

ANNEXE 1

**MÉTHODOLOGIE POUR ÉVALUER LES BESOINS
D'INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ DU RÉSEAU DE
DISTRIBUTION**

Table des matières

1	INTRODUCTION	7
1.1	MISE EN CONTEXTE	7
1.2	PORTÉE DE LA DÉMONSTRATION	8
2	SITUATION ACTUELLE	9
2.1	ACTIFS DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION.....	10
2.2	MODÈLE ET HISTORIQUE DES INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ.....	11
2.2.1	<i>Modèle</i>	11
2.2.2	<i>Historique des investissements en pérennité</i>	14
2.2.3	<i>Répartition entre l'aérien et le souterrain</i>	18
2.3	TAUX DE RENOUVELLEMENT, PÉRIODES DE RENOUVELLEMENT, ÂGES ET DURÉES DE VIE.....	18
2.3.1	<i>Évaluation du taux de renouvellement "actuel" des principaux actifs</i>	19
2.3.2	<i>Âge et durée de vie des principaux actifs</i>	20
3	ÉVALUATION DES COÛTS ET SCÉNARIOS DE RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU D'HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION	21
3.1	RÉSEAU AÉRIEN.....	21
3.1.1	<i>Hypothèses</i>	22
3.1.2	<i>Coût de remplacement et période de renouvellement</i>	24
3.1.3	<i>Scénarios de renouvellement</i>	26
3.2	RÉSEAU SOUTERRAIN	29
3.2.1	<i>Hypothèses</i>	29
3.2.2	<i>Coût de remplacement et période de renouvellement</i>	32
3.2.3	<i>Scénarios de renouvellement</i>	34
3.3	RÉSEAU AÉRIEN ET SOUTERRAIN.....	37
3.3.1	<i>Scénario de renouvellement global</i>	37
3.3.2	<i>Comparaison avec l'industrie</i>	38
4	STRATÉGIES D'INVESTISSEMENTS	41
4.1	CHOIX DU POTEAU COMME INDUCTEUR DE RENOUVELLEMENT	42
4.1.1	<i>Poteaux ne rencontrant plus les caractéristiques requises</i>	42
4.1.2	<i>Évolution du nombre de poteaux à remplacer</i>	45
4.2	IMPACT DU RENOUVELLEMENT DES POTEAUX SUR LES AUTRES ACTIFS AÉRIENS	47
4.2.1	<i>Hypothèses de travail</i>	47
4.2.2	<i>Sommaire des quantités</i>	48
4.3	INVESTISSEMENTS ADDITIONNELS ASSOCIÉS AUX POTEAUX, TRANSFORMATEURS ET CONDUCTEURS.....	48
5	CONCLUSION	50

Liste des tableaux

TABEAU 1: HISTORIQUE DES INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ POUR LA PÉRIODE 1990-2004.....	16
TABEAU 2: ÉVOLUTION DU TAUX DE PÉRENNITÉ SUR LA PÉRIODE 1990 À 2004	17
TABEAU 3: RÉPARTITION DES INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ POUR LA PÉRIODE 2002-2004.....	18
TABEAU 4: ÉVALUATION DES TAUX DE RENOUVELLEMENT DES PRINCIPAUX ACTIFS DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION.....	19
TABEAU 5: ÂGES MOYENS ET DURÉES DE VIE TECHNIQUE ESTIMÉS DES PRINCIPAUX ACTIFS DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION (EN ANNÉES).....	21
TABEAU 6: PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'ACTIFS AÉRIENS 2004.....	23
TABEAU 7: LIGNE THÉORIQUE DE 1 KM.....	23
TABEAU 8: RÉPARTITION DES COÛTS DE REMPLACEMENT AU KM - RÉSEAU AÉRIEN	25
TABEAU 9: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT - RÉSEAU AÉRIEN.....	26
TABEAU 10: COÛT DE REMPLACEMENT ET PÉRIODE DE RENOUVELLEMENT RÉSEAU AÉRIEN	26
TABEAU 11: SCÉNARIOS DE RENOUVELLEMENT THÉORIQUE - RÉSEAU AÉRIEN	28
TABEAU 12: RENOUVELLEMENT POTENTIEL À LONG TERME - RÉSEAU AÉRIEN.....	28
TABEAU 13: PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'ACTIFS SOUTERRAINS 2004.....	30
TABEAU 14: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT DES OUVRAGES CIVILS	32
TABEAU 15: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES SOUTERRAINS.....	33
TABEAU 16: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT - RÉSEAU SOUTERRAIN	34
TABEAU 17: COÛT DE REMPLACEMENT ET PÉRIODE DE RENOUVELLEMENT RÉSEAU SOUTERRAIN	34
TABEAU 18: SCÉNARIOS DE RENOUVELLEMENT THÉORIQUE - RÉSEAU SOUTERRAIN	36
TABEAU 19: RENOUVELLEMENT POTENTIEL À LONG TERME - RÉSEAU SOUTERRAIN.....	37
TABEAU 20: SCÉNARIO POTENTIEL DE RENOUVELLEMENT RÉSEAU AÉRIEN ET SOUTERRAIN.....	38
TABEAU 21: PA CONSULTING – TAUX DE PÉRENNITÉ ET PÉRIODE DE RENOUVELLEMENT	39
TABEAU 22: ÉVOLUTION DU NOMBRE DE POTEAUX À REMPLACER HORIZON 2020	46
TABEAU 23: ÉVOLUTION DU NOMBRE DE COMPOSANTS ADDITIONNELS À REMPLACER HORIZON 2020 ...	48
TABEAU 24: INVESTISSEMENTS EN FONCTION DU NOMBRE DE COMPOSANTS ADDITIONNELS À REMPLACER - HORIZON 2007-2020	48
TABEAU 25:TAUX ET PÉRIODES DE RENOUVELLEMENT DES PRINCIPAUX ACTIFS AÉRIENS - HORIZON 2011-2020.....	49
TABEAU 26: IMPACT DES INVESTISSEMENTS ADDITIONNELS SUR LES PÉRIODES DE RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU AÉRIEN - HORIZON 2007-2020.....	49

Liste des figures

FIGURE 1: INVESTISSEMENTS ANNUELS POTENTIELS POUR ASSURER LE RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU ...	9
FIGURE 2: COMPOSITION DE L'ACTIF DU RÉSEAU AÉRIEN AU 31 DÉCEMBRE 2004.....	10
FIGURE 3: COMPOSITION DE L'ACTIF DU RÉSEAU SOUTERRAIN AU 31 DÉCEMBRE 2004.....	11
FIGURE 4: COMPARAISON ENTRE L'ÉVOLUTION DE LA VALEUR D'ORIGINE DES ACTIFS ET LES INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ POUR LA PÉRIODE 1990-2004	17
FIGURE 5: TAUX DE PÉRENNITÉ DES ENTREPRISES PAR RAPPORT AUX DÉFAILLANCES D'ÉQUIPEMENT PAR MILLE DE RÉSEAU PA CONSULTING 2005 (DONNÉES 2004)	40
FIGURE 6: ESTIMÉ DE LA DISTRIBUTION DES POTEAUX PAR GROUPE D'ÂGES AU 1 ^{ER} JANVIER 2007	44
FIGURE 7: POURCENTAGE DES POTEAUX AYANT PERDU LES CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES REQUISES EN FONCTION DE L'ÂGE.....	44
FIGURE 8: DISTRIBUTION DU NOMBRE DE POTEAUX NE RENCONTRANT PLUS LES CARACTÉRISTIQUES REQUISES EN 2007 PAR GROUPE D'ÂGES	45
FIGURE 9: ÉVOLUTION DU TAUX ANNUEL DE POTEAUX À REMPLACER.....	46
FIGURE 10: IMPACT DU REMPLACEMENT DE POTEAUX SUR LES ACTIFS DU RÉSEAU AÉRIEN ANNÉE 2007	47
FIGURE 11: INVESTISSEMENTS ANNUELS POTENTIELS POUR ASSURER LE RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU	51

1 INTRODUCTION

1 Dans sa demande d'autorisation des investissements 2006¹, le Distributeur
2 informait la Régie de son intention de revoir les principaux éléments servant à
3 établir ses besoins d'investissements en pérennité du réseau de distribution.
4 L'essentiel des hypothèses et de la méthodologie utilisées pour cette analyse
5 ont fait l'objet de quatre présentations lors de la rencontre technique, tenue le 25
6 mai 2006, avec les intervenants et les représentants de la Régie.

7 Ce document reprend de façon plus détaillée l'analyse des besoins
8 d'investissements pour assurer la pérennité du réseau tant aérien que
9 souterrain. En complément, le Distributeur y présente un scénario
10 d'investissements annuels progressif articulé autour du renouvellement de son
11 parc de poteaux.

12 Dans les prochaines causes, le Distributeur précisera ses besoins en
13 investissements annuels en pérennité du réseau de distribution selon la
14 progression de ses connaissances sur l'état de l'actif.

1.1 Mise en contexte

15 Dans ses demandes d'autorisation d'investissements déposées à la Régie, le
16 Distributeur établit un taux de pérennité cible, basé sur la durée de vie moyenne
17 des actifs du réseau de distribution, 35 ans, et un taux de pérennité réel basé
18 sur les investissements demandés en maintien des actifs sur la valeur d'origine
19 des actifs. Dans la demande R-3579-2005, ces deux taux étaient respectivement
20 de 2,9 % et de 1,3 % sur la valeur d'origine des actifs.

¹ R-3579-2005

1 Afin de mieux établir ses besoins d'investissements en pérennité, le Distributeur
2 jugeait nécessaire de revoir les hypothèses et la méthodologie utilisées pour
3 établir ces deux taux en tenant compte de l'âge, de la durée de vie technique et
4 du coût de remplacement des principaux éléments d'actifs.

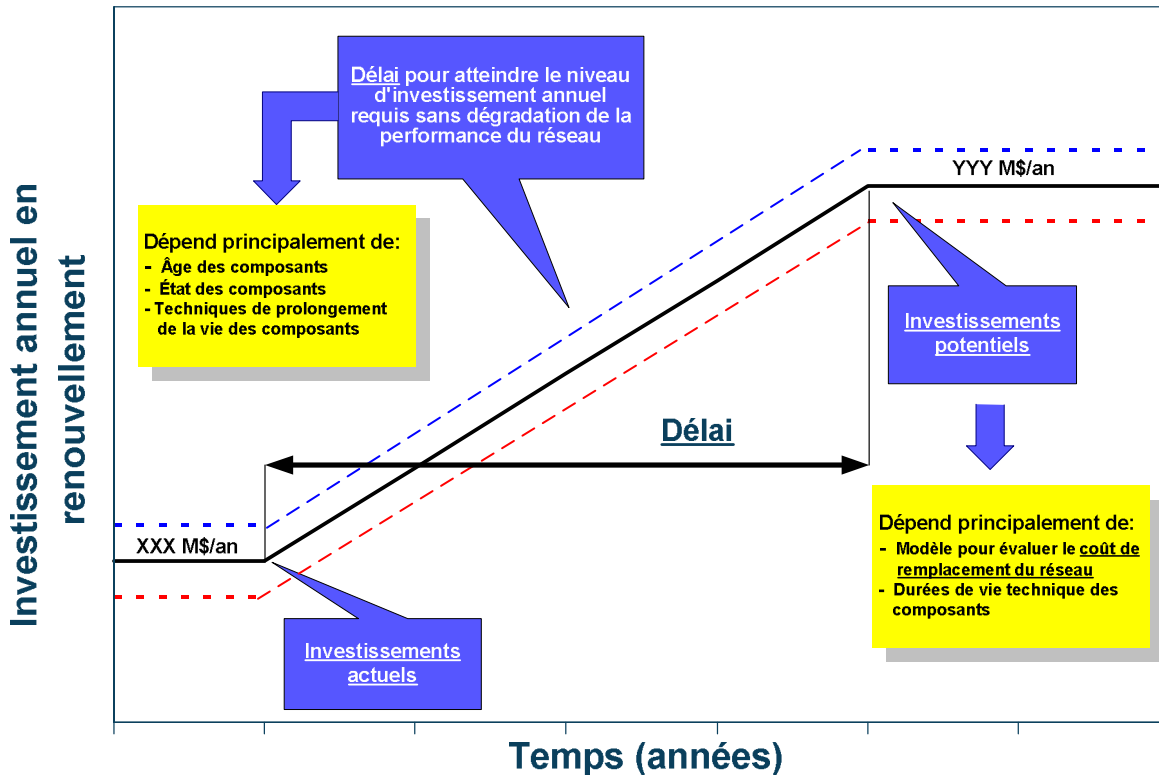
1.2 Portée de la démonstration

5 Dans ce document, le Distributeur veut démontrer que le niveau actuel des
6 investissements en renouvellement du réseau est insuffisant pour assurer la
7 pérennité de son réseau à long terme.

