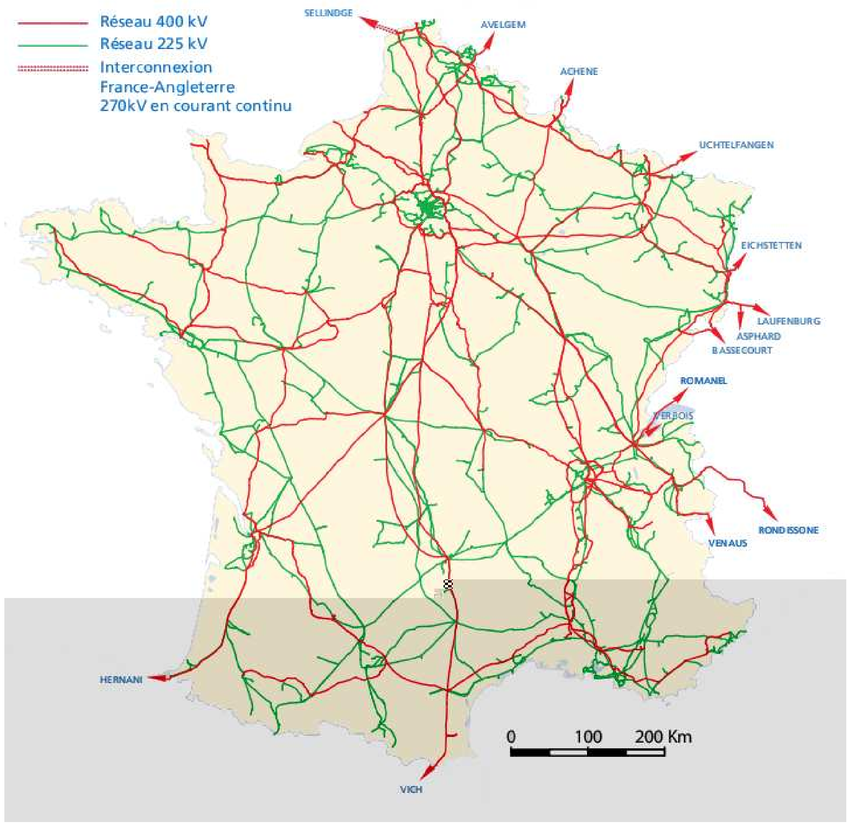
Étude géométrique et mécanique d'une ligne aérienne haute tension

Introduction

L'énergie électrique est indispensable dans toute la France et pour satisfaire parfaitement cette demande, le réseau de transport d'électricité se doit d'être adapté et en permanence opérationnel. Les enjeux économiques colossaux liés à une éventuelle défaillance motivent une politique de prévention visant à sécuriser les ouvrages d'une part vis à vis des biens et des personnes et d'autre part des conditions climatiques.



