



MP/100008.20  
28 février 2024

Canton de Neuchâtel



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

**UELS CANTON NE**

**MISE EN ŒUVRE DE L'UELS  
CANTON NE**

**PROJET D'INTERVENTION MP**

**BG Ingénieurs Conseils SA**

Route des Marais 10a - CH-2074 Marin-Epagnier

T +41 58 424 24 00 – neuchatel@bg-21.com – www.bg-21.com

CHE-116.329.587 TVA

■ INGENIOUS SOLUTIONS



UELS CANTON NE

# MISE EN ŒUVRE DE L'UELS CANTON NE PROJET D'INTERVENTION MP

---

VERSION	-	b
DOCUMENT	MP/100008.20	MP/100008.20
DATE	28 février 2024	28.06.2024
ELABORATION	B.Six	B.Six
VISA	F.Villa	F.Villa
COLLABORATION		
DISTRIBUTION		

**TABLE DES MATIÈRES**

	Page
<b>1. Résumé et vue d'ensemble du projet</b>	<b>1</b>
1.1 Glossaire	1
1.2 Dossier MP	1
1.3 Contexte	1
1.4 Bases conceptuelles issues de l'étude préliminaire	2
1.5 Bases conceptuelles supplémentaires établies dans cette étude détaillée MP	2
1.6 Pérennisation du système UeLS Canton	3
1.7 Planification	4
1.8 Allotissement	7
1.9 Budget	8
1.10 Emplacement des travaux	8
<b>2. Introduction</b>	<b>9</b>
2.1 But du projet	9
2.2 Rappel de l'étude préliminaire	9
2.3 Évolution des solutions proposées :	10
2.4 Brève description de l'état actuel des installations concernées	10
2.4.1 Gestion IHM	10
2.4.2 Gestion vidéo	10
2.4.3 Téléphonie SOS	11
2.4.4 Radio	11
2.4.5 Gestion IT (machines et utilisateurs)	11
2.4.6 Gestion des postes opérateurs	11
2.4.7 Gestion de l'archivage	11
2.4.8 Interfaces externes (SAE Police, messages SMS)	12
2.5 Objectif et but des mesures, état final des installations concernées	12
2.6 Organisation	13
2.6.1 Organigramme	13
2.6.2 Intervenants	14
2.6.3 Travaux	14
2.7 Données techniques de l'objet / du tronçon	15
2.7.1 Synthèse	15
2.7.2 H10 – Clusette	16
2.7.3 H10 – Corcelles	16
2.7.4 H10– Bois des Rutelins (2014)	17
2.7.5 H18 – Contournement Est de la Chaux-de-Fonds par le tunnel des Arêtes (2026)	17
2.7.6 H20 – Brenets (année de mise en service à définir par le canton)	17

## UELS CANTON NEU - MP

2.8	Limites géographiques, interfaces et limites de la fourniture	18
2.8.1	Limites et impacts géographiques des travaux	18
2.8.2	Projets environnants	19
2.8.3	Système de désignation	19
<b>3.</b>	<b>Bases du projet</b>	<b>20</b>
3.1	Conditions cadres et hypothèses du bureau d'études	20
3.1.1	Conditions cadres	20
3.1.2	Hypothèses du bureau d'étude	26
3.2	Directives, normes, fiches techniques et glossaire	28
3.3	Prescriptions de SPC / Police	28
3.4	Évaluation du risque	29
3.4.1	Risques organisationnels	30
3.4.2	Risques techniques	33
3.5	Notes et concepts généraux, conditions climatiques	37
3.5.1	Conformité des installations	37
3.5.2	Concepts généraux	37
3.5.3	Conditions climatiques admises	37
3.5.4	Matériaux admis	37
3.5.5	Enveloppes et coffrets normalisées	38
3.5.6	Spécifications des câbles admises	38
3.5.7	Codification et repérage des équipements	38
<b>4.</b>	<b>Solutions techniques</b>	<b>39</b>
4.1	Remarques préliminaires	39
4.2	Architecture générale projetée	40
4.2.1	Architecture physique	40
4.2.2	Architecture logique	41
4.2.3	Virtualisation des ordinateurs	41
4.2.4	Architecture logicielle	42
4.3	Infrastructure de l' UeLS Cantonale	44
4.3.1	Localisation des éléments de l'UeLS	44
4.3.2	Installations de câblage (infrastructure) pour l'UeLS	44
4.3.3	Installations auxiliaires pour l'UeLS	45
4.3.4	Exigences pour le Génie Civil	46
4.4	Gestion des domaines des ouvrages cantonaux	47
4.4.1	Liste des installations de chaque ouvrage	47
4.4.2	Dimensionnement de chaque ouvrage	48
4.4.3	Distribution d'énergie	49
4.4.4	Éclairage	50
4.4.5	Ventilation	51

## UELS CANTON NEU - MP

4.4.6	Signalisation	52
4.4.7	Installation de surveillance	53
4.4.8	Communication & systèmes de gestion	54
4.5	Mise à jour des ouvrages cantonaux	66
<b>5.</b>	<b>Mise en service</b>	<b>67</b>
5.1	Essais et mise en service des infrastructures	67
5.2	Instructions	68
5.2.1	Exigences	68
5.2.2	Programme	69
5.3	Documentation	70
5.3.1	Dossier de réalisation (DREA)	70
5.3.2	Dossier d'ouvrage réalisé (DOR)	70
5.4	Démontage, élimination des matériaux	70
<b>6.</b>	<b>Programme des travaux, gestion du trafic, planning et logistique</b>	<b>72</b>
6.1	Programme des travaux	72
6.2	Gestion du trafic	78
6.3	Planning d'ensemble	78
6.4	Logistique	78
<b>7.</b>	<b>Coûts</b>	<b>79</b>
7.1	Coûts d'investissement d'ensemble	79
7.1.1	Coûts d'investissement	79
7.1.2	Répartition des coûts d'investissement par année	80
7.2	Coûts d'investissement détaillés des mesures	83



UELS CANTON NEU - MP

8. Annexes

84

## 1. Résumé et vue d'ensemble du projet

### 1.1 Glossaire

Se reporter au document DSC-00 (cf. chapitre 4).

### 1.2 Dossier MP

Le présent projet d'intervention constitue l'étude détaillée du renouvellement du système de gestion du canton de Neuchâtel, dénommé **UeLS Canton NE**.

Il spécifie notamment :

- les bases techniques et organisationnelles ;
- les conditions cadres et hypothèses ;
- les exigences techniques et organisationnelles ;
- les conditions d'exécution à appliquer par les entreprises ;
- le programme des essais, des migrations site et des mises en service ;
- une proposition d'allotissement ;
- une proposition de planification ;
- une estimation des coûts.

Il comporte :

- une pièce principale et ses annexes (le présent document) visant à présenter le programme des travaux ;
- un ensemble de documents de standardisation conceptuelle (DSC) permettant de spécifier dans le détail les concepts à appliquer obligatoirement par les entreprises. La présentation des DSC ainsi que le glossaire général figurent dans le DSC-00.

### 1.3 Contexte

Le projet répond à quatre besoins :

- **mettre en œuvre un système de gestion des routes cantonales dénommé UeLS Canton NE**, rendu nécessaire suite à la décision OFROU d'exclure les routes cantonales de son futur système de gestion UeLS-CH UT IX (horizon de mise en service par l'OFROU en 2032). Cette décision OFROU implique la mise en place d'une infrastructure réseau et d'ordinateurs de gestion des routes cantonales propres au canton ;
- établir une synergie entre les différents projets cantonaux et disposer d'une vision cohérente sur les aspects techniques, financiers et planification ;
- centraliser et uniformiser la gestion IHM (procédures d'exploitation et ergonomie) de l'ensemble des ouvrages situés sur les routes cantonales ;
- définir le renouvellement de la couche automate / informatique des installations métiers de l'ouvrage de Corcelles, rendu nécessaire par leurs obsolescences.

#### 1.4 Bases conceptuelles issues de l'étude préliminaire

Le projet fait suite à une étude préliminaire donnée à l'annexe MP\_A02. Celle-ci a mis en exergue plusieurs axes forts pour concevoir une architecture cantonale d'accès aux installations de section adaptée aux besoins d'exploitation cantonale :

- **simplification des standards d'architecture OFROU** : passage de quatre niveaux d'ordinateurs applicatifs (selon architecture type OFROU : BL-AR-AS-LS) à deux niveaux d'ordinateurs applicatifs (selon nouvelle architecture canton : BL-ASM) ;
- simplification de l'architecture actuelle avec la mise en place d'un seul serveur commun à tous les ouvrages cantonaux, dénommé BL Canton NE ;
- concentration de l'ensemble des installations métiers dans un **automate multi-domaines** dénommé AS-M (cet automate est redondé par un deuxième automate synchronisé) ;
- **Non-reprise des programmes automatés** : l'étude préliminaire a pris pour hypothèse que les programmes automatés existants des CS/AS devaient être entièrement renouvelés puisque obsolètes. Les infrastructures sont intégrées au fur et à mesure avec renouvellement de leurs logiciels (et matériel pour Corcelles) ;
- **réévaluation des stratégies de migration** : les stratégies de migration proposée dans l'étude préliminaires (cf. MPA02 : Plan 2) ont été confirmés. Aucune passerelle SI n'est mis en place, l'intégration des ouvrages existant se fera nativement par le redéveloppement des logiciels automatés.

#### 1.5 Bases conceptuelles supplémentaires établies dans cette étude détaillée MP

Des bases conceptuelles supplémentaires ont été établies au cours de la présente étude détaillée :

- **matériel informatique** : mise en œuvre de deux infrastructures informatiques indépendantes :
  - infrastructure de production : plateforme matérielle redondante centralisée en cluster (ou HCI), hébergeant sous forme virtualisée la plateforme de production ;
  - infrastructure de préproduction : composée d'un serveur non redondé permettant la centralisation du code source, la génération centralisée des versions, la mise à jour des logiciels AS-M ainsi que la réalisation des tests sur un environnement très proche de celui de production (cf. DSC-12).

Les deux infrastructures matérielles sont connectées à un système de sauvegarde. Elles sont évolutives, pérennes et conçues de façon à pouvoir intégrer des futures évolutions cantonales (nouvelles sections, nouvelles versions, renouvellement d'installations, etc.) ;

- **lieu de réalisation des tests** : mise en œuvre d'une Zone Technique Opérationnelle (ou ZTO) comportant des postes opérateurs de tests, des armoires pour héberger les équipements fibre optique et réseau ainsi que des armoires pour héberger l'infrastructure de préproduction et des automatés de test (cf. DSC-12). L'emplacement physique de la ZTO et sa forme sont actuellement définis dans l'hypothèse H-04 (localisation a priori dans le bâtiment CTCE de Corcelles). La ZTO est suffisamment pérenne et évolutive pour intégrer des évolutions cantonales futures (nouvelles sections, nouvelles versions, renouvellement d'installations, etc.) ;
- **séparation canton / OFROU** : les conditions cadres relatives à la séparation canton / OFROU ont fortement évolué depuis l'étude préliminaire, la communication entre les systèmes OFROU et cantonaux n'est plus à l'ordre du jour. Ainsi :
  - aucune mutualisation des équipements informatiques, réseau et automatés n'est envisageable, ce qui implique que le canton doit mettre en œuvre les éléments suivants dédiés au canton et non prévus dans l'étude préliminaire (il s'agissait initialement de récupérer et/ou de mutualiser les équipements) :
    - les systèmes IT cantonaux (VMS, NMS, DC, NTP, PABx, sécurité, etc.) ;



- une backbone cantonale complète (switches de niveau haut).
  - le projet déroule son programme sans tenir compte du projet OFROU de renouvellement du système de gestion sur l'UT IX. Une contrainte forte existe cependant au niveau de la date de séparation des deux architectures : l'OFROU prévoit le renouvellement de son architecture en 2032, ce qui implique que le système de gestion cantonal doit être opérationnel au plus tard à cette date (objectif retenu dans l'étude : fin 2031 pour l'intégration des ouvrages existants) ;
  - une interface entre le réseau cantonal et le réseau IP-Netz BSA de l'OFROU n'est plus envisagée. Ceci implique que les alarmes et défauts cantonaux ne remonteront pas sur les IHM BL UT IX. Ils seront traités uniquement dans l'IHM BL canton (cf. DSC-05) .
- **mise en service** : la migration s'effectue en quatre étapes principales (le séquençage précis est donné dans le DSC-21) :
  - Mise en place de la HCI ;
  - Migration du tunnel de la Clusette ;
  - Migration et renouvellement du tunnel de Corcelles ;
  - Migration et renouvellement du tunnel du Bois des Rutelins.

Durant ces phases les systèmes existants sont déconnectés, ils ne seront démontés qu'après une période probatoire VSR où tous les défauts (mineurs et majeurs) sont résolus. Les migrations sont exclusives, c'est-à-dire que l'ouvrage est géré uniquement par un système (l'ancien système OFROU, ou le nouveau système UeLS). Il est cependant possible de revenir à l'ancien système durant la phase de migration en cas de défaut majeur (cf. MP\_A01).

## 1.6 Pérennisation du système UeLS Canton

La pérennisation constitue un objectif important de l'UeLS Canton. Elle est obtenue par l'application des mesures suivantes :

- homogénéisation fonctionnelle des différents niveaux d'architecture, obtenue par la centralisation des spécifications dans les DSC qui sont des documents communs à tous les niveaux d'architecture ;
- dissociation stricte des problématiques d'exploitation (niveau informatique de supervision BL) et des problématiques de gestion des installations (niveau automate AS-M), permettant l'indépendance des deux niveaux ;
- modélisation commune des données référentielles statiques et dynamiques, garantissant une définition commune de la structure des données, des types organes et des instances d'organes ;
- pérennisation technique aux niveaux :
  - des systèmes d'exploitation informatiques : pas de lien direct entre les systèmes d'exploitation informatiques et la couche matérielle (utilisation de VM) ;
  - des spécifications : utilisation de la base technique des standards OFROU, adaptée aux besoins cantonaux ;
  - de la fiabilité : utilisation de produits logiciels éprouvés et répondant à des exigences clairement définies ;
- structuration du réseau cantonal par VLAN, cloisonnant les échanges de données entre niveaux d'architecture. Il est conçu pour permettre l'intégration de futures sections et installations de manière native ;
- définition commune des interfaces aux niveaux protocolaire (OPC-UA) et de codification des échanges (construction normalisée des tags OPC-UA, structuration des données et méthodes, gestion des retours d'états et de commandes, etc.) ;
- extensibilité native du système du point de vue :
  - des ressources matérielles : l'infrastructure informatique virtualisée est extensible par simple ajout de ressources matérielles (mémoire, CPU, stockage ...) ;
  - fonctionnelle : l'ajout d'une section routière nécessite :

- l'ajout d'un automate AS-M (avec un autre AS-M redondé) sur la section ;
- son intégration à l'hyperviseur BL par simple configuration de la BL (c'est-à-dire sans nouveau développement informatique dans la BL) : définition d'une nouvelle interface OPC-UA, ajout des organes de la nouvelle section et ajout / modification des vues synoptiques BL ;
- hébergement, au sein de matériels appartenant au canton, des plateformes informatiques permettant :
  - de centraliser tous les codes source, de générer les versions applicatives, de réaliser toutes les phases de tests et de mises en service ;
  - de disposer pour chaque version de la documentation, du code source et des exécutables dans des versions cohérentes.  
*Ces plateformes informatiques et les procédures associées seront accessibles à tous les projets cantonaux à venir en plus du présent projet ;*
- mise à disposition d'un espace physique depuis lequel sont déroulés les tests, mises en service et formations (ZTO), utilisable par le projet mais également par tous les autres projets à venir en lien avec l'UeLS Canton ;
- développement d'IHM qui communique avec le serveur REST (cf. DSC-05) de la BL ou des AS-M ce qui permet notamment :
  - la possibilité de développement futur d'une IHM unique pour tous les ordinateurs et automates du canton (BL et ouvrages), déployée sur différents sites et configurée selon sa localisation ;
  - la possibilité de développements et ou de reprises des IHM par des personnes du domaine Web ;
  - la structuration des développements par la séparation complète des parties web et des parties fonctionnels ;
  - l'amélioration des performances fonctionnels et d'affichage ;
  - une meilleure gestion des évolutions de versions (possibilité d'implémenter le versioning des requêtes) ;
  - des possibilités d'évolution futures vers des applications mobiles.

Finalement, l'ensemble des mesures garantit une utilisation prolongée de l'architecture UeLS Canton NE et vise également à faciliter la reprise de code par une entreprise tierce (principes communs et transparence de la spécification et de la conception).

## 1.7 Planification

De façon synthétique, le planning est synchronisé avec les projets cantonaux environnants (Clusette) et prévoit selon une hypothèse de poursuite du projet en avril 2024 (SIA-41).

La migration des installations se réalisera par étape jusqu'en 2029. Ensuite ; les nouveaux ouvrages Arêtes et Brenets seront intégrés lors de leurs constructions.

Les tableaux ci-dessous présente les intégrations prévisionnelles des ouvrages, et de leurs IHM.

	UeLS Canton	Tunnel de la Clusette	Tunnel des Arêtes	Tunnel de Corcelles	Tunnel du Bois des Rutelins	Tunnel des Brenets
2023				<i>Renouvellement Vidéo</i>		
2024	KNS	<i>Renouvellement sur un système séparé</i>		Multiplexage du réseaux TRN avec le gigabit. Utilisation de fibres bidirectionnelles.		
2025	ZTO, HCI					
2026	BL VMS TRN	Intégration (Nouveau logiciel AS-M)				
2027				Intégration et renouvellement (MESD et ASM)		
2028					Intégration et renouvellement AS-M (Matériel + logiciel)	
2029						
2030			Intégration nouvel ouvrage*			
>2030						Intégration nouvel ouvrage*

Tableau 1. Plan de déploiement UeLS

\* : Ces dates prévisionnels sont très incertaines, elles dépendent de choix et conditions extérieures à ce projet.

Année	Exploitation RN			Exploitation RC					Nombre d'IHM utilisées
	N5 6/7	N20	N5/3	La Clusette	Corcelles	BDR	Arêtes	Les Brenets	
2021	SGE UT IX	VAX N20	SGE N53	VAX Clusette	SGE N53	SGE BDR			5
2022	SGE UT IX	VAX N20	SGE N53	VAX Clusette	SGE N53	SGE BDR			5
2023	SGE UT IX		SGE N53	SGE Clusette	SGE N53	SGE BDR			4
2024	SGE UT IX		SGE N53	SGE Clusette	SGE N53	SGE BDR			4
2025	SGE UT IX		SGE N53	SGE Clusette	SGE N53	SGE BDR			4
2026	SGE UT IX		SGE N53	UeLS Canton NE	SGE N53	SGE BDR			4
2027	SGE UT IX		SGE N53	UeLS Canton NE	SGE N53	SGE BDR			4
2028	SGE UT IX		SGE N53	UeLS Canton NE		SGE BDR			4
2029	SGE UT IX		SGE N53	UeLS Canton NE					3
2030	UeLS-CH UT IX			UeLS Canton NE					2
>2030	UeLS-CH UT IX			UeLS Canton NE					2

Tableau 2. Évolution des IHM d'exploitation des différents ouvrages au cours du temps – Solution sans passerelles SI au niveau cantonal entre 2026 et 2029

Se reporter au MP\_A03 pour davantage de détail sur le planning.

### 1.8 Allotissement

L'allotissement prévoit 6 lots principaux (BL + réseau) pour l'ensemble du projet.

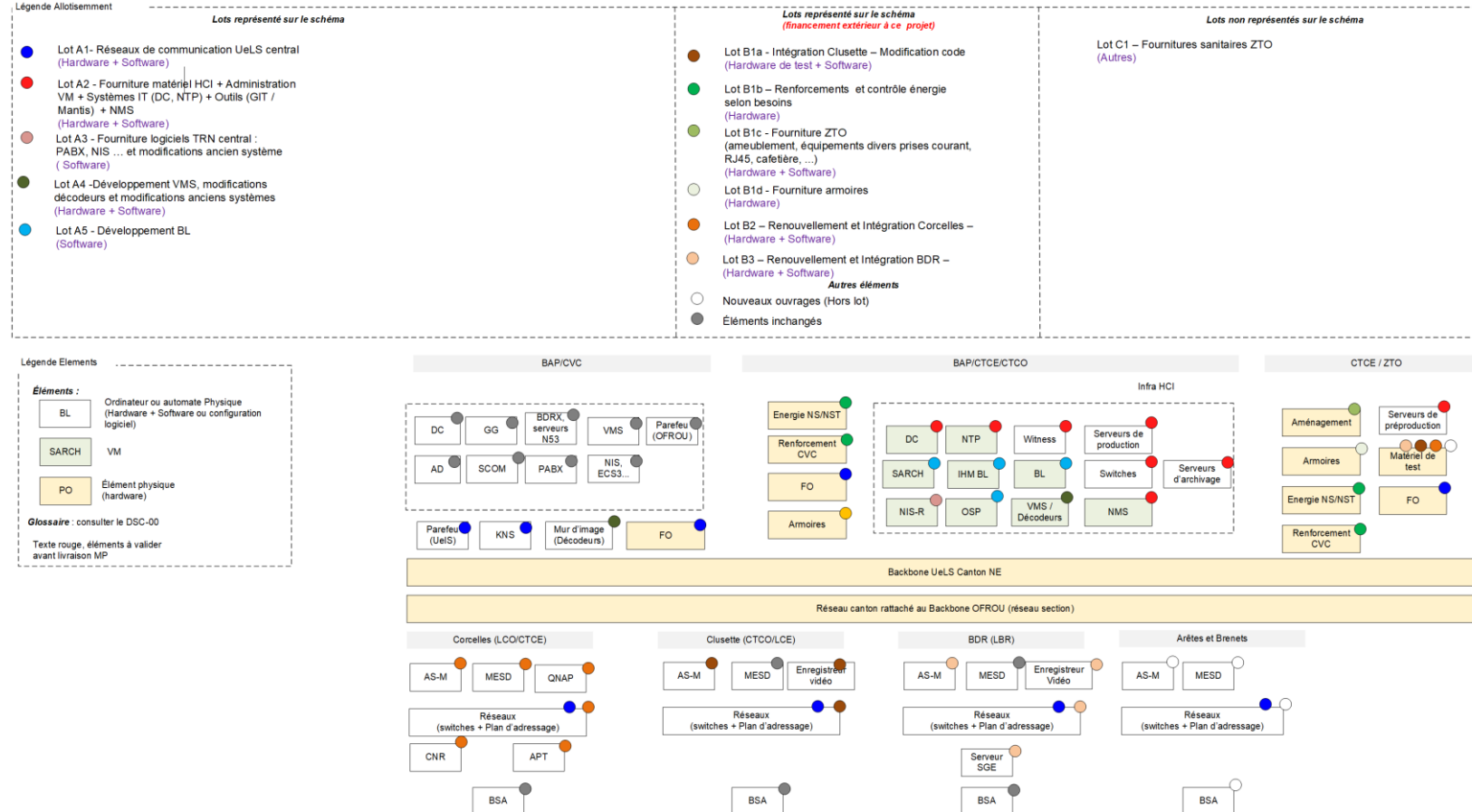


Figure 1: Allotissement du projet (schéma disponible dans l'annexe MP.A04b)

La vision détaillée de l'allotissement est donnée au §7.1.2.1.

