



200473.02-RN02b - CCTP

21 janvier 2025

**Centre des Monuments
Nationaux**

**CHATEAU DE VINCENNES - REMPLACEMENT DU
TRANSFORMATEUR DU DONJON**

CCTP

BG Ingénieurs Conseils SAS

40 Avenue des Terroirs de France - F-75012 Paris

SAS au capital de 1 516 800 € - RCS Paris - SIRET 303 559 249 00238 - Code APE 71.12B

T +33 1 56 20 64 60 – F +33 1 56 20 65 09 – paris@bg-21.com – www.bg-21.com

FR 493 035 592 49 TVA

■ **INGENIOUS SOLUTIONS**



CHATEAU DE VINCENNES - REMPLACEMENT DU TRANSFORMATEUR DU DONJON

CCTP

| | | | |
|---------------|-----------------------|------------------------|---|
| VERSION | - | b | c |
| DOCUMENT | 200473.02-RN02 - CCTP | 200473.02-RN02b - CCTP | |
| DATE | 4 décembre 2024 | 21 janvier 2025 | |
| ELABORATION | Gilles EVEN | Gilles EVEN | |
| VISA | Cyril COILLOT | Cyril COILLOT | |
| COLLABORATION | Khalil ABDELMOULA | | |
| DISTRIBUTION | Dario MARTOS | Dario MARTOS | |

| TABLE DES MATIERES | Page |
|---|-------------|
| 1. PRESENTATION | 1 |
| 2. PRESTATIONS ATTENDUES | 2 |
| 2.1 Ampleur des travaux | 2 |
| 2.2 Continuité de service | 2 |
| 2.3 Accès | 3 |
| 2.4 Sécurité | 3 |
| 2.4.1 Sécurité des Tiers sur le chantier | 3 |
| 2.4.2 Chantier | 3 |
| 2.4.3 Protections diverses | 3 |
| 2.4.4 Protection des ouvrages et des personnes | 3 |
| 2.4.5 Hygiène et sécurité de chantier | 4 |
| 2.5 Installations du chantier | 4 |
| 2.6 Qualité et dispositions environnementales | 4 |
| 3. ÉTAT DE L'EXISTANT | 5 |
| 3.1 Documents disponibles | 5 |
| 3.2 Principe de fonctionnement | 5 |
| 3.3 Description des équipements existants | 6 |
| 3.3.1 Local HT | 6 |
| 3.3.2 Local TGBT | 7 |
| 4. ÉTUDES ET DOCUMENTATION À FOURNIR | 9 |
| 4.1 Études d'exécution | 9 |
| 4.2 Pendant les travaux | 9 |
| 4.3 Dossier des ouvrages exécutés | 9 |
| 5. TRAVAUX ELECTRIQUES À RÉALISER | 10 |
| 5.1 Présentation | 10 |
| 5.2 Phasage | 10 |
| 5.3 Description des travaux | 11 |
| 5.3.1 Travaux préparatoires | 11 |
| 5.3.2 Mise en œuvre de l'alimentation provisoire du TGBT par groupe électrogène | 11 |
| 5.3.3 Installation du nouveau transformateur HT/BT et ses cellules HT | 12 |
| 5.3.4 Basculement complet du nouveau TGBT : | 14 |
| 5.3.5 Dépose de l'ancien TGBT et de l'armoire CMN | 14 |
| 5.3.6 Installation de la nouvelle armoire vidéo | 15 |
| 5.3.7 Basculements des liaisons entre le l'armoire vidéo existante vers la nouvelle armoire vidéo | 15 |

CHATEAU DE VINCENNES - REMPLACEMENT DU TRANSFORMATEUR DU DONJON

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.3.8 | Dépose l'armoire vidéo existante | 15 |
| 5.4 | Essais | 16 |
| 5.5 | Réception | 16 |
| 6. | SPÉCIFICATIONS | 17 |
| 6.1 | Spécifications générales électriques | 17 |
| 6.1.1 | Qualité et origines des matériels | 17 |
| 6.1.2 | Document technique de base | 17 |
| 6.2 | Spécifications techniques | 18 |
| 6.2.1 | Sécurité - Verrouillage | 18 |
| 6.2.2 | Conditions d'environnement - Influences externes | 18 |
| 6.2.3 | Cellules Haute tension | 18 |
| 6.2.4 | Transformateur | 18 |
| 6.2.5 | Caractéristiques des armoires électriques | 19 |
| 6.2.6 | Nature et sections des conducteurs HT | 20 |
| 6.2.7 | Nature et sections des conducteurs BT | 21 |
| 6.2.8 | Repérage des conducteurs | 22 |
| 6.2.9 | Chemins de câbles | 22 |
| 6.2.10 | Tubes et fourreaux | 23 |
| 6.2.11 | Canalisations électriques | 23 |
| 6.2.12 | Fourreaux | 23 |
| 6.2.13 | Liaisons équipotentiels | 24 |
| 7. | MODALITÉS D'EXÉCUTION DES TRAVAUX | 25 |
| 7.1 | Études d'exécution | 25 |
| 7.2 | Réunions de chantier | 26 |
| 8. | ANNEXES | 27 |
| 8.1 | 200473.01-RN01a-Diagnostic du 21 juin 2024 | 27 |
| 8.2 | Relevés départs armoire vidéo et armoire CMN du 21 octobre 2024 | 27 |
| 8.3 | Plan d'implantation groupe électrogène provisoire | 27 |
| 8.4 | Plan de phasage | 27 |
| 8.5 | Planning prévisionnel de l'opération | 27 |
| 8.6 | Documentation technique | 27 |
| 8.6.1 | Exemple d'autocontrôles à réaliser | 27 |
| 8.6.2 | Exemple de méthodologie attendue pour les basculements | 27 |
| 8.6.3 | Exemple de PV de recette usine | 27 |

1. PRESENTATION

Le Château de Vincennes, situé à l'est de Paris, est l'un des plus grands châteaux fortifiés de France. Cette forteresse imposante, chargée d'histoire, a été le témoin de nombreux événements marquants de l'histoire de France, depuis le Moyen Âge jusqu'à l'époque moderne. Au cœur de ce majestueux château se dresse un célèbre donjon de 50 mètres construit au XIV^e siècle sous le règne de Charles V. Ce dernier est considéré comme l'un des donjons les plus haut d'Europe, et sans aucun doute l'une des parties les plus emblématiques du château de Vincennes avec son architecture militaire de l'époque médiévale.

La gestion du site dans son ensemble relève de la responsabilité du Service Historique de la Défense (SHD). Cependant, le donjon et la Sainte Chapelle sont sous la responsabilité du Centre des Monuments Nationaux (CMN).

Le donjon du château de Vincennes est alimenté en énergie électrique par le réseau 20kV Enedis. Le poste de livraison implanté au sous-sol du donjon est constitué de cellules HTA anciennes et d'un transformateur HTA/BT. Le Tableau Général Basse Tension (TGBT) est implanté dans un local adjacent avec le comptage ainsi que d'autres équipements électriques pour certains hors service.

Les travaux à prévoir dans le cadre du présent marché sont :

- Remplacement du poste HT (transformateur HTA/BT et des cellules HT)
- Installation du nouveau TGBT (intégrant l'armoire CMN) et raccordement des liaisons
- Remplacement de l'armoire Vidéo et raccordement des liaisons
- Dépose des équipements inutilisés

Ces travaux correspondent à la solution n°1 du diagnostic joint en annexe.

2. PRESTATIONS ATTENDUES

2.1 Ampleur des travaux

Le titulaire devra avoir reconnu les lieux lors d'une visite préalable et s'être rendu compte, de l'importance, de la nature des travaux à effectuer et de toutes les difficultés et sujétions pouvant résulter de leur exécution.

Les renseignements donnés au présent dossier ne constituent que des éléments d'information qu'il appartiendra au titulaire de compléter sous sa responsabilité.

Les pièces techniques et administratives constituent cependant pour le titulaire une obligation de résultats.

En conséquence, le titulaire sera tenu d'exécuter les installations décrites suivant la technique qui lui est propre, jusqu'à leur achèvement complet.