Une évolution des hypothèses

Tableau de comparaison des arrêtés techniques

			AT 2001	AT 61	AT 79	AT 70	AT 88	AT 61	AT 26	AT 27
Hypothèses A et B	Pression vent (Pa)	Hyp. AZVN	câbles	670	480	480	480	720	720	720
			pot cylindriques	470	400	400	720>480	720		
			éléments plans	1000	1000	1000	1200	1200	1200	1200
		Hyp. AZVF	câbles	840 (1)	840 (1)	840 (1)	-	-	-	-
			pot cylindriques	630 (1)	630 (1)	630 (1)	-	-	-	-
			éléments plans	1330 (1)	1330 (1)	1330 (1)	-	-	-	-
		Hyp. AHPV	câbles	720 (2)	720	-	-	-	-	-
			pot cylindriques	900 (2)	900	-	-	-	-	-
			éléments plans	1515 (2)	2000	-	-	-	-	-
		Hyp. B	câbles	180	180	180	180	180	180	180
			pot cylindriques	180	180	180	180	180	180	180
			éléments plans	180	180	180	180	180	180	180
	Température (°C)	Sec Hyp A	Conducteurs	15	15	15	Temp. moy.	Temp. moy.	Temp. moy.	Temp. moy.
		Hyp B	Supports	-20 (-10)	-20 (-10)	-10	Temp. min	Temp. min	Temp. min	Temp. min
	Coefficients de sécurité	supports	métalliques	Envir1.8	Rprin1.8	Envir1.8	R/3	R/3	R/3	R/3
			béton	R/2,1	R/2,1	R/2,1	R/3*0,7)	R/3 R/3*3/4)	R/3	R/3
			bois	Rmoy/3	Rmoy/3	Rmoy/3	R/3	R/3	R/3	R/3
		armements chaines	pinces	R/3	R/3	R/3	R/3	R/3	R/3	R/3
		câbles manchons haubans		R/3	R/3	R/3	R/3	R/3	R/3	R/3
		Fondations (coef. pondération)	arrach (6)	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5
			comp	1 (arr) ou 2	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5
		traverses sous navigables (3)	Supports	-	-	-	R/3	R/5	R/5	R/5
			Isolateurs	-	-	-	R/3	R/5	R/5	R/5
			Conducteurs	-	-	-	R/3	R/3	R/3	R/3
		traverses Chemin de fer conducteurs	Supports	-	-	-	R/3	R/3	R/5	R/5
			Isolateurs	-	-	-	R/3	R/5	R/5	R/5
			Conducteurs	-	-	-	R/3	R/3	R/3	R/3
			Fondations	-	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5
		traverses Chemin de fer rupture tous conducteurs (3)	Supports	-	-	-	R/1,75	R/1,75	R/1,75	R/1,75
			Isolateurs	-	-	-	R/1,75	R/1,75	R/1,75	R/1,75
			Conducteurs	-	-	-	1	1	1	1
			Fondations	-	-	-	1	1	1	1
		Routes et lignes télécom (3)	Supports	-	-	-	-	R/5	R/5	-
			Isolateurs	-	-	-	-	R/5	R/5	-
			Fondations	-	-	-	-	1	-	-
Hypothèse Givre	Conditions	givre (kg/m)	faible	-	-	-	-	(B)	-	-
			moyen	-	-	-	-	(B)	-	-
			exceptionnel	-	-	-	-	(B)	-	-
			dissymétrique	-	-	-	-	(B)	-	-
		givre (cm) ep 0,9	nul	-	-	-	-	-	-	-
			léger 2 cm	2	2	-	-	-	-	-
			moyen 4 cm	4	4	-	-	-	-	-
			lourd 6 cm	6	6	-	-	-	-	-
			dissymétrique	manchon-2	manchon-2	-	-	-	-	-
		Pression (Pa)	câbles	180	180	-	-	-	-	-
			pot cylindriques	-	180	-	-	-	-	-
			éléments plans (4)	300	300	-	-	-	-	-
		Température (°C)		-5	-5	-	-	-	-	-
	Coefficients de sécurité	Supports	métalliques	Ref / Rem (5)	Ref	-	-	-	-	-
			béton	R/1,3	R/1,3	-	-	-	-	-
			bois	R/1,8	R/1,8	-	-	-	-	-
		armements chaines	pinces	R/1,4	R/1,4	-	-	-	-	-
		câbles manchons haubans		R/1,4	R/1,4	-	-	-	-	-
		Fondations (coef. pondération)	arrach (6)	1	1	-	-	-	-	-
			comp	1	1	-	-	-	-	-

Fort des expériences acquises au fil des années sur le comportement des ouvrages, les hypothèses de dimensionnement ont évoluées. L'arrêté technique est le texte réglementaire qui statue sur ces évolutions. Notamment :

