

Avis d'Elia concernant la construction d'éoliennes à proximité de nos installations à haute tension

Version 1 février 2024



Contenu

- 1. **Généralités**..... 3
- 2. **Ligne à haute tension** 5
 - 2.1 Évaluation du risque de vibrations causées par des éoliennes 5
 - 2.2 Probabilité d'impact d'une éolienne défailante 5
- 3. **Postes à haute tension** 7
 - 3.1 Évaluation du risque de vibrations causées par des éoliennes 7
 - 3.1.1 Postes AIS..... 7
 - 3.1.2 Postes GIS 7
 - 3.2 **Probabilité d'impact d'une éolienne défailante** 8
 - 3.2.1 Postes AIS et postes GIS 8



1. Généralités

Il convient de distinguer deux risques lors de l'exploitation d'une éolienne v.à.v. d'une ligne à haute tension/un poste à haute tension, qui sont décrits plus en détail ci-dessous :

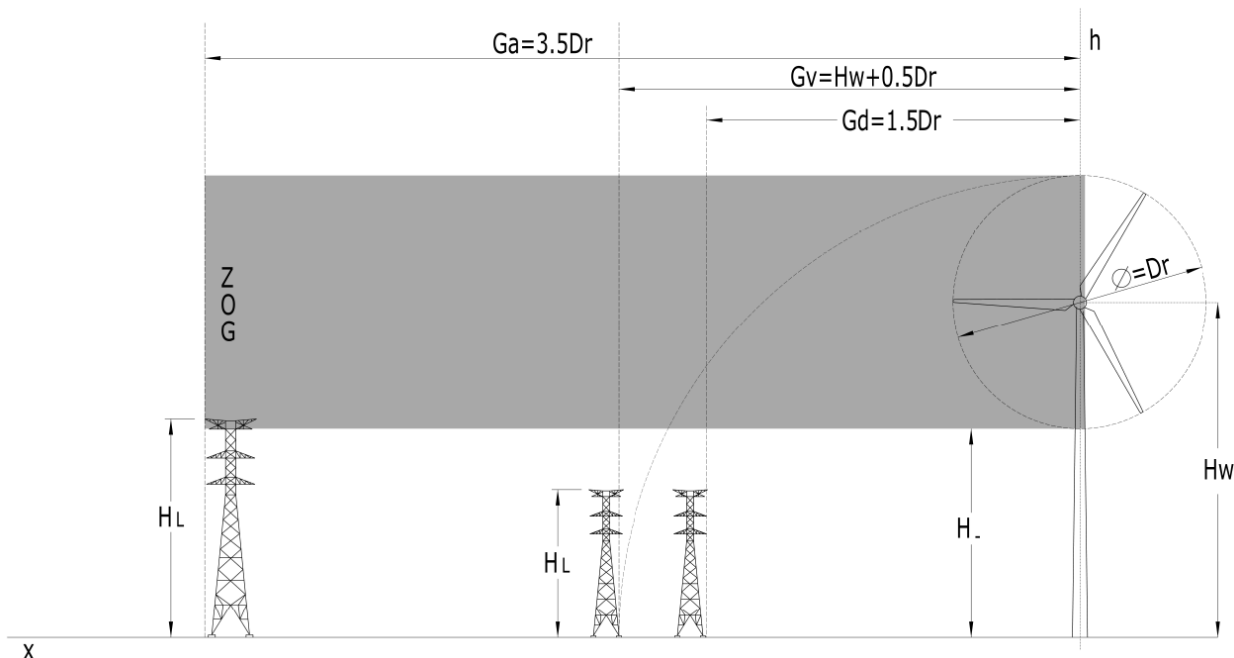
1. Rupture des conducteurs à haute tension de la ligne ou des rails à haute tension, rupture des transversales du poste à haute tension due aux **vibrations**.
2. Rupture des pylônes à haute tension de la ligne à haute tension ou du poste à haute tension suite à l'impact d'une **éolienne défaillante**.