## 1.9 Budget

Le budget lié aux seuls coûts d'investissements du projet est estimé à 3 312 000 **CHF HT**. Sa décomposition par lot, les coûts supplémentaires à prévoir (prestations d'ingénierie), sont définis au chapitre §7.

## 1.10 Emplacement des travaux

Les travaux se déroulent :

- dans les locaux techniques du canton (bâtiments BAP, CVC, CIFL) ;
- principalement dans la zone technique opérationnelle (ZTO situé à CTCE) ;
- dans le local technique principal des différents ouvrages (LCO, CTCE, CTCO, LCE, LBR);
- le long du tracé des routes (travaux dans les COT et dans les niches SOS).

Des fermetures temporaires d'ouvrages (complètes et partielles) sont à prévoir sur des courtes durées pour réaliser les tests site.

Le stockage du matériel sera effectué directement à CTCE où est situé la ZTO (pas de gros matériel EES ou GC à stocker).

## 2. Introduction

### 2.1 But du projet

Le projet consiste à mettre en œuvre un système de gestion dénommé UeLS Canton NE et dédié à la seule supervision des routes cantonales. Sa mise en œuvre est contrainte par la décision OFROU de ne plus intégrer les équipements du canton dans le futur système de gestion des routes nationales de l'UT IX, et dont la mise en service est prévue courant 2032, ainsi que par l'obsolescence matérielle et logicielle de certain ouvrages actuels.

### 2.2 Rappel de l'étude préliminaire

La nouvelle solution cantonale a fait l'objet d'une étude préliminaire (annexe MP\_A02) qui a comparé différentes variantes d'architecture selon leurs coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance à court, moyen et long terme.

La solution technique retenue était la suivante :

- au niveau de l'UeLS Canton NE, mise en œuvre dès 2026 d'une nouvelle architecture informatique cantonale, permettant principalement de délivrer les IHM aux exploitants :
  - du point de vue ergonomique et fonctionnel IHM : application des derniers standards OFROU SA-CH, conduisant à une IHM cantonale parfaitement homogène avec celle de l'OFROU ;
  - du point de vue architecture : simplification de l'architecture actuelle avec la mise en place d'un seul serveur commun à tous les ouvrages cantonaux, dénommé BL Canton NE ;
  - du point de vue interface avec l'UeLS-CH UT IX (à partir de 2032) : mise à disposition par l'UeLS Canton NE d'une information de synthèse cantonale et utilisation de ressources communes (ex : gestion IT, connexion des utilisateurs, etc.) ;
- au niveau des installations métiers (gérées par automatisme et informatique), deux solutions peuvent être envisagées en 2026 :
  - ouvrages obsolètes (tunnels de la Clusette et des Arêtes) : simplification des architectures automates actuelles par une architecture optimisée composée d'un seul automate multidomaines AS-M pour l'ouvrage (éventuellement un automate supplémentaire AS-L de gestion de la ventilation) ;
  - ouvrages plus récemment mis en service (Bois des Rutelins, Corcelles et Brenets) : conservation de l'architecture actuelle jusqu'à leur rénovation et :
    - soit interfaçage à la nouvelle BL Canton NE avec une nouvelle SI ;
    - soit conservation de la situation actuelle (gestion séparée dans des applications IHM distinctes de celle de l'UeLS Canton NE).

Dans les deux cas, les installations seront rénovées avec des automates multidomaines entre 2027 et 2030, selon les plans envisagés.

### 2.3 Évolution des solutions proposées :

Au fil du projet d'intervention, la solution de l'étude préliminaire a été adaptée :

- suite à une évolution de position OFROU (condition cadre CC-14) : nécessité de séparer physiquement l'UeLS Canton de l'UeLS-CH UT IX (plus d'échange d'information) et de mettre en œuvre des systèmes IT cantonaux totalement indépendants de ceux de l'OFROU ;
- suite à l'étude détaillée des installations actuelles (non réalisée dans l'étude préliminaire), les équipements automatés de l'ouvrage Corcelles seront renouvelés lors de son intégration. L'architecture de cet ouvrage sera adaptée afin de se standardiser avec le reste du canton (mise en place d'une AS-M). L'ensemble des ouvrages auront alors la même structure (BL et AS-M) ;
- suite à la rénovation en cours du tunnel de la Clusette, le renouvellement matériel n'est plus nécessaire. L'intégration consistera donc uniquement à des modifications logicielles et réseaux.
- suite à discussion avec le canton du point de vue ergonomique et fonctionnel IHM : les derniers standards OFROU SA-CH ne sont que partiellement repris. En effet les standard OFROU seront partiellement adaptés :
  - ajout différents best practice pour que l'IHM soit fonctionnel ;
  - possibilités d'évolution vers un standard REST (cf. .DSC-05 et DSC-04).

*Il est à noter que le niveau AS-M dispose d'une IHM locale sur pupitre à des fins de diagnostics (cf. DSC-02) et d'une IHM Web utilisable depuis l'ouvrage et à distance via VPN si nécessaire (généralement en cas de secours), similaire à l'IHM Web BL du point de vue ergonomique et fonctionnel.*

### 2.4 Brève description de l'état actuel des installations concernées

L'étude préliminaire a permis de lister l'état actuel des interfaces, fonctionnalités et matériels communs au canton et à l'OFROU.

#### 2.4.1 Gestion IHM

Le tunnel de Corcelles dispose d'une IHM générée par le système de gestion autoroutier N53 et présente une ergonomie et un fonctionnel communs avec les IHM N53 (traitement des alarmes, des interdomaines, des commandes, etc.). Les deux IHM sont gérées et alimentées par un ensemble de serveurs communs OFROU / Canton (couche haute de l'architecture N53 : SINTRA, SMES, SCOM, SBDR).

Les autres tunnels cantonaux disposent d'IHM indépendantes les unes des autres, générées par des serveurs dédiés à chaque ouvrage.

#### 2.4.2 Gestion vidéo

Solution VMS actuelle : la solution VMS actuelle permet d'affecter des caméras sur le mur d'images de la Police. Elle est utilisée à la fois pour les besoins du Canton (hormis pour le Bois des Rutelins) et des routes nationales.

Tunnel de la Clusette : le tunnel disposera d'une installation vidéo composée de caméras IP POE, d'un analyseur DAI et d'un serveur d'archivage, chapeautés par une AS VTV (également par une AS DAI selon la solution retenue). Le flux vidéo sera remonté jusqu'au mur d'images de la centrale d'exploitation à Neuchâtel (CNU).

Tunnel de Corcelles : le tunnel dispose d'une installation vidéo composée de caméras IP rénové en 2023. L'archivage et la matrice vidéo sont assurés par le serveur vidéo QNAP. Le flux vidéo est remonté jusqu'au mur d'image de la centrale d'exploitation à Neuchâtel (CNU).



Tunnel du Bois des Rutelins : le tunnel dispose d'une installation vidéo composée de caméras IP POE. L'archivage et la matrice vidéo sont assurés par un logiciel de vidéosurveillance Milestone. Le flux vidéo est remonté sur 4 moniteurs dédiés de la centrale d'exploitation à Neuchâtel (CNU), indépendants du mur d'images.

Tunnel des Arêtes (contournement Est Chaux-de-Fonds) : installation vidéo à concevoir sur la base de la solution UeLS Canton NE.

Tunnel des Brenets : installation vidéo actuelle non étudiée. La future solution sera à concevoir sur la base de la solution UeLS Canton NE.

### 2.4.3 Téléphonie SOS

Pour chaque tunnel cantonal :

- les téléphones SOS remontent sur le NIS Road du BAP commun OFROU/Canton ;
- le NIS Road du BAP achemine les appels vers les tradeboards des exploitants Police ;
- téléphones SOS du tunnel de Corcelles : le NIS Road du BAP est interfacé avec le SCOM N53 qui annonce les défauts d'installation et les décrochés téléphones ;
- téléphones SOS des autres ouvrages : les défauts d'installation et les décrochés téléphones sont signalés via les AS correspondantes (AS NT).

### 2.4.4 Radio

Chaque ouvrage cantonal existant dispose d'une installation radio qui lui est propre et dont les défauts remontent sur le domaine divers.

### 2.4.5 Gestion IT (machines et utilisateurs)

Les machines et utilisateurs de chaque ouvrage cantonal existant sont gérés indépendamment par une infrastructure IT qui est propre à chaque tunnel cantonal [\*] (contrôleurs de domaine et éventuellement SSO propres à chaque ouvrage). Le principe de connexion des opérateurs aux machines et aux IHM de supervision repose sur un principe de login / mot de passe pour tous les tunnels.

*[\*] La gestion IT du tunnel de Corcelles est gérée par l'infrastructure IT de la N53.*

### 2.4.6 Gestion des postes opérateurs

Les opérateurs utilisent des postes opérateurs dédiés pour accéder aux applications OFROU et Canton. Les postes opérateurs Police sont gérés par un système KVM Weytec permettant de dissocier l'affichage des IHM de supervision des moniteurs physiques (« couche d'abstraction virtuelle »).

### 2.4.7 Gestion de l'archivage

L'archivage des données cantonales est propre à chaque système de gestion cantonal [\*] (mécanismes et formats).

*[\*] La gestion de l'archivage du tunnel de Corcelles est commune avec celle de la N53.*

### 2.4.8 Interfaces externes (SAE Police, messages SMS)

Les interfaces dynamiques de dialogue entre le SAE de la Police et l'OFROU ne seront pas permises par le nouvel UeLS-CH UT IX. En revanche, l'OFROU pourra mettre à disposition du SAE Police les informations nécessaires par OPC-UA. Par conséquent, un projet géré par la Police doit être initié pour récupérer les données nécessaires à son SAE.

### 2.5 Objectif et but des mesures, état final des installations concernées

#### Travaux réalisés :

- la nature et la portée des travaux sont décrites dans le chapitre 6;
- une vision synthétique est donnée en annexe MP\_A04a (copie ci-après dans la Figure 2).

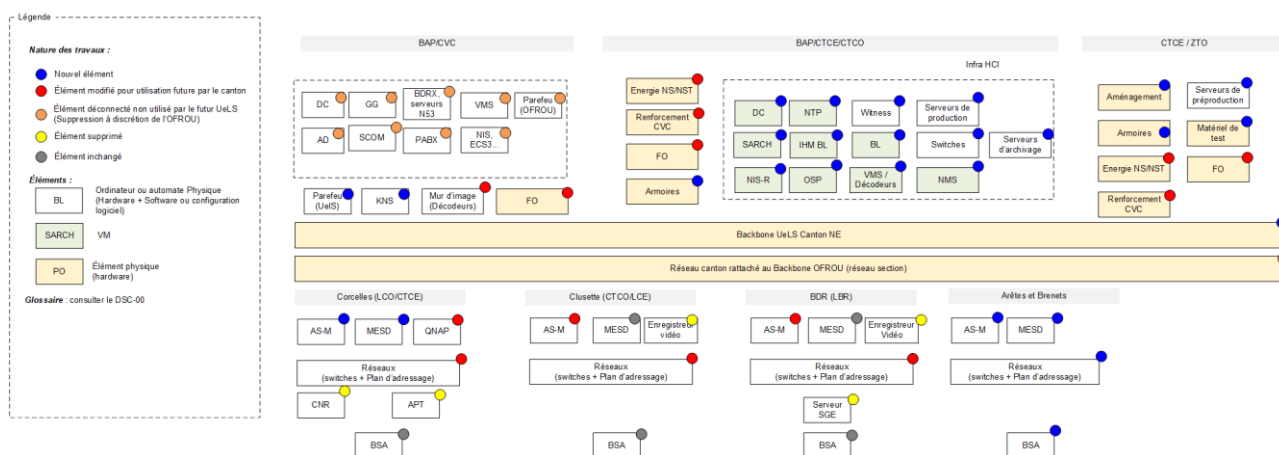


Figure 2. Représentation des travaux pris en charge par le projet sur le système de gestion, le réseau et les sections cantonales (copie de l'annexe MP\_A04a)

## 2.6 Organisation

### 2.6.1 Organigramme

L'organigramme projet des personnes ayant directement contribué à l'élaboration du MP ou ayant participé aux séances d'avancement technique / administratif est le suivant :

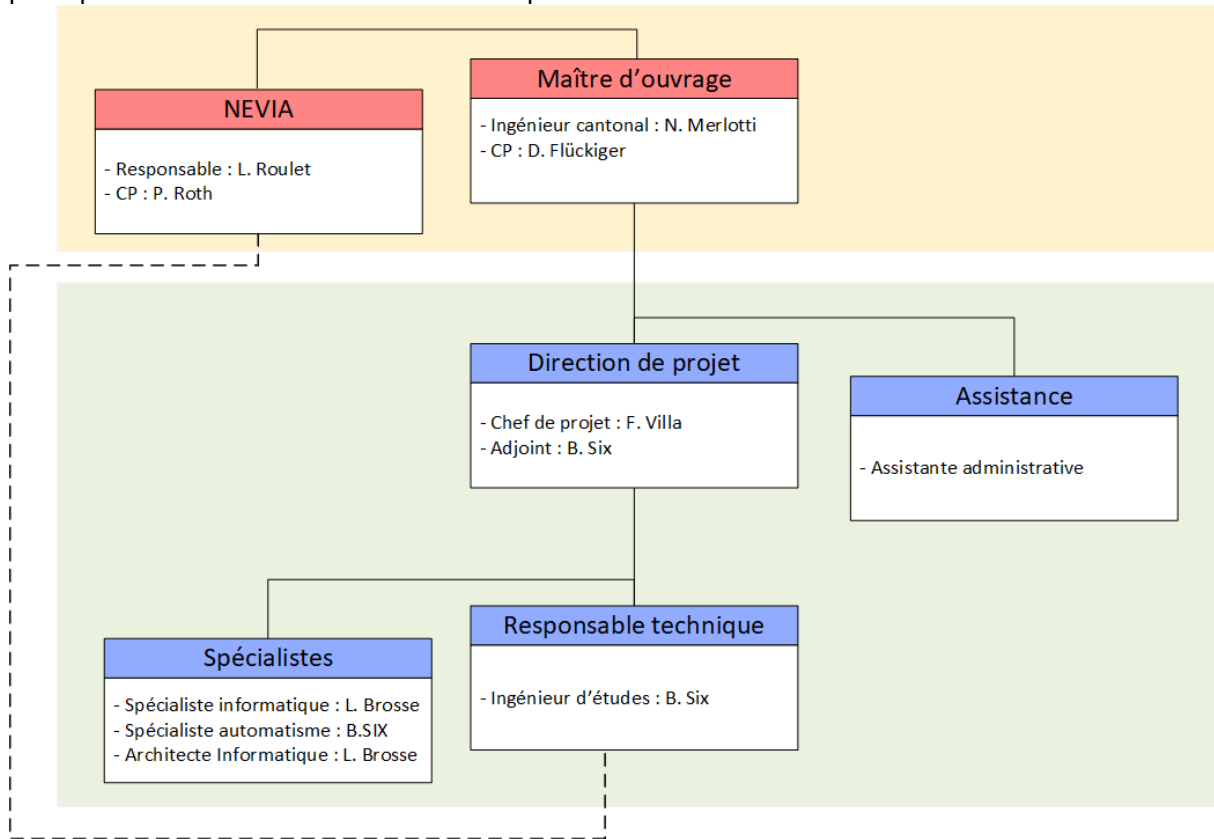


Figure 3. Organigramme projet pour l'élaboration du MP et les séances techniques et de gestion projet

L'organigramme requis sur les phases SIA suivantes est donné dans le DSC-23.

### 2.6.2 Intervenants

La liste complète des intervenants est la suivante :

Maitrise d'Ouvrage : Etat de Neuchatel			Adresse : Rte de Fontainemelon 19, 2208 Les Hauts-Geneveys	
Nom	Prénom	Fonction	Téléphone	Email
Merlotti	Nicolas	Ingénieur cantonal	032 722 03 77	nicolas.merlotti@ne.ch
Weber	Patrick	Chef de projet	032 720 13 30	patrick.weber@ne.ch
Roth	Pierre	Coordinateur de projets et spécialiste IT	079 665 80 95	pierre.roth@ne.ch
Roulet	Ludovic	Responsable de domaine EES	079 477 38 93	ludovic.roulet@ne.ch
Ingénierie : WSP BG			Adresse : Rte des Marais 10a, 2074 Marin-Epagnier	
Nom	Prénom	Fonction	Téléphone	Email
Magnin	Ludovic	Chef d'unité	058 424 14 03	ludovic.magnin@bg-21.com
Villa	Fabian	Chef de projet	058 424 24 47	fabian.villa@bg-21.com
Six	Beranger	Ingénieur d'étude	058 424 99 81	beranger.six@bg-21.com
Brosse	Laurent	Spécialiste IT	058 424 14 10	laurent.brosse@bg-21.com

Tableau 3. Liste exhaustive des parties prenantes sur le projet

### 2.6.3 Travaux

La planification de la mesure intègre quatre types de travaux dont le séquençage nécessite la coordination. Il s'agit des types suivants :

- ZTO ;
- réseaux, infrastructure HCI, armoires ;
- développements informatiques et automates ;
- travaux de terrain.

L'enchaînement des types de travaux est déterminé de façon que la ZTO, l'infrastructure informatique et réseau soient prêts lorsque les lots de développement logiciels en auront besoin.

Par ailleurs la planification proposée prend en compte les besoins de synchronisation avec les projets cantonaux environnants (Renouvellement Clusette).

## 2.7 Données techniques de l'objet / du tronçon

Les ouvrages cantonaux considérés dans l'étude sont indiqués sur la Figure 4. Leurs caractéristiques principales sont données dans le Tableau 4 :

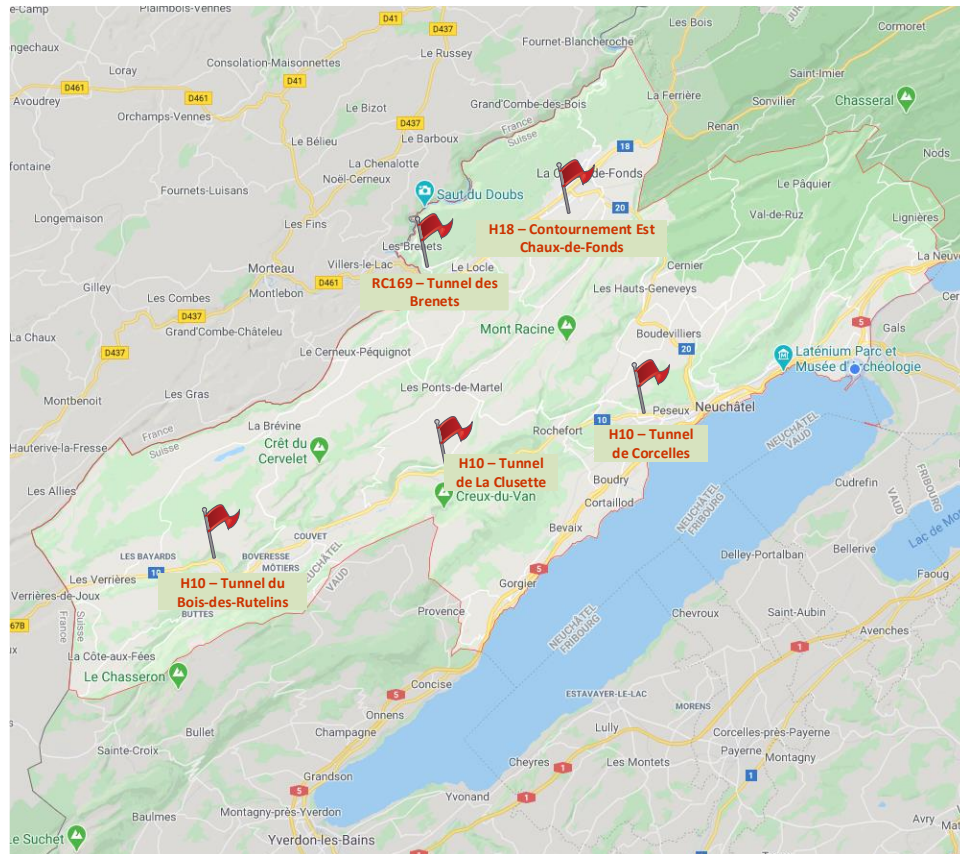


Figure 4. Situation géographique des ouvrages cantonaux

### 2.7.1 Synthèse

Ouvrage	Mise en service	Rénovation	Tubes	Longueur	Système de gestion (2024)	Installations (2024)
H10 – Clusette	1975	En cours	1	~1'100 m	À définir (en cours de spécification)	
H10 – Corcelles	2008	2023 (pour les installations vidéo)	1	~600 m	Intégré au SGE N53 (C++/Active X + IHM non-Web)	Gestion par plusieurs couches (informatique + automate)
H10 – Bois des Rutelins	2014	Non planifiée	1	~520 m	Indépendant (Atvise + IHM Web)	Gestion par une seule couche (AS multidomains)
H20 – Tunnel des Brenets	À définir	Sans objet (nouveau)	1	~250 m	À définir (en cours de spécification)	
H18 – Contournement Chaux-de-Fonds (tunnel des Arêtes)	2026*	Sans objet (nouveau)	1	~1'200m	À définir (en cours de spécification)	

Tableau 4. Caractéristiques principales des ouvrages cantonaux avec indication de leur état initial en 2026

### 2.7.2 H10 – Clusette

Ouvrage : le tunnel de la Clusette est constitué des principales parties d'ouvrage suivantes :

- un tunnel monotube bidirectionnel à 3 voies de circulation (1 descendante et 2 montantes) ;
- une centrale technique au portail Ouest (CTCO) ;
- un local technique au portail Est (LECE) ;
- une galerie de sécurité accessible aux piétons et aux cyclistes (SISTO).

