

Formation Commissaires enquêteurs

Volet énergie

13 novembre 2018



Philippe BAUDRY – Chef de division climat air énergie construction

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Bretagne

Ordre du jour

1. Introduction
2. Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale
3. Les engagements de la France
4. La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs
5. Les orientations prises en région et les éléments de réponse possible en matière d'équipements de production

1 - Introduction

1 - Introduction

Les énergies



1 - Introduction

Énergie et puissance => quelle différence ?

La **puissance** (en watt, symbole W) d'un moyen de production mesure sa capacité à délivrer une quantité d'énergie par unité de temps dite **puissance installée**.

Le wattheure (Wh) est utilisé pour quantifier l'**énergie** délivrée :
1 Wh correspond à l'énergie produite par un moyen de production d'une puissance de 1 W pendant une durée d'une heure ($1 \text{ W} \times 1 \text{ h}$).

Outre le kilowatt-heure ($\text{kWh} = 10^3 \text{ Wh}$), de plus grands multiples du watt-heure sont souvent utilisés lorsqu'il est question de production électrique : le mégawatt-heure ($\text{MWh} = 10^6 \text{ Wh}$), le gigawatt-heure ($\text{GWh} = 10^9 \text{ Wh}$) ou encore le térawatt-heure ($\text{TWh} = 10^{12} \text{ Wh}$). L'**énergie consommée** en une heure correspond à la puissance appelée pendant cette durée de temps.

1 - Introduction

La tonne d'équivalent pétrole pour mesurer l'énergie

1 tep => 41,868 GJ => 11 630 kWh

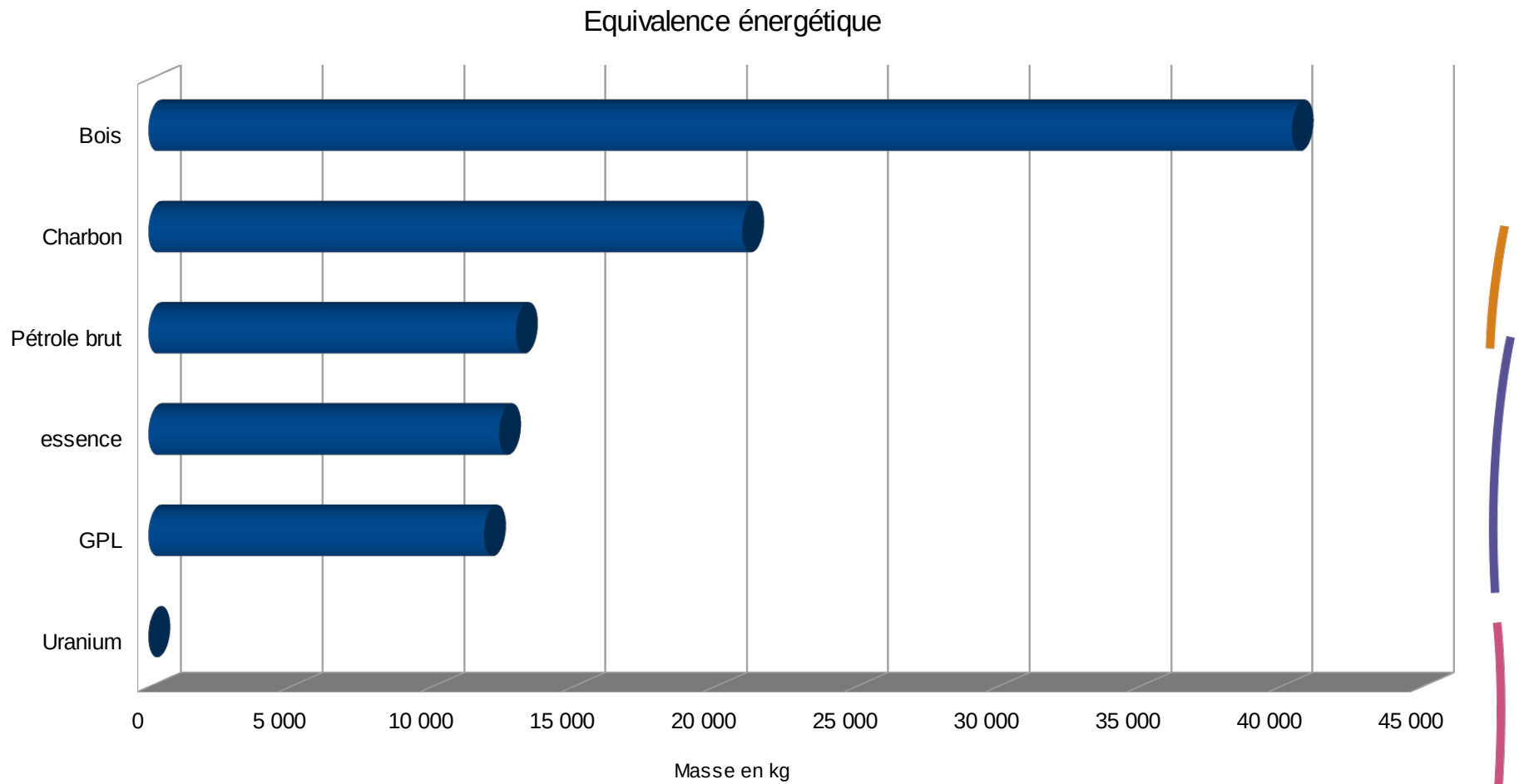
Principaux produits	Masse (t)	tep	kWh
Uranium	1	13 000,00	151 190 000
GPL	1	1,10	12 735
essence	1	1,05	12 188
Pétrole brut	1	1,00	11 630
Charbon	1	0,62	7 199
Bois	1	0,32	3 739

Repères :

1 français consomme en moyenne 3,7 tep/an (2014)

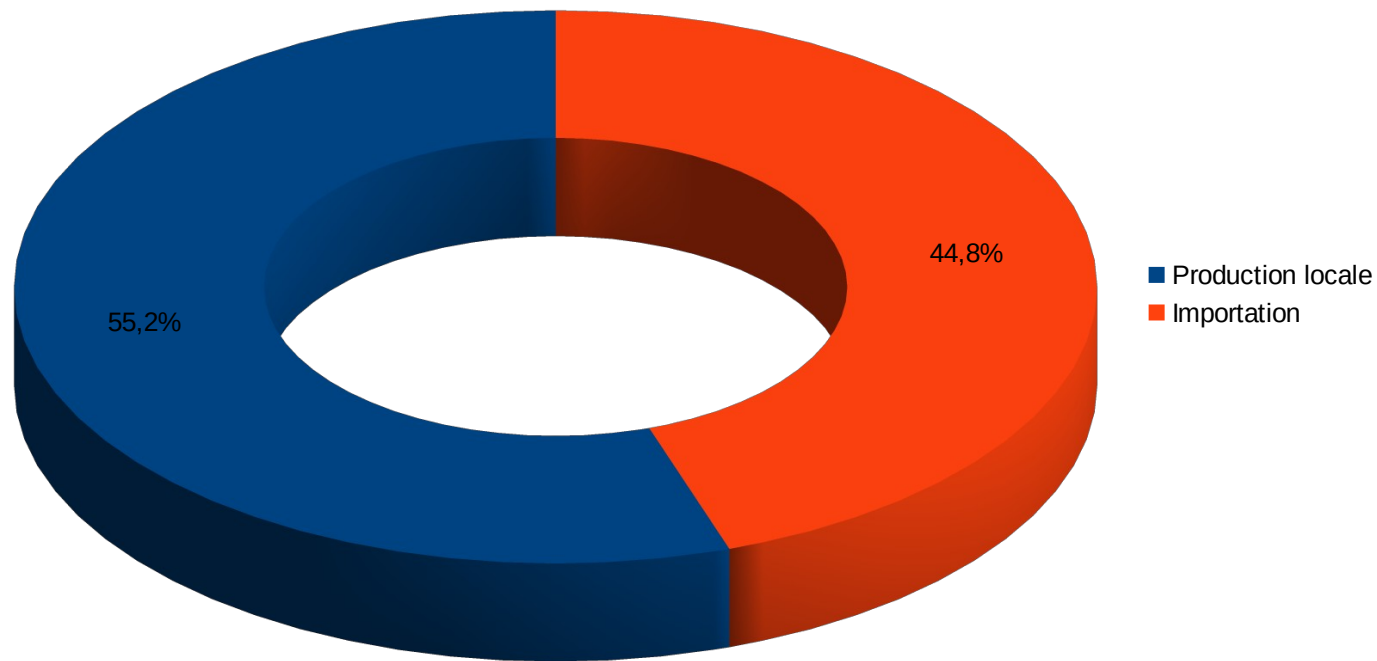
7 fois (+) qu'un pays sous-développé, 2 fois (–) que l'Amérique du nord

1 - Introduction



1 - Introduction

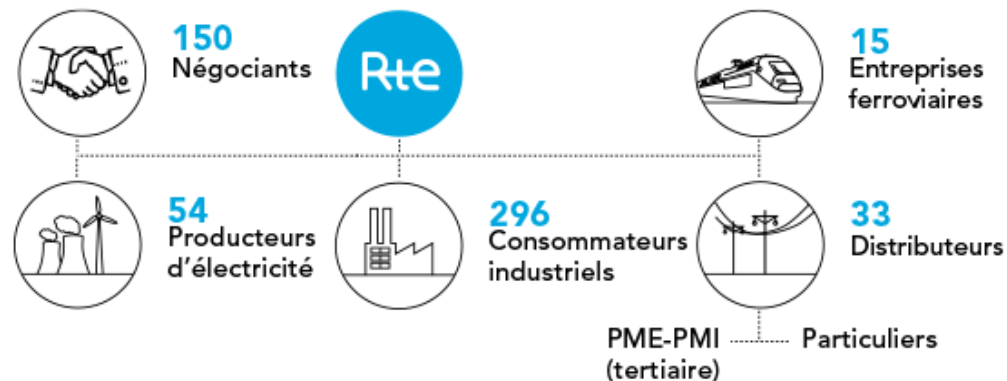
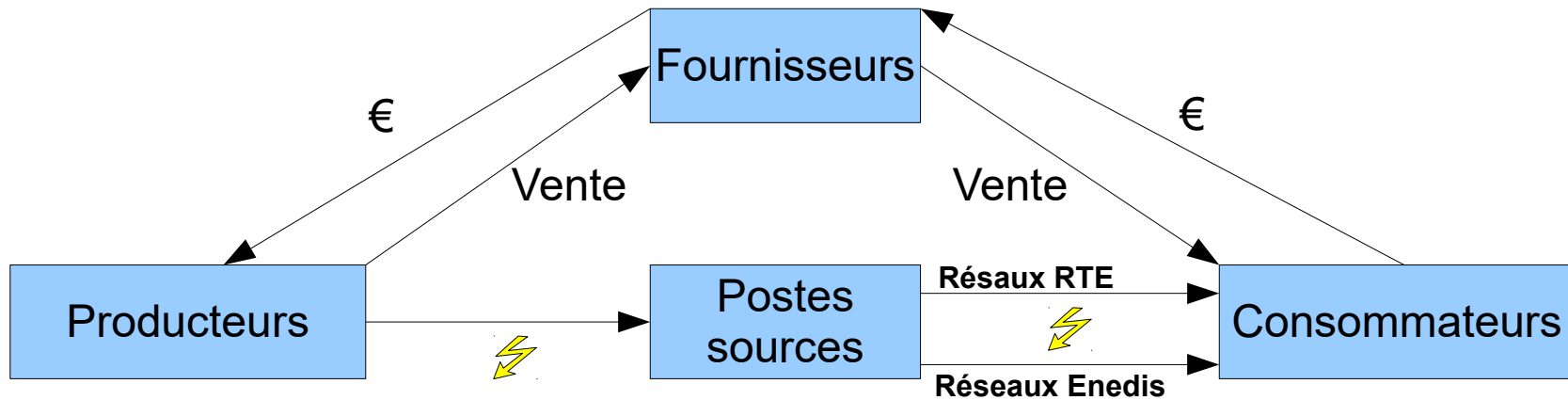
Comparaison production/importation de l'énergie primaire en France en 2015



Y compris transports

1 - Introduction

Schéma de principe des flux



2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

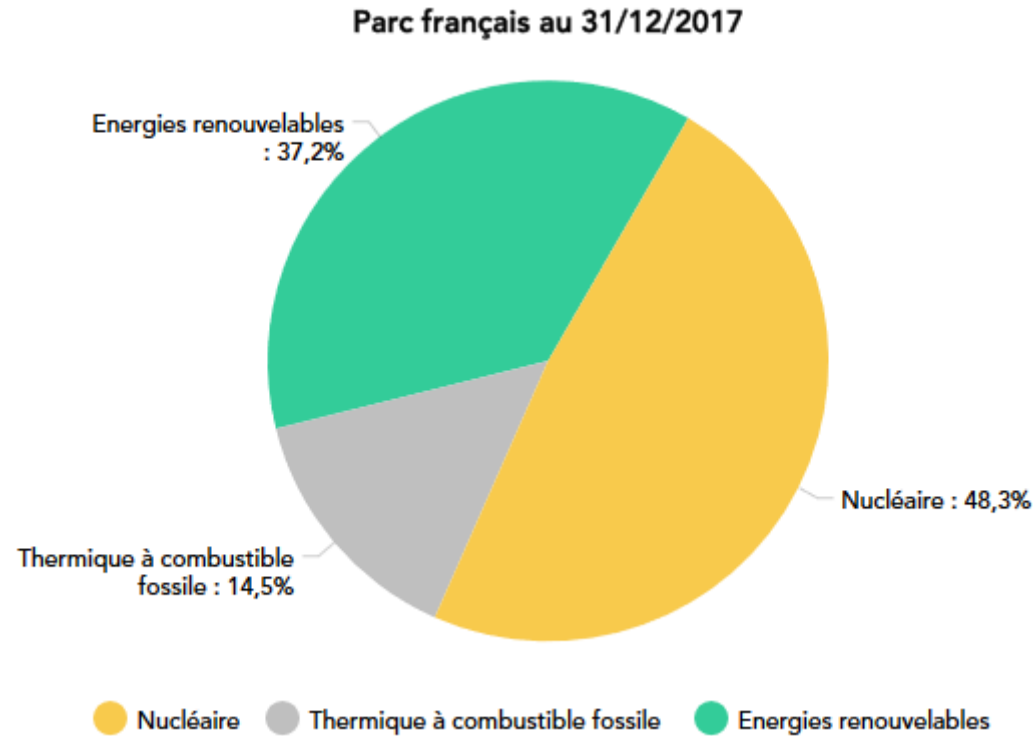
2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

Le parc électrique installé

Puissance installée au 31/12/2017	Puissance MW	Evolution par rapport au 31/12/2016	Evolution MW	Part du parc installé
Nucléaire	63 130	0,0%	0	48,3%
Thermique à combustible fossile	18 947	-13,1%	-2 857	14,5%
<i>dont charbon</i>	<i>2 997</i>	<i>0,0%</i>	<i>0</i>	<i>2,3%</i>
<i>dont fioul</i>	<i>4 098</i>	<i>-42,6%</i>	<i>-3 039</i>	<i>3,1%</i>
<i>dont gaz</i>	<i>11 851</i>	<i>1,6%</i>	<i>183</i>	<i>9,1%</i>
Hydraulique	25 517	0,2%	48	19,5%
Eolien	13 559	15,3%	1 797	10,4%
Solaire	7 660	13,1%	887	5,9%
Bioénergies	1 949	1,6%	31	1,5%
Total	130 761	-0,1%	-94	100,0%

2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

Le parc électrique installé



La puissance totale installée des installations de production d'électricité en France métropolitaine s'élève à près de 130 GW au 31 décembre 2017.

Le parc électrique français, du fait de la prédominance des technologies bas-carbone, présente des niveaux d'émissions de CO2 très bas par rapport aux autres pays européens.

