

IDENTIFICATION	MMK	PL	Lignes HT	PLP.40.25
TYPE DE DOCUMENT	Politique			
SUJET	Travaux d'élitage			
REF.	PLP 40. 25 Travaux d'élitage			
STATUT	Final			
MOTS CLES	Travaux d'élitage, valeurs indicatives			

Version	Date de rédaction / d'adaptation	Modifications	Auteur
00	20/06/2007		ECLO
01	14/09/2007	Discussion triangle PL	ECLO
02	11/10/2007	Discussion en GS-team	ECLO
03	24/04/2008	Adaptation Flow	ECLO

1	Objectifs.....	1.3
2	Cadre législatif	2.3
2.1	Loi du 10 mars 1925	2.3
2.1.1	Article 14	2.3
2.1.2	Article 17	2.3
2.1.3	Article 171.03 du RGIE	2.3
2.1.4	Article 267 du RGIE	2.4
3	Aperçu des incidents <i>METTANT EN CAUSE</i> des arbres.....	3.5
4	Politique et approche <i>POUR</i> se préserver des incidents dus à la végétation ..	4.6
4.1	Situation 1: lignes importantes et zones boisées	4.6
4.1.1	Méthode	4.7
4.2	Situation 2: végétation à proximité de lignes HT	4.8
4.2.1	Méthode	4.8
4.3	Situation 3: danger de chute d'arbres	4.9
4.4	Facturation.....	4.9
4.5	Gestion du dossier.....	4.9
4.6	Formation.....	4.9
4.7	Environnement.....	4.10
5	Directives pratiques.....	5.11
5.1	Elagage/écimage et abattage d'arbres	5.11
5.2	Distances et réglementation	5.11
5.3	Valeurs indicatives pour les distances verticales et horizontales	5.12
5.3.1	Détermination de la distance verticale	5.12
5.3.2	Détermination du balancement horizontal.....	5.13
5.3.3	Tableau récapitulatif.....	5.14
5.4	Annexes.....	5.15

1 OBJECTIFS

- Eviter que des branches d'arbre ne viennent trop près des conducteurs
- Assurer la sécurité des tiers et du réseau HT
- Uniformiser l'approche au sein d'Elia
- Respecter l'environnement

2 CADRE LEGISLATIF

2.1 Loi du 10 mars 1925

2.1.1 Article 14

"L'Etat, les provinces et les communes, ainsi que les détenteurs d'une licence, dans la mesure où ils y sont habilités par l'acte de licence, ont le droit:

....

"3° de couper les branches d'arbres qui se trouvent à proximité des conducteurs aériens d'énergie électrique et pourraient occasionner des courts-circuits ou des dégâts aux installations."

"Sauf les cas d'urgence, le droit de couper les branches d'arbres est toutefois subordonné soit au refus du propriétaire d'effectuer l'ébranchage, soit au fait qu'il aurait laissé sans suite pendant un mois l'invitation d'y procéder."

2.1.2 Article 17

"Les entreprises intéressées indemniseront les propriétaires et les locataires du préjudice d'après l'estimation qui en sera faite, soit à l'amiable, soit par le juge compétent. Ces indemnités pourront avoir la forme d'une redevance annuelle, payable anticipativement."

2.1.3 Article 171.03 du RGIE

"Le propriétaire d'une ligne aérienne de transport d'énergie électrique doit couper les branches qui se trouvent à proximité des conducteurs nus et qui soit pourraient occasionner des courts-circuits ou des dégâts aux installations, soit mettre en danger la sécurité des personnes et des biens."

Remarque:

Normalement, le propriétaire de l'arbre doit élaguer son arbre.

Si le propriétaire de l'arbre ne réagit pas un mois après avoir été prévenu par le propriétaire de la ligne aérienne, celui-ci a le droit d'exécuter lui-même les travaux d'élagage.

Elia n'a pas le droit d'abattre des arbres sans autorisation.

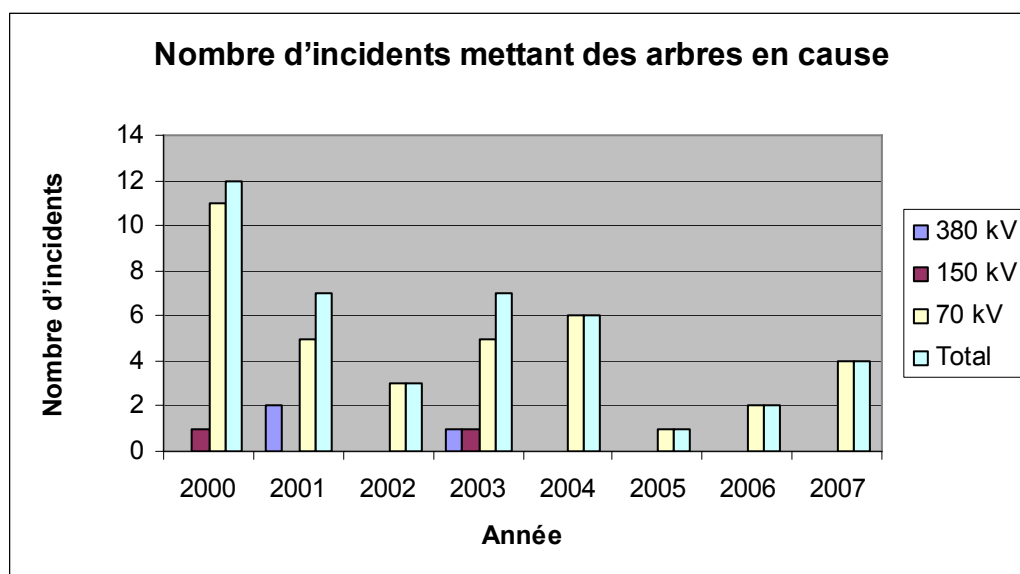
2.1.4 Article 267 du RGIE

Visite régulière des installations haute tension

"... le visiteur a pour devoir de signaler sur-le-champ à son mandant les défauts qu'il constate. Ses observations sont consignées à cet effet dans un registre particulier."

3 APERÇU DES INCIDENTS METTANT DES ARBRES EN CAUSE

Voici un aperçu des incidents causés par la végétation.
La plupart des incidents se situent sur le réseau 70 kV.



Incidents causés par la végétation

An	380 kV	150 kV	70 kV	Total
2000	0	1	11	12
2001	2	0	5	7
2002	0	0	3	3
2003	1	1	5	7
2004	0	0	6	6
2005	0	0	1	1
2006	0	0	2	2
2007	0	0	4	4

	3	2	37	42
--	---	---	----	----

Remarque pour l'année "2007": les données concernent la situation jusque juin 2007 inclus.