Gestion : En raison de sa vétusté, un projet d'assainissement et de sécurisation est en cours dans lequel il est prévu d'anticiper la mise en œuvre d'une architecture compatible avec la nouvelle UeLS Canton NE, avec le déploiement d'un seul automate multidomains dénommé AS-M pour gérer l'ensemble des installations, en charge des process métiers et interdomaines ;

Par ailleurs, l'installation de ventilation dans le tube en circulation n'est pas reconduite. Une fonction de ventilation est néanmoins assurée uniquement dans la SISTO.

Rénovation : la rénovation est prévue en deux étapes :

- 2024 (en cours) : mise en place de la galerie de sécurité SISTO supervisée par un système pouvant être temporaire (automate autonome par exemple) et utilisée pour les besoins de sécurité des travaux sur la chaussée. Ce système est prévu d'être maintenu pendant toute la durée des travaux sur la chaussée ;
- 2026 : fin des travaux d'assainissement complet du tunnel. Au niveau informatique / automate, l'avant-projet prévoit la mise en œuvre d'un système prêt à être intégré dans le futur UeLS Canton NE. L'ouvrage de la Clusette constituera la première étape d'intégration d'un ouvrage de l'UeLS Canton NE.

### 2.7.3 H10 – Corcelles

Ouvrage : le tunnel de Corcelles est constitué des principales parties d'ouvrage suivantes :

- un tunnel monotube bidirectionnel à 2 voies de circulation ;
- un local technique au portail Ouest (LCO) ;
- une centrale technique au portail Est (CTCE).

Gestion : sa supervision est rattachée au système de gestion N53 (dénommé "Poste Opérateur N53"), initialement dédié au tronçon 3 de la N5 et consistant en un pur développement logiciel obsolète (C++, Visual Basic et technologie Active X).

Ses installations sont gérées par une architecture propre à ce tronçon, avec une couche informatique (STR Corcelles) et deux couches automates multidomains (CNR Corcelles et APT de terrain).

Rénovation : l'installation vidéo était en état d'obsolescence avancée, celle-ci a été rénové en 2023.

#### 2.7.4 H10– Bois des Rutelins (2014)

Ouvrage : le tunnel du Bois des Rutelins est constitué des principales parties d'ouvrage suivantes :

- un tunnel monotube bidirectionnel à 2 voies de circulation ;
- un local technique au portail Est (LBR).

Gestion : ce tunnel est actuellement supervisé par un système de gestion autonome (serveur disposant du superviseur Atvise) et ses installations sont fédérées par un seul automate AS-M multidomaines de type Beckhoff. Il ne dispose pas d'installation de ventilation.

Rénovation : les parties informatiques et automates du tunnel de Corcelles sont actuellement prévues d'être rénovées lors de l'entrée en obsolescence des équipements (horizon 2028 au plus tôt).

#### 2.7.5 H18 – Contournement Est de la Chaux-de-Fonds par le tunnel des Arêtes (2026)

Ouvrage : le futur tunnel des Arêtes permettra le contournement Est de la Chaux-de-Fonds. Il est encore en phase d'études (avant-projet) et l'exécution des travaux est planifiée entre 2022 et 2030. Il disposera d'une installation de ventilation et comportera les parties d'ouvrages suivantes :

- un tunnel monotube bidirectionnel à 2 voies de circulation ;
- un local technique au portail Nord (LTN) ,
- un local technique au portail Sud (LTS).

Gestion : au niveau informatique / automate, le projet de détail est encore à réaliser. Il devra s'orienter vers la mise en œuvre d'un système prêt à être intégré dans le futur UeLS Canton NE. Ainsi le tunnel des Arêtes sera interfacé directement au nouvel UeLS Canton NE dès sa création selon une conception 100% conforme.

Rénovation : sans objet.

#### 2.7.6 H20 – Brenets (année de mise en service à définir par le canton)

Ouvrage : le futur tunnel des Brenets permettra la liaison directe entre le giratoire du Col des Roches et la RC169. Il est encore en phase d'études (avant-projet) et l'exécution des travaux n'a pas encore été planifié. Il ne disposera pas d'une installation de ventilation et comportera les parties d'ouvrages suivantes :

- un tunnel monotube bidirectionnel à 2 voies de circulation ;
- un local technique (R BRE).

Gestion : au niveau informatique / automate, le projet de détail est encore à réaliser. Il devra s'orienter vers la mise en œuvre d'un système prêt à être intégré dans le futur UeLS Canton NE. Ainsi le tunnel des Brenets sera interfacé directement au nouvel UeLS Canton NE dès sa création selon une conception 100% conforme.

Rénovation : sans objet.

## 2.8 Limites géographiques, interfaces et limites de la fourniture

### 2.8.1 Limites et impacts géographiques des travaux

#### 2.8.1.1 Travaux aux BAP

Au niveau du BAP, le projet couvre l'ajout de l'infrastructure HCI, l'ajout de la backbone cantonale, et la déconnexion des ouvrages aux anciens systèmes (ce qui implique de potentiels modifications de ces systèmes).

L'accès à ce bâtiment de la Police étant régulé, des demandes seront effectués en amont par les entreprises au moins deux semaines à l'avance.

Aucune fermeture autre que les ouvrages cantonaux ajoutés ou retirés ne sont à prévoir. Cependant afin d'éviter tout impact sur les autres ouvrages, en cas de modifications sur les systèmes OFROU/Canton :

- les services de polices seront prévenus ;
- un service de piquet sera mis en place pour gestion de l'ensemble des perturbations que les travaux pourraient engendrer ;
- une analyse d'impact et de risque sera effectué avant chaque travaux ;
- les travaux auront lieux en dehors des heures et périodes de pointes ;
- les tests de livraisons incluront la vérification du bon fonctionnement des autres ouvrages (cf. MP\_A01).

#### 2.8.1.2 Travaux à CVC

Au niveau du CVC, le projet couvre uniquement la déconnexion des ouvrages aux anciens système (ce qui implique de potentiels modifications de ces systèmes). Aucune fermeture n'est à prévoir. Cependant afin d'éviter tout impact sur les autres ouvrages, en cas de modifications sur les systèmes OFROU/Canton, les mêmes actions qu'au chapitres précédent (§ 2.8.1.1) sont mis en place.

#### 2.8.1.3 Travaux sur le tunnel de la Clusette

La majorité des travaux s'effectueront dans les bâtiments CTCO, ces travaux consistent en l'ajout d'un serveur HCI (serveur de Witness), des modifications réseaux, et la modification du logiciel AS-M.

Au niveau du local LCE, et des niches SOS ou coffrets de terrains, l'unique travail consiste à modifier le plan d'adressage des équipements. Ce travail se réalisera de préférence à distance au niveau du bâtiment CTCO.

Une fermeture temporaire de l'ouvrage est à prévoir lors de la mise en place du nouveau système et des essais sur site (SIT et SAT).

#### 2.8.1.4 Travaux sur le tunnel de Corcelles

La majorité des travaux s'effectueront dans les bâtiments CTCE et LCO, ces travaux consistent en l'ajout de deux serveurs de la HCI (serveur de PROD2 et PréPROD), l'ajout d'une zone ZTO dédiés aux essais, des modifications réseaux, et le renouvellement de l'automatisme (AS-M et MESD).

Au niveau des niches SOS ou coffrets de terrains, l'unique travail consiste à modifier le plan d'adressage des équipements. Ce travail se réalisera de préférence à distance au niveau du bâtiment CTCE.

Une fermeture temporaire de l'ouvrage est à prévoir lors de la mise en place du nouveau système et des essais sur site (SIT et SAT).

**Le local CTCE sera très régulièrement utilisé durant toute la durée du projet puisque celui-ci contiendra la Zone technique opérationnel dédié aux essais usines FIT et FAT. Cette utilisation, ne devrait poser aucun problème d'impact sur l'ouvrage au vu de l'espace disponible, du cloisonnement des éléments de la ZTO (armoires dédiées aux tests), et de l'accès au bâtiment par un escalier séparé de l'ouvrage.**



### 2.8.1.5 Travaux sur le tunnel des Bois de Rutelins

La majorité des travaux s'effectueront dans le bâtiment LBR, ces travaux consiste à des modifications réseaux, la modification du logiciel AS-M.

Au niveau des niches SOS ou coffrets de terrains, l'unique travail consiste à modifier le plan d'adressage des équipements. Ce travail se réalisera de préférence à distance au niveau du bâtiment LBR. Une fermeture temporaire de l'ouvrage est à prévoir lors de la mise en place du nouveau système et des essais sur site (SIT et SAT).

### 2.8.1.6 Travaux sur les nouveaux ouvrages (Arêtes et Brenets)

Ces ouvrages sont nouveaux, les parties BSA, automatisme et informatiques seront mise en place en parallèles des autres travaux. Les ouvrages seront livrés opérationnels, et compatibles avec le nouvel UeLS.

## 2.8.2 Projets environnants

### 2.8.2.1 Projet OFROU

Plusieurs projets OFROU sont actuellement menés sur les routes nationales de Neuchâtel et ont potentiellement un impact sur le système de gestion actuel et sur ses parties cantonales. Ces projets sont les suivants :

- déploiement du nouvel IPNetz BSA, avant 2029 (*incertitude sur la date*), conforme aux directives SA-CH sur l'UT IX. À l'issue :
  - seuls les éléments des routes nationales seront rattachés au nouvel IPNetz BSA ;
  - les éléments cantonaux sont prévus conservés sur le RCOM actuel qui deviendra intégralement propriété du Canton et indépendant de celui de l'OFROU (futur RCOM Canton). Il sera néanmoins rattaché à un nœud du RCOM OFROU et pourra évoluer indépendamment de l'IPNetz BSA en cas de besoin.
- rénovation du SGE N20 pour intégration dans la SGE UT IX pour 2032 (*incertitude sur la date*);
- rénovation du système de gestion des routes nationales du canton de Neuchâtel en 2032(*incertitude sur la date*) qui nécessite d'intégrer le tunnel de Corcelles dans l'architecture UeLS Canton NE à cette date au plus tard.

### 2.8.2.2 Projet Cantonaux

Le canton dispose de différents projets en interface avec la mise en œuvre de l'UeLS NE. Ces projets sont les suivants :

- rénovation du tunnel de la Clusette ;
- mise en service du tunnel des Arêtes dans le cadre du projet de contournement de la Chaux-de-Fonds ;
- mise en service du tunnel des Brenets.

Ces projets ont été décrit précédemment dans le chapitre §2.7.

## 2.8.3 Système de désignation

Le système de désignation à appliquer pour la présente mesure est décrit dans le DSC-09, en annexe du dossier.

### 3. Bases du projet

#### 3.1 Conditions cadres et hypothèses du bureau d'études

Les conditions cadres et hypothèses retenues par le bureau d'étude sont listées dans les § 3.1.1 et § 3.1.2. Elles constituent les bases conceptuelles et organisationnelles de l'UeLS Canton.

##### 3.1.1 Conditions cadres

N	Thème	Description
Pérennité		
CC-01	Normalisation cantonale	<p>Un effort de normalisation tout particulier de l'UeLS Canton NE est appliqué au travers de la spécification détaillée dans les DSC et autres pièces techniques. Elle a pour objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ d'uniformiser et l'homogénéiser les IHM cantonales (fonctionnalités et ergonomie) ;</li> <li>▪ de définir au plus les interfaces, les fonctionnalités, la modélisation ;</li> <li>▪ de préparer l'ajout de futurs ouvrages.</li> </ul> <p>En définitive, l'UeLS Canton NE est conçue pour fonctionner avec une ambition de facilité d'évolution : reprises aisées par des entreprises n'étant pas impliquées dans la réalisation initiale du système, sans nécessité de refonte ou de reprises lourdes des logiciels en place lors des mises à jour des systèmes d'exploitation, des navigateurs Web et des logiciels externes.</p>
CC-02	Pérennisation	<p>Pérennisation des applications et ordinateurs via la simplification et la limitation des contraintes d'évolutions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ en standardisant la modélisation des données échangées selon les exigences du DSC-20 (modélisation unique) ;</li> <li>▪ en hébergeant les sources logicielles et en automatisant le process de génération sur une HCI (cf. DSC-12) ;</li> <li>▪ en ouvrant la solution à de potentielles futures évolutions (cf. DSC-04, « API Rest »)</li> <li>▪ en permettant finalement à une entreprise Y de modifier un système réalisé initialement par une entreprise X. Pour cela, les DREA / DOR des AS-M et BL doivent permettre de reconstruire les AS-M et la BL.</li> </ul>
CC-03	Produit logiciel et librairies de supervision	<p>Utilisation d'un superviseur conçue selon les exigences définies dans le DSC-19.</p> <p>But recherché : cadrer le codage et la conception informatique de l'entreprise (fonctionnel, IHM, paramétrage).</p>
CC-04	Portabilité et pérennité des IHM Web	<p>Les serveurs Web conformes doivent être conforme à la dernière norme HTML(dernier « living standard » au début de la phase SIA-51) et compatibles avec les dernières versions des navigateurs en vigueur lors de l'adjudication : Mozilla Firefox, Google Chrome.</p> <p>Des outils de vérification de bonne facture du code HTML doivent être utilisés sur le projet pour s'assurer des aspects portabilités et pérennités dans le temps.</p>

N	Thème	Description
		Pour cela chaque entreprise doit prévoir de faire valider la conformité de ses pages Web HTML par un organisme externe qu'elle mandate à ses frais (partenaire neutre certifié, à évaluer par la direction de projet)
Processus de développement logiciel et tests		
CC-05	Direction de projet	Le respect de la qualité du travail des entreprises sera suivi dans les phases SIA 51-52-53 par la direction de projet telle que définie au DSC-23 conformément aux DSC suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DSC-01 ;</li> <li>▪ DSC-12 ;</li> <li>▪ DSC-20 ;</li> <li>▪ DSC-23 ;</li> <li>▪ DSC-24.</li> </ul>
CC-06	Appartenance des codes sources	Tous les éléments du développement logiciel (y compris paramétrages, configurations et documentations), code source, outils, environnements et documentations sont remis par l'entreprise au MO et deviennent la propriété inaliénable du canton.
CC-07	ZTO	Les phases de recettes usine et d'intégration, de déploiement et de recettes site se déroulent dans une zone dédiée dénommé ZTO (située dans le local CTCE).  La ZTO comporte des emplacements opérateurs nécessaires aux tests et à la formation, un accès réseau aux infrastructures informatiques de préproduction et de production, ainsi qu'un espace alloué aux armoires automates et informatiques (infrastructure de préproduction) nécessaires aux tests hors site (DSC-01 et DSC-12).
CC-08	Plateformes informatiques	Les infrastructures informatiques de production et de préproduction comportent les plateformes informatiques nécessaires au projet (cf. DSC-12) et doivent être extensible à futur avec les éléments des futures sections cantonales.  Chaque plateforme informatique héberge l'ensemble des ordinateurs nécessaires au projet sous la forme de VM, depuis les VM développement jusqu'aux VM des ordinateurs en production (DSC-12).
Exploitation		
CC-09	Autonomie des installations BSA	Chaque installation doit être conçue pour fonctionner de manière autonome. La défaillance de tout ou partie des équipements d'un ouvrage ne doit pas péjorer le fonctionnement des autres installations et de l'UeLS Canton (et inversement).
CC-10	Autonomie des sections	L'autonomie du système de gestion doit être garantie au niveau de chaque section en assurant la disponibilité et les fonctionnalités des matériels de niveau section (AS-M et IHM Web AS-M) et du réseau de communication, en cas de perte : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ d'une section adjacente ;</li> <li>▪ d'un niveau supérieur de l'architecture du système de gestion ou installation section.</li> </ul>
CC-11	Conception modulaire	L'architecture UeLS Canton NE doit être modulaire. L'ajout, la modification ou la suppression de matériel ou de logiciel doivent être possibles sans interruption d'exploitation.

N	Thème	Description
CC-12	Extensibilité	Des nouvelles fonctions AS-métier au sein d'une AS-M doivent pouvoir être intégrées à tout moment <b>sans interruption d'exploitation en dehors de leurs mises en place (téléversement et essais SIT/SAT)</b> .
CC-13	Gestion des droits	La gestion des droits est décrite dans les DSC-04 et DSC-10. <ul style="list-style-type: none"> <li>sur les IHM Web BL : authentification / certification des utilisateurs par le DC canton sans carte à puce ;</li> <li>sur les IHM Web AS : authentification / certification des utilisateurs par mots de passe locaux (sans lien avec le DC) ;</li> <li>sur les AS-M : l'accès aux programmes nécessite l'utilisation d'un compte local.</li> </ul>
CC-14	Indépendance vis-à-vis de l'OFROU	Les échanges d'information avec les systèmes OFROU sont supprimés en raison des difficultés annoncées d'interopérabilité avec le réseau IP-Netz BSA (complexité des couches de sécurité et rigidité de la configuration des ports réseau côté OFROU).
Technologies		
CC-15	AS automate	Les AS-M sont des automates chargés du traitement fonctionnel métier des installations. Ils sont composés de trois parties bien distinctes : <ul style="list-style-type: none"> <li>une programmation « AS Installation métier » par installation ;</li> <li>une programmation « AS globale » pour traiter les fonctions multi-domaines (ex. : interdomaines) ;</li> <li>un serveur OPC-UA exposant à la BL les interfaces AS-M.</li> </ul> <p>Ces automates sont par ailleurs associés à un serveur Web, de nature informatique chargé d'élaborer des vues synoptiques et accessibles à distance (cf. DSC-05). Ces vues sont accessibles à distance en cas de secours (indisponibilité de l'IHM BL) ou pour des opérations de maintenance.</p> <p>Une IHM simple (écran tactile) de visualisation de l'état du réseau est présent dans l'armoire ASM pour maintenance (cf. DSC-02).</p>
CC-16	Surveillance équipements réseaux	La surveillance de l'état des équipements réseaux est pris en charge par le NMS cantonal. Le NMS transmettra ensuite à la BL ces informations via OPC-UA par : <ul style="list-style-type: none"> <li>des messages de synthèses ;</li> <li>des données afin de produire une vue IHM des installations auxiliaires de l'UeLS (cf. DSC-05).</li> </ul>
CC-17	Interdomaines	Les interdomaines critiques pour la sécurité (de type 1) sont transmis directement et prioritairement entre les différentes couches AS concernées d'une même AS-M (cf. DSC-07), et traités par ce cheminement sans confirmation de l'opérateur en cas de perte de communication avec la BL.
CC-18	Redondance	La redondance en production est assurée à plusieurs niveaux : <ol style="list-style-type: none"> <li>Redondance matérielle de l'infrastructure informatique de production ("à chaud") assurée par le déploiement du matériel sur deux sites, sa configuration en mode Metro, la surveillance par un serveur témoin « Witness », la réplication des données, la haute disponibilité, etc. Ces fonctions permettent d'assurer une continuité d'exploitation en cas de perte d'une VM, d'une appliance (serveur constitutif de l'infrastructure) ou d'un site. Toute VM défaillante pour une de ces trois raisons est redémarrée sans perte de données.</li> </ol>

N	Thème	Description
		<p>2. Redondance automate production ("<b>à froid</b>") : la redondance automate est vitale du fait que toutes les installations sont gérées sur un seul niveau matériel (AS-M). La gestion du basculement automate est manuelle, il suffit d'éteindre un automate, et de câbler le réseau connecter à l'AS-M pour effectuer un basculement manuel.</p> <p>3. Redondance réseau : le matériel et les connexions sont redondantes au niveau UeLS (BAP). Les réseaux locaux d'un ouvrage sont systématiquement redondants (Structure en anneau). <b>Il n'y a cependant pas de redondance matérielle à chaud dans chaque ouvrage, au niveau du switch de connexion entre l'ouvrage et le BAP.</b></p>
Mise en service		
CC-19	Mise en service	<p>Les migrations sont exclusives, c'est-à-dire que l'ouvrage est géré uniquement par un système (l'ancien système OFROU, ou le nouveaux système UeLS). Il est cependant possible de revenir à l'ancien système durant la phase de migration en cas de défaut majeur.</p> <p>Pour cela des stratégies de rétablissement du système antérieur ont été définis (se reporter au MP_A01).</p>
CC-20	Absence du mode MES-SF	<p>Le mode MES-SF permet de reboucler les commandes sur les entrées correspondantes et donc de réaliser des tests site en mode rebouclage sans impacter les BSA de terrain. Sa mise en œuvre n'a pas été retenue sur le projet.</p>
CC-21	Forçage des entrées	<p>Le forçage permet de simuler la valeur d'une entrée généralement au niveau des AS-M. Cette fonctionnalité est à implémenter pour simuler des entrées terrain sans devoir les provoquer depuis les BSA du site.</p>
Divers		
CC-22	Dimensionnement des VM ordinateurs	<p>Chaque entreprise en charge d'un développement informatique sur l'infrastructure informatique aura la responsabilité d'estimer ses besoins en termes de dimensionnement de VM dans son dossier DREA (espace disque, mémoire, nombre vCPU, etc.) pour toutes ses VM (VM développement, VM génération, VM ordinateur, etc.) sur l'ensemble des plateformes informatiques. Ce dimensionnement est soumis à discussion avec le réalisateur de l'infrastructure informatique, sous contrôle de la direction de projet.</p>
CC-23	Interventions site	<p>Toutes les interventions site le long de la chaussée ou nécessitant la fermeture partielle des ouvrages seront réalisées principalement de nuit. Les interventions dans les locaux techniques pourront être réalisées de jour.</p>
CC-24	Remontée des alarmes canton dans l'IHM BL UT IX de l'OFROU	<p>Les liens IHM entre les systèmes RN-RC, prévus dans l'étude préliminaire, ne sont plus acceptés par l'OFROU qui oriente sont projet RN vers une séparation complète des systèmes.</p> <p>De ce fait le canton demandent à considérer les environnements Canton et OFROU comme étant totalement séparés.</p>
CC-25	Mur d'image	<p>Le mur d'image actuel est la propriété conjointe du canton et de la police cantonale. Il sera utilisé pour l'affichage des caméras OFROU et des caméras des ouvrages de l'UeLS cantonale.</p>

