

Mémoire de synthèse

VERSION 02 – 19/07/2021

 MISSION : ÉTUDE RELATIVE A LA SÉCURISATION DES TUNNELS CANAUX DE VNF



REVISIONS

Révision	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Modifications
01	15/06/2021	VQT/ELM	AUM	GTL	Création du document
02	19/07/2021	VQT/ELM	AUM	GTL	Mise à jour suite à la réunion de présentation du 18/06/2021

SOMMAIRE

1. Préambule	4
1.1 Contexte	4
1.1.1 Description de la mission	4
1.1.2 Objet de la mission	4
1.2 Objet du document	5
1.3 Fascicule des recommandations techniques	6
1.4 Glossaire	7
2. Détermination des opérations prioritaires de mise à niveau des tunnels	9
2.1 Opérations prioritaires au niveau national	11
2.2 Opérations prioritaires au niveau des Directions Territoriales	18
2.2.1 DTBS	18
2.2.2 DTNE	22
2.3 Opérations prioritaires au niveau des tunnels	24
2.3.1 Saint Maur (DTBS)	24
2.3.2 Chalifert (DTBS)	24
2.3.3 Ruyaulcourt (DTNPDC)	25
2.3.4 Riqueval (DTBS)	25
2.3.5 Tronquoy (DTBS)	26
2.3.6 La Panneterie (DTBS)	26
2.3.7 Braye en Laonnois (DTBS)	27
2.3.8 Mont de Billy (DTBS)	27
2.3.9 Mauvages (DTNE)	28
2.3.10 Foug (DTNE)	28
2.3.11 Kœurs (DTNE)	28
2.3.12 Verdun (DTNE)	28
2.3.13 Saint-Aignan (DTNE)	29
2.3.14 Revin (DTNE)	29
2.3.15 Ham sur Meuse (DTNE)	29
2.3.16 Condes (DTNE)	29
2.3.17 Balesmes (DTNE)	29
2.3.18 Savoyeux (DTRS)	29
2.3.19 Saint Albin (DTRS)	29
2.3.20 Tarragnoz (DTRS)	30
2.3.21 Thoraise (DTRS)	30
2.3.22 Tunnel de Pouilly en Auxois (DTCB)	30
2.3.23 Tunnel de Malpas (DTSO).	30
3. Perspective de développement hors cadre FRT	31
3.1 Saint Maur	31
3.2 Chalifert	32
3.3 Riqueval	33
3.4 Tronquoy	33
3.5 Braye-en-Laonnois	34
3.6 Mauvages	34
3.7 Foug	34
3.8 Verdun	34
3.9 Saint-Aignan	35
3.10 Revin	35
3.11 Ham-sur-Meuse	35
3.12 Balesmes	35
3.13 Saint Albin	36

3.14	Tarragnoz	37
3.15	Pouilly en Auxois	37
3.16	Malpas	37
4.	Synthèse de l'état des tunnels	38
4.1	Synthèse de l'état de l'ensemble des 23 tunnels objet de la mission	38
4.2	Synthèse de l'état des tunnels de la DTBS, la DTNE et la DTRS	38
4.2.1	DTBS	38
4.2.2	DTNE	39
4.2.3	DTRS	39
4.3	Synthèse de l'état des 23 tunnels	39
4.3.1	Saint Maur	39
4.3.2	Chalifert	40
4.3.3	Ruyaulcourt	40
4.3.4	Riqueval	40
4.3.5	Tronquoy	41
4.3.6	La Panneterie	41
4.3.7	Braye-en-Laonnois	41
4.3.8	Mont de Billy	42
4.3.9	Mauvages	42
4.3.10	Foug	42
4.3.11	Koeurs	43
4.3.12	Verdun	43
4.3.13	Saint-Aignan	43
4.3.14	Revin	44
4.3.15	Ham-sur-Meuse	44
4.3.16	Condes	44
4.3.17	Balesmes	45
4.3.18	Savoyeux	45
4.3.19	Saint-Albin	45
4.3.20	Tarragnoz	46
4.3.21	Thoraise	46
4.3.22	Pouilly-en-Auxois	46
4.3.23	Malpas	47
5.	Récapitulatif et estimation des études complémentaires proposées	48
6.	Conclusion	50

1. Préambule

1.1 Contexte

1.1.1 Description de la mission

VNF dispose de 25 ouvrages fluviaux souterrains parmi lesquels 23 sont considérés comme des tunnels canaux au sens de la classification du Fascicule des Recommandations Techniques (FRT) tunnels canaux. Les deux autres ouvrages fluviaux souterrains ont déjà fait l'objet d'une mission similaire et sont donc exclus du périmètre de la présente mission.

Parmi les 23 tunnels canaux objet de la prestation, 2 ont chacun une longueur inférieure à 50m et sont décrits comme « non classé ». Ces deux tunnels canaux doivent être considérés comme des tunnels canaux de classe 1 (ceux-ci nécessitent moins d'équipements).

Ces ouvrages sont repartis sur les 7 directions territoriales de VNF.

Voies Navigables de France souhaite engager une mission globale de mise à niveau de ces 23 tunnels canaux en vue d'améliorer la sécurité et le confort des usagers et du personnel d'exploitation. Cette mission s'appuie sur :

- Les études et/ou diagnostics déjà réalisés sur les tunnels canaux.
- Le Fascicule des Recommandations Techniques (FRT tunnels canaux) et le Plan d'Intervention et de Sécurité, qui constituent les documents de base pour VNF dans la gestion de ses tunnels canaux.
- Deux autres guides thématiques à prendre en compte : le guide VNF pour la gestion des feux de signalisation et le guide signalisation fluviale.

VNF souhaite appliquer les mesures préconisées dans le FRT qui ne découlent pas forcément d'exigences réglementaires particulières. Elles peuvent être considérées comme un compromis raisonnable entre les exigences de sécurité et les contraintes d'aménagement.

L'objectif des recommandations contenues dans ce fascicule est prioritairement d'assurer la sécurité des personnes présentes, usagers ou personnels, en privilégiant l'autoévacuation des personnes en cas d'évènement dangereux dans l'ouvrage.

1.1.2 Objet de la mission

La présente mission a pour objet la réalisation d'une étude relative à la sécurisation des tunnels canaux de VNF.

Plus précisément, elle a pour objet de définir le niveau de sécurité actuel des 23 tunnels canaux, d'établir les non-conformités par rapport au Fascicule des Recommandations Techniques relatif à ces ouvrages et de proposer les études complémentaires nécessaires pour trouver des solutions techniques d'amélioration.

La mission consiste à faire un diagnostic des tunnels canaux sur la base des recommandations du FRT pour mesurer l'écart par rapport à celui-ci.

Ce diagnostic porte sur :

- Les abords : configuration géographique, environnement naturel et humain, accessibilités aériennes, terrestres et/ou fluviales pour les services de secours, temps d'interventions...
- Le génie civil : accès terrestre et/ou fluvial, gabarit avertisseur, mode constructif, banquettes et corniches, moyens pour s'extraire de l'eau, cheminements d'évacuations...

- Les équipements de sécurité : signalisation, moyens de fermeture, communications, éclairage, ventilation, alimentations de secours...
- Les moyens d'exploitation : poste de commande, types de trafic, comptage des bateaux, vidéosurveillance...

Les documents ayant servi de base à la réalisation des diagnostics sont les suivants :

- Les documents techniques existants pour chaque tunnel ;
- Les études et diagnostics déjà existants.

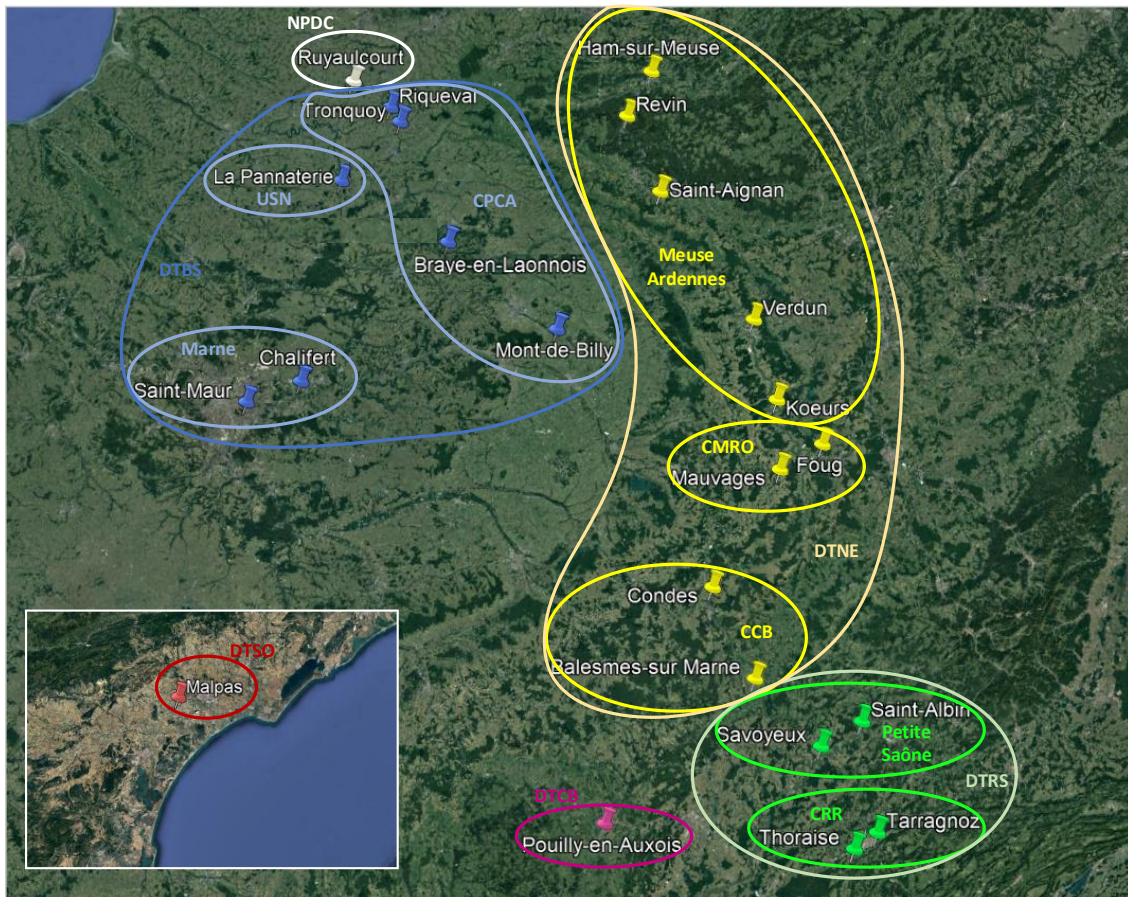


Figure 1 : Localisation des tunnels

1.2 Objet du document

L'objet de ce mémoire est de faire une synthèse des résultats présentés dans les fiches d'état des lieux transmises en annexe de ce rapport vis-à-vis :

- Des écarts constatés par rapport au FRT ;
- De la liste des points d'attention relevés ;
- De la liste des études complémentaires envisageables.

La première partie de ce mémoire consiste à mettre en évidence les opérations considérées comme prioritaires et les études complémentaires associées. Les opérations prioritaires sont classées selon différents niveaux en fonction de la criticité et de la récurrence de ces dernières.

- Au niveau national ;
- Au niveau des Directions Territoriales (DT) ;
- Au niveau des tunnels.

La seconde partie permet de faire la synthèse des perspectives de développement hors cadre FRT. L'objet de ce chapitre est de décrire ce que nous ont fait remonter les personnel VNF sur place lors de nos visites concernant :

- Les problématiques particulières rencontrées au quotidien pour l'Exploitation et la Maintenance des ouvrages dont ils ont la charge
- Les projets en cours/en préparation relatifs aux tunnels concernés.

La dernière partie du mémoire est une synthèse de l'état global des tunnels (national, DT, tunnels) et de toutes les études complémentaires associées à ces derniers.

En complément, un récapitulatif et une estimation financière des études complémentaires proposées sont annexés au présent mémoire.

Les études proposées dans le cadre de ce mémoire portent notamment sur les domaines suivants :

- Le génie civil et ses abords ;
- Les équipements de sécurité ;
- L'alimentation électrique ;
- L'éclairage ;
- Les moyens d'appels d'urgence ;
- La détection et la lutte contre l'incendie ;
- La retransmission des communications ;
- La ventilation ;
- Le poste de permanence d'exploitation ;
- Les moyens d'exploitation.

1.3 Fascicule des recommandations techniques

Le FRT est construit de la manière suivante :

- 3 – Disposition de génie civil
 - Classe 3.1 : Accès au tunnel et stationnement des secours
 - ➔ Sous-classe 3.1.1 : Accès terrestre : « accès à chaque tête (ou à proximité) utilisable par les engins de secours »
 - ➔ Sous-classe 3.1.2 : ...
 - Classe 3.2 : ...
- 4 – Equipements de sécurité
 - Classe 4.1 : Alimentation électrique

→ Sous-classe 4.1.1 : Alimentation normale : « boucle HTA à mettre en place éventuellement. Transformateurs dimensionnés et implantés pour reprendre l'alimentation des équipements adjacents en cas de panne.

→ Sous-classe 4.1.2 :

▪ Classe 4.2 : ...

Les recommandations techniques à mettre en œuvre pour améliorer la sécurité des ouvrages sont décrites dans les sous-classes.

Dans la suite du mémoire, le terme sous-classe sera utilisé pour décrire les sujets techniques devant être traités dans la mission.

1.4 Glossaire

Abréviation	Nom complet
ASI	Alimentation Sans Interruption
BAES	Bloc Autonome d'Éclairage de Sécurité
DAI	Détection Automatique d'Incendie
DPF	Domaine Public Fluvial
FO	Fibre Optique
FRT	Fascicule des Recommandations Techniques
HT/BT	Haute Tension/Basse Tension
LT	Local Technique
NO2/CO	Dioxyde d'azote/monoxyde de carbone
PAU	Poste d'Appel d'Urgence
PC	Poste de Contrôle
PIS	Plan d'Intervention et de Sécurité
PMV	Panneau à Messages Variables
REX	Retour d'EXpérience
RPP	Règlement Particulier de Police
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
TMD	Transport de Matière Dangereuse
UTI	Unité Territoriale d'Itinéraire
VHF	Very High Frequency

Abréviation	Nom complet
VNF	Voies Navigables de France

Dans le document, nous emploierons le vocabulaire suivant :

Terme	Définition
Centre de Téléconduite	Ce terme définit le bâtiment et la salle permettant la Téléconduite d'ouvrages.
Poste opérateur	Ce terme définit le bureau mis en œuvre au niveau du Centre de Téléconduite sur lequel seront installés l'ensemble des équipements nécessaires à leur exploitation.
Ouvrage	Bâtiment ou infrastructure (tunnel, écluse, barrage...).
Site	Localisation regroupant plusieurs ouvrages. Par exemple, le site de Chalifert regroupe trois ouvrages : deux écluses et un tunnel.
Toueur	Type de bateau se propulsant par touage (traction) d'une chaîne ou d'un câble reposant au fond de l'eau.

