



**ÉNERGIE
PARTAGÉE**

11 mai 2017

Eolien : quel matériel et quel contrat pour votre projet?

WEB'ENR ENERGIES PARTAGÉES

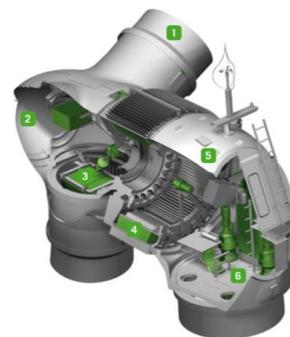


Animation et Programme

Mathieu VAN HAESBROECK, Administrateur d'ENERCOOP et Fondateur d'EGREGA, une structure qui accompagne les acteurs locaux dans le développement des énergies renouvelables sur leur territoire.



David SAINT-ANDRÉ, Sociétaire ENERCOOP et Responsable Industrie Éolienne du fabricant français d'éoliennes POMA



Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Mathieu VAN HAESBROECK, Administrateur d'ENERCOOP et Fondateur d'EGREGA

Après plus de 10 ans d'expérience au sein de CNR sur des activités successivement de développement, de construction et de gestions d'actifs qui l'ont conduit finalement jusqu'au poste de directeur en charge de l'activité renouvelable, Mathieu VAN HAESBROECK a décidé de créer EGREGA en 2015.

Il a eu directement en charge ou en pilotage au travers de ses équipes le développement et la construction de plus de 400MW en éolien. Il dispose d'une connaissance du secteur sans cesse renouvelé, notamment au travers de son action en tant que membre des bureaux éoliens et solaire du Syndicat des Energies Renouvelables (SER). Sa vision globale des projets repose ainsi non seulement sur sa compétence technique mais également sur une bonne connaissance en matière économique et réglementaire.

En s'appuyant sur son expertise métier, EGREGA accompagne efficacement les acteurs locaux dans la déclinaison concrète et opérationnelle de leurs ambitions dans la production d'électricité d'origine renouvelable. EGREGA intervient ainsi de façon flexible sous forme de prestations sur toutes les phases d'un projet – développement, construction, financement, exploitation - ou en développant les projets en co-élaboration avec les acteurs locaux.



David SAINT-ANDRÉ, Sociétaire ENERCOOP et Responsable Industrie Éolienne du fabricant français d'éoliennes POMA

David a débuté son parcours dans l'éolien en 2005 comme ingénieur en génie électrique chez le porteur de projets Enertrag. Il a participé durant 7 années au développement et à la construction de parcs éoliens terrestres ainsi qu'au développement du projet éolien offshore de la Côte d'Albâtre.

Il a rejoint le Syndicat des énergies renouvelables en 2012 en tant que Responsable du projet Windustry France, suivi par le Ministère de l'Industrie et cofinancé par Bpifrance, dont l'objectif était d'augmenter la part de valeur française dans les éoliennes installées sur le territoire, par l'accompagnement d'industriels se positionnant comme fournisseurs de composants.

En 2015 il a rejoint la société POMA comme Responsable Industrie Eolienne dans le cadre de la diversification du groupe sur ce nouveau secteur, avec pour mission de développer l'activité industrielle du groupe dans la fabrication d'équipements et de positionner POMA comme le fabricant d'éoliennes terrestres multi-mégawatts « Made in France ».



Programme :

→ Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Présentation du marché des constructeurs

GREENBYTE

PRODUCTS

NEWS

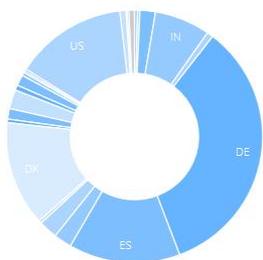
COMPANY

CONTACT

+46 31 788 03 00

REQUEST DEMO

The Evolution of Wind Power



GLOBAL WIND POWER CAP. DISTR.

AFRICA OCEANIA S. AMERICA N. AMERICA EUROPE ASIA

2000



174 GW

CUMULATIVE GLOBAL WIND POWER CAP.

7

Eolien : quel matériel et quel contrat pour votre projet ?

11 mai 2017

Présentation du marché des constructeurs

GREENBYTE

PRODUCTS

NEWS

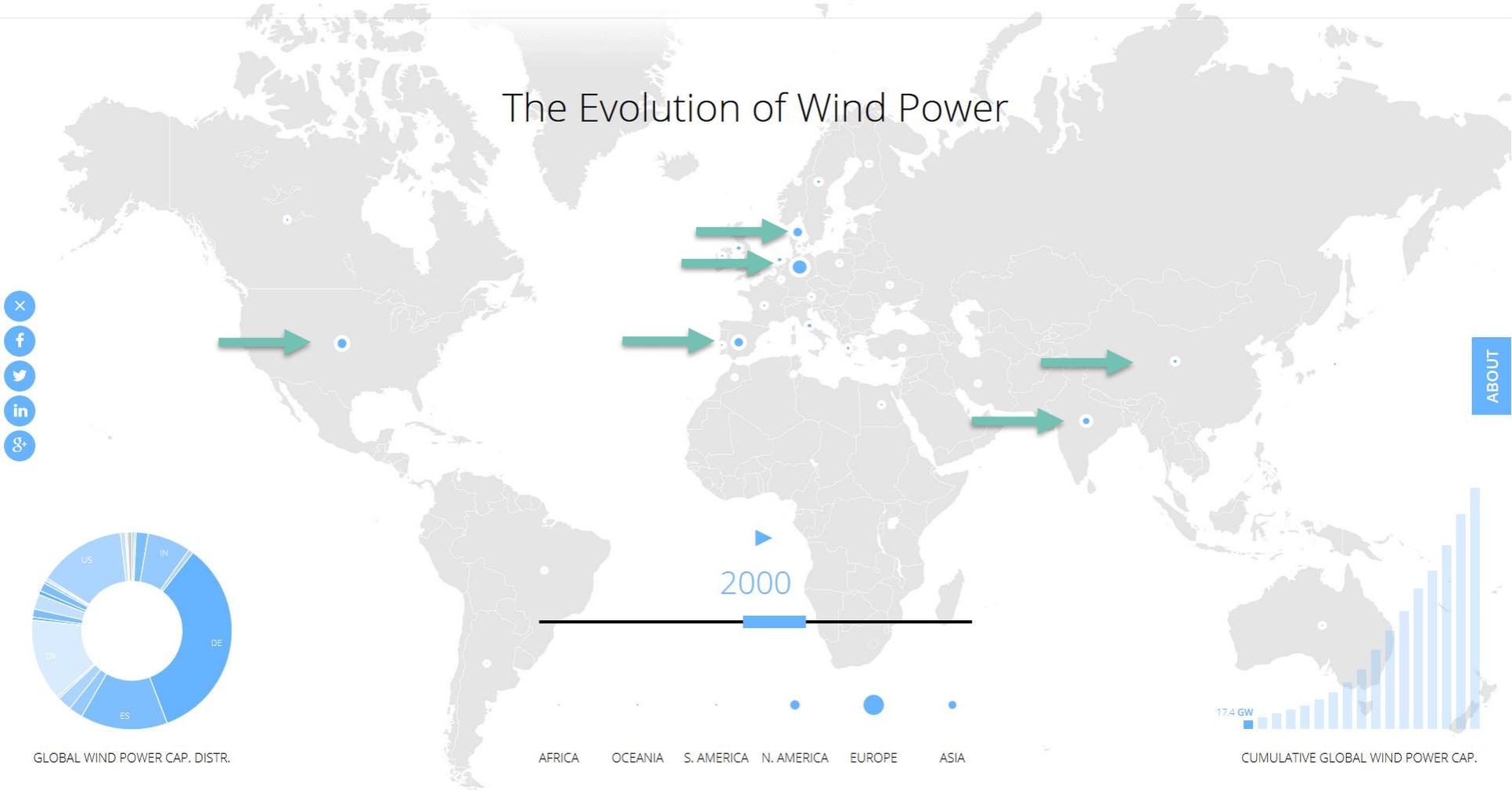
COMPANY

CONTACT

+46 31 788 03 00

REQUEST DEMO

The Evolution of Wind Power



Présentation du marché des constructeurs

GREENBYTE

PRODUCTS

NEWS

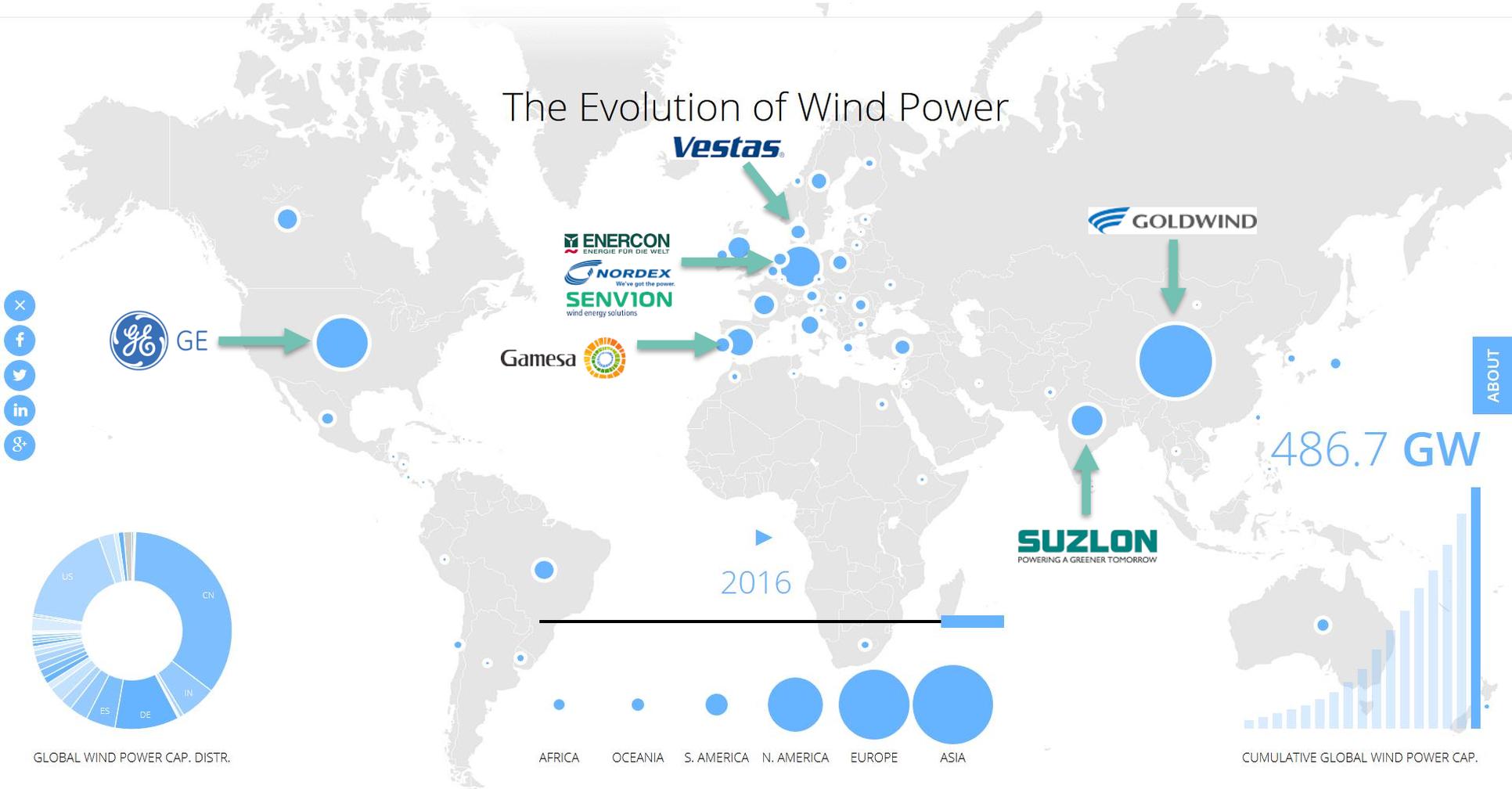
COMPANY

CONTACT

+46 31 788 03 00

REQUEST DEMO

The Evolution of Wind Power



Présentation du marché des constructeurs

GREENBYTE

PRODUCTS

NEWS

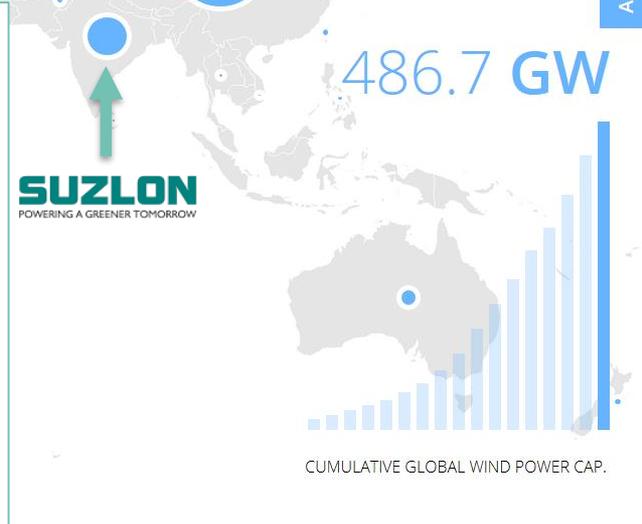
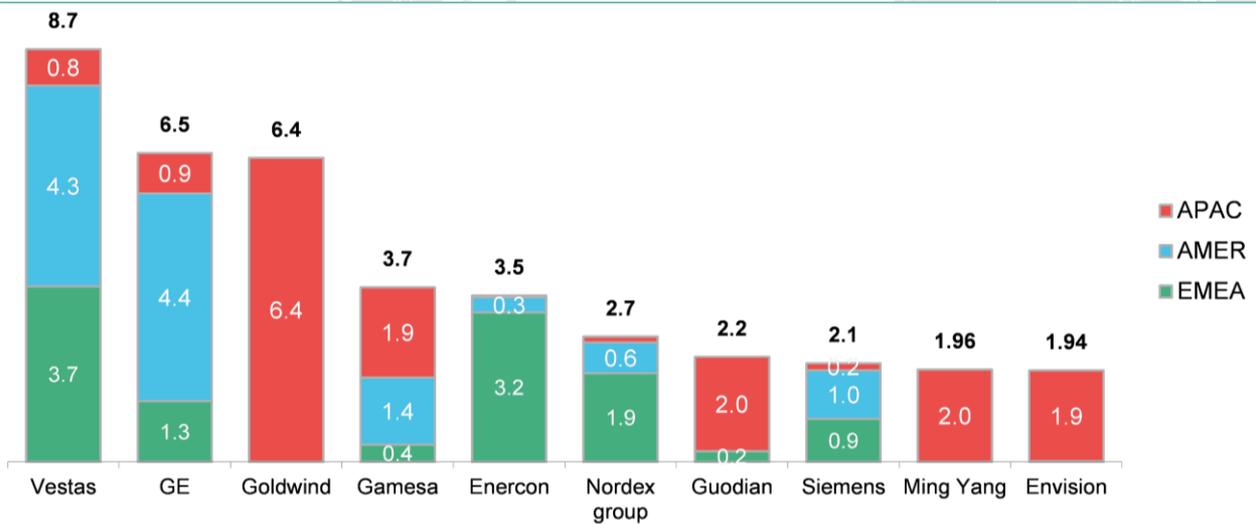
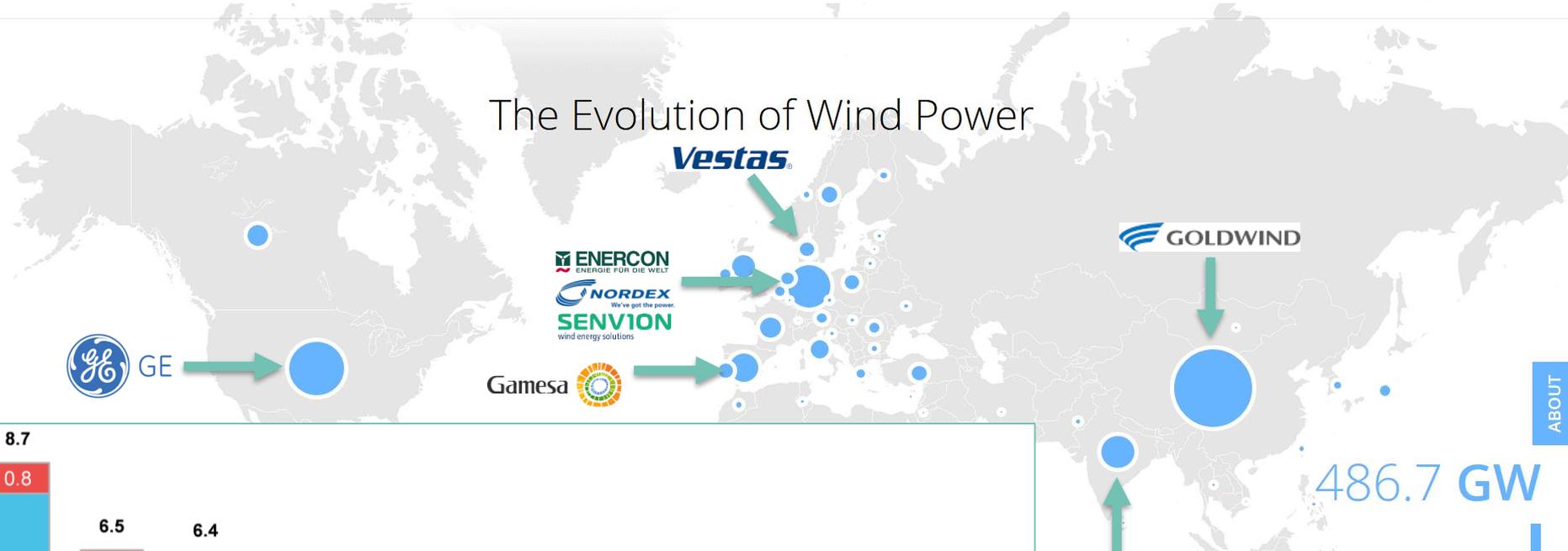
COMPANY

