

**Bilan global du MGA 2017-2021
(Stratégie de pérennité et de maintenance)
Suivi de la décision D-2021-123**

Table des matières

1	Mise en contexte	5
1.1	Processus de prévision du taux de risque (Ligne du temps).....	6
1.2	Les stratégies de pérennité et de maintenance.....	7
1.3	Évolution vers un modèle de gestion des actifs combinant maintenance et pérennité	7
2	Modèle de gestion des actifs	8
2.1	Cote de probabilité : Axe probabilité.....	9
2.1.1	Dégradation et probabilité en maintenance (par spécialité).....	9
2.1.2	Vieillessement et probabilité en pérennité (par spécialité).....	9
2.1.3	Cote d'impact : Axe impact (par spécialité).....	9
2.1.4	Risque en pérennité vs risque en maintenance.....	10
2.1.5	Taux de risque en pérennité et en maintenance en électrique	10
2.1.6	Évaluation du niveau d'intervention requis	10
2.1.7	Stratégie de gestion des actifs retenue	11
3	Suivi et poursuite des stratégies	13
3.1	Suivi de la stratégie	13
3.1.1	Suivi des ressources dédiées à la maintenance préventive et corrective.....	13
3.1.2	Suivi des indisponibilités forcées.....	17
3.1.3	Suivi du taux de risque en maintenance conditionnelle appareillage électrique	21
3.1.4	Autres suivis	24
3.2	Poursuite de la stratégie.....	28
4	Conclusion	29

Table des figures

Figure 1	Ligne du temps	6
Figure 2	Évolution à long terme prévue du risque en pérennité.....	8
Figure 3	Évolution du taux de risque en pérennité et en maintenance conditionnelle (« MCON »)	13
Figure 4	Hausse des heures de maintenance requises en fonction de la durée de vie	14
Figure 5	Évolution des actifs électriques ayant atteint 50 %.....	15
Figure 6	Maintenance annuelle mesurée et projetée en heures.....	17
Figure 7	IF - Projection comparée au mesuré.....	18
Figure 8	Indisponibilités forcées par type d'emplacement d'exploitation.....	19
Figure 9	Indisponibilités forcées par type d'emplacement d'exploitation.....	19
Figure 10	Écart des IF par rapport à 2017 par famille.....	20
Figure 11	Répartition des causes pour les emplacements majeurs.....	21
Figure 12	Évolution du taux de risque en maintenance – Appareillage électrique.....	22
Figure 13	Proportion relative de chaque famille dans le taux de risque total en maintenance (MESURÉ au 31 décembre 2017 à 2021)	23
Figure 14	Proportion relative de chaque famille dans le taux de risque total en maintenance (SIMULÉ 2017 à 2021)	24
Figure 15	Évolution en hectare des modes d'intervention.....	26
Figure 16	Évolution de la superficie couverte par les ZAL depuis 2017 (Km2).....	27

Table des tableaux

Tableau 1	Modèles et outils qui composent le MGA.....	11
-----------	---	----

Tableau 2	Ressources dédiées à la maintenance préventive et corrective projetées.....	16
Tableau 3	Ressources dédiées à la maintenance préventive et corrective mesurées.....	16
Tableau 4	Réalisation du programme MALT (en nombre de poste)	28

1 Mise en contexte

1 En suivi de la décision D-2021-123¹, le Transporteur dépose son bilan global du Modèle de
2 gestion des actifs (stratégie de pérennité et stratégie de maintenance). Il rappelle que le bilan
3 sur sa stratégie de gestion de la pérennité a été déposé dans le dossier R-4140-2020².

4 Comme annoncé en 2016³, depuis 2008 le Transporteur considère important de continuer
5 ses efforts en investissant (pérennité) de façon à maintenir la fiabilité de son réseau tout en
6 acceptant une hausse contrôlée de l'âge moyen des actifs. Cette augmentation de l'âge
7 moyen résulte en une dégradation des actifs qui impose de surveiller leur état et de poser les
8 actions requises afin d'éviter une baisse de performance du réseau.

9 Par ailleurs, le Transporteur rappelle que l'usage normal et l'âge affectent l'état d'un actif, d'où
10 l'implantation conjointe de la stratégie de pérennité et de maintenance. Un juste équilibre
11 entre des interventions de maintenance et d'investissements permet d'intervenir au moindre
12 coût et au moment opportun sur la durée de vie de l'actif pour prévenir la défaillance d'un actif
13 ainsi que les effets néfastes qu'elle entraîne sur la sécurité, la fiabilité et la disponibilité des
14 actifs.

15 Depuis 2010, le suivi des indisponibilités forcées (« IF ») sur le réseau de transport montre
16 une hausse de 34 % entre 2010 et 2015. Le niveau de ressources actuellement dévolues à
17 la maintenance doit être maintenu afin de continuer à maîtriser la dégradation des actifs.
18 L'objectif annoncé en 2016 est de contrôler la hausse des IF et de revenir, d'ici une dizaine
19 d'années (2025), vers un nombre d'IF comparable à celui prévalant avant 2015.

20 Dans le dossier tarifaire 2017, le Transporteur a demandé des budgets de maintenance
21 supplémentaires visant à limiter l'évolution des IF. Il démontre que seuls les scénarios
22 impliquant une hausse de la maintenance permettent de contrôler rapidement le risque de
23 maintenance et, du coup, l'évolution des IF⁴.

24 Dans le dossier tarifaire 2018, une analyse coûts-bénéfice de la maintenance additionnelle
25 déposée à la Régie démontrait que les bénéfices économiques dépassent les coûts de la
26 maintenance additionnelle.

27 Dans le dossier tarifaire 2019, le Transporteur constatait ne pas être en mesure de réaliser
28 100 % de sa stratégie de maintenance adaptée en 2017. En effet, la perturbation grandissante
29 qu'entraîne la hausse des IF sur le réseau de transport fait en sorte que plus d'efforts sont
30 requis pour contrôler les conséquences des défaillances, au prix d'une inefficience à la fois
31 au niveau des opérations et des coûts.

¹ D-2021-123, [paragraphe 31](#).

² D-2020-020, [paragraphe 153](#).

³ R-3981-2016, B-0009, HQT-3, Document 1.1, [page 3](#).

⁴ R-3981-2016, B-0009, HQT-3, Document 1.1, [page 4](#).

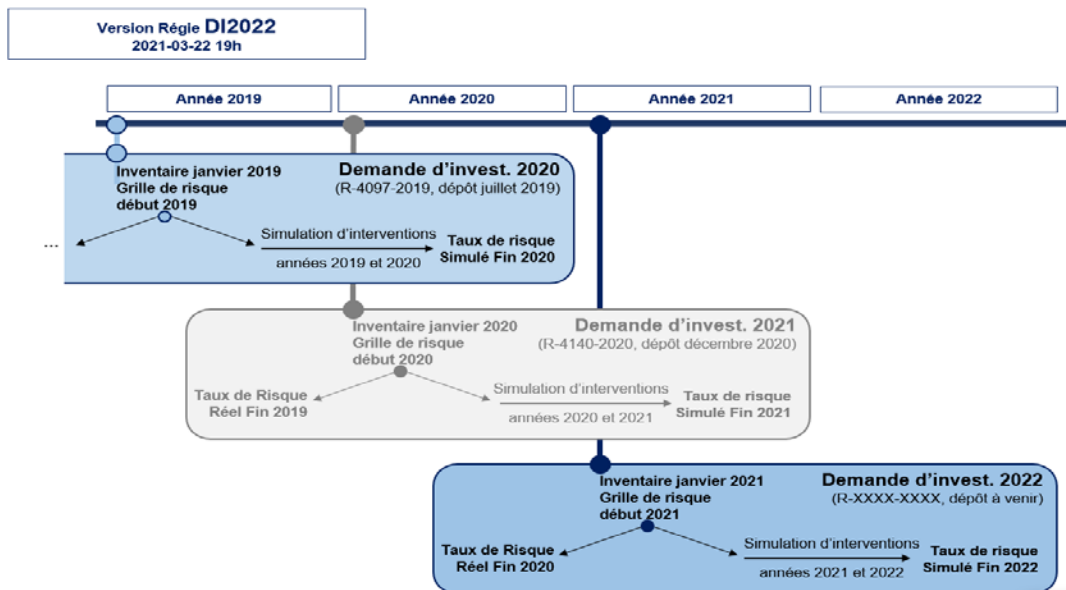
1.1 Processus de prévision du taux de risque (Ligne du temps)

1 Le Transporteur effectue des prévisions annuelles de taux de risque pour la fin d'année visée
 2 par une demande tarifaire. Comme cette demande est déposée en juillet de l'année
 3 précédente, le Transporteur doit utiliser les données réelles du début de l'année précédente
 4 comme point de départ pour ses projections. Par conséquent, il existe un délai de 2 années
 5 entre les données connues au moment de déposer la demande tarifaire et les résultats
 6 mesurés.

7 Par exemple, la demande tarifaire 2019 présente les projections pour la fin de l'année 2019.
 8 Ces projections ont été simulées en début de 2018, utilisant comme base les données réelles
 9 de 2017 et moins. Ainsi, les données réelles connues en janvier 2018 ont été utilisées afin de
 10 projeter les interventions en maintenance des années 2018 et 2019, et donc de présenter les
 11 prévisions de taux de risque dans la demande tarifaire de 2019.

12 La figure⁵ ci-dessous présente la ligne du temps du processus de prévision du taux de risque
 13 de la demande du budget des investissements annuels. Le Transporteur constate que la
 14 valeur du «taux de risque simulé fin 2020» a été déposée dans la demande du budget des
 15 investissements annuels 2020 alors que la valeur «taux de risque réel fin 2020» a été déposée
 16 dans la demande du budget des investissements annuels 2022. Le même principe s'applique
 17 à chaque demande tarifaire.

Figure 1
Ligne du temps



⁵ R-4140-2020, B-0014, HQT-3, Document 1.1, [page 15](#).