2. Détermination des opérations prioritaires de mise à niveau des tunnels

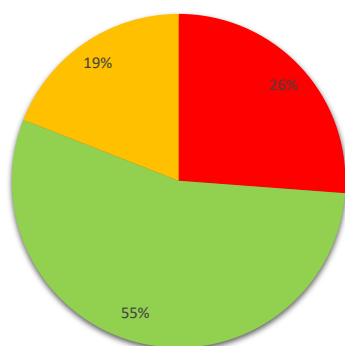
Sur la base des éléments recueillis durant les interviews préalables et les visites sur site, des fiches de diagnostics ont été établies pour chaque tunnel. Ces fiches permettent d'identifier les écarts par rapport au FRT et de présenter la liste des points d'attention relevés.

À l'issue de la rédaction de ces fiches, une base de données permettant de rassembler toutes les informations recueillies sur les tunnels a été établie. Cette base de données permet notamment de faire un récapitulatif des non-conformités identifiées pour chaque tunnel. En complément, elle permet d'identifier les non-conformités les plus récurrentes :

- Sur l'ensemble des tunnels ;
- Par DT ;
- Par tunnel ;
- Par classe ;
- Par sous-classe.

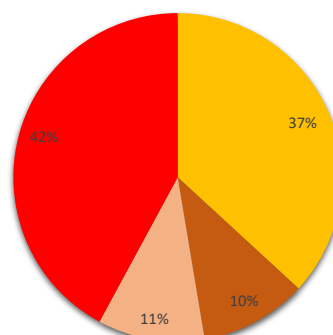
Cette base de données permet également d'identifier pour chaque tunnel la proportion de non-conformités ainsi que la répartition des niveaux de priorités. Cela permet notamment de déterminer l'état général du tunnel.

Exemple : Tunnel de Balesmes (classe 3)



■ Non ■ Oui ■ Partielle

Figure 2 : Taux de conformité (en vert), de conformités partielles (en orange) et de non-conformités (en rouge) sur le tunnel de Balesmes



■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4

Figure 3 : Répartition des niveaux de priorités (1 à 4) des conformités partielles et des non-conformités sur le tunnel de Balesmes

Certaines non-conformités identifiées dans cette étude pourront être traitées pourront faire l'objet d'un traitement spécifique par rapport aux études plus globales proposées dans ce rapport. Cela s'applique notamment pour les sujets pouvant porter atteinte à la sécurité des usagers.

Le tableau ci-dessous, par exemple, présente le nombre de non-conformités de priorités 2 et 4 pour l'ensemble des tunnels objet de l'étude pour toutes les classes concernant les équipements de sécurité en tunnel.

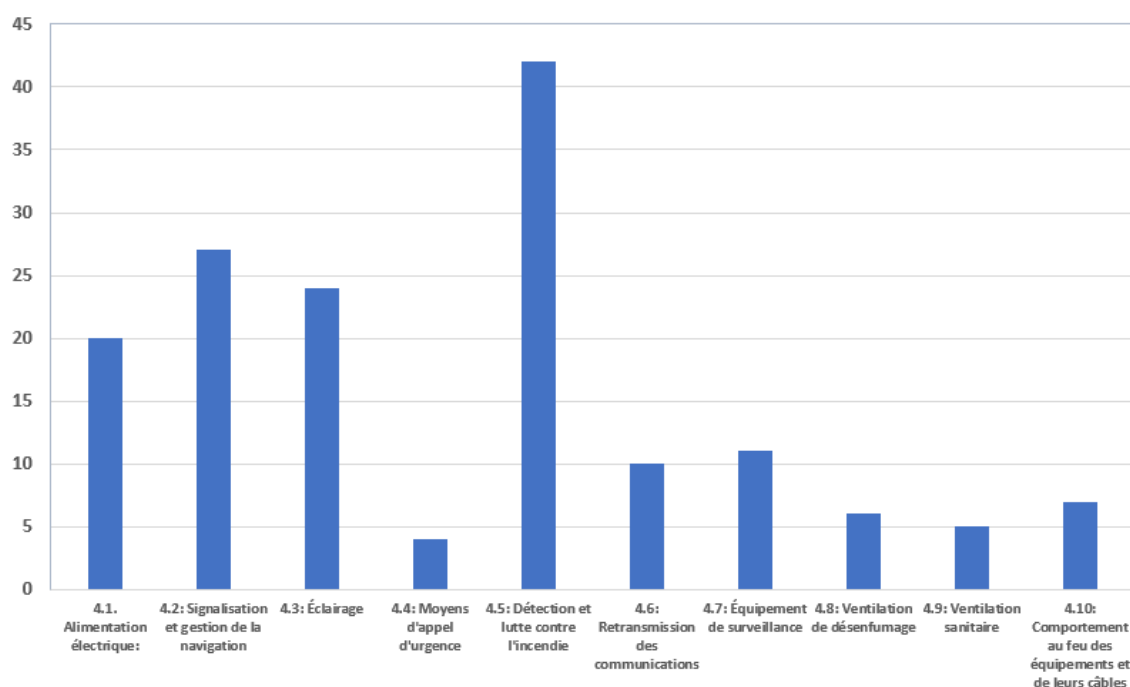


Figure 4 : Nombre des non-conformités de priorités 2 et 4 sur l'ensemble des tunnels pour les équipements de sécurité en tunnel

À titre de rappel, vous trouverez ci-dessous le tableau décrivant le classement des priorités.

Classement des priorités	
Priorité 1 :	Le point de conformité n'est pas- ou partiellement- respecté et ne présente pas de risques humains ou matériels.
Priorité 2 :	Le point de conformité n'est pas- ou partiellement- respecté mais ne présente pas de risques humains ou matériels important et fait l'objet d'une demande spécifique de l'exploitant
Priorité 3 :	Le point de conformité n'est pas- ou partiellement- respecté et présente des risques humains et matériels important mais des équipements ou dispositions alternatives permettent de répondre aux risques humains et matériels associés.
Priorité 4 :	Le point de conformité n'est pas- ou partiellement- respecté et présente des risques humains et matériels importants.

Figure 5 : Classement des priorités validé par VNF

Après analyse de toutes ces données, il a été décidé d'identifier les opérations prioritaires et de désigner les études complémentaires pouvant être mises en œuvre pour résorber ces écarts. Au regard des éléments rassemblés lors de ces diagnostics, nous proposons la réalisation d'études complémentaires à différents niveaux selon la récurrence et la criticité des non-conformités :

- **Opérations prioritaires au niveau national (Siège VNF) :** pour les sous-classes/défaillances les plus critiques et les plus récurrentes sur l'ensemble des tunnels ;
- **Opérations prioritaires au niveau des Directions Territoriales :** pour les sous-classes/défaillances les plus critiques et les plus récurrentes au niveau des DT (hors sous-classes traitées par le siège VNF) ;
- **Opérations prioritaires au niveau des tunnels :** pour les sous-classes/défaillances les plus critiques pour chaque tunnel (hors sous-classes traitées par le siège VNF ou la DT concernée).

2.1 Opérations prioritaires au niveau national

L'objet de ce chapitre est d'identifier les sous-classes qui semblent les plus prioritaires au niveau national. Le critère sur lequel nous nous sommes basés pour le choix de ces sous-classes et qu'elles apparaissent sur plus de la moitié des tunnels étudiés avec une priorité associée de 2 ou 4.

Les priorités de niveau 2 et 4 sont principalement mises en valeur car elles représentent les principales attentes de l'étude. En effet, comme décrit plus haut, les points de non-conformités 4 constituent présentent des risques humains et matériels importants. Il semble important de mettre en valeur ces sujets dans le cadre de cette étude.

La proposition de prendre en considération les priorités de niveau 2 est faite car il nous semble opportun de mettre en avant les demandes spécifiques des exploitants étant donné leur parfaite connaissance des ouvrages.

En ce qui concerne les priorités 1 et 3, les risques identifiés ne présentant pas de danger immédiat, il a été décidé de ne pas les traiter dans le cadre de ce mémoire de synthèse. Toutefois, ces non-conformités sont tracées dans les fiches diagnostics des tunnels.

Nous proposons que les sujets transversaux suivants soient traités dans une optique globale et nationale, car ils concernent la majorité des tunnels et qu'ils présentent potentiellement des risques humains et/ou matériels importants.

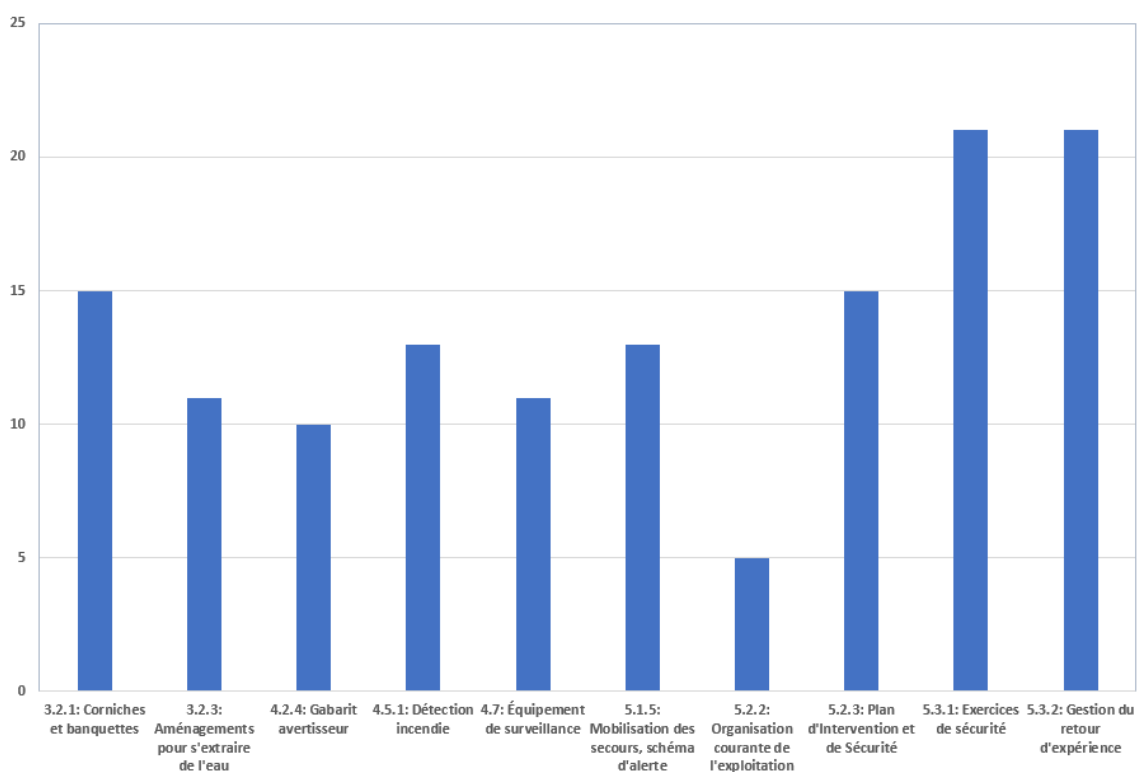


Figure 6 : Non conformités concernant les sujets transversaux relevés lors des audits
En ordonnées : nombre de tunnels concernés
En abscisse : sous-classes de priorités 2 et 4 identifiées comme prioritaires

Nous pouvons constater qu'au moins 13 tunnels sont concernés par les sous-classes identifiées comme priorité nationale.

Il est également à noter que la sous-classe « 4.7 : Équipement de surveillance » ne concerne que 11 tunnels. Cependant, seuls les tunnels de classe 3 (supérieurs à 1000m) sont concernés

par ce groupe de recommandations. De plus, ce point a fait l'objet à plusieurs reprises de demandes spécifiques des services exploitation des différentes DT.

En ce qui concerne, les sous-classes « 3.2.3 : Aménagement pour s'extraire de l'eau », « 4.2.4 gabarit avertisseur » et « 5.2.2: Organisation courante de l'exploitation », des informations supplémentaires sont proposées ci-dessous afin d'indiquer les raisons de leur traitement au niveau national.

Les justifications ayant permis de déterminer le niveau de priorité des sous-classes précédemment mentionnées se basent sur les éléments décrits dans les fiches diagnostics validées par les DT.

Génie civil

• 3.2.1 : Corniches et banquettes

Tout tunnel doit être équipé d'au moins d'un cheminement (corniche ou banquette) pour faciliter l'évacuation des usagers en toute sécurité. Le cheminement d'évacuation doit disposer d'une main courante.

Presque tous les tunnels de VNF sont équipés d'au moins d'une banquette.

Pour les tunnels disposant d'une banquette, la non-conformité ou la conformité partielle est due principalement à l'absence ou au mauvais état de la main courante. Pour les tunnels de Tronquoy et Mont-de-Billy, le sol de la banquette doit être sécurisé :

- Tronquoy : des fixations de la lisse sont apparentes en surface ;
- Mont-de-Billy : présence de deux rails non déposés.

Pour les tunnels ne disposant pas de banquette, en raison notamment de contraintes importantes de génie civil, la non-conformité vient également du fait de l'absence d'analyse de risques réalisée sur ces ouvrages. Celles-ci permettraient d'identifier les risques et les éventuelles mesures compensatoires liées à l'absence de la banquette.

Nous proposons, pour l'ensemble des tunnels équipés de banquette et non conformes pour la partie « main courante », l'étude de la mise en place ou la rénovation de la métallerie (main courante ou garde-corps) en conformité avec la réglementation en vigueur.

En ce qui concerne les tunnels ne disposant pas de banquette, il est proposé de faire une analyse de risques qui définira les éventuelles mesures compensatoires à mettre en place.

• 3.2.3 : Aménagement pour s'extraire de l'eau

Selon le FRT, les tunnels de classe 2 ou 3 doivent être équipés d'un aménagement (ex. échelles) permettant à un usager de s'extraire de l'eau pour regagner les cheminements d'évacuation. Ces dispositifs sont implantés au minimum au niveau des postes d'appel d'urgence et, à défaut, avec un espacement maximal de 200 m.

L'ensemble des tunnels de VNF de classe 2 et 3 ne disposent d'aucun aménagement pour s'extraire de l'eau à l'exception des tunnels de Saint-Maur, Mauvages et Tarragnoz.

Nous proposons une étude de faisabilité pour la mise en place d'échelles pour les tunnels non conformes. En cas d'infaisabilité technique ou financière, nous proposons la réalisation d'une analyse de risques permettant de définir d'éventuelles mesures compensatoires à mettre en place.

Équipements de sécurité

• 4.5.1 : Détection incendie

Un certain nombre de tunnels disposent de moyens de couverture du risque d'incendie, tels que des caméras de vidéosurveillance ou des bornes d'appel d'urgence. Cependant, ces moyens ne remplacent pas un système complet de détection incendie, préconisé par le FRT. En effet, ils ne garantissent pas complètement à l'exploitant de disposer des outils permettant de réagir rapidement et d'alerter les secours et les usagers en cas de danger.

Il est à noter que certains tunnels (Chalifert, Tronquoy, Saint-Aignan, Revin, Ham-sur-Meuse, Condes, Thoraise) ne disposent d'aucun équipement permettant de détecter la présence d'un incendie. Cette non-conformité présente des risques humains et matériels importants, car les exploitants ne sont pas prévenus en cas d'incendie dans le tunnel.

La description exhaustive des systèmes existants dans les différents tunnels se trouve dans les fiches diagnostics.