CONTACT

+46 31 788 03 00

REQUEST DEMO

The Evolution of Wind Power



Présentation du marché des constructeurs

WIND ENERGY CAPACITY IN 2016

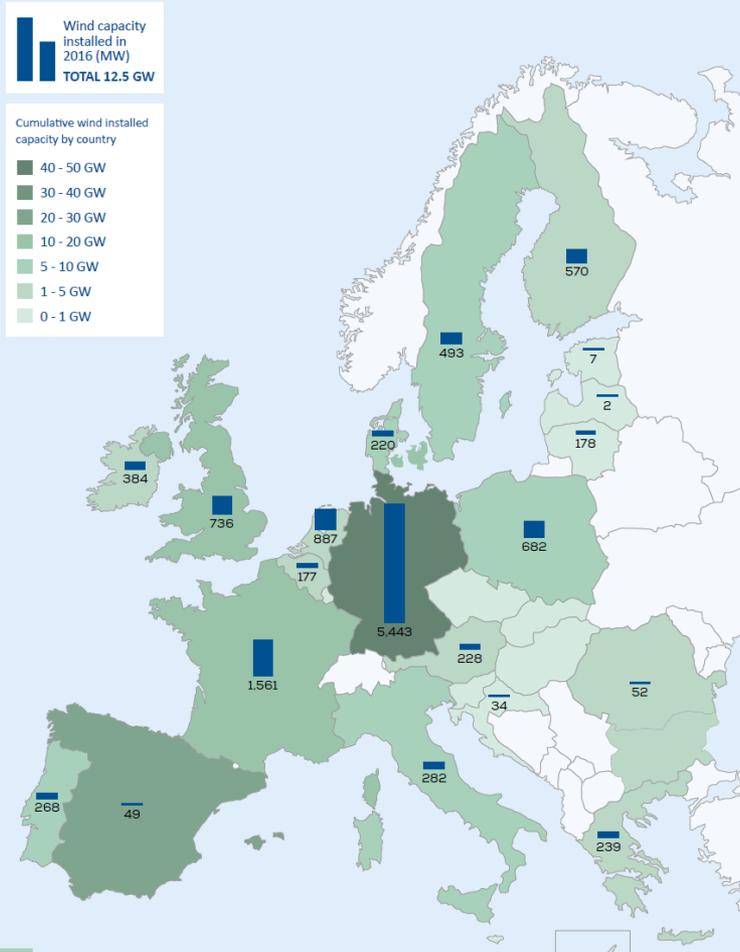


FIGURE 2
Installed wind capacity in 2016

Source: WindEurope analysis on Pöyry data.
Capacity values are rounded.

TABLE 1
Cumulative and new wind power capacity in 2015 and 2016

EU-28 (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Austria	319	2,404	228	2,632
Belgium	266	2,218	177	2,386
Bulgaria	-	691	-	691
Croatia	45	387	34	422
Cyprus	11	158	-	158
Czech Republic	-	281	-	281
Denmark	234	5,063	220	5,227
Estonia	1	303	7	310
Finland	379	1,011	570	1,539
France	1,073	10,505	1,561	12,065
Germany	6,008	44,946	5,443	50,019
Greece	156	2,135	239	2,374
Hungary	-	329	-	329
Ireland	224	2,446	384	2,830
Italy	306	8,975	282	9,257
Latvia	-	62	2	63
Lithuania	27	315	178	493
Luxembourg	-	58	-	58
Malta	-	-	-	-
Netherlands	621	3,443	887	4,328
Poland	1,266	5,100	682	5,782
Portugal	120	5,050	268	5,316
Romania	23	2,976	52	3,028
Slovakia	-	3	-	3
Slovenia	-	3	-	3
Spain	-	23,025	49	23,075
Sweden	615	6,029	493	6,519
UK	1,149	13,809	736	14,542
TOTAL EU-28	12,842	141,726	12,490	153,730

CANDIDATE COUNTRIES (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
FYROM	-	37	-	37
Serbia	10	10	-	10
Turkey	956	4,694	1,387	6,081
TOTAL	966	4,741	1,387	6,128

EFTA (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Iceland	-	3	-	3
Liechtenstein	-	-	-	-
Norway	7	822	16	838
Switzerland	-	60	20	75
TOTAL	7	882	36	913

OTHER (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Belarus	-	3	-	3
Faroe Islands	-	18	-	18
Russia	-	15	-	15
Ukraine	17	514	12	526
TOTAL	17	548	12	559

	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
TOTAL EUROPE	13,831	147,852	13,925	161,330

Source: WindEurope

Présentation du marché des constructeurs

WIND ENERGY CAPACITY IN 2016

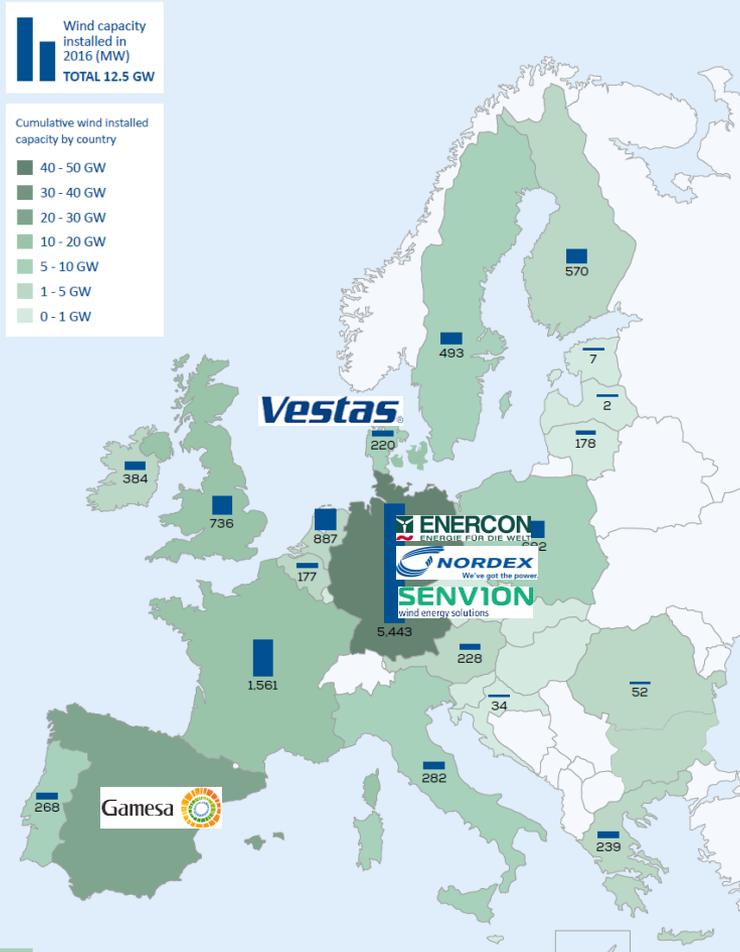


FIGURE 2
Installed wind capacity in 2016

Source: WindEurope analysis on Pöyry data.
Capacity values are rounded.

Executive Summary

TABLE 1
Cumulative and new wind power capacity in 2015 and 2016

EU-28 (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Austria	319	2,404	228	2,632
Belgium	266	2,218	177	2,386
Bulgaria	-	691	-	691
Croatia	45	387	34	422
Cyprus	11	158	-	158
Czech Republic	-	281	-	281
Denmark	234	5,063	220	5,227
Estonia	1	303	7	310
Finland	379	1,011	570	1,539
France	1,073	10,505	1,561	12,065
Germany	6,008	44,946	5,443	50,019
Greece	156	2,135	239	2,374
Hungary	-	329	-	329
Ireland	224	2,446	384	2,830
Italy	306	8,975	282	9,257
Latvia	-	62	2	63
Lithuania	27	315	178	493
Luxembourg	-	58	-	58
Malta	-	-	-	-
Netherlands	621	3,443	887	4,328
Poland	1,266	5,100	682	5,782
Portugal	120	5,050	268	5,316
Romania	23	2,976	52	3,028
Slovakia	-	3	-	3
Slovenia	-	3	-	3
Spain	-	23,025	49	23,075
Sweden	615	6,029	493	6,519
UK	1,149	13,809	736	14,542
TOTAL EU-28	12,842	141,726	12,490	153,730

CANDIDATE COUNTRIES (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
FYROM	-	37	-	37
Serbia	10	10	-	10
Turkey	956	4,694	1,387	6,081
TOTAL	966	4,741	1,387	6,128

EFTA (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Iceland	-	3	-	3
Liechtenstein	-	-	-	-
Norway	7	822	16	838
Switzerland	-	60	20	75
TOTAL	7	882	36	913

OTHER (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Belarus	-	3	-	3
Faroe Islands	-	18	-	18
Russia	-	15	-	15
Ukraine	17	514	12	526
TOTAL	17	548	12	559

	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
TOTAL EUROPE	13,831	147,852	13,925	161,330

Source: WindEurope

Wind in power - 2016 European statistics
WindEurope

Présentation du marché des constructeurs

WIND ENERGY CAPACITY IN 2016

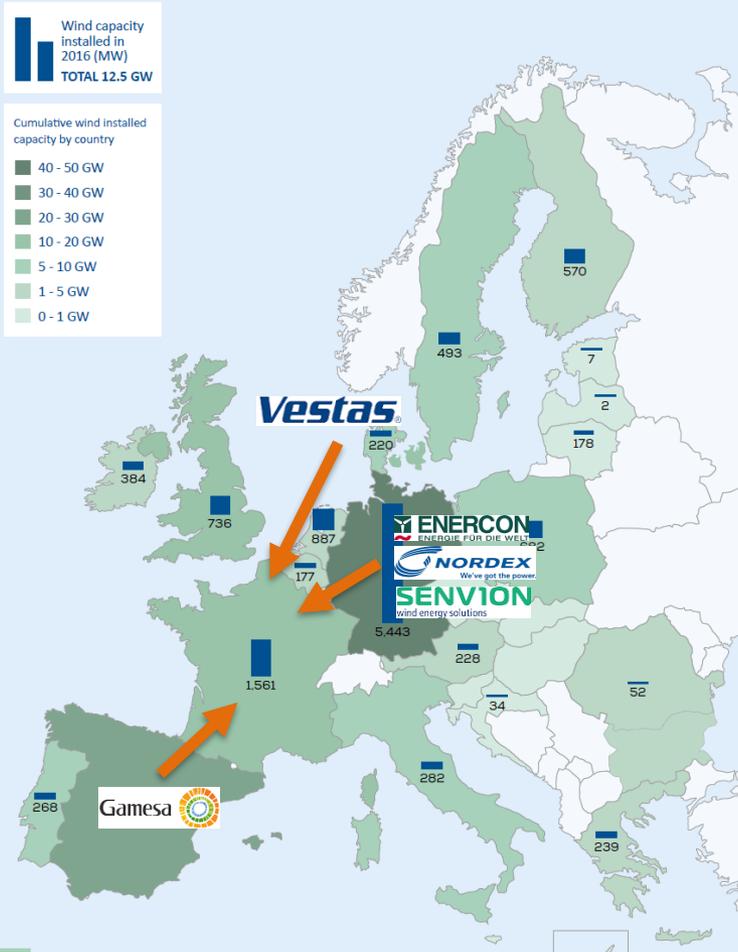


FIGURE 2
Installed wind capacity in 2016

Source: WindEurope analysis on Pöyry data.
Capacity values are rounded.

Executive Summary

TABLE 1
Cumulative and new wind power capacity in 2015 and 2016

EU-28 (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Austria	319	2,404	228	2,632
Belgium	266	2,218	177	2,386
Bulgaria	-	691	-	691
Croatia	45	387	34	422
Cyprus	11	158	-	158
Czech Republic	-	281	-	281
Denmark	234	5,063	220	5,227
Estonia	1	303	7	310
Finland	379	1,011	570	1,539
France	1,073	10,505	1,561	12,065
Germany	6,008	44,946	5,443	50,019
Greece	156	2,135	239	2,374
Hungary	-	329	-	329
Ireland	224	2,446	384	2,830
Italy	306	8,975	282	9,257
Latvia	-	62	2	63
Lithuania	27	315	178	493
Luxembourg	-	58	-	58
Malta	-	-	-	-
Netherlands	621	3,443	887	4,328
Poland	1,266	5,100	682	5,782
Portugal	120	5,050	268	5,316
Romania	23	2,976	52	3,028
Slovakia	-	3	-	3
Slovenia	-	3	-	3
Spain	-	23,025	49	23,075
Sweden	615	6,029	493	6,519
UK	1,149	13,809	736	14,542
TOTAL EU-28	12,842	141,726	12,490	153,730

CANDIDATE COUNTRIES (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
FYROM	-	37	-	37
Serbia	10	10	-	10
Turkey	956	4,694	1,387	6,081
TOTAL	966	4,741	1,387	6,128

EFTA (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Iceland	-	3	-	3
Liechtenstein	-	-	-	-
Norway	7	822	16	838
Switzerland	-	60	20	75
TOTAL	7	882	36	913

OTHER (MW)	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
Belarus	-	3	-	3
Faroe Islands	-	18	-	18
Russia	-	15	-	15
Ukraine	17	514	12	526
TOTAL	17	548	12	559

	INSTALLED 2015	END 2015	INSTALLED 2016	END 2016
TOTAL EUROPE	13,831	147,852	13,925	161,330

Source: WindEurope

Wind in power - 2016 European statistics
WindEurope

Présentation du marché des constructeurs

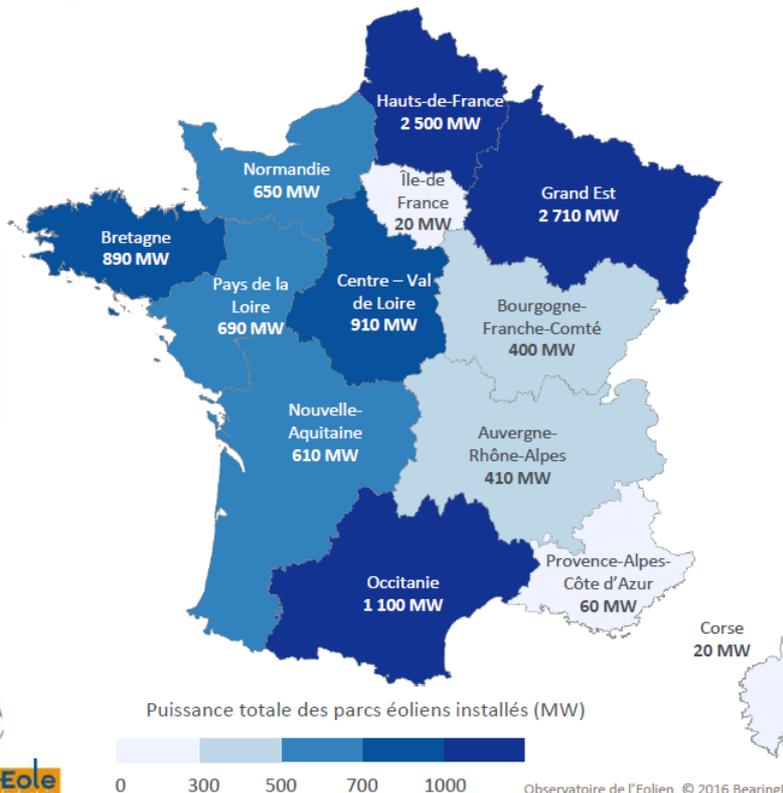


Répartition des capacités éoliennes par région à mi-2016

Les emplois

Le marché

Le futur



	Région	Puissance à mi-2016 (MW)	Puissance à mi-2015 (MW)	Puissance Installée entre mi-2015 et mi-2016 (MW)
1	Grand Est	2 710	2 430	280
2	Hauts-de-France	2 500	2 100	400
3	Occitanie	1 100	1 000	100
4	Centre-Val de Loire	910	910	0
5	Bretagne	890	840	50
6	Pays de la Loire	690	560	130
7	Normandie	650	560	90
8	Nouvelle-Aquitaine	610	600	10
9	Auvergne-Rhône-Alpes	410	380	30
10	Bourgogne et Franche-Comté	400	330	70
11	Provence-Alpes-Côte d'Azur	60	50	10
12	Corse	20	20	0
13	Île-de-France	20	0	20

(Source : FEE - 2016)

BearingPoint.