4 POLITIQUE ET APPROCHE POUR SE PRESERVER DES INCIDENTS DUS A LA VEGETATION

4.1 Situation 1: lignes importantes et zones boisées

La méthode la plus efficace pour gérer les travaux d'élagage consiste à abattre des arbres et à créer des couloirs. Une telle approche permet en effet de limiter les travaux d'élagage et réduit dans une large mesure le risque de claquage entre une ligne HT et de la végétation.

Pour les lignes importantes et les zones boisées, la création de couloirs dans la mesure du possible, constitue la meilleure méthode. En d'autres termes, pour ces lignes, on tente au maximum d'abattre les arbres.

L'espace libéré par ces couloirs est entretenu en coupant ou en élaguant les arbres qui poussent vers l'intérieur.

Tableau des distances minimales pour les couloirs (par rapport à l'axe du pylône HT)

Niveau de tension	Largeur minimale du couloir
70 kV	2 X 10 m
150 kV	2 X 15 m
220 et 380 kV	2 X 25 m

Pour réaliser cette politique, il faut disposer :

- d'une liste des lignes importantes et des zones boisées
- des portées où il y a de la végétation
- d'une liste des parcelles concernées et des propriétaires
- des autorisations de coupe nécessaires (cf. instance compétente, propriétaires).

4.1.1 Méthode

4.1.1.1 Etape 1

Pour réaliser ce qui précède, une liste a été établie en collaboration avec les dispatchings, les Service Centers et le service d'audit en vue d'examiner spécifiquement la faisabilité des couloirs. La rédaction de la liste reprenant les zones boisées est établie par les Service Centers dans la mesure où ils sont les mieux placés pour le faire.

En collaboration avec Assets Support, les zones nord et sud évaluent la possibilité d'obtenir des bandes. A cet effet, le tableau mentionné à l'annexe 1 doit être traduit en une étude précise.

4.1.1.2 Etape 2

S'il est impossible de créer un couloir, on établit un inventaire des propriétaires et des parcelles, et ces lignes sont suivies avec une attention particulière pendant les patrouilles d'élitage.

4.1.1.3 Vision d'avenir

- survoler les lignes et faire un profil longitudinal à 75°.
- sur base des informations obtenues, établir la hauteur maximale autorisée de la végétation
- prix: 125.000 €/100km

Avantage

- méthode précise (juste estimation des distances et de la quantité de travail)
- archivage automatique de la végétation
- balisage des distances à respecter : faite au bureau
- grandeur maximale autorisée des arbres existants déterminée une fois pour toutes (pour autant que la configuration de la ligne ne change pas)
- données fixes pour le terrain
- possibilité de partager plus facilement les travaux en lots
- possibilité d'utiliser les informations obtenues pour le survol à d'autres fins (projets, base de données, ...)

Assets Support poursuit l'examen de cette approche et, selon les résultats de l'étude, on décidera de sa concrétisation.

4.2 Situation 2: végétation à proximité de lignes HT

Dans cette situation, la végétation existante est au maximum élaguée ou écimée.

Remarque: Si l'abattage est possible, il a bien sûr la préférence.

4.2.1 Méthode

Les Service Centers sont responsables de l'estimation des risques à proximité des lignes aériennes suite à la végétation.

Cette analyse se fait par le biais de la patrouille d'élitage¹. La patrouille d'élitage se déroule une fois par an, de préférence en juillet et août. La végétation a alors pris de l'ampleur et les lignes fléchissent davantage à cause de la chaleur. Pour estimer correctement la distance "ligne - végétation", il faut parfois escalader le pylône. Cette escalade doit toujours réunir au moins deux personnes.

Si une patrouille constate qu'un arbre est malade, il faut le signaler par écrit au propriétaire et lui proposer d'abattre l'arbre.

Le résultat de la patrouille d'élitage est une liste des portées où il faut un élitage pendant l'année N+1.

Lorsque des travaux d'élitage sont effectués, l'objectif est qu'il n'y ait plus d'élitage pendant deux années successives (la réalité montre cependant que ce n'est pas toujours possible).

Pour gérer les travaux d'élitage, les activités suivantes sont nécessaires:

- établissement des lignes à patrouiller annuellement pour ce qui concerne les travaux d'élitage
- réunion et archivage des constatations
- établissement, planification et organisation des actions requises
- contrôle sur les travaux exécutés
- suivi de la facturation (périodique)

¹ Le contrôle de la végétation près de la ligne HT se fait pendant la "patrouille d'élitage". Cela n'empêche pas que, si des anomalies sont constatées pendant d'autres patrouilles, elles doivent être signalées au responsable "travaux d'élitage".

4.3 Situation 3: danger de chute d'arbres

Pour les arbres malades qui pourraient endommager la ligne dans leur chute, on négocie également leur abattage.

Une autre option consiste à écimer ces arbres de telle façon qu'ils ne constituent plus de danger pour la ligne. Ce n'est pas toujours possible.

Si l'instance concernée ou le propriétaire refuse d'accepter une des solutions proposées, un courrier recommandé lui est adressé pour lui indiquer les risques possibles. Des démarches juridiques sont entamées si nécessaire.

4.4 Facturation

Afin de bien pouvoir suivre le budget et d'obtenir une répartition des coûts sur l'année, les entrepreneurs procèdent à une facturation mensuelle des travaux exécutés. Ce système permet également d'avoir de meilleurs arguments en cas de contestation dans la mesure où les travaux ont été effectués récemment.

4.5 Gestion du dossier

Après chaque travail d'élagage, les données obtenues sont classées dans un dossier. Au fil des ans, des données utiles sont ainsi rassemblées (propriétaires, éléments financiers, problèmes, sensibilités, conventions, accords avec les propriétaires) et l'on obtient une bonne vue d'ensemble concernant le suivi des travaux d'élagage. En cas d'incident, ceci peut constituer une plus-value.

4.6 Formation

Dans la mesure où, d'une part, aucune formation scolaire n'est donnée aux techniciens concernant les travaux d'élagage et que, d'autre part, tout le personnel de Power Links dans les Areas peut être confronté à des problèmes potentiels causés par des travaux d'élagage, chaque membre du personnel au sein des Service Centers PL, doit suivre une formation "exploitation des forêts".

Le cours se compose dans les grandes lignes de:

- 3 jours de théorie
- 4 jours de pratique (1 jour par saison)
- 1 jour d'évaluation

Pour Power Links, cela signifie environ

SAN	PL (1)	Nombre de jours de formation	Nombre de journées de travail	Coût du cours (pour une moyenne de 5 personnes)	Total
Statutaire	26	8	304	5.035 €	25.175 €

SAS	PL				
Statutaire	28	8	248	5.035 €	25.175 €

Total général					50.350 €
---------------	--	--	--	--	----------

(1) Schaarbeek Sud non compris + uniquement membres du personnel "ligne" repris dans le chiffre du personnel
par cours: 5 à 7 personnes

L'objectif est de faire suivre le cours à tout le personnel de la zone Nord & Sud service Power Links d'ici fin 2012.