• 4.2.4 : Gabarit avertisseur

L'absence de gabarit avertisseur peut présenter un risque matériel important notamment du fait des variations de niveau d'eau des biefs, de la présence d'équipements (ventilateurs, câbles...) suspendus en voute ainsi que pour le passage des péniches à grand tirant d'air.

La mise place de gabarits avertisseurs aux têtes des tunnels ou aux accès de bief concernés (positionnement judicieux pour alerter un usager d'un obstacle fixe en entrée ou section courante des tunnels) pourrait être confirmée après une analyse de risque sur les tunnels concernés.

Nous estimons que ce sujet est prioritaire, car il concerne 20 des 23 tunnels de VNF (19 non-conformités et 1 conformité partielle).

• 4.7 : Équipements de vidéosurveillance (tunnels de classe 3)

Le FRT préconise la mise en place de caméras de vidéosurveillance uniquement pour les tunnels de classe 3 (supérieurs à 1000m).

L'ensemble des tunnels de classe 3, hormis Tronquoy, dispose d'un système de vidéosurveillance. De plus, un certain nombre de tunnels de classe 2 en dispose également.

Il faut toutefois noter que nous avons relevé dans le cadre des audits que les systèmes en place sont vieillissants et ne permettent pas une surveillance sécuritaire des tunnels. En effet, les caméras sont en nombre insuffisant ou de mauvaise qualité pour une majorité des tunnels. La mise en place de caméras supplémentaires et/ou plus performantes fait l'objet d'une demande spécifique des services exploitation.

Il pourrait être envisagé d'étendre la recommandation de mise en place de caméras aux tunnels de classe 2. En effet, la présence d'un système de vidéosurveillance semble être importante afin d'assurer une exploitation plus sécuritaire des tunnels. Ce point fait également l'objet d'une demande forte des services exploitation de certaines DT. En effet, ce système est critique, car il permet de connaître en temps réel la situation en tunnel et pour l'exploitant d'être en mesure de réaliser une levée de doute.

Nous proposons l'étude du renouvellement du parc de caméras de vidéosurveillance des tunnels déjà équipés et l'étude de la mise en place de caméras dans les tunnels de catégorie 2.

Exploitation et maintenance

• 5.1.5 : Mobilisation des secours, schéma d'alerte

Le poste de permanence de l'exploitation est chargé d'alerter les secours conformément aux dispositions prévues dans le Plan d'Intervention et de Sécurité. Le schéma d'alerte décrit dans le PIS doit intégrer la possibilité que les usagers alertent directement les secours sans passer le PC.

18 tunnels sur 23 sont partiellement conformes ou non-conformes vis-à-vis de cette disposition à cause de l'absence d'un PIS et/ou d'un schéma d'alerte.

Nous proposons la mise en place ou la mise à jour des PIS en concertation avec les différents intervenants internes et externes (Préfecture, SDIS, Exploitant ...). Il doit y être décrit un schéma d'alerte pour les différentes détections possibles d'incident jusqu'à l'alerte des secours et du PC de l'exploitation.

• 5.2.2: Organisation courante de l'exploitation

Les consignes courantes d'exploitation sont élaborées par l'exploitant, elles définissent notamment :

- Le fonctionnement et les modalités d'utilisation des dispositifs de sécurité,
- Les dispositions à prendre pour le respect et la surveillance des règles de navigation,
- Les dispositions telles que la fermeture du tunnel ou les restrictions d'exploitation en cas d'indisponibilité des équipements de sécurité ou du personnel d'exploitation,
- Les dispositions à prendre pour l'exploitation en mode dégradé.

Parmi les 23 tunnels de VNF analysés, aucun ne dispose d'un règlement d'exploitation propre qui décrit les consignes courantes d'exploitation citées ci-dessus. Toutefois, les tunnels de la DTRS et de la DTCB ont des consignes d'exploitation et des conditions minimales d'exploitation décrites dans le PIS.

Nous proposons la formalisation des consignes courantes d'exploitation par chaque exploitant. La mutualisation d'un même document entre ouvrages dépendant d'un même exploitant peut être envisagée, selon le type de classe des ouvrages.

Que ce soit au niveau national, territorial ou par tunnel, VNF peut se faire assister par un bureau d'étude pour la rédaction du règlement d'exploitation.

• 5.2.3 : Plan d'intervention et de sécurité

Le Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS) définit l'organisation, les missions et la conduite à tenir par le personnel d'exploitation pour les différentes situations susceptibles de mettre en cause la sécurité des personnes. Il décrit également les modalités d'alerte des services d'intervention extérieurs et de coordination avec ceux-ci.

13 des tunnels de VNF ne sont pas conformes, car ils ne disposent pas de Plan d'Intervention et de Sécurité. Six autres présentent une conformité partielle étant donné que leur PIS n'est pas tenu à jour ou actualisé par l'exploitant en fonction des évolutions des moyens au moins une fois par an.

Nous proposons dans l'idéal l'établissement d'un PIS par tunnel et son maintien à jour au moins une fois par an et à la suite d'un événement (incident, changement d'exploitant, organisation des secours...). Selon les opportunités et l'organisation des tunnels, le regroupement de plusieurs tunnels dans un seul PIS peut être envisagé. Ce regroupement peut se faire par

typologie d'ouvrage, par territoire ou lorsque l'exploitation et l'organisation des secours sont communes.

Quant à l'actualisation du PIS, si elle n'est pas faite tous les ans, elle doit être faite au moins après un événement important.

Que ce soit au niveau national, territorial ou par tunnel, VNF peut se faire assister par un bureau d'études pour la rédaction / mise à jour du Plan d'Intervention et de Sécurité.

- **5.3 Suivi et maintien de la sécurité d'exploitation**

Nous pouvons noter que les deux sous-classes « 5.3.1 Exercice de sécurité » et « 5.3.2 Gestion du retour d'expérience » sont très représentées étant donné qu'elles concernent 22 des 23 tunnels diagnostiqués (21 non-conformités et une conformité partielle) dans le cadre de cette étude.

- **5.3.1 : Exercice de sécurité**

Le FRT recommande l'organisation d'un exercice interne, au moins une fois par an, qui vise à tester les consignes d'exploitation et leur mise en œuvre par son personnel et à prendre les éventuelles mesures correctives qui s'avèreraient nécessaires.

Pour l'ensemble des tunnels de VNF, à l'exception des tunnels de Saint-Albin et Tarragon, aucun exercice interne n'est réalisé par les exploitants pour se conformer à la recommandation du FRT.

Il est proposé de réaliser un exercice interne au moins une fois par an. Pour organiser ces exercices, l'exploitant peut s'appuyer sur le GUIDE MÉTHODOLOGIQUE SUR LES EXERCICES DE SÉCURITÉ EN TUNNEL ROUTIER ou se faire assister par un bureau d'études.

- **5.3.2 : Gestion du retour d'expérience**

Le FRT recommande après chaque exercice réalisé d'établir un compte rendu de celui-ci. Ce dernier rappelle les circonstances et le déroulement de l'exercice, en tire les enseignements et propose les suites à donner s'il y a lieu. L'exploitant doit établir un compte rendu des incidents et accidents significatifs dès qu'ils surviennent dans le tunnel et les analyse afin d'apprécier si des adaptations aux mesures de sécurité en vigueur ou des mesures complémentaires sont nécessaires.

Pour l'ensemble des tunnels de VNF, à l'exception des tunnels de Tarragon et Thoraise, aucun dispositif de retour d'expérience n'est mis en place.

Nous proposons à la suite de chaque exercice interne ou avec les services de secours d'établir un compte rendu afin d'en tirer les enseignements et d'apporter des solutions d'améliorations s'il y a lieu.

Récapitulatif des études complémentaires proposées au niveau national

- ➔ Analyse de risque permettant d'évaluer les dangers associés aux ouvrages dont les non-conformités identifiées et les mesures de prévention et/ou protection adaptées, à savoir :
 - Identification des situations dangereuses liées aux non-conformités
 - Évaluation de la gravité et de la probabilité de ces dangers
 - Définition des mesures compensatoires les plus adaptées

- Étude du renouvellement du parc de caméras de vidéosurveillance des tunnels en disposant et étude de la mise en place de caméras dans les tunnels concernés.
 - Analyse des systèmes existants
 - Définition des besoins en concertation avec les exploitants des tunnels
 - Définition du périmètre des travaux
 - Étude de conception des architectures envisagées
 - Estimation financière des travaux associés
 - Planning prévisionnel des travaux
- 3.2.1 Étude de la mise en place et la rénovation de la métallerie (main courante ou garde-corps)
- 5.2.2 Assistance pour la rédaction des documents d'exploitation
- 5.2.3 Assistance pour la rédaction d'un plan d'intervention et de sécurité

Il est à noter que le diagnostic de la présente mission permet de mettre en évidence les sous-classes identifiées comme les plus critiques sur les tunnels exploités par VNF. Néanmoins, ce diagnostic ne remplace pas une étude de danger/analyse de risque à part entière.

Les analyses de risques proposées pour l'ensemble des tunnels devront tenir compte des non-conformités relevées :

- au niveau national
- au niveau des DT
- au niveau de chaque tunnel.

Afin de définir précisément les principaux dangers associés aux tunnels, il pourrait être intéressant de réaliser des études de dangers selon une méthodologie similaire à celle-ci :

- Description et caractérisation de l'ouvrage et de son environnement ;
- Identification des potentiels de dangers liés aux produits transportés, aux équipements et installations, et aux modes opératoires ;
- Évaluation préliminaire des dangers :
 - Cette étape permet de dresser la liste des potentiels dangers et de caractériser leur gravité et leur probabilité ;
 - À la suite de cette analyse préliminaire, les scénarios jugés comme non acceptables en l'état font l'objet d'une analyse détaillée des risques et de modélisations ;
- Méthodes et moyens de calcul utilisés pour la modélisation des phénomènes dangereux ;
- Étude Détaillée des Risques permettant d'affiner l'analyse des risques en caractérisant le risque associé au travers d'une modélisation, permettant d'affiner la gravité de l'évènement ;
- Conclusions par scénarios et synthèse des mesures compensatoires proposées.

Les analyses de risques proposées dans ce mémoire permettraient de classer les événements redoutés selon plusieurs catégories (rare, fréquent, grave, mineur) et de déterminer pour chaque tunnel si le niveau de risque est acceptable ou non.

Ces analyses de risques pourraient faire l'objet d'un accord-cadre dans le cas où VNF souhaiterait lancer une campagne nationale sur l'ensemble des tunnels.

En ce qui concerne le renouvellement du parc des caméras, il pourrait être intéressant de lancer un marché commun à tous les tunnels concernés afin d'homogénéiser le matériel mis en place. Cela peut aussi avoir pour avantages de réduire les coûts de maintenance, faciliter l'exploitation et la maintenance et uniformiser les ouvrages. Cela peut s'appliquer également aux autres équipements tels que l'éclairage, les installations électriques en encore la métallerie (garde-corps, main courante...).

La liste des tunnels concernés par les analyses de risques et les différentes études proposées dans ce rapport est précisée dans l'*annexe 1 – Récapitulatif des études complémentaires*. Une estimation financière de ces études complémentaires est également proposée dans le *chapitre 5 – Récapitulatif et estimation des études complémentaires*.

Il est à noter que si des opérations sont estimées comme critiques en termes de sécurité par VNF, elles pourraient être traitées en avance de phase par rapport aux études proposées par nos soins au niveau national et au niveau des DT.

2.2 Opérations prioritaires au niveau des Directions Territoriales

L'objet de ce chapitre est d'identifier les sous-classes pour lesquelles des non-conformités prioritaires et récurrentes existent au sein des différentes Directions Territoriales. À noter que les sous-classes déjà traitées au niveau national ne seront pas reprises dans ce chapitre.

Nous décrivons ici seulement sur la Direction Territoriale Bassin de la Seine (DTNE) et la Direction Territoriale Bassin Nord Est (DTNE).

La Direction Territoriale Rhône Saône n'est pas détaillée compte tenu du fait qu'aucune étude complémentaire spécifique ne s'appliquait à l'ensemble des 4 tunnels exploités par cette dernière.

Les Directions Territoriales Nord-Pas-de-Calais, Centre-Bourgogne et Sud-Ouest ne sont pas traités dans ce chapitre du fait qu'elles n'ont sous leur responsabilité qu'un seul tunnel.

2.2.1 DTBS

Tunnels exploités par la DT Bassin de la Seine :

UTI CPCA	UTI Marne	UTI USN
→ Riqueval	→ Chalifert	→ La Panneterie
→ Tronquoy	→ Saint Maur	
→ Braye-en-Laonnois		
→ Mont de Billy		

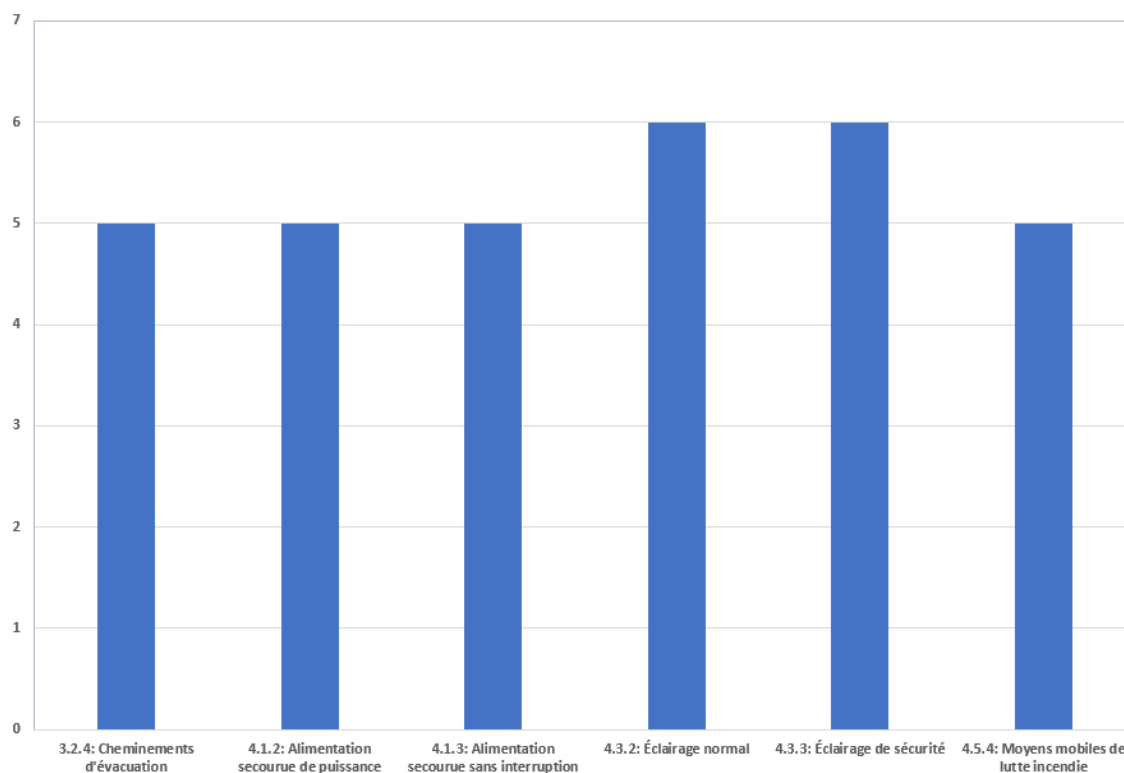


Figure 7 : Non-conformités les plus récurrentes et les plus critiques sur les tunnels de la DTBS

Le tableau ci-dessus permet d'identifier les sous-classes critiques les plus récurrentes rencontrées sur les tunnels de la DTBS. À l'instar des opérations prioritaires au niveau national, les priorités associées à ces sous-classes sont de niveau 2 ou 4.