Présentation du marché des constructeurs



Installation des parcs par constructeur et exploitant à mi-2016

Capacité éolienne cumulée en France :
11 073 MW au 30/06/2016

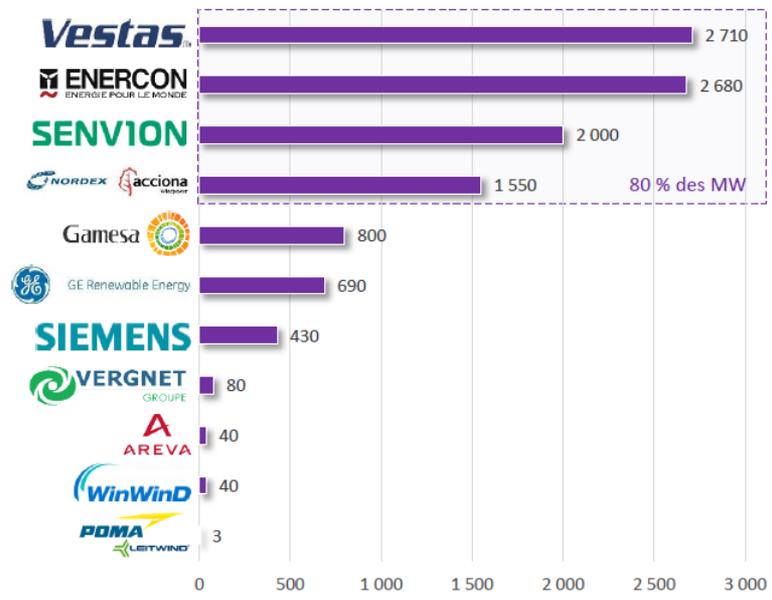
Les emplois

Le marché

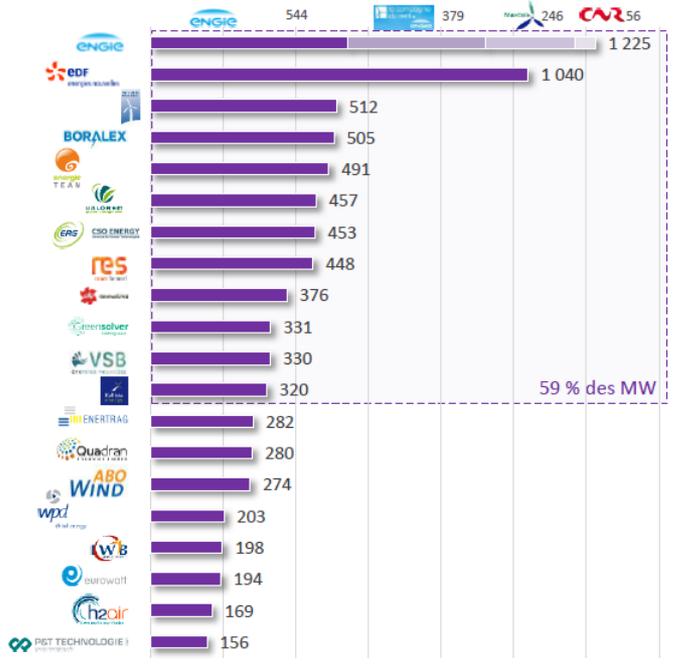
Le futur



MW installés⁽¹⁾ par constructeur



MW installés⁽¹⁾ par exploitant (Top 20 des exploitants)



(1) : Installés = raccordés au réseau RTE ou ERDF
Données issues de la base de données FEE au 01/07/2016
Les données du dernier semestre sont consolidées sur le semestre suivant



Présentation du marché des constructeurs



Revue de l'évolution technologique de l'industrie éolienne

Offre technique en cumul sur la période 2014 à mi-2016

Les emplois

Le marché

Le futur

France
Energie
Eolienne



Turbines les plus installées à mi-2016 (cumul)

	Modèle	Constructeur	Puissance (MW)
1	V-90	Vestas	1 480
2	MM92	SENVION	1 290
3	E-70	ENERCON ENERGIE POUR LE MONDE	1 190
4	E-82	ENERCON ENERGIE POUR LE MONDE	1 040
5	N-90	NORDEX acciona	840
6	MM82	SENVION	540
7	V-100	Vestas	520
8	N-100	NORDEX acciona	480
9	G-90	Gamesa	420
10	V-80	Vestas	340

Turbines les plus installées entre début 2014 et mi-2016

	Modèle	Constructeur	Puissance (MW)
1	V-90	Vestas	389
2	V-100	Vestas	357
3	E-82	ENERCON ENERGIE POUR LE MONDE	332
4	MM92	SENVION	330
5	N-100	NORDEX acciona	286
6	GE 2.85	GE GE Renewable Energy	188
7	V-112	Vestas	174
8	E-70	ENERCON ENERGIE POUR LE MONDE	128
9	E-92	ENERCON ENERGIE POUR LE MONDE	118
10	SWT 3.0	SIEMENS	105

(Source : FEE - 2016)

BearingPoint.

Observatoire de l'Eolien. © 2016 BearingPoint France SAS | 46

Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

→ Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

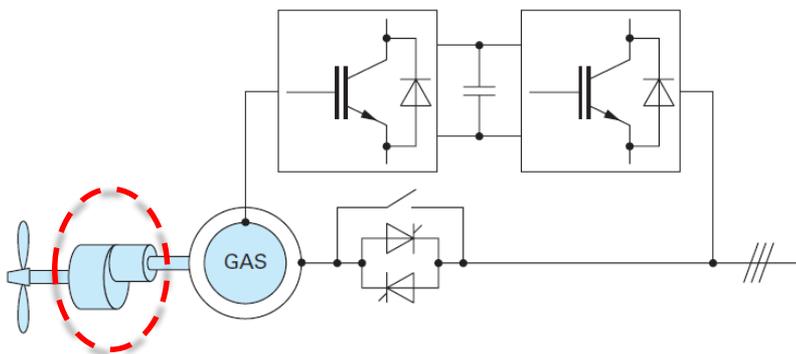
Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

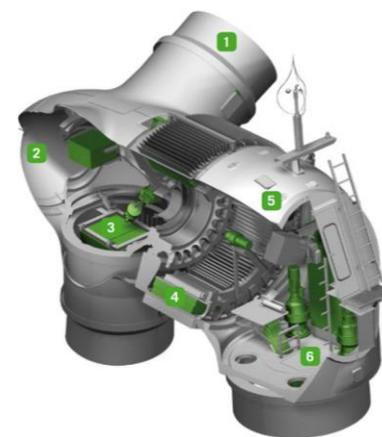
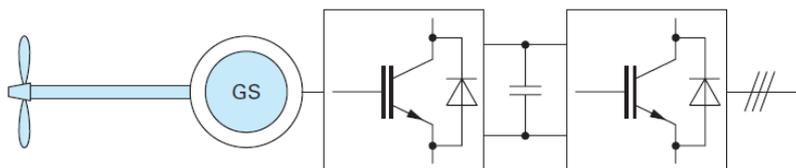
Technologies d'éoliennes : les 2 grandes familles



Technologie avec génératrice asynchrone et multiplicateur

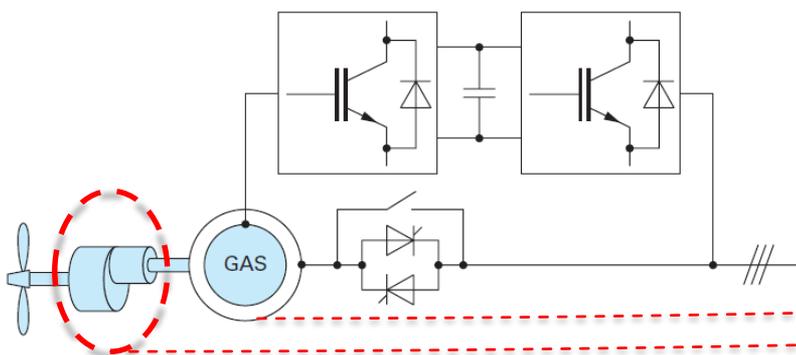


Technologie avec génératrice synchrone à conversion intégrale

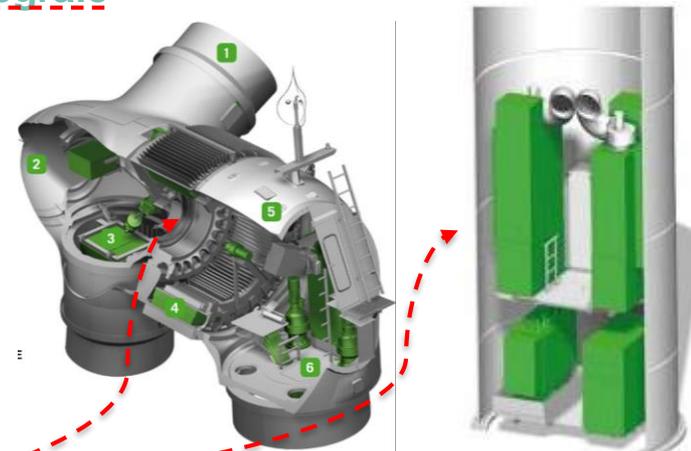
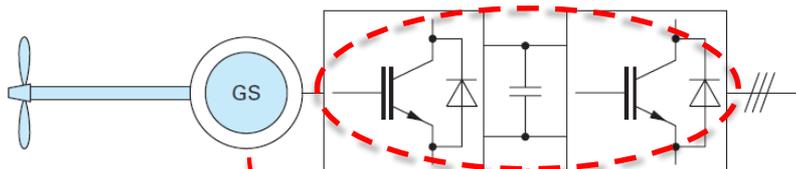


Technologies d'éoliennes : les 2 grandes familles

Technologie avec génératrice asynchrone et multiplicateur



Technologie avec génératrice synchrone à conversion intégrale



Technologies d'éoliennes : les 2 grandes familles

Technologie avec génératrice asynchrone et multiplicateur

Transformation de l'énergie basée sur une conversion mécanique

=> Beaucoup de pièces mécaniques dans la nacelle :

« Multiplicateur » = « Boîte de vitesse » = « Gearbox »

= engrenages = pièces en rotation rapide à 1500 tours/min

= contrôle des huiles, défaillances, indisponibilités totales...

= quantité d'huile importante en nacelle (centaines de litres)

Capacités constructives moins développées (Services système pour réseau électrique)

Technologie la plus répandue, en nombre de constructeurs / Part de marché en baisse

 Vestas®

 SUZLON
POWERING A GREENER TOMORROW

 NORDEX
We've got the power.

 SENVION
wind energy solutions

 Gamesa 

 GE

Technologie avec génératrice synchrone à conversion intégrale

Transformation de l'énergie basée sur une conversion électrique

=> Très peu de pièces mécaniques dans la nacelle :

Pas de « Multiplicateur » = « Boîte de vitesse » = « Gearbox »

= peu de contrôle des huiles, de défaillances, et d'indisponibilités totales...

= quantité d'huile quasiment nulle en nacelle

=> Beaucoup de composants électroniques en pied de tour : Convertisseurs de puissance

= défaillances et indisponibilités, mais pas totales car architectures redondantes

Capacités constructives très importantes (Services système pour réseau électrique)

Technologie moins répandue, en nombre de constructeurs / Part de marché en hausse

 PDMA
LEITWIND

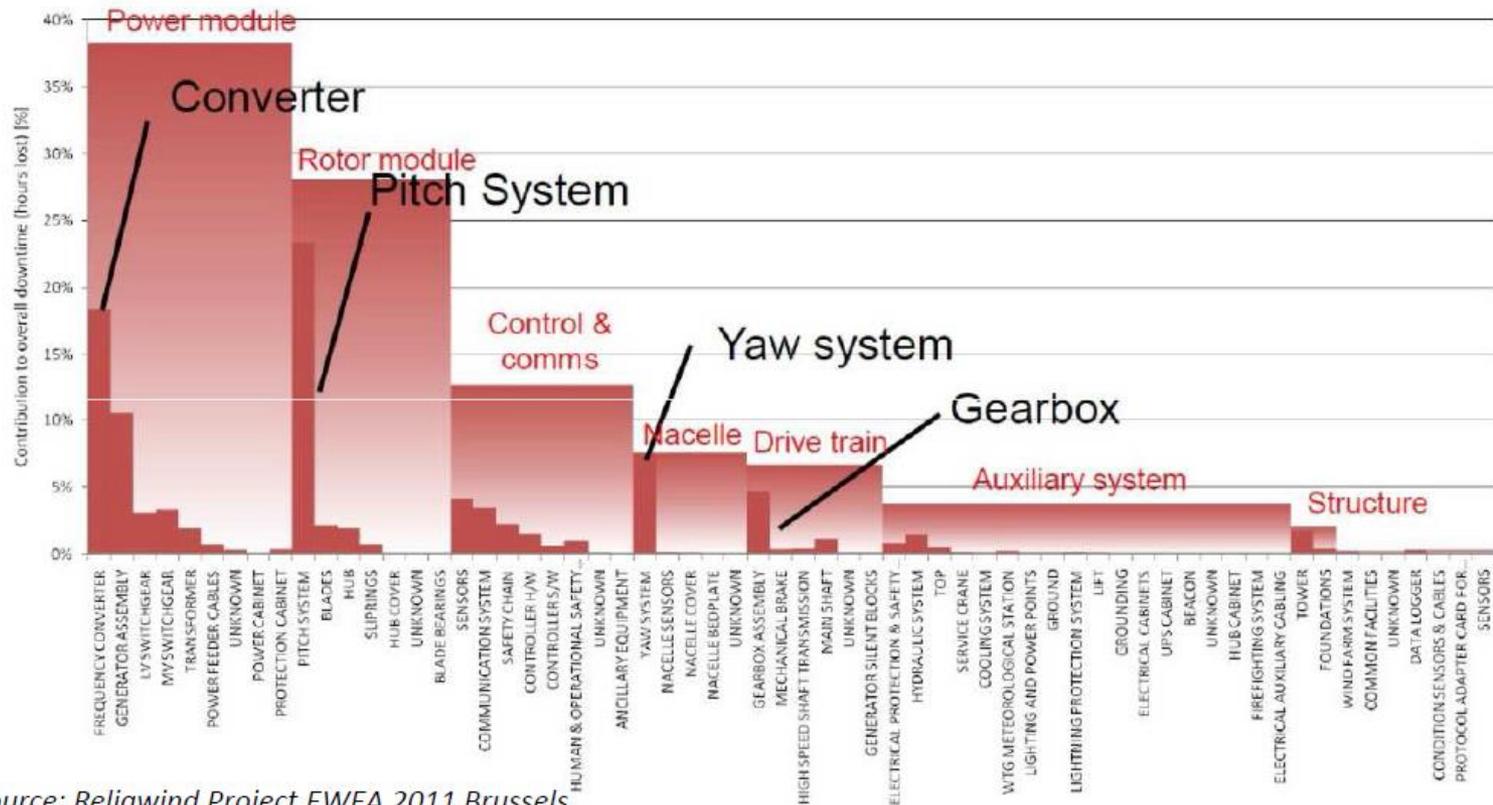
 SIEMENS
Siemens Wind Power

 ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

 GOLDWIND

Technologies d'éoliennes : les 2 grandes familles

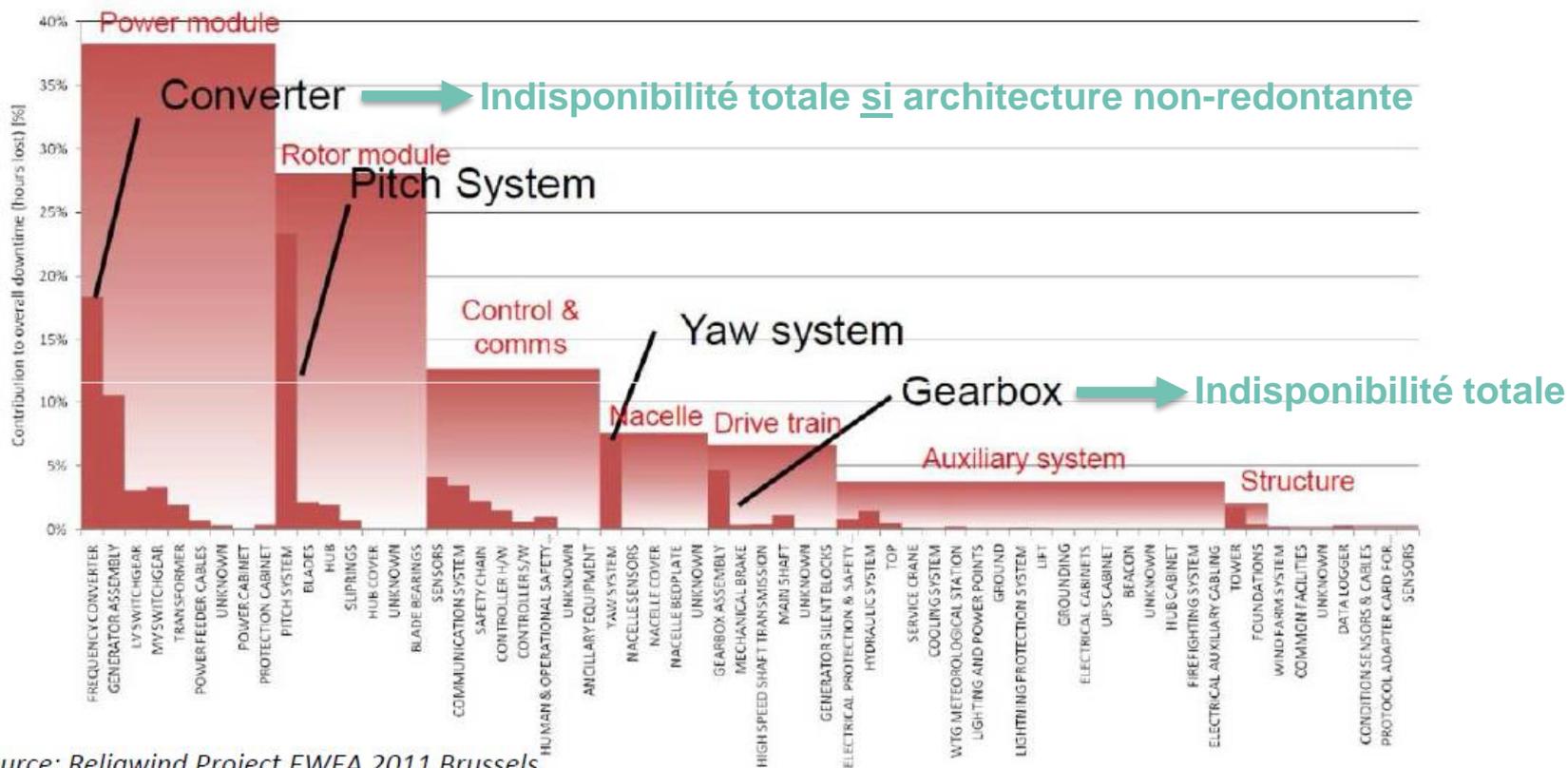
Robustness – Identification of most critical components