L'avis fournis pour les risques susmentionnés tient compte des définitions suivantes :

- **L** = la distance mutuelle entre une éolienne et la ligne à haute tension ou la limite de parcelle d'un poste à haute tension.
 - Pour une ligne à haute tension : la distance horizontale mesurée à la perpendiculaire entre l'axe vertical de l'éolienne et la phase extérieure d'une portée.
 - Pour un poste haute tension (AIS/GIS) : la distance horizontale mesurée à la perpendiculaire entre l'axe vertical de l'éolienne et la limite de parcelle du terrain Elia.
- **H_w** = la hauteur de l'axe du rotor de l'éolienne par rapport au sol.
- **H₋** = $H_w - 0,5 \times D_R$ limite inférieure de la zone d'influence du rotor de l'éolienne.
- **D_R** = le diamètre du rotor de l'éolienne.
- **H_L** = la hauteur du conducteur haute tension supérieur/câble(s) de garde/rails dans la zone d'influence considérée.
- **H_v** = G_v = Limite de risque de chute = $H_w + 0,5 D_R$.
- **G_A** = Limite consultative = $3,5 D_R$ = Valeur minimale pour l'espacement (L) qui ne nécessite pas de consultation avec Elia.
- **G_D** = Limite 'exposition au déplacement d'air' = $1,5 D_R$ = la distance minimale, suivant des études internationales, en-deçà de laquelle le déplacement d'air provoqué par l'éolienne pourrait entraîner un mouvement indésirable des conducteurs de la ligne à haute tension avec un risque de dommages (e.a. rupture) à terme.
- **G_{PN}** = distance d'effet de la rupture de pale à la vitesse nominale de rotation = la portée de la pointe de pale en cas de mode de défaillance 'rupture de la pale à la vitesse nominale', c'est-à-dire la somme de la distance maximale de projection par rapport son centre de gravité et de la distance entre le centre de gravité de la pale et la pointe de la pale.
- **Zone de sillage (ZOG)** = zone cylindrique derrière les éoliennes à l'intérieur de laquelle des turbulences peuvent se produire dans les couches d'air et provoquer des vibrations sur les conducteurs de la ligne à haute tension.



Le schéma ci-dessous illustre les différentes définitions, à l'exception de celle de GPN car il ne s'agit pas d'une distance géométrique fixe.



En ce qui concerne l'évaluation de la probabilité de défaillance d'une éolienne, nous nous référons aux références suivantes pour le calcul de risque :

- Evaluation des incidences sur l'environnement de deux projets de plan : Conditions sectorielles s'appliquant aux parcs d'éoliennes dont la puissance totale est supérieure à 0,5MW électrique.
[RIE_CSeoliennes_Final_03FEB20_Print.pdf \(wallonie.be\)](#)
« §5.13.3 Evaluation des risques » où il est proposé de faire référence à la méthodologie validée par les autorités flamandes :
- Handboek Windturbines. Richtlijnen voor de risicoberekeningen van windturbines – versie 1.1 d.d. 01/10/2019, Vlaamse Overheid, Departement Omgeving, 2019.
<https://omgeving.vlaanderen.be/instrumentarium-windturbines>
- Handboek Risicozonering Windturbines, 3e geactualiseerde versie mei 2013 en herziene versie 3.1 september 2014, AgentschapNL: *specifiek om de trefkans te begroten op een bovengrondse hoogspanningslijn*
[Handboek Risicozonering Windturbines versie 2 \(rvo.nl\)](#)

Si les références susmentionnées disposent de mises à jour plus récentes au moment de la préparation d'une analyse de risque, il convient de le mentionner dans l'analyse de risque en particulier.

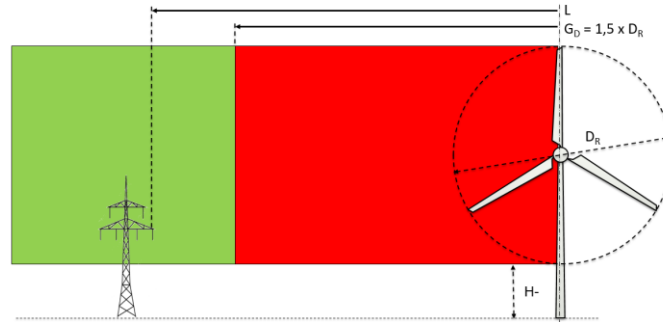
Pour les évaluations suivantes concernant le risque de vibration et la probabilité d'impact d'une éolienne défaillante sur une ligne à haute tension et un poste à haute tension, les tableaux donnent un aperçu de l'application concrète, qui est illustrée par les schémas.

