsi que le budget selon les plans de travaux définitifs.

3.2 Présentation du Schéma Directeur Immobilier

Les neufs projets immobiliers suivants ont été identifiés dans le SDI :

N°	Projet	Calendrier Travaux	Surfaces SDO (m²)	Commentaires
1	Parking Silo 1000 places	2026		Alimentation distincte, hors étude
2	Institut de Biologie et Pathologie	2027	15 000	Nouveau bâtiment
3	Extension de la Radiothérapie	2025	2 000	2 bunkers
4	Nouvelle Blanchisserie	2027	4 900	Nouveau bâtiment
5	Nouvelle Chaufferie			Alimentation distincte, hors étude
6	U2CTD (Urgence Cancero Cardio Thoracique)	2028-2032	45 000	Extension seule estimée à 45 000 m²
7	Démolition CFM	2033		Possible réutilisation pour du tertiaire
8	Crèche + logements	Non défini	5 000	Alimentation distincte, hors étude
9	Hôtel hospitalier « Les liens du cœur »	Non défini		Alimentation distincte, hors étude

- Constructions envisagées:
- 1 Création d'un parking silo (emplacement non définitif)
 - 2 Institut de Biologie et Pathologie
 - 3 Extension de la Radiothérapie
 - 4 Nouvelle Blanchisserie
 - 5 Nouvelle Chaufferie
 - 6 U2CTD
 - 7 Démolition CFM
 - 8 Hôtel Hospitalier (emplacement non définitif)
 - 9 Crèches/logements



Périmètre d'étude du SDT Electrique

Dans ces neufs projets, cinq ont un impact sur le schéma électrique du CHU :

- Nouveau Institut de Biologie et Pathologie
- Extension de la Radiothérapie
- Nouvelle blanchisserie
- Nouveau U2CTD
- Démolition CFM

3.3 Calcul des ratios

Afin de définir les différents ratios de W/m^2 selon la typologie de service, nous avons utilisé les données de surface actuelle et de puissances maximales relevées par EFICAM pour 3 de vos bâtiments : Blanchisserie/Cuisine depuis le T3, Cardiologie depuis le T4 et T8, Radiothérapie depuis le T9. Nous additionnons les puissances maximales des différentes TRN et TRS en appliquant un coefficient de foisonnement de 0.8 car les pics de puissance ne surviennent pas en même temps. Nous en déduisons ainsi un ratio de puissance consommée en W/m^2 .

Voici le détail du calcul :

		Surface SDO m²	Conso Max EFICAM (kVA)		Conso Max EFICAM (kW)		TOTAL Puiss (kW) avec fois ^{ent} <i>Coef 0.8</i>	Ratio (W/m2)
			N	S	N	S		
T3	Blanchisserie et Cuisine	10 911	380	490	304	392	1 226	112
			650	395	520	316		
T4	Cardiologie	34 707	340	260	272	208	1 050	30
T4 R			510		408			
T8			350	180	280	144		
T9	Radiothérapie	2 405	230	135	184	108	234	97

Le ratio de 30 W/m^2 pour des services hospitaliers standard étant relativement faible, nous avons revu ce ratio à la hausse à 40 W/m^2 .

La nouvelle blanchisserie étant plus conséquente et toute électrique, nous avons multiplié la consommation, donc le ratio, par deux.

Pour la suite du document, les ratios suivants sont donc utilisés :

Ratio W/m2	
Logistique	220
Hospitalier Standard	40
Plateau Technique	100

Affaire : CHU Bordeaux – GH Sud – Site Haut-Lévêque
Phase : Schéma Directeur Technique HT/BT - Note Technique Fiabilisation / Extension – Version 3
Rédacteur : E&S / Gérald Rouxel & Clémence Godron **Date** : Septembre 2024

3.4 Rappel des interfaces thermiques

Les interfaces ci-dessous sont fournies par EDEIs en charge du SDT Thermique.
(kW thermique)

		Solution 1			Solution 2			
	Programmation des opérations	Désignation Installations Primaires	Puissances électriques	Principe de sécurisation	Désignation Installations Primaires	Puissances électriques	Principe de sécurisation	
Thermique Chaud	2027	Sous-station principale localisée dans le bâtiment Energie existant	150	X	Sous-station principale localisée dans le bâtiment Energie existant	150	X	
Thermique Froid	Opérations du Schéma Directeur Immobilier							
	2025	Centrale de Froid et sous-station primaire N°1	600	X	Centrale de Froid et sous-station primaire N°1	600	X	
					Centrale de Froid et sous-station primaire N°2	1400	X	
	2025	Extension radiothérapie	180	X	Extension radiothérapie	180	X	
	2027	Institut de Biologie Pathologie	440	X	Institut de Biologie Pathologie	40	X	
	2027	Nouvelle blanchisserie	10	X	Nouvelle blanchisserie	10	X	
	2032	U2CTD	1180	X	U2CTD	60	X	
			2410			2290		
	Requalification des Existants							
	A définir					EVOLUTION Centrale de Froid et sous-station primaire N°2	1000	X
			Zone Stérilisation/Pharmacie/ magasins	280	X	Stérilisation	280	X
			HGE	Pas d'augmentation des besoins	X	HGE	Pas d'augmentation des besoins	X
			Cardiologie/Radiologie	590	X	Cardiologie	50	X
			SAU	220	X	SAU	20	X
			USN	240	X	USN	20	X
		Médecine nucléaire	80	X	Médecine nucléaire	10	X	
		Radiothérapie	Voir extension Radiothérapie	X	Radiothérapie	Voir extension Radiothérapie	X	
	MHL	170	X	MHL	20	X		
		1580			1400			
Bilan électrique Froid pouvant évoluer de			2410 à 3990 kW	Bilan électrique Froid pouvant évoluer de			2290 à 3690 kW	

Soit pour la requalification des Existants :

- Solution 1 :

Poste	kW	kVA
T3 (Stérilisation)	280	350
T4 ou T8 (Cardio + SAU)	810	1 013
T6 (USN + Nucléaire)	320	400
T5 (MHL)	170	213
	1580	1 975

- Solution 2 :

Poste	kW	kVA
T3 (Stérilisation)	280	350
T4 ou T8 (Cardio + SAU)	70	87.5
T6 (USN + Nucléaire)	30	37.5
T5 (MHL)	20	25
	400	500

3.5 Solution 1 – Répartition du froid par bâtiment

3.5.1 Puissance des nouveaux bâtiments du SDI

La puissance électrique totale consommée par bâtiment est décomposée ainsi :

- La puissance liée au service du bâtiment,
- Nous ajoutons ensuite 15% de réserve (comme dimensionné pour les bâtiments actuels),
- Nous ajoutons ensuite 15% de marge de calcul,
- Et enfin, basé sur les informations d'EDEIS, nous ajoutons la puissance électrique de froid produite par le bâtiment.