Le titulaire devra toutes les prestations nécessaires à la réalisation des travaux tels que décrites dans le CCAP et dans le présent document, notamment :

- Les études d'exécutions
- Les installations de chantier
- Les travaux provisoires
- La manutention
- Le curage des installations
- La dépose, l'évacuation et la valorisation des équipements y compris fourniture des bordereaux associés
- Les travaux électriques
- Les travaux de second œuvre (aménagement des locaux, caniveau, cloisons, ventilation, etc.)
- La participation aux opérations de consignation et de réception
- La réalisation des essais et la mise en service de l'installation
- Le contrôle des installations par un organisme de contrôle agréée, avec la fourniture de l'ensemble des documents nécessaire à ce dernier pour la validation des installations, et la levée de l'ensemble des remarques et réserves émises par l'organisme.
- L'obtention du Consuel
- La fourniture du DOE

2.2 Continuité de service

Le site est en exploitation tous les jours de l'année.

Les coupures électriques sont possibles le matin entre 7h30 et 9h. La remise sous tension devra être effective à 9h impérativement. L'ouverture au public est prévue à 10h.

Des coupures exceptionnelles de l'ensemble de l'alimentation électrique en journée sont envisageables sous réserve d'un délai de prévenance important (2 mois).

Un groupe électrogène sera mis en place durant le remplacement du transformateur HTA/BT et des cellules HT. À la demande du maître d'ouvrage, ce générateur sera installé à une distance de 8 mètres de l'entrée du donjon. Le plan du cheminement du GE est présent dans l'annexe de ce rapport) Par ailleurs, l'ensemble des basculements sera effectué tôt le matin afin de garantir la continuité des activités sur le site, sans interruption.

De façon générale, la réalisation des coupures sera soumise à la validation de la MOE, de la MOA et de l'exploitant conformément à la procédure ci-dessous.

Procédure de réalisation des coupures

Chaque intervention ayant comme conséquence la mise hors service d'équipements devra être organisée de la façon suivante. Le Titulaire devra :

- Transmettre au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage l'heure et la durée de l'intervention 2 mois avant l'intervention
- Réceptionner l'autorisation de réaliser l'intervention de la part du maître d'ouvrage
- Informer la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage de la fin de l'intervention

2.3 Accès

Voir C.C.A.P.

Cas particulier de la manutention dans l'armoire Vidéo

Pour l'évacuation des équipements déposés et l'amenée des nouveaux équipements, le Titulaire pourra utiliser la trappe du RDC de la salle vidéo.

Attention, cette disposition nécessitera la fermeture au public de l'armoire vidéo et devra donc être anticipée par le Titulaire qui soumettra ses propositions d'intervention au moins 1 mois en avance.

2.4 Sécurité

2.4.1 Sécurité des Tiers sur le chantier

Toute intervention dans un établissement doit faire l'objet de mesures particulières de sécurité.

Les dispositions des décrets et textes d'application des 8 janvier 1965 et 29 novembre 1977 tant relatives à la sécurité des travailleurs que des utilisateurs devront être strictement respectées.

Aucun câble électrique volant ne devra être accessible. De façon générale, le Titulaire veillera scrupuleusement à ce qu'aucune pièce nue sous tension ne soit accessible.

Une vigilance particulière devra être apportée à la protection et à la surveillance des outillages, équipements et matériels nécessaire à la bonne réalisation des travaux.

2.4.2 Chantier

Le chantier sera installé sur une zone délimitée par la Maîtrise d'Œuvre.

Le titulaire fournira et installera les moyens d'intervention qui lui seront nécessaires, la méthodologie sera définie en accord avec la Maîtrise d'Œuvre.

2.4.3 Protections diverses

Le titulaire devra prendre toutes dispositions pour protéger les accès et baliser le chantier.

Pendant les travaux, toutes précautions seront prises afin de ne porter atteinte en aucune manière aux existants.

À cet effet, le titulaire devra mettre en œuvre toutes les protections nécessaires en accord avec la Maîtrise d'Œuvre et le coordinateur SPS :

- Film polyane,
- Protection des zones d'intervention,
- Balisage des zones de travaux.

2.4.4 Protection des ouvrages et des personnes

Pendant toute la durée des travaux, et jusqu'à la réception, le titulaire est responsable de la conservation et du maintien en bon état des matériaux, matières premières, matières ouvrées, matériels, engins, outillage et installation de tous ordres du chantier, ainsi que des ouvrages.

Le Titulaire est tenu de se garantir de tous les vols, détournement, dégradations et avaries, dommages, pertes et destructions de toute nature, pour lesquels il est expressément stipulé qu'il ne lui sera, le cas échéant, alloué aucune indemnité.

Aucune indemnité ne peut être allouée au titulaire pour les pertes, avaries, dommages dus à sa négligence, son imprévoyance, le défaut de précaution ou de moyens ou les fausses manœuvres.

Si les travaux viennent à être interrompus, pour quelque cause que ce soit, le titulaire doit protéger les constructions et ouvrages réalisés contre les dégâts qu'ils pourraient subir, sans frais supplémentaire pour le Maître d'Ouvrage.

2.4.5 Hygiène et sécurité de chantier

La possibilité de l'utilisation des sanitaires de l'établissement par les ouvriers impose au titulaire la nécessité de veiller à ce que les sanitaires ne subissent pas de détérioration ou ne soient pas salis anormalement par le personnel du titulaire. (Vérifier cette information auprès du maître d'ouvrage)

Toutes les entreprises ou intervenants dans le cadre de la sous-traitance devront faire l'objet d'une déclaration auprès du Maître d'Ouvrage.

2.5 Installations du chantier

Voir C.C.A.P.

2.6 Qualité et dispositions environnementales

Le Titulaire devra fournir son plan d'assurance qualité (PAQ) adapté à cette opération.

Des dispositions particulières devront être prises pour les contraintes spécifiques aux travaux électriques.

Le Titulaire devra également fournir ses procédures pour la maîtrise des déchets, afin d'assurer une traçabilité du traitement des déchets de chantier : Schéma organisationnel de Gestion et d'Elimination des Déchets (SOGED).

En fonction de leur catégorie, les déchets seront recyclés, incinérés, traités ou stockés en centre de stockage de classe approprié.

Pour ce faire le Titulaire devra faire appel à différentes filières d'élimination des déchets selon leur nature :

- Des centres de tri
- Des entreprises spécialisées en traitement et destruction de déchets
- Des centres d'enfouissement de classe adaptée à la catégorie du déchet

Le titulaire devra fournir les procès-verbaux relatifs au traitement et à l'élimination des déchets.

3. ÉTAT DE L'EXISTANT

3.1 Documents disponibles

- Rapport diagnostic 200473.01-RN01a-Diagnostic du 21 juin 2024

3.2 Principe de fonctionnement

Les poste de livraison est alimenté en 20kV par 2 liaisons accessibles uniquement au niveau de leur pénétration sur le site du château puis à l'arrivée dans le donjon.

Ce poste alimente le TGBT qui distribue l'énergie électrique :

- Sur les installations du CMN (donjon et Sainte Chapelle)
- Sur le coffret « Tour du Village » qui appartient au SHD

Ci-dessous l'architecture de principe de la distribution électrique du CMN.