N	Thème	Description
		<p>Au niveau du mur d'image, ce présent projet consiste uniquement à fournir les flux vidéo aux décodeurs dédiés de ce mur. Certains décodeurs recevront ainsi leurs flux du système OFROU, tandis que d'autres recevront leurs flux vidéo de l'UeLS.</p> <p>Si des besoins supplémentaires sont souhaités (affectations différentes des images, séparation des vues OFROU/Canton, nouvel interface...), cela fera l'objet d'une autre étude.</p>
CC-26	TRN	<p>Le canton souhaite le renouvellement de son système TRN (NIS, PABX ...), cela afin d'être indépendant des futurs choix de l'OFROU.</p> <p>Ce système est donc mis en place, et les ouvrages connectés par ce présent projet.</p>
<b>Renouvellement des installations</b>		
CC-27	Renouvellement de Corcelles	<p>Au vu de son obsolescence, l'ouvrage de Corcelles est entièrement rénové pour sa partie automatisme (remplacement des CNR et APT, par un AS-M et des MESD).</p>
CC-28	Renouvellement de la Clusette	<p>L'ouvrage de la Clusette étant en cours de renouvellement, aucun nouveau matériel n'est à prévoir.</p> <p>L'étude se concentrera sur les nouveaux logiciels AS-M, et la configuration. Les entreprises répondant aux appels d'offres en SIA-42, vérifieront le bon dimensionnement de l'AS-M en termes de puissance et de quantité disponible (notamment pour les essais ZTO, et répondre aux critères MP_A06). Selon cette vérification il sera procédé :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. soit à l'achat d'équipements supplémentaires de même type (pour spare, et mise en place ZTO) ;</li> <li>2. soit au remplacement de ces équipements (pour répondre à de nouveaux besoins) ;</li> <li>3. soit à aucun achat.</li> </ol> <p>Les perspectives financières de cette étude se base sur une application de la première solution avec l'achat d'un nouvel équipement de même type pour sa mise en place dans la ZTO.</p>
CC-29	Renouvellement partiel de BDR	<p>Une étude du renouvellement des équipement de l'automatisme (AS-M, MESD, switch) sera réalisé par les entreprises répondant aux appels d'offres en SIA-42. Les critères de choix seront :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ l'obsolescence des équipements à date du début des travaux ;</li> <li>▪ le bon dimensionnement de AS-M ;</li> <li>▪ la quantité de matériel de réserve disponible (notamment pour les essais ZTO, et répondre aux critères MP_A06)</li> </ul> <p>Selon cette vérification il sera procédé :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. soit à l'achat d'équipements supplémentaires de même type (pour spare, et mise en place ZTO) ;</li> <li>2. soit au remplacement complet ou partiels de ces équipements (pour répondre à de nouveaux besoins, ou à une obsolescence) ;</li> <li>3. soit à aucun achat.</li> </ol> <p>Les perspectives financières de cette étude se base sur une application de la deuxième solution avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ le renouvellement complet des AS-M pour répondre à une problématique d'obsolescence (celui-ci est entré en phase de service et n'est plus produit) ;</li> </ul>

N	Thème	Description
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ l'achat de 3 MESD pour répondre aux critères de l'annexe MP_A06.</li> </ul>
<b>Renouvellement des installations</b>		
<b>CC-30</b>	Sélection du fournisseur de matériel SGE	<p>Afin d'assurer une cohérence cantonale, le matériel automate (AS-M et MESD) utilisé pour les renouvellements de Corcelles et des Arêtes devra posséder une architecture logiciel et matériel cohérente avec les ouvrages existants du bois des Rutelins et de la Clusette.</p> <p>De plus le choix matériel doit être compatible avec les requis de l'UeLS cantonale décrit dans ce document et les DSC.</p>

*Tableau 5. Conditions cadres*

### 3.1.2 Hypothèses du bureau d'étude

N	Thème	Description
H-01	Mise à disposition des programmes automates BDR et Clusette.	Le projet disposera des programmes AS-M de BDR et Clusette actuels à jour pour l'ensemble des installations préalablement au démarrage de la phase SIA-51. Pour cela les programmes automates et schémas électriques existants seront mis à disposition de l'entreprise par le canton au démarrage des travaux. Cette hypothèse devra être confirmée en phase SIA-41.
H-02	Interfaçage applicatif entre l'UeLS Canton NE et l'UeLS-CH UT IX	Au vu des dernières décisions OFROU, le projet considère les hypothèses suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>la gestion des routes RN et RC s'effectuera avec deux accès opérateurs distincts, canton et OFROU. La connexion des opérateurs aux postes opérateurs canton sera effectuée par login / mot de passe (le système de cartes à puce de l'OFROU sera utilisé uniquement par les postes opérateurs OFROU pour leur connexion et authentification) ;</li> <li>les échanges d'informations entre systèmes canton-OFROU (synthèse d'alarme canton et surveillance de signes de vie) ne seront pas implémentés (cf. condition cadre CC-24) ;</li> <li>les DC canton et DC OFROU seront totalement dissociés (le canton disposera donc de son propre DC autonome sans lien avec celui de l'OFROU).</li> </ul>
H-03	ZTO	L'hypothèse la plus probable à ce jour concernant la constitution et le lieu d'emplacement de la ZTO est qu'elle soit située dans le local CTCE de Corcelles.  Cette hypothèse devra être confirmée en phase SIA-41 par les autorisations qui seraient nécessaire.
H-04	Mur d'images	Les murs d'images disposeront de deux sources de flux vidéo, depuis les caméras cantonales et depuis les caméras OFROU (cf. CC-25). Chacun des flux sera traité par des décodeurs vidéo distincts. Ces décodeurs vidéo sont déjà présents actuellement.  Cette hypothèse devra être confirmée en phase SIA-41.
H-05	Documentation d'exploitation existante	Les entreprises disposeront au lancement de la phase SIA-51 de toute la documentation DOR existante : système de gestion, réseau, CT/CS, VMS, etc.  Cette hypothèse devra être confirmée en phase SIA-41.
H-06	Déroulement précis de la migration site et de la mise en service	Le projet donne les étapes majeures nécessaires à la mise en service des nouveaux équipements sur site (réseau, informatiques, automates, basculeurs, BSA, etc.) et définit les différents types d'intervention à prévoir. Sur cette base : <ul style="list-style-type: none"> <li>les entreprises, sous contrôle de la direction de projet, définiront au cours de la phase SIA-51 une planification temporelle rigoureuse des interventions, lot par lot et par lieu géographique, pour les phases de migration et de mise en service avec indication des conséquences pour les exploitants et pour l'usager de la route ;</li> <li>cette planification sera consolidée et affinée en fin de phase SIA-52 par les entreprises pour délivrer un programme par journée ou nuit d'intervention.</li> </ul>



N	Thème	Description
		La phase SIA-41 précisera les conditions de cette exigence au niveau de la pièce générale du DAO.
H-07	Fourniture de nouvelles armoires	Le projet prévoit l'utilisation de nouvelles armoires <u>dans les locaux techniques</u> pour installer l'infrastructure informatique (y compris le Witness), les équipements automates AS-M, les MESD et switches métiers (si nécessaire). La fourniture de nouvelles armoires <u>dans la ZTO</u> est également nécessaire pour héberger le matériel technique (énergie, réseau, fibre, automates, infrastructure informatique de préproduction...) Les plans d'occupation des armoires seront à fournir par les entreprises en phase SIA-51.
H-08	Fourniture de nouveaux COT	Le projet ne prévoit pas la fourniture et l'installation de nouveaux COT.
H-09	Plans d'armoires, câblage universel, renforcement énergie et renforcement CVC	Les points listés ci-contre n'ont pas été étudiés précisément dans cette phase de projet. Le travail ingénierie nécessaire devra être effectué en phase SIA-51 par les entreprises.
H-10	Fibre FO	Le projet utilise uniquement des fibres FO existantes (cf. DSC-01). Pas de besoin de nouveau tirage de câble mais nécessité de travaux de patchage, et d'utilisation de certaines fibres en bidirectionnel. Il est pris l'hypothèse que les plans fournis par le canton sont justes, et que l'ensemble des fibres représentés disponibles soient en état de bon fonctionnement. Cette hypothèse devra être confirmée par le SPC en phase SIA-51.
H-11	Modélisation	Les phases SIA-41 et SIA-51 doivent préciser pour les besoins du canton la modélisation (cf. DSC-20).
H-12	Date de mise en service UeLS Canton NE	La date de mise en service de l'UeLS Canton NE est concomitante de celle des tunnels de la Clusette, fixée <u>courant 2026</u> .
H-13	Date de mise en service UeLS CH UT IX	La date de mise en service de la nouvelle UeLS-CH UT IX est actuellement fixée pour <u>début 2032</u> . Cette date est retenue pour la suite de l'étude mais elle reste hypothétique à ce jour et devra être confirmée par l'OFROU
H-14	Dates de mise en place de l'UeLS et de rénovation des ouvrages.	La rénovation des installations automates et informatiques des tunnels de Corcelles, du Bois des Rutelins sera ultérieure à la mise en œuvre initiale de l'UeLS Canton NE (> 2026).  La stratégie de rénovation retenue pour ces ouvrages est d'étaler les coûts sur plusieurs années pour minimiser les investissements annuels du canton. Les dates prises en compte dans l'étude sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2025 : mise en place de l'infrastructure cantonale;</li> <li>▪ 2026 : mise à jour de l'AS-M Clusette et intégration dans l'UeLS Canton NE ;</li> <li>▪ 2027 : rénovation du tunnel de Corcelles et intégration dans l'UeLS Canton NE ;</li> <li>▪ 2028 : rénovation du tunnel du Bois des Rutelins et intégration dans l'UeLS Canton NE.</li> </ul>

N	Thème	Description
H15	Financement des renouvellements et de l'intégration des nouveaux ouvrage	Les couts et le planning d'intégration des différents ouvrages à l'UeLS cantonale sera porté par les études propres de ces deux projets.
H16	SAE Police	Les fonctionnalités relatives aux interfaces avec la Police (SAE) ne sont pas à charge de l'OFROU. Note de l'APR en SIA-31 (cf. MP_A02) : elles ne font pas non plus partie du périmètre de la présente étude.
H17	Sécurités informatiques	Les entreprises proposeront une méthodologie, des normes ou différentes bonnes pratiques pour la prise en compte des problématiques de sécurité pour la surveillance et la commande des processus physiques, des appareils et des infrastructures
H18	Économie d'énergie	Les sociétés doivent considérer la nécessité d'économiser de l'énergie en proposant des équipements économes en énergie.

Tableau 6. Hypothèses du bureau d'étude

### 3.2 Directives, normes, fiches techniques et glossaire

La documentation de référence et le glossaire sont donnés dans le DSC-00.

### 3.3 Prescriptions de SPC / Police

Les prescriptions dimensionnantes de SPC prises en compte dans le présent projet d'intervention sont de deux types :

- celles en contradiction avec les prescriptions initiales de l'ingénierie :
  - redondance à froid des AS-M.
- celles données en réponse aux propositions de l'ingénierie :
  - non-implémentation de la redondance logicielle informatique ;
  - mise en œuvre de plateformes informatiques cantonales répondant aux besoins de tests usine et intégration FAT/FIT, de tests site SAT/SIT, de formation opérateurs, de générations de versions, de sauvegarde cohérente des versions (source, documentation, exécutables) ;
  - acceptation du principe d'un seul automate AS-M multidomains pour gérer toutes les installations d'un ouvrage ;
  - mise en œuvre d'un espace ZTO.

### 3.4 Évaluation du risque

Les facteurs de risques sont analysés sous l'aspect organisationnel et technique, et sont présentés dans le Tableau 8 et le Tableau 9.

Pour chaque facteur de risque est évaluée la probabilité d'occurrence et la probabilité de dommage.

Ces deux critères sont notés selon le barème suivant, 1 = faible, 2 = moyen et 3 = élevé. Enfin, la pondération des deux critères est évaluée par le produit de leur probabilité respective classifié selon la matrice donnée dans le Tableau 7. Les mesures nécessaires pour réduire les risques ainsi que la responsabilité dans l'adoption des mesures sont également indiquées.

		Dommage		
		1-faible	2-moyen	3-fort
Occurrence	3-fort	3	6	9
	2-moyen	2	4	6
	1-faible	1	2	3

Tableau 7. Définition de la matrice de risque

3.4.1 Risques organisationnels

Risques organisationnels						
Facteur de risque	Probabilités			Remarques	Mesures	Responsabilités
	Occurrence	Domage	Produit			
Perturbation au moment du basculement vers les nouveaux systèmes et à la désactivation des systèmes existants	2	3	6	Risque de perturbation trafic  Risque pour la sécurité des usagers (si interdomaines non fonctionnels)	Mise en place de services de piquets lors du basculement. Les basculements sont réalisés hors période de trafic intense.  Retour arrière toujours possible durant les périodes probatoires.  Les anciens systèmes seront conservés pendant les périodes probatoires échues.	Mandataire Entreprises
Augmentation du nombre de fermeture due à un ou plusieurs des systèmes non validés durant les phases de tests site	2	3	6	Risque planning  Risque coût	Des périodes de travaux de réserve sont prévus dans la planification.	Entreprises
Modification de programme ou de configuration de	1	3	3	Risque planning  Risque coût	Les modifications de programme majeures annoncées après la phase DREA devront faire office d'un échange entre SPC, le mandataire et les entreprises pour accord sur les délais de réalisation.	Canton Mandataire Entreprises

Risques organisationnels						
Facteur de risque	Probabilités			Remarques	Mesures	Responsabilités
	Occurrence	Domage	Produit			
ystème (exemple switch)					Dans tous les cas, à chaque modification de programme est associé un devis transmis par les entreprises. Aucun travail associé ne pourra être démarré <u>avant validation officielle du devis par SPC/Mandataire.</u>	
À la fin d'une série de tests site, le système n'est pas opérationnel ou n'est pas remis dans l'état précédent la fermeture	1	3	3	Risque de perturbation trafic	<p>À la fin de chaque série de tests site (pour chacune des étapes de migration) une analyse GO / NO GO est réalisée.</p> <p>Dans le cas d'un NO GO, le système est remis fonctionnel tel qu'il l'était à l'état précédent (retour arrière).</p>	Mandataire Entreprises
Acceptation du nouveau système d'exploitation : sentiment de perte de maîtrise et de non-correspondance aux besoins	3	1	3		<p>Implication tout au long du projet des exploitants Police et Entretien (séances).</p> <p>Formations avant la mise en service et accompagnement à l'exploitation des entreprises après les mises en services.</p> <p>Service de piquet durant les périodes probatoires.</p>	Mandataire Entreprises

Risques organisationnels						
Facteur de risque	Probabilités			Remarques	Mesures	Responsabilités
	Occurrence	Domage	Produit			
Changement d'organisation des entreprises réalisant les travaux	1	2	2	Risque planning et sources d'erreurs suite à la perte de l'historique projet	Il sera demandé aux entreprises de mettre en place une organisation stable. En cas de changement, une validation par la direction de projet de la nouvelle organisation ou des changements de personnes clés sera requise.	Entreprises

Tableau 8. Facteurs de risques organisationnels

Risques techniques						
Facteur de risque	Probabilités			Remarques	Mesures	Responsabilités
	Occurrence	Domage	Produit			
Migration des systèmes informatiques non maîtrisée	2	3	6	Exemples : phasage inadapté, contraintes et conséquences mal évaluées	<p>Mobilisation de spécialistes en architecture informatique, connaissant parfaitement les principes et le contexte.</p> <p>Mise en place d'une plateforme de tests d'intégration avant installation et basculement.</p> <p>Définition d'une stratégie de migration avec basculement du système par étape (cf. MP_A01).</p> <p>Implication très forte du mandataire en phase de mise en service et de réception.</p> <p>Revue de code réalisé par la direction de projet.</p>	Mandataires Entreprises
Régression fonctionnelle découverte par les exploitations suite au basculement sur le nouveau système UeLS Canton NE	2	3	6	Risque de perturbation trafic	<p>Tout au long de la phase de tests (usine, intégration, site) les entreprises devront prouver que les versions testées n'engendrent pas de régressions techniques et fonctionnelles, que ce soit par rapport au système existant ou par rapport à une version précédente.</p> <p>Un rapport associé rédigé par l'entreprise sera remis à la direction de projet ou à la DLT.</p>	Entreprises

Risques techniques						
Facteur de risque	Probabilités			Remarques	Mesures	Responsabilités
	Occurrence	Domage	Produit			
Connaissance des systèmes métiers actuels	3	2	6	<p>Connaissance incertaine des entreprises</p> <p>Documentation des configurations réseaux existante peu détaillée (au niveau des stack BAP)</p>	<p>Une étude de rétroconception sera réalisée en phase SIA-41 par les entreprises.</p> <p>Implication très forte du mandataire en phase de mise en service et de réception.</p>	Entreprises
Hypothèses de conception incomplètes ou insuffisamment fiabilisées exposant à des modifications tardives des études ou des travaux avec, in fine, un impact négatif sur les délais et les coûts	2	2	4	Exemples : évolutions réglementaires	<p>Connaissance parfaite des instructions, normes, directives, documentations et fiches techniques de l'OFROU.</p> <p>Échanges réguliers avec les spécialistes techniques (côté canton et OFROU lorsque requis)</p> <p>Analyse préalable très rigoureuse des "entrants" au regard des travaux à réaliser et alerte rapide du MO sur tout élément de doute à lever.</p> <p>Assistance du MO dans la définition des investigations à mener et dans la recherche des prestataires.</p>	Mandataire NEVIA/Police



Risques techniques						
Facteur de risque	Probabilités			Remarques	Mesures	Responsabilités
	Occurrence	Domage	Produit			
Exploitation dans un mode critique proche des CME	2	2	4	Risque de perturbation trafic	Mise en œuvre avec le MO et l'exploitant des mesures compensatoires adaptées.	SPC Exploitant Mandataires

Risques techniques						
Facteur de risque	Probabilités			Remarques	Mesures	Responsabilités
	Occurrence	Domage	Produit			
<p>Infrastructure informatique virtualisée : toutes les VM des niveaux gestion, région et section BSA sont concentrées sous forme de VM sur un nombre restreint de serveurs physiques.</p> <p>Une attaque du système d'un point de vue sécurité, une panne matérielle ou logicielle au niveau de la gestion de la virtualisation ou du réseau a plus d'impact sur l'architecture du fait de la forte concentration des VM par rapport à une architecture matérielle respectant la séparation des niveaux</p>	1	3	3	<p>Risque de perte d'exploitation</p> <p>Risque pour la sécurité des usagers</p>	<p>L'infrastructure informatique virtuelle est répartie sur deux sites, chaque site étant dimensionné pour avoir la capacité d'héberger seul la totalité des VM. Les deux sites sont connectés à un serveur témoin (Witness) chargé de monitorer les deux sites en cas de rupture de la communication entre les deux sites.</p> <p>Par ailleurs, l'infrastructure prend en charge des fonctions avancées : répartition automatique des VM sur les serveurs en fonction de la charge, basculements à chaud, suivi des ressources allouées aux VM, aucune perte de données, etc.</p> <p>Le réseau de réplication des données est redondé et sécurisé par des chemins physiquement séparés.</p> <p>Les accès au réseau de communication canton sont tous redondés et ne présentent pas de point de faiblesse liée à l'infrastructure.</p> <p>Ces architectures deviennent répandues dans le monde de l'industrie et du commerce, et gèrent les mêmes types de contraintes sans difficulté notable.</p>	Mandataires Entreprises

Tableau 9. Facteurs de risques techniques

### **3.5 Notes et concepts généraux, conditions climatiques**

#### **3.5.1 Conformité des installations**

Les installations cantonales nouvelles ou à renouveler appliquent globalement les bases de l'OFROU clarifiées, complétées ou modifiées pour les besoins du canton.

Les bases de l'OFROU sont constituées par l'ensemble des lois, ordonnances, instructions, directives, normes techniques, documentations et documentations-IT référencées sur le site Web de l'OFROU.

Les adaptations cantonales figurent dans les documents de standardisation conceptuelle (DSC) réalisés par le mandataire et annexés au présent projet d'intervention. Ils décrivent les exigences communes à respecter pour l'ensemble des systèmes faisant partie du périmètre UeLS Canton, dans le cadre du projet et à futur.

La liste exhaustive des DSC figure dans le DSC-00.

#### **3.5.2 Concepts généraux**

Dans son dimensionnement, le système UeLS Canton NE doit tenir compte de l'intégration de sections cantonales supplémentaires.

Les phases de tests, les interruptions momentanées d'un service et les phases cruciales du projet seront entièrement coordonnées avec l'exploitant.

Durant toutes les phases de travaux et de migration, le trafic de transit des sections devra être maintenu au maximum afin d'éviter le report sur le réseau secondaire.

La sécurité dans les tunnels devra être assurée durant toutes les phases du projet, tant pour les usagers que pour les entreprises et autres intervenants.

L'architecture et la conception du système BL sont conçues pour garantir l'indépendance vis-à-vis de l'intégration de sections cantonales supplémentaires et de travaux sur les AS-M et BL existantes.

#### **3.5.3 Conditions climatiques admises**

Les conditions climatiques prises en considération sont celles définies dans la fiche technique de l'OFROU N° 23 001-12210 pour la Zone 30 (Locaux).

#### **3.5.4 Matériaux admis**

Les matériaux admis en fonction des zones d'installations définies ci-dessus sont conformes aux spécifications données dans la fiche technique de l'OFROU N° 23 001-12120.

### **3.5.5 Enveloppes et coffrets normalisées**

Les spécifications générales communes à toutes les installations BSA concernant les enveloppes en centrale et les COT sont définies dans le DSC-14.

### **3.5.6 Spécifications des câbles admises**

Les caractéristiques concernant le câblage en fonction des zones d'installations définies ci-dessus sont conformes aux spécifications données dans la fiche technique de l'OFROU N° 23 001-12130.

### **3.5.7 Codification et repérage des équipements**

La codification et le repérage des équipements appliquent les prescriptions cantonales données dans le DSC-09 ( et son annexe DSC09\_A01).

## 4. Solutions techniques

### 4.1 Remarques préliminaires

Ce projet traite uniquement la mise en place de l'UeLS Cantonale (HCI, préprod, BL...) afin de séparer strictement la gestion des ouvrages cantonaux des ouvrages fédéraux. La mise en conformité des installations des tunnels existant avec le nouvel UeLS ( modification AS-M, renouvellement de matériel) n'est pas à la charge de ce projet. Cependant, afin de cadrer les développements et l'intégration de ces ouvrages ce chapitre décrira les futures modifications à réaliser. En plus de ces chapitres, les différents DSC (cf. §8) cadrent les développements logiciels et les choix matériels.