2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

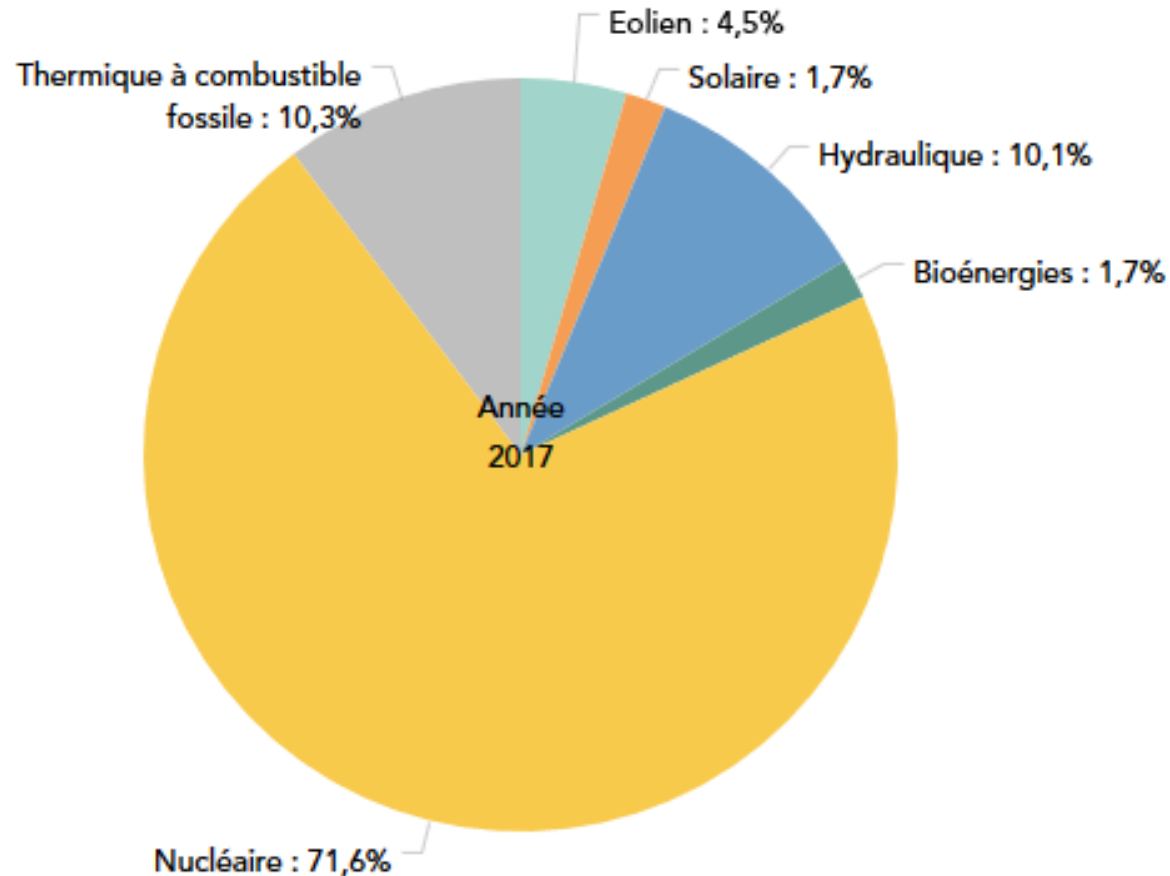
La production d'énergie électrique

Energie produite	TWh	Variation 2017/2016	Part de la production
Production nette	529,4	-0,4%	100,0%
Nucléaire	379,1	-1,3%	71,6%
Thermique à combustible fossile	54,4	+20,0%	10,3%
<i>dont charbon</i>	<i>9,7</i>	<i>+33,1%</i>	<i>1,8%</i>
<i>dont fioul</i>	<i>3,8</i>	<i>+45,3%</i>	<i>0,7%</i>
<i>dont gaz</i>	<i>40,9</i>	<i>+15,4%</i>	<i>7,7%</i>
Hydraulique	53,6	-16,3%	10,1%
<i>dont renouvelable</i>	<i>48,6</i>	<i>-18,0%</i>	<i>9,2%</i>
Eolien	24,0	+14,8%	4,5%
Solaire	9,2	+9,2%	1,7%
Bioénergies	9,1	+4,1%	1,7%
<i>dont renouvelable</i>	<i>7,0</i>	<i>+5,4%</i>	<i>1,3%</i>

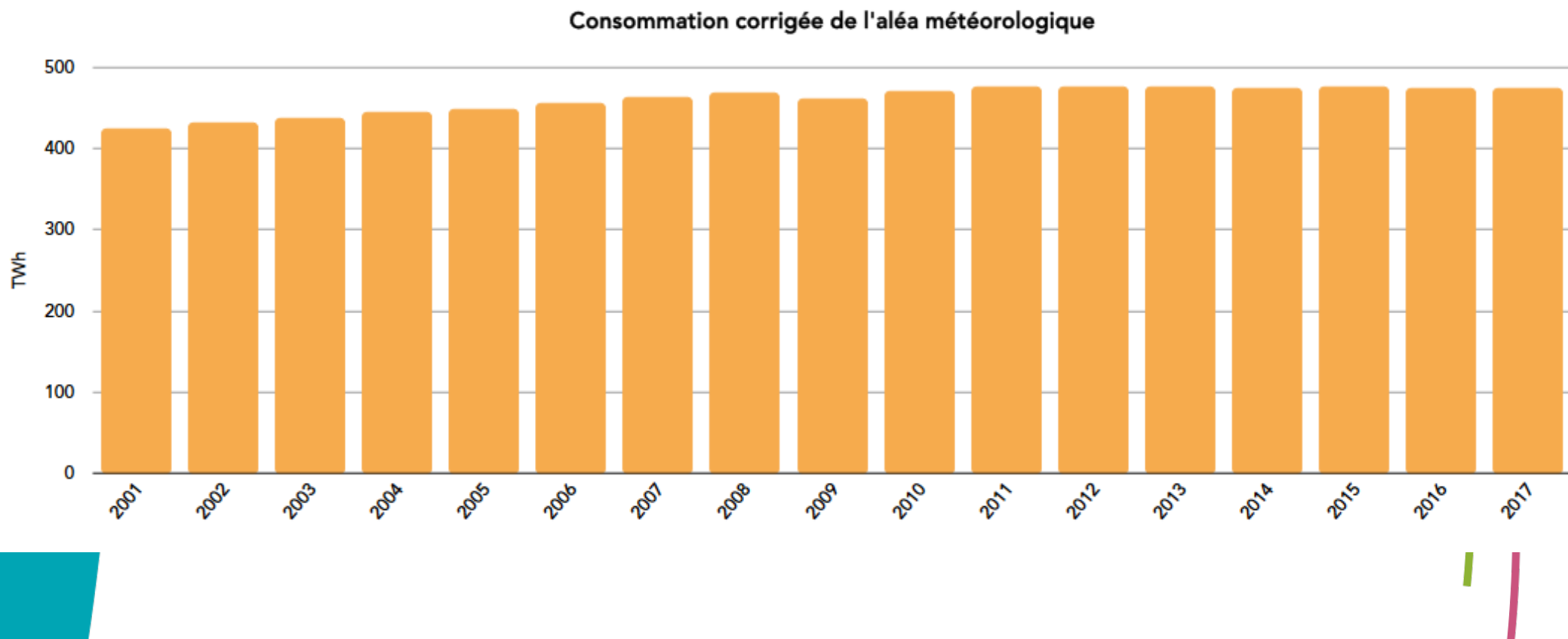
2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

La production d'énergie électrique

Evolution annuelle de l'énergie produite (TWh)



2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale



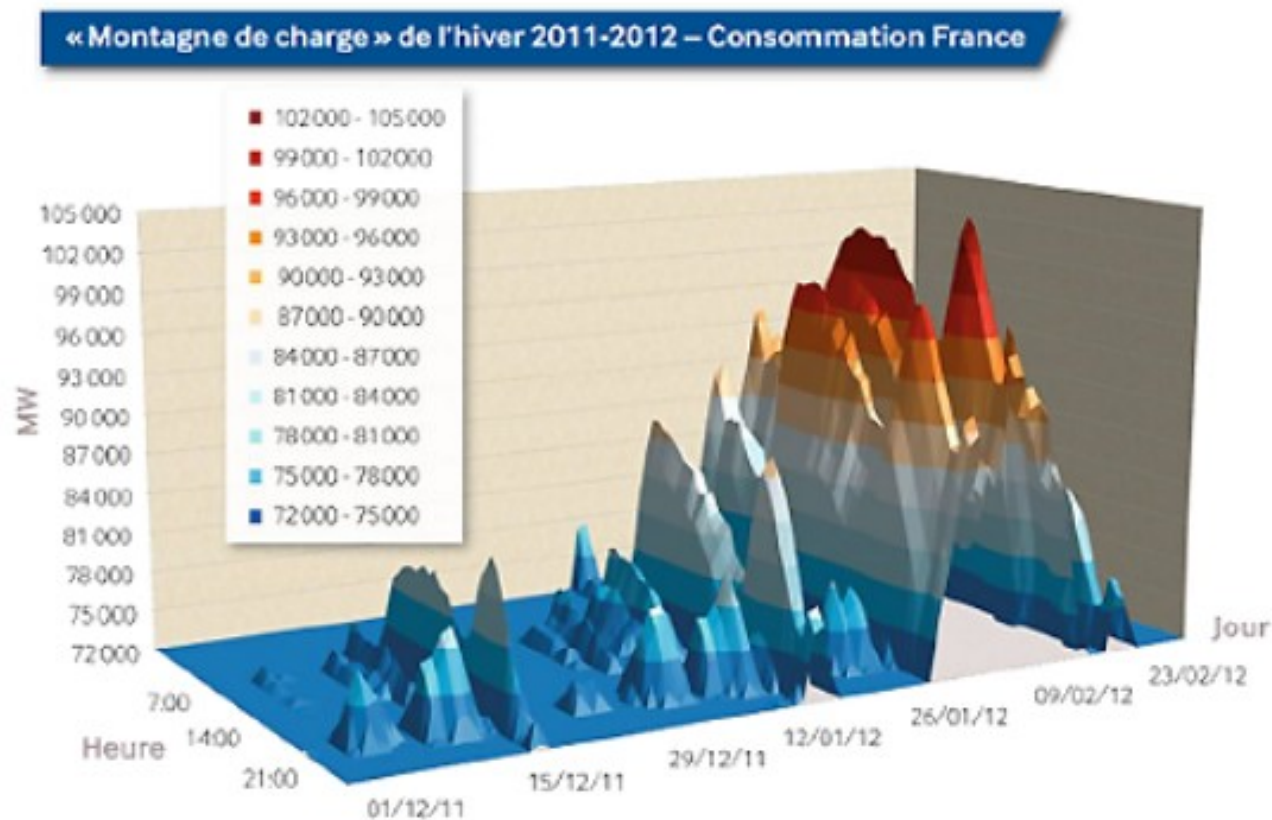
2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

La pointe de consommation en France

Principal risque => la pointe de consommation hivernale

Consommation électrique fortement thermosensible en raison de la part importante du chauffage électrique

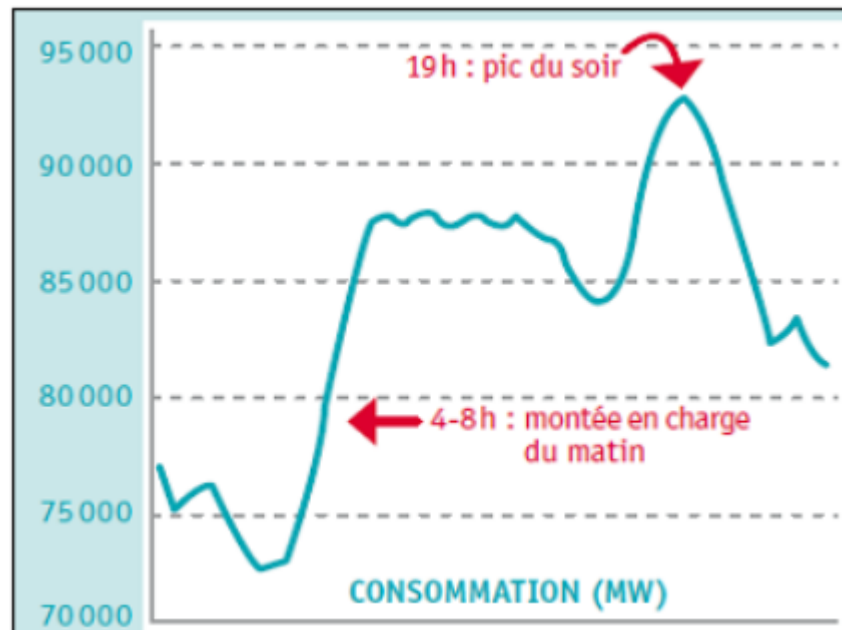
Des pics de demande se produisent lors des vagues de froid hivernales qui excèdent largement la consommation électrique moyenne : la consommation augmente alors d'environ 2,4 GW par degré Celsius en moins. Le niveau maximal de puissance appelée à ce jour au niveau national a atteint 102,1 GW, lors d'une vague de froid exceptionnelle le 8 février 2012.