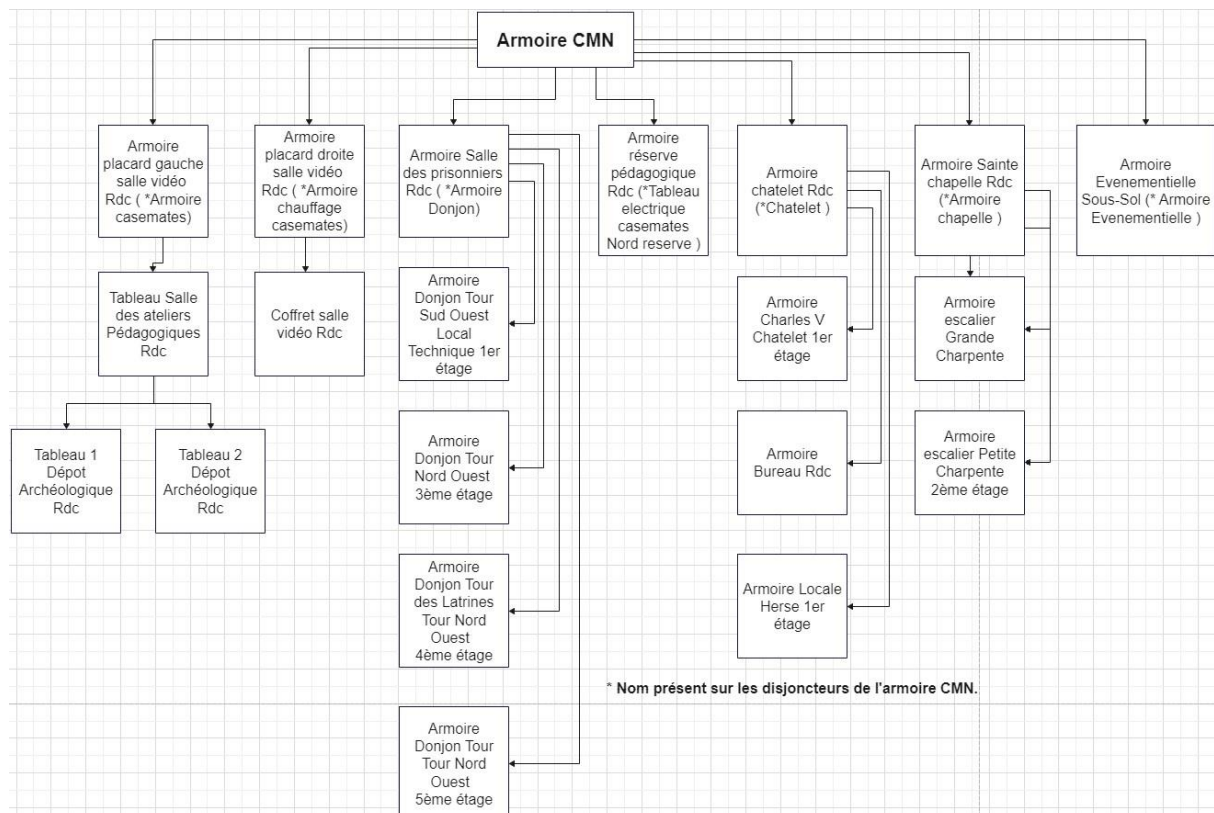


Figure 1 : Architecture électrique BT

3.3 Description des équipements existants

3.3.1 Local HT

Les équipements installés dans le local haute tension du site sont :

- Deux cellules d'entrée HTA Alstom Fluomatic F500 de type F522
- Une cellule interrupteur-fusibles Schneider Electric Solefuse



Figure 2 : cellules d'entrée HTA et cellule de protection

- Un transformateur à huile d'une puissance de 630kVA de la gamme Minera. Le transformateur est conforme à la norme et en bon état ;



Figure 3 : Transfo huile de 630 kVA

- Une protection générale BT



Figure 4 : Protection générale BT

3.3.2 Local TGBT

Les équipements installés dans le local TGBT sont :

- Un TGBT

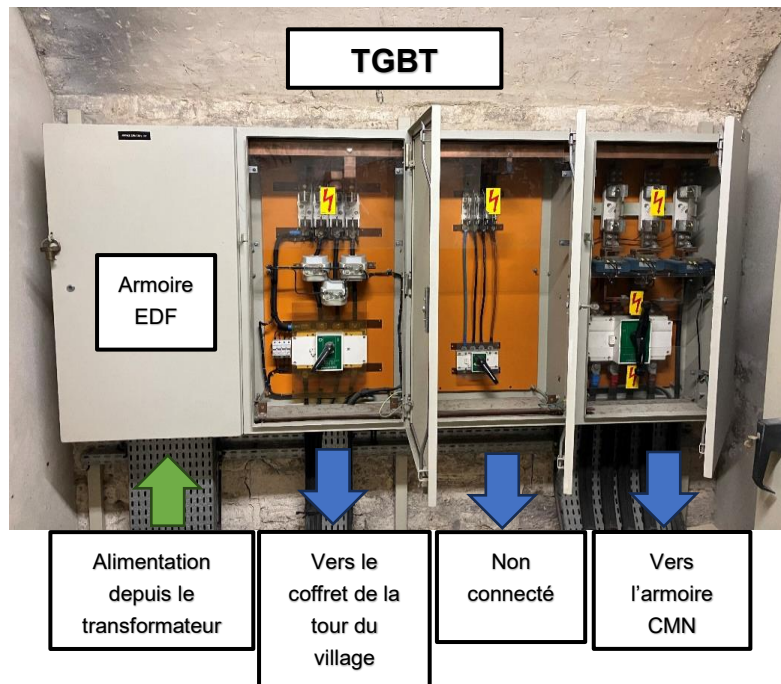


Figure 5 : TGBT

- Un compteur électrique

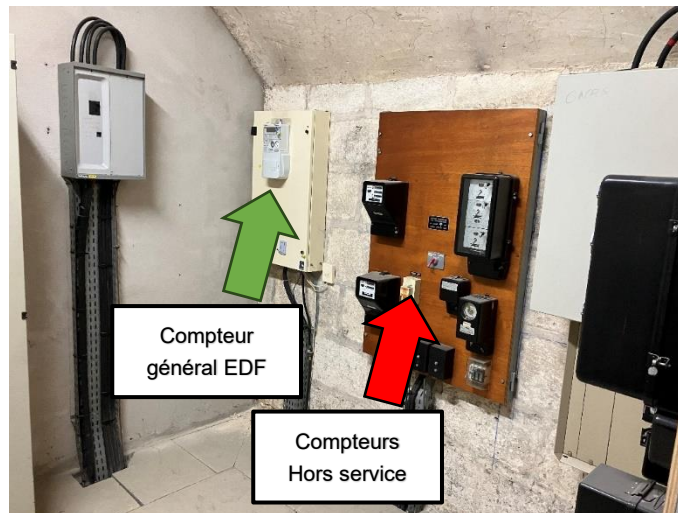


Figure 6 : Compteur électrique - tarif vert MU + compteurs HS

4. ÉTUDES ET DOCUMENTATION À FOURNIR

4.1 Études d'exécution

Les études d'exécution constituent un élément essentiel pour la bonne réalisation des travaux. Le titulaire devra fournir tous les documents d'étude à la Maîtrise d'ouvrage. Les remarques éventuelles devront être prises en compte et le titulaire fournira des documents remis à jour.

Le titulaire ne pourra lancer ses approvisionnements ni commencer les travaux tant que les documents relatifs à ces prestations ne sont pas validés. À titre indicatif, conformément à son marché, le maître d'œuvre dispose d'un délai maximal de sept jours pour contrôler plans et documents.

Le titulaire devra intégrer les délais d'études et de validation des documents dans son planning général des travaux.

Les études d'exécution comprennent :

- la connaissance des installations existantes : les architectures électriques, le repérage, identification des liaisons.
- la fourniture des documents d'études, notamment :
 - la description des installations de chantier
 - la méthodologie pour la manutention
 - les schémas électriques (unifilaire général, tableaux électriques)
- la fourniture du Consuel

4.2 Pendant les travaux

Durant toute la durée des travaux, le titulaire devra tenir à jour l'ensemble des documents d'exécution. Ces documents devront être à disposition : dans chaque local concerné, de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre. La présence de ces documents constitue un élément essentiel pour la bonne réalisation des travaux et l'exploitation des autres installations par les équipes maintenance.

Cela comprend au minimum :

- Les documents "généraux" :
 - Le plan d'assurance qualité
 - La méthodologie pour la manutention
 - Le PV d'élimination et de traitement de déchets
 - Les autocontrôles réalisés par le titulaire et ses fournisseurs
 - Les procédures d'essais
- L'ensemble des démarches pour l'obtention des CONSUEL

Tous ces documents seront fournis par le titulaire à la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre pour validation (VSO, VAO, VAR). Ces documents devront être mis à jour par le titulaire en tenant compte des remarques émises.

4.3 Dossier des ouvrages exécutés

Le Dossier des Ouvrages Exécutés comprend les documents d'exécutions remis à jour dans leur version "Tel que construit" (TQC). Ils seront fournis au format papier en trois exemplaires (maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre) ainsi qu'au format informatique autocad et PDF sur CD ou clé USB, également en deux exemplaires.

Ce dossier comprendra également tous les documents nécessaires à la maintenance et l'exploitation des nouvelles installations.

5. TRAVAUX ELECTRIQUES À RÉALISER

5.1 Présentation

Les travaux comprennent les prestations suivantes :

- Remplacement du poste HT (transformateur HTA/BT et des cellules HT)
- Installation du nouveau TGBT (intégrant l'armoire CMN) et raccordement des liaisons
- Remplacement de l'armoire Vidéo et raccordement des liaisons
- Curage des cheminements (caniveaux, fourreaux, chemins de câbles) et dépose des équipements inutilisés

Afin de réaliser ces travaux tout en garantissant la continuité de service des activités du Donjon, le Titulaire mettra en œuvre toutes les dispositions nécessaires pour assurer les alimentations provisoires (comme un groupe électrogène) et proposera un phasage détaillé.