## 4.2 Architecture générale projetée

### 4.2.1 Architecture physique

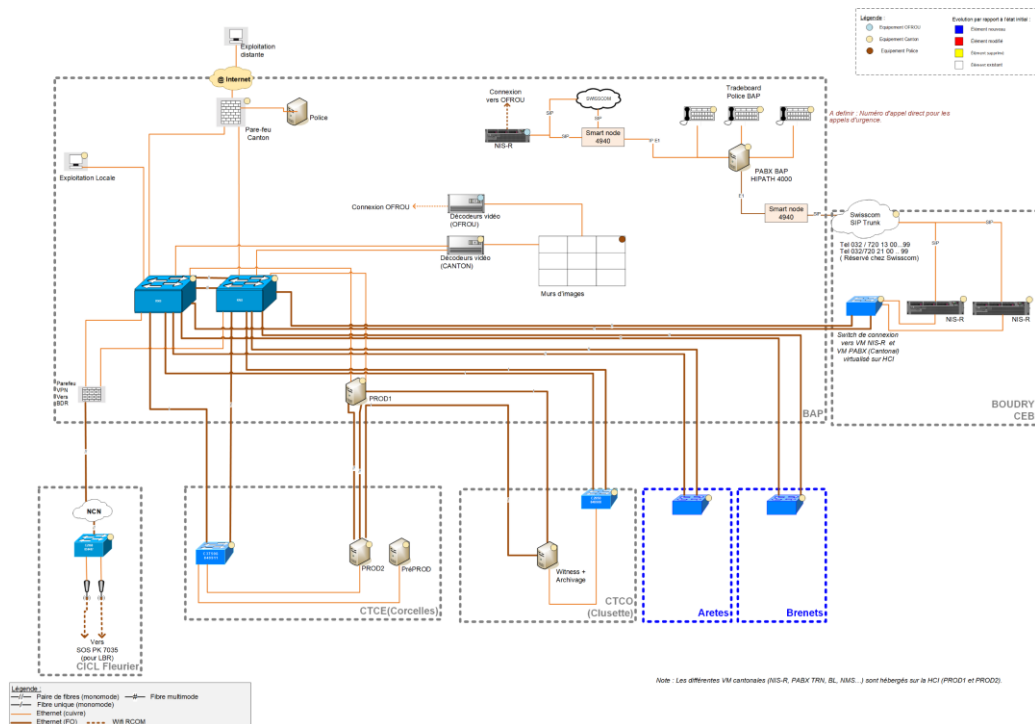


Figure 5 : Architecture physique finale

La figure ci-dessus représente l'architecture de l'UeLS cantonale une fois que l'ensemble des ouvrages sera intégré à celui-ci.

Il est composé des éléments suivants :

1. une paire de switch KNS permettant de faire communiquer l'ensemble du système et les ouvrages ensemble ;
2. chaque ouvrage est connecté indépendamment aux deux switchs KNS (redondance à chaud) ;
3. une HCI composé de 2 serveurs de productions, et un Witness hébergera l'ensemble des ordinateurs (BL, VMS, NIS...) ;
4. un serveur de préproduction est mis en place au bâtiment CTCE de Corcelles. Celui-ci a pour vocation d'héberger les essais usines, et les outils de gestion de développement (GIT, Jenkins, VM de génération ...) ;
5. les flux vidéo sont affichés sur le mur d'image actuel ;
6. une nouvelle connexion internet, avec son pare-feu permet l'accès à distance du système ;
7. les appels téléphoniques sont gérés par une VM PABX sur la HCI, celle-ci est connectée aux NIS-R de Boudry pour récupération de numéros de téléphones, et communication avec le SIP trunk.

*Notes : Les détails de l'architecture actuelle et des étapes afin d'obtenir l'architecture désirée sont décrites dans le DSC-21 et l'annexe MP\_A01. La HCI et le serveur de préproduction sont décrits dans les documents DSC-01 et DSC-12.*

### 4.2.2 Architecture logique

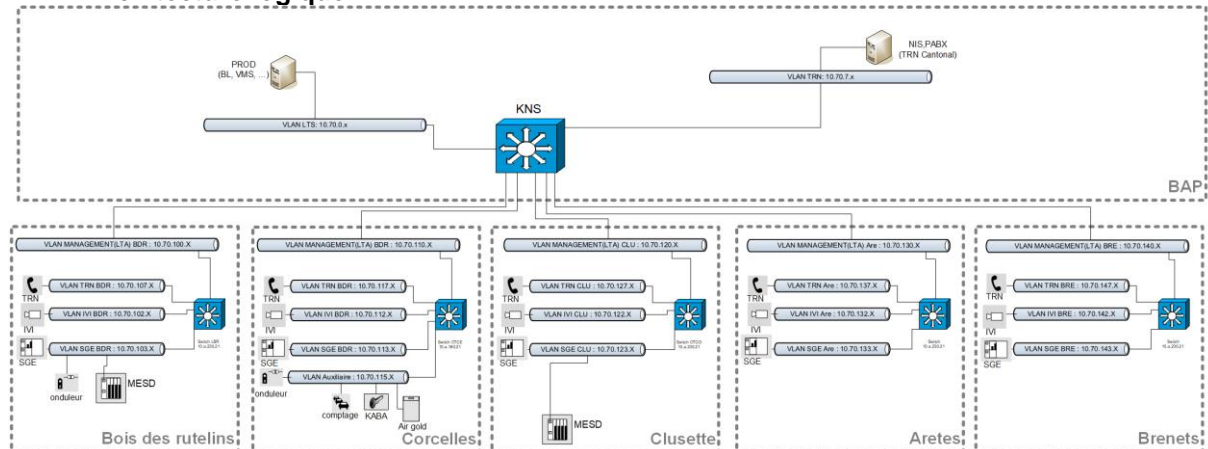


Figure 6 : Architecture logique finale

L'architecture logique du réseau est revue afin de donner une cohérence globale à l'ensemble des ouvrages cantonaux. Celle-ci se basera sur ces grands principes :

- l'ensemble des adresses IP des systèmes connectés à l'UeLS cantonale aura le formalisme suivant « 10.70.xxy.z » où :
  - « xx » sont deux premiers chiffres décimaux du byte 3 qui définissent l'ouvrage (exemple 10 pour BDR).
  - « y » est le dernier chiffre décimal du byte 3 qui définit le domaine (exemple 2 pour le domaine IVI).
  - z est l'adresse de l'hôte (ou équipement) ;
- chaque domaine (TRN, IVI, SGE...) de chaque ouvrage a son propre VLAN.

Le réseau IVI de la Clusette sera par exemple 10.70.122.z .

Notes : Les détails de l'architecture actuelle et des étapes afin d'obtenir l'architecture désiré sont décrites dans le DSC-21 et l'annexe MP\_A01.

### 4.2.3 Virtualisation des ordinateurs

Les ordinateurs en charge de l'exploitation opérateur sont tous virtualisés (VM sur la HCI) :

- la BL qui est le superviseur central pour la gestion routière ;
- l'IHM de la BL gère tous les besoins d'exploitation opérateur ;
- le SARCH, qui centralise l'archivage des points de données de tous les ordinateurs et AS-M ;
- l'OSP, qui centralise les paramètres des AS-M ;
- le VMS, qui gère l'affectation des flux vidéo sur les zones d'affichage des murs d'images ;
- le NMS qui gère la surveillance du réseau ;
- Le NIS-R qui gère les communications téléphoniques ;
- Le DC qui gère les droits d'accès réseau ;
- et le NTP pour la gestion temporelle.

4.2.4 Architecture logicielle

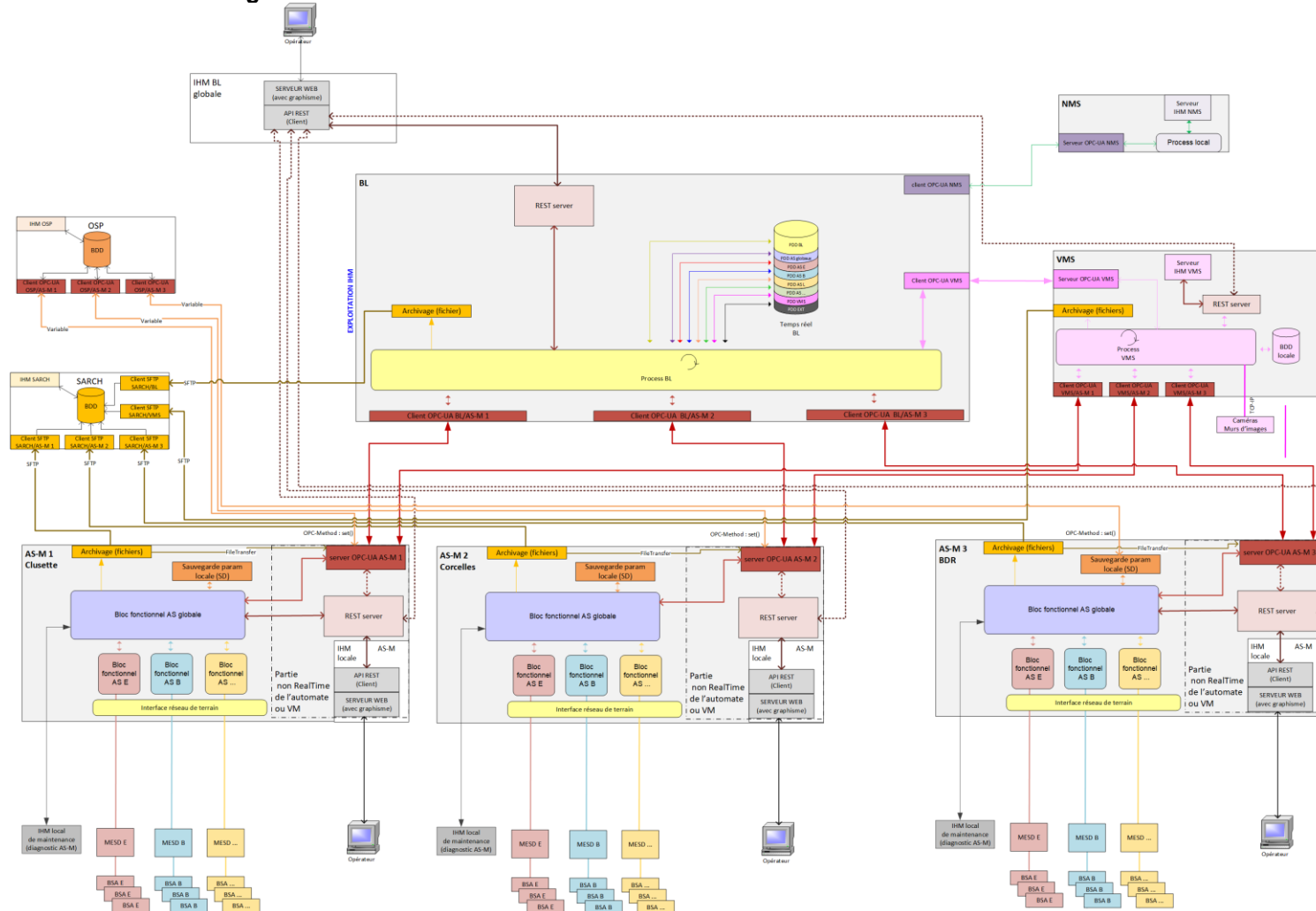


Figure 7 : Architecture logicielles et interface des différents éléments



La figure ci-dessus représente l'architecture logicielles et les interfaces entre les différents éléments constituant l'UeLS cantonale (celle-ci est décrite plus précisément dans le DSC-04).

Les principes sont les suivants :

1. les BSA sont commandés par un bloc AS-métier de l'AS-M via un MESD ;
2. un bloc fonctionnel AS-globale au niveau de chaque AS-M gère les communications avec le serveur OPC et les différentes installations ;
3. un serveur OPC niveau AS-M permet de mettre à disposition des données pour la BL et le VMS ;
4. un serveur OPC niveau VMS permet de mettre à disposition des données pour la BL ;
5. les paramètres des AS-M sont sauvegardés et modifiés par l'OSP. Ces actions se réalisent via le serveur OPC de l'AS-M (cf. DSC-27) ;
6. le serveur SARCH récupère l'ensemble des archives via SFTP (cf. DSC-08) ;
7. une IHM locale (très sommaire) de maintenance permet au niveau de chaque AS-M de vérifier le bon fonctionnement du système ;
8. la BL, le VMS et chaque AS-M possède un serveur API REST permettant de faire communiquer le système avec des IHM extérieurs ;
9. un serveur web de niveau BL communique avec les serveurs REST de la BL (et si nécessaire avec les serveurs REST des AS-M et du VMS). Ce serveur web de niveau BL permet la gestion des ouvrages cantonaux (cf. DSC-05). Ce serveur web est une VM de la HCI ;
10. un serveur web de niveau AS-M communique avec les serveurs REST des AS-M pour produire une IHM web de gestion local d'un ouvrage (cf. DSC-05). Ce serveur web sera implémenté soit sur une VM dans l'ASM, soit dans un logiciel sur la partie non-temps réel de l'ASM ;
11. **si possible le serveur web de l'ASM et de la BL utiliseront le même développement avec des paramètres différents. Ce choix sera discuté en SIA-41**

### 4.3 Infrastructure de l' UeLS Cantonale

#### 4.3.1 Localisation des éléments de l'UeLS

L'ensemble des éléments physiques constituant l'UeLS cantonale se situera dans les locaux suivants :

1. Le BAP ;
2. Le local CTCE de Corcelles ;
3. Le local CTCO de la Clusette.

Les différentes armoires utilisées pour le positionnement de ces éléments sont décrites dans le DSC-14 et son annexe.

Le canton a pour projet la création de nouveaux bâtiments dédiées à l'entretien et la gestion des routes. Dans ce cadre certains éléments routier du BAP et de Corcelles pourrait être déménagé. Il conviendra au moment de la définition de ces ouvrages, d'analyser les possibilités de déplacement des serveurs de productions, de préproductions (et des armoires de tests), du serveur Witness et de l'archivage associé.

#### 4.3.2 Installations de câblage (infrastructure) pour l'UeLS

##### 4.3.2.1 Mise à terre, Compatibilité Électromagnétique, protection contre la foudre

Les travaux en armoires et COT doivent disposer d'une mise à la terre conforme OIBT.

Pour tous les travaux électriques : un double contrôle de conformité est à réaliser, d'une part par un organisme certifié mandaté par chaque entreprise effectuant des travaux électriques (à prendre en compte dans les offres) et d'autre part par un organisme mandaté par le MO.

##### 4.3.2.2 Équipement fibre optique

Des travaux sont à prévoir pour du patchage de câbles FO pour les besoins de la HCI :

- patchage des fibres de connexions des KNS avec les différents ouvrages (2 fibres monomodes par ouvrage, à patcher au BAP et au niveau de l'ouvrage) ;
- patchage des fibres de connexions des KNS avec l'extérieurs (Internet) ;
- patchage des deux paires de fibres redondantes entre les serveurs PROD1, et PROD2 ;
- patchage des fibres de liaison entre les deux serveurs PROD et le Witness ;
- autres patchages qui serait nécessaire selon étude de SIA-41.

##### 4.3.2.3 Installation de câblage universel

Les armoires de distribution en places (CTCE, BAP, CTC0) possèdent des réserves suffisantes pour alimenter les nouveaux équipements. Cependant dans certains cas spécifiques, des petits travaux supplémentaires peuvent être à prévoir. Ils seront spécifiés de façon détaillée dans la phase SIA-41.

##### 4.3.2.4 Câble pour transmission de signaux

Installation non concernée pour le projet UeLS.

##### 4.3.2.5 Infrastructure BSA

Installation non concernée pour le projet UeLS.

### **4.3.3 Installations auxiliaires pour l'UeLS**

#### **4.3.3.1 Système de gestion - Installations auxiliaires**

Le NMS recevra les informations provenant des installations auxiliaires de l'UeLS cantonale (serveur de production, switch HCI, onduleur HCI, stack BAP...). Le NMS transmettra ensuite à la BL ces informations via OPC-UA par :

- des messages de synthèses ;
- des données afin de produire une vue IHM des installations auxiliaires de l'UeLS (cf. DSC-05).

#### **4.3.3.2 Installation électrique intérieure**

À l'exception de l'alimentation des armoires définies dans le chapitre §4.3.2.1 et §4.3.2.3, les installations existantes ne sont pas impactées par le projet.

#### **4.3.3.3 Chauffage, ventilation, climatisation**

Le local BAP dans lequel sera insérer les nouveaux serveurs est actuellement climatisé, il n'y a donc pas de besoin spécifique de modification des installations existantes.

Les bâtiments CTCE, et CTCO semblent suffisamment grands et ventilés pour ne pas nécessiter de besoins supplémentaires. Ces bâtiments, dès leurs conceptions, ont été prévus pour recevoir des armoires (électriques ou informatiques) supplémentaires.

#### **4.3.3.4 Installation de détection incendie bâtiment**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.3.3.5 Engin de levage**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.3.3.6 Système de pompage**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.3.3.7 Système de défense incendie**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.3.3.8 Barrière de service motorisée**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.3.3.9 Porte / porte carrossable / contrôle d'accès**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.3.3.10 Équipement de la construction**

Installation non impactée par le projet.

**4.3.3.11 Alimentation en eau**

Les besoins d'alimentation en eau concernent uniquement le sanitaire installé à destination des entreprises pour les périodes de test et d'installation à cote du local CTCO. La réponse à ce besoin sera directement défini en phase SIA-41 en partenariat avec l'entreprise qui louera le sanitaire mobile.

**4.3.3.12 Téléphonie**

Aucune prestation prévue sur cette partie d'installation, sinon des adaptations réseau pour la téléphonie de secours décrites au § 4.4.8.9 et 4.4.8.9.

**4.3.3.13 Installation d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée**

Installation existante non impactée par le projet.

**4.3.3.14 Installation d'évacuation et de traitement des eaux usées des bâtiments**

Les besoins d'évacuation d'eau concernent uniquement le sanitaire installé à destination des entreprises pour les périodes de test et d'installation à cote du local CTCO. La réponse à ce besoin sera directement défini en phase SIA-41 en partenariat avec l'entreprise qui louera le sanitaire mobile.

**4.3.4 Exigences pour le Génie Civil**

Aucun travail de génie civil ne semble nécessaire.

#### 4.4 Gestion des domaines des ouvrages cantonaux

Cette partie détaille les éléments des ouvrages cantonaux qui seront gérés par le nouvel UeLS (au travers de la BL et de l'AS-M de chaque ouvrage). Ce projet ne prend en compte que la mise en place de la BL. La gestion locale (mise en place AS-M) sera à la charge des projets.

##### 4.4.1 Liste des installations de chaque ouvrage

Ouvrage	E (Énergie)	B (Éclairage)	L (Ventilation)	S (Signalisation)	VTV (Vidéo)	BMT (Incendie)	DI (Divers)	NT (Téléphonie SOS)
Clusette	X	X	X	X	X	X	x	X
Corcelles	X	X	0	X	X	X	X	X
Bois des Rutelins	X	X	0	X	X	X	X	x
Aretes	X	X	X	X	X	X	X	X

Tableau 10 : Liste des installations gérées par l'AS-M par l'ouvrage

4.4.2 Dimensionnement de chaque ouvrage

Ouvrage	E (Énergie)	B (Éclairage)	L (Ventilation)	S (Signalisation)	VTV (Vidéo)	BMT (Incendie)	NT (Téléphonie SOS)	DIV
<b>Clusette</b>	Distribution RNO (≈20 départs alim.) +RSC (≈27 départs alim.)	Éclairage de type : EDA, ETR, ECS, GOP, SISTO et LTP sur un tunnel de 1108m	≈12 ventilateurs SISTO	≈60 signaux dynamiques	≈18 caméras	≈12 détecteurs de fumée + un câble de détection linéaire	≈14 platines SOS	
<b>Corcelles</b>	Distribution RNO (≈40 départs alim.) +RSC (≈65 départs alim.)	Éclairage de type : EDA, GOP, Incendie, de base sur un tunnel de 600m	NA	≈6 signaux dynamiques	≈9 caméras	1 câble comprenant des capteurs detempératures tous les 8 m, une unité d'évaluation	≈6 platines SOS	
<b>Bois des Rutelins</b>	Distribution RNO (≈12 départs alim.) +RSC (≈16 départs alim.)	Éclairage de type : EDA, ETR, ECS, GOP sur un tunnel de 450m	NA	≈6 signaux dynamiques	≈5 caméras	Activation par opérateur, 2 anémomètres, 5 extincteurs	≈5 platines SOS	
<b>H18 - Arêtes</b>	Distribution RNO (≈40 départs alim.) +RSC (≈65 départs alim.) Installations photovoltaïques aux deux portails	Éclairage de type : ETR, EDA, GOP, Incendie, tunnel de 1'000m y compris GATF	≈8 ventilateurs en tunnel Ventilation GATF 12 sondes de fumées, 2 groupes anémomètre / CO / Opacité	≈60 signaux dynamiques en tunnel et CIO	≈25 caméras, DAI en espace trafic	1 câble comprenant des capteurs de températures tous les 8 m, une unité d'évaluation	≈14 platines SOS	2 déshuileurs 2 vannes incendie Radio, DAB+, Polycom Surveillance des portes ISS 2 centrales techniques (avec VCC) Plan de fermeture des locaux

Tableau 11 : Dimensionnement des installations par projet

Note :-Le dimensionnement du domaine divers n'est pas estimé puisque fortement lié au dimensionnement des autres domaines.

### **4.4.3 Distribution d'énergie**

#### **4.4.3.1 Système de gestion – Energie**

Les installations énergie seront gérées au niveau de l'AS-M de chaque ouvrage par un bloc fonctionnel AS-E. Ce bloc communiquera avec la BL au travers de l'AS globale (présent sur chaque AS-M). L'ensemble de l'architecture et les communications entre les blocs et la BL sont définies dans le DSC-04.

#### **4.4.3.2 Distribution haute tension**

Aucune prestation prévue sur cette partie d'installation.

#### **4.4.3.3 Distribution basse tension**

L'installation existante n'est impactée par le projet. En effet, les alimentations basse tensions des bâtiments actuels disposaient déjà de plusieurs réserves qui seront exploitées pour la mise en place des nouvelles armoires.