4.7 Environnement

Au moment où l'on entre dans les parcelles à élaguer, écimer ou abattre, il est conseillé d'emprunter les accès au bois et à la lande et de se rendre dans la zone de travail à partir de ces chemins, en tournant à angle droit (cf. le chemin le plus court) pour limiter autant que possible les dégâts causés par les machines.

Les dégâts causés au biotope par notre passage sont indemnisés.

Il faut faire attention, en cas de conventions concernant les plantes (uniquement sur demande), aux arbustes à croissance limitée (basse) typiques de la région et prévoir un passage protégé, comme abri pour le gibier.

L'enlèvement (ou le traitement) du bois coupé se fait en concertation avec le propriétaire. On tente de minimiser le coût pour Elia (hachage par exemple).

Il faut prêter une attention particulière aux zones protégées (zone Natura par exemple).

5 DIRECTIVES PRATIQUES

5.1 Elagage/écimage et abattage d'arbres

Voici le déroulement des négociations:

1. reconnaître la situation sur place
2. convaincre le propriétaire des risques que les arbres constituent pour la ligne aérienne

Eléments importants:

- la sécurité des personnes
- la sécurité du réseau
- la prévention des dégâts

3. faire comprendre au propriétaire que:
 - les travaux peuvent être effectués par Elia
 - le bois est pour le propriétaire (éventuellement scié en bois à brûler si exigé par le propriétaire)
 - Elia est prêt à enlever le bois si le propriétaire le souhaite.

Dans le cas de propriétaires difficiles, il peut être utile de montrer la bonne exécution au service de l'environnement, à la police, aux pompiers, au personnel communal.

5.2 Distances et réglementation

La loi ne mentionne pas de distances de sécurité explicites pour les arbres. On propose d'utiliser l'article 266, vu qu'il est d'application pour toute forme d'activité accompagnée de risques électriques. Comme il faut tenir compte de l'élagage, de l'écimage ou de l'abattage d'arbres (en d'autres termes d'activités à proximité d'une ligne non coupée), la prise en considération de cet article est justifiée.

	Actuel	
	D _L (zone à risque) en mètres	D _V (zone de proximité) en mètres
ligne 70 kV	0,75	1,75
ligne 150 kV	1,20	3,20
ligne 220 kV	1,60	3,60
ligne 380 kV	2,50	4,50

Ces distances doivent être appliquées à la verticale comme à l'horizontale. De plus, ces distances doivent rester garanties à toutes les positions des conducteurs (cf. influence de la température et du vent).

Pour rappel

D_L: zone dans laquelle aucune personne ni partie prolongeant cette personne ne peut se trouver.

5.3 Valeurs indicatives pour les distances verticales et horizontales

Ce qui suit a pour but d'établir des tableaux qui permettent de savoir facilement les distances à respecter. Ceci présente toutefois l'inconvénient de généraliser les chiffres. Dans les cas difficiles, on aura toujours recours à des calculs et à des mesures détaillés.

5.3.1 Détermination de la distance verticale

L'hypothèse de départ est que la ligne est à 15°C pendant la patrouille.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs approximatives de la flèche supplémentaire, au milieu de la portée, si la ligne était à 75°C.

Matériau	Cu	AMS	ALAC	AMS-AC
Portée	Flèche	Flèche	Flèche	Flèche
a (m)	Δf (m)	Δf (m)	Δf (m)	Δf (m)
100	0.8	1.2	1.0	1.0
150	1.0	1.6	1.3	1.3
200	1.1	2.0	1.5	1.6
250	1.2	2.2	1.7	1.9
300	1.2	2.4	1.8	2.1
350	1.3	2.6	1.9	2.2
400		2.7	2.0	2.4
450		2.8	2.0	2.5
500		2.9	2.1	2.5

Différence de flèche du câble à 15°C et 75° C en fonction de la portée et du type de câble
(Δf = au milieu de la portée)

A ces valeurs, nous ajoutons encore D_v (distance zone de proximité) pour déterminer la distance verticale minimale (V_1).

L'annexe 3 reprend les valeurs indicatives par niveau de tension.

Remarque:

Si la température du conducteur est connue, il est possible de déterminer la flèche à 75°C avec plus de précision. Le tableau ci-dessous indique l'augmentation de la flèche par degré d'augmentation de la température.

Matériau	Cu	AMS	ALAC	AMS-AC
Portée				
a (m)	c (cm/°C)	c (cm/°C)	c (cm/°C)	c (cm/°C)
100	1.5	2.1	1.7	1.7
200	1.9	3.5	2.6	2.8
300	2.2	4.2	3.2	3.7
400		4.7	3.5	4.1
500		5	3.7	4.4

5.3.2 Détermination du balancement horizontal

Les câbles balancent latéralement. Le balancement est fonction de la force du vent et de la flèche. Le balancement est déterminé à l'aide de la flèche à 15°C.

La règle empirique veut que le conducteur se balance de maximum 30°.

Ce qui donne ce tableau de valeurs indicatives pour le balancement horizontal du conducteur (isolateur chaîne non compris):

Portée				
(m)	Cu	Alac	AMS	AMS-AC
100,0	0,5	0,4	0,4	0,3
150,0	1,3	1,0	0,9	0,8
200,0	2,3	1,8	1,6	1,4
250,0	3,5	2,8	2,4	2,2
300,0	4,8	4,0	3,5	3,1
350,0	6,8	5,4	4,8	4,3
400		7,1	6,3	5,6
450		9,0	7,9	7,0
500		11,1	9,8	8,7

Balancement horizontal (en mètres) du conducteur en son milieu

(l'influence de l'isolateur n'est pas encore prise en compte)

Pour déterminer la distance de sécurité horizontale minimale admissible (H2), on ajoute encore la distance D_L (cf. en cas de tempête, on n'effectue pas de travaux d'élagage) et le balancement de la chaîne d'isolateurs de 30°.

Ce qui mène aux valeurs reprises à l'annexe 4.

5.3.3 Tableau récapitulatif

Afin de permettre au patrouilleur de se faire facilement une idée des distances à respecter, voici un tableau simplifié des valeurs indicatives pour V1 et H2. Ce tableau permet de se faire rapidement une idée de la situation et de détecter les problèmes éventuels.