Source: Reliawind Project EWEA 2011 Brussels

Technologies d'éoliennes : les 2 grandes familles

Robustness – Identification of most critical components



Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

→ Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Caractéristiques des éoliennes

Classes de vent IEC : caractérisation du site

- 44 -

61400-1 © CEI:2007

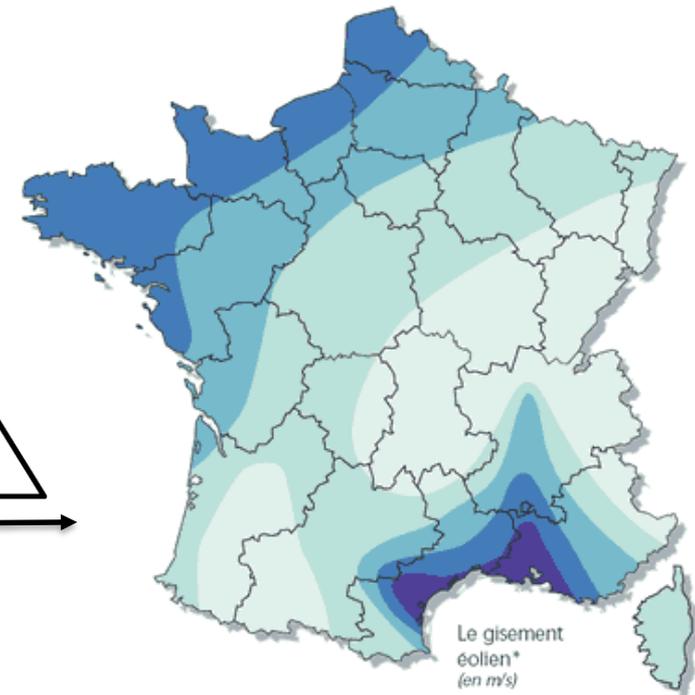
Tableau 1 – Paramètres de base pour les classes d'éoliennes¹

Classe d'éoliennes		I	II	III	S
V_{ref}	(m/s)	50	42,5	37,5	Valeurs spécifiées par le concepteur
A	I_{ref} (-)	0,16			
B	I_{ref} (-)	0,14			
C	I_{ref} (-)	0,12			

Vit. moy. annu. (m/s) **10** **8.5** **7.5**

Dans le Tableau 1, les valeurs des paramètres s'appliquent à la hauteur du moyeu, et

- V_{ref} est la moyenne de la vitesse du vent de référence sur 10 min,
- A désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence plus élevée,
- B désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence moyenne,
- C désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence plus faible, et
- I_{ref} est la valeur attendue de l'intensité de la turbulence² à 15 m/s.



Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles éparés	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crestes ^{**} , collines	
<3,5	<4,5	<5,0	<5,5	<7,0	Zone 1
3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5	Zone 2
4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10,0	Zone 3
5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10,0 - 11,5	Zone 4
>6,0	>7,5	>8,5	>9,0	>11,5	Zone 5

* Vitesse du vent à 50 mètres au-dessus du sol en fonction de la topographie

** Les zones montagneuses nécessitent une étude de gisement spécifique

Caractéristiques des éoliennes

Modèles compatibles avec le site : classe IEC et diamètre rotor

⇒ Approche naturelle : plus grand rotor, mais : plafonds, interdistances, foncier, acoustique...

- 44 -

61400-1 © CEI:2007

Tableau 1 – Paramètres de base pour les classes d'éoliennes¹

Classe d'éoliennes		I	II	III	S
V_{ref}	(m/s)	50	42,5	37,5	Valeurs
A	I_{ref} (-)	0,16			spécifiées par le concepteur
B	I_{ref} (-)	0,14			
C	I_{ref} (-)	0,12			

Vit. moy. annu. (m/s) 10 8.5 7.5

Dans le Tableau 1, les valeurs des paramètres s'appliquent à la hauteur du moyeu, et

- V_{ref} est la moyenne de la vitesse du vent de référence sur 10 min,
- A désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence plus élevée,
- B désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence moyenne,
- C désigne la catégorie relative aux caractéristiques de turbulence plus faible, et
- I_{ref} est la valeur attendue de l'intensité de la turbulence² à 15 m/s.

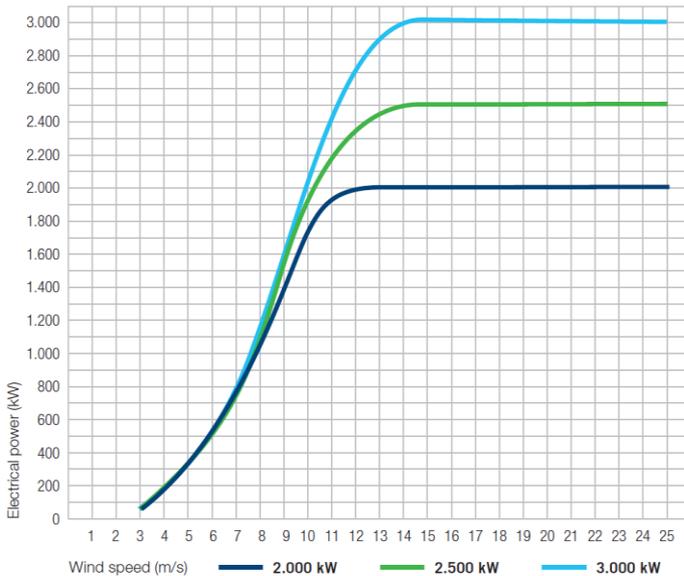
		vitesse du vent (m/s)									
		5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
Puissance nominale (kW)	Diamètre	IIIA			IIA			IA			
800	77	■			■			■			
850	77	■			■			■			
1,000	77	■			■			■			
1,500	77	■			■			■			
1,000	80	■			■			■			
1,500	80	■			■			■			
1,800	80	■			■			■			
1,000	86	■			■			■			
1,500	86	■			■			■			
1,000	90	■			■			■			
1,500	90	■			■			■			
2,000	101	■			■			■			
2,500	101	■			■			■			
3,000	101	■			■			■			
2,000	117	■			■			■			
2,500	117	■			■			■			

Caractéristiques des éoliennes

Modèle compatible (Classe IEC et rotor) et configurations possibles (puissances)

- ⇒ Recherche optimum en €/MWh et pas en €/MW : puissance max. pas toujours préférable
- ⇒ Impact sur l'efficacité énergétique et économique, et impact sur coût du raccordement

POWER CURVE



Wind speed (m/s)	Electrical power (kW)		
	2.000 kW	2.500 kW	3.000 kW
3,0	29	29	29
4,0	111	111	111
5,0	252	252	252
6,0	460	461	461
7,0	726	738	739
8,0	1.045	1.074	1.079
9,0	1.404	1.464	1.474
10,0	1.727	1.875	1.914
11,0	1.916	2.215	2.354
12,0	1.984	2.408	2.701
13,0	2.000	2.480	2.897
14,0	2.000	2.500	2.974
15,0	2.000	2.500	3.000
16,0	2.000	2.500	3.000
17,0	2.000	2.500	3.000
18,0 - 25,0	2.000	2.500	3.000

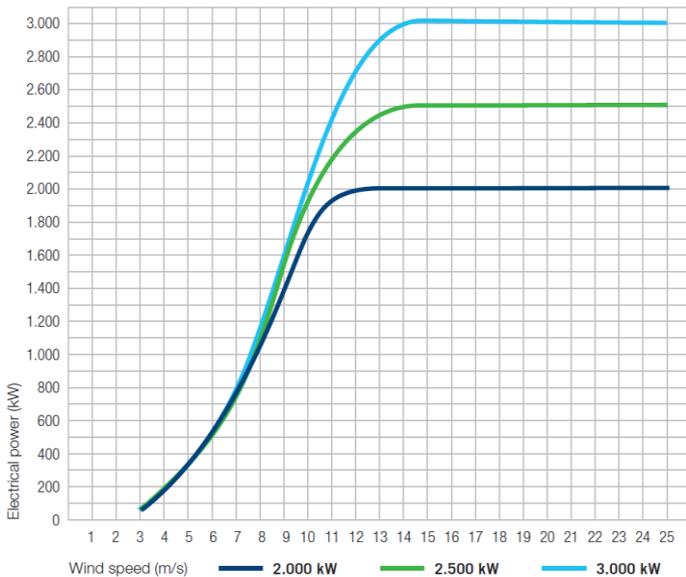
		vitesse du vent (m/s)		5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
Puissance nominale (kW)	Diamètre	IIIA			IIA			IA					
		800	77										
850	77												
1.000	77												
1.500	77												
1.000	80												
1.500	80												
1.800	80												
1.000	86												
1.500	86												
1.000	90												
1.500	90												
2.000	101												
2.500	101												
3.000	101												
2.000	117												
2.500	117												

Caractéristiques des éoliennes

Configurations possibles (puissances) et estimations de production : énergie / acoustique

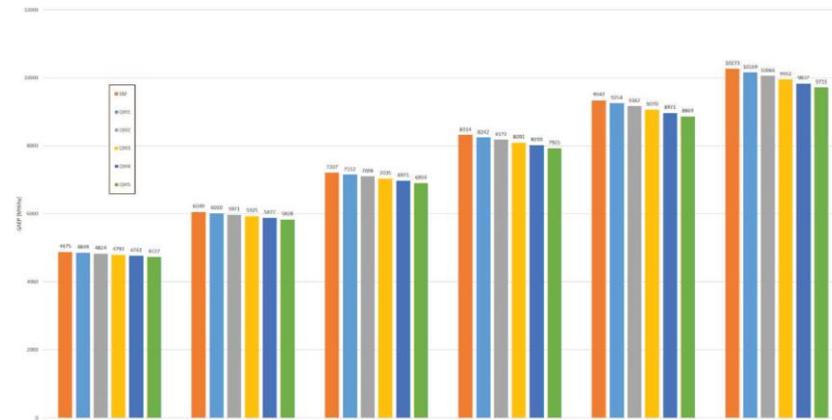
- ⇒ Recherche optimum en €/MWh et pas en €/MW : puissance max. pas toujours préférable
- ⇒ Impact sur l'efficacité énergétique et économique, et impact sur coût du raccordement

POWER CURVE



Wind speed (m/s)	Electrical power (kW)		
	2.000 kW	2.500 kW	3.000 kW
3,0	29	29	29
4,0	111	111	111
5,0	252	252	252
6,0	460	461	461
7,0	726	738	739
8,0	1.045	1.074	1.079
9,0	1.404	1.464	1.474
10,0	1.727	1.875	1.914
11,0	1.916	2.215	2.354
12,0	1.984	2.408	2.701
13,0	2.000	2.480	2.897
14,0	2.000	2.500	2.974
15,0	2.000	2.500	3.000
16,0	2.000	2.500	3.000
17,0	2.000	2.500	3.000
18,0 - 25,0	2.000	2.500	3.000

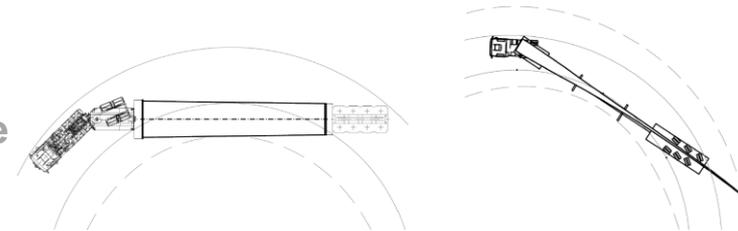
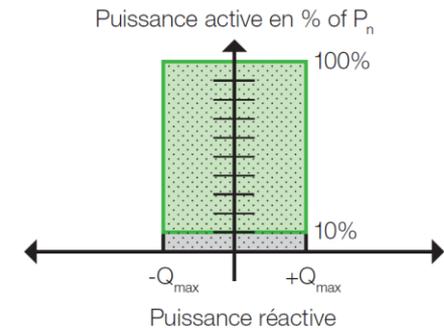
AVERAGE VH [m/s]	GAEP			
	SM [MWh]	QM12 [MWh]	QM13 [MWh]	QM14 [MWh]
5	4875	4262	4170	4011
5.5	6049	5141	5010	4799
6	7207	5973	5802	5540
6.5	8314	6742	6531	6221
7	9342	7437	7187	6834
7.5	10273	8050	7764	7372



Caractéristiques des éoliennes

Caractéristiques complémentaires :

- Hauteurs de moyeu : selon possibilités pour modèle donné, pour optimiser la production
- Caractéristiques électriques : courant de court-circuit, réglage de tension...
⇒ Pour optimisation du coût du raccordement si Poste Source à renforcer ou réseau HTA existant avec capacité
- Transport des composants et accessibilité du site :
⇒ Capacité des ouvrages d'art (ponts), renforcement de virages, dénivelés si sites escarpés



Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

→ Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Choix des éoliennes adaptées au projet

Dans le cas général, à chaque étape du projet, le choix des éoliennes s'affine dans le but d'aboutir au choix final au plus tard à la veille de la construction



Faisabilité

Critères d'implantation ayant un impact sur le choix des éoliennes

- Accessibilité du site / Aménagement à réaliser
- Contrainte (servitudes techniques – plafond)
- Acoustique / Distance aux habitations
- Maximiser la production du parc éolien...

A ce stade, une gamme d'éoliennes se dégage.