#### **4.4.3.4 Courant faible**

L'installation existante n'est pas impactée par le projet. En effet, les alimentations courant faibles des bâtiments actuels disposent déjà de plusieurs réserves qui seront exploitées pour la mise en place des nouvelles armoires.

#### **4.4.3.5 Alimentation sans coupure**

L'installation existante n'est impactée par le projet. En effet, les alimentations sans coupures des bâtiments actuelles disposaient déjà de plusieurs réserves qui seront exploitées pour la mise en place des nouvelles armoires.

#### **4.4.3.6 Photovoltaïque**

Installation inexistante.

#### **4.4.3.7 Codification et repérage des équipements**

La codification et le repérage des équipements appliquent les prescriptions du DSC-09.

#### **4.4.4 Éclairage**

##### **4.4.4.1 Système de gestion – Éclairage**

Les installations d'éclairage seront gérées au niveau de l'AS-M de chaque ouvrage par un bloc fonctionnel AS-B. Ce bloc communiquera avec la BL au travers de l'AS globale (présent sur chaque AS-M). L'ensemble de l'architecture et les communications entre les bloc fonctionnels et la BL sont définies dans le DSC-04.

##### **4.4.4.2 Éclairage de traversée**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.4.3 Éclairage d'adaptation**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.4.4 Éclairage de secours en cas d'incendie**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.4.5 Balisage lumineux**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.4.6 Éclairage du chemin de fuite**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.4.7 Éclairage à ciel ouvert**

Installation non impactée par le projet.



#### **4.4.5 Ventilation**

##### **4.4.5.1 Système de gestion - Ventilation**

Les installations de ventilation seront gérées au niveau de l'AS-M de chaque ouvrage par un bloc fonctionnel AS-L. Ce bloc communiquera avec la BL au travers de l'AS globale (présent sur chaque AS-M). L'ensemble de l'architecture et les communications entre les blocs fonctionnels et la BL sont définies dans le DSC-04.

Une étude plus approfondie devra être réalisée, sur la sûreté des architectures proposées, pour les ouvrages nécessitant une ventilation critique (notamment Arrêtes). Dans ce cadre d'autres solutions peuvent être envisagées (redondance AS-M, ajout de LS, ventilateurs avec programme de contrôle commande interne pour la gestion des modes dégradés...).

##### **4.4.5.2 Air vicié**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.5.3 Ventilation longitudinale**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.5.4 Apport d'air frais**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.5.5 Ventilation du chemin de fuite**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.5.6 Relation technique système de gestion installation de ventilation**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.5.7 Relations techniques supplémentaires**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.4.6 Signalisation**

##### **4.4.6.1 Système de gestion – Signalisation**

Les installations de signalisation seront gérées au niveau de l'AS-M de chaque ouvrage par un bloc fonctionnel AS-S. Ce bloc communiquera avec la BL au travers de l'AS globale (présent sur chaque AS-M). L'ensemble de l'architecture et les communications entre les blocs fonctionnels et la BL sont définies dans le DSC-04.

##### **4.4.6.2 Signalisation fixe**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.6.3 Signalisation dynamique**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.6.4 Installation de signalisation lumineuse**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.6.5 Poste de recensement du trafic**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.6.6 Signalisation des dispositifs de sécurité**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.6.7 Guidage par feux encastré**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.6.8 Dispositif de fermeture des passages du terre-plein central**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.6.9 Poste de commande de secours**

Installation non impactée par le projet.

#### **4.4.7 Installation de surveillance**

##### **4.4.7.1 Installation de détection incendie tunnel et bâtiment**

Les installations de détection incendie seront gérées au niveau de l'AS-M de chaque ouvrage par un bloc fonctionnel AS-BMT. Ce bloc communiquera avec la BL au travers de l'AS globale (présent sur chaque AS-M). L'ensemble de l'architecture et les communications entre les bloc fonctionnels et la BL sont définies dans le DSC-04.

##### **4.4.7.2 Installation vidéo**

Les installations vidéo seront gérées au niveau de l'AS-M de chaque ouvrage par un bloc fonctionnel AS-VTV. Ce bloc communiquera avec la BL au travers de l'AS globale (présent sur chaque AS-M). L'ensemble de l'architecture et les communications entre les bloc fonctionnels et la BL sont définies dans le DSC-04.

##### **4.4.7.3 Système de gestion - Installation divers**

Les installations divers seront gérées au niveau de l'AS-M de chaque ouvrage par un bloc fonctionnel AS-DI. Ce bloc communiquera avec la BL au travers de l'AS globale (présent sur chaque AS-M). L'ensemble de l'architecture et les communications entre les bloc fonctionnels et la BL sont définies dans le DSC-04.

##### **4.4.7.4 Installation de surveillance et d'alarmes météo**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.5 Installation de surveillance et d'alarmes des dangers naturels**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.6 Installation de mesure de hauteur**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.7 Surveillance qualité d'air**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.8 Installation de mesure de vitesse (radar)**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.9 Installation de contrôle de franchissement de feux rouges (radar)**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.10 Installation de pesée de véhicules**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.11 Mesure de gabarit**

Installation non impactée par le projet.

##### **4.4.7.12 Mesure de distance inter-véhicule (radar)**

Installation non impactée par le projet.

#### 4.4.8 Communication & systèmes de gestion

##### 4.4.8.1 Réseau de communication tronçon et section

###### Situation actuelle

Le réseau de communication actuel couvre à la fois les routes nationales et les routes cantonales. L'OFROU est le concepteur de la solution et prévoit son renouvellement pour 2032 (à confirmer en phase SIA-41) avec le déploiement du nouvel IP-Netz BSA conforme SA-CH.

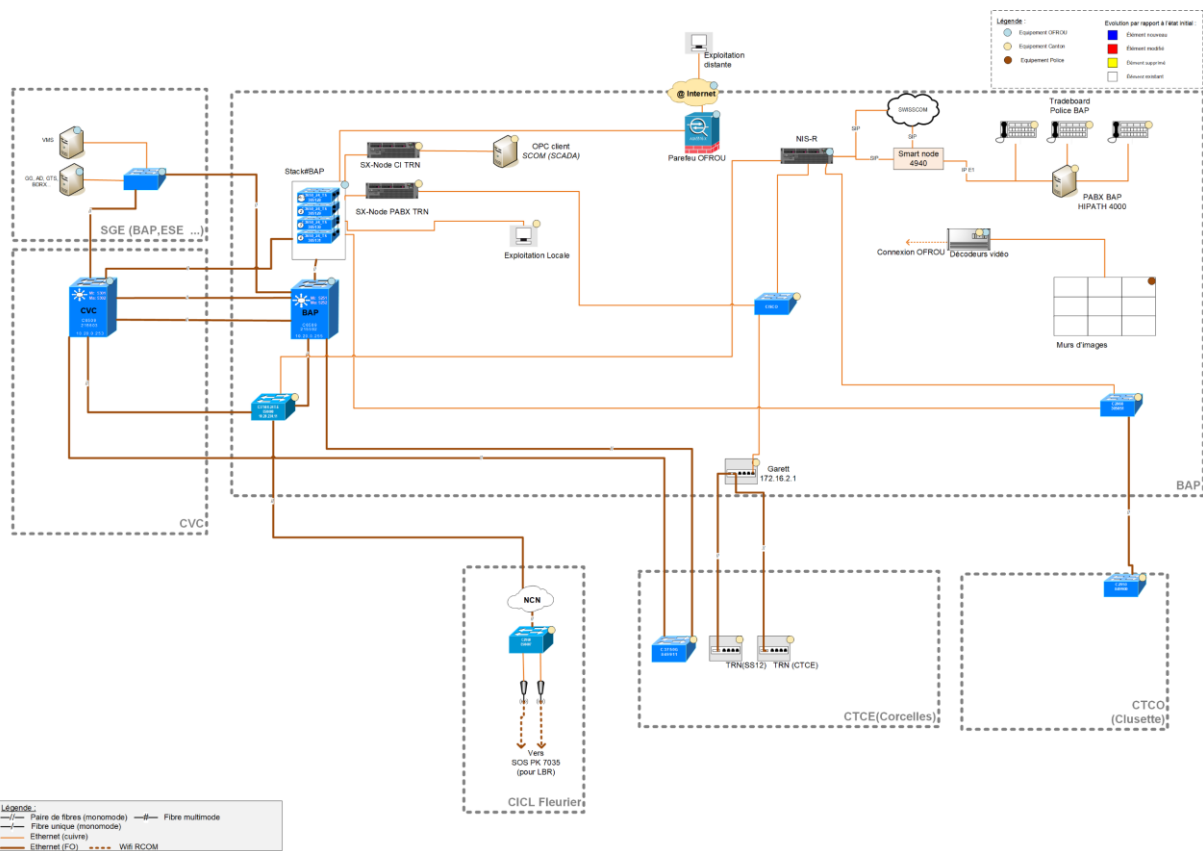


Figure 8 : Architecture réseau actuelle

Le Réseau actuel est basé sur deux bâtiments réseaux principaux soit le BAP et CVC. Il y a trois niveaux pour la gestion des ouvrages :

1. une paire de switch redondée pour la connexion avec la plupart des ouvrages (H10, H20, N53) ;
2. un switch « stack BAP » connecté au BAP et à CVC. Ce stack permet aussi la connexion au réseau Ethernet du système (via un pare-feu) et au TRN pour certains ouvrages ;
3. des serveurs (VMS, GG, AD, BDRX...) de gestion fonctionnelle indirectement connectés à la paire de switch CVC/BAP.

Note : Le DSC-21 décrit plus en détail cette architecture.

Situation projetée

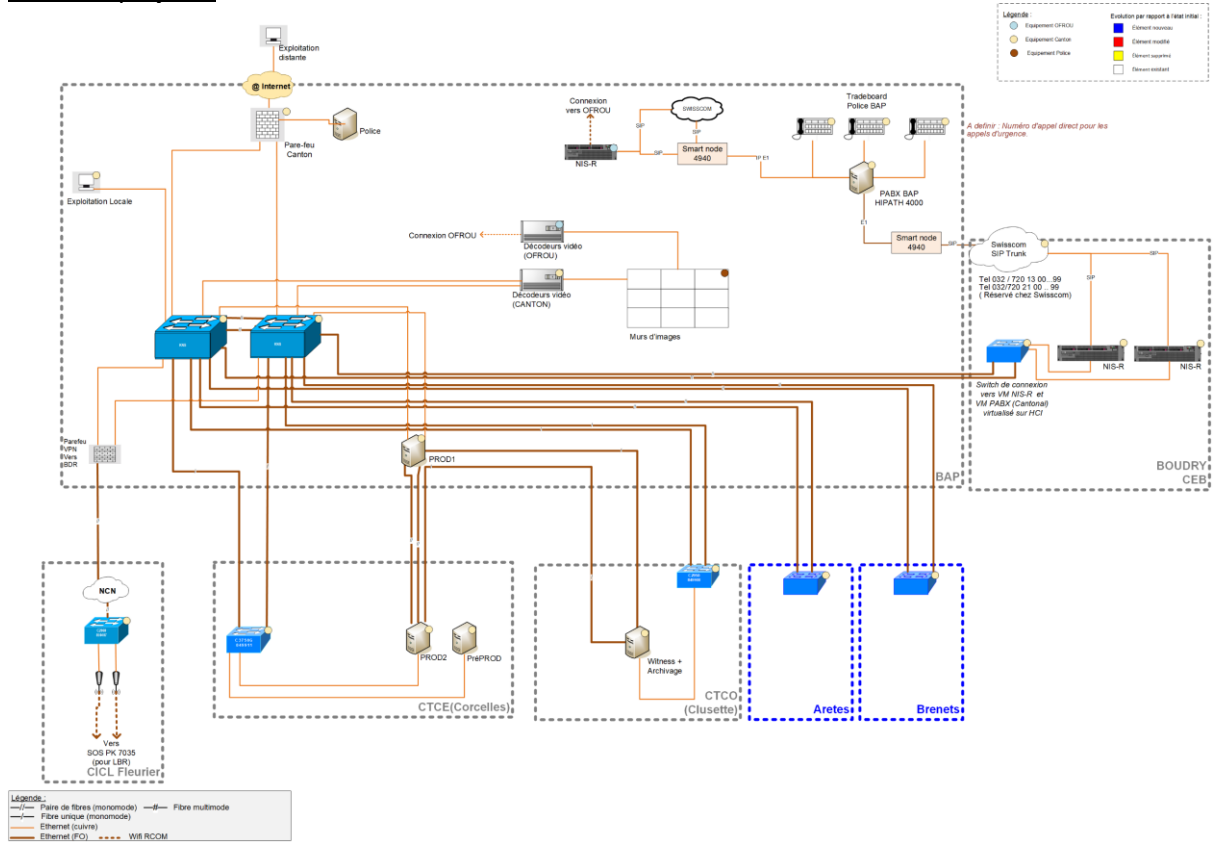


Figure 9 : Architecture réseau projeté

Niveaux d'architecture réseau :

Le concept général du futur réseau de communication cantonal tronçon et section reprend les principes définis dans le §4.2.1.

*Disponibilité :*

Pour les besoins liés à l'architecture de l'UeLS Cantonal et à l'infrastructure informatique virtuelle, les réseaux de gestion cantonaux (connecté aux switches KNS) doivent respecter les exigences de disponibilité définies dans la directive OFROU 13031 au chapitre 6.

En particulier le backbone de l'UeLS Cantonal ainsi que les switches KNS doivent avoir un taux de disponibilité supérieur ou égal à 99,99%. Ce taux correspond à une architecture hautement disponible. L'ensemble des équipements réseau doivent avoir un MTBF supérieur à 105'120 heures (12 ans).

*Interfaces et limites de fourniture :*

La fourniture, l'installation et le paramétrage des équipements réseaux sont définis dans le DSC-21.

Les besoins en termes de routage de flux au niveau des switches KNS seront définis en phase SIA-51 avec les différentes entreprises.

L'ensemble des limites de fournitures et la description des interfaces sont décrits dans le DSC-21.

#### 4.4.8.2 Infrastructure informatique virtualisée

##### Situation actuelle

Le système de gestion actuel est commun OFROU/Canton et est déployé sur des ordinateurs physiques distincts pour chaque système GG, GS, VMS, etc.

##### Situation projetée

La nouvelle infrastructure informatique comporte deux parties matérielles distinctes séparées l'une de l'autre. Chacune comporte une solution de sauvegarde et de restitution.

##### *Infrastructure informatique de production (ou HCI)*

L'infrastructure de production accède aux BSA du site et est utilisée pour l'exploitation courante et pour réaliser les tests SAT/SIT. Elle héberge les parties informatiques du futur système de gestion UeLS Canton sous la forme de machines virtuelles VM : ordinateurs informatiques de niveau Gestion, Gestion IT et Installations canton.

Elle dispose de fonctionnalités de redondance matérielle de type Metro consistant à répartir les serveurs (dénommés « appliances ») sur deux sites CTCE et BAP surveillés par un serveur témoin (dénommé « Witness ») localisé à CTCO.

Elle est segmentée logiciellement par niveau et par installation (cloisonnement des VLAN, des données, des ressources CPU et mémoire) ce qui permet de garantir l'indépendance de chaque VM.

Les VM ne sont déployées sur cette infrastructure qu'après une validation sur les différentes plateformes informatiques de l'infrastructure de préproduction.

##### *Infrastructure matérielle de préproduction*

L'infrastructure matérielle de préproduction est localisée dans l'espace technique de la ZTO (cf. DSC-12).

Elle héberge un outil de centralisation des codes sources ainsi que tous les outils de génération des versions logicielles. Toute version logicielle d'une VM est générée depuis cette plateforme de préproduction (pas de compilation depuis des postes de développement des entreprises) avant d'y être testée en FAT/FIT puis d'être déployée en production sur l'infrastructure HCI.

Se reporter aux DSC-01 et DSC-12 pour une description exhaustive des nouvelles infrastructures.

#### 4.4.8.3 Niveau « Gestion »

Le niveau Gestion comprend les ordinateurs virtualisés délivrant aux opérateurs les informations utiles à l'exploitation des routes cantonales de l'ensemble des sections cantonales. Il comporte un système BL Canton ainsi qu'un système SARCH et OSP.

##### BL Canton

La description des travaux associés au système BL Canton est détaillée dans les différents DSC et annexes :

- DSC-04 : spécifications fonctionnelles ;
- DSC-05 : spécifications IHM ;
- DSC-06 : spécifications opérationnelles ;
- DSC-07 : gestion des interdomaines ;
- DSC-08 : archivage ;
- DSC-09 : repérage et codification ;
- DSC-10 : gestion des utilisateurs et des ressources ;
- DSC-12 : gestion plateformes ;
- DSC-13 : concept de migration ;
- DSC-18 : traces applicatives ;
- DSC-19 : exigence des logiciels et librairies de supervision ;
- DSC-20 : modélisation des données ;
- DSC-21 : réseaux de communication
- DSC-24 : développement logiciel ;
- DSC-27 : sauvegarde des paramètres
- MP.A01 : plan de migration.

Le système BL est délivré sous la forme de deux machines virtuelles « VM BL » et « VM IHM BL » au sein de l'infrastructure informatique virtualisée décrite dans le DSC-01.



#### Serveur d'archivage (SARCH)

Le système SARCH est spécifié dans le DSC-08 - Archivage.

Il est délivré sous la forme d'une machine virtuelle « VM SARCH » au sein de l'infrastructure informatique virtualisée décrite dans le DSC-01.

Ses conditions d'interfaçage réseau sont données dans le DSC-21.

#### Serveur des paramètres (OSP)

Le système OSP est spécifié dans le DSC-27 - Sauvegarde des paramètres.

Il est délivré sous la forme d'une machine virtuelle « VM OSP » au sein de l'infrastructure informatique virtualisée décrite dans le DSC-01.

Ses conditions d'interfaçage réseau sont données dans le DSC-21

#### **4.4.8.4 Niveau « Gestion IT »**

Le niveau Gestion IT comporte les ordinateurs :

- DC cantonal ;
- NTP cantonal.

Chacun d'eux est délivré sous la forme d'une machine virtuelle au sein de l'infrastructure informatique virtualisée décrite dans le DSC-01.

Leurs conditions d'interfaçage réseau sont données dans le DSC-21.

#### 4.4.8.5 Niveau « Installations canton »

Les installations Canton sont des installations métiers dont la portée couvre l'ensemble des sections cantonales.

VMS :

##### ***Situation actuelle***

Le système VMS actuel est commun OFROU/Canton et gère les affectations des flux vidéo issus des cantons vers les zones d'affichage (murs d'images ou écrans déportés), selon des commandes transmises depuis différents systèmes de gestion. Il assure les fonctions :

- affectation caméra / moniteur :
  - affectation manuelle d'une caméra sur un moniteur ;
  - affectation sur interdomaine ;
- affectation caméra suivante / précédente ;
- application de scénarios vidéo prédéfinis.

Le VMS dispose d'une interface IHM locale pour le pilotage et la visualisation.

##### ***Situation projetée***

Le projet met en œuvre un nouveau VMS purement cantonal pour gérer les caméras des sections cantonales. Le nouveau système VMS cantonal reprend les fonctionnalités du système VMS OFROU actuel.

La fourniture du système VMS Canton comprend :

- le développement du logiciel VMS Cantonal ;
- son interfaçage aux caméras actuelles ;
- la fourniture des décodeurs cantonaux multinormes associés aux différents murs d'images (nombre à déterminer en phase SIA-41).

Les murs d'images sont pour leur part gérés techniquement et financièrement par la Police, le SPC et le canton. Ils seront dédiés à l'affichage des deux types de flux vidéo (cantonales et OFROU) sur des zones distinctes des murs d'images.

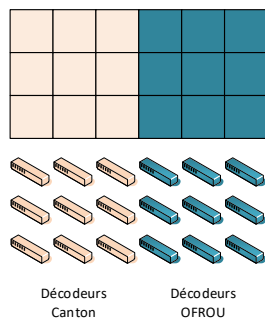
Du point de vue du projet, le VMS Cantonal met à disposition des flux vidéo cantonaux sur des sorties vidéo (décodeurs). **L'utilisation des flux cantonaux par les murs d'images n'est pas du ressort du projet mais est à la charge de la Police et du SPC dans le cadre de projets tiers.**

Deux solutions principales sont envisageables pour le mur d'images (cf. Figure 10) :

- soit le mur d'images dispose d'un lien strict entre un décodeur et une zone d'affichage ;
- soit le mur d'images dispose d'un processeur vidéo KVM de gestion des zones d'affichage, dirigeant selon différentes configurations les flux Canton et OFROU vers des zones préconfigurées. Le processeur vidéo KVM est situé entre les sorties des décodeurs et les entrées du mur d'images ce qui permet d'aiguiller n'importe quelle image vers n'importe quelles zones d'affichage en fonction de la configuration utilisée.

Dans les deux cas la solution retenue n'a pas d'influence sur la solution VMS Canton, le choix de la configuration d'affichage dans la solution processeur vidéo KVM étant effectué directement sur un PC associé au KVM.

### Solution statique



### Solution avec processeur KVM

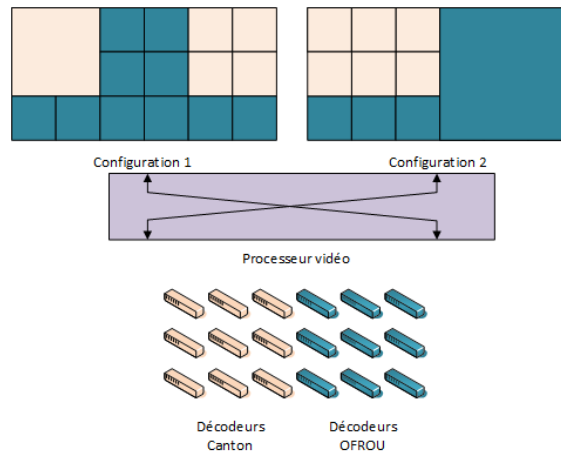


Figure 10. Solutions d'interface aux murs d'images par deux systèmes VMS distincts (exemples)

Il semble à date d'édition du présent MP que la solution utilisera un processeur vidéo (à confirmer en SIA-41).

NMS

Un nouveau système NMS dédié Canton est mis en œuvre.