8 Les grandes étapes de cette démonstration sont illustrées dans la Figure 1 et se
9 résument comme suit :

- 10 1. établissement des investissements actuels en pérennité ;
- 11 2. établissement du coût de remplacement du réseau à partir d'un
12 modèle de coût théorique ;
- 13 3. établissement de l'investissement potentiel en fonction des durées de
14 vie techniques des principaux composants ;
- 15 4. évaluation du délai (horizon de temps) pour atteindre le niveau
16 d'investissements requis.

1 **FIGURE 1: INVESTISSEMENTS ANNUELS POTENTIELS POUR ASSURER LE**
2 **RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU**



3

2 SITUATION ACTUELLE

4 Cette section présente :

- 5
- une brève description des actifs du réseau de distribution ;

6

 - une évaluation des investissements qui contribuent à la pérennité du

7

 - réseau de distribution ;

8

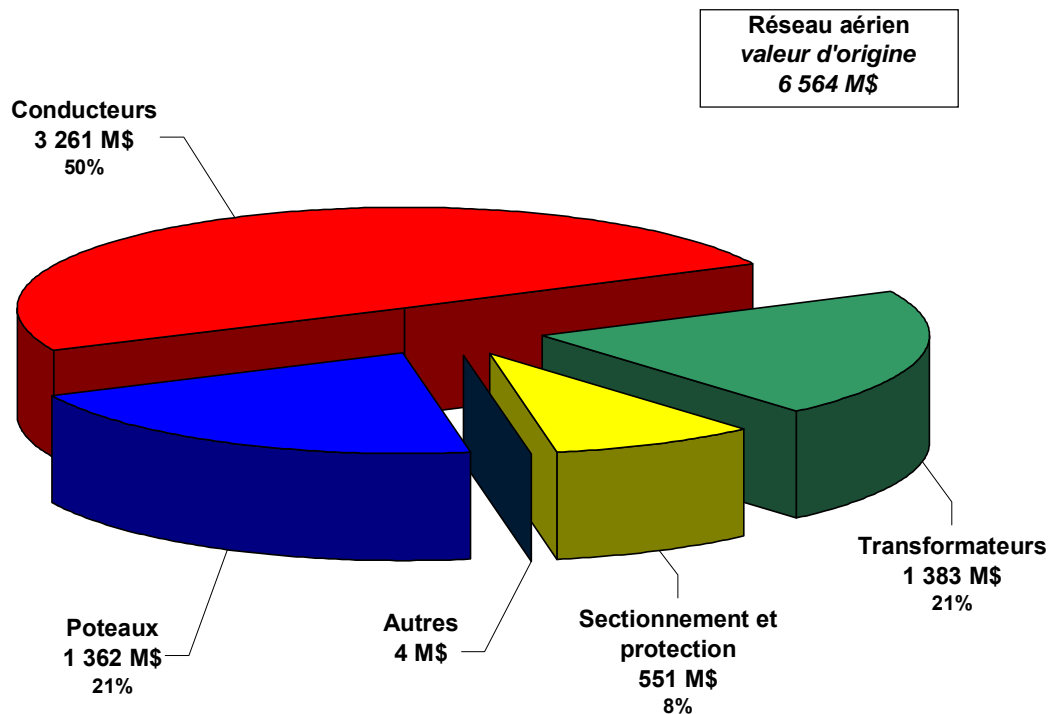
 - l'historique des investissements en pérennité ;

- une évaluation des taux de renouvellement pour les principaux composants, les périodes de renouvellement associées et les durées de vie probables.

2.1 Actifs du réseau de distribution

Au 31 décembre 2004, la valeur d'origine des actifs constituant le réseau de distribution, de la sortie des postes aux points de raccordement de la clientèle, totalisait 9 240 millions de dollars. Les composants aériens et souterrains représentaient respectivement 70 % et 30 % des actifs, selon les répartitions indiquées à la Figure 2 et à la FIGURE 3

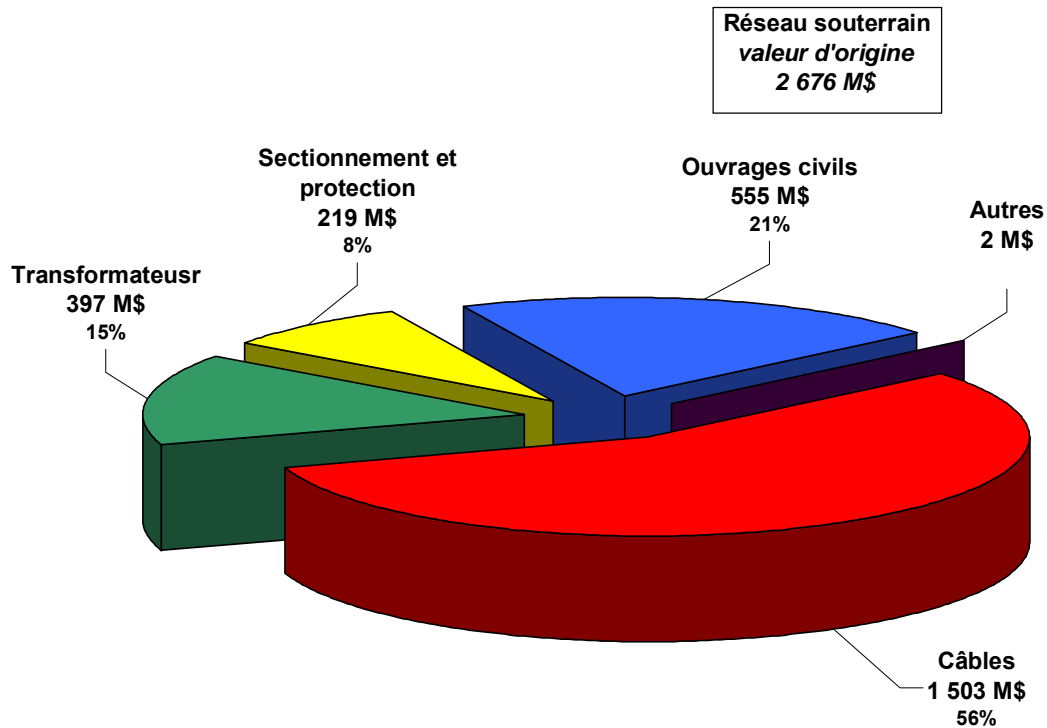
**FIGURE 2: COMPOSITION DE L'ACTIF DU RÉSEAU AÉRIEN
AU 31 DÉCEMBRE 2004**



11
12

1
2

**FIGURE 3: COMPOSITION DE L'ACTIF DU RÉSEAU SOUTERRAIN
AU 31 DÉCEMBRE 2004**



3

2.2 Modèle et historique des investissements en pérennité

2.2.1 Modèle

4 Bien que les investissements en *Maintien des actifs* soient tous associés à la
5 pérennité du réseau de distribution, ils ne sont pas les seuls à y contribuer. Les
6 investissements des trois autres catégories contribuent à différents degrés à la
7 pérennité puisqu'ils servent en partie à remplacer des équipements existants, de
8 tout âge et en bon état, par de l'équipement neuf.

9 À titre d'exemple, le renouvellement du réseau est assuré en :

- 1 • *Croissance de la demande*, par le remplacement d'une ligne en 2/0 ACSR
2 par une ligne en 477 Al ;
- 3 • *Amélioration de la qualité*, par le changement de poteaux dans le cadre
4 du programme de renforcement du réseau aérien suite au verglas ;
- 5 • *Respect des exigences*, par le remplacement, le déplacement de poteaux
6 ou l'enfouissement suite aux demandes de tiers.

7 Il est important d'établir la proportion des investissements de ces catégories qui
8 contribuent au renouvellement du réseau, afin de mieux fixer le niveau
9 d'investissements requis en *Maintien des actifs* pour assurer la pérennité du
10 réseau.

11 **Maintien des actifs**

12 La totalité des investissements de cette classification vise le remplacement
13 d'équipements électriques et d'ouvrages civils.

14 **Croissance de la demande de la clientèle québécoise**

15 Programme d'équipement:

16 Les investissements de ce regroupement servent principalement à :

- 17 • renforcer le réseau de distribution existant afin d'augmenter la capacité
18 de transit ;
- 19 • construire une nouvelle ligne pour éviter des problèmes de surcharge ;
- 20 • boucler les lignes afin de se conformer aux architectures normalisées.

21 Les travaux réalisés pour rendre le réseau conforme aux critères de planification
22 permettent de remplacer en partie des équipements existants (exemple: changer
23 le calibre des conducteurs). Ils contribuent donc à la pérennité du réseau. Le

1 Distributeur estime cette contribution à environ 35 % des dépenses totales du
2 regroupement.

3 Alimentation des abonnés

4 Les investissements de ce regroupement servent principalement à prolonger le
5 réseau de distribution afin de raccorder de nouveaux clients. Toutefois, ce
6 regroupement inclut également les travaux de remplacement d'équipements sur
7 le réseau basse tension d'Hydro-Québec Distribution faisant suite à des
8 modifications apportées par les clients à la capacité de leur entrée électrique. Le
9 Distributeur estime que les changements d'entrée représentent environ 5 % des
10 dépenses du regroupement.

11 **Amélioration de la qualité du service**

12 Renforcement du réseau

13 Les travaux de ce regroupement servent à renforcer certaines parties du réseau
14 de distribution pour faire face à des situations climatiques extrêmes, tel le
15 verglas de 1998. À cet effet, certains composants doivent être remplacés pour
16 se conformer aux exigences relatives aux réseaux de type grade 2, en accord
17 avec la norme CSA C22.3. Le Distributeur évalue que le remplacement
18 d'équipements représente environ:

- 19 • 20 % des dépenses du regroupement pour le renforcement du réseau
20 aérien. La majorité des travaux sont constitués de redressement de
21 poteaux, de remplacement, en faible quantité, de petits conducteurs et de
22 poteaux, de remplacement de traverses et de l'ajout de haubans ;
- 23 • 50 % des dépenses du regroupement pour la robustesse du réseau
24 aérien. Cette catégorie couvre par exemple le remplacement de poteaux

1 et de petits conducteurs, ainsi que l'ajout de poteaux lorsque les portées
2 sont trop longues.

3 La moyenne pondérée de la contribution des activités de renforcement du
4 réseau à sa pérennité s'établit à 32 %.

5 **Respect des exigences**

6 Demande de tiers

7 Ce regroupement inclut les travaux associés à la modification, à
8 l'embellissement ou au déplacement d'éléments du réseau aérien et souterrain
9 de distribution. Plusieurs de ces travaux nécessitent le remplacement de
10 composants n'ayant pas nécessairement atteint leur durée de vie technique et
11 qui ne peuvent être réutilisés dans d'autres projets, hormis une partie des
12 transformateurs et poteaux. Le Distributeur estime que le remplacement
13 d'équipements représente environ 85 % des dépenses du regroupement.