L'avis est toujours demandé au contactcentersud@elia.be pour la Wallonie et contactcenternoord@elia.be pour la Flandre.

2. Ligne à haute tension

2.1 Évaluation du risque de vibrations causées par des éoliennes

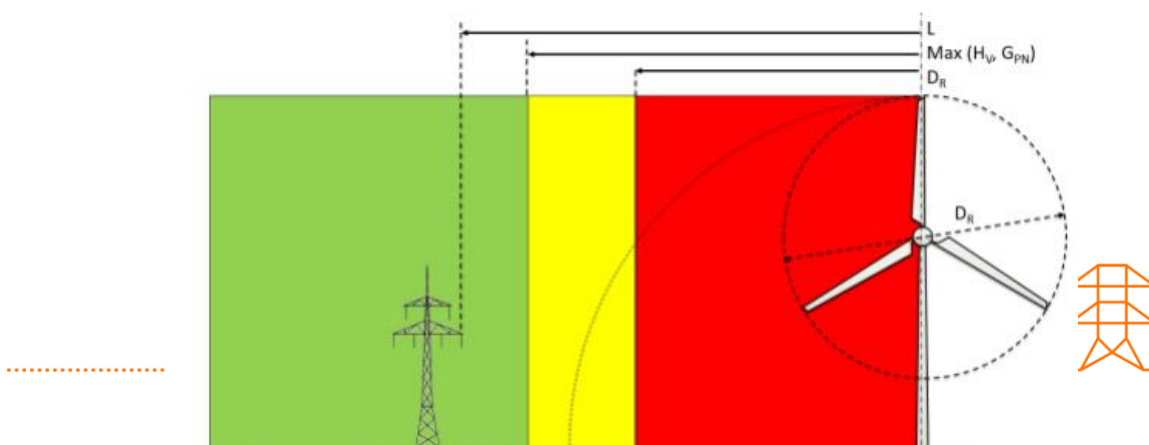
Distance de l'éolienne v.a.v	En dehors du 'sillage' H->H _L	Dans le 'sillage' L > 1,5 D _R	Dans le 'sillage' L < 1,5 D _R
Ligne à haute tension	Avis positif	Avis positif	Avis négatif



2.2 Probabilité d'impact d'une éolienne défaillante

Elia tient compte des défaillances suivantes de l'éolienne: 'rupture de mât' (distance d'effet H_v) et 'rupture de pale à la vitesse nominale de rotation' (distance d'effet G_{PN}).

Distance de l'éolienne v.a.v.	L > distance d'effet de « risque de chute » (H _v) et « rupture de pale à la vitesse nominale » (G _{PN})	D _R < L < Maximum d'effet de « risque de chute » (H _v) et « rupture de pale à la vitesse nominale » (G _{PN})	L < D _R
Ligne à haute tension	Avis positif	Avis favorable sous conditions (*)	Avis négatif



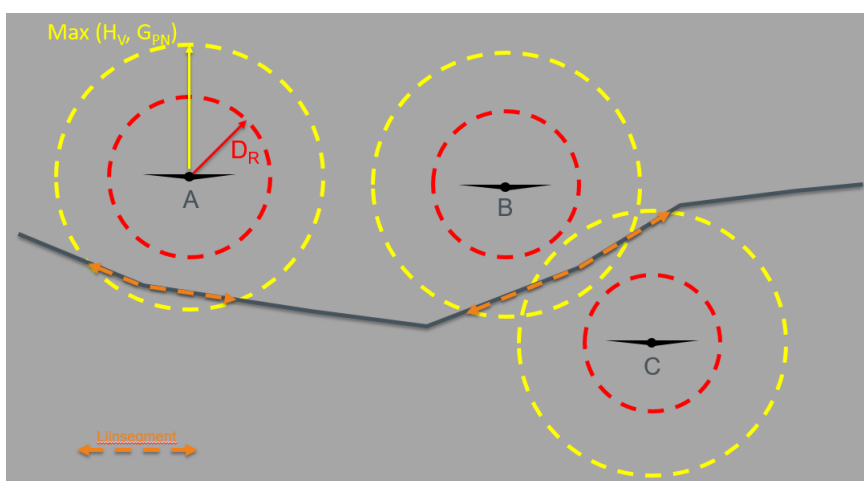
(*) Le demandeur doit soumettre une analyse des risques préparée par un organisme indépendant, qui estime la probabilité d'impact de l'éolienne sur le segment de ligne aérienne concerné, en indiquant les distances d'effet "rupture de mât" et "rupture des pales à la vitesse nominale".