La solution NMS retenue doit être pérenne et ouverte. Pour cela, les exigences suivantes sont requises au niveau de la couche de collecte des informations NMS :

- elle doit impérativement intégrer les MIB constructeurs ;
- elle doit établir des diagnostics SNMP sans nécessiter aucun déploiement d'agent de diagnostic sur les machines réseaux et informatiques supervisées.

Les exigences de surveillance du matériel sont données dans le tableau ci-dessous.

Matériel	Surveillances SNMP
Matériel réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ surveillance d'états</li> <li>▪ surveillance des ports</li> <li>▪ alimentations redondantes</li> <li>▪ monitoring des flux backbone</li> </ul>
Matériel informatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alimentations redondantes</li> <li>▪ température CPU</li> <li>▪ espace disque disponible</li> <li>▪ occupation mémoire</li> </ul>
Matériel automate	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ présence réseau</li> </ul>

*Tableau 12. Niveaux de surveillances NMS*

**Le NMS communiquera les principales informations au travers d'un protocole définie en SIA-41 pour productions des alarmes correspondantes (OPC-UA, SMP...).**

Note : la sauvegarde des configurations de switches ne sera pas effectuée dans le système NMS mais dans la solution de sauvegarde de l'infrastructure matérielle de préproduction, comme pour les sauvegardes de versions logicielles et pour les backups de VM.

#### 4.4.8.6 Niveau « Installations de section »

Les installations de niveau section correspondent aux installations qui concernent un ouvrage spécifique. Elles sont gérées par deux parties distinctes :

- une partie commune à toutes les installations métier : AS Globale ;
- une partie dédiée à chaque installation métier (AS Installation E, AS installation B, etc.).

L'AS Globale est interfacé aux différentes AS Installations ainsi qu'à la BL Canton.

Chaque AS Installation métier est interfacée à ses propres BSA via les MESD, à l'AS Globale ainsi qu'à la BL Canton.

Les deux parties sont hébergées au sein d'un API redondé multidomaines AS-M. Elles délivrent des vues synoptiques Web réalisées dans un serveur Web AS-M.

Les exigences et architectures associées aux AS-M est détaillée dans les différents DSC et annexes :

- DSC-04 : spécifications fonctionnelles ;
- DSC-05 : spécifications IHM ;
- DSC-06 : spécifications opérationnelles ;
- DSC-07 : gestion des interdomaines ;
- DSC-08 : archivage ;
- DSC-09 : repérage et codification ;
- DSC-10 : gestion des utilisateurs et des ressources ;
- DSC-12 : gestion plateformes ;
- DSC-13 : concept de migration ;
- DSC-18 : traces applicatives ;
- DSC-19 : exigence des logiciels et bibliothèques de supervision ;
- DSC-20 : modélisation des données ;
- DSC-21 : réseaux de communication ;
- DSC-24 : développement logiciel ;
- DSC-27 : sauvegarde des paramètres ;
- MP.A01 : plan de migration.

Note : L'entreprise doit, pour chaque installation, prévoir une réserve de 30% d'interfaces BSA pour de futures évolutions. Une exception, à cette réserve, peut-être envisagée pour les CoT, niches, mats, issue de secours s'il y a peu de place disponible.

#### 4.4.8.7 Systèmes de sécurité

Les entreprises proposeront une méthodologie, des normes ou différentes bonnes pratiques pour la prise en compte des problématiques de sécurité pour la surveillance et la commande des processus physiques, des appareils et des infrastructures

#### 4.4.8.8 Système de radiocommunication

Installation non impactée par le projet.

#### 4.4.8.9 Téléphone de secours

##### Situation actuelle

Actuellement le CL cantonal NIS BAP 10 des installations de téléphonie de secours (NT) de Neuchâtel n'est pas séparé du CL des routes nationales NIS BAP 20. Les points de données des tunnels du Bois des Rutelins, de la Clusette et de Corcelles sont actuellement sur le serveur BAP H10. Les informations d'appel et les défauts des bornes d'appel des tunnels sont entièrement récupérés par un système tiers directement dans les armoires SOS des tunnels, via des contacts secs des cartes des bornes d'appel (à l'exception de Corcelles où ces informations sont actuellement transférées par un serveur CT aux autres systèmes).

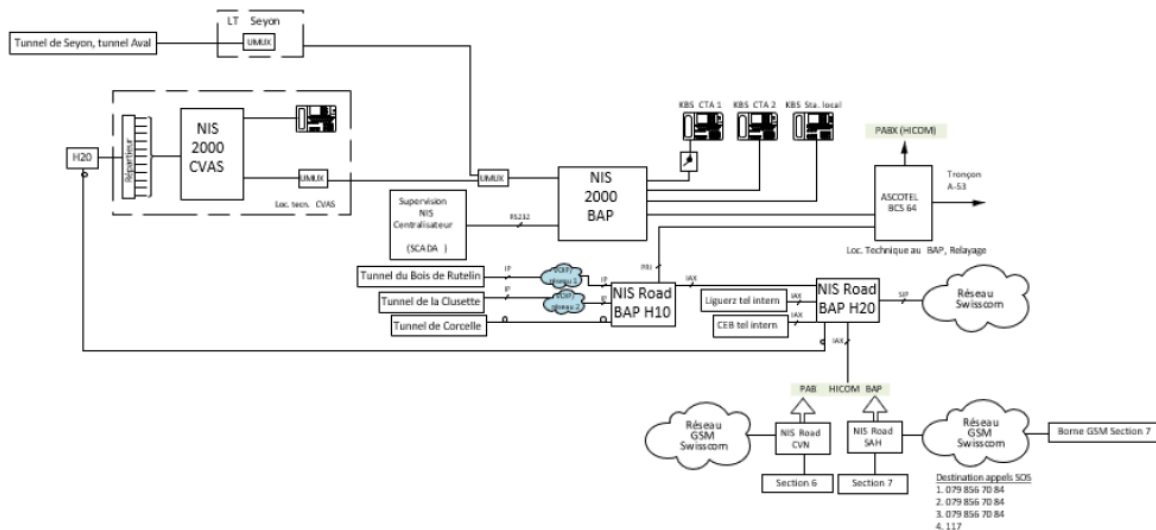


Tableau 13 : Architecture actuelle de la gestion des appels

Situation projetée :

Une solution de renouvellement complète des systèmes centraux TRN du canton de Neuchâtel sera mise en place.

Les points de donnés des platines tunnels du Bois des Rutelins, de la Clusette et de Corcelles remonteront directement à la BL par liaisons câblé via le domaine divers de leurs ouvrages respectif.

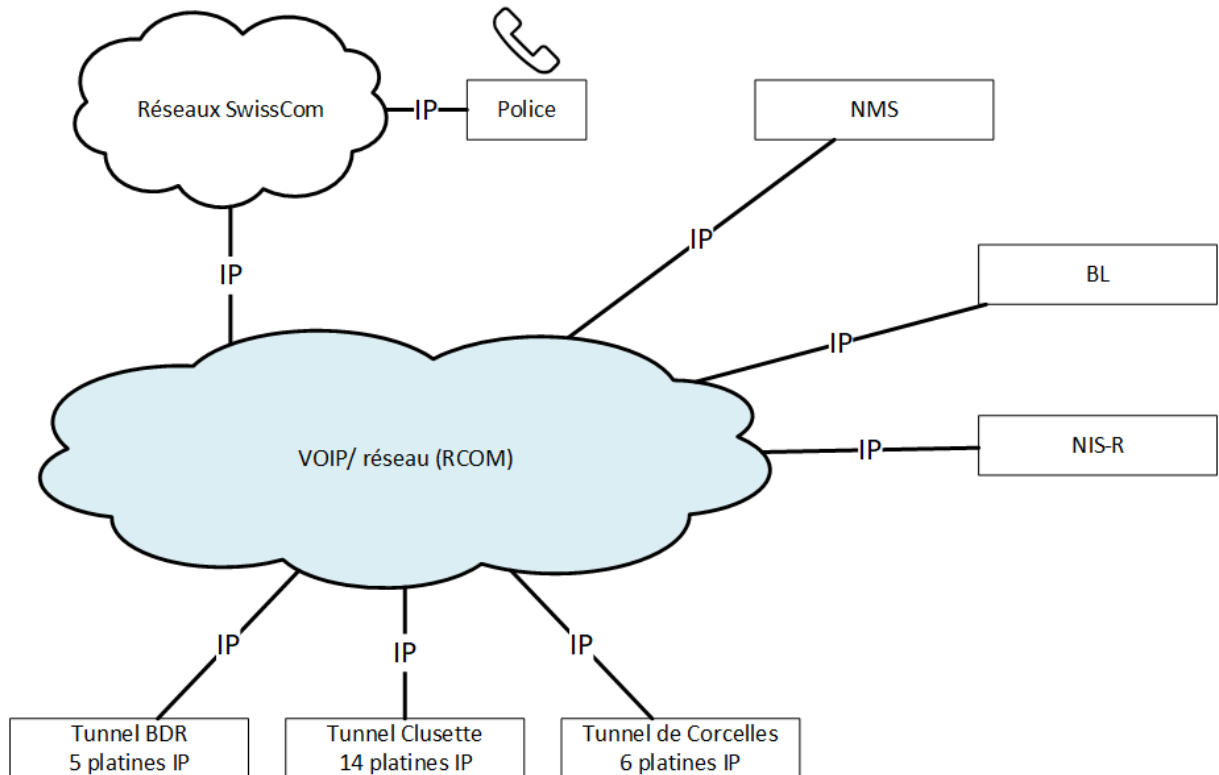


Tableau 14 : Architecture projeté de la gestion des appels

Les états suivants des platines téléphoniques remontent directement aux AS-M (relecture électrique) :

- appel SOS en cours ;
- défaut borne SOS.

Les cartes des bornes d'appels de Corcelles sont d'ancienne génération et ne disposent pas de contacts secs. Il est donc nécessaire de remplacer ces cartes, afin de pouvoir mettre à disposition des contacts secs. Ce remplacement de carte fait partie d'une étude séparée.

Les schémas d'architectures globales comprenant le réseau TRN sont disponibles dans le DSC-21.

L'appel d'offre TRN comportera en option, l'intégration du tunnel des Arretes.

#### **4.5 Mise à jour des ouvrages cantonaux**

Les étapes de migrations et d'intégrations des ouvrages cantonaux sont décrites dans les documents DSC-21 et MP\_A01.



## 5. Mise en service

### 5.1 Essais et mise en service des infrastructures

La mise en service de l'infrastructure de l'UeLS Canton s'effectuera en plusieurs étapes :

- étape 1 – Installation de la backbone :
  - récupération des fibres Corcelles ;
  - installation des switch KNS ;
- étape 2 – Installation des serveurs :
  - installation des serveurs HCI ;
  - mise en place des VM ;
  - mise en place de la ZTO.

La mise en service de chaque ouvrage sur l'UeLS Canton s'effectuera en plusieurs étapes :

- étape 1 – Essais et réceptions préliminaires :
  - développement des logiciels ;
  - montage ZTO des nouveaux éléments et réception site du matériel ;
  - tests FAT/FIT et réception usine.
- étape 2 – Mise en place matériel et test site :
  - montage site des nouveaux éléments et réception site du matériel ;
  - basculement ;
  - essai d'intégration site 1 (SAT/SIT) ;
  - période probatoire (VSR).
- étape 3 – Réception finale et démontage de l'ancienne infrastructure :
  - réception finale ;
  - démontage de l'ancienne infrastructure.

Ces différentes étapes sont décrites dans le programme des travaux au § 6.1.1.1.

L'étape de basculement s'opèrent sur une ou deux nuits ou en journée.

La description et les attentes liées aux différents types d'essais (FAT, FIT, SAT, SIT) sont données dans le DSC-23.

Les concepts généraux de migration sont décrit dans le DSC-13, les étapes et le plan de migration de chaque installation sont donnés dans l'annexe MP\_A01 et le DSC-21.

## 5.2 Instructions

### 5.2.1 Exigences

Les entreprises doivent s'assurer de l'instruction du personnel de maintenance, de la police et des tiers sur le fonctionnement et l'utilisation des installations.

Trois périodes d'instruction sont à assurer :

- instruction 1 : formation préliminaire sur les infrastructures informatiques de production (HCI) et de préproduction ;
- instruction 2 : formation aux différentes IHM (BL, VMS, AS-M, TRN, etc.) et outils de l'UeLS (SARCH, paramètres...) ;
- instruction 3 : formation sur les nouvelles architectures automatiques AS-M.

Le type de personnel concerné, la durée de chaque type d'instruction et le nombre de sessions pour chacune d'elles sont donnés au § 5.2.2.

Chaque instruction fait partie intégrante du programme des travaux des entreprises donné au § 6.1.1.1.

Il est exigé que le personnel réalise lui-même les manipulations faisant l'objet des formations : utilisation des applicatifs IHM BL, AS-M, VMS, NMS, etc. et manipulation des automatiques AS-M, des infrastructures informatiques de préproduction et de production (basculement de VM, gestion de la redondance des VM, des sites et des AS-M, etc.). Des cas réels de pannes devront être simulés par l'entreprise pour former le personnel à la gestion de ces pannes, en plus d'une gestion nominale.

Pour chaque instruction, les entreprises soumettent un plan de formation qui identifie tous les programmes de formation nécessaires pour que le mainteneur et l'exploitant disposent en temps utile, du personnel qualifié et formé pour exploiter et maintenir le système fourni. La direction de projet valide les plans de formation et organise les formations. Les entreprises détaillent alors le plan de formation dans un manuel de formation dédié à l'instruction.

Toutes les sessions de formation ainsi que la documentation sont réalisées en langue française. Les formations dispensées doivent permettre :

- de passer en revue l'ensemble des fonctions nécessaires pour un profil type donné ;
- de fournir aux différents interlocuteurs le niveau de maîtrise minimum requis pour qu'ils puissent effectuer leurs tâches correctement (tâches d'exploitation IHM et tâches de maintenance).

Tous les documents de formation doivent être fournis au format électronique, ils font partie intégrante des DOR.

Pour chaque type de formation :

- l'acquisition du niveau de connaissance minimum est validée au travers des fiches d'évaluation renseignées par chaque participant. La direction de projet et le MO jugeront sur cette base si les connaissances peuvent être considérées comme acquises. Si nécessaire, le MO demandera à l'entreprise de refaire et/ou compléter la formation sans plus-value ;
- pour chaque formation, l'entreprise mettra à disposition des participants le matériel pédagogique nécessaire pour le bon déroulement de la formation. Au minimum les manuels de formation et les supports audiovisuels. À la fin de chaque formation, tous les documents utilisés doivent être fournis au format électronique (partie intégrante du DOR) ;
- chaque entreprise établira une première ébauche de la ou des formations envisagées dans son DREA (plan de formation).

### 5.2.2 Programme

Pour toutes les instructions, il est impératif que les manipulations techniques soient effectuées « en live » sur les équipements (en ZTO ou sur site) ou depuis une IHM par le personnel en formation et pas uniquement de façon théorique depuis une présentation type Powerpoint.

Type de formation	Participants	Durée
<p><u>Instruction 1</u> Formation préliminaire sur les infrastructures informatiques de production (HCI) et de préproduction (liste non exhaustive, tous les aspects doivent être abordés) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ présentation générale de chaque plateforme (rôle, constitution, emplacement) ;</li> <li>▪ présentation du réseau de communication canton ;</li> <li>▪ fonctionnalités ;</li> <li>▪ outils de gestion et de diagnostics ;</li> <li>▪ présentation des plateformes logicielles ;</li> <li>▪ maintenance programmée (basculement de VM, retrait/ajout d'un serveur, basculement sur un seul site, etc.) ;</li> <li>▪ gestion des défaillances d'un site HCI, d'un serveur, du lien de redondance, du serveur Witness, etc. ;</li> <li>▪ mise à niveau logicielle ;</li> <li>▪ documentation d'exploitation ;</li> <li>▪ les démonstrations et manipulations de maintenance ;</li> <li>▪ documentation de maintenance ;</li> <li>▪ présentation et essais des génération d'un version logiciel en suivant les processus de développement (Jenkins, Git...) comme définit dans le DSC-12 ;</li> <li>▪ présentation TRN (PABX, NIS) ;</li> <li>▪ etc.</li> </ul>	Entretien Entreprise sélectionnée pour le développement de logiciels (ordinateurs ou automates)	2 sessions : 5 jours + 3 jours
<p><u>Instruction 2</u> Formation aux différentes IHM BL, VMS, etc. (liste non exhaustive, tous les aspects doivent être abordés) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ architecture logicielle ;</li> <li>▪ interfaces ;</li> <li>▪ gestion des droits ;</li> <li>▪ ergonomie des IHM ;</li> <li>▪ utilisation des IHM ;</li> <li>▪ fonctionnalités IHM : modes de fonctionnement, commandes, scénarios, traitement des alarmes, interdomaines, etc. ;</li> <li>▪ cas critiques et défaillances ;</li> <li>▪ documentation d'exploitation ;</li> <li>▪ etc.</li> </ul>	Police Entretien	2 sessions : 3 jours + 2 jours
<p><u>Instruction 3</u> Formation sur les architectures automates AS-M (liste non exhaustive, tous les aspects doivent être abordés) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ principe des nouvelles architectures AS-M ;</li> <li>▪ présentation générale des différents éléments : AS-M, MESD, basculeurs, réseaux automates, fibres FO, etc.</li> <li>▪ présentation détaillée de l'AS-M et des IHM Web AS-M ;</li> <li>▪ redondance ;</li> </ul>	Entretien	1 session : 3 jours

Type de formation	Participants	Durée
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ fonctionnalités ;</li> <li>▪ outils de gestion et de diagnostics ;</li> <li>▪ interfaces ;</li> <li>▪ modes de fonctionnement ;</li> <li>▪ gestion des défaillances (de la redondance, du réseau, d'un basculeur, d'un MESD, etc.) ;</li> <li>▪ des manipulations concernant les backups des VM ;</li> <li>▪ des manipulation de sauvegardes et gestions des paramètres (OSP) ;</li> <li>▪ des manipulation des archivages (SARCH) ;</li> <li>▪ la manipulation et mise en lignes de versions logicielles (GIT, JENKINS...)</li> <li>▪ la gestions de bug sur l'outils dédié ;</li> <li>▪ la génération des versions automatés et/ou VM (partie IHM) doivent être réalisées.</li> </ul> <p>etc.</p>		

Tableau 15. Formation sur les installations de l'UeLS Canton

### 5.3 Documentation

#### 5.3.1 Dossier de réalisation (DREA)

Les éléments demandés dans le dossier de réalisation DREA doivent permettre de s'assurer, d'une part de la bonne compréhension du marché par l'Entreprise et, d'autre part, que tous les documents nécessaires pour la réalisation du marché ont été établis par l'Entreprise.

Le contenu de ce dossier est détaillé dans le DSC-15.

#### 5.3.2 Dossier d'ouvrage réalisé (DOR)

Les éléments demandés dans le dossier d'ouvrage réalisé DOR sont majoritairement les données issues du dossier DREA, remises à jour conformément à l'exécution, en fonction des évolutions portées sur l'installation depuis le début de la réalisation jusqu'à la réception, mais également des données du MO justifiant de la bonne exécution des travaux et de la conformité de l'installation par rapport aux normes et exigences en vigueur.

La livraisons des DOR se fera en deux étapes :

- Une première version fournit au démarrage des SAT ;
- Une version finale après la mise en service selon le planning,

Le contenu de ce dossier est détaillé dans le DSC-15 (et son DSC-15.A01).

### 5.4 Démontage, élimination des matériaux

Une fois les nouvelles installations testées et certifiées fonctionnelles, celles-ci seront mises en services et les installations existantes non conservées seront désactivées.

À la suite de la désactivation des installations existantes, les travaux de démontage et de traitement seront entrepris. Ils doivent répondre aux exigences de la norme SIA-430 portant sur la gestion des déchets de chantier.

## 6. Programme des travaux, gestion du trafic, planning et logistique

### 6.1 Programme des travaux

Afin de répondre au besoin de flexibilité, de répartitions des coûts, et de mise en œuvre rapide de la ZTO, mais également aussi dans le but d'optimiser les développements et le déroulement des tests associés, le projet sera réparti sur deux ensembles de lots distincts :

- un ensemble de lots pour la mise en place de la backbone et de l'UeLS cantonal (switches KNS , serveurs de prod, ZTO, TRN...);
- un ensemble de lots différents pour l'intégration de chaque ouvrage au sein de l'UeLS.

Une vue générale des travaux est donnée dans les deux chapitres suivants, leur planification est donnée dans le planning général (cf. Annexe MP\_A03) .