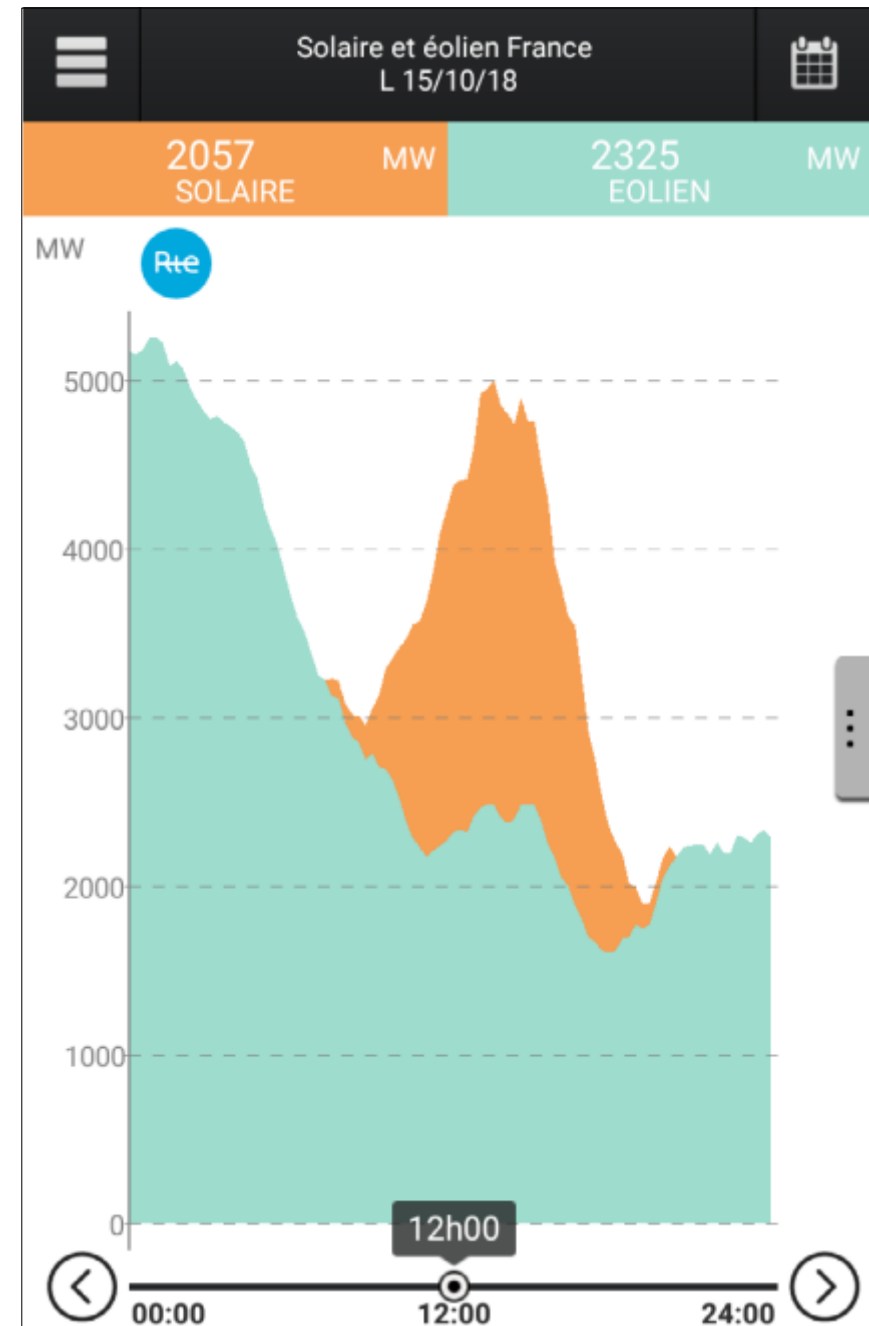
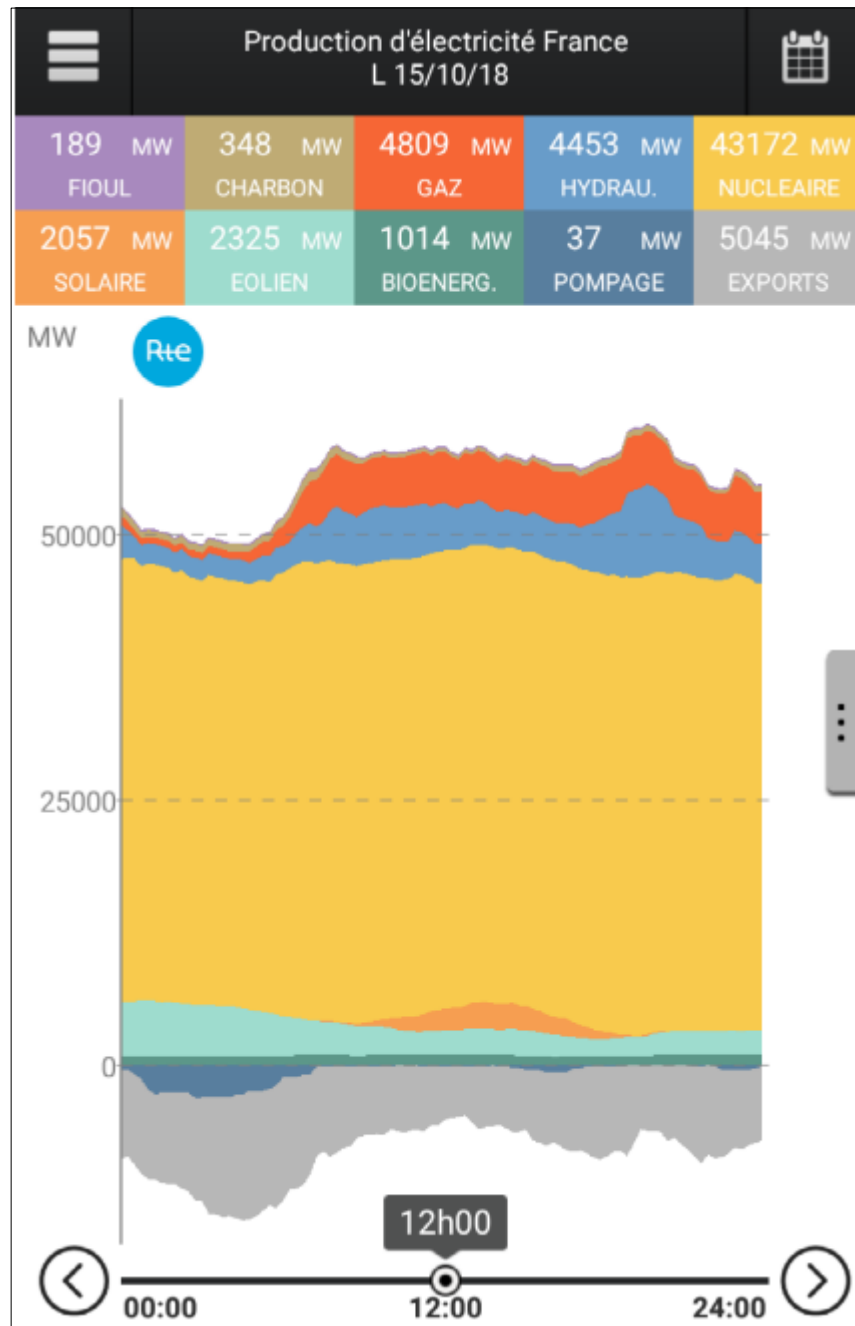
2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

La pointe de consommation en France

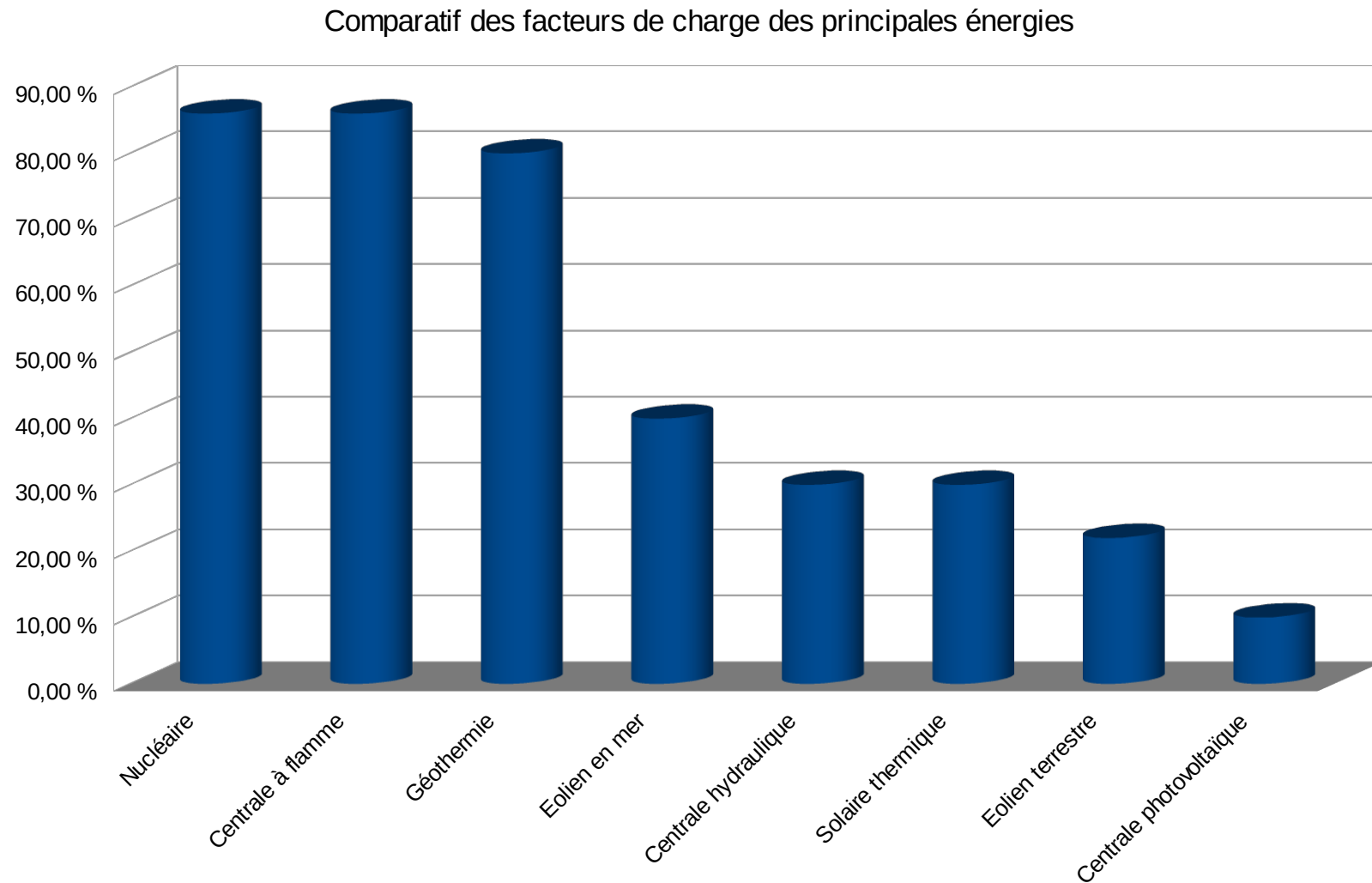
Le parc de production doit donc être dimensionné en fonction du pic de consommation et non de la demande moyenne annuelle, tout en tenant compte de la capacité de certains consommateurs à réduire leur consommation et de la contribution des capacités électriques situées à l'étranger.



2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale



2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale



2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

Ce qu'il faut retenir de l'année électrique 2017 en France

Le parc de production français a poursuivi sa mutation avec la fermeture de cinq groupes thermiques au fioul (- 3 025 MW)

Progression du parc des énergies renouvelables (+ 2 763 MW)

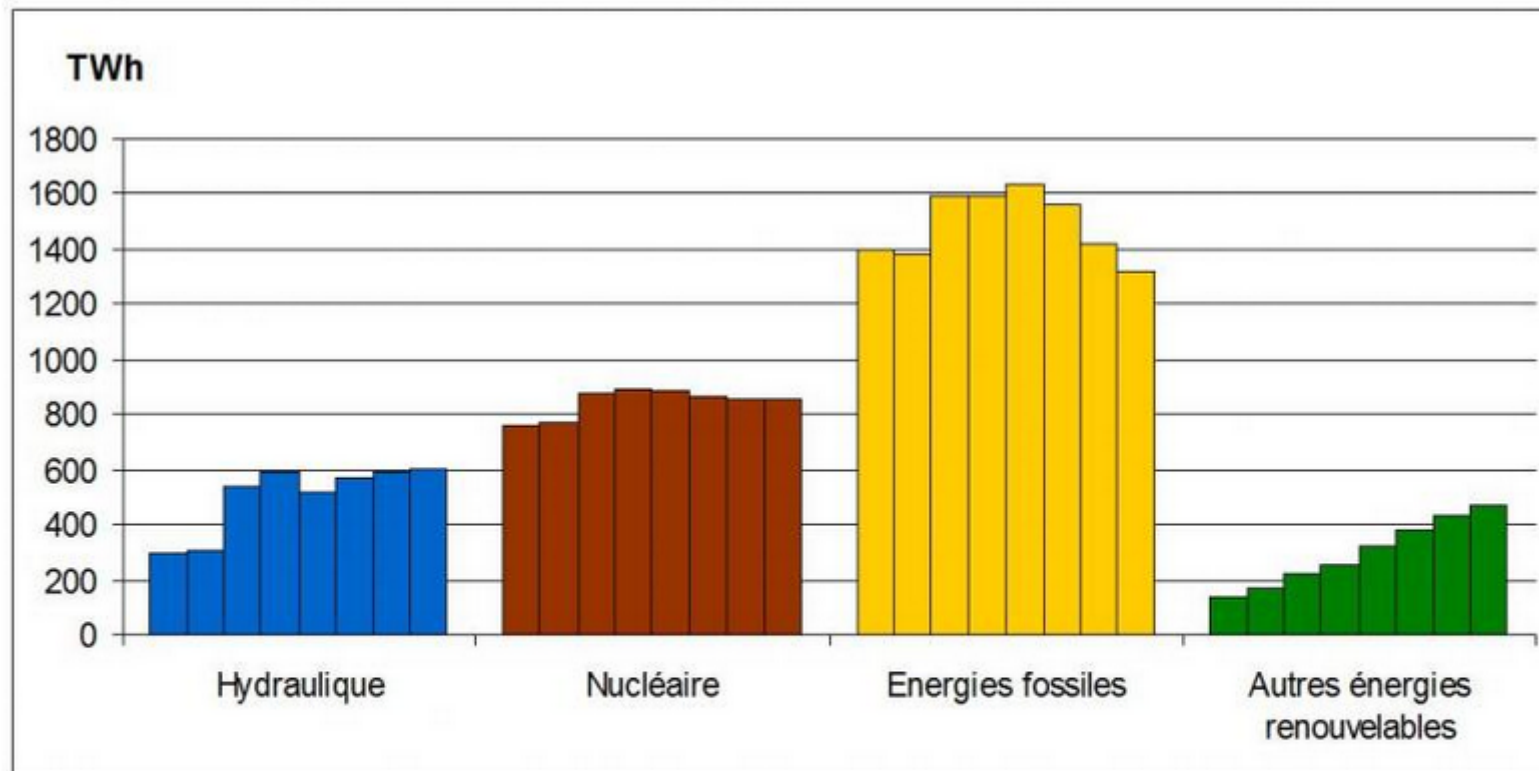
Développement des parcs éolien et solaire, dont la production augmente de 14,8 % et 9,2 %, ce qui permet de compenser, en partie, la baisse de production nucléaire et hydraulique

La consommation corrigée* reste stable, avec 475 TWh.

** des aléas météorologiques et des effets calendaires et hors secteur de l'énergie*

2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

L'évolution de la production d'énergie électrique en Europe



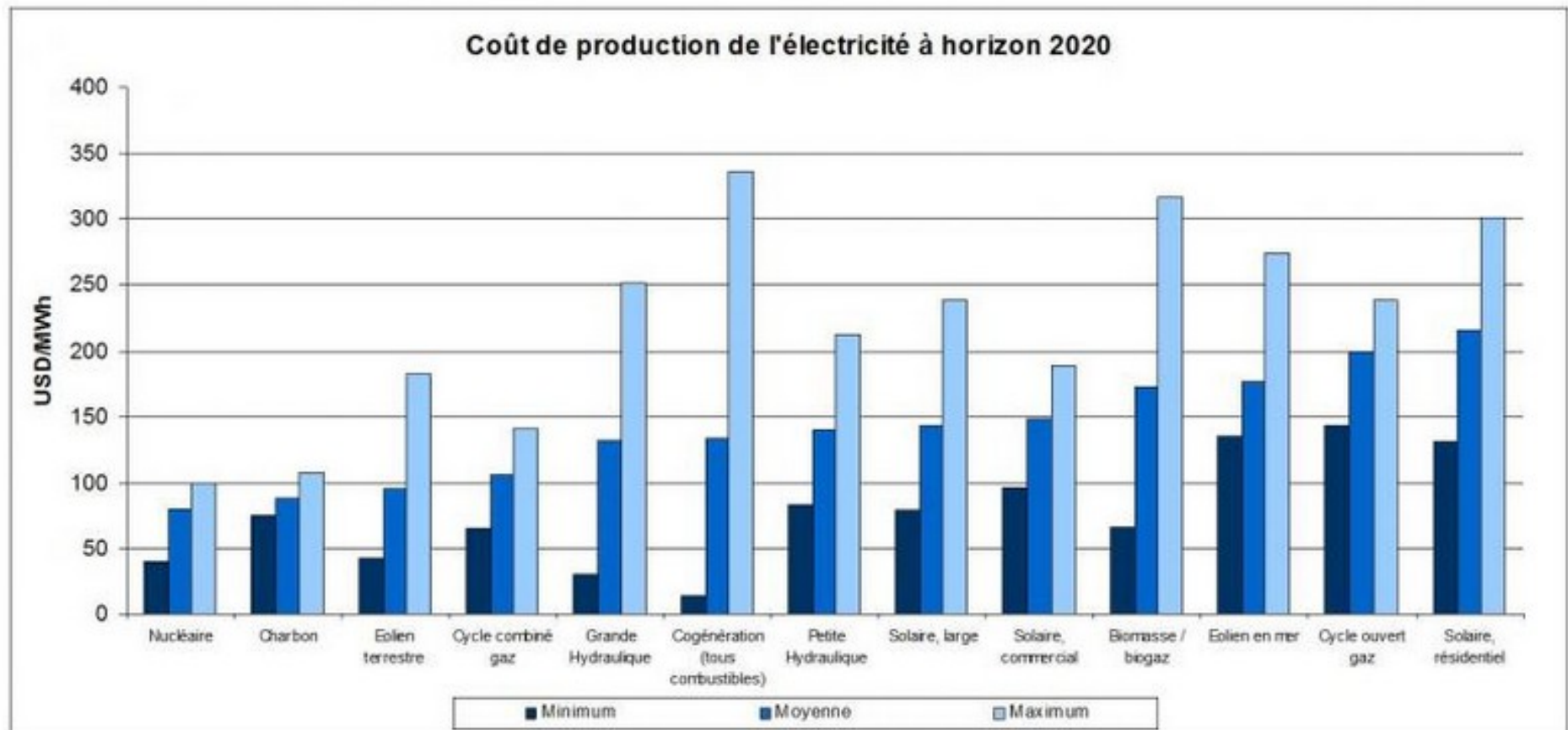
Évolution de la production d'électricité des pays de l'association européenne des gestionnaires de réseau de transport (ENTSO-E) par technologie entre 2007 et 2014 (source : ENTSO-E)

On constate au niveau européen le même phénomène de substitution des énergies fossiles par les énergies renouvelables : ainsi, la production fossile, après avoir connu une augmentation sensible entre 2007 et 2011, est désormais en baisse, alors que la production renouvelable connaît une augmentation continue.