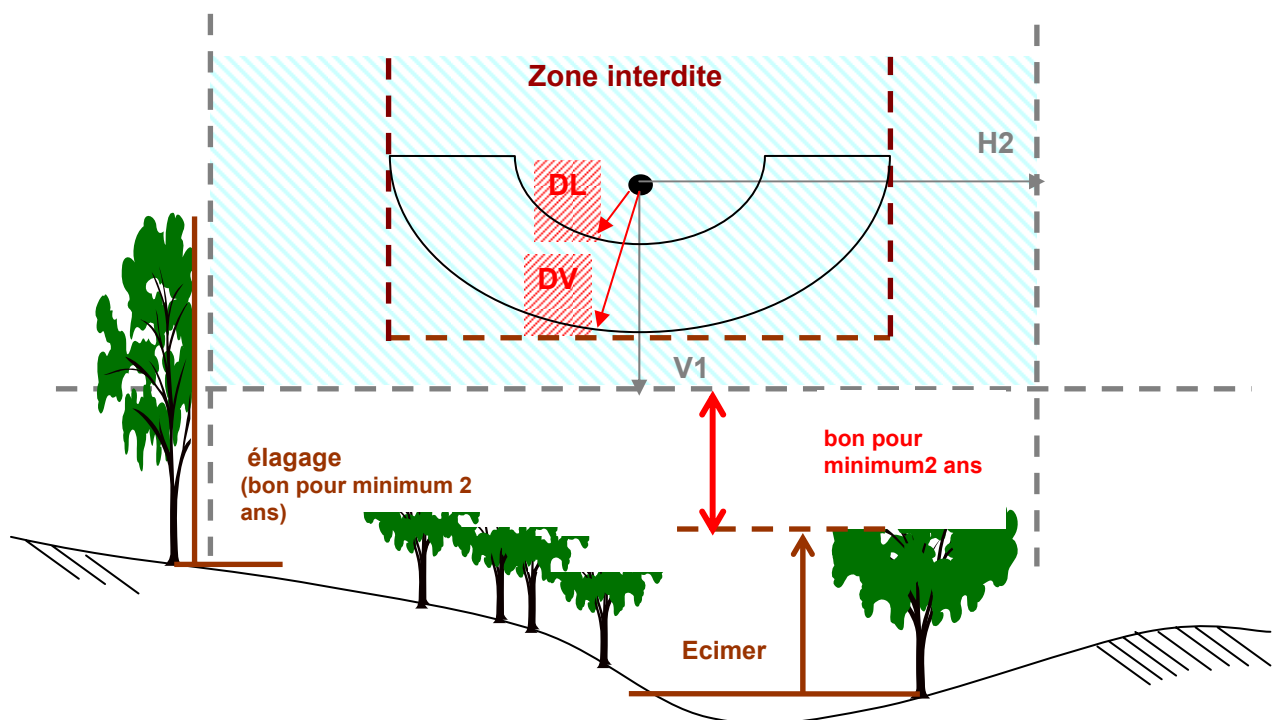
Pour déterminer les travaux d'élagage à effectuer, il faut utiliser les tableaux des annexes 3 et 4.

Dans les cas difficiles, on aura toujours recours à des calculs détaillés et si nécessaire à un arpenteur.

Tableau simplifié des valeurs indicatives

	RGIE		Pratique			
			Verticale (V1) (en mètres)		Horizontale (H2) (en mètres)	
	D _L zone à risque en mètres	D _V zone de proximité en mètres	Cu	AMS; Alac	Cu	AMS; Alac
ligne 70 kV	0,75	1,75	3	4,5	7	8
ligne 150 kV	1,20	3,20	4,5	6	8,5	13
ligne 220 kV	1,60	3,60		6,5		16
ligne 380 kV	2,50	4,50		7,5		17

Schématiquement:



5.4 Annexes

Annexe 1: Lignes importantes en matière d'élagage

Annexe 2: Déroulement des travaux d'élagage

Annexe 3: Flèche verticale. Valeurs indicatives détaillées pour les distances de sécurité suivant le type de matériau, le niveau de tension et la portée

Annexe 4: Balancement horizontal. Valeurs indicatives détaillées pour les distances de sécurité suivant le type de matériau, le niveau de tension et la portée

Annexe 5: Hauteur maximale des arbres

Annexe 1: Liste des lignes importantes en matière d'élagage

Nord

Ligne	Postes
380.11	GRAMM-LIXHE (cft. Bois Zutendaal, Genk, Asse, Opoeteren)
380.21	MASSE - MEERH
150.200	GRAMM - LANLO
150.236	MOUSC - WVLGN
70.549	BWTON-MOUSC
70.704	SCHEL-TEMSE
70.724	STNIK-TEMSE-HAMME
70.703	SCHEL-STNIK-HAMME- LOKER
70.704	SCHEL-TEMSE
70.712	KONTI-SCHEL-AARTS
70.713	KONTI-SCHEL-AARTS
70.722	KONTI-LIER
70.723	KONTI-LIER-DUFSI
70.790	LIER-NYLEN
70.791	HEOUT-NYLEN
70.792	HEOUT-LIER
70.735	BEKAT-EISDE
70.736	BEKAT-EISDE
70.737	DIEST-HALEN
70.738	DIEST-HALEN
70.741	EISDE-EISDI
70.742	EISDE-EISDI
70.743	ALKEN-GODSH
70.744	BRUST-STRUI
70.745	ALKEN-STRUI
70.748	GODSH-HASSN
70.749	GODSH-HASSN
70.783	HOUTH-LUMME
70.785	BERIN-LUMME
70.786	HEREN-UMOLE
70.787	HEREN-UMOLE