En conséquence, voici le bilan de puissance nécessaire pour chaque projet :

N°	Projet	Calendrier Travaux	Surfaces SDO (m2)	Service	Puiss Service (kW)	+ Réserve de 15% (kW)	+ Aléas de calcul 15% (kW)	Puiss Elec Clim (source Edeis) (kW)	TOTAL (kW)	TOTAL (kVA)
3	Extension de la Radiothérapie	2025	2 000	Plateau Technique	200	230	265	180	445	556
2	IBP	2027	15 000	Hospitalier Standard	600	690	794	440	1 234	1 542
4	Nouvelle Blanchisserie	2027	4 900	Logistique	1 078	1 240	1 426	10	1 436	1 795
6	U2CTD	2032	45 000	Hospitalier Standard	1 800	2 070	2 381	1 180	3 561	4 451
									6 674	8 343

La définition du SDI pouvant encore évoluer, les calculs de puissances consommées seront à consolider par les Maitres d'Œuvres.

Important : pour la vérification de puissance disponible pour le site, Enedis aura besoin d'avoir une vision globale des puissances nécessaires pour l'ensemble des projets :

- Projets raccordés sur les installations de l'hôpital,
- Projets alimentés directement depuis le réseau ENEDIS (Parking avec bornes de recharges, crèches, logements, etc)

Afin d'alimenter les nouveaux bâtiments, des solutions de raccordement ont été envisagées, les choix techniques seront à la charge des Maitrise d'œuvre concernées :

3.5.2 Augmentation de puissance du site

Afin de dimensionner la nouvelle centrale électrique et la boucle HTA dans le cadre du SDI, les calculs suivants sont effectués :

- Consommée max Actuel
 - Puissance apparente maximale mesurée par EFICAM.
- Consommée projetée SDI
 - Réutilisation des puissances consommées
 - Ajout des puissances de froid
 - Ajout des puissances des nouveaux bâtiments
- Somme Consommée projetée SDI
 - Les consommations actuelles sont additionnées et foisonnées. Le coefficient de foisonnement choisi est 0.72 afin que la somme des valeurs actuelles mesurées par EFICAM atteigne 5300 kVA soit un pic de consommation estivale du site Haut-Lévêque.
 - Puis sont ajoutés les consommations de froid et des nouveaux bâtiments (non foisonnées)

Existant	Extension	Consommé max actuel (kVA)		Consommé projeté SDI (kVA)	
		N	S	N	S
T3		380	490	380	490
		650	395	650	395
				350	
T10		500	500	500	500
	IBP			1 542	
	U2CTD			1 484	
T8				1 013	
		350	180	350	180
				1 484	
T4		340	260	340	260
	U2CTD			1 484	
T2		513	192	513	192
	Extension Radio			556	
T9		230	135	230	135
T1		110	450	110	450
		600		600	
		145	200	145	200
T5				213	
T7		276	200	276	200
T6		185	160	185	160
				400	
				1 795	
	Nouvelle Blanchisserie			1 795	
	Somme foisonnée	5 358 kVA		15 675 kVA	

Climatisation en plus

Nouveau bâtiment

La future consommation du site serait donc 15 675 kVA.

3.5.3 Impact sur la centrale électrique

➤ Cellules HTA

Voici les puissances admissibles selon les cellules HTA installées :

Cellule HTA	Puissance maximale admissible
400 A	10 000 kVA
630 A	16 000 kVA
1 250 A	32 000 kVA

Pour le dimensionnement de la centrale électrique, il serait donc nécessaire de changer les cellules actuelles de 400 A pour des cellules de 630 A ou 1250 A. pour anticiper d'autres futures augmentations du site.

Le nombre de cellule à installer dépend du nombre de boucles HTA choisies :

- 2^{èmes} boucles : 4 cellules disjoncteurs (2 en normal et 2 en secours),
- 2^{èmes} et 3^{èmes} boucles : 8 cellules disjoncteurs (2 en normal et 2 en secours).

➤ Nombre de GE dans la centrale

Nous préconisons de conserver 6 GE dans la centrale. En effet, pour passer sur une centrale à 4 GE, il faudrait augmenter la puissance individuelle de chaque groupe. Or, en suivant la contrainte normative N-1 pour le calcul de la puissance disponible, il est plus pénalisant de retirer un groupe de puissance élevé qu'un groupe de puissance plus faible.

➤ Puissance des GE

L'évolution de puissance du site Haut-Lévêque basé sur la puissance maximale est la suivante :

ETAT EXISTANT DE REFERENCE			5 358 kVA
Date	Projet	Puissance projet (kVA)	Puissance site (kVA)
2025	Requalification de l'existant Thermique	1 975	7 333
2025	Extension de la Radiothérapie	556	7 888
2027	Institut de Biologie et Pathologie	1 542	9 430
2027	Nouvelle Blanchisserie	1 795	11 225
2032	U2CTD	4 451	15 675

Voici la puissance des GE à installer pour soutenir cette puissance :

Puissance à fournir	15 675	kVA
Nb de GE	6	
Nb de GE -1	5	
Puissance par GE	3 200	kVA

➤ Citerne de fuel

La contenance des citernes fuel sera à vérifier suivant l'augmentation de puissance nécessaire au fonctionnement secours du site, les données prises en compte pour ce calcul sont :

- Autonomie de 72h
- Fonctionnement des 5 GE à 80% de charge

Pour un groupe supérieur à 500 kVA, la consommation théorique du groupe est de 0.18 l/kWh.
Soit 0.225 l/kVAh.