5.2 Phasage

Le phasage de l'opération devra être étudié de façon à réduire autant que possible les coupures.

Le phasage envisagé est le suivant

1. Travaux préparatoires
 - a. Repérage complet de l'existant
 - b. Dépose des équipements hors service
2. Mise en œuvre de l'alimentation provisoire du TGBT par groupe électrogène
3. Travaux dans le poste HT/BT
 - a. Dépose et évacuation des cellules HT et du transformateur existant
 - b. Installation, raccordement et mise en service des nouvelles cellules HT, du nouveau transformateur HT/BT, du nouveau compteur
 - c. Alimentation depuis le transformateur du coffret de protection général BT existant alimentent le TGBT existant
 - d. Dépose de l'alimentation provisoire par groupe électrogène
4. Installation du nouveau TGBT intégrant les départs de l'actuelle armoire CMN
5. Basculement complet du nouveau TGBT
 - a. Alimentation du nouveau TGBT et basculement de l'alimentation de l'ancien TGBT depuis le nouveau TGBT (modification du comptage).
 - b. Installation d'une liaison entre le nouveau TGBT et le coffret tour du village et basculement
 - c. Basculement câble par câble de l'armoire CMN vers le nouveau TGBT
6. Dépose du TGBT, de son alimentation depuis le nouveau TGBT et de l'armoire CMN
7. Installation de la nouvelle armoire vidéo
8. Basculement câble par câble des liaisons entre l'armoire vidéo existante et la nouvelle armoire vidéo
9. Dépose de l'armoire vidéo existante

Les basculements pourront être réalisés le matin avant ouverture au public ou lors d'une journée de fermeture au public sous réserve de validation par la Maîtrise d'ouvrage.

5.3 Description des travaux

5.3.1 Travaux préparatoires

a) Repérage complet de l'existant

Le Titulaire devra réaliser un repérage complet des installations existantes.

Cette prestation concerne :

- l'ensemble des équipements HS : coffrets, câbles, compteurs, etc.
- le poste HTA à savoir le transformateur et les cellules HT
- les tableaux et coffrets en service en particulier le TGBT, l'armoire CMN et l'armoire vidéo au rdc
- les cheminements des liaisons BT
- les cheminements des liaisons HT

Suite à ses investigations, le Titulaire devra fournir les plans à jour :

- du TGBT
- de l'armoire CMN
- de l'armoire Vidéo
- des cellules HT
- des cheminements des liaisons HT
- des cheminements des liaisons BT y compris le cheminement entre le TGBT et l'armoire vidéo
- des cheminements entre l'armoire Vidéo et ses consommateurs

b) Dépose des équipements hors service

Le Titulaire devra s'assurer de l'état des équipements en particulier du fait qu'ils sont bien hors service.

Les équipements concernés sont :

- Les compteurs excepté le compteur Tarif Vert
- L'armoire CNRS
- Les câbles déconnectés et hors services dans les caniveaux, fourreaux, chemins de câbles, etc.

La dépose de ces équipements permettra de libérer la surface nécessaire à l'installation du nouveau TGBT à proximité de l'armoire CNRS actuelle. (*voir plan de phasage étape 1-b*).

Attention : Un travail important est attendu pour la dépose des câbles non utilisés dans les locaux électriques (poste HT et TGBT) ainsi que dans chemins de câbles, fourreaux, caniveaux entre l'armoire Vidéo et le local TGBT. Cette phase sera particulièrement suivie et contrôlée.

5.3.2 Mise en œuvre de l'alimentation provisoire du TGBT par groupe électrogène

L'installation d'un groupe électrogène est prévue dans la cour, en face du donjon, à environ 8 mètres de l'entrée principale du donjon. Le câble d'alimentation sera acheminé par une fenêtre située sur le mur du donjon, près de l'accès de plain-pied aux casemates, permettant ainsi un passage sans obstruer l'entrée du donjon. Cela garantira le libre accès pour le transport des équipements, qu'ils soient anciens ou nouveaux, à installer ou à déposer. Le câble descendra ensuite jusqu'au niveau du sol pour être raccordé au TGBT actuel (*voir plan d'implantation groupe électrogène provisoire*).

La première étape est de déconnecter le câble existant entre la protection générale BT vers le TGBT pour faire place au câble en provenance du groupe électrogène (opération à réaliser le matin avant ouverture au public).

Le Titulaire devra prévoir :

- La mise en œuvre d'un groupe électrogène capoté, insonorisé d'une puissance de 80kVA minimum
- La fourniture d'une citerne complémentaire et l'approvisionnement du fuel pour permettre un fonctionnement 24/24h – 7/7j.
- Le raccordement électrique du groupe au TGBT existant.

Il reviendra au titulaire d'établir les demandes d'autorisation nécessaire auprès du Service Historique de la Défense pour l'installation du groupe électrogène dans la cour. À cet effet, une demande formelle d'autorisation devra être adressée, accompagnée d'une proposition d'implémentation pour l'élaboration d'un plan de prévention en collaboration avec ce service. La zone étant ouverte au public, des mesures de mise à distance et de protection devront être mises en œuvre :

- Capotage,
- Barrière de protection autour du groupe électrogène
- Dispositifs de sécurité.

Le Titulaire devra prévoir une clôture équipée d'une porte au niveau de l'accès au sous-sol afin d'empêcher l'accès du public. En effet, la porte existante devra être maintenue entre-ouverte pour permettre le passage de la liaison électrique.

Le groupe électrogène restera en fonction pendant toute la durée de l'opération de basculement du poste HT/BT, afin d'assurer une alimentation provisoire du TGBT et ainsi maintenir la continuité de service (*voir plan de phasage étape 2*). Une coupure est à prévoir avant ouverture au public.

Le Titulaire devra le carburant et toutes les opérations de dépotage pour garantir toute absence de coupure, et ce y compris le week-end.

5.3.3 Installation du nouveau transformateur HT/BT et ses cellules HT

a) Dépose et évacuation des cellules HT et du transformateur existants

Le Titulaire doit la dépose, l'évacuation et le traitement en filière spécifique des anciens équipements : les cellules HTA, le transformateur 630 kVA, le récepteur de télécommande, le disjoncteur alimentation chargeur batterie et le coffret associé, ainsi que les chemins de câbles, supports et accessoires inutilisés (*voir plan de phasage étape 3-a*). L'évacuation de ces équipements se fera par la trappe donnant au niveau de la salle vidéo du rez-de-chaussée.

Le Titulaire devra se coordonner avec Enedis pour la consignation des câbles afin de garantir une dépose en toute sécurité. Enedis évaluera l'état des câbles existants afin de déterminer s'ils peuvent être conservés ou doivent être remplacés.

Le Titulaire devra fournir les bordereaux de suivi des déchets relatifs à l'évacuation de ces matériels, garantissant la traçabilité et le respect des normes de gestion des déchets.

b) Installation, raccordement et mise en service des nouvelles cellules HT et du nouveau transformateur HT/BT

Le Titulaire devra la fourniture, l'installation, le raccordement et la mise en service des nouvelles cellules HT, du nouveau transformateur HT/BT, ainsi que des équipements associés : coffret PASA/ITI, compteur, etc.

Concernant le câble HTA existant, le Titulaire devra la réfection des têtes de câble et, en fonction des préconisations Enedis, le remplacement des derniers mètres de câble HTA avec réalisation d'un saumon.

À la place du compteur de récepteur de télécommande, un coffret de commutation (Coffret Téléconduite) sera installé. Ces opérations d'installation, de raccordement et de mise en service se

feront en coordination étroite avec ENEDIS, notamment pour le prolongement éventuel des câbles HT existants, la reprise des têtes de câbles et le raccordement aux nouvelles cellules HT, le réglage des protection, etc.

Le coffret de protection générale en BT, qui sera déposé en fin d'intervention, devra rester en place sans modification de son emplacement initial (*voir plan de phasage étape 3-b*). Le transformateur sera raccordé en provisoire à cette protection générale BT existante. En définitif, il sera raccordé au nouveau TGBT.