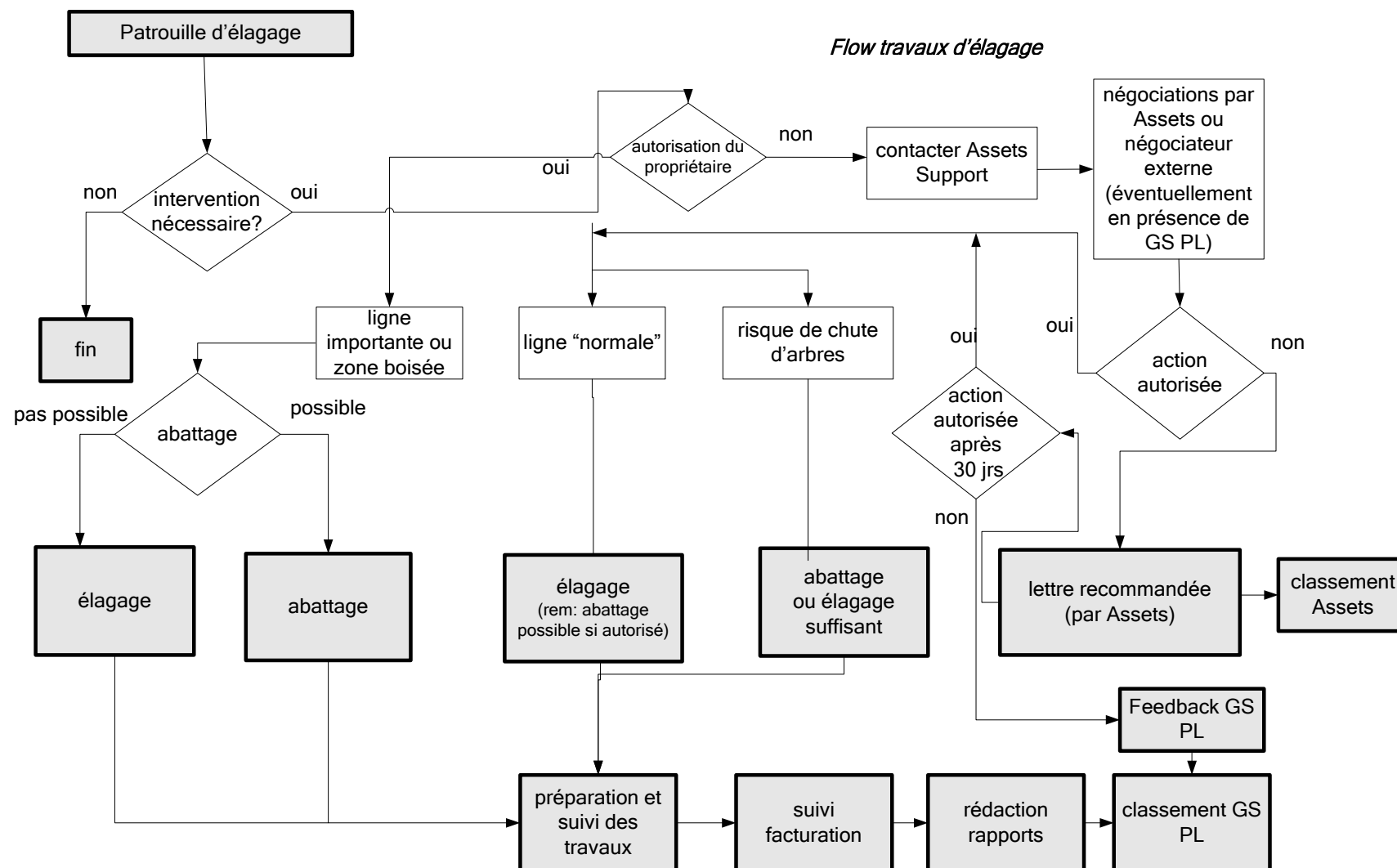
Sud

Ligne	Postes
380.11	BRESSOUX – GRAMME – MAASBRACHT
380.01	BRUME – GRAMME
380.02	BRUME – GRAMME
380.03	BRUME – COO
380.04	BRUME – COO
380.19	ACHÈNE – LONNY
380.31	GRAMME - COURCELLES
380.32	GRAMME - COURCELLES
380.13	BRUME - HOUFFALIZE
380.13	AUBANGE - VILLEROUX
150.200	GRAMM – LANLO
70.326	HEINSCH - BONNERT
70.323	BONNERT - ARLON
70.464	ARLON - ARLON SNCB
70.338	ARLON - AUBANGE
70.312	BRESSOUX - FN VOTTEM – TONGRES
70.821	TONGRES - BORGLON
70.811	TONGRES – ST-TROND
70.361	MARCOURT- SOY
70.353	SOY – BOMAL
70.349	BOMAL – RIMIÈRE - HEID-DE-GOREUX
70.350	BOMAL – RIMIÈRE - HEID-DE-GOREUX
70.351	BOMAL – RIMIÈRE - HEID-DE-GOREUX
70.931	SNCB - HENRI-CHAPELLE - MOTENZ SNCB
70.932	SNCB-HENRI-CHAPELLE-MOTENZ SNCB
70.128	HANZINELLE-THY LE CHÂTEAU
70.142	THY LE CHÂTEAU-CLEMONT LEZ WALCOURT
70.180	CLEMONT LEZ WALCOURT-SOLRE ST GÉRY
70.154	SOLRE ST GÉRY - COUVIN
70.129	COUVIN - NEUVILLE
70.135	BOIS DE VILLERS - YVOIR SNCB
70.132	YVOIR SNCB - DORINNE
70.148	DORINNE – CINEY – CINEY SNCB
70.308	ORGEO – RECOGNE

70.309	OR GEO – RECOGNE
70.339	RECOGNE – HATRIVAL – HATRIVAL SNCB
70.340	RECOGNE – HATRIVAL – HATRIVAL SNCB
70.320	NEUFCHÂTEAU – MARBEHAN SNCB
70.321	MARBEHAN SNCB – VILLERS/SEMOIS
70.322	VILLERS/SEMOIS – HEINSCH
70.331	BÉVERCÉ – STEPHANSHOF
70.332	STEPHANSHOF – BUTGENBACH
70.330	STEPHANSHOF – AMEL
70.329	AMEL – ST VITH
70.328	ST VITH – CIERREUX
70.334	VILLEROUX – HERBAIMONT
70.333	HERBAIMONT – FORRIÈRES
70.352	FORRIÈRES - ON
70-310	OR GEO - CHINY
70-319	CHINY - ST MARD
70-344	ST MARD - LATOUR
70-345	LATOUR - AUBANGE

Centre

Ligne	Postes
380.33	BRUEG – COURC – DROGE
380.34	BRUEG - COURG
380.35	BRUEG – MERCA - VERBR
380.36	BRUEG – MERCA - VERBR
150.46	AVERN – VERBR – WESPL - TIENE
150.47	VERBR – WILSE - WESPL
150.260	AVERN – WILSE - TIENE
150.66	LINT – VERBR - MECHL
150.0	BRUEG – SCHEL - MALDR
150.159	AALST – BRUEG - NINOV
150.61	BRUEG – DROGE – DILB+
150.638	DILB+ - DILBE
150.62	SCARB - VERBR
150.63	SCARB - VERBR
150.67	MACHE -VERBR
150.68	MACHE -VERBR
150.65	SIDAL - VERBR - MECHL
150.1	BRUEG – SCHEL - MERCH
150.311	DROGE – RHODE - LABOR
150.2	BRUEG - DROGE
150.353	BRUEG - DROGE
150.60	BRUEG – DROGE – DILB+
70.710	MECHL - SCHEL
70.711	MECHL - SCHEL



Annexe 3:

Valeurs indicatives pour les distances de sécurité verticales V1 (= flèche supplémentaire à 75 °C + DV).

Les valeurs ci-dessous sont ajoutées à la position calculée du conducteur pour déterminer la distance de sécurité.