1.2 Les stratégies de pérennité et de maintenance

1 La majorité des actifs du réseau de transport d'électricité ont atteint la deuxième moitié de
2 leur vie utile. Pour stabiliser l'âge moyen du parc, le Transporteur a évalué différents scénarios
3 afin d'estimer le niveau requis d'investissement. En 2008, il adopte une stratégie de gestion
4 de la pérennité⁶ des actifs visant à contrôler le vieillissement de son réseau, tout en limitant
5 les investissements à un niveau acceptable. La stratégie repose sur la gestion des risques,
6 en fonction de la probabilité de défaillance des équipements et de l'impact de ces défaillances
7 éventuelles sur le réseau. Elle permet d'identifier les interventions prioritaires à la lumière de
8 ce risque et d'utiliser de façon optimale les ressources humaines et financières. Il faut noter
9 que la hausse contrôlée de l'âge moyen du parc entraîne des effets importants sur la
10 maintenance requise. L'effort de maintenance augmente dans la seconde moitié de la durée
11 de vie. Il s'agit donc d'un bon indice de la quantité de maintenance requise pour maintenir la
12 fiabilité.

13 En 2009, le Transporteur décide de faire évoluer sa stratégie de maintenance⁷ afin d'assurer
14 la disponibilité et la fiabilité des équipements, tout en optimisant les coûts. La stratégie repose
15 sur la gestion de risque en maintenance en s'appuyant sur l'élaboration des critères d'impact
16 et de probabilité d'occurrence.

1.3 Évolution vers un modèle de gestion des actifs combinant maintenance et pérennité

17 Pour mieux contrôler l'augmentation de l'âge moyen du parc et plus particulièrement son
18 impact potentiel sur la sécurité, la fiabilité et la disponibilité du réseau, le Transporteur a
19 présenté en 2016 son arrimage fait en 2013 entre la stratégie de gestion de la pérennité des
20 actifs et la stratégie de maintenance adaptée pour en faire un modèle complet de gestion des
21 actifs qui vise à poser le meilleur geste au moment opportun et au meilleur coût.

22 En 2013, le Transporteur documentait l'évolution de sa démarche⁸:

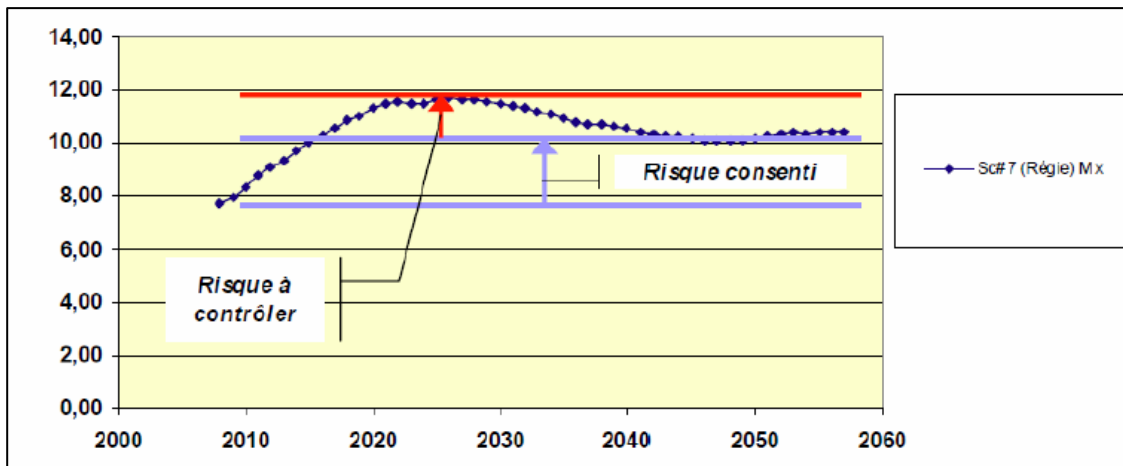
23 « [...] le Transporteur a poursuivi, en 2011 et 2012, ses efforts d'amélioration de ses stratégies
24 de pérennité et de maintenance, dans le but de continuer à maintenir ce taux de risque à
25 l'intérieur d'une marge acceptable et à le contrôler. La figure 2 présente l'évolution prévue du
26 taux de risque (en pérennité). Pour le Transporteur, il s'agit d'adapter et d'optimiser ses façons
27 de faire, tant aux investissements qu'en maintenance, pour gérer au mieux ce risque
28 grandissant tout en contrôlant l'évolution de ses coûts dans ce contexte exigeant.

⁶ R-3670-2008, HQT-2, Document 1, [page 17](#).

⁷ R-3706-2009, HQT-3, Document 1 [page 25 ss.](#)

⁸ R-3823-2012, C-HQT-0021, HQT-3, Document 1, [page 17](#).

Figure 2⁹
Évolution à long terme prévue du risque en pérennité



1 Le Transporteur fait donc évoluer ces deux stratégies (maintenance et pérennité) vers une
 2 stratégie intégrée, suivant un modèle de gestion d'actifs (« MGA ») portant sur la durée de vie
 3 totale de ceux-ci. Il s'agit de déterminer l'intervention la plus appropriée compte tenu de l'état
 4 de l'actif individuel et de l'ensemble du parc, du niveau de fiabilité à assurer, de la capacité
 5 de réalisation et des coûts en résultant. Par le déploiement de ce modèle, le Transporteur
 6 poursuit un objectif d'optimisation de ses activités d'investissement et de maintenance, en
 7 systématisant l'arbitrage entre celles-ci. Cet arbitrage consiste à comparer les options de
 8 remplacement des composantes majeures et de réalisation d'interventions ciblées et de
 9 réhabilitation, afin de limiter la probabilité de défaillance complète de l'équipement, et de faire
 10 le choix le plus avantageux.

2 Modèle de gestion des actifs

11 Le MGA est appuyé par une approche de gestion du risque traduisant les concepts et
 12 principes de dégradation, de vieillissement et l'effet des défaillances¹⁰. Parmi toutes les
 13 conséquences des défaillances, le nombre d'occurrences d'IF a été considéré comme un bon
 14 indicateur de l'état des actifs. Cependant, la vulnérabilité grandissante qu'entraîne la hausse
 15 du nombre d'IF sur le réseau du Transporteur fait en sorte que des efforts en continu sont
 16 requis pour contrôler les risques liés aux défaillances. Le principal moyen de mitigation dont
 17 dispose le Transporteur pour contrôler ces risques est la prévention des défaillances par la
 18 réalisation de maintenance préventive.

19 Le MGA permet de quantifier la probabilité et les impacts des défaillances éventuelles par
 20 une mesure de risque qui évolue selon la dégradation de l'état (risque de maintenance) et le

⁹ R-3670-2008, HQT-2, Document 1, [page 89](#)

¹⁰ R-3981-2016, [B-0009](#), HQT-3, Document 1.1.

1 vieillissement (risque en pérennité) de l'actif. Le risque d'une défaillance est quantifié par le
2 produit de deux grands paramètres : la cote de probabilité d'une défaillance et la cote
3 d'impact.

4 $\text{Risque} = \text{cote de probabilité} \times \text{cote d'impact}$

5 Le MGA permet également de mesurer l'effet des interventions de maintenance et de
6 remplacement sur ces risques et de quantifier les ressources requises. Il permet d'évaluer au
7 fil du temps l'interaction entre les actions de maintenance et les investissements en maintien
8 des actifs.

2.1 Cote de probabilité : Axe probabilité

2.1.1 Dégradation et probabilité en maintenance (par spécialité)

9 La dégradation décrit l'état des pires composants d'un actif, elle s'accélère avec
10 l'augmentation de l'âge et de l'utilisation d'un actif.

11 La probabilité en maintenance indique à quel point il est probable qu'un problème donné sur
12 un appareil entraîne la défaillance et l'indisponibilité forcée de l'équipement. Lorsqu'une
13 défaillance partielle est détectée lors d'un entretien systématique, un avis de maintenance
14 conditionnelle est créé. Chacun de ces avis indique le composant affecté et la nature du
15 problème. Une cote estimée de probabilité en maintenance de 1 à 9 est attribuée
16 automatiquement à l'avis selon l'importance du composant et la gravité potentielle du
17 problème, la cote 9 étant la défaillance la plus probable.

2.1.2 Vieillessement et probabilité en pérennité (par spécialité)

18 Le vieillissement se caractérise par l'accélération de la dégradation des composants en fin de
19 vie utile, laquelle rend la maintenance préventive de plus en plus fréquente et l'actif de moins
20 en moins opérationnel. Il survient un moment où le remplacement préventif de l'actif devient
21 graduellement la meilleure solution pour contrôler la fiabilité.

22 La cote de probabilité en pérennité indique à quel point il est probable que survienne un bris
23 majeur et ainsi la fin de vie d'un actif.

24 La probabilité en pérennité est exprimée par une cote de 1 à 9, la cote 9 étant la défaillance
25 la plus probable. La probabilité en pérennité est exprimée pour chaque actif.

2.1.3 Cote d'impact : Axe impact (par spécialité)

26 Chaque mode de défaillance entraîne des effets indésirables pouvant occasionner des
27 conséquences pour les personnes, les clients, les actifs, l'environnement et l'entreprise. La
28 cote d'impact mesure la criticité de ces effets indésirables (axe impact) pour chacun des actifs.

1 L'impact de la défaillance en appareillage, qui est indépendant de l'âge ou de l'usure d'un
2 actif, est déterminé par l'établissement de cinq cotes d'impact pondérées¹¹ :

- 3 • Impact sur le réseau et la clientèle (40 %)
- 4 • Impact sur le fonctionnement du poste (20 %)
- 5 • Impact sur la sécurité du public ou du personnel (20 %)
- 6 • Impact sur l'environnement (10 %)
- 7 • Impact sur les coûts collatéraux (10 %)

8 La cote d'impact de l'actif est utilisée autant pour le calcul du risque en pérennité que pour le
9 calcul du risque en maintenance.

10 Le Transporteur a présenté un exemple de calcul de l'établissement d'un niveau d'impact de
11 «7» pour un disjoncteur pneumatique de type DFLK 230 KV dans le dossier R-4140-2020¹².

2.1.4 Risque en pérennité vs risque en maintenance

12 Le risque en pérennité est calculé pour chaque actif à partir de la cote de probabilité en
13 pérennité de l'actif (probabilité de fin de vie), tandis qu'en maintenance, le risque est calculé
14 pour chaque défaillance partielle (chaque avis en maintenance conditionnelle).

2.1.5 Taux de risque en pérennité et en maintenance en électrique

15 Le taux de risque permet d'évaluer l'évolution réelle du risque d'un groupe d'actifs électriques,
16 de le comparer aux prévisions et d'une année à l'autre. Ceci afin de suivre l'efficacité des
17 stratégies à contrôler, soit le niveau de risque des actifs tant en pérennité qu'en maintenance.