Choix des éoliennes adaptées au projet



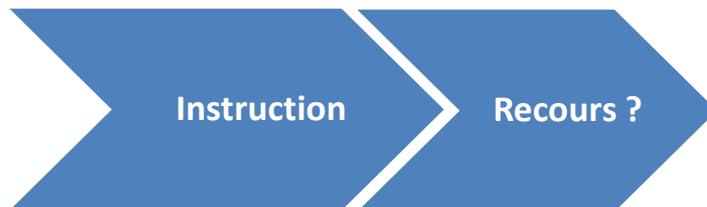
Critères d'implantation ayant un impact sur le choix des éoliennes

- **Etude acoustique**
 - Bridage, quel niveau en fonction des modèles?
- **Impact sur la biodiversité**
 - Bridage?
- **Etude de productible avec mesure in situ**
 - Gain en fonction de la hauteur de la nacelle?
 - Quel classe de machine? Est-ce pertinent de maximiser absolument le productible vs fatigue?
- **Quels aménagements doivent être réalisés?**

Ne pas hésiter à contacter les constructeurs qui ont des équipes d'accompagnement du développement

=> Choix de l'éolienne pour le dépôt de la demande

Choix des éoliennes adaptées au projet



Une fois les autorisations obtenues, même sous recours, le projet devient plus « intéressant » pour les constructeurs. Possibilité d'obtenir une offre technique et financière adaptée au site (prix, durée, principales clauses contractuelles)

Comparaison de différentes machines de la même gamme

Possibilité de faire une demande d'autorisation modificative pour:

- Intégrer un nouveau modèle plus adaptée (voir slides avec exemple)
- Changer de machine au sein de la même gamme si celle-ci se révèle plus adaptée

Important de considérer la stratégie de maintenance du constructeur (où sont les centres de maintenance) et son expérience avec le modèle retenu (combien d'éoliennes sont en exploitation)

Choix des éoliennes adaptées au projet



Choix définitif du modèle et négociation des contrats de fourniture / maintenance

Contrat de fourniture:

- Quel périmètre (Clé en main, éolienne + fondation...) et quelle interface avec les autres lots
- Equilibre global du contrat

Contrat de maintenance:

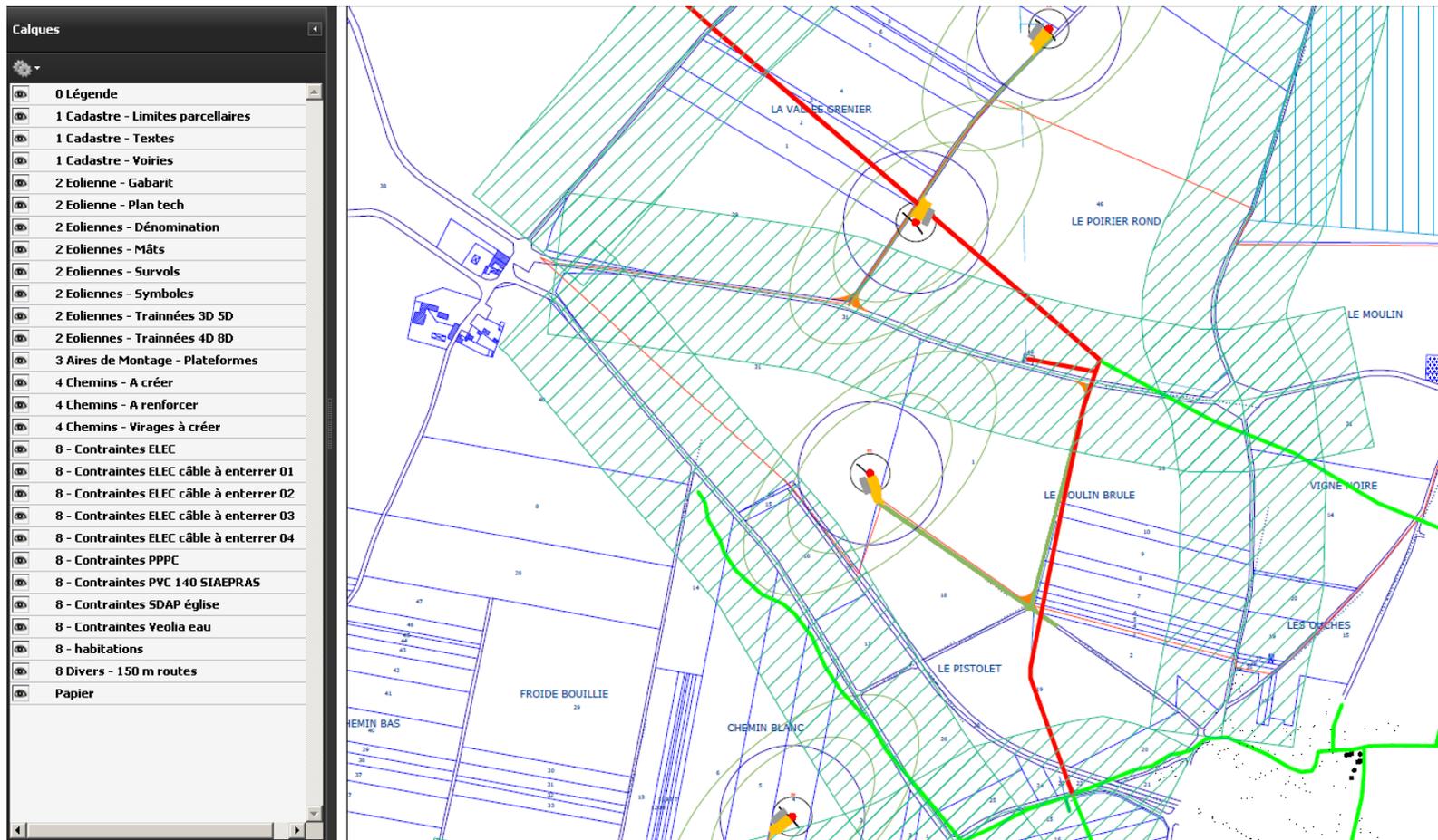
- Quelle durée
- Quel scope

Dans ces réflexions, il est important d'intégrer les attentes financeurs et en particulier des banques

Choix des éoliennes adaptées au projet

Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site

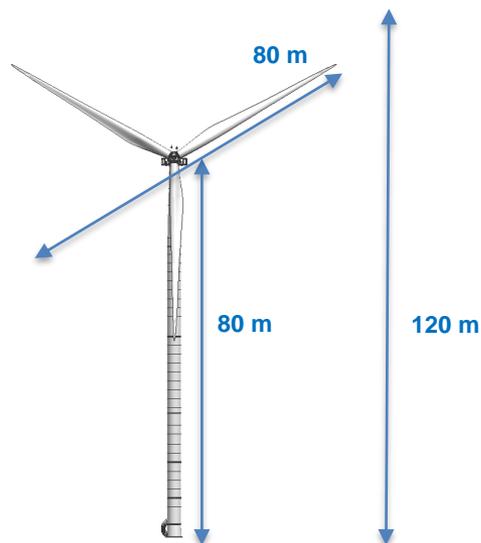
=> Rappel de la situation issue du développement du projet et du recensement des contraintes



Choix des éoliennes adaptées au projet

Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site

=> Recherche de l'optimisation, d'une production importante, et donc de grandes dimensions (rotor, tour)



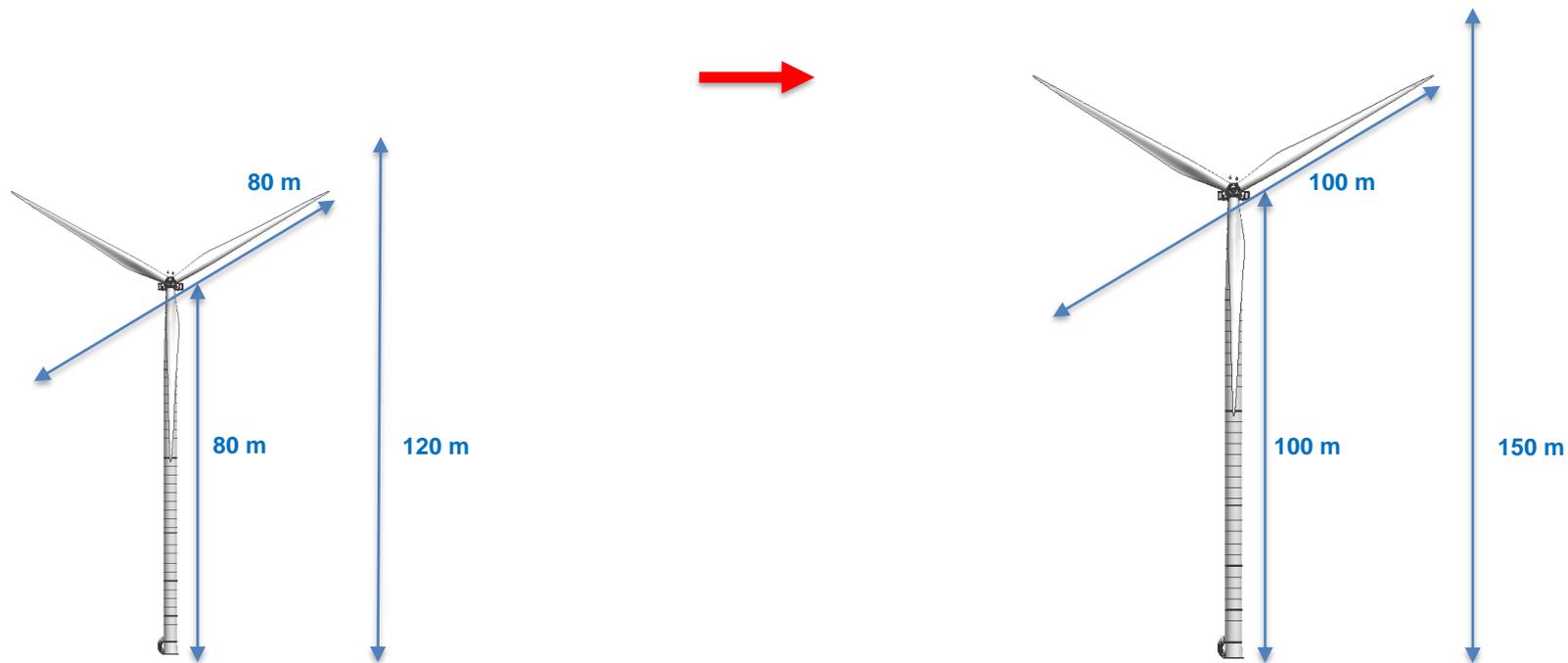
Projet initial « Conception année n »

Selon gabarits existants à l'année n

Selon contraintes initiales : plafond, paysage...

Choix des éoliennes adaptées au projet

Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site



Projet initial « Conception année n »

Selon gabarits existants à l'année n

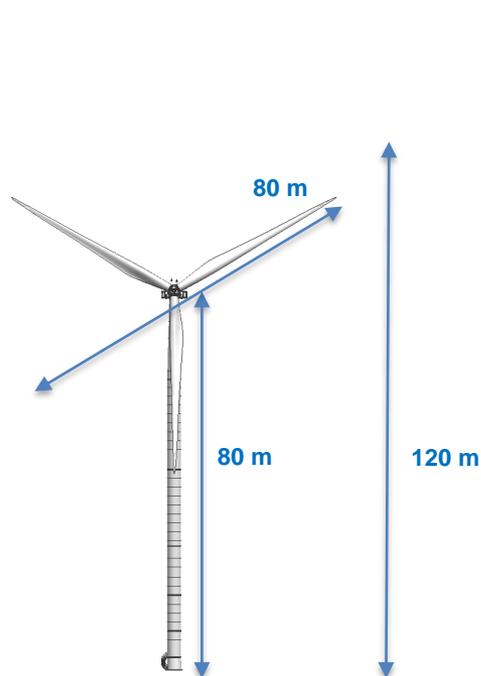
Selon contraintes initiales : plafond, paysage...

Projet modifié « Alternative année n+... »

⇒ Pour meilleure production : tour ++ / rotor ++

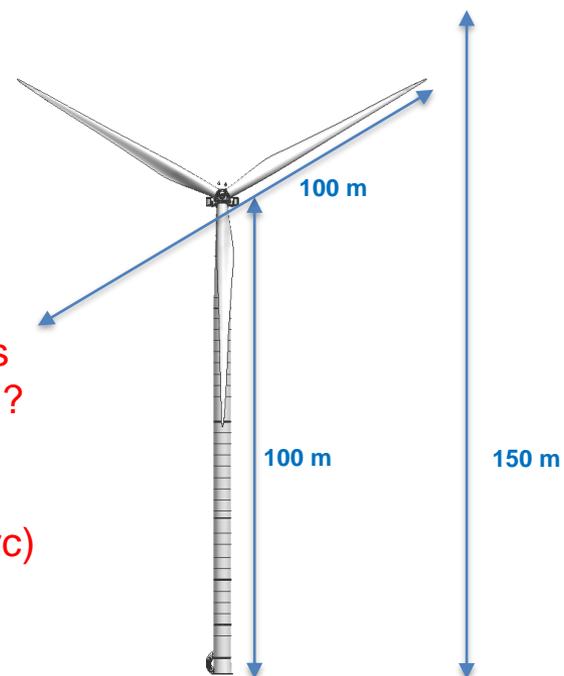
Choix des éoliennes adaptées au projet

Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site



Limites possibles :

- Plafond aéronautique
- Cohabitation radar
- Distances réseaux/routes
- ⇒ Contraintes rédhibitoires ?
- Visuel / paysage
- Turbulences (effet de parc)
- Acoustique (pertes)
- ⇒ Reprises d'études



Projet initial « Conception année n »

Selon gabarits existants à l'année n

Selon contraintes initiales : plafond, paysage...

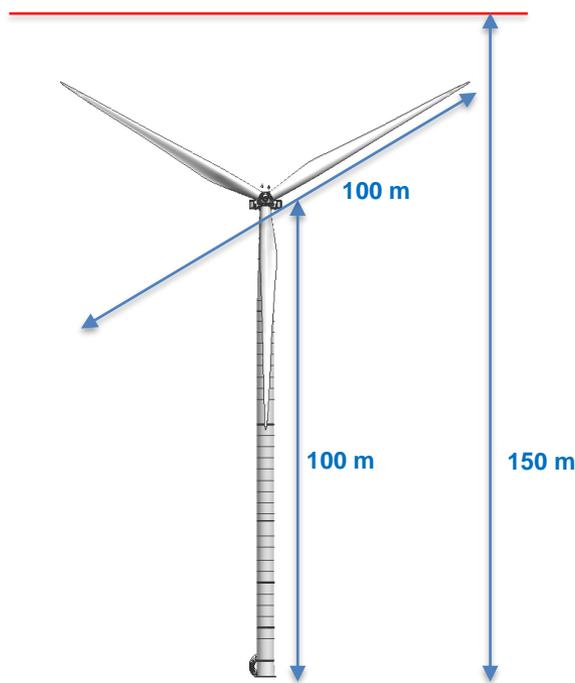
Projet modifié « Alternative année n+... »

⇒ Pour meilleure production : tour ++ / rotor ++

Choix des éoliennes adaptées au projet

Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site

=> Exemple : cas d'un plafond aérien à 150 mètres



Projet initial « Conception année n »

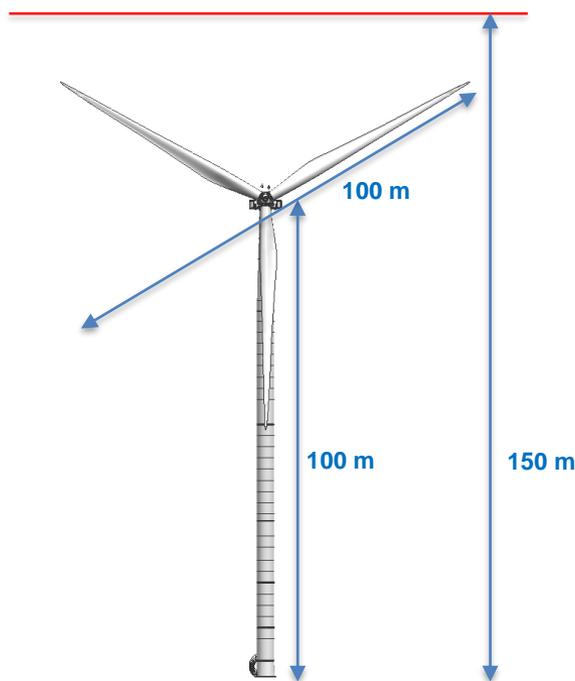
Selon gabarits existants à l'année n

Selon contraintes initiales : plafond, paysage...

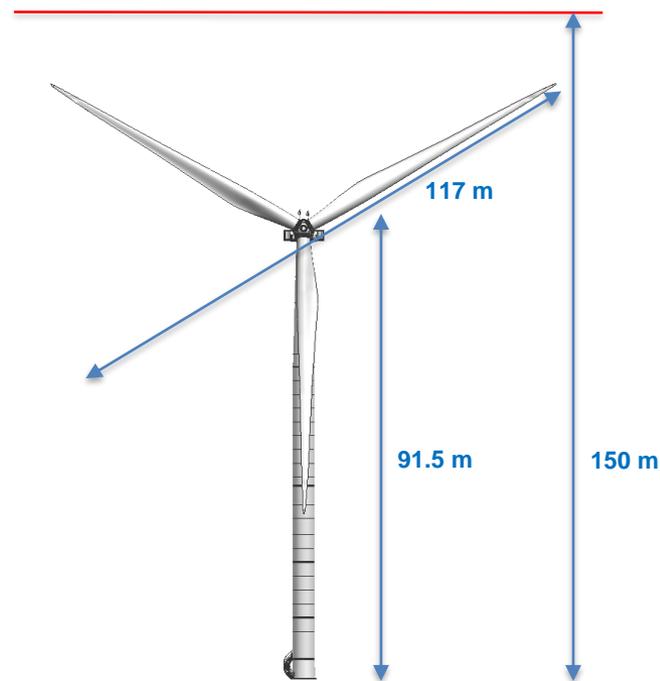
Choix des éoliennes adaptées au projet

Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site

=> Exemple : cas d'un plafond aérien à 150 mètres



Projet initial « Conception année n »
Selon gabarits existants à l'année n
Selon contraintes initiales : plafond, paysage...