14 Programme d'enfouissement

15 Le réseau aérien existant est complètement démantelé et remplacé par un
16 nouveau réseau souterrain. En conséquence, 100 % des dépenses de ce
17 regroupement contribuent à la pérennité.

2.2.2 Historique des investissements en pérennité

18 Les hypothèses précédentes sur la contribution des diverses catégories
19 budgétaires à la pérennité ont été appliquées aux investissements couvrant la
20 période 1990-2004. Comme l'indique le Tableau 1, la période 1990-1995 a été
21 marquée par des investissements élevés en pérennité, principalement liés aux
22 programmes d'amélioration de la qualité du service (PAQS), pour une moyenne
23 de 274 M\$ par an. La période 1996 à 2004 montre une réduction significative

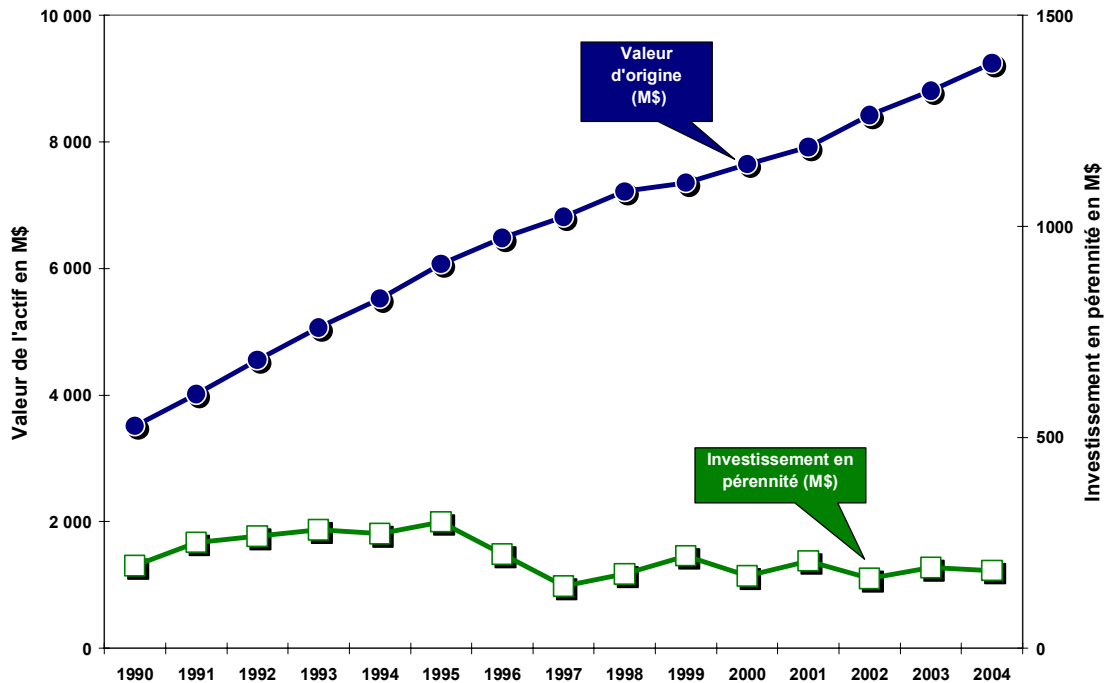
- 1 des investissements en pérennité, avec certaines fluctuations liées
- 2 principalement au verglas de 1998, pour une moyenne de 190 M\$ par an.

1 **TABLEAU 1: HISTORIQUE DES INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ POUR LA PÉRIODE**
2 **1990-2004**

	Classification des investissements				Total Pérennité (k\$)	Total Processus Distribuer (k\$)	Proportion Pérennité (%)
	Maintien des actifs (k\$)	Croissance de la demande (k\$)	Amélioration de la qualité (k\$)	Respect des exigences (k\$)			
1990	94 959	36 683	38 136	25 611	195 389	460 936	42 %
1991	97 452	46 655	76 275	30 954	251 336	502 787	50 %
1992	127 168	40 837	66 517	31 489	266 011	485 317	55 %
1993	137 819	38 137	62 170	43 005	281 130	495 946	57 %
1994	125 512	31 526	79 182	35 289	271 510	471 990	58 %
1995	199 516	27 066	42 335	30 600	299 517	503 270	60 %
1996	176 588	23 248	58	23 119	223 013	385 001	58 %
1997	111 800	13 264	0	21 978	147 041	298 613	49 %
1998	150 208	6 448	0	19 568	176 224	268 059	66 %
1999	186 845	10 947	1 377	20 994	220 163	357 428	62 %
2000	128 223	13 565	4 641	28 124	174 553	332 877	52 %
2001	146 635	21 791	1 989	37 888	208 303	375 510	55 %
2002	116 040	18 292	15 394	29 253	178 979	391 241	45 %
2003	132 750	18 060	5 563	39 883	196 256	407 892	48 %
2004	125 213	22 853	3 971	35 663	187 699	439 487	43 %

3 La Figure 4 illustre l'évolution des investissements annuels en pérennité en
4 comparaison avec la progression de la valeur d'origine des actifs. L'évolution
5 combinée de ces deux paramètres est représentée par le taux de pérennité au
6 Tableau 2, lequel montre une réduction importante de ce taux entre 1990 et
7 2004, passant en moyenne de 5,5 % à 2,0 %.

1 **FIGURE 4: COMPARAISON ENTRE L'ÉVOLUTION DE LA VALEUR D'ORIGINE DES ACTIFS ET**
2 **LES INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ POUR LA PÉRIODE 1990-2004**



3
4 Le taux de pérennité est établi par le rapport des investissements annuels en
5 pérennité sur la valeur d'origine des actifs. L'évolution de ce taux entre 1990 et
6 2004 apparaît au tableau suivant.

7 **TABLEAU 2: ÉVOLUTION DU TAUX DE PÉRENNITÉ**
8 **SUR LA PÉRIODE 1990 À 2004**

1990-1995	1996-2001	2002-2004	2004
5,5 %	2,6 %	2,0 %	2,0 %

9 Taux de pérennité = Investissement annuel en pérennité / Valeur d'origine des actifs

2.2.3 Répartition entre l'aérien et le souterrain

1 Une analyse sur la période 2002-2004 montre que le partage des
2 investissements entre l'aérien et le souterrain est demeuré presque inchangé,
3 comme l'indique le Tableau 3.

4 **TABLEAU 3: RÉPARTITION DES INVESTISSEMENTS EN PÉRENNITÉ**
5 **POUR LA PÉRIODE 2002-2004**

	Investissement en pérennité (Millions\$)			
	2002	2003	2004	Moyenne 2002-2004
souterrain	92,7	103,3	96,2	97,4
aérien	86,2	92,9	91,5	90,2
Total	178,9	196,2	187,7	187,6

6

7 La moyenne 2002-2004 de l'investissement en pérennité sera utilisée comme
8 hypothèse de travail pour déterminer les périodes de renouvellement des actifs
9 aériens et souterrains.

2.3 Taux de renouvellement, périodes de renouvellement, âges et durées de vie

10 Pour fixer un niveau d'investissements adéquat en pérennité, il est essentiel que
11 ces investissements soient associés à des quantités physiques réellement
12 remplacées. Ainsi pour un actif donné, le taux de renouvellement représente le
13 rapport du nombre de composants remplacés sur le nombre total de composants
14 installés de ce type d'actifs.

2.3.1 Évaluation du taux de renouvellement "actuel" des principaux actifs

1 Le taux de renouvellement "actuel" des principaux actifs est basé sur la quantité
 2 moyenne annuelle des équipements remplacés pour les années 2002, 2003 et
 3 2004, pour un investissement moyen de 188 M\$/an, en relation avec l'inventaire
 4 du réseau au 31 décembre 2004. Ce taux permet de déterminer la période de
 5 renouvellement actuelle par élément d'actifs considéré, laquelle varie de 20 ans
 6 à 333 ans. La corrélation entre ces périodes et la durée de vie attendue des
 7 actifs permet d'avoir un premier regard sur la suffisance ou l'insuffisance des
 8 investissements en pérennité par actif.

9 **TABLEAU 4: ÉVALUATION DES TAUX DE RENOUELEMENT DES PRINCIPAUX ACTIFS DU**
 10 **RÉSEAU DE DISTRIBUTION**

Principaux éléments d'actifs	Indicateur de quantité	Quantité en réseau ¹	Taux de renouvellement ^t actuel	Période de renouvellement équivalente (années)
Poteau	poteau	1 759 961	0,5 % ²	200
Conducteur aérien	km (1Ø + 3Ø)	97 551	0,3 %	333
Câble souterrain	km (1Ø + 3Ø)	9 872	1,8 %	56
Transformateur aérien	transformateur	514 875	1,4 %	71
Transformateur souterrain	transformateur	19 818	2,1 %	48
Appareil de manœuvre aérien	appareil	15 112	0,8 %	125
Appareil de manœuvre souterrain	appareil	4 246	4,9 %	20
Ouvrage civil et canalisation	km de canalisation	≈ 1 500	Très faible	-
	ouvrage civil	26 147		-

11 ¹ Données au 31 décembre 2004

12 ² 0,5 % ► 9 000 poteaux = Vétusté et bris (~4 500 poteaux) + Autres causes (~4 500 poteaux)

2.3.2 Âge et durée de vie des principaux actifs

1 Les besoins d'investissements en pérennité dépendent principalement de l'âge
2 des actifs et de leur durée de vie technique.

3 L'âge moyen d'un actif est évalué à partir de la distribution du nombre de
4 composants par groupe d'âges. Cependant pour la plupart des actifs, exceptés
5 les poteaux, le Distributeur ne dispose que de données partielles et les âges
6 moyens sont de ce fait, des valeurs estimées.

7 La durée de vie technique d'un actif représente la période de temps moyenne
8 pendant laquelle le Distributeur s'attend à ce qu'il satisfasse aux exigences de
9 performance et de fiabilité attendues. Les remplacements prématurés causés
10 par des exigences légales ou par des choix économiques ne sont pas
11 considérés dans le calcul de la durée de vie technique.

12 Le Tableau 5 donne pour différents actifs, une estimation de l'âge moyen, de la
13 durée de vie technique estimée par le Distributeur et par l'industrie, ainsi que la
14 période de renouvellement actuelle.

15 Les écarts importants relevés entre les périodes de renouvellement et les
16 durées de vie techniques, particulièrement en aérien, ne pourront être
17 maintenus indéfiniment sans mettre en péril la performance du réseau.

1

2 **TABLEAU 5: ÂGES MOYENS ET DURÉES DE VIE TECHNIQUE ESTIMÉS DES PRINCIPAUX**
 3 **ACTIFS DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION**
 4 **(EN ANNÉES)**

	Hydro-Québec Distribution				Industrie ¹
	Actifs	Période de renouvellement actuelle	Âge moyen estimé	Durée de vie technique estimée	Durée de vie technique
aérien	poteau	200	20	40-50	40-60
	conducteur	333	20-25	>40	35-90
	transformateur	71	<20	45	35-40
	appareillage majeur	125	non évalué	30	30-35
souterrain	câble moyenne tension	56	15-20	30	40-60
	transformateur	48	non évalué	35-40	35-40
	appareillage majeur	20	non évalué	non évalué	30-35
ouvrage civil et canalisation		non évalué	non évalué	>50	50-60

5 ¹ American Electric Power, BC Hydro, Hydro-One, Oklahoma Gas & Electric

3 ÉVALUATION DES COÛTS ET SCÉNARIOS DE RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU D'HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION

6 Cette section présente l'évaluation de ce qu'il en coûterait au Distributeur de
 7 remplacer au complet son réseau aérien et souterrain. Elle aborde également
 8 les différents scénarios de renouvellement analysés.