18 Le taux de risque est calculé en cumulant l'ensemble des risques individuels des équipements
19 ayant un risque supérieur ou égal à 20. Par la suite, il divise cette somme par le nombre total
20 d'actifs dans le groupe analysé.

2.1.6 Évaluation du niveau d'intervention requis

21 Le Transporteur rappelle que le MGA priorise et équilibre les besoins d'interventions pour
22 atteindre les objectifs stratégiques du Transporteur et quantifie les ressources requises en
23 coûts, en heures de main-d'œuvre, tout en distinguant les interventions en maintenance et en
24 pérennité.

25 Afin d'atteindre ces objectifs, il est nécessaire de déterminer les stratégies d'interventions par
26 famille à appliquer à chaque actif du Transporteur basé sur la modélisation et les intrants non

¹¹ R-3670-2008, HQT-2, Document 1, [page 47](#).

¹² R-4140-2020, B-0027, HQT3, Document 3.2, réponse à la DDR 2, [page 8 à 10](#).

- 1 simulés et être en mesure d'analyser l'effet d'ensemble sur le parc d'actifs (ordre de priorité
 2 des interventions, maîtrise de l'évolution du risque à long terme, etc.).
- 3 Le MGA combine plusieurs stratégies appuyées par plusieurs modèles, afin d'établir le niveau
 4 d'interventions requis en maintenance et en pérennité, comme présenté au tableau suivant¹³ :

Tableau 1
Modèles et outils qui composent le MGA

Inventaire	Évolution des actifs	Simulateur	Contraintes	Validations et ajustements
Inventaire des actifs	Modèle de risque	Arbres d'expertise décisionnelle	Modèle de capacité financière	Intrants non-simulés
Registre des immobilisations	Indicateurs d'état	Simulateur Monte-Carlo	Modèle de capacité de main-d'œuvre	Validations des résultats
	Modèle de ressources		Ajustement selon le scénario	

2.1.7 Stratégie de gestion des actifs retenue

- 5 En lien avec sa stratégie de pérennité, le Transporteur avait analysé plusieurs scénarios (6)¹⁴
 6 afin d'adapter le niveau de maintenance à l'âge de ses actifs.
- 7 Plusieurs scénarios combinant divers niveaux de remplacements en pérennité et en
 8 maintenance préventive ont été étudiés afin d'identifier le niveau d'intervention permettant de
 9 maintenir la sécurité, la fiabilité et la disponibilité du réseau au moindre coût.
- 10 Le Transporteur a eu recours à la méthodologie recommandée par le CIRANO¹⁵ en 2008 pour
 11 l'analyse « coûts / bénéfiques » des approches étudiées. Cette méthodologie mesure le
 12 rendement des différents scénarios par rapport aux risques et aux coûts.
- 13 Le Transporteur a utilisé les critères d'analyse ayant trait aux risques de pérennité
 14 (vieillesse) et de maintenance (dégradation) pour mesurer les bénéfices en termes de
 15 gestion des risques. D'autre part, il a utilisé les critères d'analyse ayant trait à l'impact sur les
 16 revenus, les charges d'exploitation dédiées à la maintenance et les investissements en
 17 maintien des actifs pour mesurer les coûts des approches étudiées. L'objectif étant de retenir
 18 le scénario qui apporte le plus de gains en terme de réduction des risques au moindre coût.

¹³ R-3981-2016, B-0009, HQT-3, Document 1.1, [page 48](#).

¹⁴ R-3981-2016, B-0009, HQT-3, Document 1.1, [section 5](#).

¹⁵ R-3670-2008, HQT-2 document 1, [page 97](#) et ss.

1 Au regard du résultat de l'analyse comparative tant au niveau des risques de pérennité et de
2 maintenance, ainsi que de l'impact à la marge sur les revenus requis, le Transporteur a retenu
3 le scénario de maintenance adaptée (scénario D)¹⁶.

4 Ce scénario qui prévoit un accroissement de la maintenance à partir de l'année 2017,
5 combinée à un rythme de pérennité conforme à la stratégie de pérennité, permet de contrôler
6 l'évolution du risque de pérennité et de maintenance à des coûts raisonnables, lorsque
7 comparé à la situation de 2016.

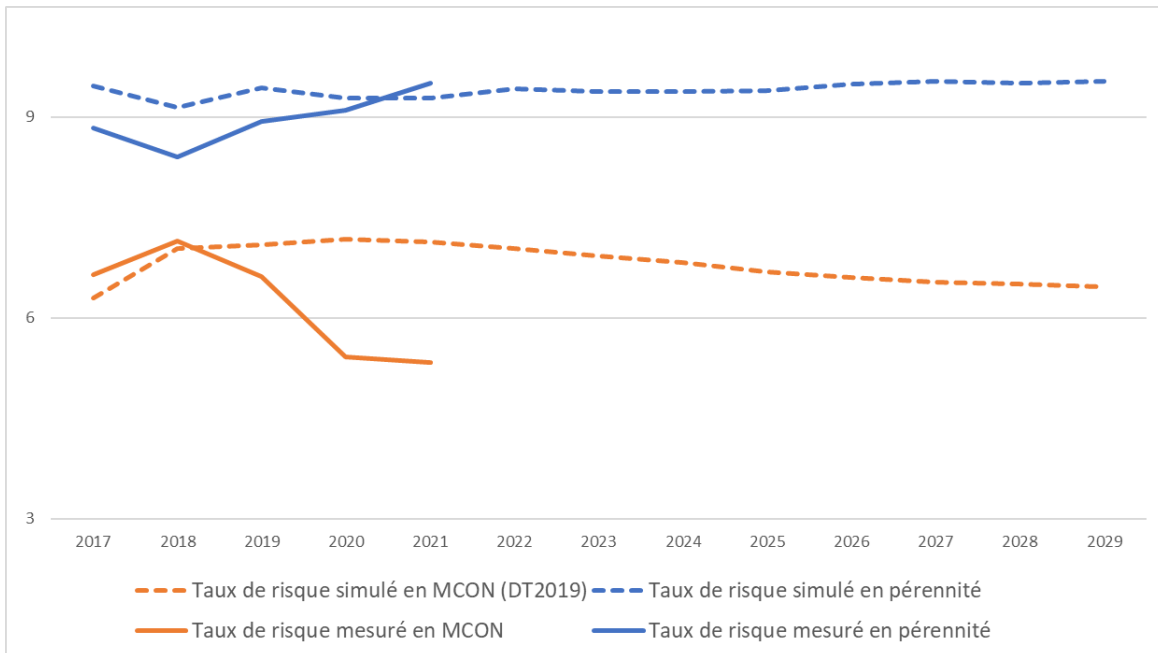
8 Le scénario de maintenance adaptée met en relation :

- 9 • le vieillissement contrôlé du parc d'actifs du Transporteur conformément à la
10 stratégie de pérennité adoptée en 2008, lequel est mesuré par le taux de risque en
11 pérennité ;
- 12 • la dégradation accélérée des équipements en raison de l'accroissement de l'âge
13 moyen des actifs, laquelle est mesurée par le taux de risque en maintenance ;
- 14 • un détournement du budget de la maintenance préventive vers la maintenance
15 corrective ;
- 16 • l'effet d'entraînement possible (effet de « spirale ») ;
- 17 • l'accroissement important des indisponibilités forcées (« IF ») attribué à cette
18 dégradation supplémentaire ;
- 19 • une prévision d'une période transitoire de hausse des IF basée sur la corrélation
20 entre le taux de risque en maintenance et les IF, ainsi que les résultats de simulation;
- 21 • l'atteinte de la limite des mesures compensatoires pour maintenir la fiabilité,
22 disponibilité et la sécurité du réseau

23 Le scénario de maintenance adaptée permet d'effectuer la maintenance des équipements,
24 pour contrôler l'évolution des risques en pérennité et en maintenance. La figure 3 présente
25 l'évolution du taux de risque en pérennité et en maintenance conditionnelle.

¹⁶ R-3981-2016, B,0009, HQT-3 document 1.1, [section 5](#).

Figure 3
Évolution du taux de risque en pérennité et en maintenance conditionnelle (« MCON »)



3 Suivi et poursuite des stratégies

3.1 Suivi de la stratégie

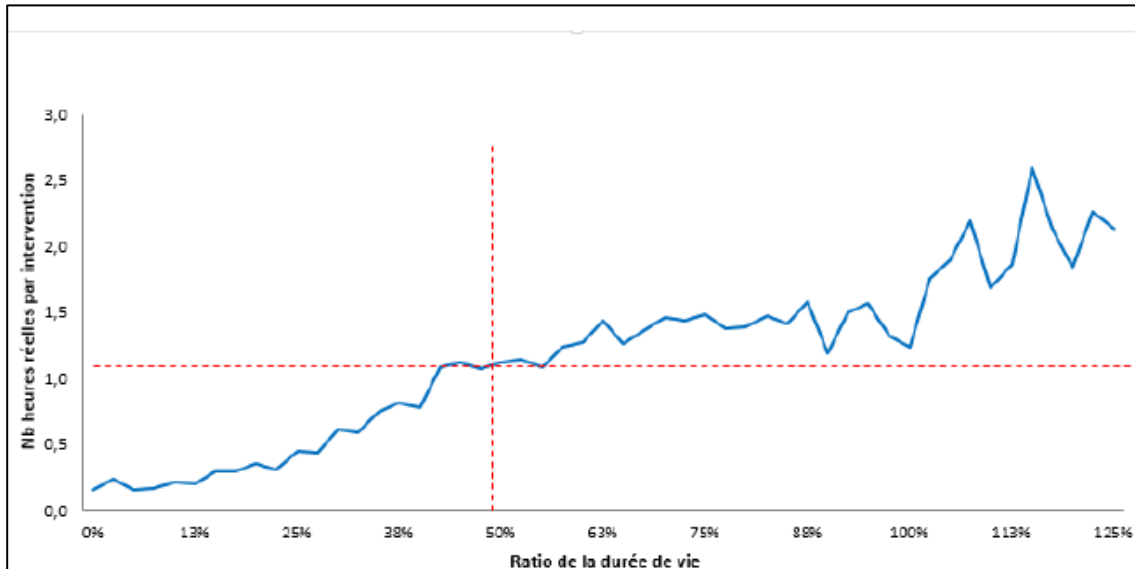
1 Dans cette section, le Transporteur présente les trois indicateurs de performance et d'autres
 2 éléments suivis qui lui permettent d'effectuer un suivi adéquat de sa stratégie de maintenance.
 3 Il rappelle que l'évolution de sa stratégie s'adapte en fonction de la vigie de ces indicateurs :
 4 les ressources dédiées à la maintenance, les indisponibilités forcées, le taux de risque en
 5 maintenance conditionnelle ainsi que le taux de risque en pérennité.