Pour un fonctionnement 72h à 80% de charge pour 5 GE de 3200 kVA, la consommation théorique serait environ de 200 000 litres sur 72h.

L'installation de stockage et de distribution de fuel est composée de la manière suivante :

- Une citerne de 100 000 litres de fuel pour les GE,
- Une citerne de 50 000 litres de fuel pour les GE,
- 2 autres cuves de 100 000 litres sont existantes et destinées à d'autres applications (dont une serait sablée)

La réutilisation d'une de ces cuves sera nécessaire pour la contenance totale de 200 000 litres.

3.5.4 Impact sur la boucle HTA

Référence du plan : HL.E.01 – Plan de masse – Solutions finales 1 & 2

Selon les préconisations EFICAM :

- Un câble de 150 mm² admet une puissance de 6 900 kVA.
- Un câble de 240 mm² admet une puissance de 8 800 kVA

Le plan « Solution Finale n°1 » propose la mise en place de 3 boucles de 150 mm².

Créer trois boucles et non deux boucles permet de :

- De conserver toutes les boucles en 150 mm².
- D'anticiper une future augmentation de puissance du site en changeant alors par une boucle par du 240 mm².

La répartition de puissance par boucle serait alors la suivante :

<i>Boucle</i>		Boucle Ouest	Boucle Est	Boucle Sud
<i>Poste sur la Boucle</i>		T3 / T10 / IBP / U2CTD / T8	T1 / T9 + Extension / T2 / T4 / U2CTD / T7 / T6	Nouvelle Blanchisserie
<i>Puiss Consommée (kVA)</i>		6 868	7 012	1 795
<i>Réserve selon section (kVA)</i>	<i>150 mm²</i>	32	- 112	5 105
	<i>240 mm²</i>	1 932	1 788	7 005

Cette répartition permet de séparer les futurs postes de l'U2CTD et le T4/T8 sur 2 boucles différentes et ainsi permettre de conserver un minimum d'alimentation en cas de perte d'une boucle.

La boucle Est en l'état permettra tout juste d'accueillir la puissance prévue (Réserve négative de -104 kVA). Afin de prévenir ce risque, une estimation plus précise de la consommation des nouveaux bâtiments ainsi qu'une vérification de la puissance réellement consommée sur le site avant la fin de la construction de l'U2CTD sera à réaliser. Une option pour délester cette boucle si celle-ci vient à dépasser les 6900 kVA serait la mise en place du poste T1 sur la boucle Sud. Ce changement ne demanderait que peu de travaux car le poste est déjà situé dans la centrale électrique au nord du site.

Cette variable d'ajustement permet de prendre le risque de garder la boucle Est en 150 mm².

Option pour les projets Logement 8 et 9 :

Concernant le raccordement des logements (projets 8 et 9 du SDI) sur la boucle HTA du site, deux options sont envisageables:

- Garder les boucles en 150mm² mais raccorder le T1 sur la boucle Sud pour ensuite raccorder les logements sur le T9 (voir plan proposé)
- Modifier la boucle Est en 240 mm² pour ensuite raccorder les logements sur le T9

Point d'attention :

Le poste Satellite resterait raccordé en branche sur le T7. L'alimentation du poste Satellite devra donc évoluer si le T7 est démoli.

3.5.5 Enveloppe budgétaire

Voici l'enveloppe budgétaire associé pour l'ensemble de la reprise des 3 boucles. Tous les tronçons sont posés en 150 mm² :

Modification de liaison	Montant HT en €
Préparation	140 000
M1	160 200
M3	25 400
M4	25 400
M6	60 200
M7	37 700
M8	319 310
M9	310 510
M15	119 900
M16	58 920
M17	55 900
M18	27 400
M19	127 200
M21	53 000
M24	42 100
M38	106 000
M39	178 300
M40	105 000
M41	149 100
Total HT en €	2 101 540
Total HT en € avec 15% aléas	2 416 771

Proposition Alternative pour l'Ajout du raccordement des logements depuis la Radiothérapie:

Le chiffrage des tronçons supplémentaires M22 et 23 en 150 mm² serait le suivant :

M22	134 250
M23	218 730
Total HT en €	352 980
Total HT en € avec 15% aléas	405 927

➤ Alternative n°1 pour raccorder les logements sur le poste Radiothérapie :

- Boucle Est en 240 mm²
- Boucle Sud et Boucle Ouest en 150 mm²
 - Coût total HT avec aléas : 2 700 000€ (supérieur au chiffrage détaillé ci-dessus en 150 mm²)
- M22 et M23 pour un coût total HT avec aléas de 400 000€

Soit un total de 3 100 000€ (montant HT avec aléas) pour inclure le raccordement des projets 8 et 9 en installant une boucle en 240 mm².

➤ Alternative n°2 pour raccorder les logements sur le poste Radiothérapie :

- Boucle Est, Sud et Boucle Ouest en 150 mm²
 - Coût total HT avec aléas : 2 420 000€
- Reprise de la boucle Sud pour y intégrer le poste T1 : 40 000€
- M22 et M23 pour un coût total HT avec aléas de 400 000€

Soit un total de 2 860 000€ (montant HT avec aléas) pour inclure le raccordement des projets 8 et 9 en basculant le poste T1 sur la boucle Sud.

3.6 Solution 2 – Nouvelle Centrale froid

3.6.1 Puissance des nouveaux bâtiments du SDI

La puissance électrique totale consommée par bâtiment est décomposée ainsi :

- La puissance liée au service du bâtiment,
- Nous ajoutons ensuite 15% de réserve (comme dimensionné pour les bâtiments actuels),
- Nous ajoutons ensuite 15% de marge de calcul,
- Et enfin, basé sur les informations d'EDEIS, nous ajoutons la puissance électrique de froid produite par le bâtiment.