DREAL Bretagne : objet de la réunion (à modifier par le menu /Affichage/En-tête et pied de page)

13 novembre 2018

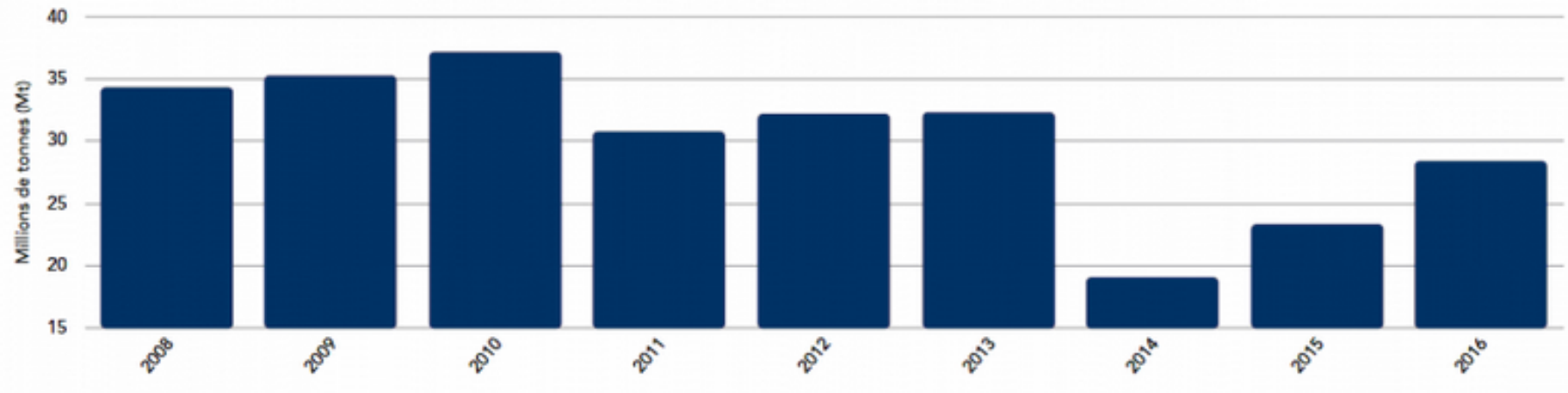
2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale



Coût de production de l'électricité à horizon 2020 (source : DGEC à partir du rapport AIE)

2 - Rappel de la problématique liée à l'énergie de manière globale

Evolution des émissions de CO2 depuis 2008



Les raisons de l'augmentation depuis 2015 :

- la sûreté du parc nucléaire (des centrales en maintenance) ;
- le climat (faible pluviométrie pour alimenter les barrages) ;
- la croissance économique (+2 % en 2017).

Les émissions de CO2 liées à la production d'électricité en France s'élève à 20,5% (en 2017, selon RTE).

Pour ce calcul, on a supposé que la contribution moyenne de chaque filière aux émissions de CO2 est la suivante (données RTE, CITEPA) :

0,96 t/MWh pour les groupes charbon

0,67 t/MWh pour les groupes fioul

0,46 t/MWh pour les groupes gaz

0,98 t/MWh pour les autres groupes thermiques (biogaz, déchets, bois-énergie et autres combustibles solides).

Source : RTE

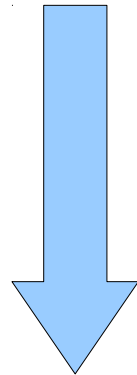
3 – Les engagements de la France

3 – Les engagements de la France

Objectifs PPE (en cours de révision)

Fin 2016

**16 % d'ENR
dans le mix énergétique**



22 juillet 2015
Loi TECV

2030

**32 % d'ENR
dans le mix énergétique**

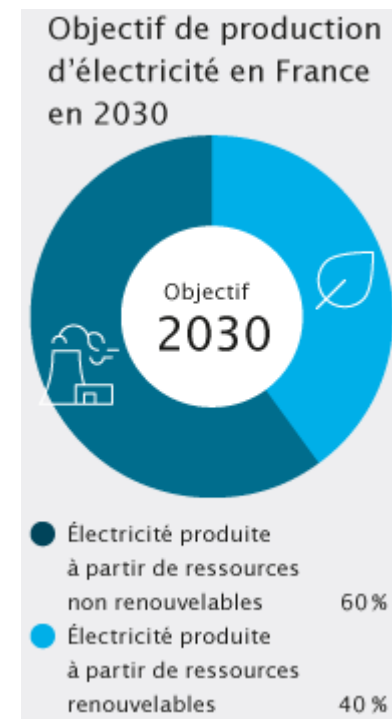
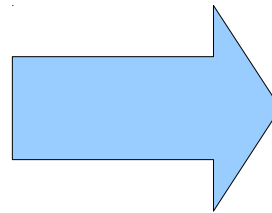
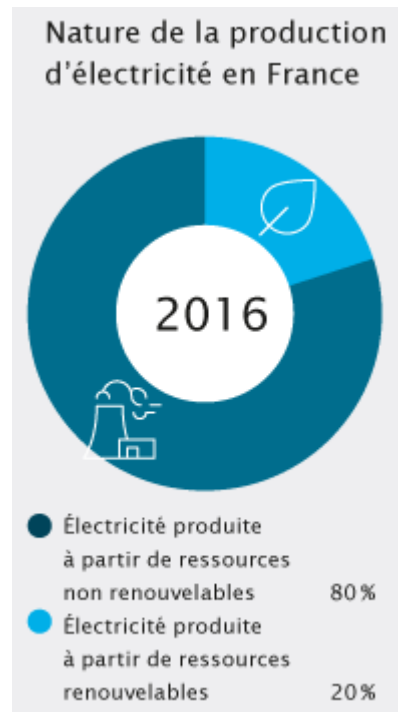
3 – Les engagements de la France

Objectifs PPE (en cours de révision)

Energies renouvelables électriques	Augmentation de plus 50% de la capacité installée en 2023 pour atteindre entre 71 et 78 GW
Energies renouvelables chaleur	Augmentation de plus de 50% de la capacité installée avec une production de 19 Mtep
Production de biométhane injecté dans le réseau de gaz	8 TWh en 2023
Consommation finale d'énergie	Baisse de 12,3% en 2023 par rapport à 2012
Consommation primaire des énergies fossiles	Baisse de 22% en 2023 par rapport à 2012
Consommation primaire du charbon	Baisse de 37% en 2023 par rapport à 2012
Consommation primaire des produits pétroliers	Baisse de 23% en 2023 par rapport à 2012
Consommation primaire du gaz	Baisse de 16% en 2023 par rapport à 2012
Emissions de gaz à effet de serre issues de la combustion d'énergie	294 MtCO2 en 2018 (< au budget carbone de 299 MtCO2) 254 MtCO2 en 2023 (< au budget carbone de 270 MtCO2)
Croissance économique	Hausse de 1,1 pt de PIB en 2030 par rapport au scénario tendanciel
Emplois	Ecart d'emplois entre le scénario de référence et un scénario tendanciel : environ +280 000 emplois en 2030
Revenu disponible brut des ménages	Hausse du revenu disponible brut des ménages dans le scénario de référence de la PPE : 13 milliards d'euros en 2018 et de 32 milliards d'euros en 2023

3 – Les engagements de la France

Objectifs PPE (en cours de révision)



3 – Les engagements de la France

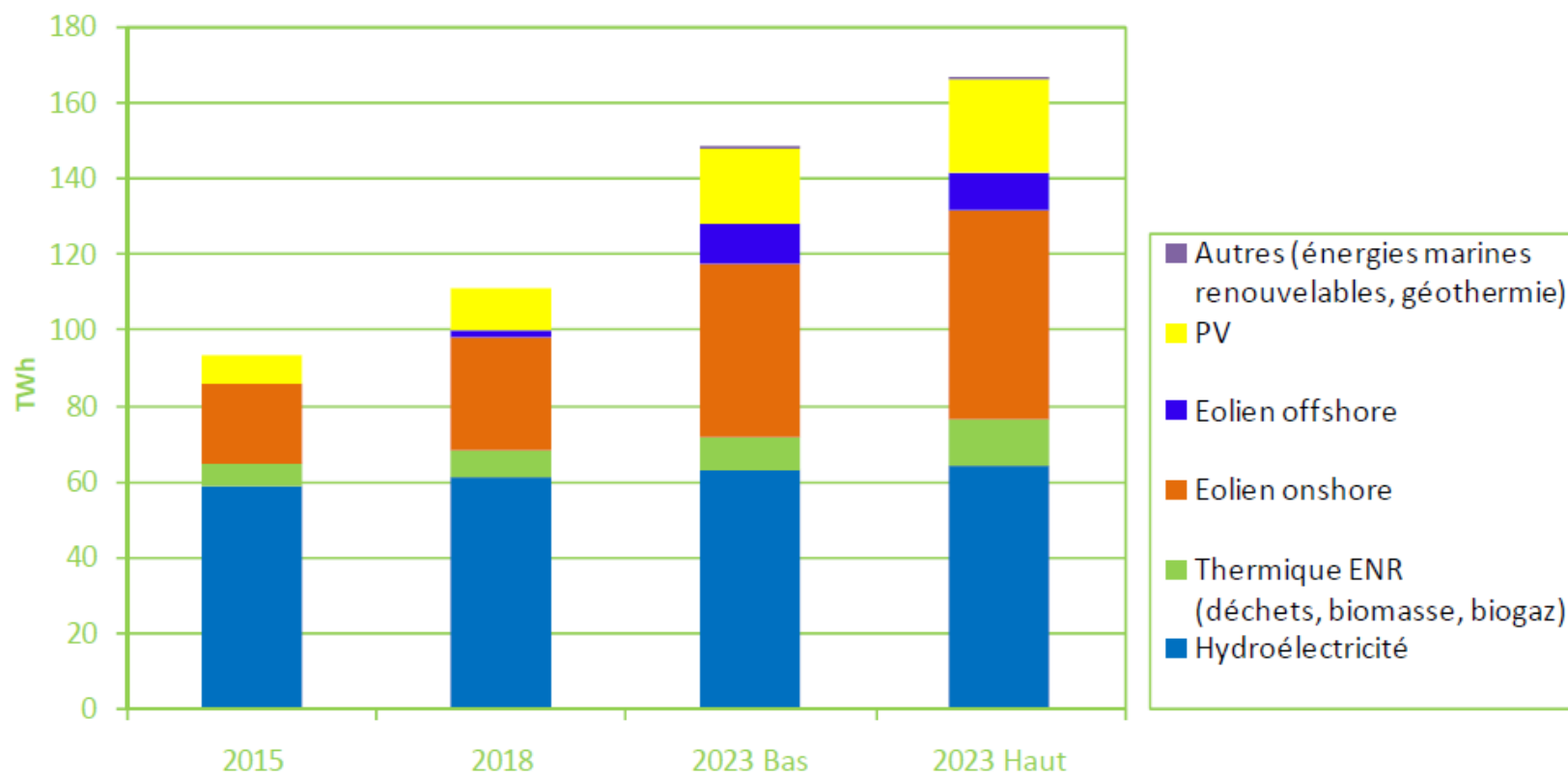
Objectifs PPE (en cours de révision)

	2014	2018	Puissance installée au 31/12/2017
Eolien terrestre	9 300 MW	15 000 MW	=> 13 549 MW (14 367 MW au 30 juin 2018)
Solaire photovoltaïque	5 300 MW	10 200 MW	=> 7 654 MW
Hydroélectricité	25 300 MW (62 TWh)	25 300 MW (61 TWh)	=> 25 521 MW
Eolien en mer posé		500 MW	=> 0 MW
Energies marines (éolien flottant, hydroliennes, etc.)			=> 0 MW
Bois-énergie	357	540 MW	1 953 MW
Méthanisation	85 MW	137 MW	
Géothermie électrique		8 MW	
Déchets, biogaz de décharge et de STEP	~1200 MW	~1350 MW	
TOTAL	41 GW	52 GW	Total => 49 GW

3 – Les engagements de la France

Les énergies renouvelables électriques

Objectifs PPE : production d'électricité renouvelable par filière

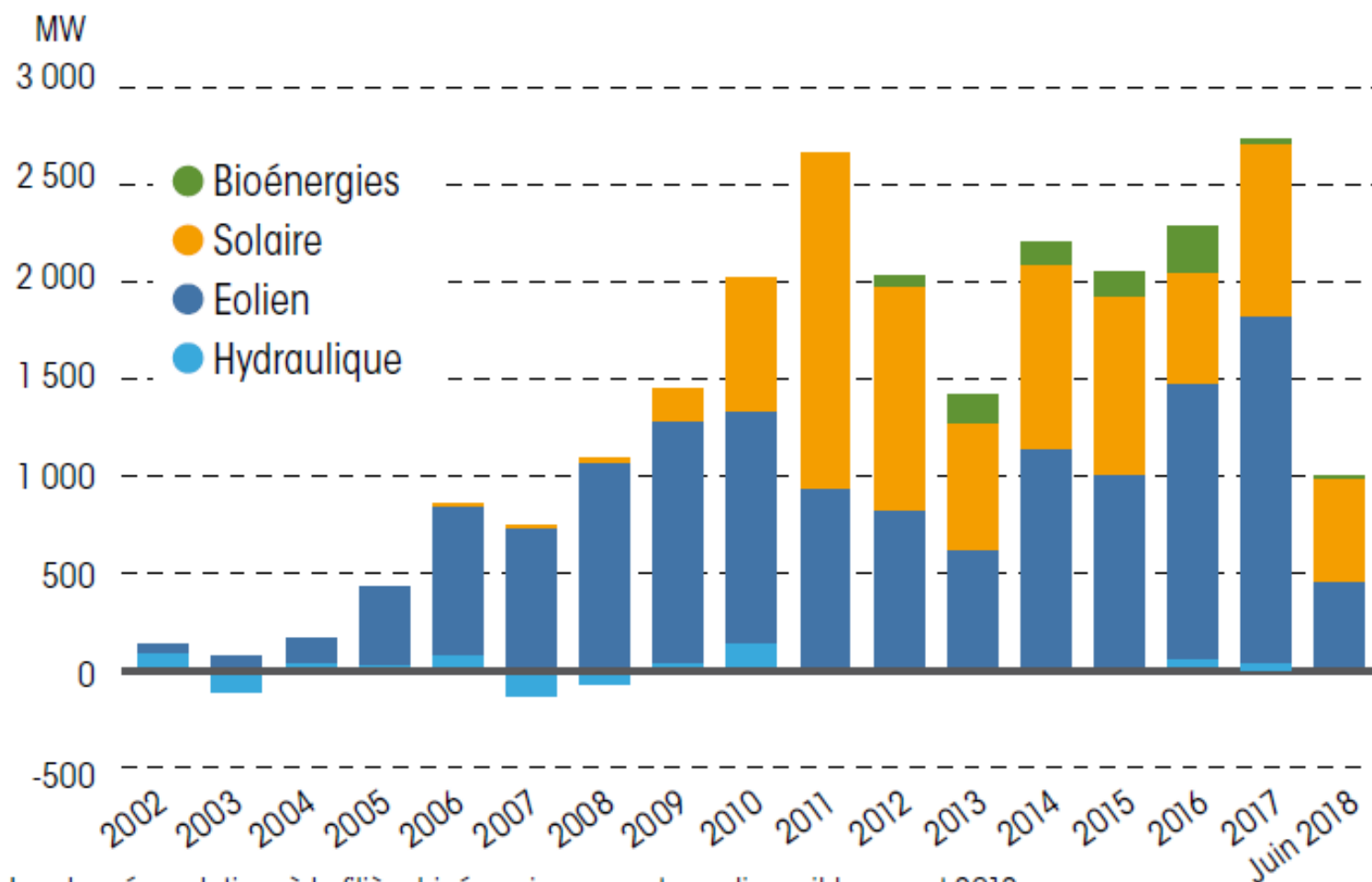


L'ensemble des objectifs quantitatifs de développement permet d'atteindre une **production d'électricité renouvelable entre 150 et 167 TWh par an en 2023.**