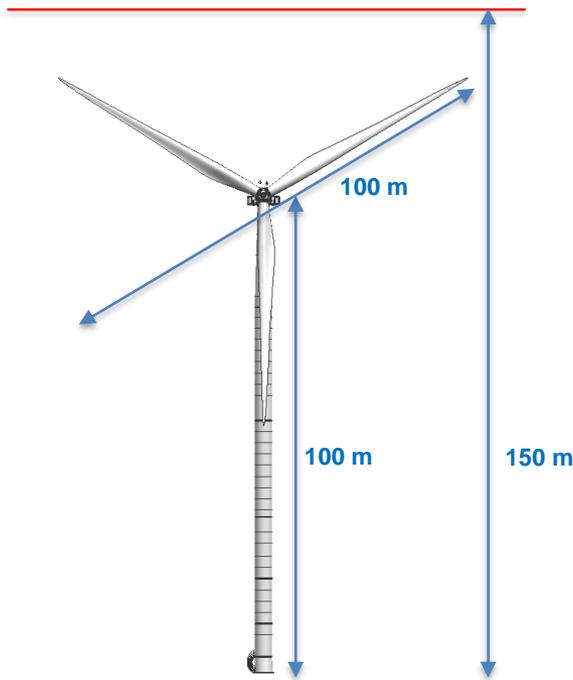


Projet modifié « Alternative année n+... »
=> Pour meilleure production : tour -- / rotor ++
=> Respect plafond avec plus grand diamètre

Choix des éoliennes adaptées au projet

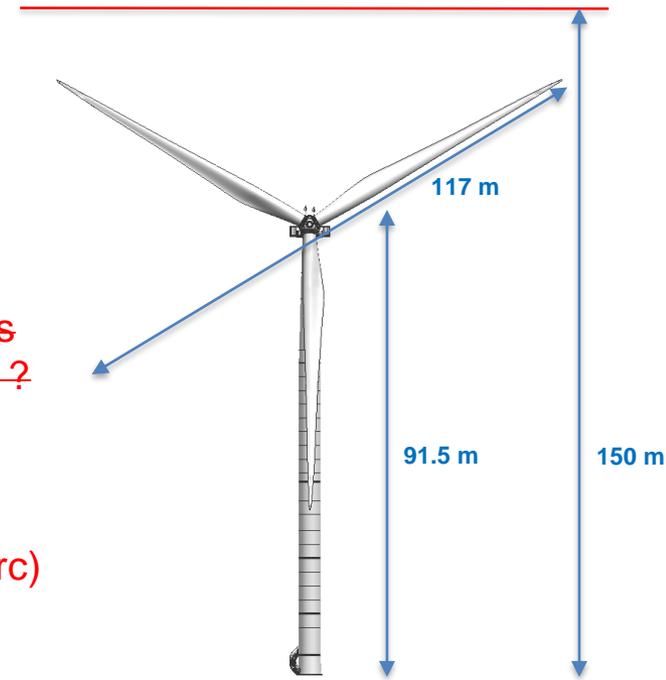
Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site

=> Exemple : cas d'un plafond aérien à 150 mètres



Limites possibles :

- ~~— Plafond aéronautique~~
- ~~— Cohabitation radar~~
- ~~— Distances réseaux/routes~~
- ~~⇒ Contraintes rédhibitoires ?~~
- Visuel / paysage
- Foncier / survols
- Turbulences (effet de parc)
- Acoustique (pertes)
- ⇒ Reprises d'études



Projet initial « Conception année n »

Selon gabarits existants à l'année n

Selon contraintes initiales : plafond, paysage...

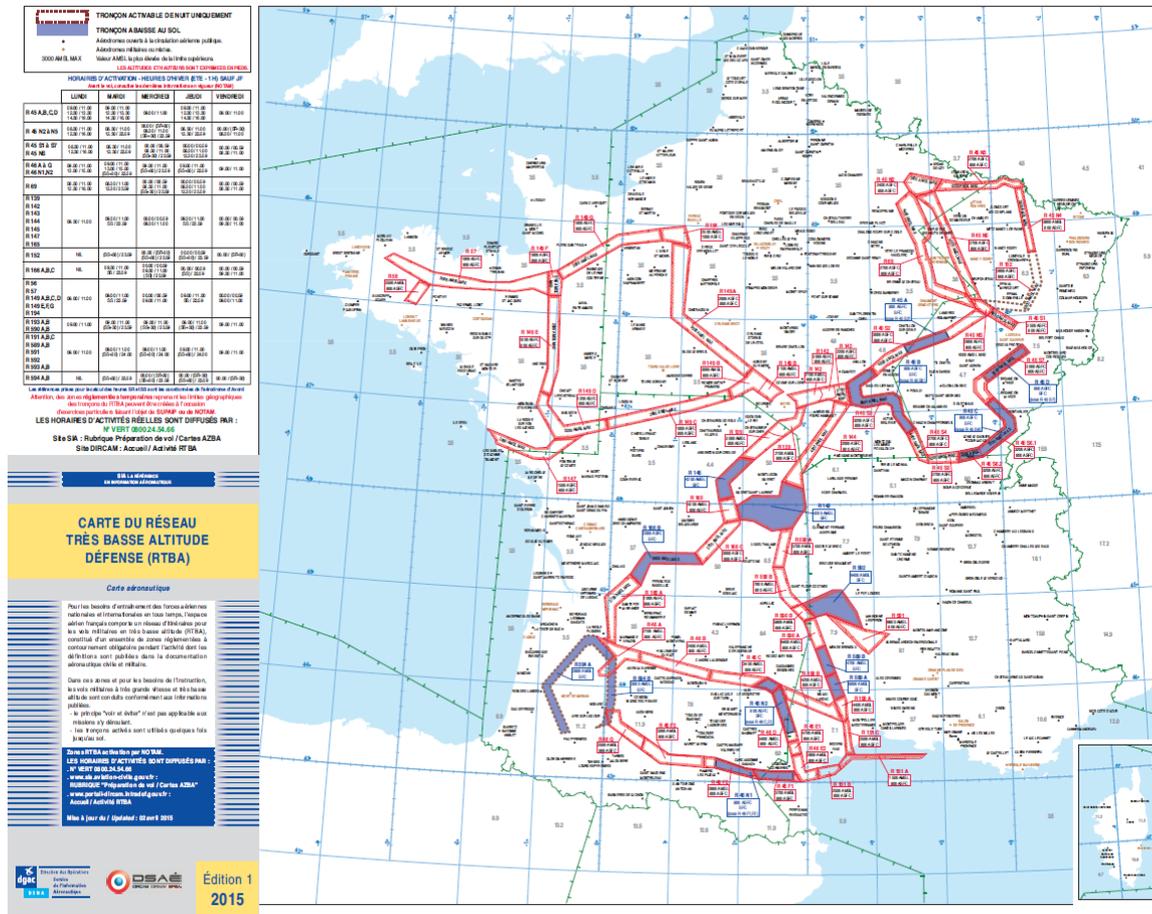
Projet modifié « Alternative année n+... »

⇒ Pour meilleure production : tour ++ / rotor ++

Choix des éoliennes adaptées au projet

Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site

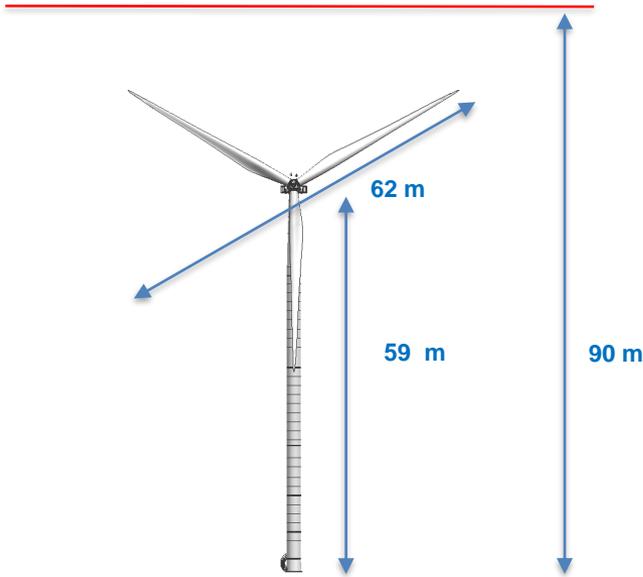
=> Exemple : cas d'un plafond aérien à 90 mètres de type RTBA ou radar



Choix des éoliennes adaptées au projet

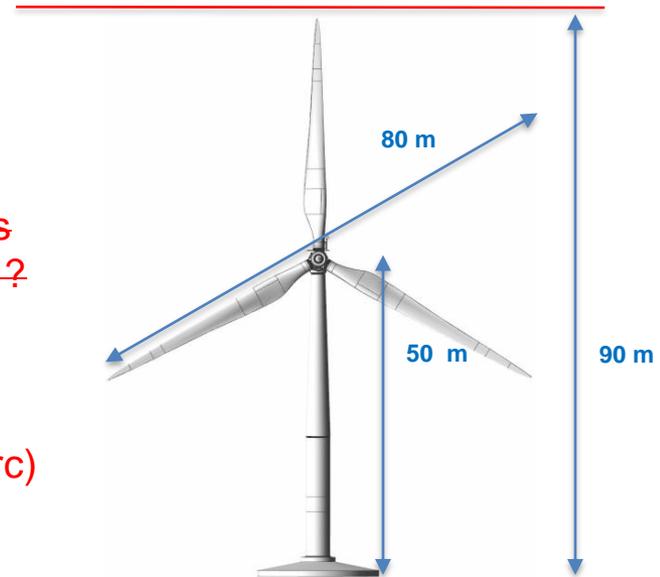
Les études pluridisciplinaires et concertation avec les acteurs locaux pour choisir les éoliennes adaptées à un projet. Adaptation de la configuration technique au site

=> Exemple : cas d'un plafond aérien à 90 mètres de type RTBA



Limites possibles :

- ~~— Plafond aéronautique~~
- ~~— Cohabitation radar~~
- ~~— Distances réseaux/routes~~
- ~~⇒ Contraintes rédhibitoires ?~~
- Visuel / paysage
- Foncier / survols
- Turbulences (effet de parc)
- Acoustique (pertes)
- ⇒ Reprises d'études



Projet initial « Conception année n »

Selon gabarits existants à l'année n

Selon contraintes initiales : plafond, paysage...

Projet modifié « Alternative année n+... »

⇒ Pour meilleure production : tour -- / rotor ++

Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

→ Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

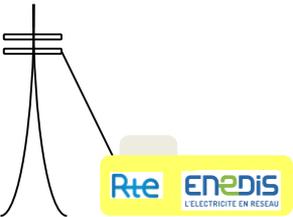
Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien

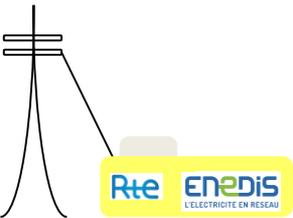
Etat initial (géomètre, étude géotechniques...)



Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien

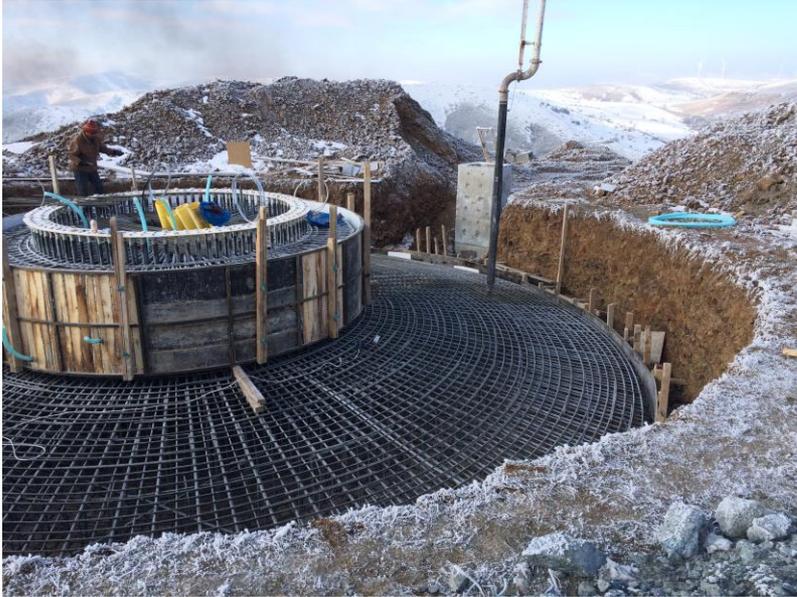
Réalisation des voiries d'accès (virages, chemins...)



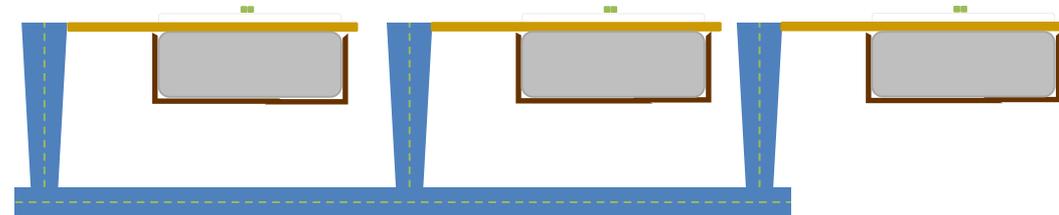
Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien

Réalisation des fondations : coffrage, ferrailage, coulage, séchage



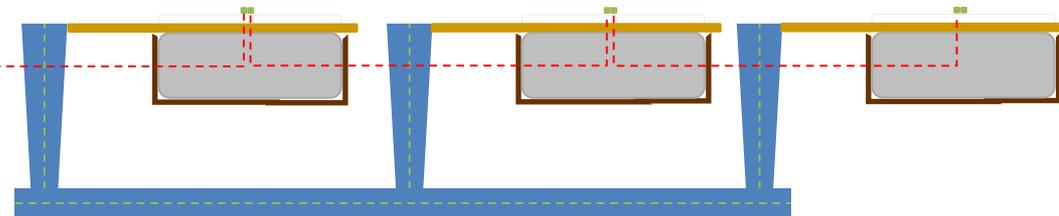
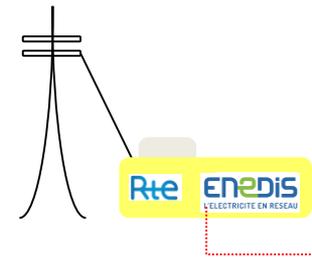
Rte ENEDIS
L'ÉLECTRICITÉ EN RESEAU



Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien

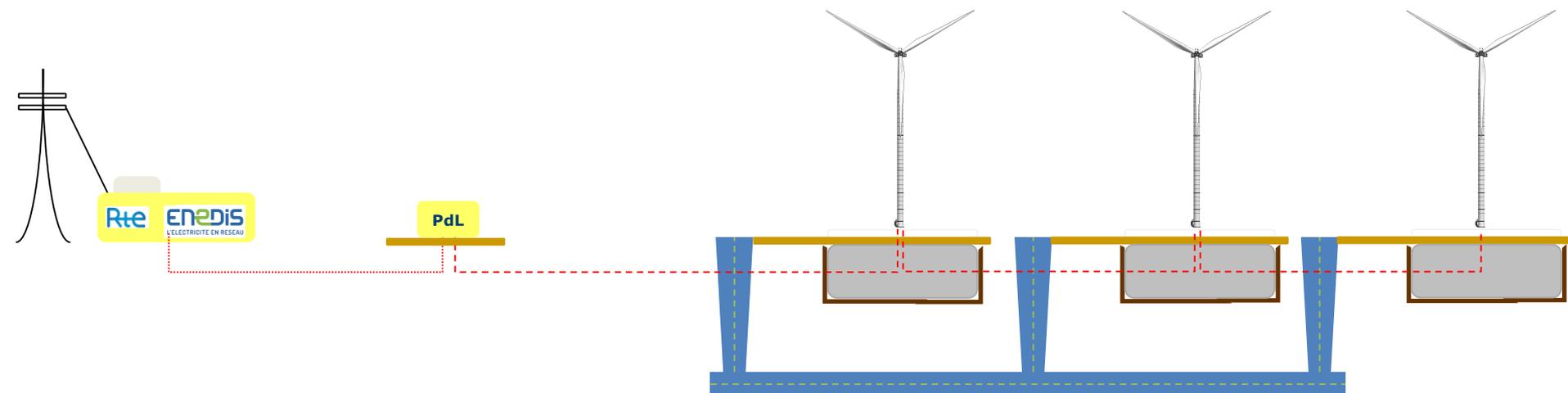
Enfouissement des câbles électriques : interne, et externe via gestionnaire de réseau



Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien

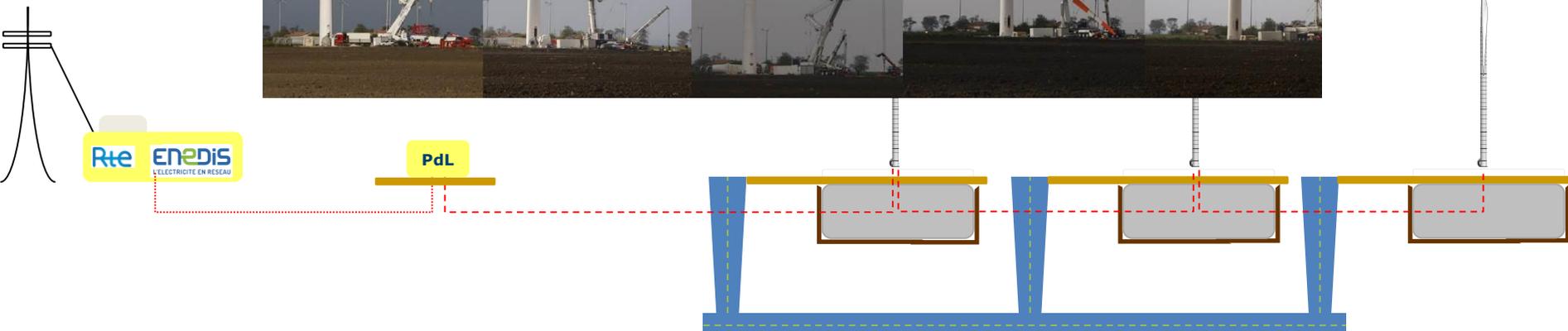
Livraison des équipements : grues, composants des éoliennes, poste de livraison



Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien

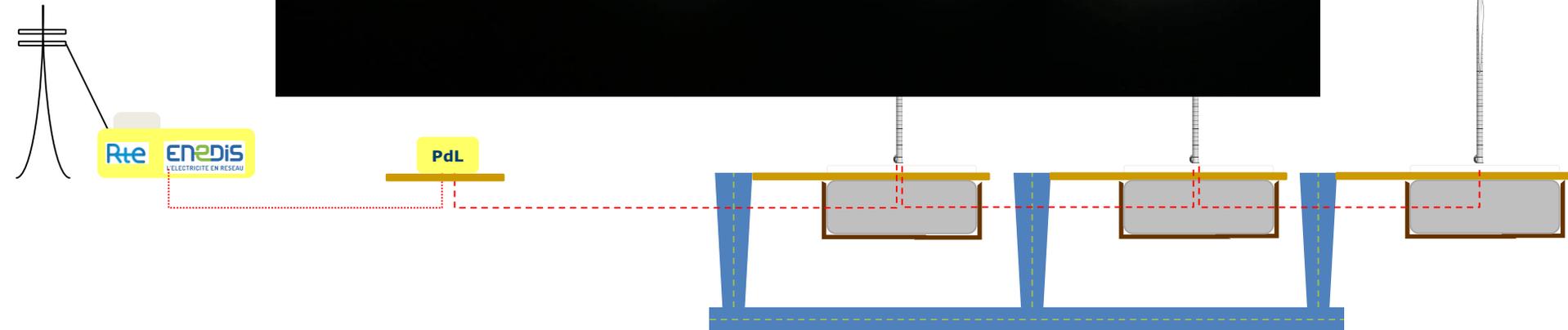
Livraison des équipements : grues, composants des éoliennes, poste de livraison



Planning de réalisation d'un projet

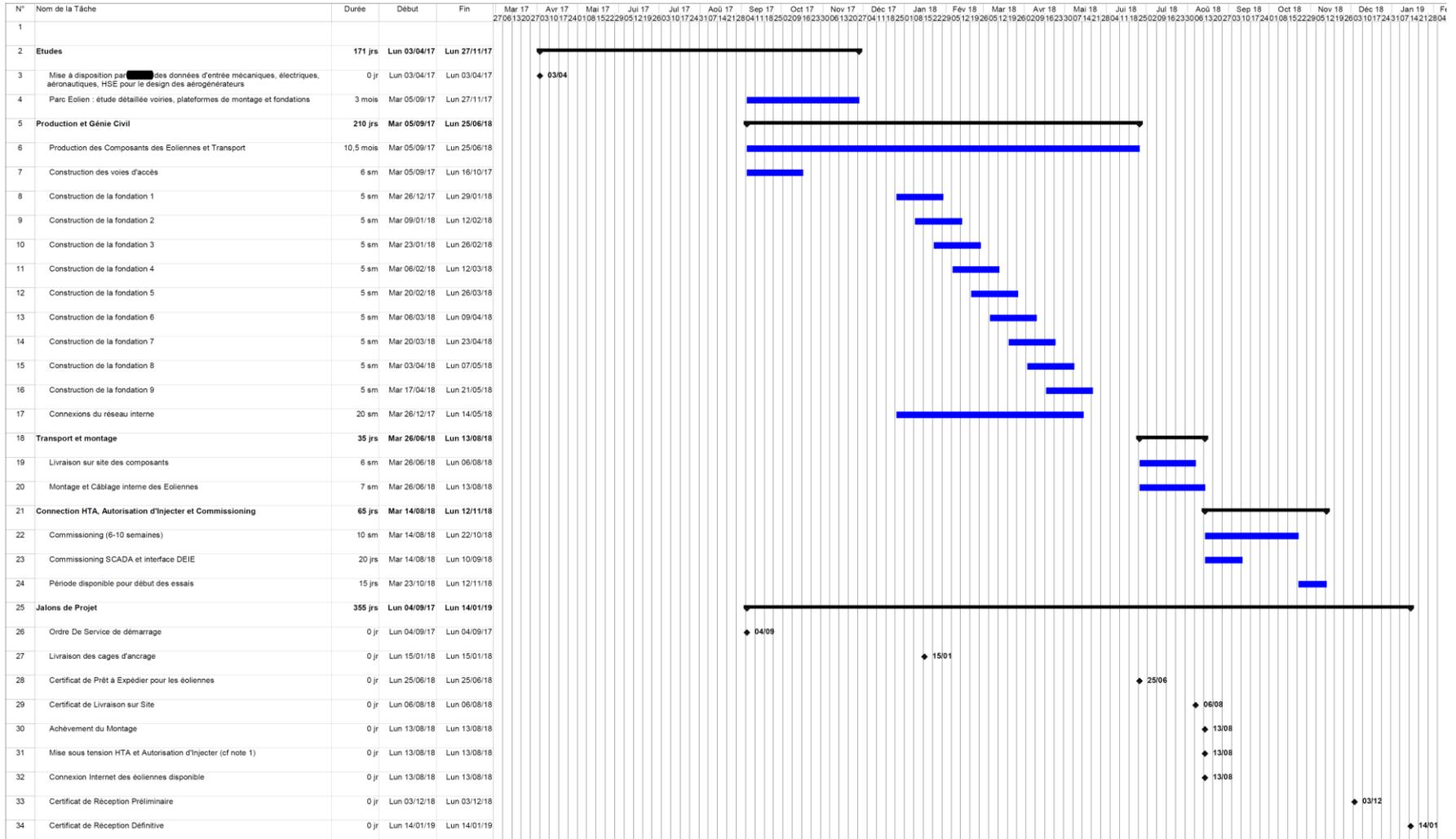
Les étapes de la construction du parc éolien

Livraison des équipements : grues, composants des éoliennes, poste de livraison



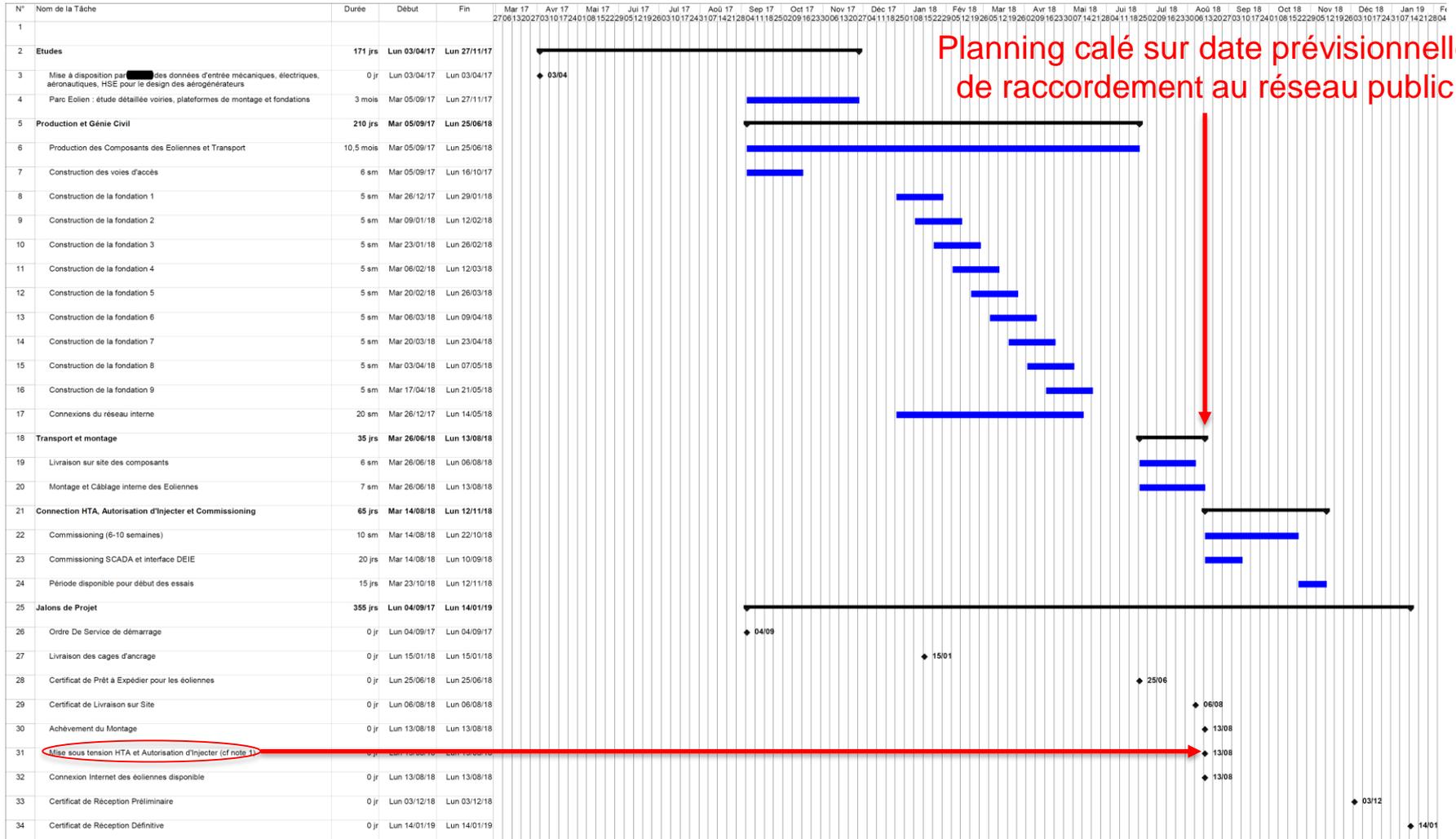
Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien (exemple de planning)



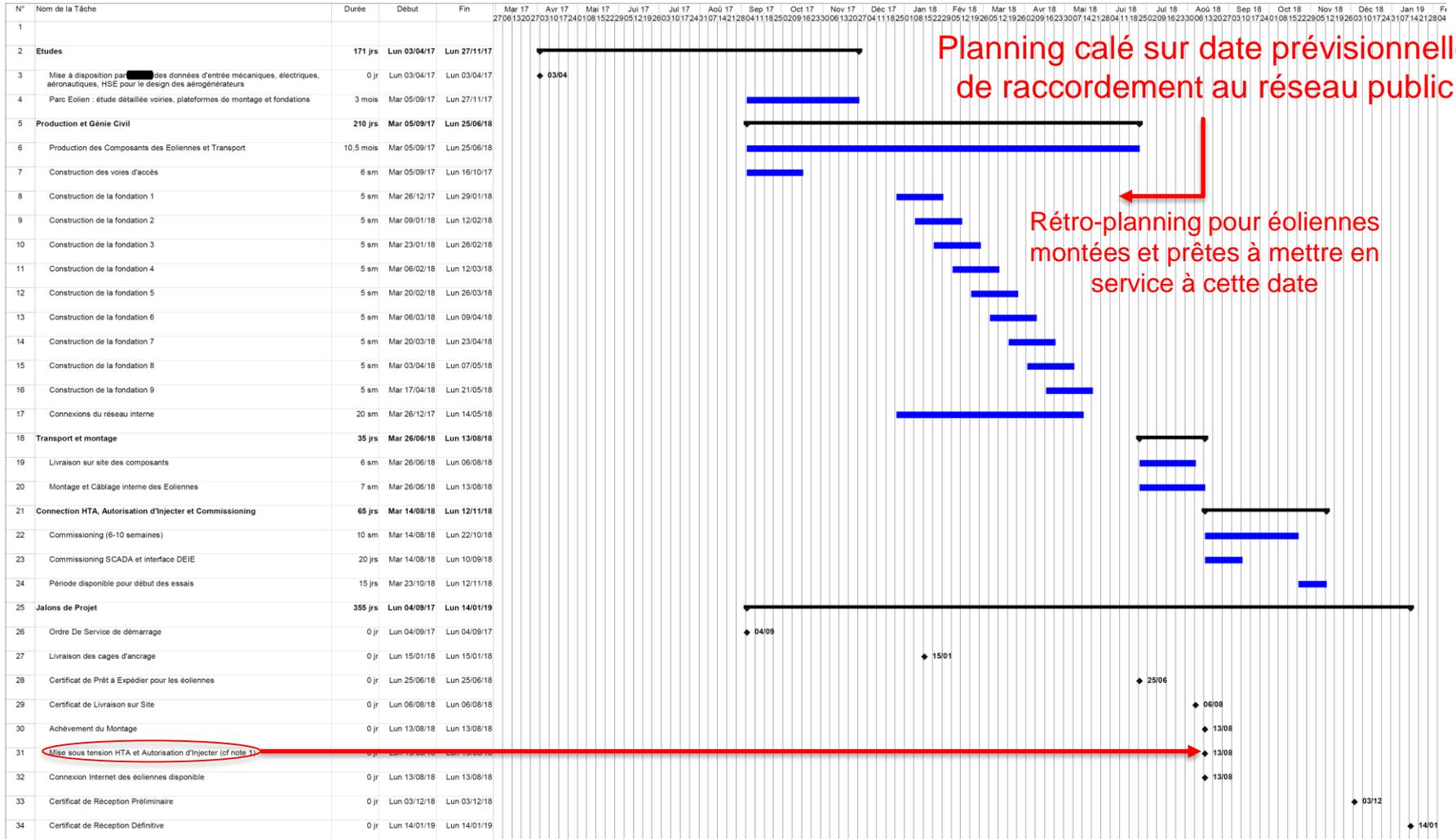
Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien (exemple de planning)



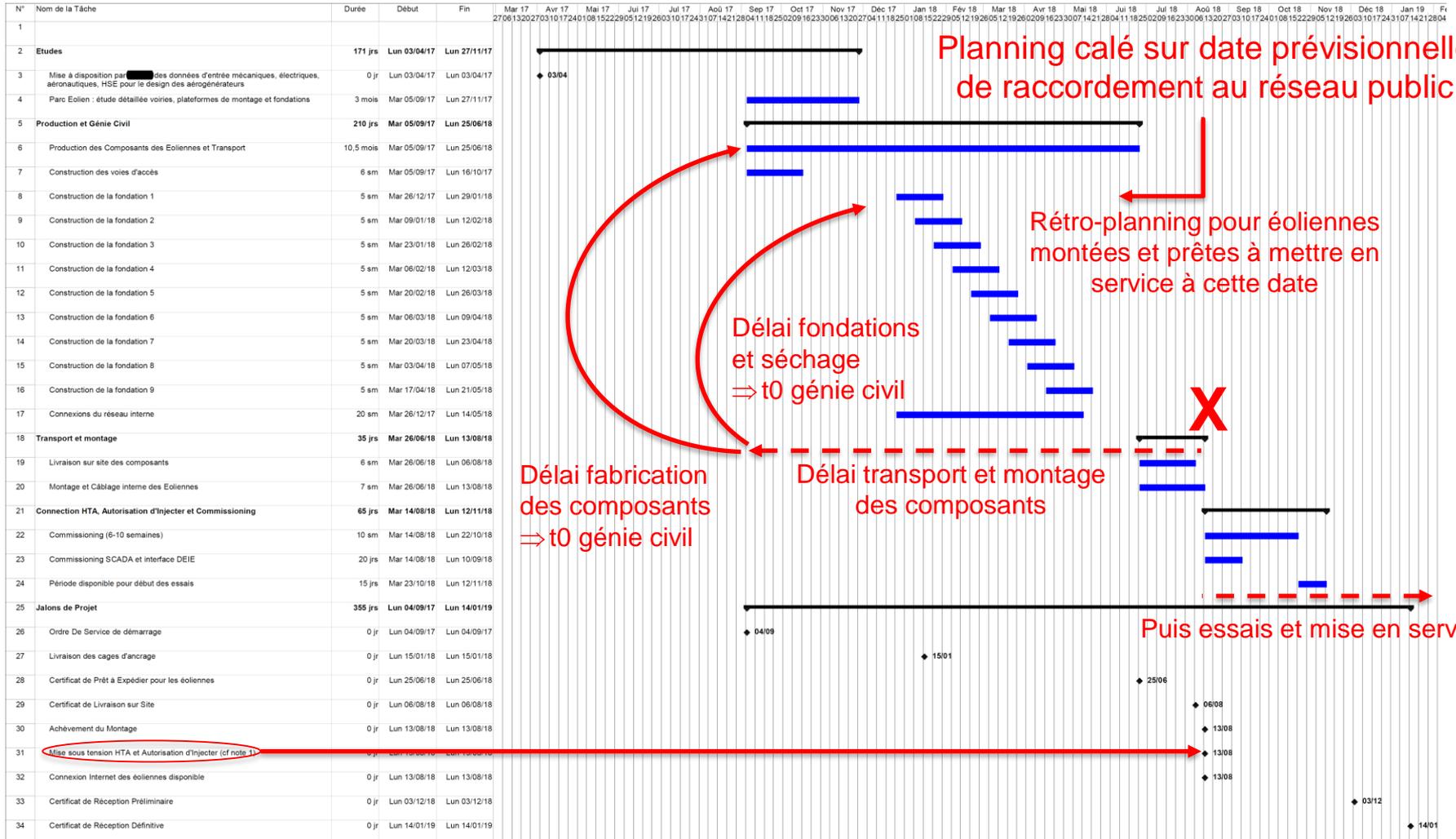
Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien (exemple de planning)