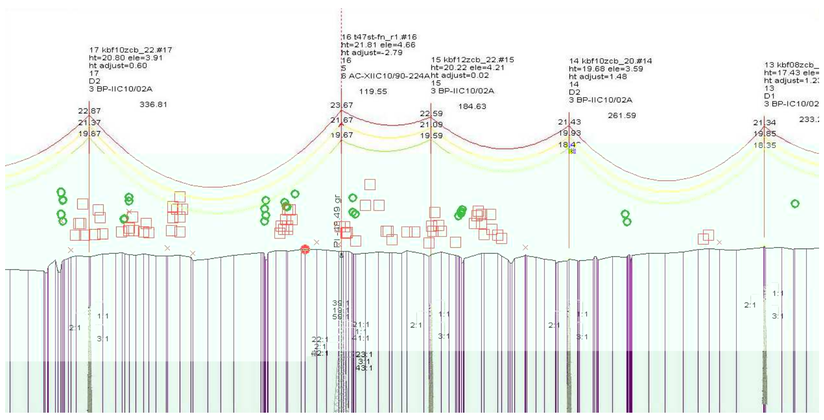
- 1978 différenciation des zones de vent
- 1991 apparition des zones de givre

Aujourd'hui,
3 zones de vent :

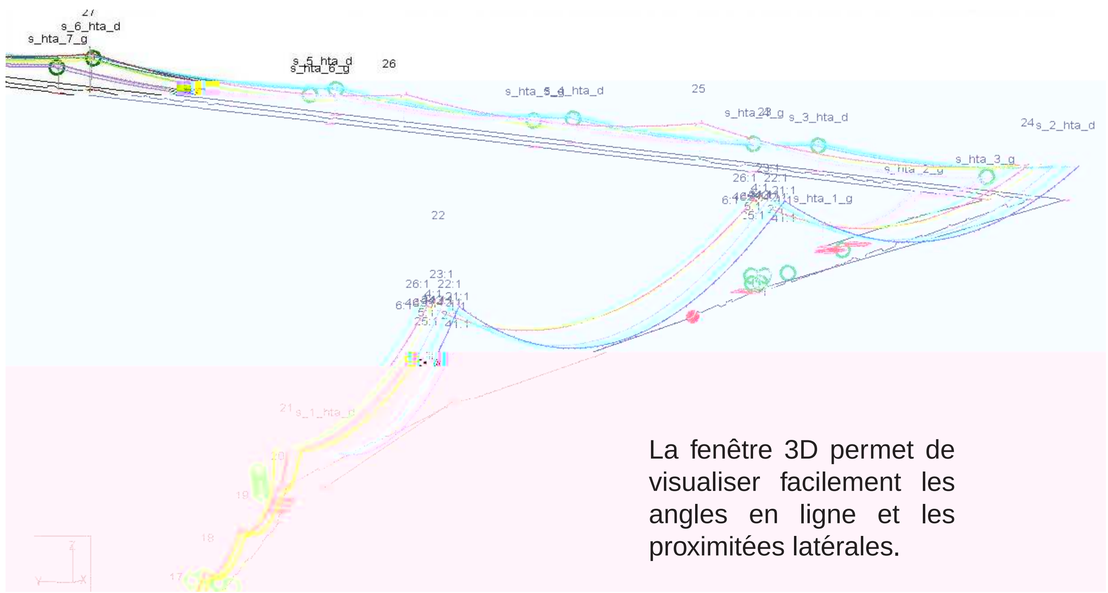
- AZVN : zone de vent normal
- AZVF : zone de vent fort
- AHPV : zone à haute pression de vent

Modélisation PLSCADD

PLSCADD est un logiciel américain développé exclusivement pour réaliser les études de lignes aériennes et est actuellement le seul certifié par Réseau de Transport d'Électricité. Il permet de modéliser les ouvrages en 3 dimensions dans leur environnement pour effectuer l'ensemble des vérifications géométriques et mécaniques.

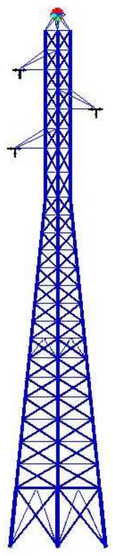


La vue de profil illustre le modèle numérique de terrain et les obstacles sous la nappe.