Matériau	Cu
Portée	Flèche
(m)	Δf (m)
100	0,80
150	1,00
200	1,10
250	1,20
300	1,20
350	1,30

Variation de la flèche suivant la longueur de la portée

10%	20%	30%	40%	50%
0,29	0,51	0,67	0,77	0,80
0,36	0,64	0,84	0,96	1,00
0,40	0,70	0,92	1,06	1,10
0,43	0,77	1,01	1,15	1,20
0,43	0,77	1,01	1,15	1,20
0,47	0,83	1,09	1,25	1,30

Tableaux de la flèche supplémentaire + DV

Matériau	Cu	70 kV	V1				
Portée							
(m)	10%	20%	30%	40%	50%		
100	2,0	2,3	2,4	2,5	2,6		
150	2,1	2,4	2,6	2,7	2,8		
200	2,1	2,5	2,7	2,8	2,9		
250	2,2	2,5	2,8	2,9	3,0		
300	2,2	2,5	2,8	2,9	3,0		
350	2,2	2,6	2,8	3,0	3,1		

Matériau	Cu	150 kV	V1				
Portée							
(m)	10%	20%	30%	40%	50%		
100	3,5	3,7	3,9	4,0	4,0		
150	3,6	3,8	4,0	4,2	4,2		
200	3,6	3,9	4,1	4,3	4,3		
250	3,6	4,0	4,2	4,4	4,4		
300	3,6	4,0	4,2	4,4	4,4		
350	3,7	4,0	4,3	4,4	4,5		

Matériau	ALAC
Portée	Flèche
(m)	Δf (m)
100	1,00
150	1,30
200	1,50
250	1,70
300	1,80
350	1,90
400	2,00
450	2,00
500	2,10

Variation de la flèche suivant la longueur de la portée

10%	20%	30%	40%	50%
0,36	0,64	0,84	0,96	1,00
0,47	0,83	1,09	1,25	1,30
0,54	0,96	1,26	1,44	1,50
0,61	1,09	1,43	1,63	1,70
0,65	1,15	1,51	1,73	1,80
0,68	1,22	1,60	1,82	1,90
0,72	1,28	1,68	1,92	2,00
0,72	1,28	1,68	1,92	2,00
0,76	1,34	1,76	2,02	2,10

Tableaux de la flèche supplémentaire + DV

Matériau	ALAC	70 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	2,1	2,4	2,6	2,7	2,8	
150	2,2	2,6	2,8	3,0	3,1	
200	2,3	2,7	3,0	3,2	3,3	
250	2,4	2,8	3,2	3,4	3,5	
300	2,4	2,9	3,3	3,5	3,6	
350	2,4	3,0	3,3	3,6	3,7	
400	2,5	3,0	3,4	3,7	3,8	
450	2,5	3,0	3,4	3,7	3,8	
500	2,5	3,1	3,5	3,8	3,9	

Matériau	ALAC	150 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	3,6	3,8	4,0	4,2	4,2	
150	3,7	4,0	4,3	4,4	4,5	
200	3,7	4,2	4,5	4,6	4,7	
250	3,8	4,3	4,6	4,8	4,9	
300	3,8	4,4	4,7	4,9	5,0	
350	3,9	4,4	4,8	5,0	5,1	
400	3,9	4,5	4,9	5,1	5,2	
450	3,9	4,5	4,9	5,1	5,2	
500	4,0	4,5	5,0	5,2	5,3	

Matériau	ALAC	220 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	4,0	4,2	4,4	4,6	4,6	
150	4,1	4,4	4,7	4,8	4,9	
200	4,1	4,6	4,9	5,0	5,1	
250	4,2	4,7	5,0	5,2	5,3	
300	4,2	4,8	5,1	5,3	5,4	
350	4,3	4,8	5,2	5,4	5,5	
400	4,3	4,9	5,3	5,5	5,6	
450	4,3	4,9	5,3	5,5	5,6	
500	4,4	4,9	5,4	5,6	5,7	

Matériau	ALAC	380 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	4,9	5,1	5,3	5,5	5,5	
150	5,0	5,3	5,6	5,7	5,8	
200	5,0	5,5	5,8	5,9	6,0	
250	5,1	5,6	5,9	6,1	6,2	
300	5,1	5,7	6,0	6,2	6,3	
350	5,2	5,7	6,1	6,3	6,4	
400	5,2	5,8	6,2	6,4	6,5	
450	5,2	5,8	6,2	6,4	6,5	
500	5,3	5,8	6,3	6,5	6,6	

Matériau	AMS
Portée	Flèche
(m)	Δf (m)
100	1,20
150	1,60
200	2,00
250	2,20
300	2,40
350	2,60
400	2,70
450	2,80
500	2,90

Variation de la flèche suivant la longueur de la portée

10%	20%	30%	40%	50%
0,43	0,77	1,01	1,15	1,20
0,58	1,02	1,34	1,54	1,60
0,72	1,28	1,68	1,92	2,00
0,79	1,41	1,85	2,11	2,20
0,86	1,54	2,02	2,30	2,40
0,94	1,66	2,18	2,50	2,60
0,97	1,73	2,27	2,59	2,70
1,01	1,79	2,35	2,69	2,80
1,04	1,86	2,44	2,78	2,90

Tableaux de la flèche supplémentaire + DV

Matériau	AMS	70 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	2,2	2,5	2,8	2,9	3,0	
150	2,3	2,8	3,1	3,3	3,4	
200	2,5	3,0	3,4	3,7	3,8	
250	2,5	3,2	3,6	3,9	4,0	
300	2,6	3,3	3,8	4,1	4,2	
350	2,7	3,4	3,9	4,2	4,4	
400	2,7	3,5	4,0	4,3	4,5	
450	2,8	3,5	4,1	4,4	4,6	
500	2,8	3,6	4,2	4,5	4,7	

Matériau	AMS	150 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	3,6	4,0	4,2	4,4	4,4	
150	3,8	4,2	4,5	4,7	4,8	
200	3,9	4,5	4,9	5,1	5,2	
250	4,0	4,6	5,0	5,3	5,4	
300	4,1	4,7	5,2	5,5	5,6	
350	4,1	4,9	5,4	5,7	5,8	
400	4,2	4,9	5,5	5,8	5,9	
450	4,2	5,0	5,6	5,9	6,0	
500	4,2	5,1	5,6	6,0	6,1	

Matériau	AMS	220 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	4,0	4,4	4,6	4,8	4,8	
150	4,2	4,6	4,9	5,1	5,2	
200	4,3	4,9	5,3	5,5	5,6	
250	4,4	5,0	5,4	5,7	5,8	
300	4,5	5,1	5,6	5,9	6,0	
350	4,5	5,3	5,8	6,1	6,2	
400	4,6	5,3	5,9	6,2	6,3	
450	4,6	5,4	6,0	6,3	6,4	
500	4,6	5,5	6,0	6,4	6,5	

Matériau	AMS	380 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	4,9	5,3	5,5	5,7	5,7	
150	5,1	5,5	5,8	6,0	6,1	
200	5,2	5,8	6,2	6,4	6,5	
250	5,3	5,9	6,3	6,6	6,7	
300	5,4	6,0	6,5	6,8	6,9	
350	5,4	6,2	6,7	7,0	7,1	
400	5,5	6,2	6,8	7,1	7,2	
450	5,5	6,3	6,9	7,2	7,3	
500	5,5	6,4	6,9	7,3	7,4	