Le risque doit être défini comme suit:

$$Risque = \frac{\sum \text{Des probabilités d'impact de toutes les éoliennes affectées sur 1 segment de ligne aérienne}}{\text{Probabilité de défaillance d'un pylône à haute tension}}$$

Par ailleurs le segment de ligne aérienne est l'ensemble des parties de la ligne aérienne qui se chevauchent (partiellement) dans les zones conditionnelles des éoliennes individuelles. La figure ci-dessous illustre ce principe:

- Pour l'analyse de risque de l'éolienne A, seule la probabilité d'impact de l'éolienne A est prise en compte;
- Pour l'analyse de risque de l'éolienne B et/ou C, les probabilités d'impact de B et C seront cumulées.



Pour évaluer la probabilité de défaillance de la ligne haute tension, on prend la probabilité de défaillance globale d'un pylône haute tension. Cette valeur tient compte de la défaillance due à l'effet de cascade d'un autre pylône haute tension. Par conséquent, cette valeur ne peut pas être multipliée par le nombre de pylônes de la ligne à haute tension dans le segment de ligne.

L'analyse des risques ne prend pas en compte la probabilité de défaillance des conducteurs car la nature de l'impact de la défaillance d'un conducteur sur la ligne à haute tension est beaucoup plus limitée que l'impact probable d'une éolienne défaillante sur une ligne à haute tension. L'impact d'un pylône haute tension défaillant est toutefois similaire.

Les valeurs à utiliser pour la probabilité de défaillance d'un pylône haute tension sont données dans le tableau ci-dessous :

Niveau de tension [kV]	Probabilité de défaillance [/année]	Remarque
70	2,0.10 ⁻⁵	Toutes les lignes
110-150-220	1,2.10 ⁻⁴	Toutes les lignes
380	1,7.10 ⁻⁴	Toutes les lignes sauf:
	3,0.10 ⁻⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Horta-EekloNoord-Van Maerlant & Gezelle-Stevin (Stevin) • Mercator-Lillo-Zandvliet (Brabo).
	3,0.10 ⁻⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Avelgem-Izegem-Gezelle (Ventilus) • Avelgem-Courcelles (Boucle de Hainaut).

Si l'augmentation de la probabilité de défaillance d'un pylône de ligne à haute tension est inférieure à 10%, Elia peut émettre un avis positif.

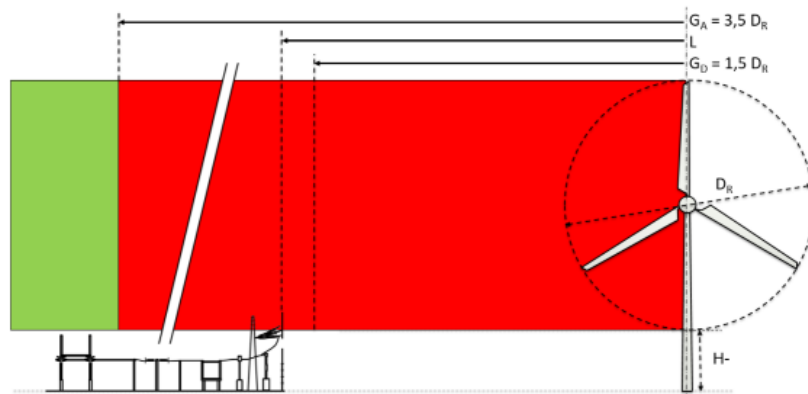
3. Postes à haute tension

3.1 Évaluation du risque de vibrations causées par des éoliennes

Il convient de faire une distinction entre les postes **AIS** (Air Insulated Substation) ou 'postes ouverts' et les postes **GIS** (Gas Insulated Substation) ou 'postes fermés'.