La fenêtre 3D permet de visualiser facilement les angles en ligne et les proximitées latérales.

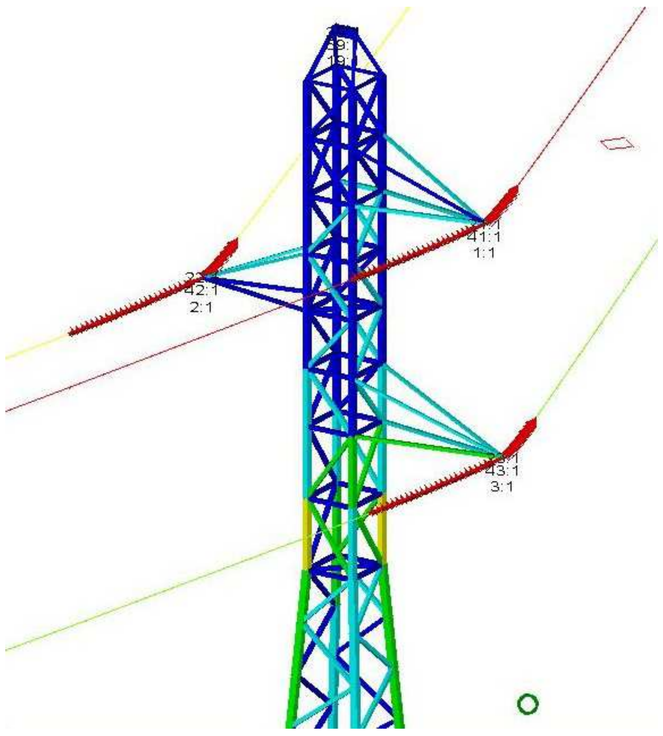
Modélisation TOWER



Le module TOWER est dédié à la conception et au dimensionnement mécanique des structures en treillis métallique. Le modèle créé est soumis à différents cas de charges pour vérifier sa tenue mécanique face aux modes de ruine :

- le flambement d'une barre
- le cisaillement des boulons
- la rupture d'une pince ou d'une section nette

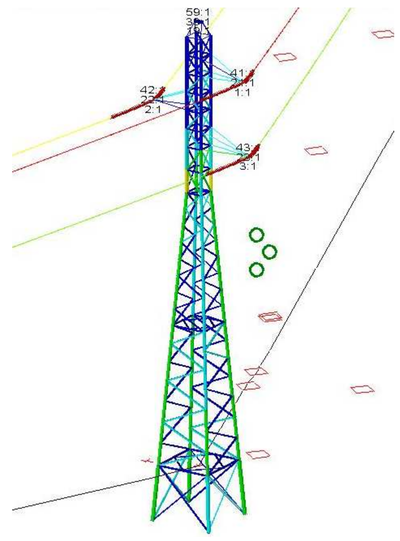
Une fois le modèle validé, il peut être utilisé pour équiper les ouvrages.



La structure est analysée dans ses configurations d'utilisation.

Elle est alors soumise au poids des autres constituants et à la configuration géométrique de la ligne aérienne.

Il est vérifié que le taux de travail du support reste inférieur à celui fixé par l'arrêté technique de 2001 pour l'hypothèse climatique considérée.



Conclusion

La modélisation PLSCADD, en plus de permettre la conception et le dimensionnement d'un nouvel ouvrage, offre deux atouts majeurs pour le réseau existant :

- Constituer une base de donnée exhaustive de l'ensemble du réseau de transport d'électricité.
- Réaliser l'ensemble des vérifications permettant de localiser les points à sécuriser.

Bibliographie

- *carte du réseau de transport d'électricité 225kV 400kV, www.rte.fr*
- *carte des vents 1979, 1988 et 2001, document rte*
- *extrait de modélistion, rapport de stage master 2*