Matériau	AMS- AC
Portée	Flèche
(m)	Δf (m)
100	1,00
150	1,30
200	1,60
250	1,90
300	2,10
350	2,20
400	2,40
450	2,50
500	2,50

Variation de la flèche suivant la longueur de la portée

10%	20%	30%	40%	50%
0,36	0,64	0,84	0,96	1,00
0,47	0,83	1,09	1,25	1,30
0,58	1,02	1,34	1,54	1,60
0,68	1,22	1,60	1,82	1,90
0,76	1,34	1,76	2,02	2,10
0,79	1,41	1,85	2,11	2,20
0,86	1,54	2,02	2,30	2,40
0,90	1,60	2,10	2,40	2,50
0,90	1,60	2,10	2,40	2,50

Tableaux de la flèche supplémentaire + DV

Matériau	AMS- AC	70 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	2,1	2,4	2,6	2,7	2,8	
150	2,2	2,6	2,8	3,0	3,1	
200	2,3	2,8	3,1	3,3	3,4	
250	2,4	3,0	3,3	3,6	3,7	
300	2,5	3,1	3,5	3,8	3,9	
350	2,5	3,2	3,6	3,9	4,0	
400	2,6	3,3	3,8	4,1	4,2	
450	2,7	3,4	3,9	4,2	4,3	
500	2,7	3,4	3,9	4,2	4,3	

Matériau	AMS- AC	150 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	3,6	3,8	4,0	4,2	4,2	
150	3,7	4,0	4,3	4,4	4,5	
200	3,8	4,2	4,5	4,7	4,8	
250	3,9	4,4	4,8	5,0	5,1	
300	4,0	4,5	5,0	5,2	5,3	
350	4,0	4,6	5,0	5,3	5,4	
400	4,1	4,7	5,2	5,5	5,6	
450	4,1	4,8	5,3	5,6	5,7	
500	4,1	4,8	5,3	5,6	5,7	

Matériau	AMS- AC	220 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	4,0	4,2	4,4	4,6	4,6	
150	4,1	4,4	4,7	4,8	4,9	
200	4,2	4,6	4,9	5,1	5,2	
250	4,3	4,8	5,2	5,4	5,5	
300	4,4	4,9	5,4	5,6	5,7	
350	4,4	5,0	5,4	5,7	5,8	
400	4,5	5,1	5,6	5,9	6,0	
450	4,5	5,2	5,7	6,0	6,1	
500	4,5	5,2	5,7	6,0	6,1	

Matériau	AMS- AC	380 kV	V1			
Portée						
(m)	10%	20%	30%	40%	50%	
100	4,9	5,1	5,3	5,5	5,5	
150	5,0	5,3	5,6	5,7	5,8	
200	5,1	5,5	5,8	6,0	6,1	
250	5,2	5,7	6,1	6,3	6,4	
300	5,3	5,8	6,3	6,5	6,6	
350	5,3	5,9	6,3	6,6	6,7	
400	5,4	6,0	6,5	6,8	6,9	
450	5,4	6,1	6,6	6,9	7,0	
500	5,4	6,1	6,6	6,9	7,0	

Annexe 4: Balancement horizontal

Les valeurs ci-dessous sont ajoutées à la position calculée du conducteur pour déterminer la distance de sécurité.

Matériau	Cu
Portée	Flèche
(m)	f (m)
100	1,08
150	2,50
200	4,50
250	7,00
300	9,50
350	13,50

Balancement du
conducteur à

10%	20%	30%	40%	50%
0,19	0,35	0,45	0,52	0,54
0,45	0,80	1,05	1,20	1,25
0,81	1,44	1,89	2,16	2,25
1,26	2,24	2,94	3,36	3,50
1,71	3,04	3,99	4,56	4,75
2,43	4,32	5,67	6,48	6,75

Tableaux du balancement + DL + isolateur

Matériau	Cu	70 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	2,2	2,3	2,5	2,5	2,5
150	2,5	2,8	3,1	3,2	3,3
200	2,8	3,4	3,9	4,2	4,3
250	3,3	4,2	4,9	5,4	5,5
300	3,7	5,0	6,0	6,6	6,8
350	4,4	6,3	7,7	8,5	8,8

Matériau	Cu	150 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	3,4	3,5	3,7	3,7	3,7
150	3,7	4,0	4,3	4,4	4,5
200	4,0	4,6	5,1	5,4	5,5
250	4,5	5,4	6,1	6,6	6,7
300	4,9	6,2	7,2	7,8	8,0
350	5,6	7,5	8,9	9,7	10,0

Matériau	ALAC
Portée	Flèche
(m)	f (m)
100	0,89
150	2,00
200	3,56
250	5,56
300	8,01
350	10,90
400	14,23
450	18,02
500	22,24

Balancement du
conducteur à

10%	20%	30%	40%	50%
0,16	0,28	0,37	0,43	0,44
0,36	0,64	0,84	0,96	1,00
0,64	1,14	1,49	1,71	1,78
1,00	1,78	2,34	2,67	2,78
1,44	2,56	3,36	3,84	4,00
1,96	3,49	4,58	5,23	5,45
2,56	4,56	5,98	6,83	7,12
3,24	5,77	7,57	8,65	9,01
4,00	7,12	9,34	10,68	11,12

Tableaux du balancement + DL + isolateur

Matériau	ALAC	70 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4
150	2,4	2,6	2,8	3,0	3,0
200	2,6	3,1	3,5	3,7	3,8
250	3,0	3,8	4,3	4,7	4,8
300	3,4	4,6	5,4	5,8	6,0
350	4,0	5,5	6,6	7,2	7,4
400	4,6	6,6	8,0	8,8	9,1
450	5,2	7,8	9,6	10,6	11,0
500	6,0	9,1	11,3	12,7	13,1

Matériau	ALAC	150 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	3,4	3,5	3,6	3,6	3,6
150	3,6	3,8	4,0	4,2	4,2
200	3,8	4,3	4,7	4,9	5,0
250	4,2	5,0	5,5	5,9	6,0
300	4,6	5,8	6,6	7,0	7,2
350	5,2	6,7	7,8	8,4	8,6
400	5,8	7,8	9,2	10,0	10,3
450	6,4	9,0	10,8	11,8	12,2
500	7,2	10,3	12,5	13,9	14,3

Matériau	ALAC	220 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5
150	4,5	4,7	4,9	5,1	5,1
200	4,7	5,2	5,6	5,8	5,9
250	5,1	5,9	6,4	6,8	6,9
300	5,5	6,7	7,5	7,9	8,1
350	6,1	7,6	8,7	9,3	9,5
400	6,7	8,7	10,1	10,9	11,2
450	7,3	9,9	11,7	12,7	13,1
500	8,1	11,2	13,4	14,8	15,2