3 – Les engagements de la France

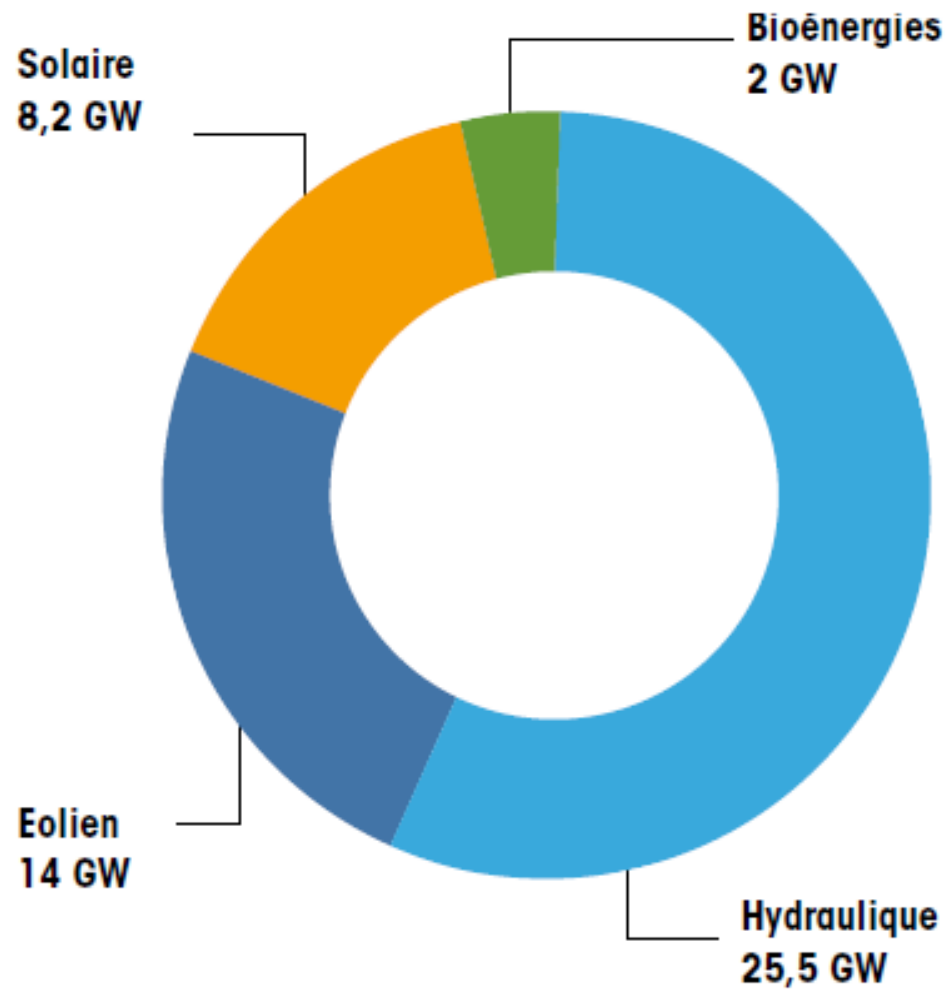
**Des engagements sur le parc renouvelable => 49 GW (2017)
+ 2 805 MW année glissante**

Evolution de la puissance raccordée par année



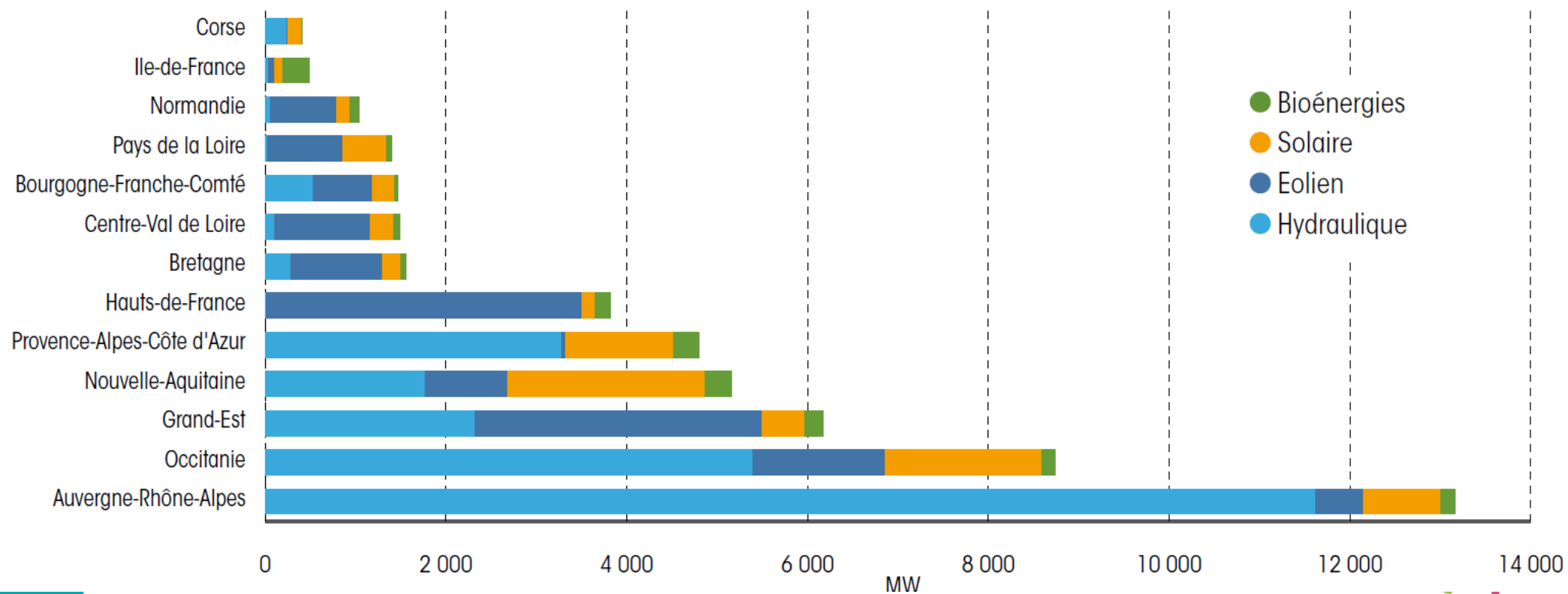
3 – Les engagements de la France

Parc renouvelable
au 30 juin 2018



3 – Les engagements de la France

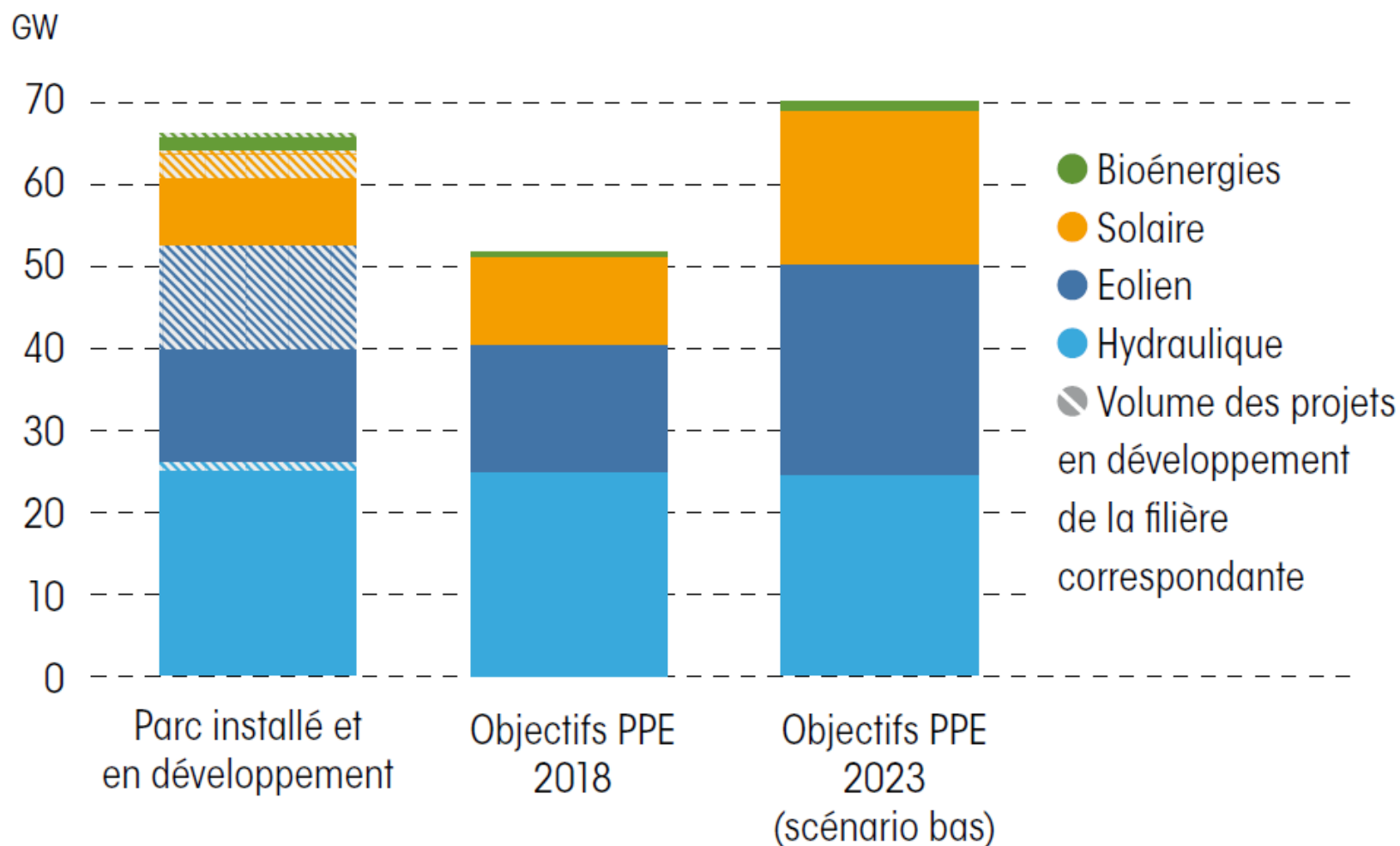
Puissance raccordée par région au 30 juin 2018



3 – Les engagements de la France

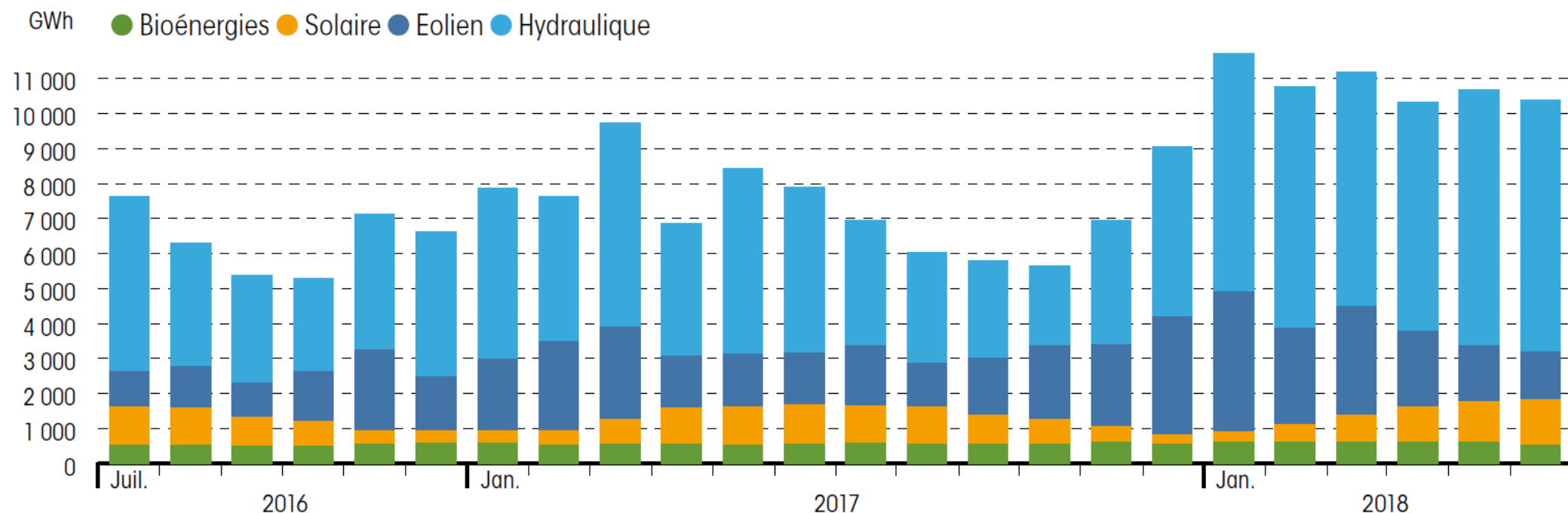
Objectifs nationaux 2018 atteints à 96 %

Puissance installée et projets en développement
au 30 juin 2018, objectifs PPE 2018 et 2023