Génie civil

• 3.2.4 : Cheminement d'évacuation

Le FRT recommande pour les tunnels de classe 2b et au-delà que des communications vers l'extérieur soient aménagées pour l'évacuation lorsque cela est possible. Le FRT ne précise pas leurs nombres ni l'inter distance entre elles. Ces éventuelles issues de secours doivent être signalées par un pictogramme et par un éclairage. Cette disposition est applicable aux tunnels de classe 2b et au-delà.

Aucun tunnel de VNF n'est équipé d'issues de secours et seules les têtes des tunnels sont utilisées pour l'évacuation des usagers. Cinq tunnels de classe 3 de la DTBS ne sont pas conformes sur ce point, car les têtes des tunnels ne sont pas signalées.

Nous proposons donc l'installation d'un balisage d'évacuation qui permettrait de faciliter l'auto-évacuation des usagers en cas d'incident. Ce point devrait être traité dans les analyses de risques proposées pour les tunnels.

Équipement de sécurité

• 4.1.2 : Alimentation secourue de puissance

• 4.1.3 : Alimentation Secourue sans Interruption

Les deux sous-classes étant étroitement liées, nous proposons de traiter ces deux sujets ensemble.

Le FRT précise les recommandations suivantes pour les tunnels de niveau 3 :

- **Alimentation secourue de puissance** - Alimentation de secours par groupe électrogène fixe ou mobile pour une durée de 48h à étudier. Le basculement sur un groupe électrogène fixe en cas de perte de l'alimentation se fera automatiquement.
- **Alimentation secourue sans interruption** - Équipements de sécurité maintenus alimentés pendant au moins 1 heure (batterie ou onduleur).

Il est à noter que les 5 tunnels de catégorie 3 à la charge de la DTBS présentent des non-conformités de niveau 2 ou 4 sur ces deux recommandations. La plupart de ces tunnels ne disposent pas de groupe électrogène fixe ou d'onduleurs permettant d'alimenter l'ensemble des équipements de sécurité.

L'absence d'alimentation secourue de puissance et/ou d'ASI présente un risque humain important en cas de panne de l'alimentation normale.

Il pourrait être intéressant d'étudier les risques liés à l'absence d'un groupe électrogène fixe avec basculement automatique et/ou d'une ASI. Il devra notamment être étudié le temps nécessaire pour acheminer un groupe électrogène mobile sur site et les impacts d'un arrêt de navigation.

En complément, il paraît opportun d'étudier les risques liés à l'absence d'ASI, notamment par rapport au délai nécessaire pour la sortie des bateaux engagés dans les ouvrages ou à l'évacuation des usagers dans le cas d'une coupure de l'alimentation normale.

La mise en œuvre d'une ASI sera à apprécier en fonction des recommandations 4.1.1 et 4.1.2 et devra être discutée avec le personnel VNF sur place notamment au sujet de la maintenance de cette dernière.

- **4.3.2 : Éclairage normal**
- **4.3.3 : Éclairage de sécurité**

De la même manière que les recommandations concernant les alimentations secourues, l'éclairage normal et de sécurité sont liés et doivent être traités de manière simultanée.

Le FRT préconise les recommandations suivantes :

- **Éclairage normal** - 6 lux en moyenne sur le cheminement d'évacuation et 1,4 lux mini en tous points. Distribution électrique se fera selon un cantonnement de longueur maximale de 500 m
- **Éclairage de sécurité** - Alimentation de l'éclairage de sécurité secourue pendant un délai à adapter en fonction du contexte et de la durée nécessaire pour l'évacuation et/ou la sortie des bateaux engagés dans le tunnel. La longueur maximale de la zone d'éclairage perdue ne devra pas excéder 100m.

L'ensemble des tunnels de la DTBS sont concernés par des non-conformités de niveau 2 ou 4 sur ces deux recommandations.

Il est à noter que l'ensemble du parc d'éclairage est vieillissant et doit être rénové (mise en place d'un éclairage LED par exemple). Cela fait l'objet d'une demande forte du service exploitation et maintenance des tunnels. En effet, les éclairages actuels nécessitent de nombreuses interventions de maintenance.

De plus, la mise en œuvre d'un cantonnement de 500m n'est pas respectée sur l'ensemble des ouvrages.

En outre, aucun tunnel (hormis Saint Maur) ne dispose d'éclairage de sécurité. Cette non-conformité, associé à la vétusté de l'éclairage normal des tunnels, présente des risques humains importants en cas de perte de zones d'éclairage de plusieurs centaines de mètres.

Nous proposons l'étude du renouvellement du parc d'éclairage de l'ensemble des tunnels après sollicitations du personnel en charge de la maintenance.

Nous proposons également l'étude de la mise en place d'un éclairage de sécurité lors du renouvellement de l'éclairage normal, notamment par rapport au délai nécessaire pour la sortie des bateaux engagés dans les ouvrages ou à l'évacuation des usagers en cas de perte de l'éclairage normale.

Cela doit faire l'objet d'une réflexion globale en accord avec les choix retenus pour les alimentations normales et secourues des tunnels de la DTBS.

- **4.5.4 : Moyens mobiles de lutte contre l'incendie**

Le FRT recommande pour les tunnels de catégorie 3 la mise à disposition et le maintien en fonctionnement de moyens mobiles de lutte contre l'incendie.

Les 5 tunnels de catégorie 3 de la DTBS ne disposent d'aucun moyen de ce type.

Ce point doit faire l'objet d'une discussion avec les services de secours.

Récapitulatif des études complémentaires proposées pour la DTBS

- Exercices spécifiques d'autoévacuation à réaliser en complément des analyses de risques préconisés au niveau national. Ces exercices pourraient se concentrer principalement sur les points suivants :
 - Étude d'autoévacuation des usagers en lien avec l'architecture électrique existante des tunnels de la DTBS selon différents scénarios de pannes/incidents.
 - Évaluation des dangers liés à l'absence de groupe électrogène fixe avec basculement automatique et/ou d'ASI et étude du temps nécessaire pour acheminer un groupe électrogène mobile sur site et les impacts d'un arrêt de navigation.
 - Évaluation des dangers liés à l'absence d'ASI, notamment par rapport au délai nécessaire pour la sortie des bateaux engagés dans les ouvrages ou à l'évacuation des usagers dans le cas d'une coupure de l'alimentation normale.
 - Estimation des besoins en concertation avec les services exploitation et maintenance de la DTBS
- Étude du renouvellement du parc d'éclairage de l'ensemble des tunnels de la DTBS après sollicitation du personnel en charge de la maintenance.
 - Analyse des installations existantes
 - Définition des besoins en concertation avec les services maintenance et exploitation des tunnels de la DTBS
 - Étude de la mise en place d'un éclairage de sécurité, notamment par rapport au délai nécessaire pour la sortie des bateaux engagés dans les ouvrages ou à l'évacuation des usagers en cas de perte de l'éclairage normal.
 - Définition du périmètre des travaux
 - Estimation financière des travaux associés
 - Planning prévisionnel des travaux

Dans le cas où VNF souhaiterait lancer un marché global de rénovation du parc d'éclairage de la DTBS, il pourrait être intéressant d'y intégrer les tunnels des autres DT qui sont concernés par les mêmes problématiques de mise à niveau de ces équipements. La liste complète des tunnels concernés est précisée dans l'*annexe 1 – Récapitulatif des études complémentaires*.

2.2.2 DTNE

Tunnels exploités par la DT Nord Est :

UTI Meuse Ardennes	UTI CMRO	UTI CCB
→ Ham sur Meuse	→ Balesmes	→ Mauvages
→ Revin	→ Condes	→ Foug
→ Saint-Aignan		
→ Verdun		
→ Koeurs		

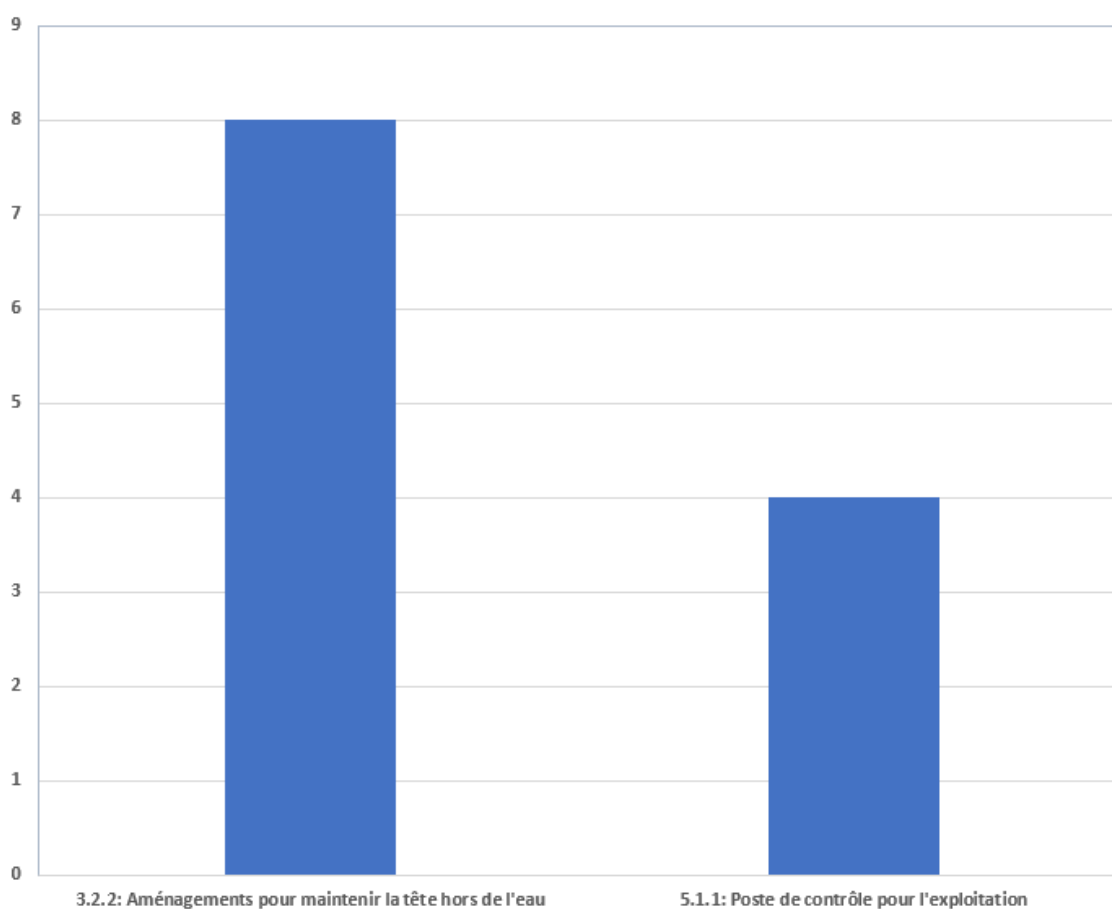


Figure 8 : Non-conformités les plus récurrentes sur les tunnels de la DTNE

Le graphique ci-dessus permet d'identifier les sous-classes critiques les plus récurrentes rencontrées sur les tunnels de la DTNE. De la même manière que pour les opérations identifiées comme prioritaires au niveau national, ces deux sous-classes sont concernées par des non-conformités de niveau 2 ou 4 sur les tunnels de la DTNE.

Génie civil

• 3.2.2 : Aménagements pour maintenir la tête hors de l'eau

Le FRT recommande la mise en place dans les tunnels, sur toute leur longueur et au minimum d'un côté, d'un aménagement permettant à toute personne tombée dans le canal de se maintenir la tête hors de l'eau.

L'ensemble des tunnels de la DTNE ne dispose d'aucun aménagement pour maintenir la tête hors de l'eau, excepté pour le tunnel de Foug, où la lisse de guidage en bon état peut remplir partiellement ce rôle.

Nous proposons l'installation d'une ligne de vie sur l'ensemble du linéaire et sur un côté de chaque tunnel. Ce point devrait être traité dans les analyses de risques proposées pour les tunnels.

Exploitation et maintenance

- **5.1.1 : Poste de contrôle pour l'exploitation**

Le FRT recommande pour chaque ouvrage de disposer d'un poste de contrôle pour l'exploitation (local de l'éclusier, PCC local ou distant). Le personnel présent est formé et en effectif suffisant pour gérer les situations dangereuses conformément aux dispositions prévues dans le Plan d'Intervention et de Sécurité.

Les tunnels de la DTNE présentent une conformité partielle vis-à-vis de cette disposition du fait de l'absence de PIS. Le personnel risque de ne pas gérer convenablement les situations dangereuses.

La disposition qui concerne le Plan d'intervention et de sécurité est traitée et identifiée comme prioritaire au niveau national et n'est donc pas détaillée dans le présent chapitre.

Récapitulatif des études complémentaires proposées pour la DTNE

Les non-conformités prioritaires concernant la DTNE pourront faire l'objet d'investigations complémentaires dans le cas où une analyse de risque est lancée sur ces tunnels.

En tout état de cause, les priorités identifiées aussi bien pour la DTNE et la DTBS ont pour but de faire prendre conscience aux responsables des DT des opérations à traiter en priorité sur leurs tunnels.

Le choix de la mise en œuvre à court terme des moyens compensatoires revient à VNF. S'il est décrété qu'aucune mesure immédiate ne doit être prise afin de pallier les risques identifiés dans cette étude, les analyses de risques proposées pourraient permettre de définir plus précisément les risques et les mesures compensatoires envisageables.

Il est à noter que les tunnels de Foug, Verdun et Revin sont concernés par des non-conformités sur les appareils d'éclairage. Ces tunnels pourraient être traités dans l'étude du renouvellement du parc de l'éclairage de la DTBS.

2.3 Opérations prioritaires au niveau des tunnels

En complément des opérations prioritaires traitées par le siège VNF et les DT, nous proposons de mener des études complémentaires sur tous les sujets qui touchent spécifiquement les tunnels.

Les études proposées dans ce chapitre viennent compléter les études décrites dans les deux précédents chapitres et concernent des sujets qui ne seraient pas traités dans une analyse de risque. La tenue de ces études pourrait permettre d'identifier les moyens à mettre en œuvre pour une exploitation plus sécuritaire de chaque tunnel.

L'objectif est de préciser les sujets qui doivent faire l'objet d'une attention particulière de la part de VNF. La plupart des non-conformités identifiées dans les tunnels nécessitent des investigations complémentaires (analyse de risque par exemple) afin de déterminer précisément les risques associés et les moyens compensatoires adéquats à mettre en place. Comme précisé précédemment, la détermination des opérations prioritaires s'est basée sur les non-conformités par rapport au Fascicule des Recommandations Techniques de VNF.

Il revient à VNF de déterminer la pertinence de la mise en conformité des tunnels par rapport à ce guide. La conduite d'analyses de risques sur l'ensemble des tunnels pourrait permettre d'asseoir les choix de VNF.