Matériau	ALAC	380 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	5,2	5,3	5,4	5,4	5,4
150	5,4	5,6	5,8	6,0	6,0
200	5,6	6,1	6,5	6,7	6,8
250	6,0	6,8	7,3	7,7	7,8
300	6,4	7,6	8,4	8,8	9,0
350	7,0	8,5	9,6	10,2	10,4
400	7,6	9,6	11,0	11,8	12,1
450	8,2	10,8	12,6	13,6	14,0
500	9,0	12,1	14,3	15,7	16,1

Matériau	AMS
Portée	Flèche
(m)	f (m)
100	0,78
150	1,76
200	3,13
250	4,88
300	7,03
350	9,57
400	12,50
450	15,82
500	19,53

Balancement du
conducteur à

10%	20%	30%	40%	50%
0,14	0,25	0,33	0,38	0,39
0,32	0,56	0,74	0,84	0,88
0,56	1,00	1,31	1,50	1,56
0,88	1,56	2,05	2,34	2,44
1,27	2,25	2,95	3,38	3,52
1,72	3,06	4,02	4,59	4,79
2,25	4,00	5,25	6,00	6,25
2,85	5,06	6,64	7,59	7,91
3,52	6,25	8,20	9,38	9,77

Tableaux du balancement + DL + isolateur

Matériau	AMS	70 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	2,1	2,3	2,3	2,4	2,4
150	2,3	2,6	2,7	2,8	2,9
200	2,6	3,0	3,3	3,5	3,6
250	2,9	3,6	4,1	4,3	4,4
300	3,3	4,3	5,0	5,4	5,5
350	3,7	5,1	6,0	6,6	6,8
400	4,3	6,0	7,3	8,0	8,3
450	4,8	7,1	8,6	9,6	9,9
500	5,5	8,3	10,2	11,4	11,8

Matériau	AMS	150 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	3,3	3,5	3,5	3,6	3,6
150	3,5	3,8	3,9	4,0	4,1
200	3,8	4,2	4,5	4,7	4,8
250	4,1	4,8	5,3	5,5	5,6
300	4,5	5,5	6,2	6,6	6,7
350	4,9	6,3	7,2	7,8	8,0
400	5,5	7,2	8,5	9,2	9,5
450	6,0	8,3	9,8	10,8	11,1
500	6,7	9,5	11,4	12,6	13,0

Matériau	AMS	220 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	4,2	4,4	4,4	4,5	4,5
150	4,4	4,7	4,8	4,9	5,0
200	4,7	5,1	5,4	5,6	5,7
250	5,0	5,7	6,2	6,4	6,5
300	5,4	6,4	7,1	7,5	7,6
350	5,8	7,2	8,1	8,7	8,9
400	6,4	8,1	9,4	10,1	10,4
450	6,9	9,2	10,7	11,7	12,0
500	7,6	10,4	12,3	13,5	13,9

Matériau	AMS	380 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	5,1	5,3	5,3	5,4	5,4
150	5,3	5,6	5,7	5,8	5,9
200	5,6	6,0	6,3	6,5	6,6
250	5,9	6,6	7,1	7,3	7,4
300	6,3	7,3	8,0	8,4	8,5
350	6,7	8,1	9,0	9,6	9,8
400	7,3	9,0	10,3	11,0	11,3
450	7,8	10,1	11,6	12,6	12,9
500	8,5	11,3	13,2	14,4	14,8

Matériau	AMS- AC
Portée	Flèche
(m)	f (m)
100	0,69
150	1,56
200	2,78
250	4,34
300	6,25
350	8,51
400	11,11
450	14,06
500	17,36

Balancement du
conducteur à

10%	20%	30%	40%	50%
0,13	0,22	0,29	0,33	0,35
0,28	0,50	0,66	0,75	0,78
0,50	0,89	1,17	1,33	1,39
0,78	1,39	1,82	2,08	2,17
1,13	2,00	2,63	3,00	3,13
1,53	2,72	3,57	4,08	4,25
2,00	3,56	4,67	5,33	5,56
2,53	4,50	5,91	6,75	7,03
3,13	5,56	7,29	8,33	8,68

Tableaux du balancement + DL + isolateur

Matériau	AMS- AC	70 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3
150	2,3	2,5	2,7	2,8	2,8
200	2,5	2,9	3,2	3,3	3,4
250	2,8	3,4	3,8	4,1	4,2
300	3,1	4,0	4,6	5,0	5,1
350	3,5	4,7	5,6	6,1	6,3
400	4,0	5,6	6,7	7,3	7,6
450	4,5	6,5	7,9	8,8	9,0
500	5,1	7,6	9,3	10,3	10,7

Matériau	AMS- AC	150 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5
150	3,5	3,7	3,9	4,0	4,0
200	3,7	4,1	4,4	4,5	4,6
250	4,0	4,6	5,0	5,3	5,4
300	4,3	5,2	5,8	6,2	6,3
350	4,7	5,9	6,8	7,3	7,5
400	5,2	6,8	7,9	8,5	8,8
450	5,7	7,7	9,1	10,0	10,2
500	6,3	8,8	10,5	11,5	11,9

Matériau	AMS- AC	220 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	4,2	4,3	4,4	4,4	4,4
150	4,4	4,6	4,8	4,9	4,9
200	4,6	5,0	5,3	5,4	5,5
250	4,9	5,5	5,9	6,2	6,3
300	5,2	6,1	6,7	7,1	7,2
350	5,6	6,8	7,7	8,2	8,4
400	6,1	7,7	8,8	9,4	9,7
450	6,6	8,6	10,0	10,9	11,1
500	7,2	9,7	11,4	12,4	12,8

Matériau	AMS- AC	380 kV			
Portée					
(m)	10%	20%	30%	40%	50%
100	5,1	5,2	5,3	5,3	5,3
150	5,3	5,5	5,7	5,8	5,8
200	5,5	5,9	6,2	6,3	6,4
250	5,8	6,4	6,8	7,1	7,2
300	6,1	7,0	7,6	8,0	8,1
350	6,5	7,7	8,6	9,1	9,3
400	7,0	8,6	9,7	10,3	10,6
450	7,5	9,5	10,9	11,8	12,0
500	8,1	10,6	12,3	13,3	13,7

Annexe 5: hauteur maximale des arbres

Arbres à feuilles caduques			
Pommier	12 m	Chêne (rouge)	25 m
Acacia	30 m	Frêne	35 m
Aulne blanc	20 m	Hêtre	35 m
Aulne rouge	30 m	Noyer	18 m
Bouleau	25 m	Peuplier	30 m
Cerisier	20 m	Sorbier	15 m
Châtaignier	25 m	Saule	12 m
Chêne (commun)	30 m	Poirier	10 m
Conifères			
Cyprès	30 m	Epicéa	40 m
Douglas	30 m	Sapin de Vancouver	35 m
Mélèze	35 m	Sapin blanc	45 m