En conséquence, voici le bilan de puissance nécessaire pour chaque projet :

N°	Projet	Calendrier Travaux	Surfaces SDO (m2)	Service	Puiss Service (kW)	+ Réserve de 15% (kW)	+ Aléas de calcul 15% (kW)	Puiss Elec Clim (source Edeis) (kW)	TOTAL (kW)	TOTAL (kVA)
3	Extension de la Radiothérapie	2025	2 000	Plateau Technique	200	230	265	180	445	556
2	IBP	2027	15 000	Hospitalier Standard	600	690	794	40	834	1 042
4	Nouvelle Blanchisserie	2027	4 900	Logistique	1 078	1 240	1 426	10	1 436	1 795
10	Centrale Froid n°2*	2027							2 400	3 000
6	U2CTD	2032	45 000	Hospitalier Standard	1 800	2 070	2 381	60	2 441	3 051
									7 554	9 443

**La centrale de froid est dimensionnée dans le rapport EDEIS.*

La définition du SDI pouvant encore évoluer, les calculs de puissances consommées seront à consolider par les Maitres d'Œuvres.

Important : pour la vérification de puissance disponible pour le site, Enedis aura besoin d'avoir une vision globale des puissances nécessaires pour l'ensemble des projets :

- Projets raccordés sur les installations de l'hôpital,
- Projets alimentés directement depuis le réseau ENEDIS (Parking avec bornes de recharges, crèches, logements, etc)

3.6.2 Augmentation de puissance du site

Afin de dimensionner la nouvelle centrale électrique et la boucle HTA dans le cadre du SDI, les calculs suivants sont effectués :

- Consommée max Actuel
 - Puissance apparente maximale mesurée par EFICAM.
- Consommée projetée SDI
 - Réutilisation des puissances consommées
 - Ajout des puissances de froid
 - Ajout des puissances des nouveaux bâtiments
- Somme Consommée projetée SDI
 - Les consommations actuelles sont additionnées et foisonnées. Le coefficient de foisonnement choisi est 0.72 afin que la somme des valeurs actuelles mesurées par EFICAM atteigne 5300 kVA soit un pic de consommation estivale du site Haut-Lévêque.
 - Puis sont ajoutés les consommations de froid et des nouveaux bâtiments (non foisonnées)

Existant	Extension	Consommé max actuel (kVA)		Consommé projeté SDI (kVA)	
		N	S	N	S
T3		380	490	380	490
		650	395	650	395
				350	
T10		500	500	500	500
	IBP			1 042	
	U2CTD			1 017	
T8				88	
		350	180	350	180
				1 017	
T4		340	260	340	260
	U2CTD			1 017	
T2		513	192	513	192
	Extension Radio			556	
T9		230	135	230	135
T1		110	450	110	450
		600		600	
		145	200	145	200
				25	
T7		276	200	276	200
T6		185	160	185	160
				38	
	Nouvelle Blanchisserie			1 795	
	Centrale Froid n°2			3 000	
	Somme foisonnée	5 358 kVA		15 300 kVA	

Climatisation en plus

Nouveau bâtiment

La future consommation du site serait donc 15 292 kVA.

3.6.3 Impact sur la centrale électrique

➤ Cellules HTA

Voici les puissances admissibles selon les cellules HTA installées :

Cellule HTA	Puissance maximale admissible
400 A	10 000 kVA
630 A	16 000 kVA
1 250 A	32 000 kVA

Pour le dimensionnement de la centrale électrique, il serait donc nécessaire de changer les cellules actuelles de 400 A pour des cellules de 630 A ou 1250 A. pour anticiper d'autres futures augmentations du site.

Le nombre de cellule à installer dépend du nombre de boucles HTA choisies :

- 2^{èmes} boucles : 4 cellules disjoncteurs (2 en normal et 2 en secours),
- 2^{èmes} et 3^{èmes} boucles : 8 cellules disjoncteurs (2 en normal et 2 en secours).

➤ Nombre de GE dans la centrale

Nous préconisons de conserver 6 GE dans la centrale. En effet, pour passer sur une centrale à 4 GE, il faudrait augmenter la puissance individuelle de chaque groupe. Or, en suivant la contrainte normative N-1 pour le calcul de la puissance disponible, il est plus pénalisant de retirer un groupe de puissance élevé qu'un groupe de puissance plus faible.

➤ Puissance des GE

Point d'attention : la puissance affichée sur les groupes électrogènes est une puissance ESP (Emergency Stand-by Power - Charge variable, durée limitée), correspondant à la puissance maximale que le GE peut produire sur un temps limité (1h toutes les 12h). A l'inverse, la puissance PRP (Prime Running Power - Charge variable, durée illimitée) correspond à la charge courante acceptable par le GE sur de longues périodes, une surcharge de 10% est admissible un temps limité (1h toutes les 12h).

Une vigilance sera à garder sur les contraintes de puissance applicables aux GE.

L'évolution de puissance du site Haut-Lévêque basé sur la puissance maximale est la suivante :

ETAT EXISTANT DE REFERENCE			5 358 kVA
Date	Projet	Puissance projet (kVA)	Puissance site (kVA)
2025	Requalification de l'existant Thermique	500	5 858
2025	Extension de la Radiothérapie	5567	6 413
2027	Institut de Biologie et Pathologie	1 042	7 455
2027	Nouvelle Blanchisserie	1 795	9 250
2027	Nouvelle Centrale froid N°2	3 000	12 250
2032	U2CTD	3 051	15 300

Voici la puissance des GE à installer pour soutenir cette puissance :

Puissance à fournir	15 300	kVA
Nb de GE	6	
Nb de GE -1	5	
Puissance par GE	3 200	kVA

➤ Citerne de fuel

La contenance des citernes fuel sera à vérifier suivant l'augmentation de puissance nécessaire au fonctionnement secours du site, les données prises en compte pour ce calcul sont :

- Autonomie de 72h
- Fonctionnement des 5 GE à 80% de charge

Pour un groupe supérieur à 500 kVA, la consommation théorique du groupe est de 0.18 l/kWh.
Soit 0.225 l/kVAh.