Les sous-classes mentionnées ci-dessous qui ne font pas l'objet d'études complémentaires spécifiques pourraient être traitées dans les analyses de risques proposées à l'échelle nationale. A noter que si des non-conformités sont considérées comme particulièrement prioritaires par VNF, elles pourraient être traitées en amont de la tenue des analyses de risques.

De la même manière que pour les opérations prioritaires au niveau national et DT, les sous-classes identifiées sont de priorités 2 ou 4.

À noter que les justifications ayant permis d'identifier ces sous-classes comme prioritaires ne sont pas décrites dans ce mémoire. Ces informations figurent dans les fiches tunnels diagnostics annexées au présent mémoire.

2.3.1 Saint Maur (DTBS)

Équipement de sécurité

- 4.2.3 : Moyens de fermeture des accès au tunnel
- 4.6.1 : Communication hertzienne

Exploitation et maintenance

- 5.1.1 : Poste de contrôle pour l'exploitation
- 5.1.2 : Exclusion des bateaux

2.3.2 Chalifert (DTBS)

Exploitation et maintenance

- 5.1.1 : Poste de contrôle pour l'exploitation
- 5.1.6 : Maintenance

Études complémentaires proposées

Une analyse de risque a été menée en 2017 sur ce tunnel. Cette étude avait pour objectif d'analyser toutes les situations à risques liées à la situation actuelle d'exploitation et à la futur mise en Téléconduite de 3 sites d'écluses et de la voûte entre Meaux et Chalifert. Cette analyse de risque a permis de recenser les situations à risques au niveau système global (identification des événements redoutés, évaluation de la gravité de ces derniers) ainsi que de proposer des mesures de prévention ou de réduction des risques.

La présente étude a permis d'identifier un certain nombre de non-conformités de ce Tunnel au regard des recommandations du FRT. Nous proposons donc que VNF puisse analyser localement si les non-conformités ici identifiées confortent l'analyse et les décisions prises suite à l'analyse de risque réalisée sur cet ouvrage.

2.3.3 Ruyaulcourt (DTNPDC)

Génie civil

- 3.2.4 : Cheminements d'évacuation

Équipements de sécurité

- 4.1.3 : Alimentation Secourue sans Interruption
- 4.3.4 : Jalonnement
- 4.5.4 : Moyens mobiles de lutte incendie
- 4.8 : Ventilation de désenfumage
- 4.10 : Comportement au feu des équipements

Études complémentaires proposées

- Étude de désenfumage avec un incendie de 30 et 100 MW qui permettra de déterminer l'efficacité de l'utilisation du puits de ventilation en cas d'incendie dans le tunnel.

2.3.4 Riqueval (DTBS)

Équipements de sécurité

- 4.2.5 : Informations aux usagers
- 4.3.4 : Jalonnement
- 4.10 : Comportement au feu des équipements

Exploitation et maintenance

- 5.1.2 : Exclusion des bateaux
- 5.1.6 : Maintenance

Études complémentaires proposées

Une étude de danger a été menée sur ce tunnel en 2020. Des mesures de protections et de préventions ainsi qu'un chiffrage de celles-ci ont été préconisés. Il est à noter que cette étude de danger est plus complète et plus exhaustive que le présent diagnostic fait dans le cadre de cette mission.

L'opportunité de la tenue d'une analyse de risque complémentaire ou la mise en œuvre des moyens compensatoires identifiés dans l'étude de danger devra être étudiée par VNF.

2.3.5 Tronquoy (DTBS)

Génie civil

- 3.1.1 : Accès terrestre

Équipements de sécurité

- 4.1.1 : Alimentation normale
- 4.2.1 : Signalisation fixe réfléchissante
- 4.2.5 : Information aux usagers
- 4.3.4 : Jalonnement
- 4.4 : Moyens d'appel d'urgence
- 4.6.1 : Poste de permanence d'exploitation
- 4.6.2 : Communication hertzienne
- 4.8 : Ventilation de désenfumage
- 4.9 : Ventilation sanitaire
- 4.10 : Comportement au feu des équipements

Exploitation et maintenance

- 5.1.1 : Poste de contrôle pour l'exploitation
- 5.1.4 : Alternat

Études complémentaires proposées

- Étude de désenfumage avec un incendie de 30 et 100 MW pour évaluer le niveau de risque incendie dans le tunnel
- Étude de la qualité de l'air (compagne de mesures et simulations numériques) et de la mise en place de capteurs NO/CO

2.3.6 La Panneterie (DTBS)

Équipements de sécurité

- 4.2.1 : Signalisation fixe réfléchissante
- 4.2.3 : Moyens de fermeture des accès au tunnel
- 4.3.4 : Jalonnement
- 4.8 : Ventilation de désenfumage

- 4.9 : Ventilation sanitaire
- 4.10 : Comportement au feu des équipements

Exploitation et maintenance

- 5.1.1 : Poste de contrôle pour l'exploitation
- 5.1.3 : Contrôle d'interdistance

Études complémentaires proposées

- Étude de désenfumage avec un incendie de 30 et 100 MW pour évaluer le niveau de risque incendie dans le tunnel
- Étude de la qualité de l'air et de la mise en place de capteurs NO/CO

2.3.7 Braye en Laonnois (DTBS)

Génie civil

- 3.1.4 : Zone d'attentes

Équipements de sécurité

- 4.1.1 : Alimentation normale
- 4.2.5 : Informations aux usagers
- 4.3.4 : Jalonnement
- 4.9 : Ventilation sanitaire

Exploitation et maintenance

- 5.1.1 : Poste de contrôle pour l'exploitation

Études complémentaires proposées

Une étude de danger a été menée sur ce tunnel en 2020. Des mesures de protections et de préventions ainsi qu'un chiffrage de celles-ci ont été préconisés. Il est à noter que cette étude de danger est plus complète et plus exhaustive que le présent diagnostic fait dans le cadre de cette mission.

L'opportunité de la tenue d'une analyse de risque complémentaire ou la mise en œuvre des moyens compensatoires identifiés dans l'étude de danger devra être étudiée par VNF.

2.3.8 Mont de Billy (DTBS)

Équipements de sécurité

- 4.2.3 : Moyens de fermeture tunnel
- 4.3.4 : Jalonnement
- 4.3.5 : Éclairage des équipements de sécurité
- 4.8 : Ventilation de désenfumage
- 4.9 : Ventilation sanitaire
- 4.10 : Comportement au feu des équipements

Études complémentaires proposées

- Étude de désenfumage pour évaluer le niveau de risque incendie dans le tunnel
- Étude de la qualité de l'air et de la mise en place de capteurs NO/CO

2.3.9 Mauvages (DTNE)

Équipements de sécurité

- 4.5.4 : Moyens mobiles de lutte incendie
- 4.8 : Ventilation de désenfumage

2.3.10 Foug (DTNE)

Équipements de sécurité

- 4.1.1 : Alimentation normale
- 4.1.3 : Alimentation secourue sans interruption
- 4.2.1 : Signalisation fixe réfléchissante aux têtes et en section courante
- 4.2.3 : Moyens de fermeture d'accès des tunnels
- 4.2.5 : Informations aux usagers
- 4.3.2 : Éclairage normal
- 4.3.3 : Éclairage de sécurité
- 4.3.4 : Jalonnement
- 4.4 : Moyens d'appel d'urgence
- 4.6.1 : Communications hertziennes
- 4.10 : Comportement au feu des équipements et de leurs câbles

2.3.11 Koeurs (DTNE)

Génie civil

- 3.1.4 : Zones d'attente

Équipements de sécurité

- 4.2.2 : Signalisation lumineuse de trafic

2.3.12 Verdun (DTNE)

Équipements de sécurité

- 4.2.1 : Signalisation fixe réfléchissante aux têtes et en section courante
- 4.2.3 : Moyens de fermeture d'accès des tunnels
- 4.3.3 : Éclairage de sécurité

2.3.13 Saint-Aignan (DTNE)

Équipements de sécurité

- 4.6.1 : Communications hertziennes

2.3.14 Revin (DTNE)

Équipements de sécurité

- 4.3.3 : Éclairage de sécurité
- 4.6.1 : Communications hertziennes

2.3.15 Ham sur Meuse (DTNE)

Génie civil

- 3.1.1 : Accès terrestre

Équipements de sécurité

- 4.4 : Moyens d'appel d'urgence

2.3.16 Condes (DTNE)

Exploitation et maintenance

- 5.1.2 : Exclusion des bateaux

2.3.17 Balesmes (DTNE)

Équipements de sécurité

- 4.1.2 : Alimentation secourue de puissance
- 4.1.3 : Alimentation secourue sans interruption
- 4.5.4 : Moyens mobiles de lutte contre l'incendie

2.3.18 Savoyeux (DTRS)

Équipements de sécurité

- 4.2.5 : Information aux usagers

2.3.19 Saint Albin (DTRS)

Équipements de sécurité

- 4.2.5 : Information aux usagers
- 4.4 : Moyens d'appel d'urgence

2.3.20 Tarragnoz (DTRS)

Équipements de sécurité :

- 4.10 : Comportement au feu des équipements

2.3.21 Thoraise (DTRS)

Exploitation et maintenance

- 5.1.1 : Poste de contrôle pour l'exploitation
- 5.1.2 : Exclusion des bateaux

2.3.22 Tunnel de Pouilly en Auxois (DTCB)

Génie civil

- 3.2.4 : Cheminements d'évacuation

Équipements de sécurité

- 4.1.2 : Alimentation secourue,
- 4.1.3 : Alimentation Secourue sans Interruption
- 4.8 : Ventilation de désenfumage
- 4.9 : Ventilation sanitaire

Exploitation et maintenance

- 5.1.2 : Exclusion des bateaux
- 5.1.6 : Maintenance

Études complémentaires proposées

Il est à noter que VNF souhaite mener un programme de travaux visant à mettre en conformité le tunnel par rapport au Fascicule de Recommandations Techniques (FRT) pour la sécurité des tunnels canaux et à moderniser son exploitation et surveillance depuis un PCC. Pour cela, un marché vient d'être lancé (juin 2021) afin de réaliser un diagnostic global de l'ouvrage et ses équipements et proposer des solutions de réhabilitation et modernisation. Selon les conclusions de ce diagnostic, la mission de maîtrise d'œuvre aura pour objectif d'identifier et prioriser les travaux à exécuter à courts et moyens termes, ainsi que les besoins en maintenance correctives et préventives réalisables en régie (plan de maintenance préventive à actualiser si besoin). En fonction de l'évaluation du coût des travaux à réaliser au stade AVP de ce marché, la phase ACT portera en priorité sur les travaux à réaliser dans le cadre de l'opération de sécurisation du tunnel de Pouilly inscrite au Plan de Relance national 2021/2022 (environ 800 k€).

Ce projet vise à remettre en état certains systèmes critiques du tunnel. Une analyse de risque complète de l'ouvrage pourrait être réalisée afin de réaliser un traitement complet du tunnel.

2.3.23 Tunnel de Malpas (DTSO).

Génie civil

- 3.1.1 : Accès terrestre

Équipements de sécurité

- 4.2.1 : Signalisation réfléchissante

3. Perspective de développement hors cadre FRT

Le Fascicule des recommandations techniques a pour but essentiel de constituer un outil du responsable gestionnaire d'un ouvrage souterrain fluvial pour préparer et mettre en œuvre un programme d'amélioration de la sécurité de l'ouvrage. L'objectif des recommandations est prioritairement d'assurer la sécurité des personnes présentes, usagers ou personnels, la sécurité des biens n'étant pas l'objectif principal. Il n'y a pas d'exigence réglementaire à appliquer les mesures préconisées. Elles peuvent être considérées comme un compromis raisonnable entre les exigences de sécurité et les contraintes d'aménagement.

À la suite des échanges préalables et aux visites des différents ouvrages, nous nous sommes aperçus que le personnel exploitation ou maintenance rencontrait des problématiques qui ne s'inséraient pas toujours dans le cadre du FRT.

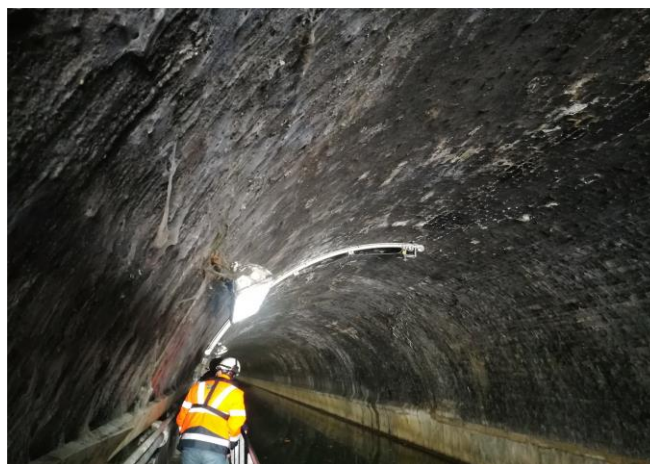
L'objet de ce chapitre est donc de décrire les points spécifiques à chaque tunnel et d'identifier les éventuelles limites/manques du FRT pour une future mise à jour.

Les études proposées dans ce chapitre viennent en complément des études déjà proposées dans les précédents chapitres.

Les problématiques rencontrées sur les tunnels mentionnées ci-dessous qui ne font pas l'objet d'études complémentaires spécifiques pourraient être traitées dans les analyses de risques proposées à l'échelle nationale. A noter que si ces sujets sont considérés comme particulièrement prioritaires par VNF, ils pourraient être traités en amont de la tenue des analyses de risques.

3.1 Saint Maur

Lors de fortes crues, un fort débit traverse le tunnel et peut noyer l'amont et l'aval. Un système écrêteur de crue permet de commander l'ouverture de la porte de l'écluse de Saint Maur afin de réguler le débit. Le tunnel dispose d'un capteur de niveau en voute (cf. image ci-contre). Des batardeaux peuvent être mis en place à l'aide d'une grue à la tête amont avec l'aide de scaphandriers. Cependant, la mise en place de ces batardeaux est risquée du fait du manque de visibilité du grutier lors de cette opération.



Étude complémentaire envisageable

- Étude de faisabilité pour l'amélioration de l'exploitation liée au système d'écrêtage de crue.

3.2 Chalifert

- Régulation du niveau d'eau du bief

L'exploitation du tunnel présente des difficultés liées à la régulation du niveau d'eau. En effet, les rejets du SAN (sous gestion Véolia) en interface avec le bief concerné par la voute de Chalifert impliquent un suivi régulier contraignant des niveaux d'eau dans le tunnel. Un tirant d'eau minimum doit être tenu pour le passage des bateaux, notamment ceux en charge. Cela entraîne également une problématique d'écoulement dû à l'augmentation du débit.

Afin de réguler ce niveau, des mesures sont prévues (par l'accord passé entre VNF et Véolia). Un système de pilotage au niveau de la vanne des rejets du SAN dans le bief de Chalifert et de la vanne de rejet en Marne. Des dysfonctionnements de ce système sont pointés par l'exploitant à ce jour.

En complément, des capteurs supplémentaires permettant une observation plus fine des phénomènes liés à ce sujet devaient être installés par le gestionnaire de ce système mais cela n'a pas été effectué à ce jour.



- Mise en téléconduite des ouvrages

L'ouvrage constitué du tunnel et des deux écluses sera prochainement téléconduit depuis un poste de commande distant. Dans le cadre de ce projet, l'UTI Marne prévoit une rénovation de l'éclairage et de la banquette. L'éventuelle mise en place d'équipements tels que des caméras et dispositifs de signalisation reste encore à définir.