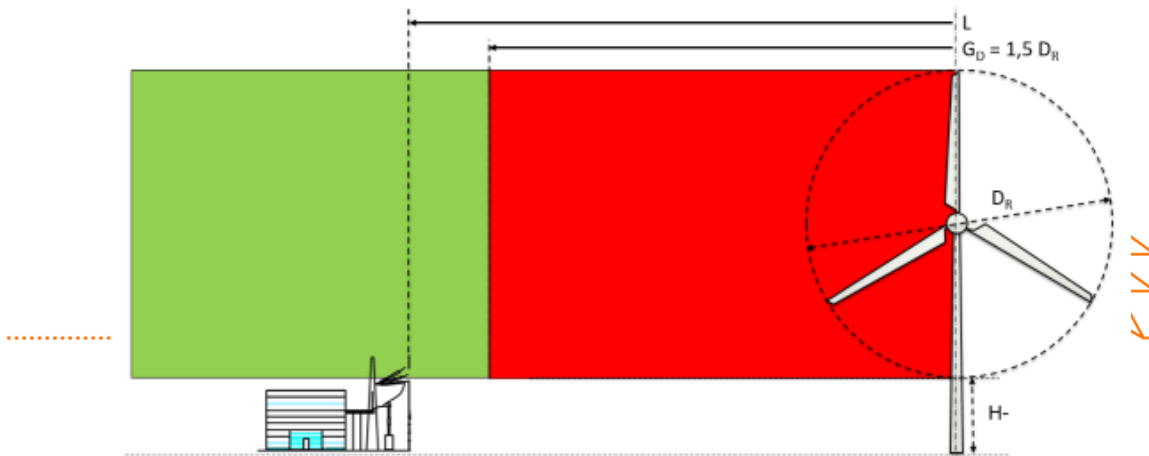
3.1.1 Postes AIS

Distance de l'éolienne v.a.v	En dehors du 'sillage'	Dans le 'sillage' $L > 3,5 D_R$	Dans le 'sillage' $L < 3,5 D_R$
Poste ouvert AIS	Avis positif	Avis positif	Avis Négatif



3.1.2 Postes GIS

Distance de l'éolienne v.a.v	En dehors du 'sillage'	Dans le 'sillage' $L > 1,5 D_R$	Dans le 'sillage' $L < 1,5 D_R$
Poste GIS	Avis positif	Avis positif	Avis Négatif

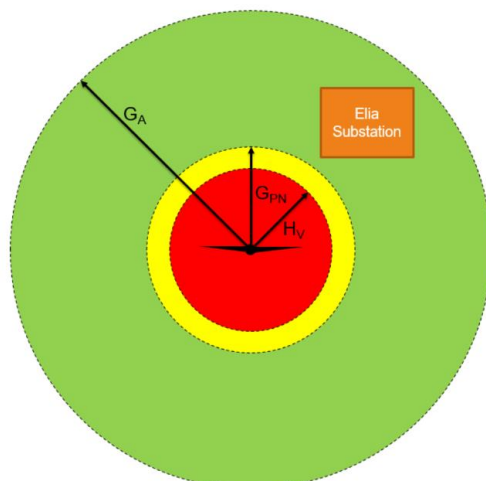
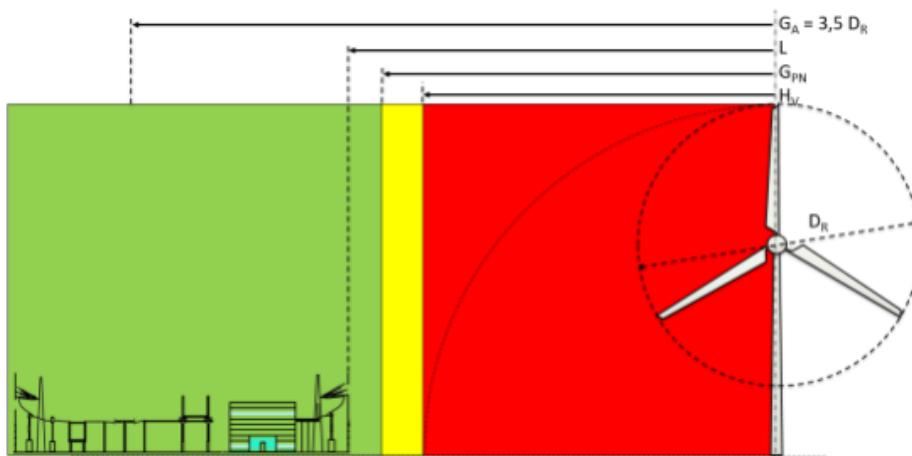