3.1 Réseau aérien

9 Cette section présente :

- 1 • une évaluation du coût de remplacement du réseau aérien articulée
2 autour des principaux équipements en service au 31 décembre 2004 :
- 3 ○ poteaux d'Hydro-Québec Distribution avec ancrés et haubans,
4 ○ conducteurs avec traverses et isolateurs,
5 ○ transformateurs avec conducteurs basse tension (BT) et
6 branchements,
7 ○ appareils de manœuvre et de protection,
- 8 • une évaluation des quantités physiques de réseau aérien pouvant être
9 renouvelées en fonction des investissements annuels actuels, ainsi que le
10 taux et la période de renouvellement associés ;
- 11 • divers scénarios de renouvellement.

3.1.1 Hypothèses

12 Pour évaluer les coûts de remplacement de l'ensemble du réseau sur une très
13 longue période, 30 à 60 ans, il n'est pas requis de disposer de relevés
14 physiques réels du réseau. Seules les quantités d'équipements majeurs à
15 renouveler ainsi que les hypothèses utilisées pour déterminer les coûts de
16 remplacement ont une réelle importance.

17 Les principaux composants majeurs considérés dans l'évaluation des coûts de
18 remplacement du réseau aérien sont regroupés au Tableau 6.

1

2

TABLEAU 6: PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'ACTIFS AÉRIENS 2004

Conducteurs MT 1Ø/3Ø	97 551 km (58 % 1Ø et 42 % 3Ø)
Poteaux du Distributeur ¹ / (Distributeur + Tiers)	1 759 961¹ / (2 510 000) poteaux
Transformateurs 1Ø/3Ø	514 875 Transformateurs (92 % de 1Ø et 8 % de 3Ø)
Basse tension et branchements	2 700 000 sections (Évaluation)
Appareils de sectionnement et de protection en ligne 3Ø	15 112 appareils

3

4

5

6

7

¹ Le coût de remplacement des poteaux, ancrs et haubans ne touche que les poteaux appartenant à Hydro-Québec Distribution (1,76 millions poteaux d'Hydro-Québec Distribution / 97 551 km), soit 18 poteaux, 6 ancrs et 18 haubans au kilomètre. L'ensemble des 2 510 000 poteaux utilisés par le réseau d'Hydro-Québec Distribution est considéré lors du remplacement des traverses et isolateurs supportant les conducteurs.

8

9

10

11

Une ligne théorique de 1 kilomètre représentative des divers équipements utilisés sur le réseau aérien est présentée au Tableau 7. Cette ligne sert à calculer les coûts de remplacement au kilomètre qui sont par la suite convertis en coût de remplacement total.

12

TABLEAU 7: LIGNE THÉORIQUE DE 1 KM

Conducteurs 420 mètres de 3Ø (477 MCM, Al) + 580 mètres de 1Ø (2/0 ACSR) Inclut conducteurs, traverses et isolateurs pour 26 poteaux
Appareils de sectionnement et de protection 0,37 appareil 3Ø au km + 2 coupe-circuits fusibles 1Ø au km
Poteaux 18 poteaux, 9 ancrs, 18 haubans au km
Transformateurs 5,3 transformateurs 1Ø/3Ø au km Inclut coupe-circuit, parafoudre, traverse, mise à la terre
Basse tension 5,3 portées basse tension et 22 branchements au km

13

Les coûts de remplacement incluent les éléments suivants :

14

- l'ingénierie de la nouvelle installation ;

- 1 • le retrait des équipements existants ;
- 2 • l'installation des nouveaux équipements ;
- 3 • un facteur de majoration moyen de 1,15 applicable aux coûts de retrait et
- 4 d'installation des équipements. ¹

3.1.2 Coût de remplacement et période de renouvellement

5 Le Tableau 8 présente les coûts de remplacement au kilomètre pour les

6 principaux équipements constituant la ligne théorique d'un kilomètre décrite au

7 Tableau 7. Les appareils de sectionnement 3Ø et des coupe-circuits fusibles

8 1Ø ont été intégrés au coût des conducteurs. Bien que ces équipements soient

9 essentiels à l'exploitation du réseau, ils ne représentent que 2,5 % des coûts de

10 remplacement de la ligne et n'ont donc pas d'impact significatif dans une

11 évaluation globale des coûts.

¹ Sur le réseau réel, cette majoration varie de 1 à 1,3 selon les difficultés de réalisation rencontrées : accessibilité limitée au matériel roulant, sécurisation des chantiers ou intervention en milieu urbain.

1 **TABLEAU 8: RÉPARTITION DES COÛTS DE REMPLACEMENT AU KM - RÉSEAU AÉRIEN**

(\$ / km)	Ingénierie	Retrait	Installation	Total
Conducteurs (Appareils de sectionnement) ¹	9 700	14 500 (950) ¹	30 500 (2 800) ¹	54 700 (3 750)¹
Poteaux	Avec les conducteurs	1 650	22 600	24 250
Transformateurs	9 550	7 100	33 150	49 800
Basse tension et branchements	Avec les transformateurs	7 200	12 200	19 400
Total	19 250	30 450	98 400	148 150

2 ¹ Le coût des appareils de sectionnement et de protection 1Ø/3Ø est intégré au coût des conducteurs.

3 Le montant de 148 150 \$ par kilomètre est une valeur moyenne applicable au
4 97 551 kilomètres de réseau aérien. Il est entendu que le coût de remplacement
5 d'une ligne réelle dépend de ses caractéristiques intrinsèques, lesquelles varient
6 tout au long de son parcours. Ainsi :

- 7 • Le coût de remplacement d'une section de ligne monophasée de 1
8 kilomètre, accessible au matériel roulant normalisé, sans transformateur,
9 ni appareil de sectionnement serait de l'ordre de 50 000 \$.
- 10 • Le coût de remplacement d'une section de ligne triphasée de 1 kilomètre,
11 inaccessible au matériel roulant normalisé, avec 10 banques de
12 transformateurs triphasés et deux interrupteurs triphasés serait plutôt de
13 l'ordre de 300 000 \$.

14 Le coût total de remplacement du réseau aérien est le coût kilométrique multiplié
15 par les 97 551 kilomètres de lignes aériennes 1Ø/3Ø.

16

1 **TABLEAU 9: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT - RÉSEAU AÉRIEN**

(G\$)	Ingénierie	Retrait	Installation	Total	Répartition en %
Conducteurs	0,96	1,41	2,98	5,3	37 %
Poteaux	Avec les conducteurs	0,16	2,20	2,4	16 %
Transformateurs	0,93	0,69	3,22	4,8	34 %
Basse tension et branchements	Avec les transformateurs	0,70	1,19	1,9	13 %
Total	1,9	3,0	9,6	14,4	100 %
Répartition en %	13 %	21 %	66 %	100 %	

2

3 La période de renouvellement correspond au rapport entre le coût de
 4 remplacement et l'investissement annuel en pérennité. Pour l'ensemble du
 5 réseau aérien, cette période est de 161 ans.

 6 **TABLEAU 10: COÛT DE REMPLACEMENT ET PÉRIODE DE RENOUVELLEMENT**
 7 **RÉSEAU AÉRIEN**

Valeur d'origine des actifs 2004	6,56 G\$
Investissement annuel moyen en pérennité	90 M\$/an
Taux de pérennité sur la valeur d'origine des actifs	1,4 %
Coût de remplacement	14,4 G\$
Période de renouvellement ¹	161 ans

 8 ¹ Période de renouvellement = Coût de remplacement / Investissement annuel en pérennité

3.1.3 Scénarios de renouvellement

9 Un renouvellement complet du réseau en 161 ans ne correspond à aucune
 10 réalité physique, c'est le résultat d'une conservation *ad vitam aeternam* des
 11 dépenses en renouvellement au niveau de 2004, ce qui à terme conduirait à la
 12 déliquescence complète du réseau. En attendant des démonstrations plus

1 exhaustives sur l'âge et la durée de vie réelle des composants, les données de
2 l'industrie indiquent que les durées de vie technique des poteaux et
3 transformateurs se situent entre 30 et 60 ans, et probablement à 50 ans ou plus
4 pour les conducteurs MT et BT.

5 L'analyse des quantités physiques d'équipements installés en renouvellement
6 montre que très peu de conducteurs MT, BT et branchements sont remplacés.
7 Environ 20 % des projets impliquant des remplacements de poteaux nécessitent
8 un changement de conducteur. Ce qui laisse supposer que ce type d'actifs a une
9 espérance de vie supérieure à celle des poteaux et des transformateurs.

10 En se basant sur ces hypothèses, trois scénarios de renouvellement, couvrant 4
11 durées de vie, soit 12 possibilités, sont proposés :

12 • **Scénario A1 :**

13 Tous les équipements ont la même espérance de vie (30, 40, 50 ou 60 ans).
14 *Renouvellement par période: poteaux 100 %, transformateurs 100 %, conducteurs MT/BT/branchement 100 %.*

16 • **Scénario A2 :**

17 Les poteaux et les transformateurs ont la même espérance de vie (30, 40,
18 50 ou 60 ans), les conducteurs MT et BT ont une espérance de vie 1,33 fois
19 plus élevée (40, 53, 67 ou 80 ans). *Renouvellement par période: poteaux*
20 *100 %, transformateurs 100 %, conducteurs MT/BT/branchement 75 %.*

21 • **Scénario A3 :**

22 Les poteaux et les transformateurs ont la même espérance de vie (30, 40,
23 50 ou 60 ans), les conducteurs MT et BT ont une espérance de vie 2 fois
24 plus élevée (60, 80, 100 ou 120 ans). *Renouvellement par période : poteaux*
25 *100 %, transformateurs 100 %, conducteurs MT/BT/branchement 50 %.*

1 TABLEAU 11: SCÉNARIOS DE RENOUVELLEMENT THÉORIQUE - RÉSEAU AÉRIEN

scénario	Hypothèses de renouvellement	Investissement total requis (G \$)	Période de renouvellement basée sur 90 M\$/an	Investissement annuel requis selon la période de renouvellement (M\$)			
				30 ans	40 ans	50 ans	60 ans
A1	poteaux : 100 % transformateurs : 100 % conducteurs : 100 %	14,4 (148 000 \$ / km)	161 ans	481 (+391) ³	361 (+271) ³	289 (+199) ³	240 (+150) ³
A2	poteaux : 100 % transformateurs : 100 % conducteurs ¹ : 75 %	12,6 (129 000 \$ / km)	140 ans	421 (+331) ³	316 (+226) ³	253 (+163) ³	210 (+120) ³
A3	poteaux : 100 % transformateurs : 100 % conducteurs ² : 50 %	10,8 (111 000 \$ / km)	120 ans	361 (+271) ³	271 (+181) ³	216 (+126) ³	180 (+90) ³

2 ¹ Période de renouvellement des conducteurs MT, BT et branchements : 1,33 fois celle des autres actifs
 3 (40, 53, 67, 80 ans)

4 ² Période de renouvellement des conducteurs MT, BT et branchements : 2 fois celle des autres actifs (60,
 5 80, 100, 120 ans)

6 ³ Investissements supplémentaires requis en maintien des actifs par rapport à la période 2002-2004

7

8 Selon la connaissance actuelle du réseau de distribution, une évaluation basée
 9 sur une espérance de vie de l'ordre de 40 à 60 ans pour les poteaux et
 10 transformateurs et de 50 à 80 ans pour les conducteurs MT et BT donnerait une
 11 fourchette d'investissements annuels pouvant assurer la pérennité du réseau
 12 aérien. Avec ces hypothèses, les besoins annuels en renouvellement aérien
 13 seraient de 210 à 316 millions de dollars, soit une augmentation du budget
 14 annuel en maintien des actifs aériens de 120 à 226 millions de dollars.