3 – Les engagements de la France

Production renouvelable mensuelle



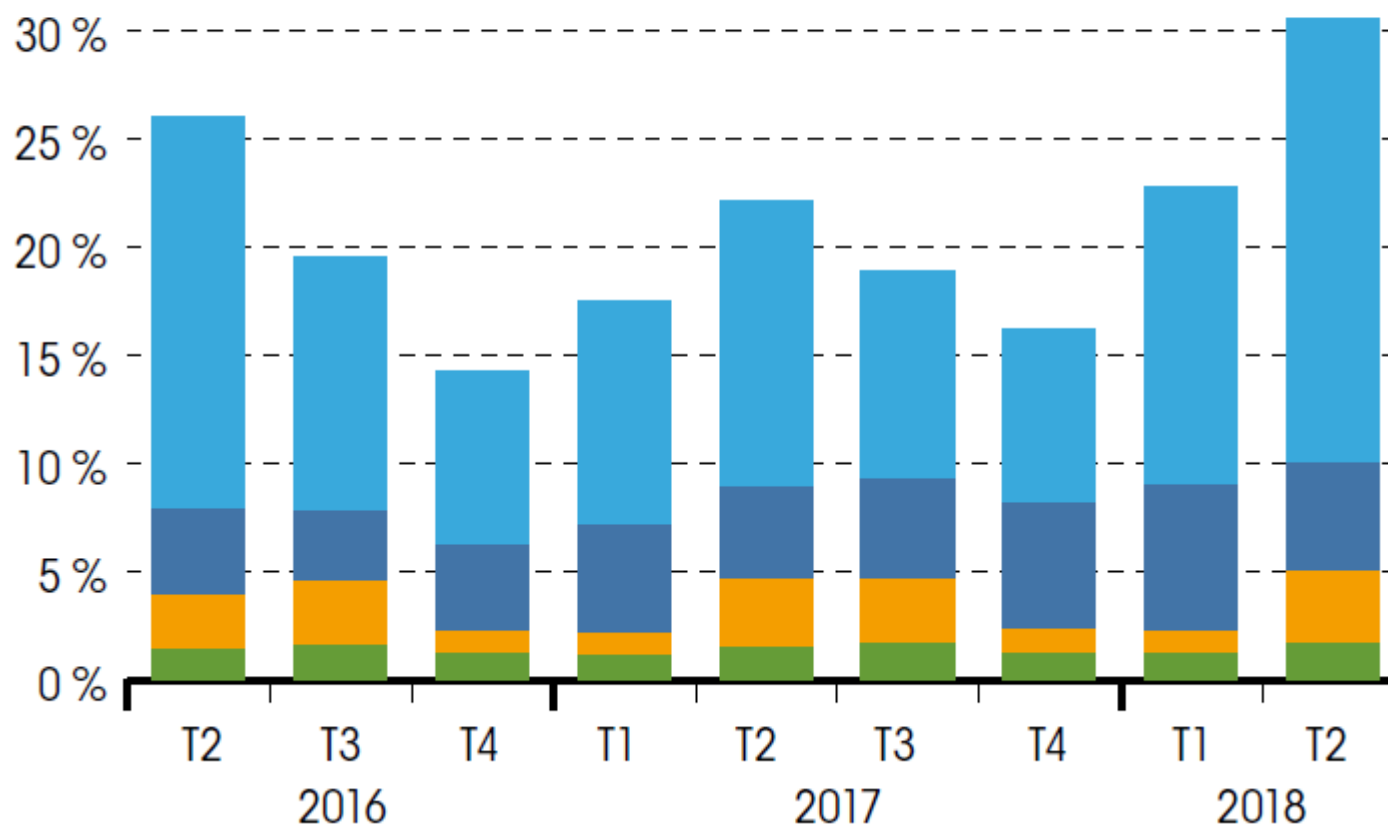
105,5 TWh produits en année glissante

31 399 GWh sur le 2ème trimestre + 35 % par rapport au T2 2017

3 – Les engagements de la France

Couverture trimestrielle de la consommation par la production renouvelable

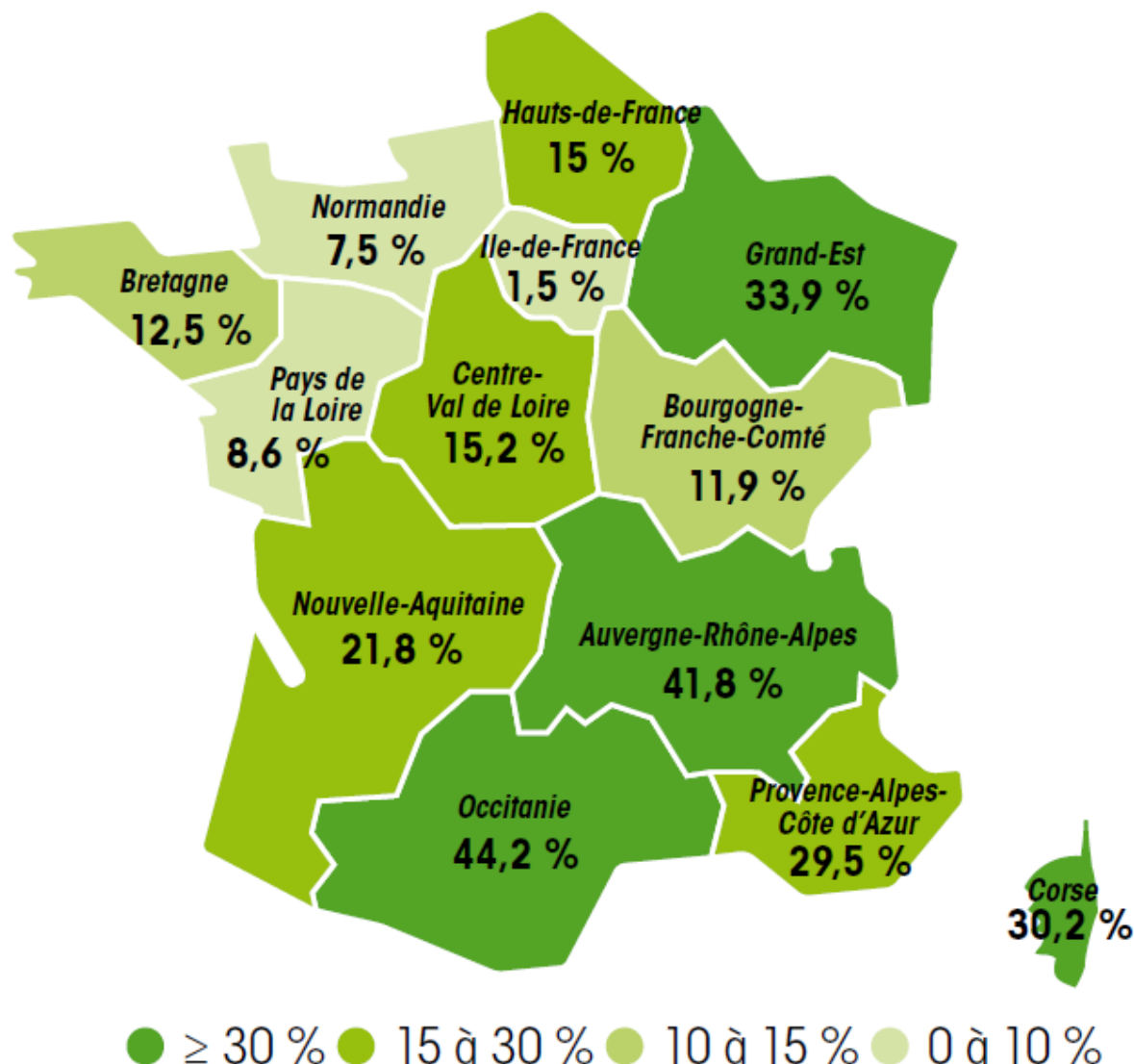
● Bioénergies ● Solaire ● Eolien ● Hydraulique



3 – Les engagements de la France

Couverture de la consommation par la production renouvelable, en année glissante

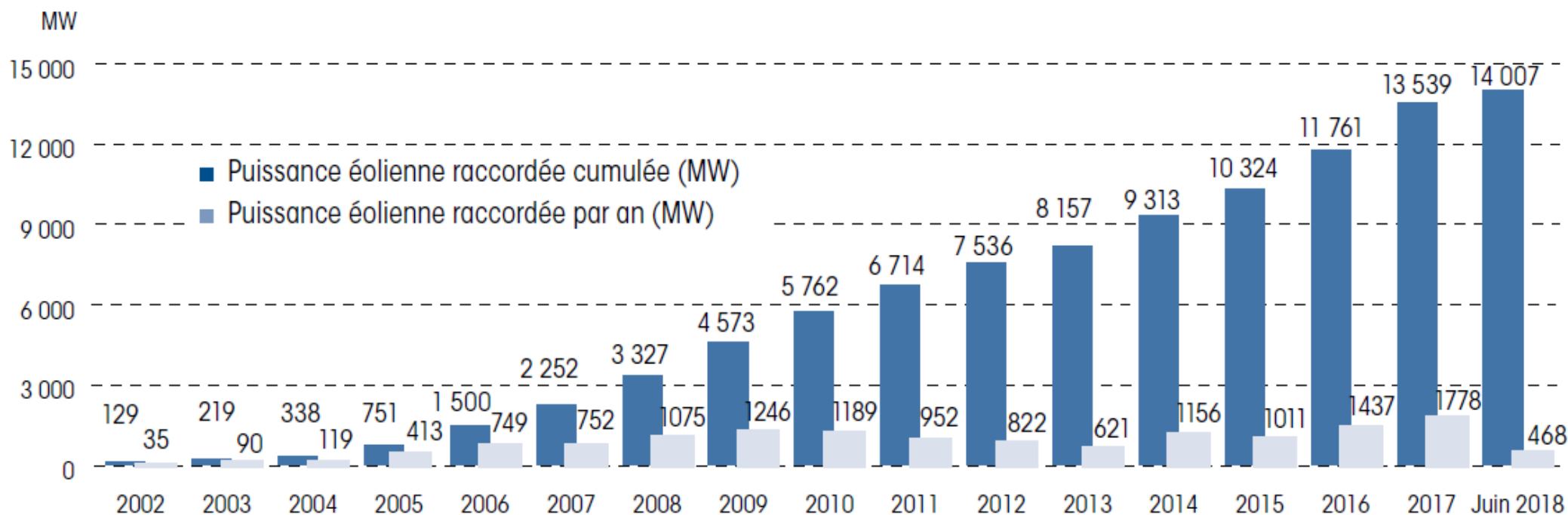
L'électricité renouvelable couvre 22 % de l'électricité consommée en année glissante
Ce taux s'élève à 31 % sur le T2 2018



3 – Les engagements de la France

Focus éolien

Evolution de la puissance éolienne raccordée (MW)

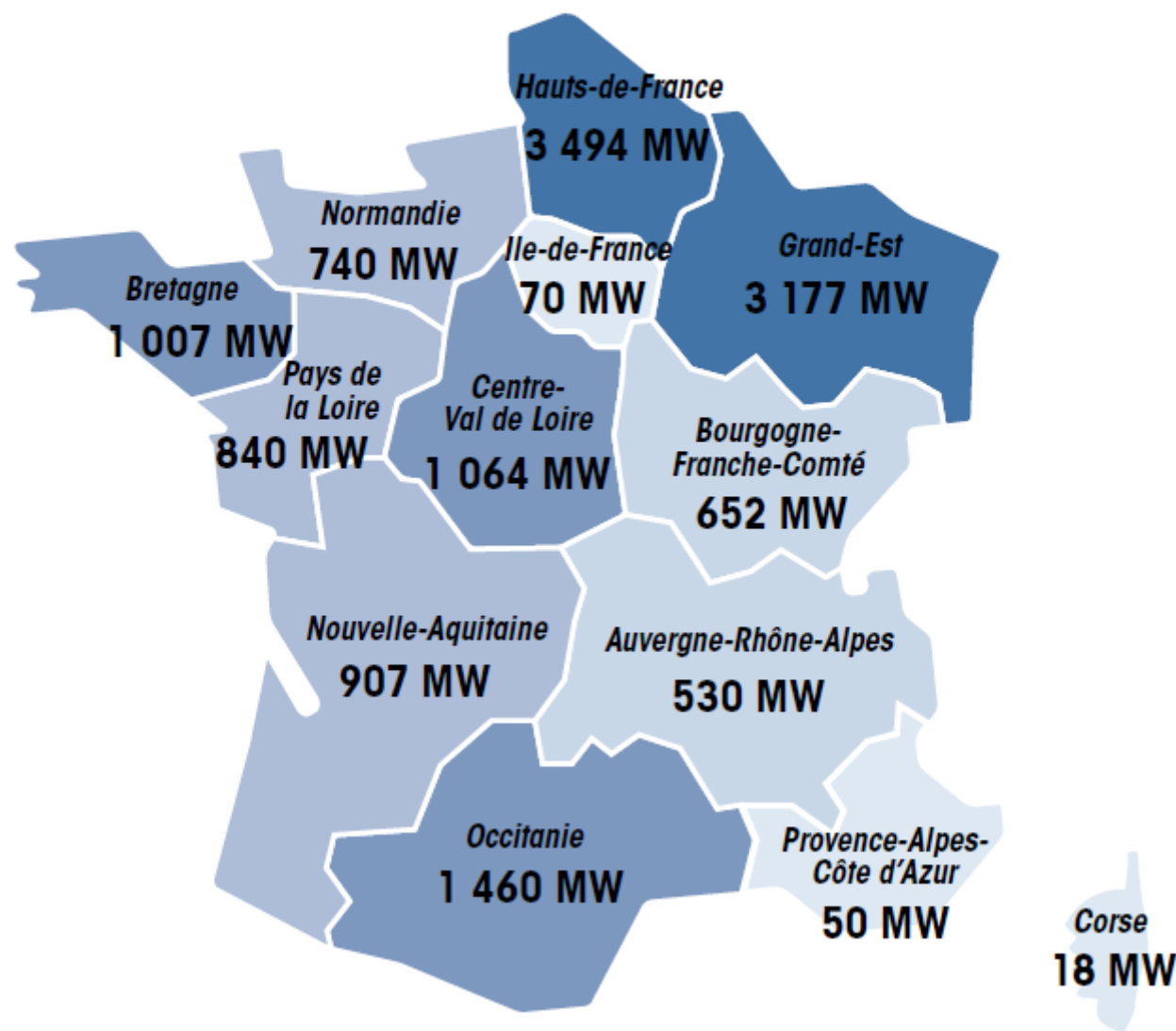


Parc éolien 14 007 MW

+ 299 MW sur le trimestre + 1 662 MW en année glissante

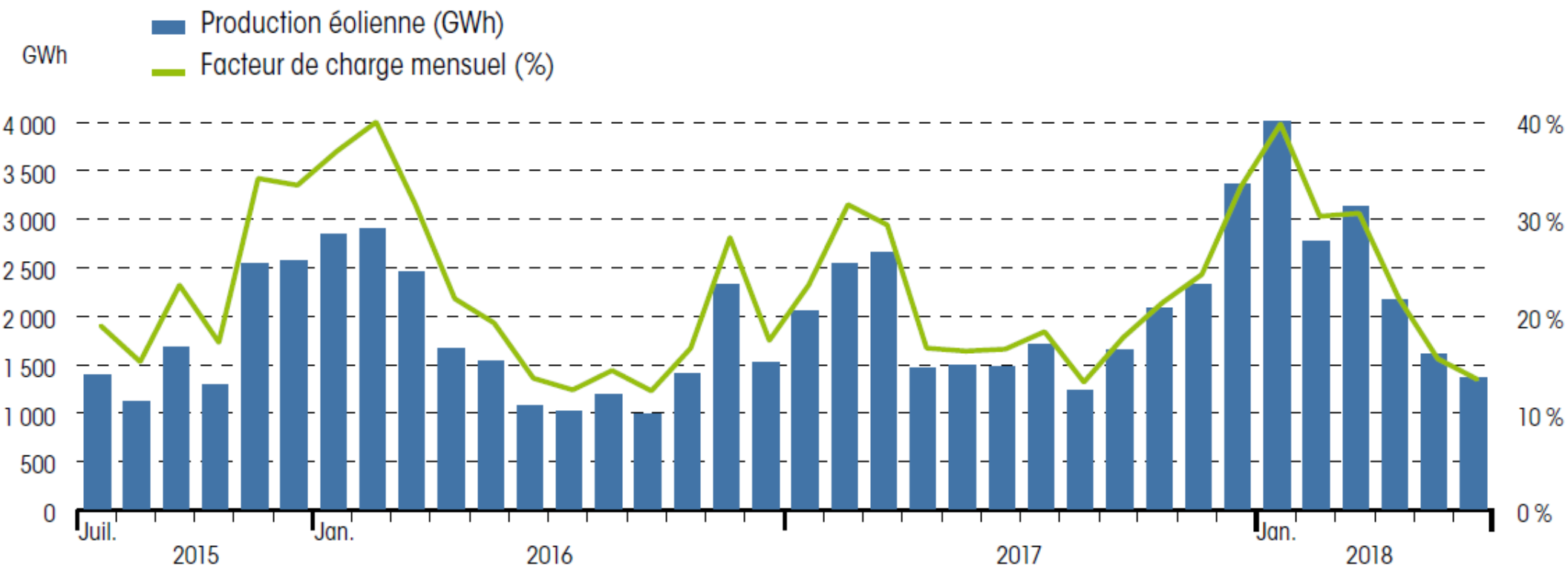
3 – Les engagements de la France

Puissance éolienne raccordée par région au 30 juin 2018



3 – Les engagements de la France

Production éolienne (GWh) et facteur de charge mensuels (%)