3.2 Probabilité d'impact d'une éolienne défaillante

3.2.1 Postes AIS et postes GIS

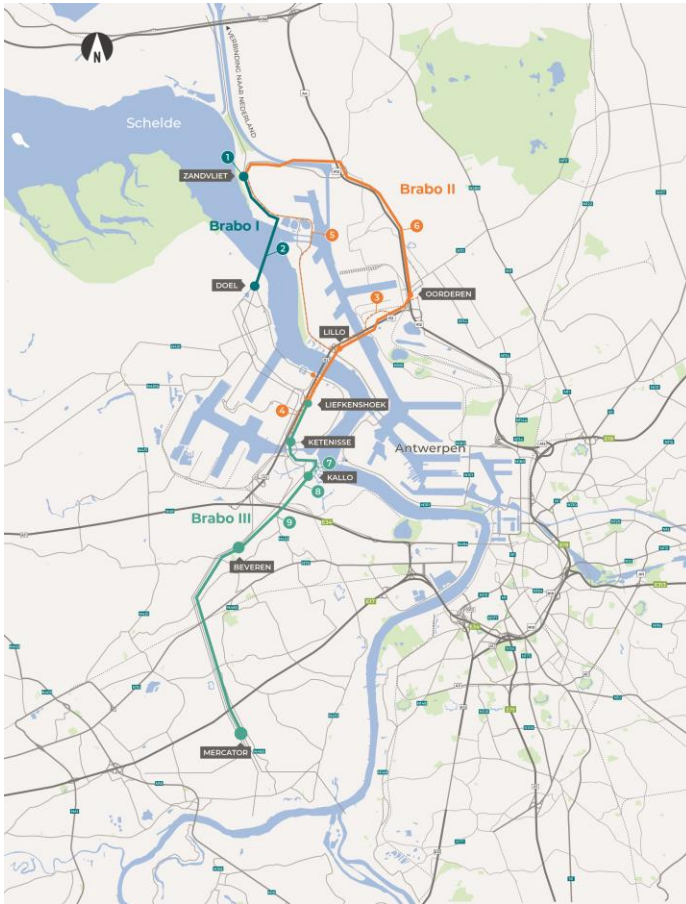
Distance éolienne v.a.v.	$L >$ distance d'effet de « risque de chute » (H_V) et « rupture de pale à la vitesse nominale » (G_{PN})	Distance d'effet « risque de chute » (H_V) $<$ $L <$ « rupture de pale à la vitesse nominale » (G_{PN})	$L <$ distance d'effet « risque de chute » (H_V)
Postes AIS et GIS	Avis positif	Avis positif sous conditions (*)	Avis négatif

(*) Le demandeur doit présenter une analyse de risque établie par un organisme indépendant qui estime la probabilité que l'éolienne touche l'ensemble du site, en indiquant toutes les distances d'impact. Elia (Asset Management) évalue cette probabilité d'impact au cas par cas.



La probabilité de défaillance de la ligne haute tension 380 kV : $3,0 \cdot 10^{-5}$ / année

Tracé BRABO : Mercator-Lillo-Zandvliet



Tracé STEVIN : Horta-EekloNoord-Van Maerlant & Gezelle-Stevin