15 TABLEAU 12: RENOUVELLEMENT POTENTIEL À LONG TERME - RÉSEAU AÉRIEN

Période de renouvellement	Poteaux et transformateurs 40 à 60 ans Conducteurs 50 à 80 ans
Investissement en pérennité	316 M\$/an à 210 M\$/an
Taux de pérennité ¹	4,8 % à 3,2 %

16 ¹ Taux de pérennité = Investissements en pérennité / Valeur d'origine des actifs

1 Une fois le niveau d'investissements requis pour assurer la pérennité confirmé, il
2 est entendu que la croissance réelle des investissements devrait être
3 progressive et tenir compte notamment de l'âge et de l'espérance de vie des
4 composants, des avancements technologiques permettant de les garder plus
5 longtemps en service et des taux réels de bris.

3.2 Réseau souterrain

6 Cette section présente :

- 7 • une évaluation du coût de remplacement du réseau souterrain articulée
8 autour des principaux équipements en service au 31 décembre 2004 :
 - 9 o câbles moyenne tension (MT) avec jonctions,
 - 10 o transformateurs avec conducteurs basse tension (BT) et
11 branchements,
 - 12 o appareils de manœuvre et de protection,
 - 13 o canalisations et ouvrages civils d'Hydro-Québec Distribution,
- 14 • une évaluation des quantités physiques de réseau souterrain pouvant
15 être renouvelées en fonction des investissements annuels actuels, ainsi
16 que le taux et la période de renouvellement associés ;
- 17 • divers scénarios de renouvellement.

3.2.1 Hypothèses

18 Pour évaluer les coûts de remplacement de l'ensemble du réseau sur une très
19 longue période, 30 à 50 ans, seules les quantités d'équipements majeurs à
20 renouveler ainsi que les hypothèses utilisées pour déterminer les coûts ont une
21 réelle importance.

1 Le réseau souterrain présente une plus grande diversité d'architectures de
2 réseau, de types d'installation, d'équipements électriques et d'ouvrages civils
3 que le réseau aérien, ce qui ne permet pas d'élaborer un kilomètre de réseau
4 type. Par contre, le coût kilométrique moyen peut-être obtenu en divisant le coût
5 total de remplacement par la longueur de câbles moyenne tension 1Ø/3Ø.

6 Les principaux composants considérés dans l'évaluation des coûts du
7 remplacement du réseau souterrain sont regroupés au Tableau 13.

8

9 **TABLEAU 13: PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'ACTIFS SOUTERRAINS 2004**

Câbles Moyenne tension 1Ø/3Ø	9 872 km (16 %-1Ø et 84 %-3Ø)
Transformateurs 1Ø/3Ø	19 818 transformateurs (58 %-1Ø et 42 %-3Ø)
Appareils de sectionnement 3Ø	4 246 appareils
Basse tension et Branchements	210 000 sections (Évaluation)
Ouvrages civils du Distributeur (PA/CRE, CTE, PT, TSS, CSS/CPS, ..etc.)¹	26 147 ouvrages civils
Canalisations (9 à 12 conduits) du Distributeur²	1 500 ± 300 km (Évaluation)

10 ¹ PA /CRE (puits d'accès ou chambres de raccordement enfouies), CTE (chambres de transformation
11 enfouies), PT (puits de transformation), TSS (base de béton pour les transformateurs sur socle), CSS ou
12 CPS (base de béton pour les cabines de sectionnement et/ou de protection sur socle)

13 ² Les canalisations sont généralement constituées d'un ensemble de 9 à 12 conduits utilisés pour
14 l'installation des câbles souterrains

15 **Ouvrages civils :**

- 16 • Seuls les ouvrages civils et canalisations appartenant au Distributeur sont
17 considérés dans les coûts de reconstruction. Tous les ouvrages et
18 canalisations appartenant à la Commission des Services Électriques de
19 Montréal (CSEM) ou à des tiers sont exclus des coûts de reconstruction
20 civile.

- 1 • Les données sur les kilomètres de canalisation de 9 à 12 conduits
2 appartenant au Distributeur ne sont pas compilées actuellement. Le
3 Distributeur évalue que ce réseau de canalisation est de l'ordre de 1 500
4 ± 300 kilomètres.

5 Équipements électriques :

- 6 • Quatre types d'équipements électriques majeurs permettent de couvrir la
7 presque totalité des coûts de remplacement du réseau électrique
8 souterrain, ce sont les câbles MT 1Ø/3Ø, les interrupteurs 3Ø, les
9 transformateurs MT/BT 1Ø/3Ø ainsi que le réseau basse tension associé.
- 10 • Le nombre de sections basse tension et de branchements souterrains est
11 évalué à 210 000. Les puissances minimales de transformation sont
12 beaucoup plus élevées en souterrain (100 kVA) qu'en aérien (25 kVA), il
13 est donc normal de retrouver un plus grand nombre de sections basse
14 tension et de branchements par transformateur.

15 Les coûts de remplacement incluent les éléments suivants :

16 Ouvrages civils :

- 17 • l'ingénierie de la nouvelle construction ;
- 18 • l'installation et retrait (reconstruction) des ouvrages civils¹ ;
- 19 • un facteur de majoration moyen de 1,25 applicable aux coûts
20 d'installation et de retrait des ouvrages civils.²

21

¹ Dans le cas des ouvrages civils, le coût d'installation inclut le retrait total ou partiel des ouvrages vétustes.

² Sur le réseau réel, cette majoration varie de 1 à 1,5 selon les difficultés de réalisation rencontrées : accessibilité limitée au matériel roulant, sécurisation des chantiers ou intervention en milieu urbain dense.

1 Équipements électriques :

- 2 • l'ingénierie de la nouvelle installation ;
- 3 • les retraits des équipements existants ;
- 4 • l'installation des nouveaux équipements ;
- 5 • un facteur de majoration moyen de 1,2 applicable aux coûts de retrait et
- 6 d'installation des équipements. ¹

3.2.2 Coût de remplacement et période de renouvellement

7 Le coût de remplacement des ouvrages civils et canalisations est évalué à

8 1,9 milliard de dollars. Il est marqué d'une certaine incertitude liée

9 principalement aux kilomètres de canalisations ($1\ 500 \pm 300\ km$) et aux

10 difficultés à bien cerner les coûts réels de reconstruction du civil en milieu

11 construit.

12 **TABLEAU 14: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT DES OUVRAGES CIVILS**

(M\$)	Ingénierie	Reconstruction	Total
Canalisation et Puits d'accès	57	1 449	1 506
CTE, PT, Socle et Base d'interrupteur et de transformateur	67	329	396
Total	124	1 778	1 902
Répartition en %	7 %	93 %	100 %

13 La répartition montre aussi que plus de 75 % des coûts de remplacement des

14 ouvrages civils sont liés aux canalisations et aux puits d'accès servant

15 principalement au réseau de câbles MT 3Ø.

¹ Sur le réseau réel, cette majoration varie de 1 à 1,3 selon les difficultés de réalisation rencontrées : accessibilité limitée au matériel roulant, sécurisation des chantiers ou intervention en milieu urbain dense.

1 Tel que montré au Tableau 15, le coût total de remplacement des équipements
2 électriques du réseau souterrain est évalué à 3,2 milliards de dollars. Près des
3 deux tiers de ces coûts sont directement liés au remplacement des câbles
4 souterrains.

5 **TABLEAU 15: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES**
6 **SOUTERRAINS**

(M \$)	Ingénierie	Retrait	Installation	Total
Câbles MT 1Ø/3Ø <i>(LAS 1Ø et 3Ø)¹</i>	170	348	1 532 <i>(55)¹</i>	2 050 <i>(55)¹</i>
Transformateurs 1Ø/3Ø	68	40	439	547
Interrupteurs souterrains	15	12	169	195
Branchements 1Ø/3Ø	Avec les transformateurs	155	271	426
Coût total	253	554	2 411	3 218
Répartition (%)	8 %	17 %	75 %	100 %

7 ¹ Le coût des liaisons aérosouterraines (LAS), assurant la transition entre le réseau souterrain et aérien,
8 est intégré aux câbles moyenne tension.

9 Le coût total de remplacement du réseau souterrain, Tableau 16, est la
10 combinaison des coûts civils et électriques présentés aux Tableau 14 et Tableau
11 15. Comme pour le réseau aérien, le coût moyen de remplacement peut être
12 présenté sur la base des kilomètres de câbles MT 1Ø/3Ø en service, soit
13 519 000 dollars par kilomètre. Et tout comme en aérien, il ne peut servir que de
14 base de référence pour évaluer le coût de remplacement de l'ensemble du
15 réseau souterrain, chaque projet devant être évalué en fonction de ses
16 caractéristiques physiques propres.

1

2

TABLEAU 16: COÛT TOTAL DE REMPLACEMENT - RÉSEAU SOUTERRAIN

(G\$)	Ingénierie	Retrait	Installation ou Reconstruction	Total	Répartition en %
Électrique	0,25	0,55	2,41	3,2	63 %
Ouvrage civil	0,12	- ¹	1,79 ¹	1,9	37 %
Total	0,4	0,6	4,1	5,1	100 %
Répartition en %	7 %	11 %	82 %	100 %	

3

¹ Le démantèlement ou l'abandon des ouvrages civils est intégré dans le coût de reconstruction du civil

4

La période de renouvellement correspond au rapport entre le coût de remplacement et l'investissement annuel en pérennité. Pour l'ensemble du réseau souterrain, cette période est de 53 ans.

7

8

**TABLEAU 17: COÛT DE REMPLACEMENT ET PÉRIODE DE RENOUVELLEMENT
RÉSEAU SOUTERRAIN**

9

Valeur d'origine des actifs 2004	2,68 G\$
Investissement annuel moyen consacré à la pérennité	98 M\$/an
Taux de pérennité sur la valeur d'origine des actifs	3,6 %
Coût de remplacement	5,1 G\$
Période de renouvellement ¹	53 ans

10

¹ Période de renouvellement = Coût de remplacement / Investissement annuel

3.2.3 Scénarios de renouvellement

11

Selon le modèle utilisé, le niveau d'investissements actuel assurerait le renouvellement complet des équipements électriques et des ouvrages civils en 53 ans. En attendant des démonstrations plus exhaustives sur l'âge et la durée de vie réelle des composants, les données de l'industrie indiquent que la durée

14

1 de vie technique des principaux actifs électriques souterrains, câbles et
2 transformateurs, se situent entre 30 et 60 ans, et probablement à 50 ans ou plus
3 pour les ouvrages civils.