3.1.1 *Suivi des ressources dédiées à la maintenance préventive et corrective*

6 La stratégie de pérennité, qui prévoit une hausse contrôlée de l'âge du parc, entraîne une
 7 hausse de la maintenance requise en fonction de la durée de vie, permettant ainsi de contrôler
 8 le rythme du vieillissement des actifs.

- 1 La Figure 4¹⁷ présente la hausse des heures de maintenance requises en fonction de la durée
- 2 de vie.

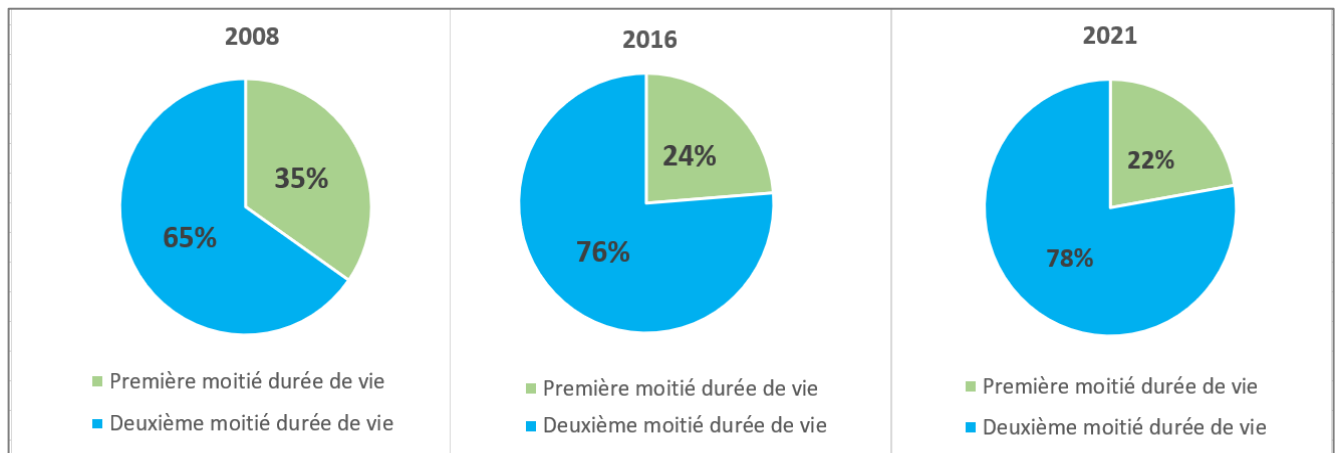
Figure 4
Hausse des heures de maintenance requises en fonction de la durée de vie



- 3 Le Transporteur y constate que les heures de maintenance requises augmentent au-delà de
- 4 la seconde moitié de la durée de vie de l'actif, ce qui représente un bon indice de la hausse
- 5 de maintenance requise pour maintenir la fiabilité.
- 6 La Figure 5 présente l'évolution des actifs électriques ayant atteint 50 % de durée de vie utile
- 7 et plus, excluant la croissance.

¹⁷ R-3981-2016, B-0009, HQT 3, Document 1.1, [page 12](#).

Figure 5
Évolution des actifs électriques ayant atteint 50 %
de durée de vie utile et plus excluant la croissance



1 Le Transporteur constate un ralentissement de la hausse de la proportion des actifs ayant
 2 atteint plus de 50 % de durée de vie. Cette hausse suit l'objectif du Transporteur de laisser
 3 vieillir le parc d'actifs et de réaliser sa stratégie de maintenance adaptée. Le ralentissement
 4 de cette hausse s'explique par la démographie du parc et la hausse importante, mais
 5 graduelle des investissements entre 2008 et 2016. Le niveau d'investissements atteint depuis
 6 2016 permet une prise en charge pour un grand volume d'actifs d'appareillage électrique mis
 7 en service dans les années 1970 et 1980 et qui nécessite simultanément des investissements
 8 en maintien des actifs.

9 Il est possible d'observer une augmentation de 11 % et de 13 % respectivement pour les
 10 années 2016 et 2021 par rapport à l'année de référence 2008 des actifs étant dans leur 2^e
 11 moitié de durée de vie utile. Cette tendance suit la stratégie de maintenance adaptée du
 12 Transporteur qui consiste à laisser vieillir le parc d'actifs électriques et intervenir au moment
 13 opportun (scénario D¹⁸).

14 Les tableaux¹⁹ 2 et 3 présentent les valeurs projetées et réelles des ressources dédiées à la
 15 maintenance préventive et corrective.

¹⁸ R-4058-2018, B-0008, HQT-3, Document 1.1, [page 7](#).

¹⁹ R-4058-2018, B-0055, HQT-13, Document 1.1, réponse à la DDR 3.2, [page 13](#).

Tableau 2
Ressources dédiées à la maintenance préventive et corrective projetées

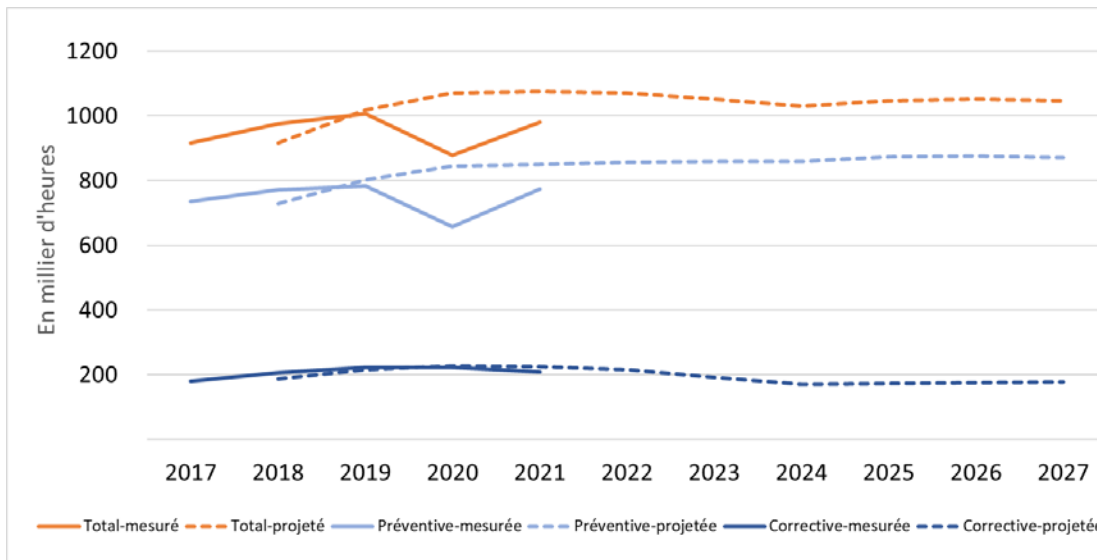
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Maintenance préventive										
(en milliers d'heures)	729	802	844	849	856	859	860	872	876	870
%	79%	79%	79%	79%	80%	82%	83%	83%	83%	83%
Maintenance corrective										
(en milliers d'heures)	188	215	226	226	215	191	170	173	175	177
%	21%	21%	21%	21%	20%	18%	17%	17%	17%	17%
Total des heures (en milliers)	917	1017	1070	1075	1071	1050	1030	1045	1051	1047

Tableau 3
Ressources dédiées à la maintenance préventive et corrective mesurées

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Maintenance préventive											
(en milliers d'heures)	670	703	667	655	629	625	734	771	783	656	773
%	88%	86%	88%	83%	83%	81%	80%	79%	78%	75%	79%
Maintenance corrective											
(en milliers d'heures)	91	112	89	130	132	146	181	205	222	222	208
%	12%	14%	12%	17%	17%	19%	20%	21%	22%	25%	21%
Total des heures (en milliers)	761	815	756	785	761	771	915	975	1005	878	981

1 La Figure 6 présente la maintenance annuelle mesurée et projetée en heures. Elle reprend
 2 les ressources dédiées à la maintenance préventive et corrective projetées, présentées dans
 3 le dossier tarifaire 2019²⁰, accompagnées des résultats réels pour la période 2017-2021 du
 4 tableau 3.

Figure 6
Maintenance annuelle mesurée et projetée en heures



5 Les tableaux 2 et 3 et la Figure 6 démontrent que la variation des heures de maintenance
 6 préventive par rapport aux heures de maintenance corrective suit la stratégie de maintenance
 7 adaptée du Transporteur. En effet, les heures mesurées de correctif se situent entre 20 % et
 8 22 % et celles du préventif entre 78 % et 80 % durant la période de 2017 à 2021 (tableau 3),
 9 comme indiqué dans le scénario simulé (projeté) au tableau 2, à l'exception de l'année 2020.
 10 En effet, l'année 2020 est non représentative de la stratégie de maintenance adaptée compte
 11 tenu de la COVID-19. Les résultats des interventions en maintenance durant l'année 2020
 12 ont un impact sur la proportion des heures en maintenance corrective versus celles en
 13 maintenance préventive puisque l'année 2020 a connu une forte baisse des interventions
 14 préventives. Les interventions ont été axées sur les priorités élevées en raison de la
 15 pandémie, conduisant ainsi à un déséquilibre de l'indicateur.