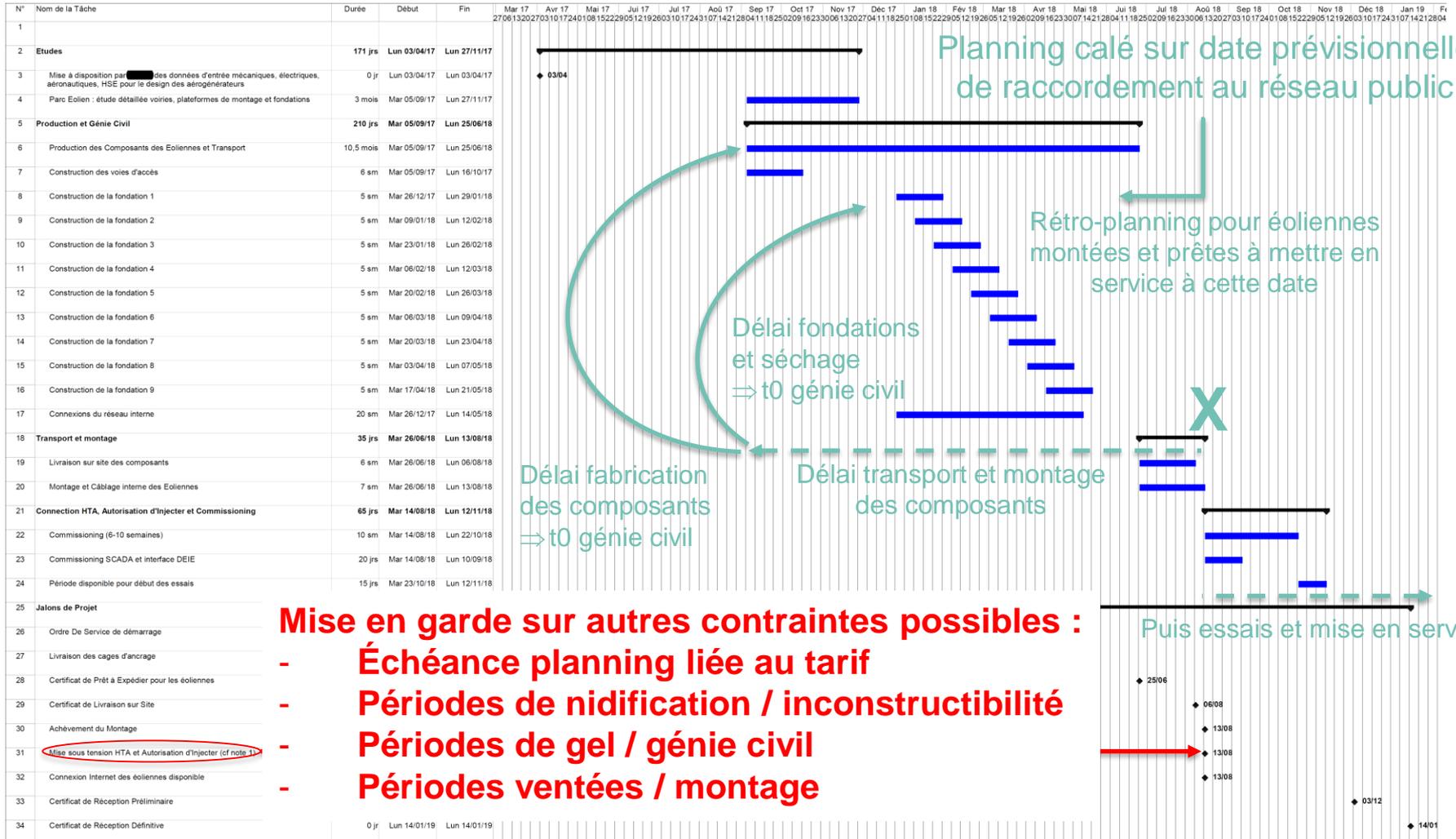
Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien (exemple de planning)



Planning de réalisation d'un projet

Les étapes de la construction du parc éolien (exemple de planning)



Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

→ Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes (clé en main en option avec génie civil et électrique)

Conception



Certification



Fabrication

Livraison



Montage

Mise en service



Garantie de performance
énergétique et acoustique

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes (clé en main en option avec génie civil et électrique)

Conception

Certification

Fabrication

Livraison

Montage

Mise en service

Garantie de performance
énergétique et acoustique

INDEX

Article 1 : Préambule et Annexes	5
Article 2 : Définitions.....	5
Article 3 : Objet du contrat	7
Article 4 : Obligations de l'Entrepreneur	7
Article 5 : Obligations du Maître d'ouvrage.....	8
Article 6 : Organisation du Site.....	9
Article 7 : Calendrier des Travaux	10
Article 8 : Prix et mode de paiement	11
Article 9 : Variations.....	12
Article 10 : Mise en service, Période d'essai, Prise de possession et Réception définitive	13
Article 11 : Déclarations et garanties de l'Entrepreneur	15
Article 12 : Risques incombant au Maître d'ouvrage.....	18
Article 13 : Polices d'assurance de l'Entrepreneur	18
Article 14 : Polices d'assurance du Maître d'ouvrage.....	19
Article 15 : Responsabilité - Indemnisation.....	19
Article 16 : Droits de propriété industrielle et intellectuelle	19
Article 17 : Logiciel.....	20
Article 18 : Force majeure.....	20
Article 19 : Confidentialité	21
Article 20 : Résiliation	22
Article 21 : Durée – Conséquences de la résiliation.....	23
Article 22 : Communications - Domiciles.....	24
Article 23 : Langue, législation applicable et tribunal compétent	24
Article 24 : Cession du contrat - Sous-traitance	25
Article 25 : Financement du projet	25
Article 26 : Divers	25
Article 27 : Traitement des données personnelles	26
Article 28 : Frais et dépens.....	26
Annexes :.....	27

Annexes :

1. A Formulaire de garantie bancaire à première demande (article 8.2.)
2. Description des travaux effectués par l'Entrepreneur (article 3) et des travaux effectués par le Maître d'ouvrage (article 5.1.)
3. Calendrier des Travaux (article 5.1. et 7.1.)
4. Prix et conditions de paiement (article 8)
5. Exigences minimales et Calendrier des Travaux pour la mise en service électrique et aéroélastique (article 10.1.)
6. Règlement du Site (article 4.1.d)
7. Documents de référence (article 4.1. b)
8. Rapport de visite sur site (article 6.1.)
9. Données du Site (article 5.5.)
10. A Confirmation de la disponibilité à l'expédition d'un Aérogénérateur (Prêt à expédier) B Confirmation du dépôt de l'Aérogénérateur sur le Site (Livraison sur Site)
11. Confirmation de l'installation (article 10.1.)
12. Certificat de Prise de possession (article 10.2.)
13. Certificat de Réception définitive (article 10.3.)
14. Plan de maintenance de l'Aérogénérateur (article 5.6.)
15. Contrat d'exploitation et de maintenance (O&M)
16. A Courbe de puissance (article 11.1. c) B Garantie de la courbe de puissance (article. 11.3.) C Compensation (article. 11.3.)
17. Tests pour la Période d'essai (article 10.1.)

Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

→ Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Périmètre de l'offre de maintenance

Périmètre de l'offre de maintenance

Maintenances préventives

Maintenances curatives

Pièces de rechange et consommables

Rapports de maintenance

Monitoring 24h/24 – 7j/7

Mises à jour Scada

Garantie de disponibilité tech. ou tempo.



Périmètre de l'offre de maintenance

Périmètre de l'offre de maintenance (si clé en main : maintenance câbles et poste de livraison)

Maintenances préventives

Maintenances curatives

Pièces de rechange et cons

Rapports de maintenance

Monitoring 24h/24 – 7j/7

Mises à jour Scada

Garantie de disponibilité

INDEX

Article 1 : Préambule et Annexes	5
Article 2 : Définitions.....	5
Article 3 : Services et Services supplémentaires	7
Article 4 : Exécution des Services et des Services supplémentaires – Exclusivité.....	7
Article 5 : Responsable du Site.....	8
Article 6 : Pièces détachées et Consommables	8
Article 7 : Équipements.....	9
Article 8 : Communications et rapports	9
Article 9 : Autres entrepreneurs travaillant sur le Site	10
Article 10 : Obligations de l'Entrepreneur	11
Article 11 : Obligations du Maître d'ouvrage	12
Article 12 : Disponibilité annuelle	13
Article 13 : Base et mode de paiement.....	14
Article 14 : Polices d'assurance de l'Entrepreneur	16
Article 15 : Polices d'assurance du Maître d'ouvrage	16
Article 16 : Déclarations et garanties	17
Article 17 : Limitations	17
Article 18 : Risques incombant au Maître d'ouvrage.....	18
Article 19 : Responsabilité - Indemnisation.....	19
Article 20 : Force majeure.....	19
Article 21 : Confidentialité	21
Article 22 : Résiliation	21
Article 23 : Durée – Conséquences de la résiliation	23
Article 24 : Notifications – Adresses	23
Article 25 : Législation applicable – Tribunal compétent.....	24
Article 26 : Cession du Contrat - Sous-traitance	24
Article 27 : Financement du projet	24
Article 28 : Droits de propriété industrielle et intellectuelle	24
Article 29 : Divers	25
Article 30 : Frais et dépens	25
Annexes :.....	26

Annexes :

1.	Description du Parc éolien (Préambule et article 11.6.)
2.	Maintenance programmée (article 3 a))
3.	Maintenance non programmée (article 3 b))
4.	Services supplémentaires (article 3)
5.	Spécifications techniques des Services et Services supplémentaires (article 3)
6.	Documents de référence (article 4.1. b))
7.	Définition de la disponibilité technique (article 12.1.)
8.	Rapport sur l'état de fonctionnement et la production (article 8.2. a)
9.	Rapport de service (article 8.2. b))
10.	Système SCADA (article 11.2.)
11.	Formule d'indexation des prix (Article 13.1. b), c))
12.	Tarifs des Services supplémentaires (article 13.3.)

Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

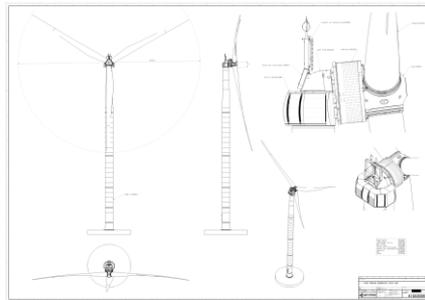
Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

→ Documentation

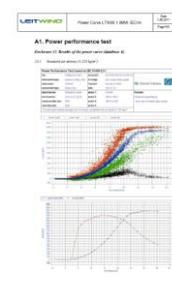
Choix machine Pré-projet



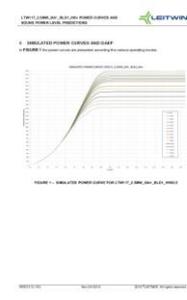
Plan d'ensemble



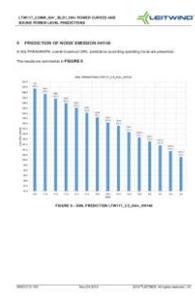
Certificat de Type



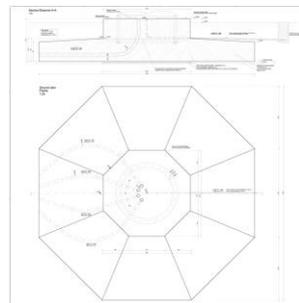
Courbe de puissance



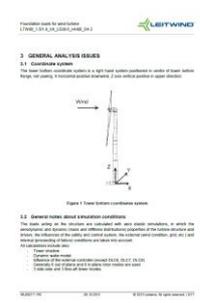
Emissions acoustiques



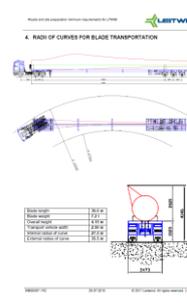
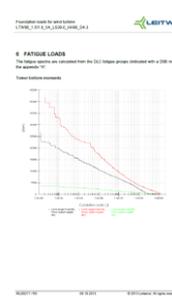
Dossiers d'autorisations Préparation chantier



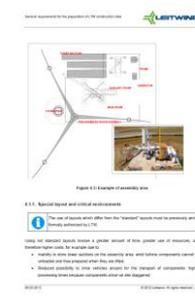
Plan fondation



Descentes de charges



Spécifications transport et plateforme

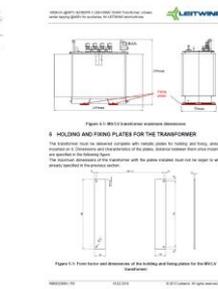


Raccordement électrique

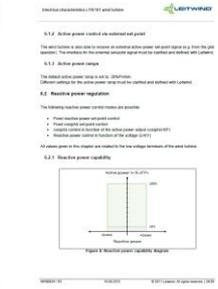
Fiche de collectes



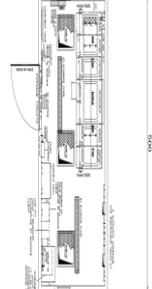
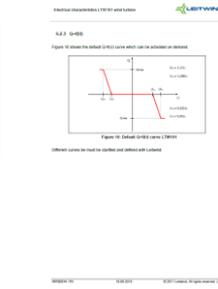
Certificat IEC



Spec. transformateur



Capacités constructives



Plans PdL

Programme :

Présentation du marché et des constructeurs

Technologies d'éoliennes : les deux grandes familles et leurs particularités

Caractéristiques des éoliennes

Le choix de l'éolienne, un processus itératif

Agencement du planning de réalisation du projet

Périmètre de l'offre de fourniture d'éoliennes

Périmètre de l'offre de maintenance des éoliennes

Documentation

Merci pour votre participation



Mathieu VAN HAESBROECK
EGREGA
Fondateur

+ 33 (0)6 76 06 21 55
m.van-haesebroeck@egrega.fr



David SAINT-ANDRE
POMA LEITWIND
Responsable Industrie Eolienne

+ 33 (0)4 76 28 70 00
+ 33 (0)6 52 71 49 46
david.saint-andre@poma.net

FRANCE

11 mai 2017

industrie éolienne

POMA LEITWIND

POMA



p o m a . n e t



**POMA
LEITWIND**

EN BREF



POMA est le leader français des systèmes de transport par câbles, en France et à l'export.

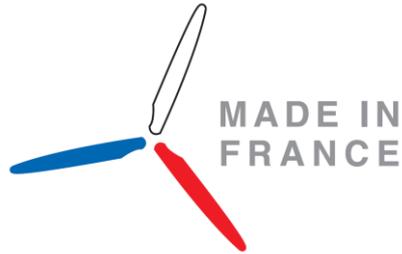
Le Groupe a diversifié ses activités de conception et de fabrication d'équipements grâce au transfert d'une technologie de motorisation/génératrice dite « à attaque directe » développée en interne.



Fabrication d'éoliennes de technologie Leitwind® dans les usines de POMA



Eolienne POMA LTW80



Organisation Industrielle POMA



Usine POMA de Gilly-sur-Isère : Investissement de 16 M€



Ligne de fabrication



Moyeu

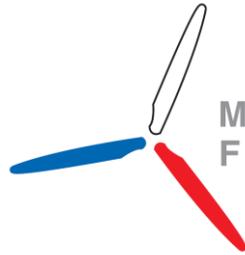


Génératrice



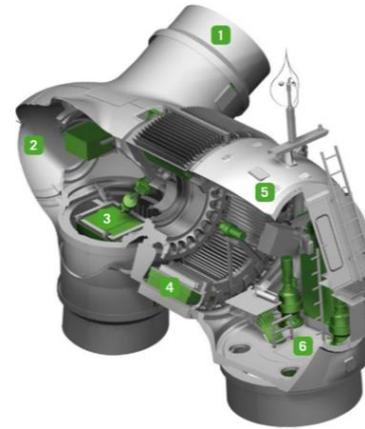
Nacelle

Fabrication d'éoliennes de technologie Leitwind® dans les usines de POMA



MADE IN FRANCE

Organisation Industrielle POMA



1 Siège social POMA
Centre des opérations
et de la maintenance

VOREPPE EN ISÈRE
350 personnes



2 Usine SACMI
Génératrices, nacelles et moyeux

GILLY-SUR-ISÈRE EN SAVOIE
100 personnes



3 Usine SEMER
Convertisseurs de puissance

PASSY EN HAUTE-SAVOIE
90 personnes



4 Site pilote et centre de
formation des techniciens
de maintenance POMA

PELLAFOL EN ISÈRE
2 éoliennes LTW77 (2009)