4 En se basant sur ces hypothèses, trois scénarios de renouvellement couvrant 4
5 durées de vie, soit 12 possibilités, sont proposés :

6 • **Scénario S1:**

7 Tous les équipements ont une espérance de vie semblable (30, 40, 50 ou 60
8 ans). *Renouvellement par période : câbles MT et BT 100 %, transformateurs, interrupteurs 100 %, ouvrages civils et canalisation 100 %.*

10 • **Scénario S2:**

11 Tous les équipements électriques ont la même espérance de vie (30, 40, 50
12 ou 60 ans), les ouvrages civils ont une espérance de vie 1,33 fois plus
13 élevée (40, 53, 67 ou 80 ans). *Renouvellement par période: câbles MT et BT
14 100 %, transformateurs et interrupteurs 100 %, ouvrages civils et
15 canalisation 75 %.*

16 • **Scénario S3:**

17 Tous les équipements électriques ont la même espérance de vie (30, 40, 50
18 ou 60 ans), les ouvrages civils ont une espérance de vie 2 fois plus élevée
19 (60, 80, 100 ou 120 ans). *Renouvellement par période: câbles MT et BT
20 100 %, transformateurs et interrupteurs 100 %, ouvrages civils et
21 canalisation 50 %.*

1 TABLEAU 18: SCÉNARIOS DE RENOUVELLEMENT THÉORIQUE - RÉSEAU SOUTERRAIN

scénario	Hypothèses de renouvellement	Investissement total requis (G \$)	Période de renouvellement basée sur 98 M\$/an	Investissement annuel requis selon la période de renouvellement (M\$)			
				30 ans	40 ans	50 ans	60 ans
S1	câbles : 100 % transformateurs : 100 % ouvrages civils : 100 %	5,1 (519 000 \$ / km)	53 ans	170 (+72) ³	128 (+30) ³	102 (+4) ³	85 (-13) ³
S2	câbles : 100 % transformateurs : 100 % ouvrages civils ¹ : 75 %	4,6 (466 000 \$ / km)	47 ans	153 (+55) ³	115 (+17) ³	92 (-6) ³	77 (-21) ³
S3	câbles : 100 % transformateurs : 100 % ouvrages civils ² : 50 %	4,2 (425 000 \$ / km)	43 ans	140 (+42) ³	105 (+7) ³	84 (-12) ³	70 (-28) ³

2 ¹ Période de renouvellement des ouvrages civils : 1,33 fois celle des autres actifs (40, 53, 67, 80 ans)

3 ² Période de renouvellement des ouvrages civils: 2 fois celle des autres actifs (60, 80, 100, 120 ans)

4 ³ Investissements supplémentaires requis en Maintien des actifs par rapport à la moyenne 2002-2004

5

6 Selon la connaissance actuelle du réseau, une évaluation basée sur une
 7 espérance de vie de l'ordre de 40 à 50 ans pour les câbles et transformateurs et
 8 de 50 à 80 ans pour les ouvrages civils donnerait une fourchette
 9 d'investissements annuels pouvant assurer la pérennité du réseau souterrain.
 10 Avec ces hypothèses, les besoins d'investissements annuels en renouvellement
 11 seraient de l'ordre de 92 à 115 millions de dollars, soit une variation du budget
 12 annuel en maintien des actifs souterrains de -6 à +17 millions de dollars

1 **TABLEAU 19: RENOUELEMENT POTENTIEL À LONG TERME - RÉSEAU SOUTERRAIN**

Période de renouvellement	Câbles et transformateurs 40 à 50 ans
	Ouvrages civils 50 à 80 ans
Investissement en pérennité	115 M\$/an à 92 M\$/an
Taux de pérennité ¹	4,3 % à 3,4 %

2 ¹ Taux de pérennité = Investissements en pérennité / Valeur d'origine des actifs

3 Une fois confirmé le niveau d'investissements requis pour assurer la pérennité, il
 4 est entendu que la croissance réelle des investissements devrait être
 5 progressive et tenir compte de l'âge et de l'espérance de vie des composants,
 6 des progrès technologiques permettant de les garder plus longtemps en service
 7 et des taux réels de bris.

3.3 Réseau aérien et souterrain

3.3.1 Scénario de renouvellement global

8 Le Tableau 20 intègre les scénarios de renouvellement aérien et souterrain les
 9 plus probables. Selon les hypothèses de durées de vie et de coûts de
 10 remplacement utilisées, le taux de pérennité actuel de 2 % devrait progresser à
 11 un niveau compris entre 3,3 % et 4,7 % pour assurer un renouvellement adéquat
 12 du réseau de distribution.

1
 2

**TABLEAU 20: SCÉNARIO POTENTIEL DE RENOUVELLEMENT
 RÉSEAU AÉRIEN ET SOUTERRAIN**

Situation actuelle	
Valeur d'origine des actifs 2004	9,24 G\$
Investissements en pérennité	188 M\$/an
Taux de pérennité ¹	2,0 %
Coût de reconstruction	19,5 G\$
Période de renouvellement	104 ans
Scénario potentiel de renouvellement	
Durée de vie et période de renouvellement anticipées	Poteaux, Câbles et Transformateurs 40 à 60 ans Conducteurs et Ouvrages civils 50 à 80 ans
Investissement en pérennité	431 M\$/an à 302 M\$/an
Taux de pérennité ¹	4,7 % à 3,3 %
Investissement supplémentaire en Maintien des actifs	243 M\$/an à 114 M\$/an

 3 ¹ Taux de pérennité = Investissements en pérennité / Valeur d'origine des actifs

3.3.2 Comparaison avec l'industrie

4 Les résultats des balisages 2004 et 2005 de PA Consulting, Tableau 21,
 5 montrent que le taux de pérennité sur la valeur d'origine des actifs range le
 6 Distributeur légèrement au-dessus de la moyenne et de la médiane des
 7 entreprises participantes. Toutefois, être dans la moyenne ne signifie pas que
 8 les entreprises investissent suffisamment en pérennité, vu que les périodes de
 9 renouvellement associées à ces taux sont de loin supérieures aux durées de vie
 10 attendues par l'industrie pour les divers équipements constituant le réseau de
 11 distribution.

1 **TABLEAU 21: PA CONSULTING – TAUX DE PÉRENNITÉ ET PÉRIODE DE**
2 **RENOUVELLEMENT**

	PA consulting 2005 ajusté (23 participants)		PA consulting 2004 ajusté (30 participants)	
	Taux de pérennité ¹	Période de renouvellement ₂	Taux de pérennité ¹	Période de renouvellement ₂
Médiane	2,19 %	91 ans	2,15 %	93 ans
Moyen	2,16 %	93 ans	2,32 %	87 ans
Hydro-Québec Distribution (rang)	2,32 % (10/23)	86 ans	2,43 % (11/30)	82 ans
Premier quartile	≥ 2,64 % ≤ 3,87 %	≤ 76 ans ≥ 51 ans	≥ 2,94 % ≤ 4,73 %	≤ 68 ans ≥ 42 ans
Moyenne du premier quartile (participants)	3,72 % (5)	54 ans (5)	3,76 % (7)	53 ans (7)

3 ¹ Taux pérennité = (Investissements annuels – Croissance de la demande) / Valeur d'origine des actifs

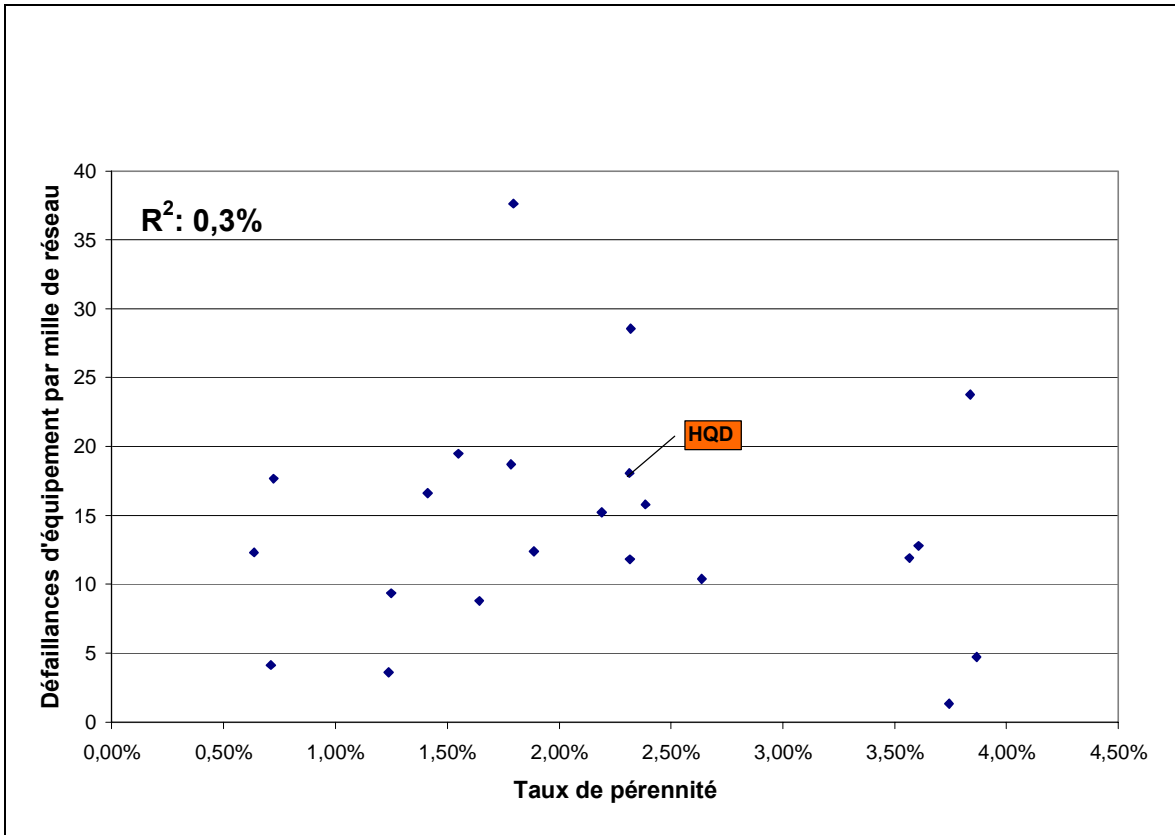
4 ² Période de renouvellement = (Coût de remplacement / Investissements annuels en pérennité) ou (2 /
5 Taux de pérennité sur la valeur d'origine des actifs). Par hypothèse, PA Consulting considère que le coût
6 de remplacement est égal à 2 fois la valeur d'origine des actifs.

7 Pour les deux années considérées, les participants situés dans le premier
8 quartile ont des périodes moyennes de renouvellement de 53 et 54 ans, soit à
9 l'intérieur des périodes anticipées par Hydro-Québec Distribution pour assurer
10 un renouvellement adéquat du réseau, qui sont de 40 à 60 ans.

11 Le baliseur ne fait aucun lien entre les investissements en pérennité des
12 entreprises et leur performance en continuité de service, il ne fait que souligner
13 que des faibles taux de pérennité entraînent de longues périodes de
14 renouvellement. Les analyses du Distributeur pour les données 2003 et 2004
15 montrent qu'il ne semble pas exister de corrélation entre le taux de pérennité et
16 les défaillances d'équipement ou la continuité de service. La Figure 5 illustre
17 l'absence de lien entre le taux de pérennité des entreprises et le nombre de

1 défaillances d'équipements par mille de réseau pour les données de l'année
2 2004.

3 **FIGURE 5: TAUX DE PÉRENNITÉ DES ENTREPRISES PAR RAPPORT AUX DÉFAILLANCES**
4 **D'ÉQUIPEMENT PAR MILLE DE RÉSEAU**
5 **PA CONSULTING 2005 (DONNÉES 2004)**



6

7 Un facteur de corrélation (R^2) de 0,3 % indique une absence de lien entre les
8 deux variables de la Figure 5. À titre d'exemple, les trois entreprises ayant les
9 plus bas taux de pérennité (~0,7 %) ont en moyenne 11,4 défaillances
10 d'équipements par mille de réseau, ce qui est similaire aux 10,9 défaillances par
11 mille de réseau des cinq entreprises qui ont les plus hauts taux de pérennité
12 (~3,7 %).

1 De l'avis du Distributeur, pour une année donnée, il est très difficile de faire un
2 lien entre les investissements annuels en pérennité et la continuité de service ou
3 le taux de défaillances des équipements.

4 STRATÉGIES D'INVESTISSEMENTS

4 La démonstration précédente a mis en évidence le besoin de réinvestir sur le
5 réseau aérien à court terme. En effet, selon le niveau actuel d'investissements,
6 la période de renouvellement serait de **161 ans** pour le réseau aérien et de **53**
7 **ans** pour le réseau souterrain.