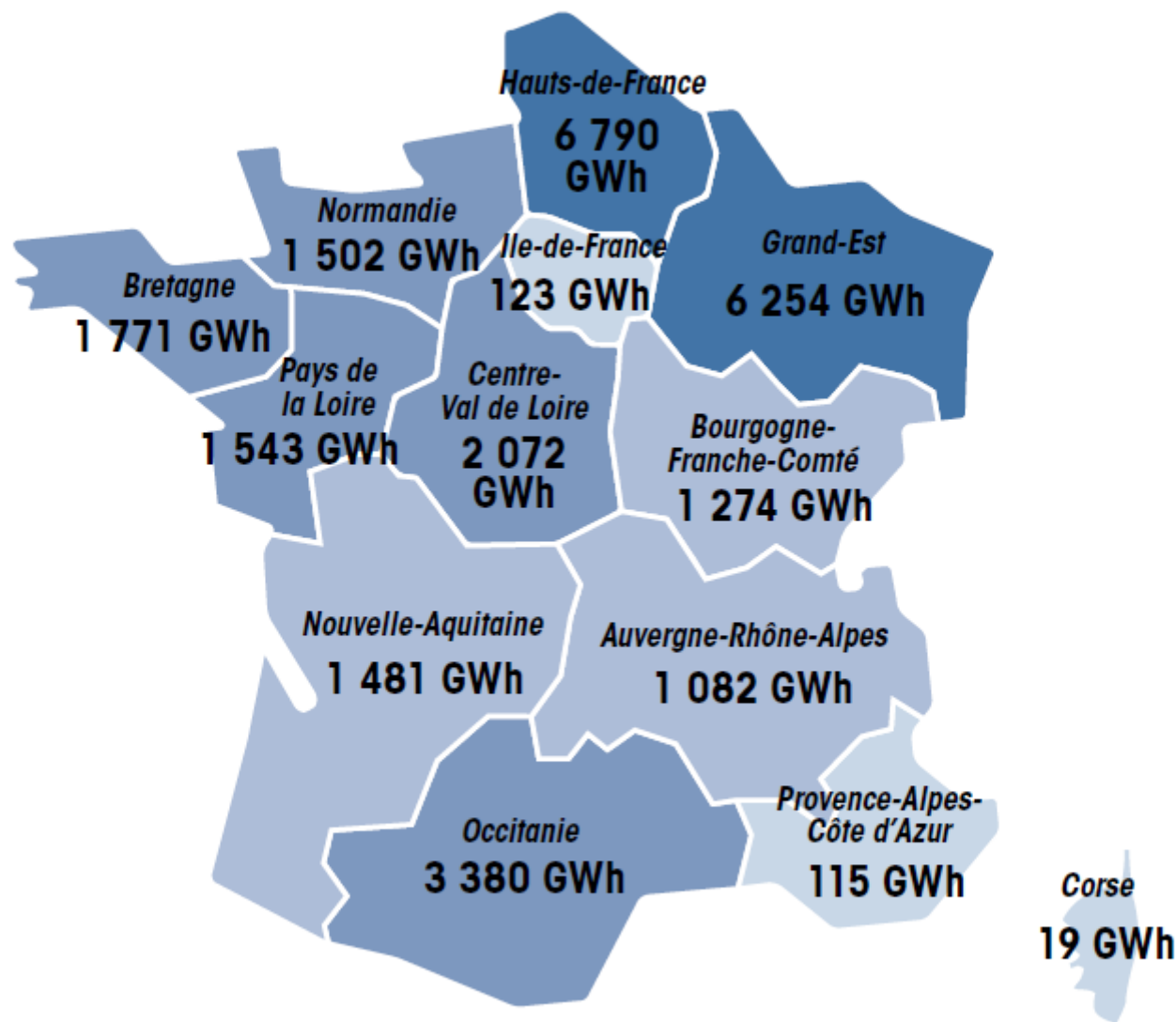


27,4 TWh produits en un an

5 136 GWh sur le trimestre + 16 % par rapport au T2 2017

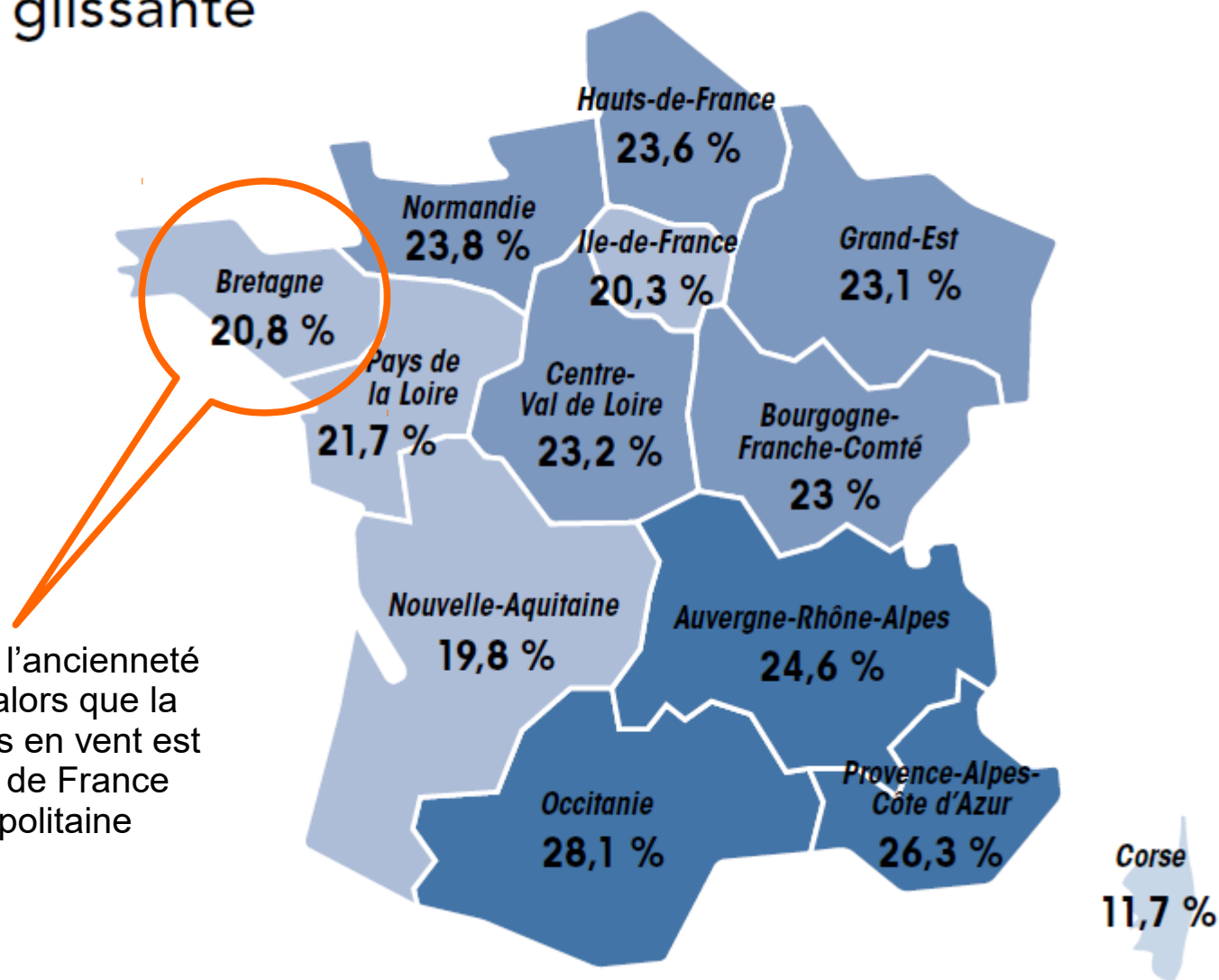
3 – Les engagements de la France

Production éolienne par région en année glissante



3 – Les engagements de la France

Facteur de charge éolien moyen en année glissante



Démontre l'ancienneté du parc alors que la ressource en vent est la 2ème de France métropolitaine

3 – Les engagements de la France

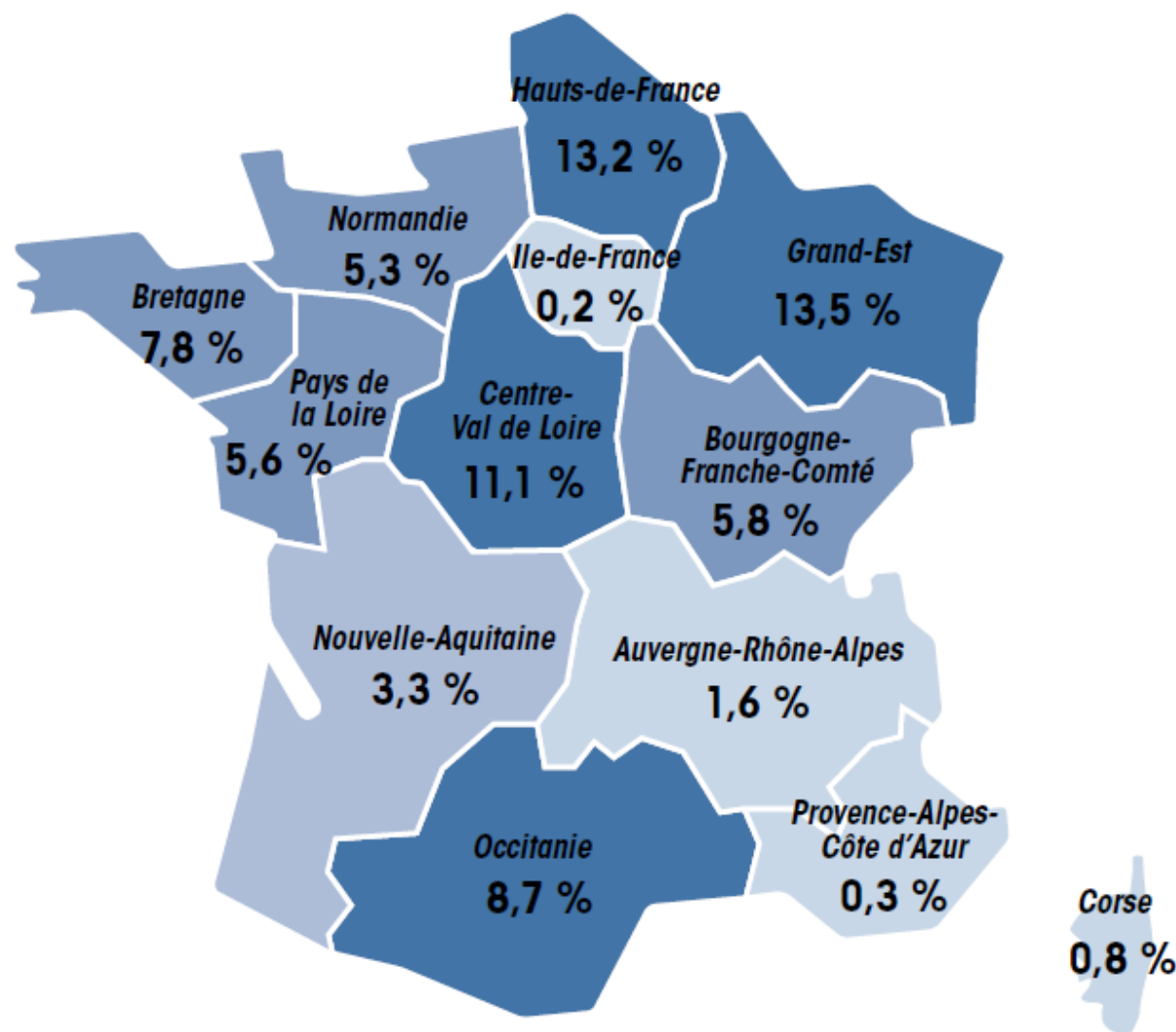
Couverture mensuelle de la consommation par la production éolienne