Pour un fonctionnement 72h à 80% de charge pour 5 GE de 3200 kVA, la consommation théorique serait environ de 200 000 litres sur 72h.

L'installation de stockage et de distribution de fuel est composée de la manière suivante :

- Une citerne de 100 000 litres de fuel pour les GE,
- Une citerne de 50 000 litres de fuel pour les GE,
- 2 autres cuves de 100 000 litres sont existantes et destinées à d'autres applications (dont une serait sablée)

La réutilisation d'une de ces cuves sera nécessaire pour la contenance totale de 200 000 litres.

3.6.4 Impact sur la boucle HTA

Référence du plan : HL.E.01 – Plan de masse – Solutions finales 1 & 2

Selon les préconisations EFICAM :

- Un câble de 150 mm² admet une puissance de 6900 kVA.
- Un câble de 240 mm² admet une puissance de 8800 kVA

Le plan « Solution Finale n°2 » propose la mise en place de 3 boucles de 150 mm².

Créer trois boucles et non deux boucles permet de :

- De conserver toutes les boucles en 150 mm².
- D'anticiper une future augmentation de puissance du site en changeant alors par une boucle par du 240 mm².

La répartition de puissance par boucle serait alors la suivante :

<i>Boucle</i>		Boucle Ouest	Boucle Est	Boucle Sud
<i>Poste sur la Boucle</i>		T3 / T10 / IBP / U2CTD / T8	T1 / T9 + Extension / T2 / T4 / U2CTD / T7 / T6	Nouvelle Blanchisserie / Centrale Froid n°2
<i>Puiss Consommée (kVA)</i>		4 977	5 529	4795
<i>Réserve selon section (kVA)</i>	150 mm2	1 923	1 371	2 105
	240 mm2	3 823	3 271	4 005

Cette répartition permet de séparer les futurs postes de l'U2CTD et le T4/T8 sur 2 boucles différentes et ainsi permettre de conserver un minimum d'alimentation en cas de perte d'une boucle. De plus, les réserves sur chaque boucle sont suffisantes pour garder du 150 mm2 et raccorder les projet 8 et 9 sur la boucle Est (depuis la radiothérapie).

3.6.5 Enveloppe budgétaire

Voici l'enveloppe budgétaire associé pour l'ensemble de la reprise des 3 boucles :

Modification de liaison	Montant HT en €
Préparation	140 000
M1	160 200
M3	25 400
M4	25 400
M10	311 410
M11	327 140
M12	74 100
M13	368 820
M14	298 900
M15	119 900
M16	58 920
M17	55 900
M18	27 400
M19	127 200
M21	53 000
M24	42 100
M38	106 000
M39	178 300
M40	105 000
M41	149 100
Total HT en €	2 745 190
Total HT en € avec 15% aléas	3 167 319

Le raccordement des projet 8 et 9 sur la boucle HTA est alors possible en 150 mm² donc pas d'impact sur le chiffrage des boucles HTA.

Le chiffrage des tronçons supplémentaires M22 et M23 en 150 mm² serait le suivant :

M22	134 250
M23	218 730
Total HT en €	352 980
Total HT en € avec 15% aléas	405 927

3.7 Fiabilisation et Extension du Bâtiment Energie

- **Référence des plans associés :**
 - HL.F.11a – Bâtiment Energie Fiabilisation RDC
 - HL.F.11b – Bâtiment Energie Fiabilisation R+1
 - HL.F.SYN.01 – Fiabilisation Synoptique HTA

3.7.1 Centrale actuelle

Pour rappel, le site du centre hospitalier de Haut-Lévêque est alimenté en énergie électrique par deux câbles dédiés Enedis qui assurent l'alimentation « Normal » des deux rames HTA A1 et A2.

Le site est également équipé d'une station de groupe électrogène composée de 5 GE :

- Deux GE de 1650 KW
- Un GE de 1888 KW
- Deux GE de 880 KW

Dans le cadre de la fiabilisation de ces installations, le synoptique HL.F.SYN.01 joint au présent dossier présente l'organisation proposée pour les distributions et organisations des origines des installations électriques. Ce synoptique est complété par des plans qui proposent une organisation des futurs locaux électrique pour le rez-de-chaussée et le niveau R+1.

3.7.2 Evolutions de puissances

Pour rappel, les solutions présentées ci-dessus sont :

- Mise en place de 6 GE de 3200 kVA (PRP)
- Ajout d'une boucle pour répartir la puissance
- Mise en place de cellules de 1250 A

3.7.3 Postes têtes des boucles

Les architectures de distributions proposées prévoient la création de postes « Têtes de boucles ». Ces postes permettront de disposer de doubles points communs de connexions et de distribution HTA.

Ces postes HTA permettront de :

- De fiabiliser les origines et alimentations électriques,
- De permettre à tous moments la disponibilité des alimentations de secours,
- De permettre sans interruption de service la maintenance des installations.

Important : Les cellules de 1250A font une hauteur de 2.15m (cellule en place actuellement).

3.7.4 Organisation de la réalisation des travaux

Pour maintenir l'activité des sites hospitaliers, les mutations, permutations ou changement d'origines des alimentations devront être réalisées dans le respect des obligations du livre Blanc mais aussi au règlement de sécurité incendie applicable aux ERP (Arrêté du 25 juin 1980 et modifications apportées aux articles EL.01 à EL.23).

Les alimentations des installations de sécurité incendies devront être traitées dans tous les cas comme des priorités. A chaque moment ou période des travaux deux sources d'alimentations devront toujours être disponibles.