- Mise en téléconduite des ouvrages

L'UTI signale que des personnes sautent depuis le sommet de la voute dans les bassins. Cela peut présenter un risque humain important en cas de présence d'une embarcation. Il pourrait être envisagé la mise en place d'une signalisation ou d'une sécurisation du haut de la voûte pour éviter ce phénomène.

Étude complémentaire envisageable

- Programme lié à la logique d'exploitation et l'intégration du groupe d'ouvrages écluses de Lesches et Chalifert et de la voute de Chalifert dans un projet de Téléconduite.

3.3 Riqueval

La maintenance du toueur présente un coût très important et la mise en place d'un passage libre est envisagée par l'exploitant à horizon de 2022. À la suite d'une étude de danger avec l'hypothèse d'un passage libre, l'exploitant installe des capteurs NO₂/CO pour mesurer la pollution d'air dans l'ouvrage.

Si la phase d'expérimentation est concluante, des études complémentaires doivent être menées pour indiquer les mesures et les dispositions complémentaires pour assurer le passage libre en toute sécurité (caméra de surveillance, barrière ...).



3.4 Tronquoy

Le service maintenance souhaite mettre en place un caillebotis sur la banquette pour des raisons de sécurité. En effet, des tire-fonds (cf. photo ci-dessous) permettant de soutenir les supports de lisse de guidage sont présents sur toute la longueur du tunnel et peuvent entraîner la chute d'un usager. Ceci présente un risque majeur en cas d'évacuation d'urgence.



3.5 Braye-en-Laonnois

L'exploitant a pour projet d'installer deux caméras de type dôme (une à l'entrée tête nord qui permet la visualisation de l'intérieur du tunnel et l'autre au milieu du tunnel). La mise en place de deux stations d'analyse de la qualité de l'air (capteur NO/CO et anémomètre) est également en cours.

L'exploitant a aussi pour projet de remplacer l'éclairage existant par un éclairage LED.

À noter que la mise en place de caméras et le remplacement de l'éclairage dans ce tunnel pourraient s'insérer dans les études proposées au niveau national et au niveau de la DTBS.

3.6 Mauvages

L'exploitant souhaiterait supprimer l'accompagnement des bateaux lors de leur traversée. Selon l'exploitant, la préfecture impose des contraintes d'exploitation trop strictes (tunnel soumis à un arrêté préfectoral). La mise en évidence par la présente étude du fait que le tunnel est suréquipé par rapport au parc existant pourrait aider à convaincre la préfecture.

L'exploitant souhaiterait également déposer les BAES étant donné la présence de plots de jalonnement.

L'exploitant considère que le tunnel dispose de trop de coffrets électriques (3 à 5 tous les 250m) et souhaite les remplacer par des armoires électriques. De plus, certains coffrets sont implantés trop hauts, ce qui rend la maintenance de ces derniers difficile.

3.7 Foug

Les usagers se plaignent régulièrement de n'avoir à disposition aucun moyen de communication (interphone, haut-parleur) avec l'exploitant. Cela fait également l'objet d'une demande forte du service exploitation de VNF dans le cas où l'automatisation de l'écluse double fera supprimer la présence de personnel sur site.

Études complémentaires envisageables

→ Étude de la qualité de l'air et de l'efficacité de la ventilation naturelle.

3.8 Verdun

- Mode d'exploitation du tunnel

Au regard du faible trafic et du fait que tous les ouvrages sur ce secteur sont manuels, il est envisagé soit le passage en automatique des ouvrages, soit la fermeture du secteur à la navigation à horizon 10 ans.

Le mode d'exploitation actuel manuel et sans feu de signalisation fonctionne uniquement parce que le secteur est faiblement fréquenté.

- Étude de structure de la banquette

La mairie de Verdun est en cours de réalisation d'une étude de la structure de la banquette afin de pouvoir autoriser ou non le passage sous le tunnel. Officiellement, la traversée du tunnel est interdite aux piétons. En réalité, étant donné que la banquette ne dispose pas de barrières de sécurité, le passage est emprunté quotidiennement par de nombreux piétons.

3.9 Saint-Aignan

L'exploitant a fait savoir que la mise en œuvre d'un panneau à message variable (PMV) pour rappeler aux usagers les spécificités du site - notamment le fait que les trois ouvrages doivent être traversés d'un coup - pourrait éviter les problèmes de stationnement inopinés. Cette demande, faite il y a plusieurs années, n'a jamais eu de suite.

Études complémentaires envisageables

- Étude de la mise en place de PMV aux abords des ouvrages.

3.10 Revin

- Mise en Téléconduite de l'ouvrage

Il est à noter que l'exploitant souhaiterait mettre en place des sondes et des capteurs de mesures de niveau d'eau pour améliorer la sécurité du tunnel. Cela dépendra du montant alloué à VNF dans le cadre du plan de relance.

De plus, un projet de Téléconduite globale pourrait voir le jour sur tout le secteur dans les prochaines années.

- Mise en place de PMV

L'exploitant a également fait savoir qu'il souhaiterait mettre en œuvre des panneaux à message variable (PMV) pour rappeler aux usagers les spécificités du site (temps d'attente estimé, temps de passage, incident potentiel). Cette demande, faite il y a plusieurs années, n'a jamais eu de suite.

Études complémentaires envisageables

- Programme lié à l'intégration du tunnel et de l'écluse de Revin dans un projet de Téléconduite globale.
- Étude de la mise en place de PMV aux abords des ouvrages.

3.11 Ham-sur-Meuse

De la même manière qu'à Revin, l'exploitant a fait savoir qu'il souhaiterait mettre en œuvre des panneaux à message variable (PMV) pour rappeler aux usagers les spécificités du site (temps d'attente estimé, temps de passage, incident potentiel...). Cette demande, faite il y a plusieurs années, n'a jamais eu de suite.

Études complémentaires envisageables

- Étude de la mise en place de PMV aux abords des ouvrages.

3.12 Balesmes

Le fait que le tunnel soit équipé de nombreux équipements et systèmes rend la maintenance de ce dernier très difficile. En effet, maintenir des équipements tels que des onduleurs ou des ventilateurs est très coûteux en temps, en moyens humains et financiers. Il se trouve que le service maintenance du tunnel ne dispose pas de moyens suffisants permettant de maintenir correctement le tunnel. La majorité des exigences présentées ci-dessous sont conformes au FRT dans la mesure où tous les équipements fonctionnent en mode normal.

3.13 Saint Albin

- Homogénéisation des tunnels de Saint-Albin et Savoyeux

L'exploitant souhaite homogénéiser les installations avec le tunnel de Savoyeux pour faciliter l'exploitation et la maintenance. L'exploitant a notamment pour projet d'installer une perche de passage de la même manière qu'à Savoyeux.

- Dépose des boutons d'arrêt d'urgence en tunnel

La présence des boutons d'urgence ne semble pas justifiée à cause de l'absence de banquette. Le service exploitation souhaiterait les déposer afin de ne plus devoir les maintenir.



- Chaine de halage historique

L'exploitation a indiqué qu'une chaîne de halage classée au patrimoine historique posait des problèmes de maintenance. À noter que des travaux de rénovation étaient en cours lors de la visite.



Études complémentaires envisageables

- Étude de l'homogénéisation des tunnels de Savoyeux et Saint-Albin (équipements, perche...)

3.14 Tarragnoz

La porte de garde se trouvant à l'amont du tunnel n'est manœuvrable que manuellement. Cette porte sera motorisée prochainement.

3.15 Pouilly en Auxois

Le tunnel a été exploité par VNF et par la région de manières successives ces dernières années. Cette alternance de gestion n'a pas permis à VNF de connaître parfaitement les systèmes mis en place dans le tunnel.

Le fait que le tunnel soit équipé de nombreux équipements et systèmes rend la maintenance de ce dernier très difficile. En effet, maintenir des équipements tels que des onduleurs ou des ventilateurs est coûteux en temps, en moyens et en argent. Il se trouve que le service maintenance du tunnel ne dispose pas de moyens suffisants permettant de maintenir correctement le tunnel. La plupart des exigences présentées ci-dessous sont conformes au FRT dans la mesure où tous les équipements fonctionnent en mode normal. Néanmoins, à l'heure actuelle, ce n'est pas le cas. Ceci entraîne une diminution de la sécurité globale du tunnel et une augmentation des risques pour les usagers.

3.16 Malpas

Actuellement, le passage des piétons sous le tunnel n'est pas autorisé. Cependant, de nombreux piétons l'empruntent régulièrement. En effet, la banquette n'est pas munie de portes.

Une réflexion est en cours pour autoriser ou non l'accès de ce cheminement au public.

Dans le cas où il serait décidé d'interdire l'accès, la mise en place d'un portillon et de panneaux de signalisation est envisagée.

Dans le cas où il serait décidé d'autoriser l'accès, une mise en sécurité de l'ouvrage plus poussée devra être mise en œuvre (sécurisation escalier, garde-corps...).

VNF est notamment en attente du retour du CEREMA afin de prendre une décision.

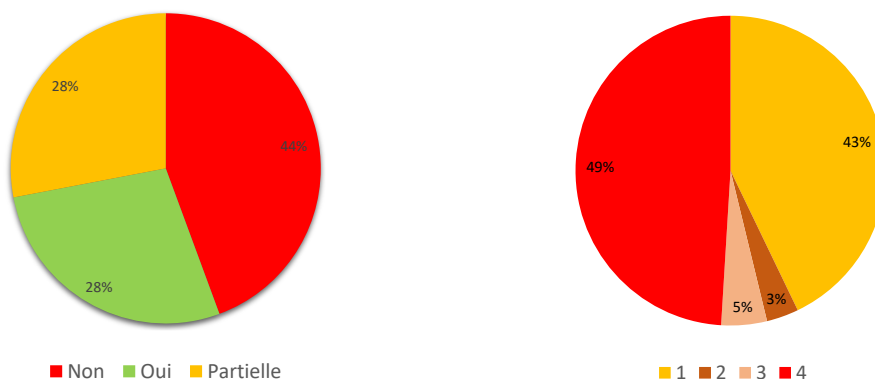
4. Synthèse de l'état des tunnels

L'objectif de ce chapitre est de présenter de manière graphique et synthétique l'état global des tunnels. De la même manière que pour la détermination des opérations prioritaires, nous proposons une synthèse :

- De l'ensemble des tunnels ;
- Des DT ;
- De chaque tunnel ;

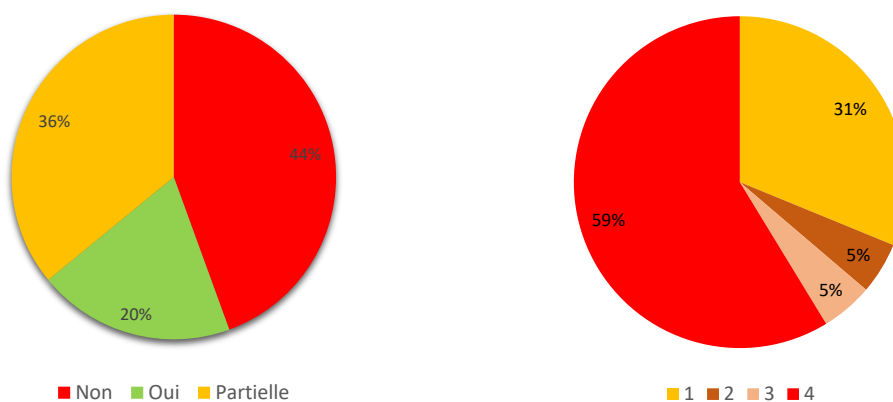
Ces diagrammes permettent d'évaluer rapidement l'état des tunnels. Les études complémentaires proposées pour chaque tunnel (cadre FRT et hors cadre FRT) sont rappelées dans l'annexe 1 – Récapitulatif des études complémentaires.

4.1 Synthèse de l'état de l'ensemble des 23 tunnels objet de la mission

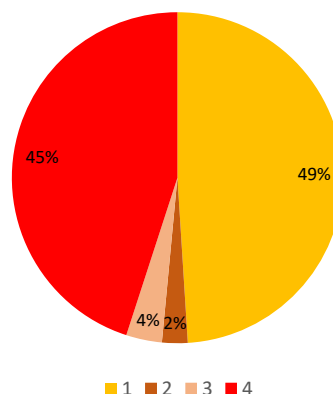
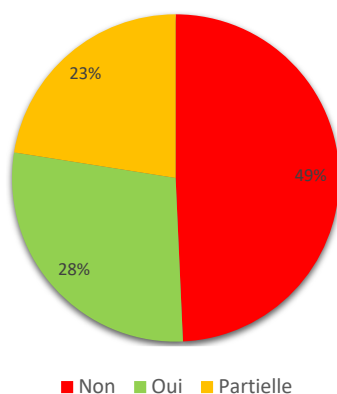


4.2 Synthèse de l'état des tunnels de la DTBS, la DTNE et la DTRS

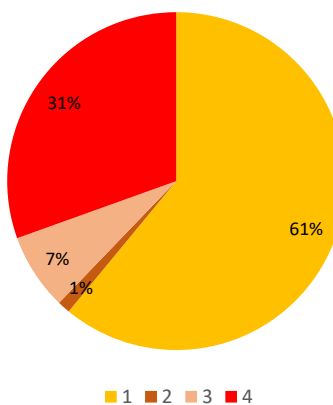
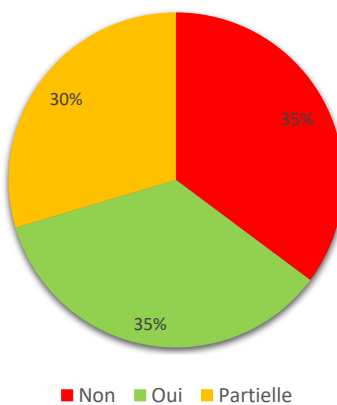
4.2.1 DTBS



4.2.2 DTNE

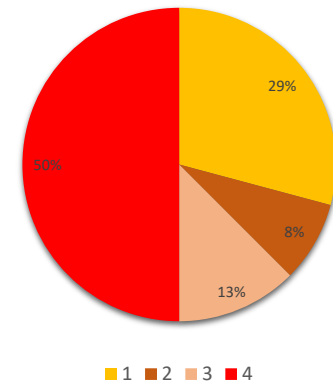
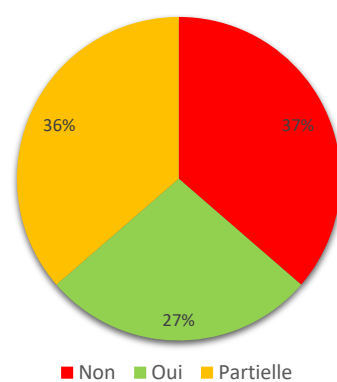


4.2.3 DTRS

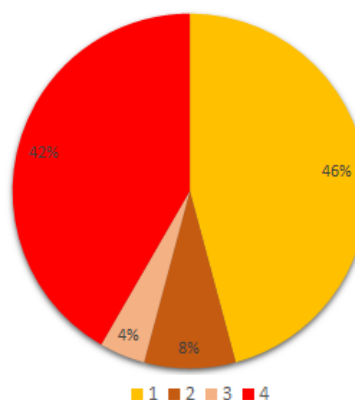
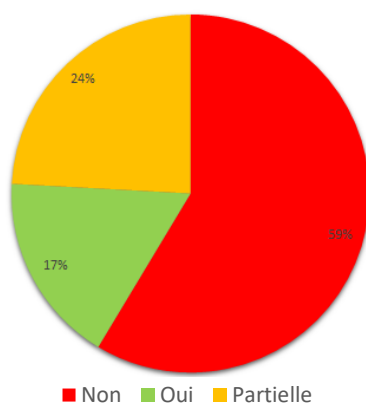