En concertation avec la maîtrise d'ouvrage, un rendez-vous devra être organisé avec les personnels d'ENEDIS afin de valider la conformité de la nouvelle installation.

c) Raccordement du nouveau transformateur avec l'ancienne boîte de raccordement BT

Le Titulaire devra raccorder le nouveau transformateur à l'ancienne boîte de raccordement BT, afin d'alimenter le coffret de protection générale BT existante qui dessert actuellement le TGBT (*voir plan de phasage étape 3-c*). Le câble de raccordement devra être suffisamment long pour permettre une future connexion au nouveau TGBT. Une coupure électrique est prévue pour le basculement de l'alimentation provisoire et la nouvelle alimentation, qui devra être effectuée avant ouverture au public.

c) Mise à la terre

Le Titulaire devra toutes les prestations nécessaires à la mise à la terre de l'ensemble de l'installation.

d) Dépose de l'alimentation provisoire par groupe électrogène

Après le raccordement du nouveau transformateur de 250kVA, le Titulaire devra déposer le câble d'alimentation provisoire connecté au groupe électrogène. Le TGBT étant désormais alimenté par ce nouveau transformateur, le groupe électrogène devra être retiré de la cour située devant l'entrée principale du donjon y compris le camouflage et les équipements de protection (*voir plan de phasage étape 3-d*).

e) Installation du nouveau TGBT intégrant les départs de l'actuelle armoire CMN

Le Titulaire devra la fourniture et la pose du nouveau TGBT. Ce tableau intégrera la protection générale BT (calibrée pour la puissance souscrite de 84kVA) ainsi que la distribution vers les installations du CMN, c'est-à-dire les départs de l'actuelle armoire CMN.

Les départs seront les départs actuellement en service de l'armoire CMN, *a minima* les liaisons indiquées dans le tableau 1 en annexes (*voir document Relevés départs armoire vidéo et armoire CMN du 21 octobre 2024*) ainsi que le départ vers la tour du village (la maîtrise d'ouvrage conservera ce départ en réserve lorsque l'alimentation de l'armoire de la tour du village sera reprise depuis les installations du SHD – hors marché). (*Voir plan de phasage étape 4*)

Ce tableau sera implanté sur le mur entre la porte d'accès au local et l'actuelle armoire CNRS, en lieu et place des compteurs hors services qui ont été préalablement déposés. La préparation des liaisons vers l'armoire CMN existante ainsi que vers le coffret de la Tour du village devra également être anticipée afin d'assurer une intégration optimale lors du passage des câbles.

Ce TGBT alimentera en provisoire le TGBT existant (et donc l'armoire CMN existante et l'armoire Tour du Village). Le Titulaire devra prévoir un départ provisoire, nécessaire pour la prochaine étape, dans le nouveau TGBT pour l'alimentation du TGBT existant.

Attention, cette armoire ne devra pas interférer avec les caniveaux. En cas de nécessité, elle pourra être installée en 2 parties.

5.3.4 Basculement complet du nouveau TGBT :

- a) Dépose de la liaison entre le transformateur et l'ancien TGBT. Installation d'un câble provisoire entre le nouveau et l'ancien TGBT

Le Titulaire devra, dans un premier temps, procéder à la dépose des câbles entre le transformateur 250kVA et la protection générale BT, ainsi que le câble entre cette protection générale BT et le TGBT actuel. Parallèlement, il devra réaliser puis raccorder la liaison définitive entre le transformateur et le nouveau TGBT. Le cheminement des câbles devra se faire à travers les caniveaux et les fourreaux existants dans les locaux HT et BT.

Le Titulaire devra prévoir un départ en réserve dans le nouveau TGBT et installer un câble provisoire entre ce dernier et l'ancien TGBT, afin d'assurer la continuité de l'alimentation de l'armoire CMN ainsi que du coffret de la tour du village (voir plan de phasage, étape 5-a).

Le basculement de l'alimentation devra avoir lieu avant ouverture au public.

- b) Basculement câble par câble de l'armoire CMN vers le nouveau TGBT.

Après avoir finalisé l'installation du nouveau TGBT, le Titulaire devra procéder au basculement des liaisons. Le basculement devra s'effectuer câble par câble, pour chaque liaison de l'armoire CMN (voir plan de phasage étape 5-c). Ce basculement devra impérativement se dérouler sur plusieurs jours pendant les créneaux horaires autorisés pour les coupures.

La réalisation devra se faire selon les étapes suivantes :

1. Choix de la/les liaisons à basculer et validation avec la Maîtrise d'ouvrage
2. Pour chaque liaison :
 - Consignation de la liaison
 - Déconnexion de la liaison côté armoire CMN existante
 - Raccourcissement et réfection des cosses de la liaison
 - Raccordement de la liaison sur la nouvelle armoire CMN

Le Titulaire devra fournir un planning prévisionnel détaillé de ces basculements en précisant pour chaque intervention :

- La date
- Les horaires d'intervention
- La liste des liaisons basculées

5.3.5 Dépose de l'ancien TGBT et de l'armoire CMN

Le Titulaire devra la dépose, l'évacuation et le traitement en filière spécifique des équipements inutilisés, notamment :

- TGBT
- Protection générale BT
- Armoire CMN
- Armoire disjoncteur
- Câbles BT et TBT inutilisés
- Chemins de câbles, supports, accessoires inutilisés

En fin de basculement, l'alimentation provisoire depuis le nouveau TGBT vers l'ancien TGBT sera déposée (voir plan de phasage étape 6).

Le Titulaire fournira les bordereaux de suivi des déchets pour ces matériels.

5.3.6 Installation de la nouvelle armoire vidéo

Le Titulaire devra la fourniture et la pose de l'armoire vidéo dans le local TGBT. Les départs seront ceux actuellement en service dans l'ancienne armoire vidéo, *a minima* les liaisons indiquées dans le tableau 2 en annexe (voir document Relevés départs armoire vidéo et armoire CMN du 21 octobre 2024). Les câbles cheminent de la salle vidéo et passent par les casemates au sous-sol, devant les locaux BT et HT, via un chemin de câble. Ils traversent tout le long de la casemate pour alimenter les différents équipements, incluant le chauffage du musée et les locaux d'archives. De plus, ces câbles desservent également l'éclairage des casemates ainsi que les prises et éclairages des locaux situés au rez-de-chaussée (*voir plan de phasage étape 7*).

La nouvelle armoire sera implantée en lieu et place de l'ancienne armoire CMN.

5.3.7 Basculements des liaisons entre le l'armoire vidéo existante vers la nouvelle armoire vidéo

Le Titulaire devra réaliser les basculements câble par câble des liaisons entre l'armoire vidéo existante et la nouvelle armoire vidéo. Les câbles cheminent depuis l'armoire vidéo existante au RDC par les caniveaux vers la rampe d'accès pour personnes à mobilité réduite avant de descendre vers les casemates du donjon. Ils cheminent à proximité du nouveau local TGBT et seront donc raccourcis pour être raccordés à la nouvelle armoire vidéo implantée au sous-sol.

Le Titulaire devra prévoir par anticipation 6 liaisons de 50 mètres, à installer dans les cas où certaines liaisons existantes ne chemineraient pas à proximité du local TGBT (*voir plan de phasage étape 8*).

Les interventions se feront avec coupure et seront réalisées tôt le matin avant ouverture au public pour ne pas impacter le fonctionnement du site.

Le Titulaire devra fournir un planning prévisionnel détaillé de ces basculements en précisant pour chaque intervention :

- La date
- Les horaires d'intervention
- La liste des liaisons basculées

A la fin de chaque intervention, le Titulaire fournira le jour même un bilan de ce qui a été réalisé, un descriptif des problèmes rencontrés le cas échéant ainsi que la mise à jour du planning de basculement.

5.3.8 Dépose l'armoire vidéo existante

Après finalisation des basculements, le Titulaire devra la dépose, l'évacuation et le traitement en filière spécifique de :

- Armoire vidéo
- Câbles BT et TBT inutilisés
- Chemins de câbles, supports, accessoires inutilisés

Le Titulaire fournira les bordereaux de suivi des déchets pour ces matériels.

5.4 Essais

Le titulaire devra réaliser à sa charge l'ensemble des essais qui comprendront au minimum :

- La fourniture pour validation des documents relatifs aux essais :
 - Les procédures d'essais.
 - Les fiches d'autocontrôle.
- Les essais de fonctionnement de l'installation complète comprenant :
 - Le contrôle des travaux d'ordre électrique, y compris les mesures électriques telles que tensions, puissances, facteur de puissance, intensités, etc...,
- Le contrôle préalable des installations par un organisme agréé avant les essais.