L'organisation des travaux devra prévoir la mise en œuvre de groupes électrogènes mobiles de puissance adaptés aux besoins du site. Ces groupes électrogènes devront disposer d'une autonomie de fonctionnement d'un minimum de 72 h, cette autonomie sera soit assurée par des cuves associées au GEM, soit par raccordements sur les cuves existantes sur le site, avec mise en œuvre de doubles réseaux et doubles jeux de pompes. Les ordres de démarrage des GEM devront être repris depuis les automatismes GE existants sur les sites, les GEM précités devront avoir la capacité de reprendre la charge des installations prioritaires et sécuritaires en moins de 15 secondes.

La mise en service et à disposition du site de ces installations de secours et/ou d'ultimes secours devront faire l'objet d'essais en mode « réel » et être testées tous les mois avec démarrage sur manque tension.

3.7.5 Planification de modification des GE

Comme proposé ci-dessous, la mise en place de GE de 3200 kVA semble nécessaire pour respecter la règle de disponibilité à N-1 de la centrale.

Il sera nécessaire de disposer d'un groupe de secours électrique « Ultime » en complément de l'installation conservée en fonctionnement et que les installations provisoires répondent aux obligations réglementaires, à savoir pour un ERP (Type U ou autre) de disposer de deux sources de secours électrique composées au minimum de deux GE ou en fonction des besoins de puissance à secourir, de deux ensemble ou groupe de GE. A noter que cette station GE Provisoire devra être soumises aux mêmes règles et obligations d'essais mensuels.

Dans le cadre du présent projet et ceci au stade des études de programmation techniques et financières des travaux, les prestations prévues sont les suivantes :

- Rénovation de la station GE en deux étapes
 - o 1ere étape rénovation de l'ensemble de trois GE GE1, GE2 et GE3
 - o 2ème étape rénovation de l'ensemble de deux GE GE4 et GE6
- Mise en œuvre d'un GEM de 2500 kVA en caisson à l'extérieur du bâtiment énergie pendant le remplacement des GE1, GE et G3
- Création et mise en œuvre d'une armoire d'automatismes et son câblage (GEM et deux GE MTU) qui assurera en mode « couplé » le démarrage des GE, la synchronisation tension/ fréquence du GEM et des deux GE existants conservés pendant la première phase de travaux
- Mise en œuvre de cellules HTA provisoires (Reprise réseau Enedis A1 et secours GE) pour assurer la mise hors tension de la rame HTA existantes

Une autre option est possible, elle n'est pas chiffrée au présent dossier, elle concerne la mise en œuvre pendant toute la durée des travaux d'une station de GEM provisoire (Deux ou trois GE en fonction des besoins de puissance). Cette option permettrait de pouvoir réaliser les travaux en une seule phase, mais aurait un impact important sur le coût du projet du principalement au coût de la station GEM provisoire.

Dans tous les cas, les phases de permutation de la station GE existante vers la station provisoire devra faire l'objet d'une méthodologie très détaillée de sorte que le site dispose à tous moments d'un secours électrique fiabilisé.

Les courbes suivantes illustrent :

- l'évolution de la puissance à chaque étape du SDI
 - En bleu foncé la puissance maximum (basée sur un pic estival)
 - En bleu clair la puissance moyenne (basée sur 3300 kVA de consommation courante)
- l'évolution de la puissance PRP disponible dans la centrale GE
 - Pour 2025 :
 - Location d'un GEM de 2500 kVA
 - Remplacement des GE1, GE2 et GE3
 - Fonctionnement des GE4 et GE6 de 2050 kVA
 - Pour 2026 :
 - Remplacement des GE4 et GE6
 - Fonctionnement des GE1, GE2 et GE3 de 3200 kVA
 - Pour 2032:
 - Mise en place d'un 6e GE possible de 3200 kVA
- la puissance PRP +10% disponible 1h toutes les 12h maximum 25h par an

Sur les graphes ci-dessous deux ensembles de courbes orange et jaune sont tracés:

- En orange pour des GE de 3200 kVA
- En jaune pour des GE de 3000 kVA

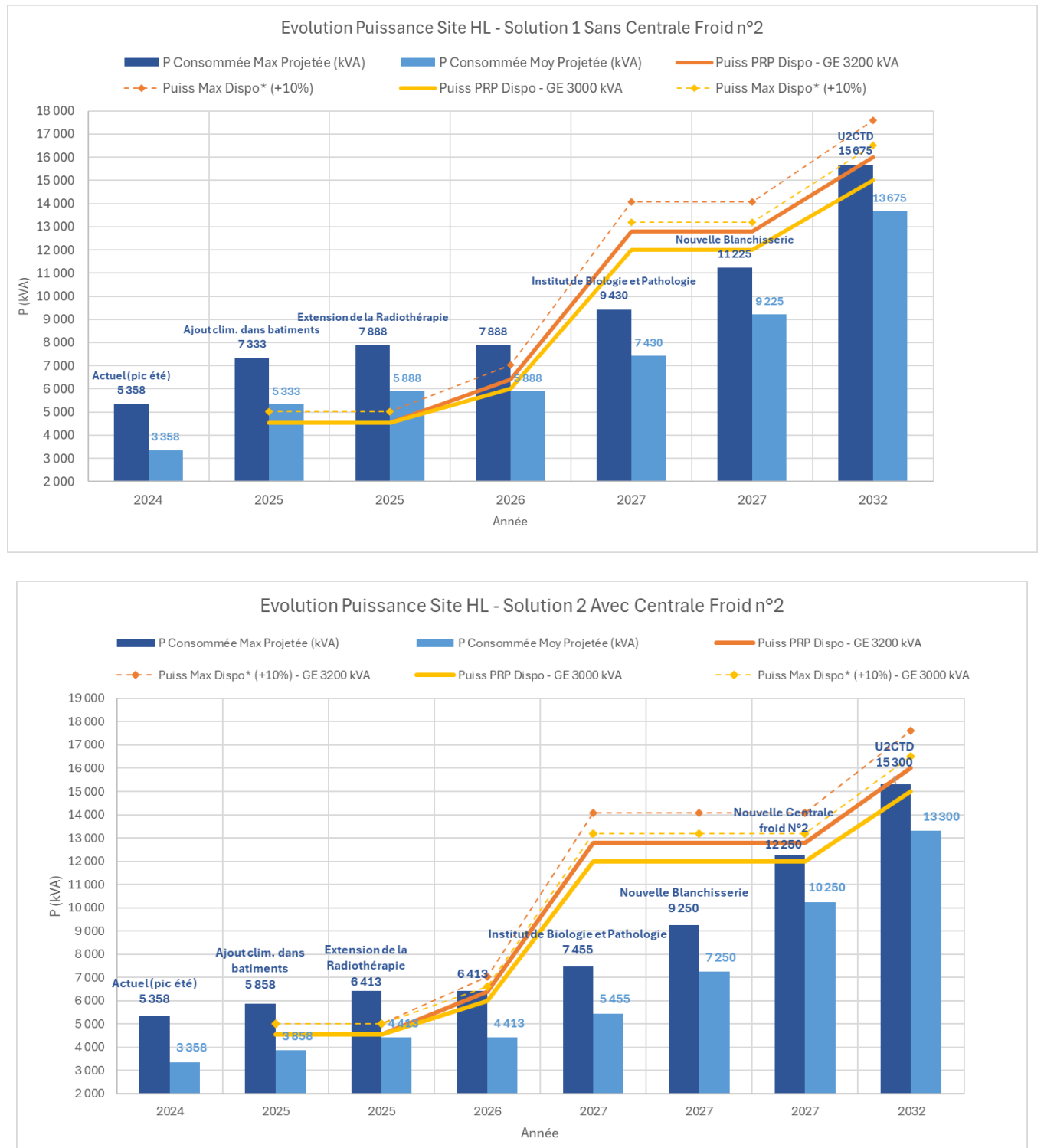
Comme vous pouvez le voir, l'installation de 6 GE de 3000 kVA couvre la puissance courante du site. Pour les pics estivaux, la puissance PRP+10% (jaune pointillé) couvrirait le besoin, en rappelant que cela arriverait si les deux sources Enedis sont inopérantes et qu'un GE est en panne, durant un pic estival. Ce cas est à considérer, mais étant assez rare, il pourrait être absorbé dans les "+10%" admissible par les GE de 3000 kVA.

Le dimensionnement des boucles n'en serait pas impacté.

Le chiffrage lui diminuerait ou non, selon les GE disponibles chez chaque constructeur.

Lors de la prise de contact avec les différents constructeurs, le Maître d'Ouvrage pourrait donc rechercher des GE entre 3000 kVA et 3200 kVA.

Les deux graphiques présentent une différence entre 2025 à 2027 selon la solution thermique choisie. L'ajout de la climatisation en 2025 représente la requalification de l'existant dimensionnée par EDEIS et pourrait être décalée en 2026 ou 2027.



3.7.6 Enveloppe budgétaire

En accord avec les plans joints au dossier, voici le chiffrage prévisionnel des travaux proposés. Ce chiffrage est une estimation à reprendre par les Maitres d'Œuvres lors du démarrage des travaux.

	Montant HT en €
Constats contradictoires & Reportages photos	2 800
Installations de Chantier	40 000
Dépose évacuation suivant phasage des installations existantes	95 000
Aménagements G0 et S0 des locaux techniques	140 000
Equipements électriques des locaux	20 000
Etudes de sélectivité Boucles HTA (Notes de calculs)	25 000
Etudes d'exécution (Notes de calculs, Plans et schémas)	90 000
Location 1 an GE mobile 1 600 kva avec 72 h autonomie (BT - HT.A)	220 000
Centrales Groupes électrogènes 2 x (3 x GE)	3 500 000
Armoires contrôles commandes GE et parties communes	642 000
Armoires auxiliaires et alimentation sécurisée	51 000
Recettes en usines (GE et Auxiliaires)	21 600
Réseaux échappements et silencieux associés	648 000
Réseaux Fuel et réserves journalières	182 000
Réseaux refroidissements et Aero déportés	800 000
Liaisons électriques auxiliaires et raccordements	260 000
Traitements acoustiques et insonorisations	350 000
Adaptations serrureries et ventilation des locaux	78 000
Transformateurs élévateurs (BT-HT.A) et raccordements	323 000
Postes HT.A (Arrivées EDF 1 et 2 et têtes de boucles 1 et 2)	648 000
Disjoncteur Boucle 2	90 000
Disjoncteur Boucle 3	90 000
Recettes en usines (Cellules HT.A et transformateurs)	12 000
Câblages HT.A - Cheminements et raccordements	336 000
Mise en service et essais	111 600
Transport et manutention	210 000
Total HT en €	8 986 000 €
Total HT en € avec 15% aléas	10 333 900 €

3.8 Solution étudiée puis abandonnée

3.8.1 Prise de référence sur la puissance installée

Nous avons calculé la future puissance installée sur le site. La future puissance installée serait environ de 40 MVA. Cette valeur étant très élevée, nous ne préconisons pas de dimensionner la centrale électrique selon la puissance installée, mais bien selon la puissance consommée dans le cadre du SDI.

3.8.2 30% de réserve

Lors des premières estimations de puissance, une réserve de 30% pour la consommation des nouveaux bâtiments était prise. Après revue avec le CHU, la réserve a été baissée à 15%. Cela permet notamment de conserver 3 boucles en 150 mm² au lieu d'installer du 240 mm² qui élève nettement le prix (voir ci-dessous).