4.3 Synthèse de l'état des 23 tunnels

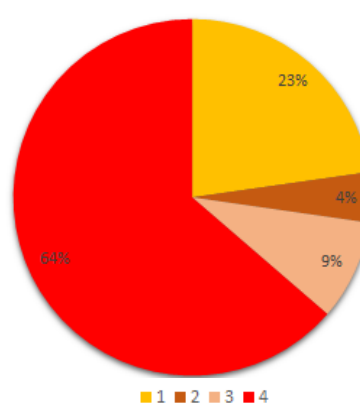
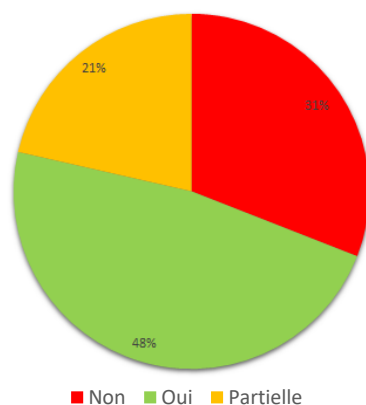
4.3.1 Saint Maur



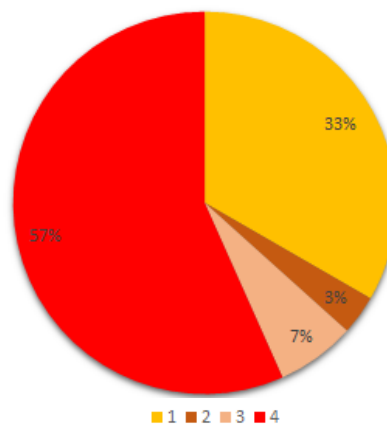
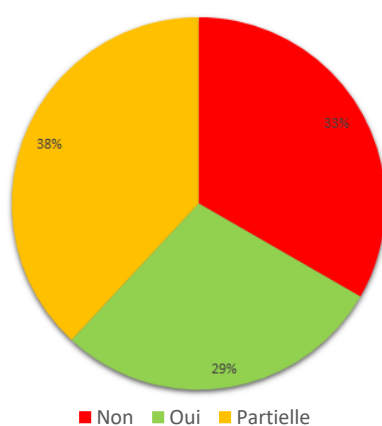
4.3.2 Chalifert



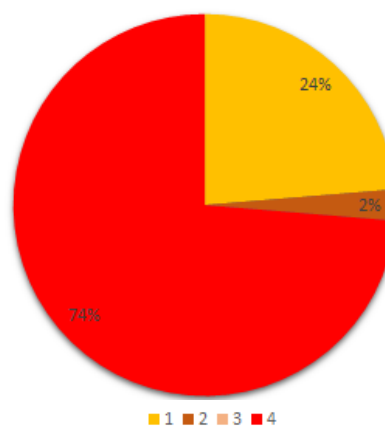
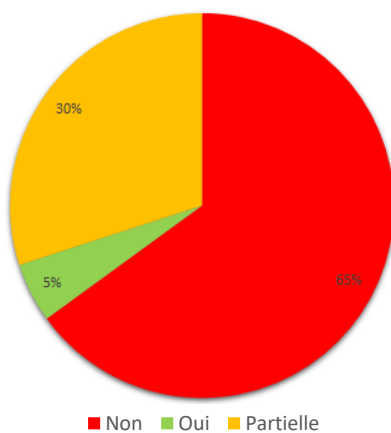
4.3.3 Ruyaulcourt



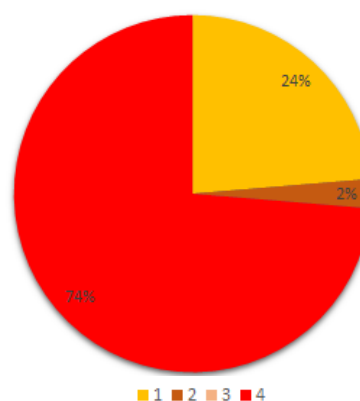
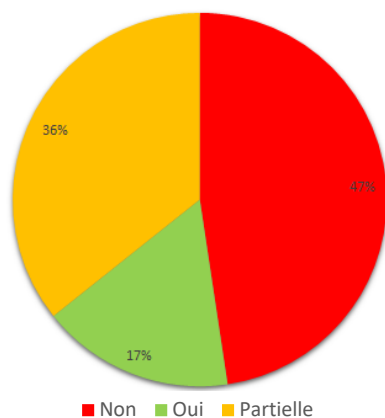
4.3.4 Riqueval



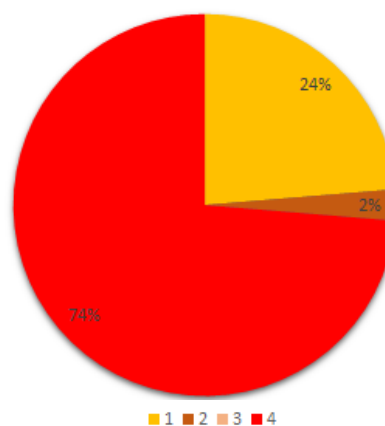
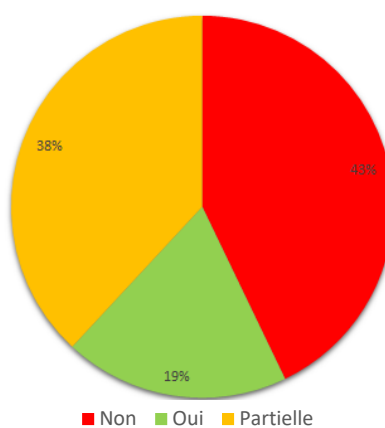
4.3.5 Tronquoy



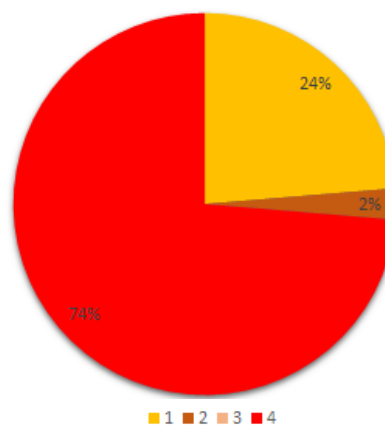
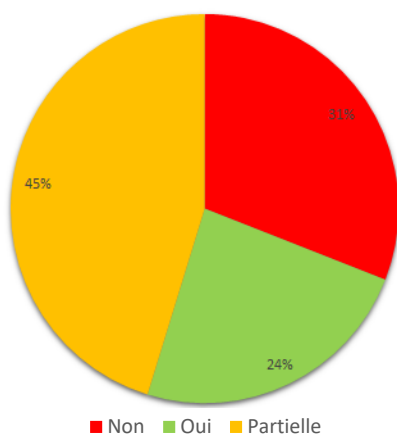
4.3.6 La Panneterie



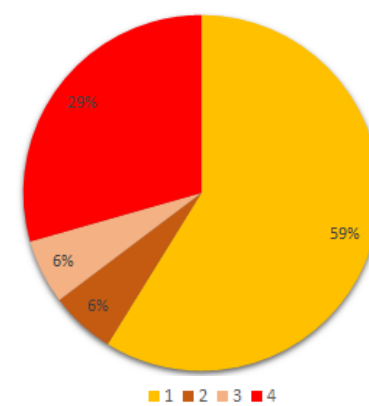
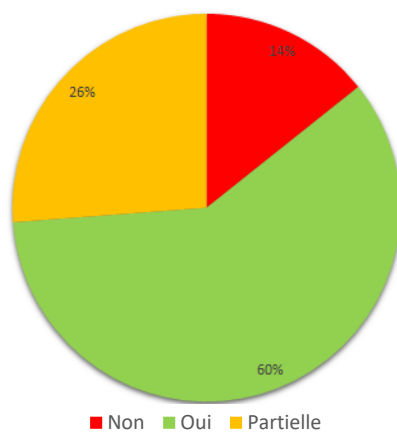
4.3.7 Braye-en-Laonnois



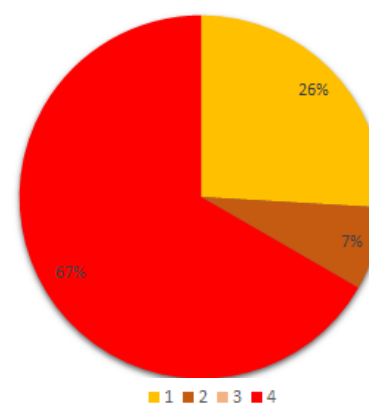
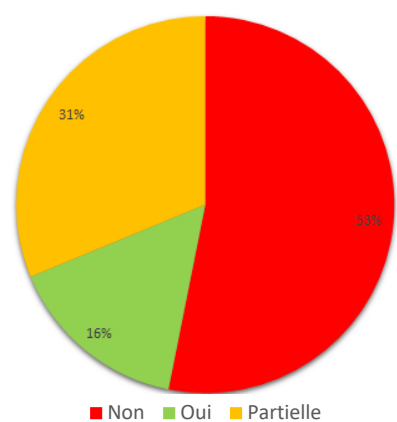
4.3.8 Mont de Billy



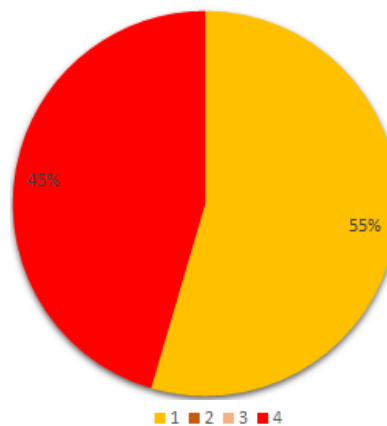
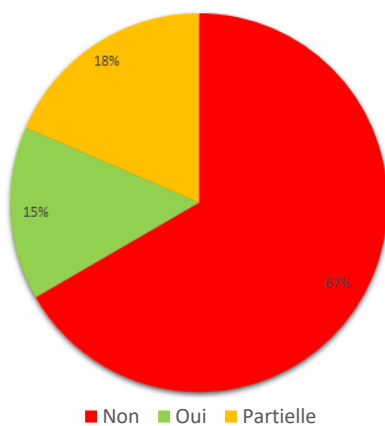
4.3.9 Mauvages



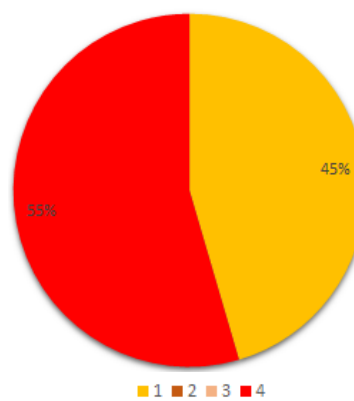
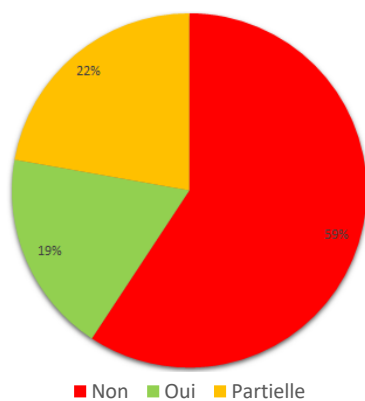
4.3.10 Foug



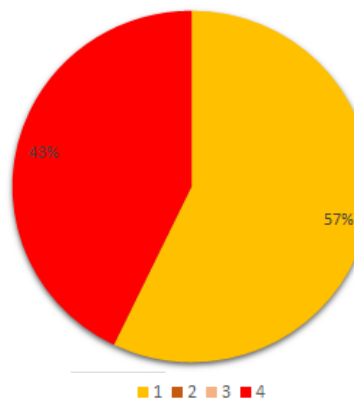
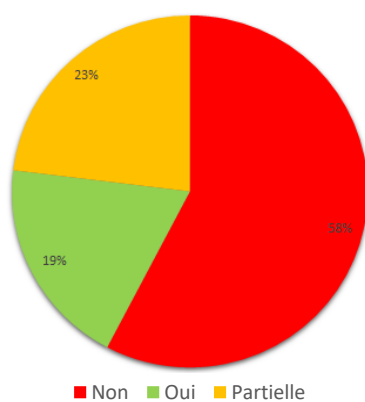
4.3.11 Koeurs



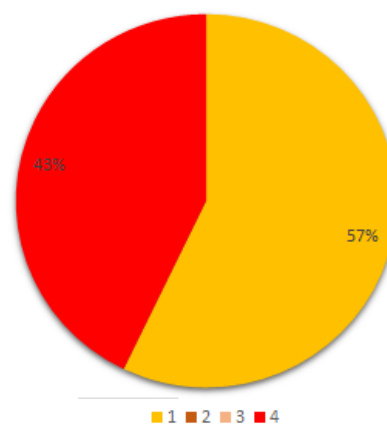
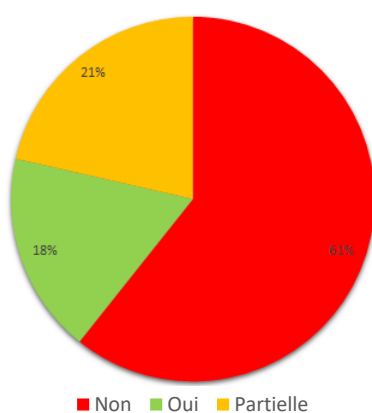
4.3.12 Verdun



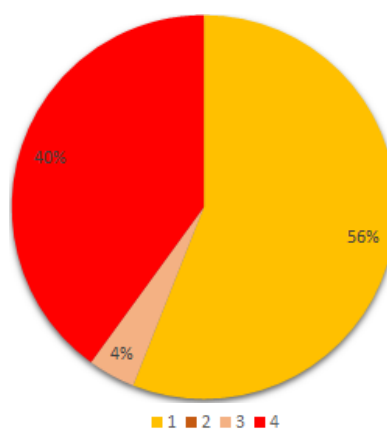
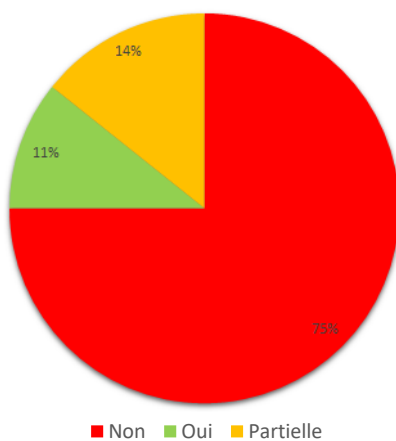
4.3.13 Saint-Aignan