Les essais seront réalisés en collaboration étroite avec le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre.
Tous les essais de fonctionnement seront réalisés avant la réception de l'installation.

5.5 Réception

Lorsque l'ensemble des installations sera en fonctionnement définitif, le titulaire avisera le Maître d'Ouvrage, par lettre recommandée avec accusé de réception.

Les opérations de réception ne pourront débuter qu'après réception de ce courrier et bonne réalisation des essais définis ci-dessus.

Les opérations de réception comprennent :

- Les visites permettant de dresser la liste des réserves
- Les visites de levées des réserves
- La fourniture du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et sa mise à jour après les remarques de la maîtrise d'œuvre
- La fourniture du CONSUEL
- La fourniture du rapport du bureau de contrôle (VIEL) et la levée des réserves consignées dans ce rapport

Le Dossier des Ouvrages Exécutés comprend les documents d'exécution remis à jour dans leur version "Tel que construit" (TQC) ainsi que la mise à jour des documents existants fournis par la maîtrise d'œuvre.

6. SPÉCIFICATIONS

6.1 Spécifications générales électriques

6.1.1 Qualité et origines des matériels

Les marques de fabricants, désignées dans ce descriptif sont données à titre indicatif cependant, leurs qualités, caractéristiques et performances restent impératives.

Les matériels devront être munis de la marque de conformité NF ou à défaut, doivent répondre, aux règlements ou spécifications techniques générales correspondant à l'usage auxquels ils sont destinés. De plus, conformément à la Directive C.E.M. en vigueur depuis le 1^{er} Janvier 1996, tout le matériel devra être conforme et estampillé C.E.

Les matériaux et fournitures seront de première qualité et neufs. Ils seront soumis avant leur emploi à l'examen de la Maîtrise d'Ouvrage et de la Maîtrise d'Œuvre. Ceux qui seront jugés comme ne présentant pas les qualités requises ou comme n'étant pas convenablement façonnés devront être immédiatement déposés, enlevés, remplacés ou refaits sans que le titulaire puisse prétendre à la moindre indemnité.

Les matériaux, métaux, appareils qui ne rempliraient pas rigoureusement les conditions stipulées dans le présent fascicule, seront refusés. Ils seront déposés par l'Entreprise à ses frais.

6.1.2 Document technique de base

L'exécution devra être conforme à tous les décrets et normes en vigueur au moment de la réalisation du chantier.

A titre indicatif et non limitatif, l'entreprise se conformera aux textes suivants :

- Le code du travail
- Le décret n° 88.1056 du 14 Novembre 1988 version modifiée relatif à la protection des travailleurs ainsi que les arrêtés et circulaires correspondants
- L'arrêté du 25 juin 1980 modifié portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public
- L'arrêté du 26 février 2003 relatif aux circuits et installations de sécurité
- Les normes électriques en vigueur, et en particulier :
 - NFC 13.000 concernant les installations électriques de tension > 1000Vac
 - NFC 13.100 concernant les postes de livraison
 - NFC 13.200 concernant les installations électriques à haute tension
 - NFC 15.100 concernant les installations électriques basse tension et les guides associés
 - NFC 64.130
 - NFC 64.160
 - Recommandations CEI 60056, CEI 60265, CEI 60294, CEI 60298, CEI 60420
- Les prescriptions réglementaires particulières applicables aux ouvrages à réaliser :
 - spécifications techniques propres à certains ministères
 - spécifications PROMOTELEC
 - publications constitutives des règles de l'Art (DTU, normes, publications ...)
 - règles de l'assemblée plénière des sociétés d'assurances contre l'incendie et les risques divers (installations de sécurité), etc.
- Les réglementations traitant de la protection de l'environnement, notamment en termes de nuisances sonores
- La norme C 91.100 sur la protection de la radio diffusion et de la télévision contre les troubles parasites d'origine industrielle
- Les arrêtés relatifs aux dispositions particulières applicables aux différents types d'établissements

Cette énumération n'est pas limitative. Elle n'exclut pas les textes ou règlements particuliers applicables à des spécialités déterminées ou des cas d'espèce.

Lorsque l'interprétation des textes officiels et du présent descriptif aboutit à une contradiction le Maître d'œuvre se réserve le droit de définir la solution qu'il jugera la plus appropriée sans modification de prix.

6.2 Spécifications techniques

6.2.1 Sécurité - Verrouillage

Les installations seront conçues et réalisées de façon à assurer la plus grande sécurité possible afin d'effectuer sans danger les visites et l'entretien des matériels.

Tous les verrouillages nécessaires seront prévus pour la consignation des équipements ou en vue d'éviter toute fausse manœuvre des équipements.

6.2.2 Conditions d'environnement - Influences externes

Indice de protection

Sauf spécifications contraires, les indices de protection et la tension limite sont conformes à la norme UTE C 15-103 « Choix des matériels électriques (y compris canalisations) en fonction des influences externes ».

6.2.3 Cellules Haute tension

Les cellules HT devront être conformes à la réglementation et aux évolutions récentes concernant les gaz à effet de serre (interdiction de gaz fluorés tels que SF6 notamment).

- En cas de mise sous tension avant le 1^{er} janvier 2026, les cellules SF6 peuvent être utilisées.
- En cas de mise sous tension après le 1^{er} janvier 2026, les cellules installées ne devront pas contenir de gaz fluorés. En cas de mise en œuvre de cellules avec gaz fluorés, le Titulaire devra justifier l'utilisation de ce type d'équipement, préparer et constituer le dossier de demande de dérogation pour le Maître d'ouvrage et obtenir la validation par les autorités compétentes.

Les cellules devront être du type étanche.

6.2.4 Transformateur

Le transformateur sera de type sec de classe E3 C2 F1.

Il sera conforme aux normes :

- IEC 60076-1 à 60076-5 : Transformateurs de puissance - Transformateurs moulés résine - CEI 14-1/1..5, CEI
- IEC 60076-11 : Transformateurs de puissance - Transformateurs moulés résine
- IEC 60270 : Mesures des décharges partielles - CEI 42-3, CEI EN 60270
- IEC 60551 : Détermination du degré de bruit du transformateur - CEI 14-9, CEI EN 60076-10
- IEC 60529 : Degré de protection des capotages (code IP) - CEI 70-1, CEI EN 60529

Caractéristiques

- Pertes extra réduite : Ao(-10%)Ak (Selon règlement européen 548/2021)
- Type : Transformateur sec enrobé
- Fréquence : 50 hz
- Tension primaire : 20 KV
- Prise de réglage : +/- 2x2.5%
- Tension secondaire à vide : 410 V
- Couplage : Dyn11
- Ucc : 6 %
- Isolement : 24 KV

- Indice de protection : IP31
- E3 C2 F1

Équipé des accessoires suivants :

- Caisson IP31
- Galets de roulement
- Anneau de levage
- 3 sondes thermiques PT100 dans enroulement BT avec boîte de connexion
- Relais de surveillance température avec affichage
- Verrou sur l'enveloppe
- Patins anti-vibrations
- Connexion sur plage HT
- Connexion sur jeux de barre BT

6.2.5 Caractéristiques des armoires électriques

Les différentes fonctions ou ensembles de fonctions seront physiquement séparés.

Les armoires se présenteront sous la forme de tableaux fermés, avec portes, à accès avant, à colonnes assemblables, montées sur socles réhausées.

La forme utilisée sera la forme 2b selon NF EN 60439-1 (jeux de barres séparés des unités fonctionnelles, bornes pour conducteurs séparés des jeux de barres).

L'indice de protection sera au minimum IP 31.

L'indice de service sera au minimum IS 223.

Les armoires électriques et de façon générale tous les équipements électriques seront ventilés pour permettre l'évacuation des calories.

Le TGBT sera équipé d'une **centrale de mesure de type DIRIS** ou équivalent communicante avec afficheur.

6.2.5.1 Règles générales de conception des tableaux et armoires

Le Titulaire devra l'étude de sélectivité et de coordination des protections. Celle-ci devra permettre d'atteindre les objectifs de sécurité et de disponibilité des équipements, nécessaires à une marche automatique fiable du process.

Le schéma de protection devra être hiérarchisé et offrir une sélectivité totale à tous les niveaux de tension, y compris pour les tensions auxiliaires. Un défaut affectant un récepteur sera éliminé par l'appareil de protection immédiatement situé en amont sans affecter le fonctionnement des autres récepteurs et autres appareils de protection.