#### 6.1.1.1 Programme des travaux pour la mise en place de l'UeLS

Tâches	Description
SIA-51	
Réalisation et validation des dossiers de réalisation (DREA)	À la suite de l'adjudication, chaque entreprise fournit les documents de réalisation détaillant la mise en œuvre du projet (DREA). Le contenu attendu est détaillé dans le DSC-15. Les DREA sont contrôlés par le bureau d'Ingénieur et le Maître d'Ouvrage. Les développements et la commande de matériels ne peuvent débuter qu'après leur approbation.
SIA-52	
Travaux	Suite à la validation des DREA, les entreprises commandent leurs matériels et réalisent leurs travaux (liste non exhaustive) : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ réalisation, configuration et installation sur site du réseau de communication cantonale ;</li> <li>▪ réalisation, configuration et installation sur site de l'infrastructure HCI de production ;</li> <li>▪ travaux site de renforcements énergie, installation d'armoires, travaux de câblage, ...</li> <li>▪ installation site de la ZTO ;</li> <li>▪ réalisation, configuration et installation dans la ZTO de l'infrastructure de préproduction et aménagement de l'espace technique ;</li> <li>▪ développement des VM : NMS, DC, NTP ;</li> <li>▪ développement des VM du domaine TRN : PABX, NIS ;</li> <li>▪ réalisation des VM et des noyaux logiciels BL, VMS, SARCH, OPC. À ce stade, les logiciels sont des templates structurés sans ouvrage, ces logiciels sont prêts à être modifié pour la future intégration des ouvrages.</li> </ul>
Suivi des travaux	NEVIA participera au suivi des travaux des entreprises. Ce suivi sera détaillé en phase SIA-41.
SIA-53 – Réception site du matériel	

Tâches	Description
Réception site du réseau de communication	La réception site du réseau de communication (Backbone) est préalable à celle des autres éléments matériels. Cette étape comprend la récupération de 4 fibres entre le BAP et Corcelles (cf. DSC-21). par : <ul style="list-style-type: none"> <li>la suppression de fibres actuelles sur le réseau gigabit ;</li> <li>La suppression de la redondance actuelle du réseaux TRN.</li> </ul>
Réception site de la ZTO, des armoires ZTO.	La réception site de la ZTO (badge, clés, commodités, espace réservé au CTCE) est préalable à celle de l'infrastructure de préproduction (hébergée dans l'espace technique de la ZTO).
Réception site de l'infrastructure informatique de préproduction	La réception site de l'infrastructure informatique de préproduction dans la ZTO est préalable aux phases de production des versions logicielles et de tests FAT/FIT des applicatifs de l'UeLS Canton NE.
Validation (FAT, SAT) et réception site des VM : VMS, BL, SARCH, OSP et des VM TRN	Des essais de déploiement sur les serveurs prod et préprod, et des tests simple (FAT, SAT) sont réalisé préalable à la réception de ces VM.  Ces validations sont très sommaires puisque à cette étape aucun ouvrage n'est intégré.
<b>SIA-53 – Période de formation</b>	
Instruction 1 : formation préliminaire sur chaque infrastructure informatique	Dès la réception site de l'infrastructure informatique de préproduction, une première formation est donnée au personnel entretien et entreprises développement logicielles (utilisatrice de la HCI) sur ses aspects matériels et logiciels, et outils (liste complète voir §5.2.2). Les deux infrastructures informatiques ne sont pas, à ce stade du projet, configurées en situation finale. C'est pourquoi cette instruction s'effectue sur des VM provisoires dans une configuration qui a permis la réception site des infrastructures informatiques. Les manipulations physiques sont effectuées par le personnel durant la formation.
<b>SIA-53 – Finalisation de la réception finale</b>	
Contrôle du dossier d'ouvrage réalisé	À la fin des étapes d'installation, les entreprises doivent fournir leurs dossiers d'ouvrage réalisés, détaillant les installations site. Ces documents doivent permettre et faciliter l'entretien et la maintenance des systèmes par les exploitants (Police et Entretien). Ils sont contrôlés par le bureau d'ingénieur et le Maître d'Ouvrage. Leur validation est impérative pour pouvoir réceptionner le(s) système(s) d'une entreprise.
Réception finale	Suite à la preuve par les entreprises du bon fonctionnement des installations de backbone, de préproduction et de production, la réception finale peut avoir lieu. Elle consiste à valider les performances, le fonctionnel et la robustesse de l'ensemble de l'installation.

Tâches	Description
<p>Période de garantie et maintien en conditions opérationnelles</p>	<p>La période de garantie des éléments HCI et backbone est assurée par chaque entreprise pendant au moins <b>dix ans (garantie maintenue jusque l'intégration de tous les ouvrages)</b> à compter de la réception. Chaque entreprise doit réparer ou remplacer gratuitement tout logiciel ou équipement défectueux et effectuer les services requis pour l'application de la garantie.</p> <p>Pendant la période de garantie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ le personnel de l'Entretien assure la maintenance de niveau 1 (maintenance préventive) ;</li> <li>▪ les entreprises assurent la maintenance curative et corrective avec déplacement sur site si demandé par la maîtrise d'ouvrage ou l'exploitation site. Durant cette période, les entreprises doivent assurer le maintien en conditions opérationnelles.</li> </ul> <p>Le maintien en conditions opérationnelles consiste à ce que les entreprises garantissent le bon fonctionnement de leurs applicatifs et de leurs équipements. Pour cela, il est demandé qu'elles assurent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ une assistance technique et à l'exploitation auprès des utilisateurs (opérateurs Police et Entretien). Chaque entreprise doit se rendre disponible sur site, selon la demande, pendant les jours et heures ouvrés ;</li> <li>▪ un service de piquet 7/7 24/24 avec des délais d'intervention sur site et des délais de remise en état (système en mode nominal ou moyen palliatif) qui sont fonction de la criticité du lot concerné. À chaque intervention, un rapport d'intervention est établi et transmis (Entreprise, Exploitants, Maîtrise d'Ouvrage, etc.).</li> <li>▪ la fourniture d'un rapport d'intervention détaillé, établi contradictoirement en deux exemplaires (Entreprise et Exploitants).</li> </ul>

Tableau 16. Déroulement global des travaux, des instructions et des réceptions pour la mise en place UeLS



6.1.1.2 Programme des travaux pour l'intégration des ouvrages

Tâches	Description
<b>SIA-51</b>	
Réalisation et validation des dossiers de réalisation (DREA)	À la suite de l'adjudication, chaque entreprise fournit les documents de réalisation détaillant la mise en œuvre du projet (DREA). Le contenu attendu est détaillé dans le DSC-15. Les DREA sont contrôlés par le bureau d'Ingénieur et le Maître d'Ouvrage. Les développements et la commande de matériels ne peuvent débuter qu'après leur approbation.
<b>SIA-52</b>	
Travaux	Suite à la validation des DREA, les entreprises commandent leurs matériels et réalisent leurs travaux (liste non exhaustive) : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ travaux site de renforcements énergie et CVC, installation d'armoires, travaux de câblage, ...</li> <li>▪ installation en ZTO des équipements renouvelés (MESD, switch, AS-M) utilisé pour les essais usines ;</li> <li>▪ installation site des équipements renouvelés (MESD, switch, AS-M) ... dans les armoires, COT et niches ;</li> <li>▪ développements logiciels BL, AS-M, VMS, ... et production des versions logicielles.</li> </ul>
<b>SIA-53 – Réception site du matériel</b>	
Réception site du matériel de test de l'ouvrage dans les armoires ZTO.	La réception site en ZTO des équipements utilisés est préalable aux tests d'usine (FIT/FAT)
Réception site du matériel de l'ouvrage.	La réception site des équipements utilisés est préalable au basculement.
<b>SIA-53 – Réception usine FAT/FIT</b>	
Tests usine plateforme de l'UeLS Canton NE (FAT)	Dès la réception site de l'infrastructure informatique de préproduction et de la ZTO, les tests FAT des applicatifs informatiques de l'UeLS Canton NE peuvent se dérouler sur les plateformes usine de l'infrastructure de préproduction (une plateforme usine par entreprise). Chaque entreprise réalise ses tests FAT indépendamment l'une de l'autre en utilisant des simulateurs pour les interfaces externes, depuis l'espace de travail de la ZTO. Les tests FAT applicatifs des automates AS-M se déroulent également sur la ZTO en hébergeant le matériel automate dans l'espace technique réservé de la ZTO (armoires automates prévues à cet effet). Les tests usine portent sur le contrôle de la conformité du matériel et de sa configuration, ainsi que de l'ensemble des fonctions logicielles / automates attendues.

Tâches	Description
Tests d'intégration plateforme (FIT)	<p>Les tests FIT de l'UeLS Canton NE se déroulent avec des applicatifs informatiques déployées sur la plateforme informatique intégration de l'infrastructure informatique de préproduction et des automates AS-M et MESD localisés dans les armoires dédiées de la ZTO. Ils consistent à valider l'ensemble des interfaces d'échanges de données (mécanismes et séquencements) ainsi que les fonctions impliquant plusieurs systèmes.</p> <p>Ils permettent de valider exhaustivement pour chaque phase de migration :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ la communication entre les différents systèmes, préalablement validés en usine indépendamment les uns des autres ;</li> <li>▪ le fonctionnement des programmations interdomaines ;</li> <li>▪ le fonctionnement des échanges entre les systèmes (vues synoptiques, gestion des droits, tests de défaillance, etc.).</li> </ul>
<b>SIA-53 –Intégration site SAT/SIT et instructions</b>	
Basculement et essai intégration site (SAT/SIT)	<p>Une fois le matériel installé, et les essais FIT/FAT validés par l'exploitant. Le basculement et la validations site du système est proposé.</p> <p>Cette phase d'essais doit être coordonnée avec l'exploitation courante (programme détaillé des essais par journée). Le programme est à proposer par les entreprises et à valider par l'ingénierie, la maîtrise d'ouvrage et les exploitants.</p> <p>Les essais d'intégration site doivent permettre de valider le fonctionnement attendu sur le nouveau système en interface avec les BSA du site :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ communication entre les différents systèmes ;</li> <li>▪ réaction des systèmes sur les interdomaines ;</li> <li>▪ échanges entre systèmes : vues synoptiques, gestion des droits, gestion des défaillances, tests de charge, etc.</li> </ul>
Instruction 2 : formation à l'exploitation opérateur depuis les différentes IHM (BL, VMS, etc.)	<p>Durant la période de marche à blanc, une deuxième formation destinée au personnel Police et Entretien porte sur les aspects IHM et fonctionnels de l'UeLS Canton (utilisation des IHM BL, VMS, AS-M, etc.) (liste complète voir §5.2.2). Elle sera réalisée sur les applicatifs validés sur site et utilisera la plateforme informatique « formation » (depuis la ZTO).</p> <p>Les manipulations physiques sont effectuées par le personnel durant la formation.</p>
Instruction 3 : formation sur les architectures automates AS-M avec basculeurs	<p>Durant la période de marche à blanc, une troisième formation destinée au personnel Entretien porte sur tous les aspects liés à l'automatisme (liste complète voir §5.2.2). Des manipulations physiques sont effectuées par le personnel.</p>

Tâches	Description
<b>SIA-53 – Période probatoire</b>	
Période probatoire (VSR)	<p>Pour donner suite aux essais d'intégration site SAT/SIT , le nouveau système est conservé afin de permettre un retour en arrière en cas de problème majeur rencontrés durant cette période (cf. MP_A01).</p> <p>Durant cette période des revues régulières (au moins une revue mensuelle) sont réalisés avec les entreprises afin d'étudier et d'analyser les potentielles problèmes et d'analyser les log.</p>
<b>SIA-53 – Finalisation de la réception finale</b>	
Contrôle du dossier d'ouvrage réalisé	<p>À la fin des étapes de migration, les Entreprises doivent fournir leurs dossiers d'ouvrage réalisés, détaillant les installations site.</p> <p>Ces documents doivent permettre et faciliter l'entretien et la maintenance des systèmes par les exploitants (Police et Entretien).</p> <p>Ils sont contrôlés par le bureau d'ingénieur et le Maître d'Ouvrage. Leur validation est impérative pour pouvoir réceptionner le(s) système(s) d'une entreprise.</p>
Réception finale	<p>Suite au basculement du système UeLS Cantonal et la validation du dossier d'ouvrage réalisé, la réception finale peut avoir lieu.</p> <p>Elle consiste à valider les performances et le fonctionnel de l'ensemble de l'installation et s'effectue à la fin de la période probatoire (VSR).</p>

Tâches	Description
<p>Période de garantie et maintien en conditions opérationnelles</p>	<p>La période de garantie est assurée par chaque entreprise pendant <b>trois ans (36 mois)</b> à compter de la réception. Chaque entreprise doit réparer ou remplacer gratuitement tout logiciel ou équipement défectueux et effectuer les services requis pour l'application de la garantie.</p> <p>Pendant la période de garantie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ le personnel de l'Entretien assure la maintenance de niveau 1 (maintenance préventive) ;</li> <li>▪ les entreprises assurent la maintenance curative et corrective avec déplacement sur site si demandé par la maîtrise d'ouvrage ou l'exploitation site. Durant cette période, les entreprises doivent assurer le maintien en conditions opérationnelles.</li> </ul> <p>Le maintien en conditions opérationnelles consiste à ce que les entreprises garantissent le maintien en conditions opérationnelles de leurs applicatifs et de leurs équipements. Pour cela, il est demandé qu'elles assurent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ une assistance technique et à l'exploitation auprès des utilisateurs (opérateurs Police et Entretien). Chaque entreprise doit se rendre disponible sur site, selon la demande, pendant les jours et heures ouvrés ;</li> <li>▪ un service de piquet 7/7 24/24 avec des délais d'intervention sur site et des délais de remise en état (système en mode nominal ou moyen palliatif) qui sont fonction de la criticité du lot concerné. À chaque intervention, un rapport d'intervention est établi et transmis (Entreprise, Exploitants, Maîtrise d'Ouvrage, etc.).</li> <li>▪ la fourniture d'un rapport d'intervention détaillé, établi contradictoirement en deux exemplaires (Entreprise et Exploitants).</li> </ul>

Tableau 17. Déroulement global des travaux, des instructions et des réceptions

## 6.2 Gestion du trafic

Pour la mise en œuvre des différentes étapes de migration, différentes mesures devront être prévues pour la gestion du trafic. En fonction de la nature des interventions, il pourra être décidé :

- la mise en place de mesures compensatoires pour suppléer des pertes d'exploitation sans fermeture totale de l'ouvrage ;
- des fermetures totales sur une section sur des périodes limitées (<1 heure), ce qui implique la déviation du trafic.
- des fermetures totales sur une section sur des périodes longues (>1 heure), ce qui implique la déviation du trafic.

## 6.3 Planning d'ensemble

Le planning de l'ensemble est présenté dans l'annexe MP\_A03.

## 6.4 Logistique

Les besoins en logistique nécessaires pour les travaux sont les suivants :

- mise à disposition d'un espace intérieur et des commodités pour la ZTO situé dans le local CTCE ;
- permissions et modalités d'accès aux locaux techniques.

## 7. Coûts

### 7.1 Coûts d'investissement d'ensemble

#### 7.1.1 Coûts d'investissement

Le Tableau 18 reprend en résumé, les coûts d'investissement estimés pour l'UeLS cantonal, les coûts de tiers, les coûts d'études pour les phases suivantes. Les estimations financières sont faites à  $\pm 10\%$  et sans TVA.

UeLS Canton NE – Coûts d'investissement		
Type	Lot	Montant [CHF HT]
Coûts d'investissement	RCOM (Réseau)	435 000
	HCI (Infrastructure informatique) et NMS	1 057 000
	TRN (Téléphonie, NIS, PABx)	97 000
	VMS (Gestion Vidéo)	245 000
	BL (Système de gestion)	1 457 000
	GC (sanitaires)	21 000
<b>Total des coûts arrondis d'investissement (sans TVA)</b>		<b>3 312 000</b>
Prestations d'études	SIA-21 - Étude préliminaire -	50 000
	SIA-32 – MP -	113 000
Base : $\approx 25\%$ des coûts d'investissement (complexité élevée)	SIA-41 - Appel d'offres	220 000
	SIA-51 – DREA	200 000
	SIA-52 – Réalisation	150 000
	SIA-53 - Mise en service	100 000
<b>Total des coûts d'études (sans TVA)</b>		<b>833 000</b>
<b>Total intermédiaire des coûts</b>		<b>4 145 000</b>
	Divers et imprévus 10%	415 000
<b>Total des coûts (sans TVA)</b>		<b>4 560 000</b>
	<b>TVA 8.1%</b>	369 000
<b>Total des coûts (TVA incl.)</b>		<b>4 929 000</b>
<b>Base des prix (mois, année)</b>		01.2024

Tableau 18. Coûts d'investissement d'ensemble

### **7.1.2 Répartition des coûts d'investissement par année**

Le budget prévisionnel pour l'année 2024 à prévoir est celui de la SIA-41 soit Frs 220 000.-

La suite du budget sera répartie sur les années suivantes de 2025 à 2029. Dans l'optique d'une répartition linéaire, cela correspond à environ 900 000.- /an. La répartition plus détaillée par année est prévue en SIA-41, en fonction des stratégies d'appel d'offres.

### 7.1.2.1 Proposition d'allotissement

La proposition d'allotissement envisagée pour les travaux est présentée dans le tableau.

N°	Nom	Description	Procédure	Montant HT
A1	Réseaux de communication UeLS central (RCOM)	<p>Ce lot comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ la mise en place de la backbone cantonale ;</li> <li>▪ des switches KNS ;</li> <li>▪ du patchage des fibres ;</li> <li>▪ des pare-feux et de la connexion internet ;</li> <li>▪ du renouvellement des switches principaux de Corcelles (nécessaire pour la mise en place HCI ;</li> <li>▪ de la configuration des VLANs ;</li> <li>▪ de la rédaction et déroulement des tests associés ;</li> <li>▪ de la rédaction des dossiers d'ouvrages associés ;</li> <li>▪ de la formation des personnels.</li> </ul> <p>Position optionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intégration du tunnel des Arêtes au RCOM (c'est-à-dire la mise à disposition d'une connexion au niveau des stacks BAP, et la configuration des stacks du BAP pour intégration du nouvel ouvrage).</li> </ul>	Ouverte	435 000
A2	Fourniture matériel HCI et Administration Et Développement NMS	<p>Ce lot comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ la mise en place et configuration des serveurs HCI (PROD1, PROD2, PréPROD, Witness);</li> <li>▪ la mises en place des réseaux de redondances entre ces serveurs;</li> <li>▪ des switches liés à ces serveurs ;</li> <li>▪ des VM DC, et NTP et leurs intégrations ;</li> <li>▪ création des VM templates ;</li> <li>▪ configuration de la gestion des défauts VM (redémarrage...);</li> <li>▪ création et gestion de la VM de contrôles des sources sur la plateforme de préproduction ;</li> <li>▪ de la configuration des VLANs internes et communication inter-VM ;</li> <li>▪ de la rédaction et déroulement des tests associés ;</li> <li>▪ de la rédaction des dossiers d'ouvrages associés ;</li> <li>▪ de la formation des personnels (exploitants et entreprise utilisatrice de la HCI) ;</li> <li>▪ fourniture de la VM NMS (CL virtualisé), et de son intégration ;</li> <li>▪ de la rédaction et déroulement des tests associés ;</li> <li>▪ de la rédaction des dossiers d'ouvrages associés ;</li> <li>▪ de la formation des personnels.</li> </ul> <p>Position optionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modifications de la configuration VLAN pour intégration du tunnel des Arêtes ;</li> </ul>	Ouverte	1 057 000

N°	Nom	Description	Procédure	Montant HT
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Modifications des VM (NMS et autres si nécessaires) pour intégration du tunnel des Arêtes.</li> </ul>		
A3	Fourniture logiciels TRN central	<p>Ce lot comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>fourniture de la VM NIS-R (CL virtualisé), et de son intégration ;</li> <li>rédaction d'une spécification avec procédure de migration ;</li> <li>de la rédaction et déroulement des tests associés ;</li> <li>de la rédaction des dossiers d'ouvrages associés ;</li> <li>de la formation des personnels.</li> </ul> <p>Position optionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modifications de la VM pour intégration du tunnel des Arêtes ;</li> <li>Fourniture de platines SOS pour intégration du tunnel des Arêtes.</li> </ul>	Gré à gré	97 000
A4	Développement VMS, modifications décodeurs et modifications anciens systèmes	<p>Ce lot comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>fourniture de la VM VMS (CL virtualisé), et de son intégration ;</li> <li>rédaction d'une spécification avec procédure de migration ;</li> <li>reconfiguration des décodeurs du mur d'image ;</li> <li>de la rédaction et déroulement des tests associés ;</li> <li>de la rédaction des dossiers d'ouvrages associés ;</li> <li>de la formation des personnels.</li> </ul> <p>Position optionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modifications de la VM pour intégration du tunnel des Arêtes.</li> </ul>	Ouverte	245 000
A5	Développement BL	<p>Ce lot comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>fourniture et développement de la VM BL et de son intégration ;</li> <li>fourniture et développement de la VM IHM BL et de son intégration ;</li> <li>fourniture et développement de la VM OSP et de son intégration ;</li> <li>fourniture et développement de la VM SARCH et de son intégration ;</li> <li>modification si nécessaire des 4 VM précédentes pour intégration des 3 ouvrages : Clusette, Corcelles, Bois des Rutelins ;</li> <li>de la rédaction et déroulement des tests associés ;</li> <li>de la rédaction des dossiers d'ouvrages associés ;</li> </ul>	Ouverte	1 450 000



N°	Nom	Description	Procédure	Montant HT
		<ul style="list-style-type: none"> <li>de la formation des personnels.</li> </ul> Position optionnelle : <ul style="list-style-type: none"> <li>Modifications de la VM pour intégration du tunnel des Arêtes.</li> </ul>		
C1	Fournitures sanitaires ZTO	Ce lot comprend : <ul style="list-style-type: none"> <li>la location d'un toilette chantier pour le local CTCE pour une durée de 5 ans ;</li> <li>maintenance et gestion complète de cet élément pendant 5 années.</li> </ul>	Gré à Gré	21 000

Tableau 19 : Proposition d'allotissement

*Notes : Les positions optionnelles sont des propositions d'honoraires auxquels les entreprises répondant aux appels d'offres doivent obligatoirement répondre. Celle-ci seront soulevés ou non par le suivant les besoins du projets. Le MO devra prévenir les entreprises aux moins une année avant la réalisation des travaux liées à ces options.*

## 7.2 Coûts d'investissement détaillés des mesures

Les estimations financières sont faites à  $\pm 10\%$  et sans TVA. D'une manière générale, les montants comprennent les démontages nécessaires, les fournitures, les montages, les tests, la mise en service, le transport, les assurances et la documentation. Les coûts de tiers, les coûts d'études pour les phases suivantes et les coûts des imprévus sont chiffrés séparément dans les coûts d'investissement d'ensemble (§ 7.1).

## 8. Annexes

N°	Titre	Référence
MP_A01	Plan de migration	RN005
MP_A02	Rapport d'étude préliminaire	RN002
MP_A03	Planning Détaillé	RN014
MP_A04a	Vue d'ensemble des travaux	PG018
MP_A04b	Allotissement des travaux	PG018
MP_A05	Liste des Intervenants	RN015
MP_A06	Quantitatif matériel de remplacement pour nouvelle installation	MET-5.4-36015

Tableau 20. Liste des annexes MP

Document	Description
DSC-00	Présentation générale des DSC et glossaire
DSC-01	Architecture informatique
DSC-02	Architecture automate
DSC-04	Spécifications fonctionnelles
DSC-05	Spécifications IHM
DSC-06	Spécifications opérationnelles
DSC-07	Gestion des interdomaines
DSC-08	Archivage
DSC-09	Codification et repérage
DSC-10	Gestion des utilisateurs
DSC-12	Gestion des plateformes
DSC-13	Concept de migration
DSC-14	Enveloppes armoires et coffret
DSC-15	Dossiers DREA et DOR
DSC-18	Traces applicatives
DSC-19	Exigence des logiciels et librairies de supervision
DSC-20	Modélisation UeLS Canton
DSC-21	Réseaux de communication
DSC-23	Gestion de projet
DSC-24	Développement logiciel
DSC-27	Sauvegarde des paramètres

Tableau 21. Liste des DSC