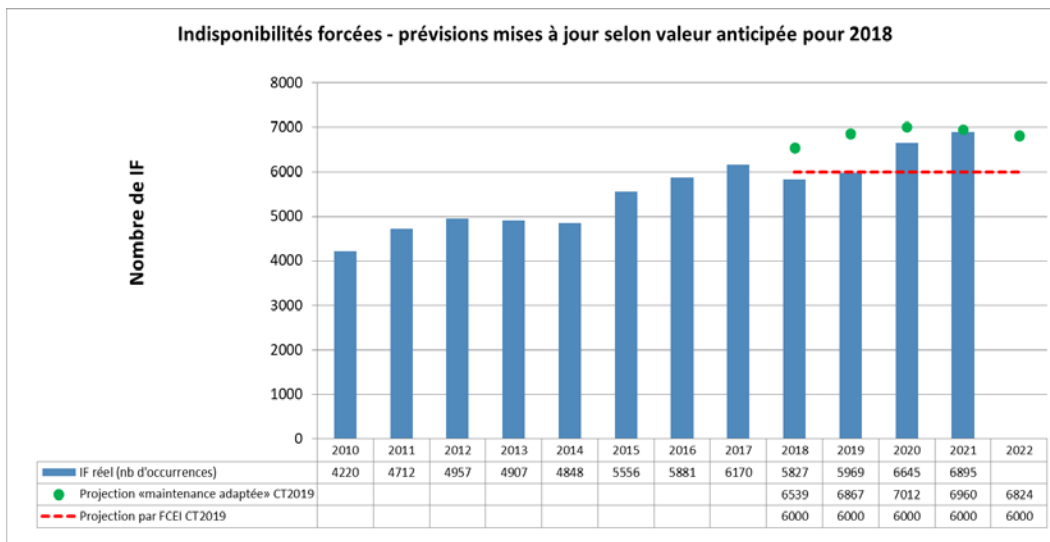
3.1.2 Suivi des indisponibilités forcées

16 Le Transporteur présente, dans cette section, les résultats des dernières années de
 17 l'indicateur des indisponibilités forcées (« IF »). Il rappelle que l'indicateur des indisponibilités

²⁰ R-4058-2018, B-0055, HQT-13, Document 1.1, réponse à la DDR 3.2, [page 14](#).

- 1 forcées est important dans le cadre du suivi de sa stratégie de gestion des actifs et que ces
- 2 indisponibilités forcées ne sont pas sans impacts²¹.
- 3 La Figure 7 présente les « IF » réelles en fonction de celles projetées.

Figure 7
IF - Projection comparée au mesuré²²



- 4 La figure démontre que les valeurs réelles à compter de l'année 2018 sont en deçà des
- 5 valeurs projetées. La tendance s'est maintenue à raison de presque 6 % d'augmentation par
- 6 année entre 2010 et 2021. Le Transporteur constate que l'augmentation tend à vouloir se
- 7 stabiliser ces deux dernières années, mais juge insoutenable le nombre des IF atteint depuis
- 8 2015 et continue de viser à revenir à un nombre comparable à celui prévalant avant 2015. Il
- 9 rappelle qu'il anticipait une augmentation des IF au cours des prochaines années, depuis la
- 10 présentation de sa stratégie en 2016²³.
- 11 Les Figure 8 et Figure 9 présentent les indisponibilités forcées par type d'emplacement
- 12 d'exploitation afin de voir l'évolution des IF au cours des dernières années. Elles permettent
- 13 de mettre en évidence la proportion de chaque famille par rapport au résultat total de l'année.

²¹ R-3981-2016, B-0009, HQT-3, Document 1.1, [section 3.3](#).

²² R-4058-2018, B-0117, HQT-13, Document 1.4, réponse à la DDR 3.1, [page 14](#).

²³ R-3981-2016, B-0009 HQT-3, Document 1.1, [page 34](#).

Figure 8
Indisponibilités forcées par type d'emplacement d'exploitation

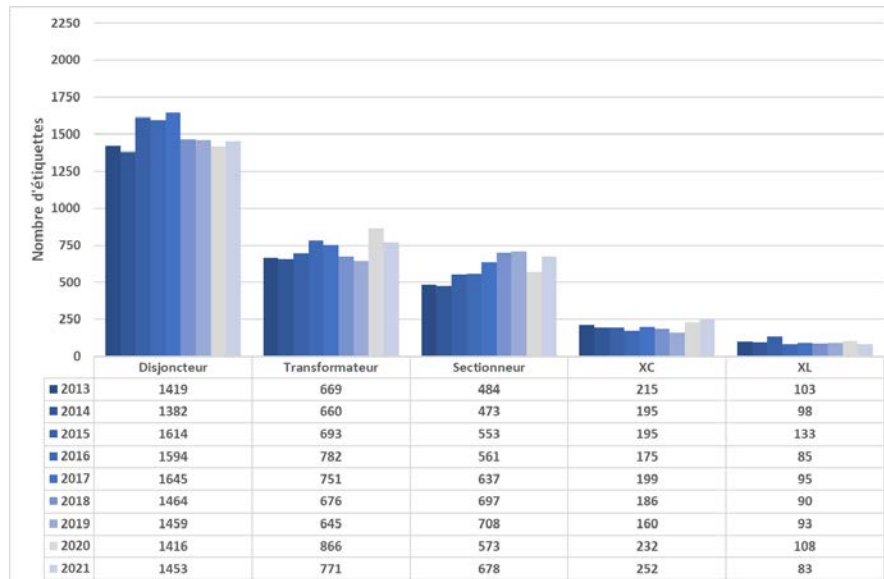
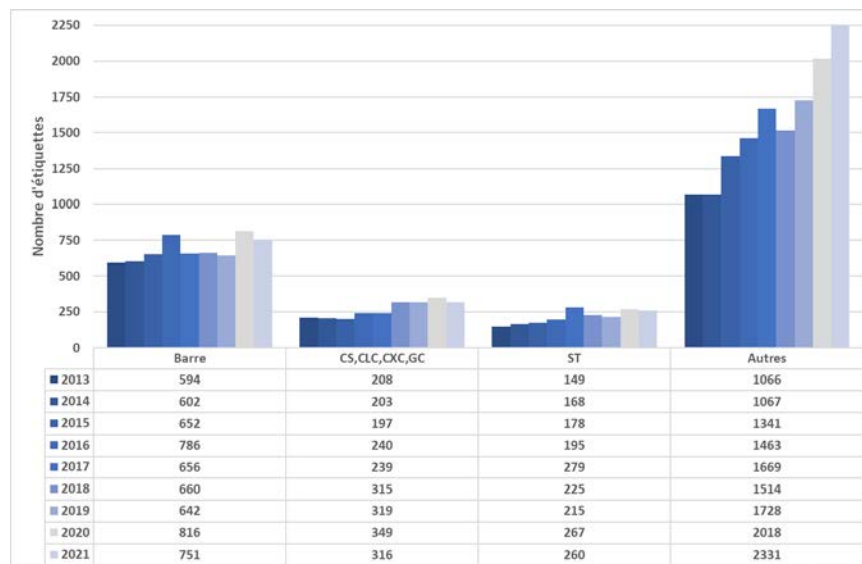


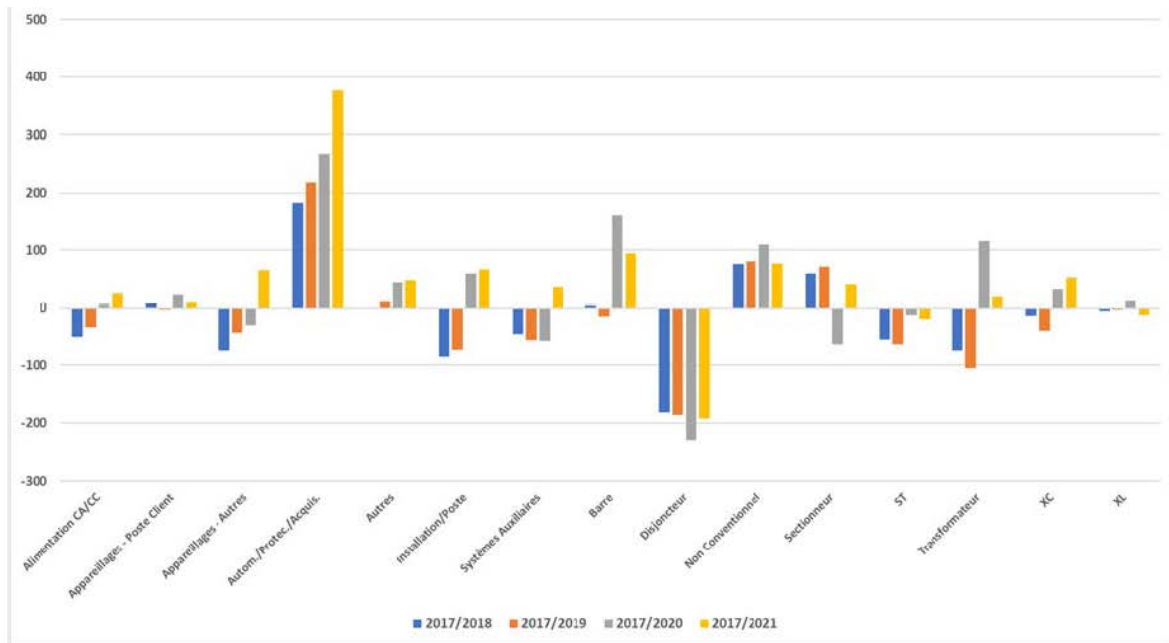
Figure 9
Indisponibilités forcées par type d'emplacement d'exploitation



- 1 Le Transporteur constate que les disjoncteurs ont une proportion de moins en moins grande
- 2 (26,5 à 21 %) pour les années 2017 à 2021. Par ailleurs, la famille « AUTRES » est celle qui
- 3 connaît une progression, notamment la catégorie « Automatisation, protection et acquisition ».
- 4 La Figure 10 présente l'écart des IF, par rapport à l'année 2017, de chacune des familles
- 5 (emplacement d'exploitation). La famille « Autres » représente plus de 90 % des
- 6 augmentations des IF. Elle a été scindée en 7 catégories afin de mieux identifier le
- 7 responsable de l'augmentation des IF. L'année 2017 a été utilisée comme base de

- 1 comparaison pour toutes les années subséquentes afin de distinguer les familles ou
- 2 catégories qui s'améliorent de celles qui ne s'améliorent pas sur la période visée par le
- 3 présent bilan.