8 Le Distributeur est d'avis que le niveau moyen des investissements en
9 renouvellement de l'actif souterrain semble adéquat à long terme. Cependant
10 sachant que les investissements actuels servent essentiellement à remplacer
11 certains types d'équipement qui ne sont plus conformes même s'ils n'ont pas
12 atteint la fin de leur durée de vie technique, il est possible que les
13 investissements en pérennité soient insuffisants. Des analyses plus exhaustives
14 sur les durées de vie des composants électriques souterrains devront être
15 réalisées, tout particulièrement sur les câbles et jonctions moyenne tension,
16 pour préciser les investissements requis.

17 Par ailleurs pour le réseau aérien, le Distributeur a démontré que le niveau
18 moyen d'investissements est insuffisant pour assurer un renouvellement adéquat
19 de cet actif à long terme. En effet, les périodes de renouvellement des
20 principaux composants du réseau aérien dépassent de beaucoup les durées de
21 vie techniques estimées par l'industrie.

22 Le Distributeur préconise de baser sa stratégie de réinvestissement à long terme
23 du réseau aérien sur le renouvellement des poteaux, compte tenu :

- 1 • de leur fonction de support aux équipements électriques (conducteurs,
2 transformateurs et appareils de sectionnement et de protection) ;
- 3 • de l'impact de leur défaillance sur la durée des pannes ;
- 4 • des données disponibles en matière d'âge, durée de vie technique et
5 mode de défaillance.

4.1 Choix du poteau comme inducteur de renouvellement

6 Le poteau constitue l'élément de base du réseau aérien. Lorsqu'il ne rencontre
7 plus les caractéristiques mécaniques minimales requises, il n'y a pas de signal
8 qu'il est à remplacer. Donc au fur et à mesure que les poteaux d'une ligne se
9 détériorent, la structure du réseau se fragilise et s'expose à des dommages
10 importants lorsque des événements majeurs surviennent. Ainsi lors de pannes
11 majeures où il y a effondrement du réseau, tel le verglas de 1998, près de 80 %
12 des délais de rétablissement sont attribuables au poteau. Il est donc primordial
13 que les structures qui supportent les équipements électriques soient remplacées
14 si elles ont perdu leurs caractéristiques mécaniques.

4.1.1 Poteaux ne rencontrant plus les caractéristiques requises

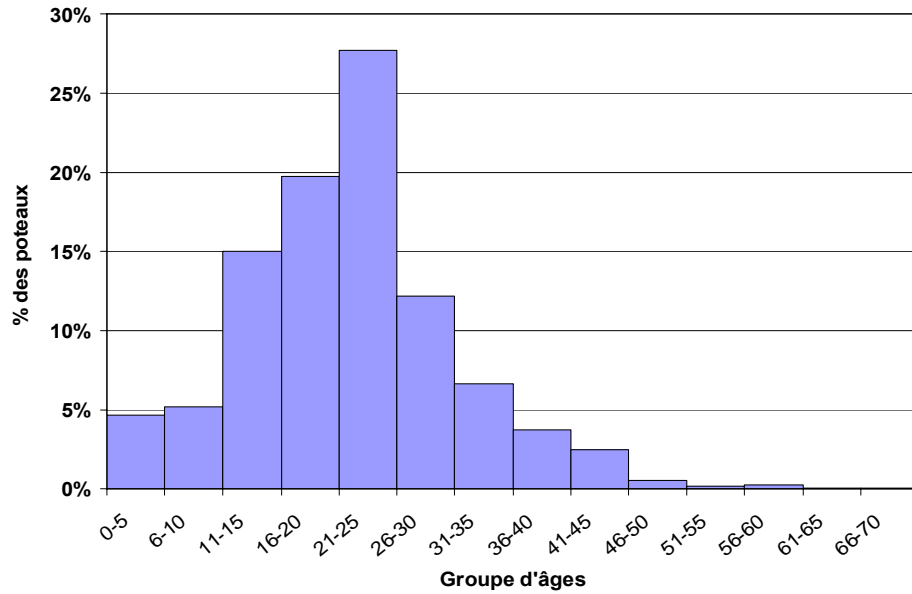
15 Le Distributeur dispose de peu d'informations sur la distribution d'âges de ses
16 poteaux. Il s'est basé sur les données d'inventaires du parc de poteaux de
17 Télébec et Télus afin de dégager, par extrapolation, la distribution de son propre
18 parc. En effet, les parcs de poteaux à usage conjoint de ces deux compagnies
19 sont tout à fait représentatifs de la distribution d'âges de son propre parc. Le
20 Distributeur estime que l'âge moyen serait de 21 ans au 1^{er} janvier 2007 pour
21 l'ensemble des 1,8 millions de poteaux du réseau de distribution.

22 Le nombre de poteaux qui devraient être remplacés en 2007 s'obtient en
23 appliquant la courbe "d'usure" (Figure 7) à la courbe démographique (Figure 6).

- 1 Ce nombre serait d'environ 8 800 selon la distribution illustrée à la Figure 8. Il
- 2 est à noter qu'il n'y a pas de poteau à remplacer dans les catégories 25 ans et
- 3 moins. La probabilité d'avoir à remplacer des poteaux plus jeunes que 25 ans
- 4 est très faible et aurait peu d'impact sur la performance du réseau.

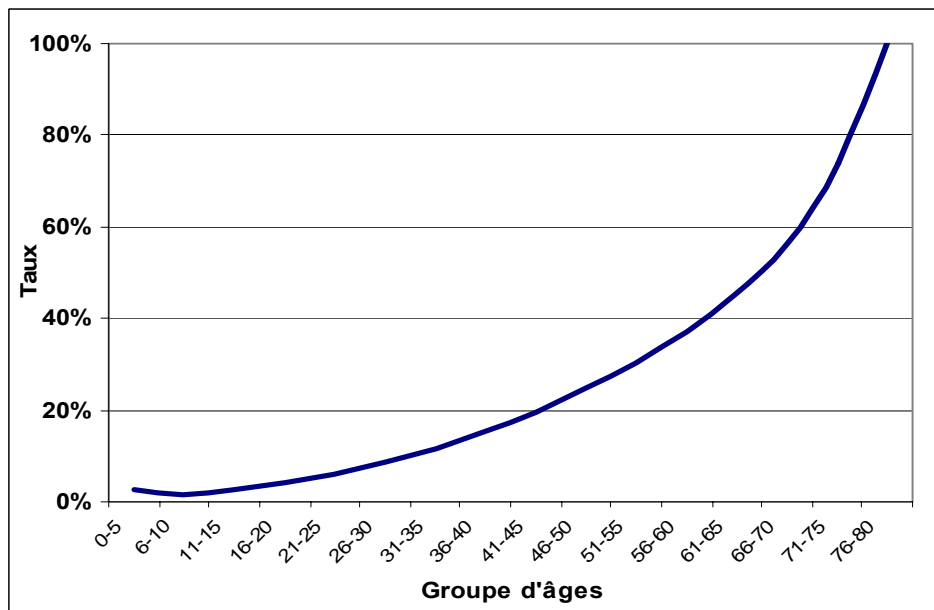
1
2

FIGURE 6: ESTIMÉ DE LA DISTRIBUTION DES POTEAUX PAR GROUPE D'ÂGES AU 1^{ER} JANVIER 2007

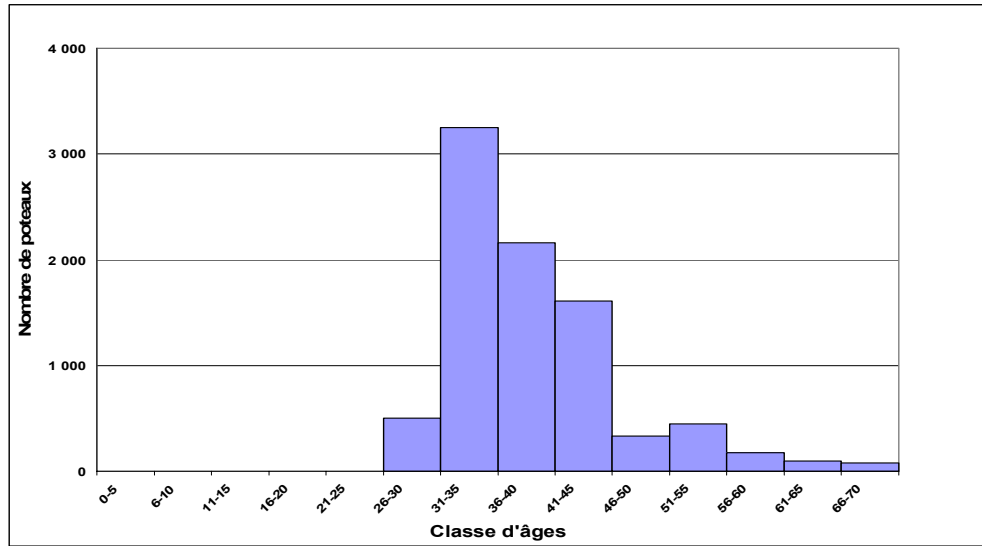


3
4

FIGURE 7: POURCENTAGE DES POTEAUX AYANT PERDU LES CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES REQUISES EN FONCTION DE L'ÂGE



1 **FIGURE 8: DISTRIBUTION DU NOMBRE DE POTEAUX NE RENCONTRANT PLUS LES**
2 **CARACTÉRISTIQUES REQUISES EN 2007 PAR GROUPE D'ÂGES**



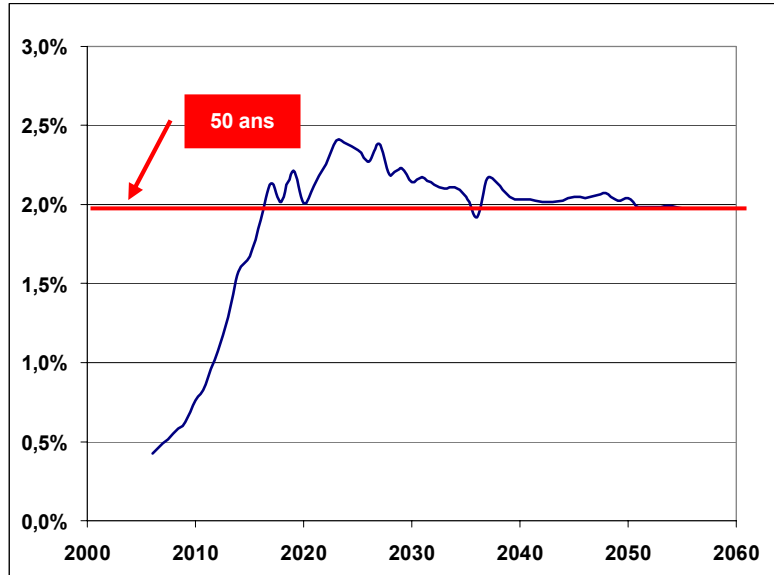
3

4.1.2 Évolution du nombre de poteaux à remplacer

4 La Figure 9 présente une simulation de l'évolution du taux annuel de poteaux à
5 remplacer, tenant compte du vieillissement et de l'accroissement du parc sur un
6 horizon 2006-2050. Ainsi en 2007, le pourcentage de poteaux qui ne
7 rencontreront plus les caractéristiques est de 0,5 %. Ce résultat est en continuité
8 avec la donnée de 2004 qui est de l'ordre de 0,25 % (Tableau 4, note 2). Ce
9 taux est en forte croissance pour les 10 à 15 prochaines années atteignant une
10 pointe à 2,4 % en 2023 et pour tendre vers 2,0 % sur le très long terme.

1

FIGURE 9: ÉVOLUTION DU TAUX ANNUEL DE POTEAUX À REMPLACER



2

3 Le Tableau 22 montre l'évolution du nombre de poteaux à remplacer à l'horizon
4 2020 et les taux de renouvellement associés.