D'une manière générale, la disposition des équipements à l'intérieur des tableaux devra tenir compte des règles de compatibilité électromagnétique d'une part et permettre une parfaite "lisibilité" des circuits d'autre part. Pour cela, on s'attachera à organiser l'implantation des équipements par fonction, atelier et/ou par métier.

Lorsque le schéma ne ressort pas clairement de la disposition des équipements, la lisibilité du tableau sera améliorée par un repérage de couleur différente (fond et textes).

Il en sera de même et dans tous les cas pour les circuits de tensions de nature et/ou de domaine de tensions différentes.

Tous les disjoncteurs, quelle que soit leur affectation, seront cadénassables en position ouverte à l'aide d'un dispositif approprié.

Caractéristiques générales du TGBT et des tableaux divisionnaires : forme 2b, IS 223 *a minima*.

Une surface de 30% doit être réservée pour le montage de nouveaux appareils.

6.2.5.2 Appareillage

Tous les appareils utilisés devront être conformes aux normes françaises AFNOR, munis de la marque de conformité NF/USE (1). Les tableaux devront être réalisés conformément aux normes et règlements en vigueur à la signature du marché. Ils devront respecter l'ensemble des normes et publications de l'UTE et de l'AFNOR. Et plus particulièrement : - NF-EN 60439-1, NF-EN 61439-1 et 61439-2, - NF-EN 60529 (IP) et NF-EN 62262 (IK). Les disjoncteurs devront être conformes à la norme NF EN 60947-2 et/ou NF EN 60898-1. (1) Si applicable

Il sera utilisé dès que possible des connexions par borne automatique et peignes limitant les risques d'erreur et les desserrages intempestifs. Les dispositifs de protection devront posséder le pouvoir de coupure nécessité par les valeurs de courant de court-circuit (IK 1 et IK 3) aux points où ils seront installés.

Le disjoncteur général sera équipé d'un déclencheur électronique. Il sera mis en place un système de consignation directement sur le disjoncteur par clé avec les cellules haute tension et le transformateur.

Un système de coupure d'urgence sera prévu pour le TGBT. Il sera de type « coup de poing » avec voyants indiquant les positions ouvert-fermé de l'organe commandé,

Une protection adaptée par parafoudre sera mise en place au niveau du tableau.

6.2.5.3 Informations des tableaux électriques à mettre à disposition

Les informations suivantes seront mises à disposition de façon à permettre au Maître d'Ouvrage de les raccorder ultérieurement.

Emplacement

Fonction

Disjoncteurs d'arrivée

OF position des contacts de puissance (ouvert ou fermé)

SD déclenchement sur défaut électrique

DIRIS (TGBT)

Toutes les mesures par phase et composées : U, V, I, P, S, cos phi, Energie, etc. au niveau de l'arrivée générale

Jeux de barres

Présence 3 phases BT + déséquilibre.

Tensions auxiliaires

Présence tensions

Parafoudres

Défaut de synthèse.

6.2.5.4 Repérage

Tous les équipements et câbles seront repérés.

Sur toute surface plane, lisse, courbe, irrégulière... (appareillage, plastron à la rangée, câbles, cordons, façades d'armoires...), le repérage sera réalisé à partir de rubans adhésifs permanents en polyester laminé.

Le repérage des équipements et façades se fera par ruban polyester laminé avec adhésif renforcé.

Le repérage des câbles sera réalisé en CAB 3. Le Titulaire respectera le code couleur international des résistances permettant une identification rapide des chiffres et une lecture optimisée des repères CAB 3 sur les conducteurs.

L'ensemble du repérage sera conforme aux plans et sera du type « folio-fil ».

6.2.6 Nature et sections des conducteurs HT

Les câbles électriques seront de type radial, isolés en polyéthylène réticulé (PR) et protégés par une gaine en PVC pour une durabilité accrue. Ils seront unipolaires et dotés, le cas échéant, d'une armure

composée de deux feuillets d'acier pour les installations exposées à des contraintes mécaniques élevées.

Pour les applications à tension de service de 20 kV, les câbles répondront rigoureusement aux spécifications de la norme NFC 33.226. Les conducteurs utilisés seront en cuivre ou en aluminium, en fonction des besoins spécifiques de chaque application.

Le repérage des câbles sera systématiquement harmonisé avec les systèmes de repérage existants afin de faciliter la maintenance et les interventions.

6.2.7 Nature et sections des conducteurs BT

Les conducteurs seront en cuivre. Les sections seront déterminées, pour chaque circuit, en fonction du courant admissible (NFC 15-100 – tableaux 52 E, R2 F, 52 F, 52 G, 52 H) et de la chute de tension, la section la plus grande étant retenue.

Si le régime de neutre l'impose, il sera procédé à la vérification de la longueur maximale de distribution accordée par le dispositif de protection pour la section considérée, avec si nécessaire, augmentation de cette section.

D'autre part, la section des conducteurs tient compte des facteurs de correction imposés par les conditions de pose (cf. : NFC.15-100 – tableaux 52 J1, 52 J2, 52 L).

Le conducteur de neutre aura par ailleurs une section toujours égale à celle des conducteurs de phase (sauf si la section des conducteurs de phase > 50 mm²).

Type de câbles utilisés

Les câbles utilisés pour la basse tension seront du type suivant :

- U 1000 R02V
- H 07 RNF (pour les liaisons souples)
- H 07 VK (pour les fileries en armoire)

Câbles U 1000 R02V :

Les câbles seront utilisés pour la distribution basse tension sur chemin de câbles et sous conduits.

Ils seront conformes à la norme NF C 32.321.

La tension nominale sera 1000V.

Ils seront composés :

- D'une âme rigide en cuivre (ou aluminium) câblée pour les sections supérieures à 4mm² et massive pour les sections inférieures ;
- D'un ruban séparateur ;
- D'une isolation en polyéthylène réticulé ;
- D'une gaine de bourrage ;
- D'une gaine extérieure en PVC.

Câbles H 07 RNF :

Ces câbles seront utilisés pour la distribution basse tension dans les cas où il sera nécessaire d'avoir une grande souplesse de la liaison.

Ces câbles seront conformes à la norme NF C 32.102.

La tension nominale sera 750V.

Ils seront composés :

- D'une âme souple cuivre ;
- D'un ruban séparateur ;
- D'une isolation en élastomère vulcanisé ;
- D'une gaine polychloroprène extra souple.

Câbles H 07 VK :

Ces câbles seront conformes à la norme NF C 32.201.

La tension nominale sera 750 V.

Ils seront composés :

- D'une âme souple câblée en cuivre ;
- D'une isolation en PVC.

6.2.8 Repérage des conducteurs

Tous les conducteurs seront repérés conformément aux prescriptions de la NFC 15-100.

Dans les cas d'emploi de conducteurs recouverts d'une gaine de même couleur, le repérage des conducteurs s'effectuera au moyen de bagues aux couleurs conventionnelles, placées aux extrémités de ces conducteurs.

NOTA :

Le conducteur bicolore (vert-jaune) sera utilisé uniquement en tant que conducteur de protection. Aucun artifice tendant à utiliser ce conducteur à d'autre fin ne sera toléré (embout plastique, colorations diverses, etc.).

Compte tenu de cette exigence, en aucun cas, il ne sera fait usage d'un câble 4 conducteurs (noir, bleu, brun, vert-jaune) pour une alimentation TRI + N. Dans cette éventualité, il sera utilisé un câble à 4 conducteurs (noir, bleu, brun et noir, par exemple) ou un câble 5 conducteurs où le conducteur vert-jaune ne sera pas utilisé comme conducteur actif ou neutre.

Chaque câble électrique de l'installation devra être repéré de manière visible et ne pas nuire à l'esthétique. Il sera réalisé grâce à des bagues enfilées sur support porte repère attaché par colliers.

Le repérage aura lieu d'une manière générale :

- aux deux extrémités ;
- tous les 20 mètres ;
- à chaque entrée/sortie de fourreau ou traversée de paroi ou changement de direction.

6.2.9 Chemins de câbles

Les chemins de câbles seront :

- Soit en fil d'acier soudé galvanisé à chaud ;
- Soit en tôle d'acier perforé, galvanisé à chaud après fabrication et conforme à la norme NFA 36.321 à bords rabattus.

Les chemins de câbles sont dimensionnés pour accueillir :

- **Trois nappes de câbles** pour les câbles de puissance.
- **Trois nappes de câbles** pour les câbles courants faibles.