Figure 10
Écart des IF par rapport à 2017 par famille



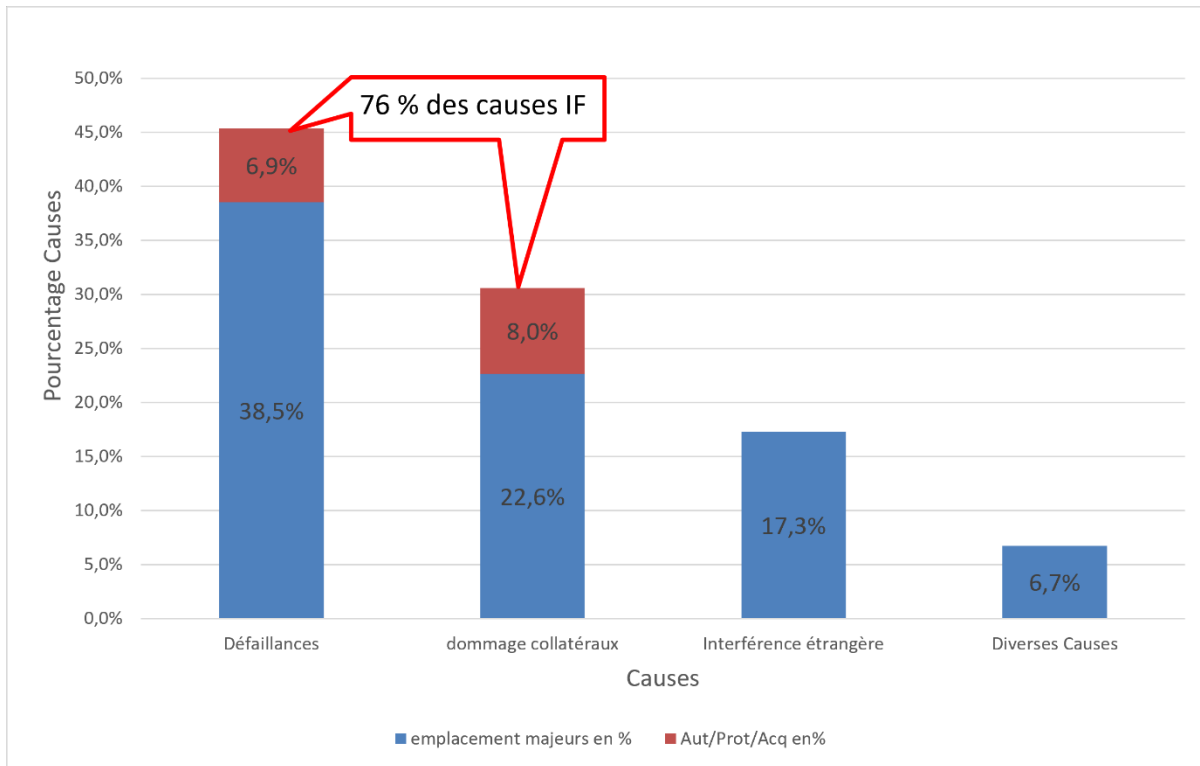
- 4 En comparant l'écart des IF entre l'année de référence 2017 et les années subséquentes, le
- 5 Transporteur constate que la famille des disjoncteurs est en diminution tandis que la catégorie
- 6 « Automatisation, protection et acquisition », correspondant à la famille « Autres », représente
- 7 une grande partie de l'augmentation des IF. En effet, l'augmentation est due à la croissance
- 8 du nombre de déclencheurs d'événement sur le réseau avec une augmentation de plus de
- 9 500 % de 2017 à 2021. Il est normal de constater que plus le nombre de déclencheurs
- 10 d'événement est élevé plus le nombre des IF augmente.

3.1.2.1 Les Causes d'augmentation des IF

- 11 Après analyse, le Transporteur constate que l'augmentation des IF est principalement causée
- 12 par des défaillances, des dommages collatéraux (indisponibilité causée par un autre
- 13 emplacement), de l'interférence étrangère ainsi que par diverses causes (météo,
- 14 environnement, condition système, humaine, configuration système).

- 15 La Figure 11 présente la répartition des causes pour les emplacements majeurs (toutes les
- 16 familles) ainsi que celle de la catégorie «Automatisation, protection et acquisition » faisant
- 17 partie de la famille « Autres » et représentant la plus forte augmentation des IF.

Figure 11
Répartition des causes pour les emplacements majeurs
et pour la catégorie « Automatismes, protection et acquisition (aut/prot/acq)
sur toutes les causes de la période 2017-2021



- 1 Le Transporteur constate qu'environ 76 % des causes des IF sont dues aux défaillances et
- 2 aux dommages collatéraux.

3.1.3 Suivi du taux de risque en maintenance conditionnelle appareillage électrique

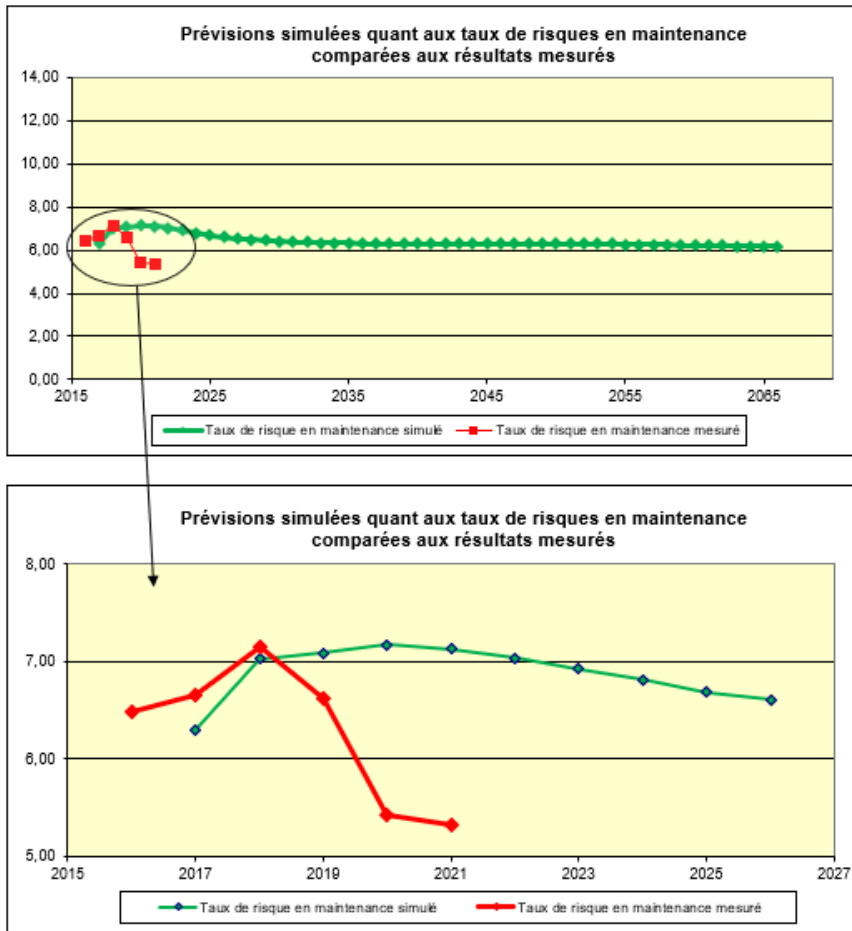
- 3 Le Transporteur présente dans cette section le taux de risque mesuré pour les cinq (5)
- 4 dernières années et le taux de risque projeté de 2017 à 2026 en maintenance conditionnelle.
- 5 Il rappelle, comme présenté dans le bilan de pérennité 2017-2020²⁴, que le calcul du taux de
- 6 risque en maintenance suit une méthode de calcul semblable au taux de risque en pérennité.
- 7 La différence se situe au numérateur de la formule, où la somme des risques cumule le risque
- 8 pour chaque avis en maintenance conditionnelle sur chaque actif, comme expliqué à la 2.1.4.

²⁴ R-4140-2020, B-0006, HQT-2, Document 1, [page 30](#).

3.1.3.1 Analyse des écarts entre le taux de risque maintenance simulé et mesuré

- 1 La Figure 12 illustre l'évolution du taux de risque annuel des équipements d'appareillage électrique en comparant les prévisions simulées et les résultats mesurés obtenus.
- 2

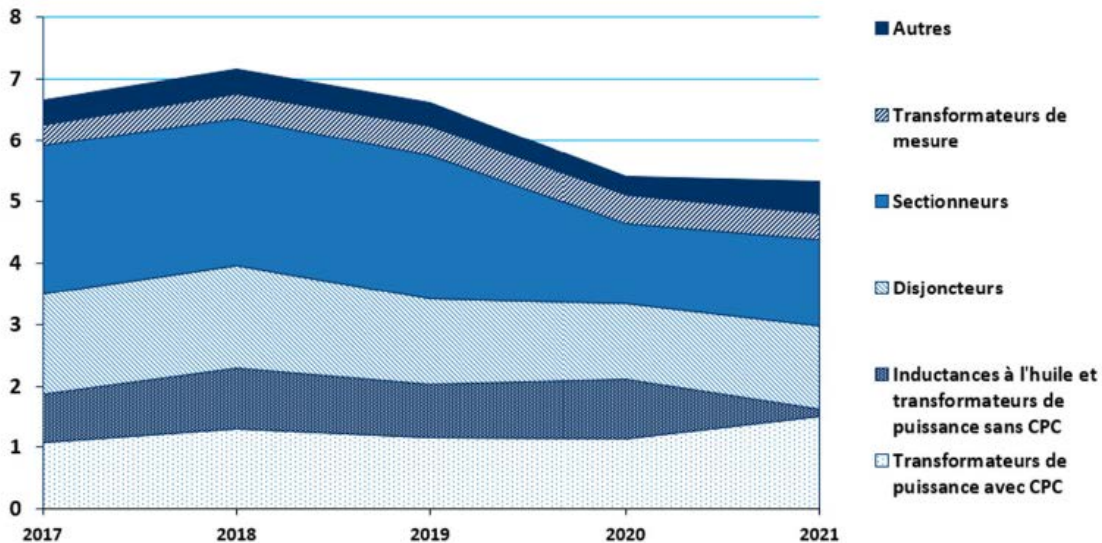
Figure 12
Évolution du taux de risque en maintenance – Appareillage électrique



- 3 L'augmentation du taux de risque mesuré en 2018 s'explique par le fait que le Transporteur a dû réaliser plus d'interventions que planifiées initialement permettant de lever des restrictions d'exploitation visant la santé-sécurité, ce qui est venu réduire le nombre d'interventions réalisées en maintenance préventive initialement planifiée. C'est pour cette raison que le taux de risque mesuré est légèrement supérieur au projeté. En effet, les interventions visant la santé et la sécurité ne peuvent pas être identifiées au moment des simulations. À priorité égale, elles seront toujours priorisées par rapport à ce qui était planifié, sans égard à leur cote d'impact.
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

- 1 La figure 13 suivante présente la proportion relative de chaque famille dans le taux de risque
- 2 total en maintenance mesuré au 31 décembre pour la période de 2017 à 2021.