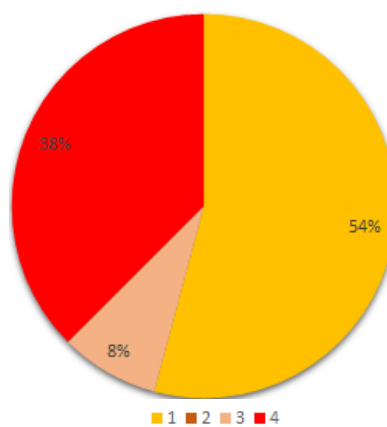
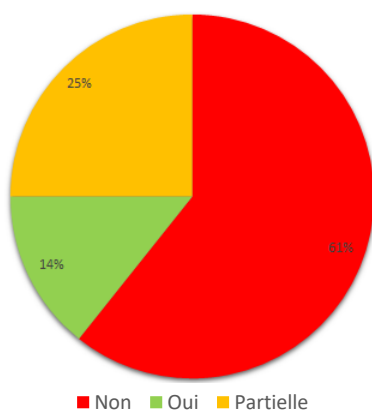
4.3.14 Revin



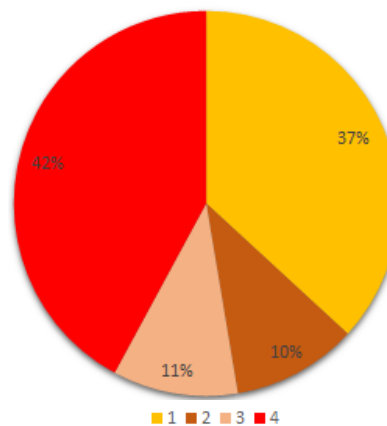
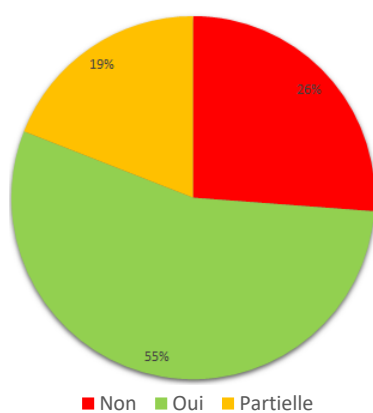
4.3.15 Ham-sur-Meuse



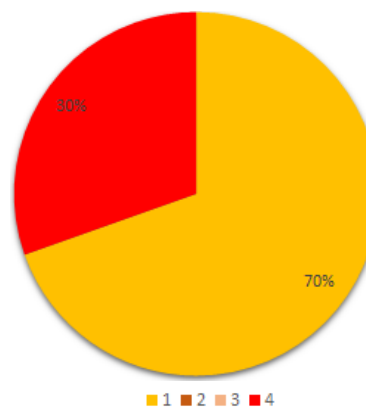
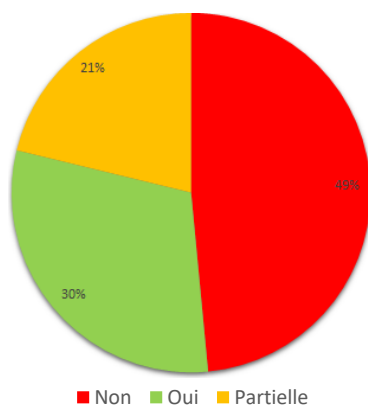
4.3.16 Condes



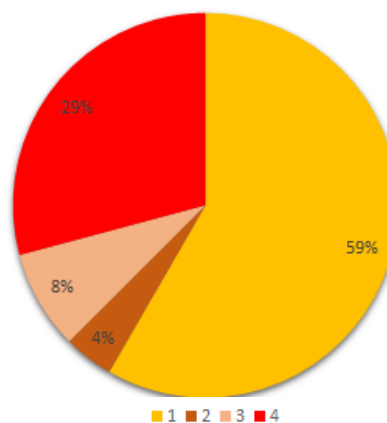
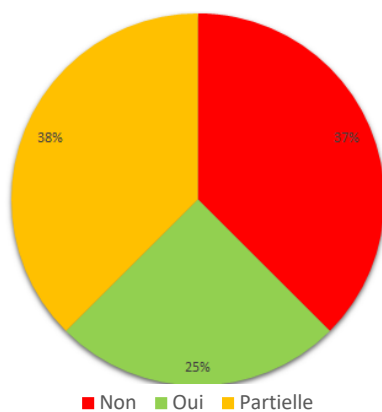
4.3.17 Balesmes



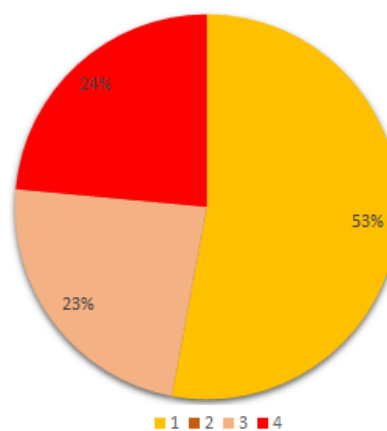
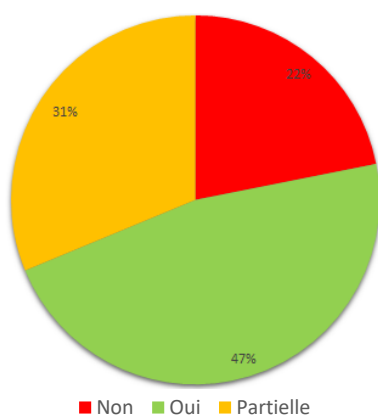
4.3.18 Savoyeux



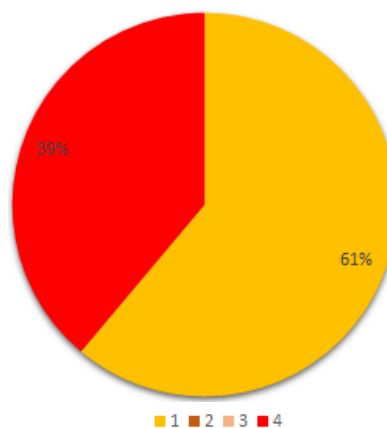
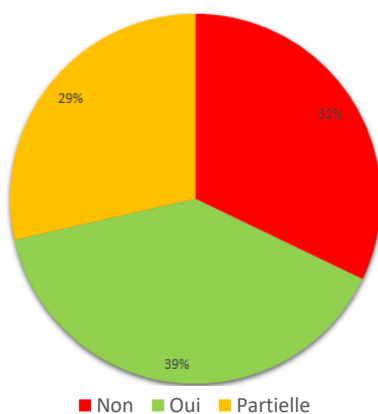
4.3.19 Saint-Albin



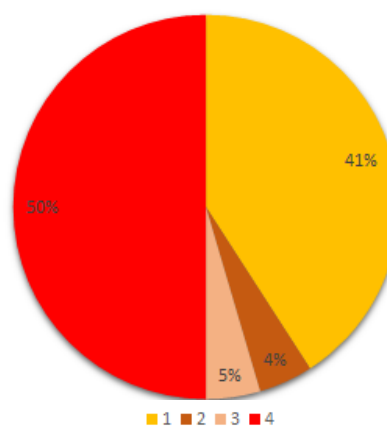
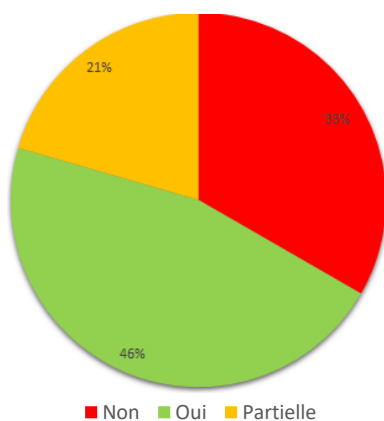
4.3.20 Tarragnoz



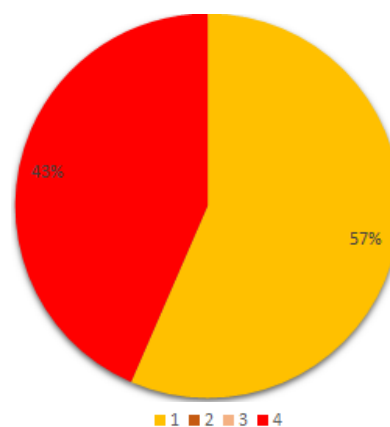
4.3.21 Thoraie



4.3.22 Pouilly-en-Auxois



4.3.23 Malpas



5. Récapitulatif et estimation des études complémentaires proposées

Etudes proposées	Estimation financière (€ HT)	Compléments d'informations
Analyse de risque	20 000€ à 50 000€ (Par Tunnel)	Le montant associé à ces analyses de risques peut varier selon le nombre de tunnels concernés. Dans le cas où VNF déciderait de passer un accord-cadre pour la réalisation de ces analyses de risques à l'échelle nationale, cela aurait pour conséquence de diminuer le coût unitaire de ces dernières. En effet, cela permettrait de mutualiser de nombreuses dépenses (rédaction d'un seul programme, rémunération d'un seul titulaire, mutualisation de l'implication des équipes de production, etc ...). Pour VNF, les études produites seraient également plus homogènes qu'en passant par plusieurs prestations séparées.
Etude de programmation du renouvellement des caméras de vidéosurveillance	10 000€ à 30 000€	L'estimation du montant de cette étude peut varier également selon le nombre de tunnels concernés. En effet, la réalisation d'une opération à l'échelle nationale pourrait permettre de faire des économies d'échelle. Cela aurait pour avantage d'homogénéiser les équipements à prescrire et mettre en place et d'optimiser les futurs coûts de maintenance (matériel de rechange, procédure de maintenance). L'analyse de l'architecture et des positions types à surveiller d'un tunnel à l'autre serait également partagées pour tous les tunnels.
Etude du renouvellement de l'éclairage normal et de sécurité	5 000€ à 10 000€	Les économies à réaliser sont identiques à celles décrites pour l'étude programmation du renouvellement des caméras de vidéosurveillance ci-dessus.
Assistance à la rédaction des documents d'exploitation	5 000€ à 10 000€ (Par Tunnel)	L'exploitant pourra se faire assister pour la rédaction des consignes courantes d'exploitation. Le prix varie en fonction du nombre de consignes à rédiger. Une optimisation peut également être réalisée en mutualisant cette mission à l'échelle territoriale ou nationale.

Assistance à la rédaction du Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS)	5 000€ à 15 000€ (Par Tunnel)	L'exploitant pourra se faire assister pour la rédaction du PIS. Ce prix intègre les échanges et réunions avec les différents intervenants. Une économie de prix peut être réalisée en mutualisant la rédaction des PIS pour plusieurs ouvrages dépendants du même exploitant et des mêmes services de secours.
Etude de désenfumage pour des incendies de 30 et 100MW	15 000€ à 25 000€ (Par Tunnel)	Cette étude inclut deux modélisations 3D d'incendie d'une puissance de 30 et 100 MW. Elles permettent de vérifier les conditions d'ambiance en cas d'incendie dans le tunnel selon un jeu d'hypothèses discutées et validées avec l'exploitant et éventuellement les services de secours.
Etude de la qualité de l'air en tunnel	10 000€ à 30 000€ (Par Tunnel)	Cette étude consiste à évaluer la qualité de l'air dans le tunnel sur la base des conditions météorologiques issues d'une station météo France proche du tunnel et des données d'émission des polluants des bateaux. Cette étude peut inclure une campagne de mesures sur site justifiant les variations de prix possible pour cette mission.
Etude de faisabilité pour l'amélioration de l'exploitation liée au système d'écrêtage de crue (Saint-Maur)	10 000€ à 15 000€	Cette étude vise à déterminer les solutions permettant d'améliorer l'exploitation liée au système d'écrêtage de crue afin de garantir la sécurité lors de fortes crues.
Programme lié à la logique d'exploitation et l'intégration des ouvrages dans un projet de Téléconduite (Chalifert et Revin)	10 000€	Cette étude de programmation a pour but de définir la logique d'exploitation souhaitée par VNF pour les groupes d'ouvrages concernés et de définir les choix techniques à mettre en œuvre pour le déploiement d'une Téléconduite sécurisée.
Etude de la mise en place de PMV aux abords des ouvrages	5 000€ à 10 000€	Cette étude consiste en la définition des emplacements des PMV et le choix du matériel et des messages à diffuser.

Les montants cités ci-dessus et détaillés par classe de tunnel dans le récapitulatif des études complémentaires en annexe sont donnés purement à titre indicatif. L'objectif est de fournir à VNF une enveloppe estimée des études complémentaires envisageables. Les chiffrages présentés sont d'un niveau diagnostic et ne font l'objet d'aucun engagement de la part de Setec. Il est à noter qu'une évolution de ces montants pourraient être amenée par :

- **des économies d'échelles : certains sujets récurrents (analyses de risques...) pourraient être abordés de manière globale au niveau du siège de VNF, et non pas tunnel par tunnel au niveau des DT.**
- **Les spécificités de certains tunnels (grande longueur, absence de banquettes, situation géographique/topographique complexe...).**

Une analyse plus détaillée, ainsi qu'une première définition de la stratégie d'achats et de déploiement de VNF, pourraient permettre d'affiner ce chiffrage.

6. Conclusion

VNF a souhaité aborder cette opération de manière globale à l'échelle des 23 tunnels en prenant en compte le FRT. Cette décision démontre une volonté de projection sur le long terme et de maîtrise des enjeux liés à ses ouvrages. Les conclusions tirées de cette étude pourront apporter à VNF une aide importante à la décision stratégique, tant d'un point de vue technique et budgétaire que d'un point de vue de l'exploitation et de la maintenance.

Le diagnostic du niveau de sécurité existant des tunnels a permis de mettre en évidence des non-conformités liées à la sécurité des usagers. En effet, comme les diagrammes présentés au chapitre 4 le suggèrent, l'état global des tunnels dans certains cas pourrait remettre en cause une exploitation sécuritaire au regard des recommandations du FRT.

Les dispositions proposées dans le présent mémoire et les fiches de diagnostic concernent aussi bien les aspects de prévention des incidents et accidents que les aspects correctifs et d'évacuation des personnes présentes dans les ouvrages. L'enjeu de la sécurité doit être étudié à travers différentes mesures permettant une prévention des risques via une navigation contrôlée, fluide et maîtrisée par VNF, notamment par la mise en œuvre des dispositifs fiables permettant la gestion des flux, des interdistances, des cadencements ou encore du suivi des bateaux.

Les études complémentaires proposées dans ce document ont pour but de permettre un large choix dans la prise de décision de VNF ainsi qu'une flexibilité certaine du planning de réalisation des futures opérations de mise en sécurité. À noter que ces études visent à s'intégrer dans une réflexion globale (investissement, exploitation, maintenance) sur le moyen et long terme.

Dans le cadre des réflexions, il faudra examiner l'opportunité de mettre en œuvre des dispositions correctives permettant de se conformer au FRT, au regard des contraintes techniques et financières et du souhait du personnel VNF en charge de l'exploitation des tunnels.

Concernant la maintenance, les résultats des études complémentaires vont probablement engendrer la mise en place d'un nombre important de nouveaux équipements nécessitant, de fait, une augmentation significative des moyens techniques et humains. L'objectif à rechercher en la matière reste la limitation et la facilitation des interventions, tant préventives que curatives. Nous avons jugé important que cet aspect soit intégré dans les réflexions ici présentées.

Le sujet de la formation des agents de VNF est également très important et à ne pas négliger, car il est la clé de la maintenabilité dans le temps des installations. Cela a fait l'objet de nombreuses demandes du personnel VNF sur site.