La pose des chemins de câbles sera effectuée à plat ou sur chant, avec continuité de la mise à la terre. Cette continuité sera assurée soit par un système d'éclissage, soit par la mise en place d'un câble en cuivre étamé fixé par des bornes de serrage spécifiques.

Réserve d'Emplacement et Repérage

Une réserve d'espace de 30 % sera laissée sur chaque chemin de câble à la fin des travaux pour permettre des extensions futures. Le repérage des chemins de câbles sera effectué tous les 20 mètres avec une étiquette inaltérable. Chaque niveau de tension sera indiqué par une couleur différente, et pour les installations extérieures, les étiquettes seront munies d'un filtre UV pour assurer leur durabilité.

Protection Mécanique des Liaisons Terminales

Pour la protection mécanique des câbles en fin de parcours, l'Entreprise pourra utiliser des tubes de protection avec un indice IK10 et une résistance aux impacts de 20 joules. Si des tubes en acier inoxydable sont utilisés, ils devront être pourvus de « bushings » de protection à chaque extrémité pour éviter l'endommagement des sorties de câbles. L'utilisation de tubes en acier galvanisé ou en acier peint est interdite, les tubes IRL 4554 étant à privilégier.

Supports et Fixation des Chemins de Câbles

Les chemins de câbles seront fixés à l'aide de consoles ou de suspensions (pendards), montés soit sur le côté, soit de façon centrale. Les supports seront fabriqués du même matériau que les chemins de câbles pour garantir une homogénéité et une résistance accrue.

Mise à la Terre

La mise à la terre des chemins de câbles sera assurée par un conducteur de terre en cuivre nu étamé de 35 mm², relié aux chemins de câbles par une borne passe-fil tous les 3 mètres environ.

Chemins de Câbles HTA

Les chemins de câbles haute tension (HTA) seront équipés de capots sur toute leur longueur, qu'ils soient posés en position verticale ou horizontale, pour assurer une protection renforcée et prévenir tout risque de contact accidentel.

6.2.10 Tubes et fourreaux

Pour tous les câbles cheminant hors des chemins de câbles, ainsi que les câbles de raccordement des auxiliaires (PC, éclairage, etc.), les conduits utilisés seront du type IRO en PVC ou en tube métallique pour les zones avec risques mécaniques. Pour les tubes rigides en plastique, les changements de direction ou dérivations s'effectueront sur raccord plastique à serrage extérieur.

Les conduits enterrés seront des fourreaux PVC lisse.

L'usage de tubes et fourreaux ne sera autorisé qu'en cas d'impossibilité d'installer un chemin de câbles.

6.2.11 Canalisations électriques

Chaque classe de tension sera acheminée par une canalisation électrique distincte. Les dispositions suivantes s'appliquent pour assurer la sécurité, l'organisation et la conformité aux normes :

- **Distances minimales entre canalisations :**
 - Entre deux canalisations de classes de tension différentes : au moins 0,3 mètre.
- **Cheminement des câbles :**
 - Les liaisons haute tension (HTA) seront isolées par un parcours distinct pour renforcer la sécurité.

6.2.12 Fourreaux

À l'extérieur des bâtiments, les câbles sont installés dans des fourreaux enterrés constituant un réseau souterrain, disposés à une profondeur minimale de 0,6 mètre pour assurer leur protection et faciliter leur maintenance. Pour chaque tension utilisée, un minimum d'un fourreau est prévu, et un fourreau supplémentaire sera réservé pour chaque classe de tension afin de permettre des extensions ou des modifications ultérieures.

Caractéristiques des Fourreaux

Les fourreaux installés doivent répondre aux spécifications suivantes :

- **Matériau** : Isolant, avec une teinte rouge intégrée dans la masse pour une identification rapide et durable.
- **Norme de conformité** : EN 50086-2-4, garantissant une robustesse adaptée aux installations souterraines.
- **Aspect intérieur** : Lisse, pour faciliter le passage des câbles et réduire l'usure.
- **Aspect extérieur** : Annelé ou lisse, selon les contraintes de pose et la stabilité requise dans le sol.
- **Aiguille de tirage** : Fil en nylon ou en acier inoxydable intégré pour faciliter le tirage des câbles.

6.2.13 Liaisons équipotentielle

Elles auront pour origine les barres collectrices de terre.

Elles seront réalisées en câble U 1000 R02V cuivre de section adaptée.

Elles intéressent toutes les masses métalliques accessibles susceptibles d'être mises accidentellement sous tension et notamment (liste non exhaustive) :

- Les poteaux métalliques des murs extérieurs des bâtiments à ossature métallique,
- Les caillebotis recouvrant les canaux d'adduction, les fosses,
- Les garde-corps et passerelles métalliques au-dessus des bassins,
- Les tuyauteries diverses EC/EF/EU/air, y compris les tresses de continuité au droit des manchons isolants,
- Les luminaires et appareils d'éclairage intérieur et extérieur,
- Les fourreaux et tuyauteries métalliques des réseaux de toute nature au droit de la pénétration dans le bâtiment,
- Les gaines de ventilation, y compris les tresses de continuité au droit des manchons isolants,
- Les cuves métalliques de stockage de produit chimique, de gaz, d'air comprimé,
- Les vérins de faux-planchers,
- Les huisseries métalliques des locaux humides,
- Les huisseries métalliques et les portes métalliques des locaux électriques,
- Les chemins de câbles métalliques (tous les 15ml et maillage de connexion et d'interconnexion le plus important possible) ; pour les chemins de câbles, il sera installé un câble nu étamé et continu sur toute la longueur des cheminements,
- etc.

Le Titulaire veillera à la qualité de réalisation des connexions d'équipotentialité et au respect de la section des câbles.

Dans le cas de contact entre matériaux de nature différente, toutes précautions seront prises pour éviter les couples galvaniques.

7. MODALITÉS D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

7.1 Études d'exécution

Le Titulaire devra la fourniture des documents suivants (liste non exhaustive) :

- La liste des documents à fournir avec numérotation et date prévisionnelle de transmission
- Les relevés des installations existantes :
 - Liste des départs pour chaque armoire (utilisés / non utilisés)
 - Liste des câbles (utilisés / non utilisés)
 - Croquis / description des cheminements des liaisons existantes
 - Le synoptique général mis à jour des installations BT
 - Le plan d'implantation mis à jour des locaux : HT, BT, salle visio
- Le schéma unifilaire général projeté
- Le plan d'implantation projeté (par local) avec cheminement des liaisons
- Les schémas électriques projetés de chaque armoire électrique comprenant :
 - Les folios généraux : sommaire, caractéristiques générales, légende, code couleur, etc.
 - Les plans des façades et de l'implantation intérieure
 - Le schéma électrique multifilaire complet
 - Les plans des borniers
 - La nomenclature
- Les notes de calcul (avec logiciel de type Caneco)
- Les plans de mise à la terre,
- Les notices techniques et de fonctionnement des appareils et équipements,
- Les notices d'entretien et de maintenance des appareils et équipements,
- La procédure détaillée de réalisation pour chaque basculement
- Les carnets et PV de tests et recettes notamment pour les cellules HT, le transformateur et les tableaux électriques,
- Les autocontrôles selon l'exemple joint en annexe
- Les notices techniques et d'entretien des éléments mis en œuvre, ainsi que toutes informations utiles à l'exploitation et à l'entretien des ouvrages. Ces documents seront annexés au dossier de maintenance des ouvrages,
- Les attestations Coprec,
- Le rapport de vérification initiale de l'installation électrique,
- L'attestation Consuel.

Ces documents seront codifiés conformément aux habitudes du Maître d'Ouvrage. Cette codification sera déterminée lors de la réunion de lancement.

7.2 Réunions de chantier

Les réunions de chantier se tiendront sur le site du Donjon du Château de Vincennes à une fréquence hebdomadaire. Les modalités pratiques seront déterminées lors de la réunion de lancement.

Le Titulaire devra être présent. Une visite du site permettant d'observer l'avancement des travaux sera systématiquement organisée.

8. ANNEXES

8.1 200473.01-RN01a-Diagnostic du 21 juin 2024

8.2 Relevés départs armoire vidéo et armoire CMN du 21 octobre 2024

8.3 Plan d'implantation groupe électrogène provisoire

8.4 Plan de phasage

8.5 Planning prévisionnel de l'opération

8.6 Documentation technique

8.6.1 Exemple d'autocontrôles à réaliser

8.6.2 Exemple de méthodologie attendue pour les basculements

8.6.3 Exemple de PV de recette usine