Figure 13
Proportion relative de chaque famille dans le taux de risque total en maintenance
(MESURÉ au 31 décembre 2017 à 2021)



Autres: Accumulateurs, condensateurs, chargeurs, disjoncteurs 600 V, inductances séries, parafoudres

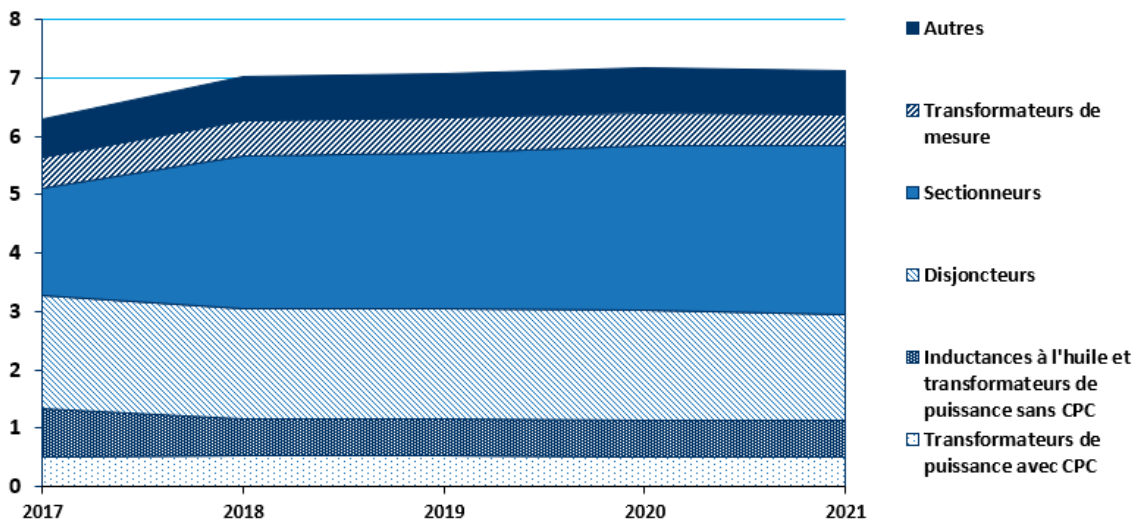
3 Il est possible de constater une baisse du taux de risque mesuré de 2019 à 2020 au niveau
4 des sectionneurs, due à l'annulation du programme de rappel (« PDR »)²⁵ sur cette famille
5 (retrait des interventions). Il est important de noter que le retrait de ces interventions n'a pas
6 amélioré l'état réel des sectionneurs entre 2019 et 2020. En effet, les avis de maintenance
7 ont été annulés, et non pas complétés. La baisse de taux de risque mesuré des sectionneurs
8 entre 2019 et 2020 constitue donc une correction de la valeur mesurée du risque. À
9 l'exception de cette correction de valeur, le taux de risque en maintenance mesuré entre 2019
10 et 2020 ne montre pas de variation importante, comme le montre la relative stabilité du taux
11 de risque pour les autres familles.

12 Pour ce qui est de l'année 2021, le taux de risque mesuré se situe dans un ordre de grandeur
13 similaire à celui de l'année 2020, pour plusieurs familles. Cependant, il est possible de
14 constater à la Figure 13 que les proportions relatives du taux de risque en maintenance des
15 familles des inductances à l'huile et transformateurs de puissance sans CPC (chargeur de
16 prise en charge) et des transformateurs de puissance avec CPC se rejoignent. Ceci s'explique
17 par une modification de l'identification du type d'équipements au niveau du système de
18 gestion de la maintenance faisant en sorte que plusieurs de ces appareillages sont passés

²⁵ R-4167-2021, B-0163, HQT-10, Document 1.6, [réponse à la DDR 1.6](#), page 10.

- 1 d'un type à l'autre. Ces deux familles combinées maintiennent un niveau de risque similaire
- 2 à l'année 2017.

Figure 14
Proportion relative de chaque famille dans le taux de risque total en maintenance
(SIMULÉ 2017 à 2021)



Autres: Accumulateurs, condensateurs, chargeurs, disjoncteurs 600 V, inductances séries, parafoudres

- 3 Pour ce qui est de la proportion relative de la famille des sectionneurs pour le taux de risque
- 4 en maintenance simulé, cette dernière ne présente pas de décroissance puisque les résultats
- 5 simulés sont basés sur les données historiques incluant le PDR des sectionneurs. C'est
- 6 également pour cette raison qu'un écart grandissant subsiste pour l'année 2021 entre la
- 7 proportion relative du taux de risque en maintenance mesuré et simulé pour la famille des
- 8 sectionneurs.

- 9 En ce qui concerne les écarts entre le taux de risque simulé et le mesuré, le Transporteur
- 10 réfère à la section 1.1. En effet, les prévisions pour les années 2019, 2020 et 2021 ont été
- 11 présentées à la demande tarifaire pour 2019, et sont donc basées sur l'historique réel
- 12 disponible au moment du dépôt du dossier, soit 2017 et moins. Entre autres, le PDR des
- 13 sectionneurs était à ce moment en vigueur et par conséquent pris en compte dans le taux de
- 14 risque simulé des sectionneurs pour toutes les années de la Figure 14.

3.1.4 Autres suivis

- 15 Le Transporteur présente dans la section suivante le suivi de certains éléments pertinents
- 16 déposés dans les dossiers précédents qui viennent compléter la compréhension de la
- 17 réalisation de la stratégie de maintenance adaptée.

3.1.4.1 Suivi des effets perturbateurs

1 Le Transporteur observe et découvre depuis quelques années des effets perturbateurs, en
2 lien avec les indisponibilités forcées (« IF ») et les contraintes opérationnelles, qui freinent la
3 réalisation de la maintenance planifiée²⁶.

4 D'une part, la croissance observée des IF continue de perturber la réalisation des
5 interventions en maintenance préventive. Le Transporteur constate également une
6 augmentation de son volume d'interventions en maintenance corrective. Il rappelle²⁷ que les
7 temps d'interventions en mode correctif sont plus longs. D'autre part, un inventaire des effets
8 perturbateurs en lien avec les contraintes opérationnelles a permis de constater que ces
9 derniers persistent. Le Transporteur en présente quelques-uns :

- 10 • Des enjeux particuliers sont observés dans la région métropolitaine de Montréal,
11 comme la nécessité de maintenir des équipements visés par le projet de conversion
12 et ayant atteint la fin de leur durée de vie. La fréquence des bris et la difficulté
13 d'obtenir des pièces pour réparer ces équipements ainsi que la pénurie de
14 main-d'œuvre d'expérience dans cette région viennent perturber la capacité de
15 réalisation.
- 16 • Les mesures sanitaires en 2020 ont complexifié l'hébergement et le transport des
17 employés, diminuant la capacité à réaliser la maintenance préventive.
- 18 • Le confinement a ralenti l'activité d'embauche d'employés temporaires en 2020 et
19 2021 entravant ainsi la capacité du Transporteur de réaliser ses travaux pendant la
20 période où les plages disponibles aux fins de la maintenance et de projets sur le
21 réseau sont plus grandes.
- 22 • Les problèmes d'approvisionnement en pièces sont venus ralentir en 2020 et 2021
23 la capacité de réalisation ou empêcher la réalisation de certains travaux.

24 Le Transporteur dénote que ces effets perturbateurs, autant passés que ceux à venir, ont un
25 impact sur la réalisation de sa maintenance. La réalisation de 100 % de la stratégie de
26 maintenance adaptée est importante pour contrôler le risque en maintenance et diminuer le
27 correctif et les indisponibilités forcées.

28 La pandémie aura permis au Transporteur de déceler certaines vulnérabilités suite à la
29 hausse des coûts de matières premières, la rareté de la main-d'œuvre et les délais dans les
30 chaînes d'approvisionnement.

²⁶ R-4058-2018, B-007, HQT-3, Document 1, [section 3.2.1](#).

²⁷ R-4096-2019, B-0005, HQT-2, Document 1, [page 5-6](#).

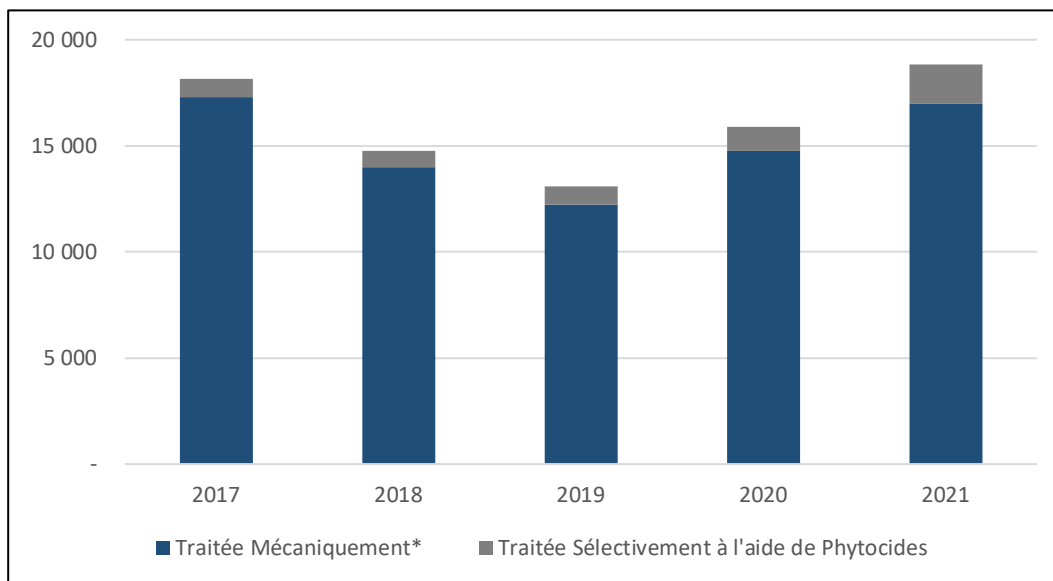
3.1.4.2 Suivi des besoins additionnels en Végétation/Emprises

1 Au cours de la période 2017-2021, le Transporteur a poursuivi ses activités de maîtrise de la
 2 végétation dans le but de contrôler la végétation sous les emprises afin d'assurer la fiabilité
 3 du réseau de transport.