5

**TABLEAU 22: ÉVOLUTION DU NOMBRE DE POTEAUX À REMPLACER
HORIZON 2020**

6

	2004	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Poteaux remplacés pour bris ou désuétude (actuel)	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500	4 500
Poteaux additionnels à remplacer	-	4 250	5 450	6 800	9 300	11 300	26 800	34 000
Total	4 500	8 750	9 950	11 300	13 800	15 800	31 300	38 500
Taux de renouvellement	0,25 %	0,49 %	0,55 %	0,62 %	0,76 %	0,86 %	1,67 %	2,01 %

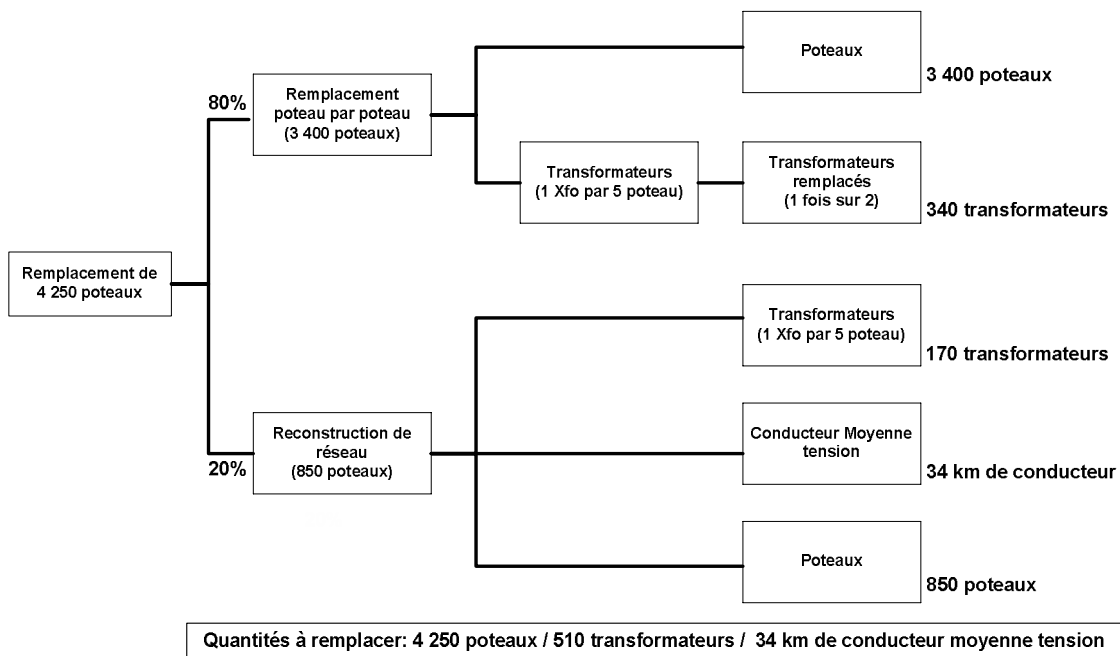
4.2 Impact du renouvellement des poteaux sur les autres actifs aériens

1 En prenant l'année 2007 comme référence, le Distributeur illustre l'impact du
2 remplacement des 4 250 poteaux additionnels sur le renouvellement des autres
3 actifs aériens, soit les transformateurs et les conducteurs.

4.2.1 Hypothèses de travail

4 Dans le cadre de projets de remplacement de poteau, le Distributeur estime
5 qu'environ 80 % des poteaux de la ligne seront remplacés à l'unité et que les
6 20 % restants seront remplacés dans le cadre d'une reconstruction complète de
7 la ligne, celle-ci étant jugée trop vétuste. La figure ci-dessous décrit les actifs
8 impliqués et les quantités correspondantes.

FIGURE 10: IMPACT DU REMPLACEMENT DE POTEAUX SUR LES ACTIFS DU RÉSEAU AÉRIEN ANNÉE 2007



4.2.2 Sommaire des quantités

1 Les quantités de composants additionnels à remplacer ont été évaluées à partir
2 du modèle illustré à la Figure 10 et sont présentées au Tableau 23.

3

4 **TABLEAU 23: ÉVOLUTION DU NOMBRE DE COMPOSANTS ADDITIONNELS À REMPLACER**
5 **HORIZON 2020**

	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Nombre de poteaux additionnels à remplacer	4 250	5 450	6 800	9 300	11 300	26 800	34 000
Nombre de transformateurs	510	650	820	1 120	1 360	3 215	4080
Conducteur (km)	35	45	55	75	90	215	270

4.3 Investissements additionnels associés aux poteaux, transformateurs et conducteurs

6 Les besoins en investissements additionnels associés au remplacement des
7 poteaux, transformateurs et conducteurs pour la période 2007-2020 sont
8 indiqués au Tableau 24.

9 **TABLEAU 24: INVESTISSEMENTS EN FONCTION DU NOMBRE DE COMPOSANTS**
10 **ADDITIONNELS À REMPLACER - HORIZON 2007-2020**

(M\$)	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Investissements additionnels associés au remplacement d'actifs aériens	14,8	19,3	24,6	34,4	42,6	101,0	126,0

11

12 Ces investissements additionnels en maintien des actifs devraient s'ajouter aux
13 90 M\$/an actuellement dévolus à la pérennité du réseau aérien, ce qui

1 conduirait aux taux et périodes de renouvellement montrés au Tableau 25 sur
2 l'horizon 2011-2020.

3 **TABLEAU 25: TAUX ET PÉRIODES DE RENOUVELLEMENT DES PRINCIPAUX ACTIFS**
4 **AÉRIENS - HORIZON 2011-2020**

	2004 ¹		2011		2015		2020	
	Taux	Période	Taux	Période	Taux	Période	Taux	Période
Poteau	0,5 %	200 ans	1,1 %	91 ans	1,9 %	53 ans	2,2 %	45 ans
Transformateur aérien	1,4 %	71 ans	1,6 %	63 ans	1,9 %	53 ans	2 %	50 ans
Conducteur aérien	0,3 %	333 ans	0,4 %	268 ans	0,5 %	209 ans	0,5 %	193 ans
Appareil de sectionnement aérien	0,8 %	125 ans	0,9 %	118 ans	0,9 %	106 ans	1,0 %	103 ans

5 ¹ Tableau 4, colonne "Taux de renouvellement actuel"

6 Sur la période 2015-2020, les investissements prévus devraient permettre
7 d'atteindre des périodes de renouvellement des poteaux et des transformateurs
8 voisines des durées de vie attendues. Par contre, les investissements destinés
9 au renouvellement des appareils de sectionnement et des conducteurs seront
10 insuffisants et devront être augmentés selon des critères restant à définir.

11 Globalement la période de renouvellement du réseau aérien passerait de
12 161 ans en 2004 à 67 ans en 2020, comme le montre le Tableau 26

13 **TABLEAU 26: IMPACT DES INVESTISSEMENTS ADDITIONNELS SUR LES PÉRIODES DE**
14 **RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU AÉRIEN - HORIZON 2007-2020**

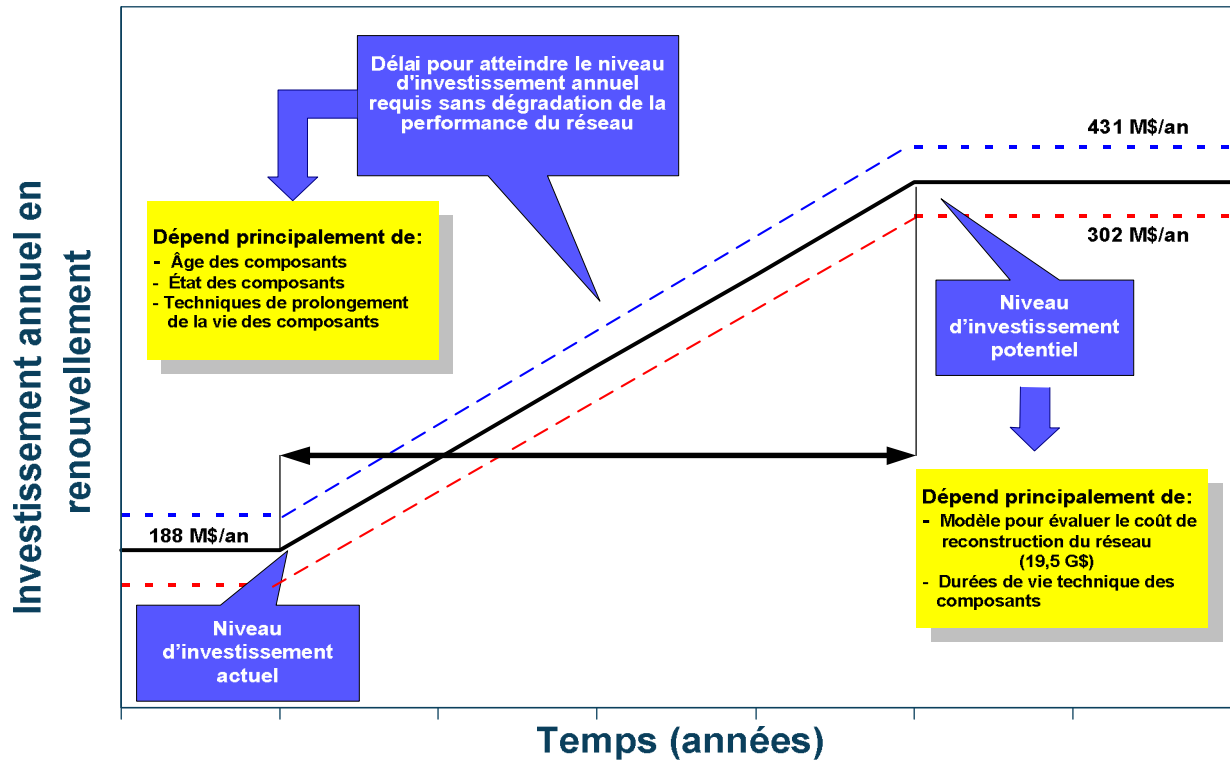
(M\$)	2004	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2020
Investissement global en pérennité du réseau aérien	90,0	104,8	109,3	114,6	124,4	132,6	191,0	216,0
Période de renouvellement de l'actif aérien	161	137	132	126	116	109	75	67

5 CONCLUSION

1 Le Distributeur a démontré que :

- 2 • les investissements actuels en pérennité de 188 M\$/an n'assurent pas un
3 renouvellement adéquat du réseau de distribution à long terme,
4 particulièrement en aérien ;
- 5 • les investissements annuels en pérennité doivent être augmentés
6 graduellement pour atteindre un niveau situé entre 300 et 430 M\$ par an
7 (Figure 11) ;
- 8 • La croissance des investissements annuels en pérennité pourra être
9 étalée dans le temps selon la nature des différents actifs (Figure 11).

1 **FIGURE 11: INVESTISSEMENTS ANNUELS POTENTIELS POUR ASSURER LE**
2 **RENOUVELLEMENT DU RÉSEAU**



3 Le Distributeur propose un accroissement des investissements en pérennité
4 basé sur le renouvellement des poteaux. Pour l'année 2007, le Distributeur
5 évalue le besoin additionnel en renouvellement des actifs aériens à 14,8 M\$.

6 Dans les années à venir, le Distributeur précisera ses autres besoins en
7 pérennité selon la progression de ses connaissances sur l'état de l'actif. Ceci
8 sera rendu possible par des relevés de réseau, des analyses de comportement
9 et du balisage pour certains composants.

10 De plus, le Distributeur poursuivra l'analyse de différentes techniques
11 permettant de prolonger la durée de vie de certains composants et en évaluera
12 les bénéfices.

- 1 Enfin, des efforts seront déployés pour préciser les durées de vie économiques
- 2 des composants et élaborer des stratégies optimales mettant en relation les
- 3 coûts, les périodes de renouvellement, les cibles de performance technique et
- 4 les obligations contractuelles.