3.8.3 Deux boucles de 240 mm²

Au vu des puissances estimées, il serait possible de créer deux boucles de 240 mm². Après demande du CHU, les chiffrages et plans ci-dessous ont été proposés mais n'ont pas été retenus :

- Solution 1 – Sans centrale froid (sans le projet 8 et le projet 9)

Reprise complète des boucles en 240 mm² :

Modification	Montant HT sans aléas
M1	177 000
M12	81 300
M13	410 420
M14	339 500
M15	129 900
M17	57 900
M18	161 380
M20	91 400
M24	49 300
M25	138 800
M26	174 000
M27	78 500
M28	172 600
M29	158 500
M30	213 600
M31	163 620
M32	231 200
M33	171 600
Total HT en €	3 140 520
Total HT en € avec 15% aléas	3 600 000

Avec :

Boucle Ouest	Boucle Est
P consommée (kVA) = 8 352 kVA	P consommée (kVA) = 7 315 kVA <i>Option Logement : P consommée (kVA) = 7 815 kVA</i>

Soit environ 1.1M€ plus cher que la solution proposée « 3 boucles en 150 mm² » au §3.5.5

- Solution 2 – Avec centrale froid

Reprise complète des boucles en 240 mm² :

Modification	Montant HT sans aléas
M1	177 000
M12	81 300
M13	410 420
M14	339 500
M15	129 900
M17	57 900
M18	161 380
M20	91 400
M21	57 800
M24	49 300
M29	158 500
M30	213 600
M31	163 620
M32	231 200
M33	171 600
M34	216 400
M35	135 000
M36	92 200
M37	194 500
Total HT en €	3 280 000
Total HT en € avec 15% aléas	3 760 000

Avec :

Boucle Ouest	Boucle Est
P consommée (kVA) = 7 171 kVA	P consommée (kVA) = 8 121 kVA <i>Option Logement : P consommée (kVA) = 8 621 kVA</i>

Soit environ 500 000€ plus cher que la solution proposée « 3 boucles en 150 mm² » au §3.6.5.

3.9 Raccordement Enedis

Voici le récapitulatif de la consommation totale du site Haut-Leveque pour l'étude Enedis.

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Pour le projet n°1 Parking silo 1000 places
 - Selon la réglementation IRVA, 20% des places doivent être équipées de recharge lente de 7.4 kW, foisonné à 0.4, soit 590 kW
 - A cela s'ajoute diverses installations électriques tels que les éclairages, les ascenseurs, les systèmes de désenfumages etc, soit 60 kW
 - Total Parking Silo \approx 650 kW
- Pour le projet n°8 Crèche + logement de 5000 m²
 - Sur 4500 m² : Nous estimons environ 150 logements de 30 m². Un logement consomme 6 kW foisonné à 0.7, soit 630 kW
 - Sur la surface restante : Nous estimons la crèche à 300 m², avec un ratio de consommation de 40 W/m², soit 12 kW
 - Total Crèche + Logement \approx 645 kW
- Pour le projet n°9 Hôtel de 1090 m²
 - La surface donnée est 1090 m², avec un ratio de consommation de 60 W/m² car un hôtel consomme plus dû aux cuisines, aux ascenseurs etc soit 65 kW
 - Total Hôtel \approx 65 kW
- Pour le projet n°5 Nouvelle chaufferie, celle-ci pourrait consommer jusqu'à 200 kW, mais n'ayant pas de données sur la chaufferie, cette valeur est à confirmer par le maitre d'œuvre dédié.

Projet	Puissance (kW)	Puissance (kVA)
Parking Silo 1000 places	650 kW	
Crèche et Logement	645 kW	
Hôtel hospitalier	65 kW	
Nouvelle Chaufferie	Via DSP	
Boucles HTA depuis la centrale électrique		\approx 15 500 kVA

4. ENVELOPPE BUDGETAIRE TOTALE

4.1 Solution 1 – Sans Centrale Froid

Le chiffrage complet des études composant ce mémoire technique est le suivant :

Solution 1 – <i>Sans option Logement</i>	
Fiabilisation Postes Existants (avec aléas 15% HT)	2 312 887 €
Centrale et GE (avec aléas 15% HT)	10 333 900 €
Boucle HTA (avec aléas 15% HT)	2 416 771 €
TOTAL HT avec aléas	15 063 558 €

Solution 1 – Avec option Logement en 240 mm ²	
Fiabilisation Postes Existants (avec aléas 15% HT)	2 312 887 €
Centrale et GE (avec aléas 15% HT)	10 333 900 €
Boucle HTA (avec aléas 15% HT)	3 100 000 €
TOTAL HT avec aléas	15 746 787 €

Solution 1 – Avec option Logement T1 sur boucle Sud	
Fiabilisation Postes Existants (avec aléas 15% HT)	2 312 887 €
Centrale et GE (avec aléas 15% HT)	10 333 900 €
Boucle HTA (avec aléas 15% HT)	2 860 000 €
TOTAL HT avec aléas	15 506 787 €

Important : Les postes des nouveaux bâtiments ne sont pas chiffrés car ceux-ci selon à la charge des Maître d'œuvre de chaque bâtiment.

4.2 Solution 2 – Avec nouvelle Centrale Froid

Solution 2 - <i>Sans option Logement</i>	
Fiabilisation Postes Existants (avec aléas 15% HT)	2 312 887 €
Centrale et GE (avec aléas 15% HT)	10 333 900 €
Boucle HTA (avec aléas 15% HT)	3 167 319 €
TOTAL HT avec aléas	15 814 106 €

Solution 2 - <i>Avec option Logement</i>	
Fiabilisation Postes Existants (avec aléas 15% HT)	2 312 887 €
Centrale et GE (avec aléas 15% HT)	10 333 900 €
Boucle HTA (avec aléas 15% HT)	3 573 246 €
TOTAL HT avec aléas	16 220 033 €

Important : Les postes des nouveaux bâtiments ne sont pas chiffrés car ceux-ci selon à la charge des Maître d'œuvre de chaque bâtiment.

Date : Septembre 2024

Le ci-dessus représente :

- En vert les jalons du CHU
- En orange les travaux électriques proposés dans ce mémoire technique. Les élongations seront à préciser avec les Maitres d'œuvres concernés. L'enchainement proposé sera par contre à respecter pour que les travaux électriques en orange finissent en même temps (ou avant) le jalon CHU associé (en vert)
- En jaune les travaux d'automatisme
- A droite les chiffrages associés aux travaux électriques préconisés
- Au-dessus l'évolution des puissances

Le PDF est joint à ce dossier.