4 Le coût de la maîtrise de la végétation a augmenté de façon considérable durant cette
 5 période. Ainsi, le Transporteur a dû revoir sa stratégie de réalisation des travaux de
 6 végétation. Il a donc adopté différents modes d'interventions, soit le débroussaillage manuel,
 7 le débroussaillage mécanique et le phytocide afin de maintenir un contrôle de la végétation
 8 dans les emprises.

9 Depuis 2019, un plus grand volume de travaux dans les modes phytocide et le
 10 débroussaillage mécanique a été intégré afin de prévenir les problématiques futures telles
 11 que l'augmentation de la densité de la végétation et la raréfaction de la main-d'œuvre.

Figure 15
Évolution en hectare des modes d'intervention
pour la matrice de végétation dans les emprises



*Traitée Mécaniquement : comprend le débroussaillage manuel et le débroussaillage mécanique.

12 Comme ces travaux sont plus coûteux par hectare que le débroussaillage manuel,
 13 l'augmentation de leur volume a un impact direct sur le taux moyen à l'hectare global. De
 14 même, l'évolution des coûts du mode débroussaillage manuel sur la période 2017-2021 a
 15 également fait augmenter les taux moyens à l'hectare. Conséquemment, la dépense globale
 16 pour la maîtrise de la végétation est en hausse.

3.1.4.3 Suivi sur la gestion des zones d'accès limité

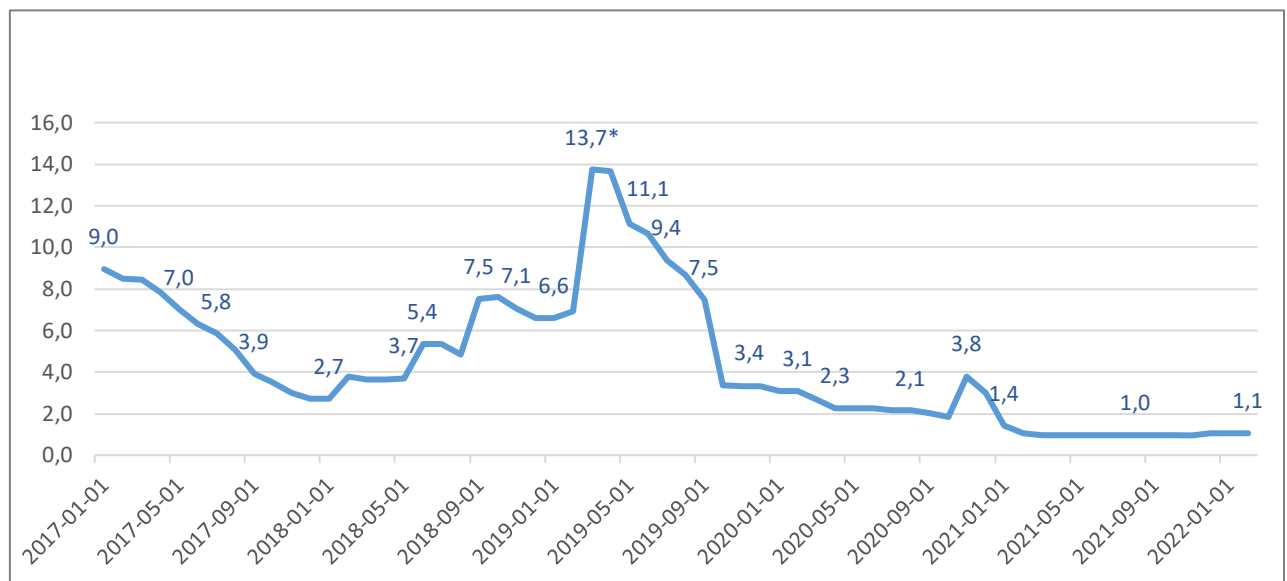
1 Les zones d'accès limité (« ZAL ») sont installées dans le but d'assurer la sécurité des
 2 personnes et des installations dans le cas d'anomalie constatée affectant un groupe
 3 d'équipements.

4 Les ZAL sont suivies de très près par le Transporteur car elles engendrent une contrainte
 5 opérationnelle limitant la capacité de réalisation des interventions en maintenance dans les
 6 postes, ayant ainsi un impact de par le fait même sur l'exploitation du réseau. Les ZAL
 7 engendrent aussi des ajustements à la planification des travaux et nécessitent la mise en
 8 place de dispositifs additionnels de sécurité.

9 Malgré le caractère fortuit des éléments engendrant la mise en place des ZAL, le Transporteur
 10 met l'effort nécessaire pour redresser la situation afin d'en réduire considérablement leur
 11 superficie. Ainsi, il met en place les actions nécessaires afin de les lever le plus rapidement
 12 dans les postes pour répondre aux impératifs de sécurité envers le personnel et les clients et
 13 assurer que tous les équipements soient accessibles.

14 La figure suivante présente l'évolution de la superficie totale couverte par des ZAL depuis
 15 2017.

Figure 16
Évolution de la superficie couverte par les ZAL depuis 2017 (Km²)



*+6,9 Km² de ZAL pour le PDR Transformateurs de courant de type IMB 72kV à 300 kV

16 À fin 2016, le Transporteur comptait 982 ZAL actives sur son réseau (total de 9 Km²), tandis
 17 qu'à la fin 2021, le nombre de ZAL mises en place par le Transporteur se situait autour de 91
 18 (total de 1,05 Km²).

3.1.4.4 Suivi d'avancement du programme MALT par rapport au budget spécifique demandé

1 Le Transporteur a initié un programme d'inspection des mises à la terre (« MALT »), en 2018,
 2 suite à des vols subits dans les postes entre les années 2012 et 2017. Le Transporteur
 3 rappelle qu'il avait constaté 969²⁸ vols entre 2007 et 2017. L'objectif du programme consiste
 4 à redresser la situation afin d'assurer la sécurité des employés et des installations du réseau.
 5 Concrètement, le programme vise à relever les dommages suite aux vols et effectuer les
 6 travaux requis pour la conversion antivol au niveau des postes, afin de respecter les
 7 encadrements en vigueur, mettre à jour les plans et faire les essais de continuité.

8 Le Transporteur poursuit les travaux de manière structurée et planifiée visant ainsi le respect
 9 des exigences et l'optimisation des efforts et des coûts pour y parvenir.

10 Le Transporteur présente dans le tableau suivant, le suivi de réalisation du programme MALT.

Tableau 4
Réalisation du programme MALT (en nombre de poste)

	<i>Prévu</i>		<i>Réel</i>			
	2018	2019	2018	2019	2020	2021
Diagnostics	112	0	112	-	-	-
Ingénieries	48	60	58	15	-	2
Travaux et essais	-	100	-	18	4	9
Essai de continuité de Malt	-	100	-	-	18	15

11 À ce jour, le taux de réalisation du programme provincial des MALT est de 68 % pour
 12 l'ingénierie, 30 % pour les travaux et 16 % pour les essais de continuité.

3.2 Poursuite de la stratégie

13 Le Transporteur est d'avis qu'il est important de poursuivre sa stratégie de gestion des actifs
 14 afin de capitaliser sur le travail déjà accompli. Le travail fait dans les cinq (5) dernières années
 15 est précieux et correspond à un bon point de départ pour la poursuite de la stratégie de
 16 gestions des actifs. Les processus stratégiques et les contraintes subies (pandémie, météo)
 17 sont en constante évolution et le Transporteur doit s'ajuster et être agile dans l'intégration de
 18 ses changements dans son processus. L'agilité et la diligence dont le Transporteur doit faire
 19 preuve proviennent de différentes sphères, qu'elle soit administrative comme dans son plan
 20 stratégique 2022-2026, technologique, législatif, politique, environnemental ou opérationnel.
 21 Le Transporteur est actuellement en réflexion afin de faire évoluer sa stratégie. À titre
 22 d'exemple, fixer des objectifs sur la réalisation de la maintenance systématique et
 23 conditionnelle et réfléchir à l'ajout d'indicateurs ou le remplacement de certains, migrer vers
 24 la version trois (3) du logiciel de simulation et le projet MSCR (Modernisation des Systèmes

²⁸ R-4058-2018, B-0148, HQT-13, Document 5.1, [réponse à la DDR 3.3](#).

1 de Conduite du Réseau) viendra améliorer la captation et l'analyse des résultats, au niveau
2 de l'indicateur des indisponibilités forcées. La stratégie évoluée sera présentée à la Régie au
3 fil des dossiers tarifaires.

4 Conclusion

4 Le présent bilan expose les résultats obtenus pour chacune des années du MGA, soit de
5 2017 à 2021. Le Transporteur souhaite maintenir un bilan sur cinq (5) ans étant donné que la
6 stratégie de maintenance adaptée est présentée sur un horizon de dix (10) ans et qu'il est
7 souhaitable de pouvoir bénéficier d'un chevauchement d'au moins trois (3) ans entre le taux
8 de risque simulé et le taux de risque mesuré. Il souhaite également harmoniser le bilan de
9 son MGA avec celui de sa stratégie de pérennité, actuellement sur une période de cinq (5)
10 ans.

11 Le Transporteur est d'avis que le scénario D était la meilleure stratégie pour la gestion de ses
12 actifs afin d'assurer la satisfaction de la clientèle tout en évitant une augmentation
13 considérable des tarifs. Les résultats obtenus en lien avec la réalisation de la stratégie se
14 comparent aux comportements projetés. En effet, pour les ressources dédiées à la
15 maintenance le Transporteur constate que le volume d'heures en correctif suit la projection.
16 Pour les indisponibilités forcées il constate que le nombre d'occurrences mesurées suit ses
17 projections et tend vers une stabilisation. Finalement, le taux risque en maintenance mesuré,
18 en faisant abstraction du retrait des sectionneurs pour les raisons mentionnées
19 précédemment, est revenu à un niveau comparable à 2017.

20 Il est également important de mentionner que le Transporteur vise l'amélioration en continu
21 de ses stratégies. Ainsi, dans le prochain modèle de gestion des actifs, le Transporteur doit
22 prendre en considération différents défis auxquels il est appelé à répondre, notamment, la
23 transition énergétique, le développement durable et la demande grandissante de son énergie
24 verte. Ces défis mobiliseront des efforts importants et feront partie intégrante du nouvel
25 équilibre entre la performance attendue, la gestion des risques et la gestion des ressources
26 afin que la stratégie de gestion des actifs du Transporteur, à travers la stratégie de pérennité
27 et la stratégie de la maintenance adaptée, permette d'assurer la fiabilité du réseau et de
28 répondre aux défis de demain.