3 – Les engagements de la France

Couverture de la consommation par la production éolienne, en année glissante

L'éolien couvre 5,7 % de l'électricité consommée en année glissante



4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

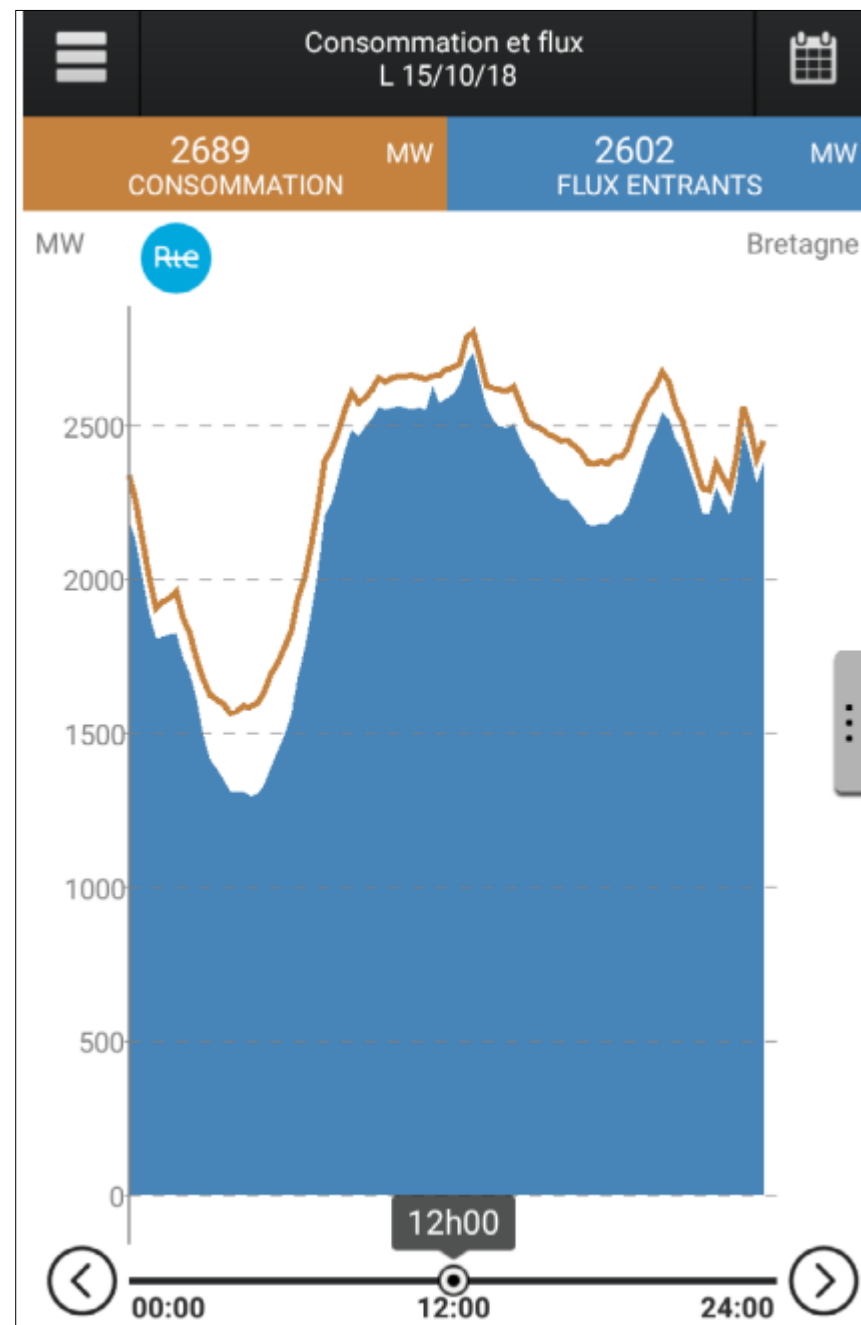
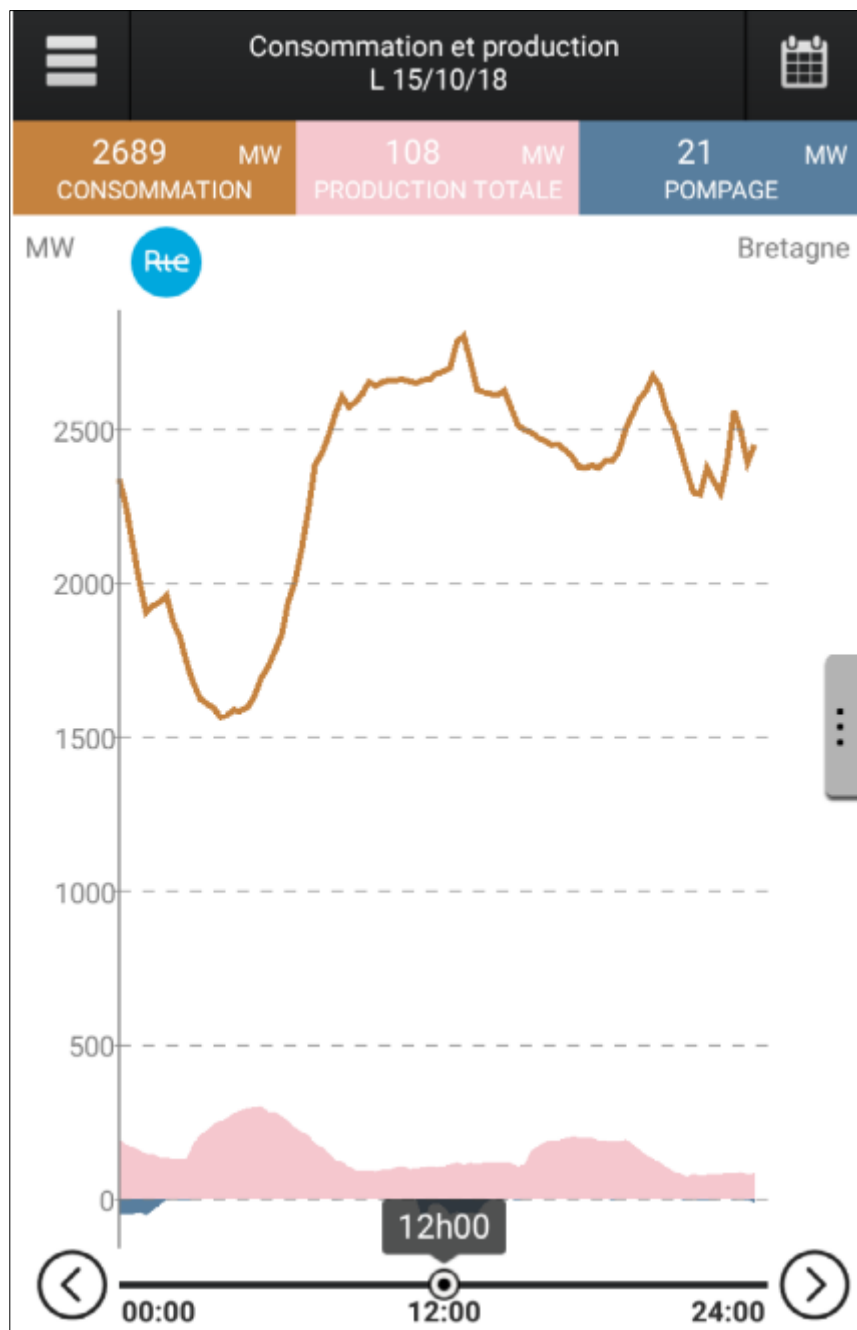
Les problématiques locales : le cas de la Bretagne

En France, la Bretagne constitue la région dont l'approvisionnement est le plus fragile, en raison de la faiblesse de sa production régionale, qui ne couvre, en 2015, que **11,2 %** de sa consommation qui a engendrée :

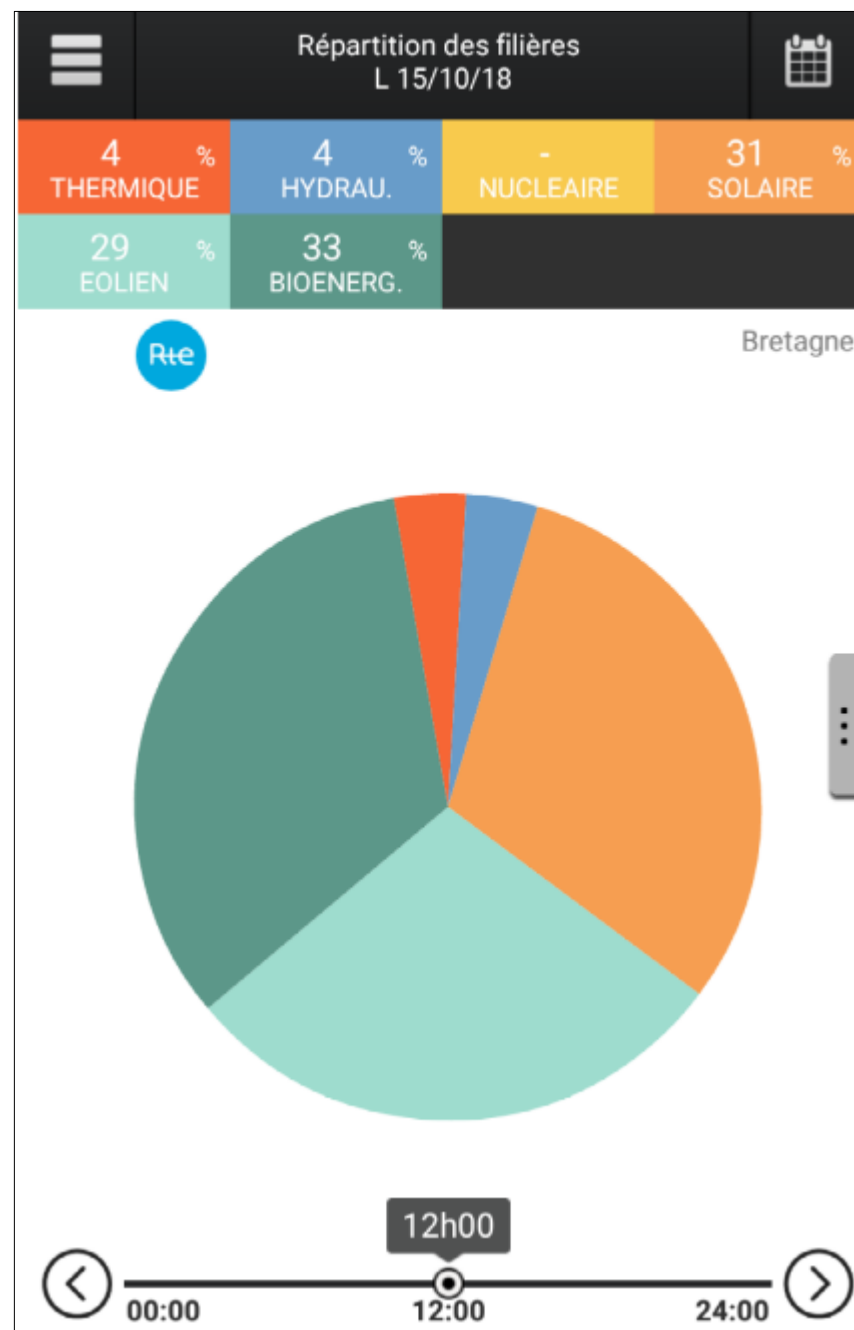
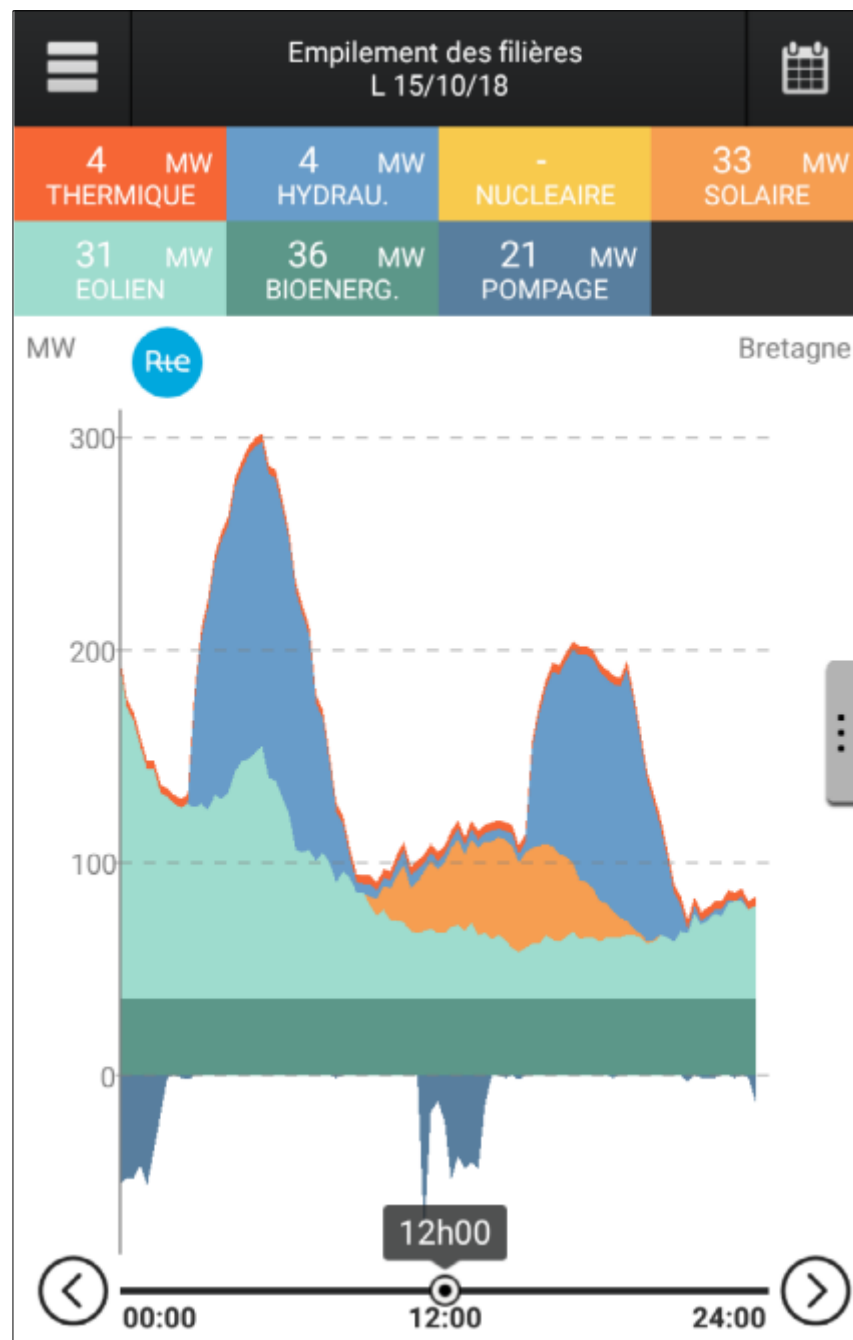
- la nécessité de prendre des mesures spécifiques à la Bretagne de manière à garantir la sécurité d'approvisionnement de cette zone
- élaboration du pacte électrique breton signé le 14 décembre 2010 par les partenaires – État, Conseil Régional de Bretagne, RTE, l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), et l'ANAH (Agence nationale de l'amélioration de l'habitat), proposant un plan d'actions équilibré selon trois grandes orientations de la politique énergétique :
- des efforts importants de maîtrise de demande en électricité (MDE),
- un développement ambitieux de la production des énergies renouvelables,
- la sécurisation indispensable de l'alimentation électrique (renforcement du réseau, développement de la production et expérimentations sur le stockage et les réseaux intelligents).



4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

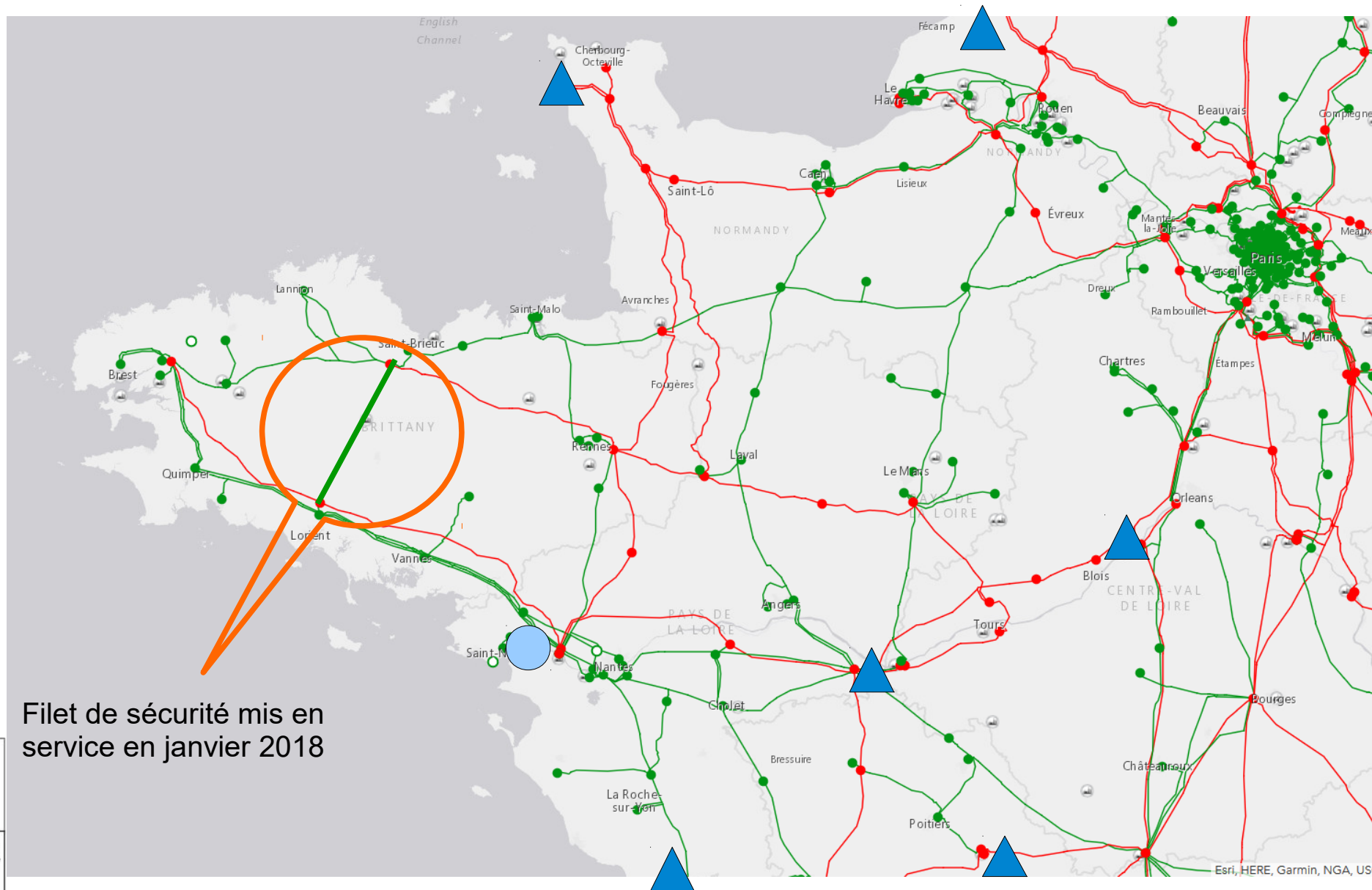


4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs



4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

La situation géographique de la Bretagne vis-à-vis du réseau RTE



4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

La situation géographique de la Bretagne vis-à-vis du réseau GRTgaz



4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

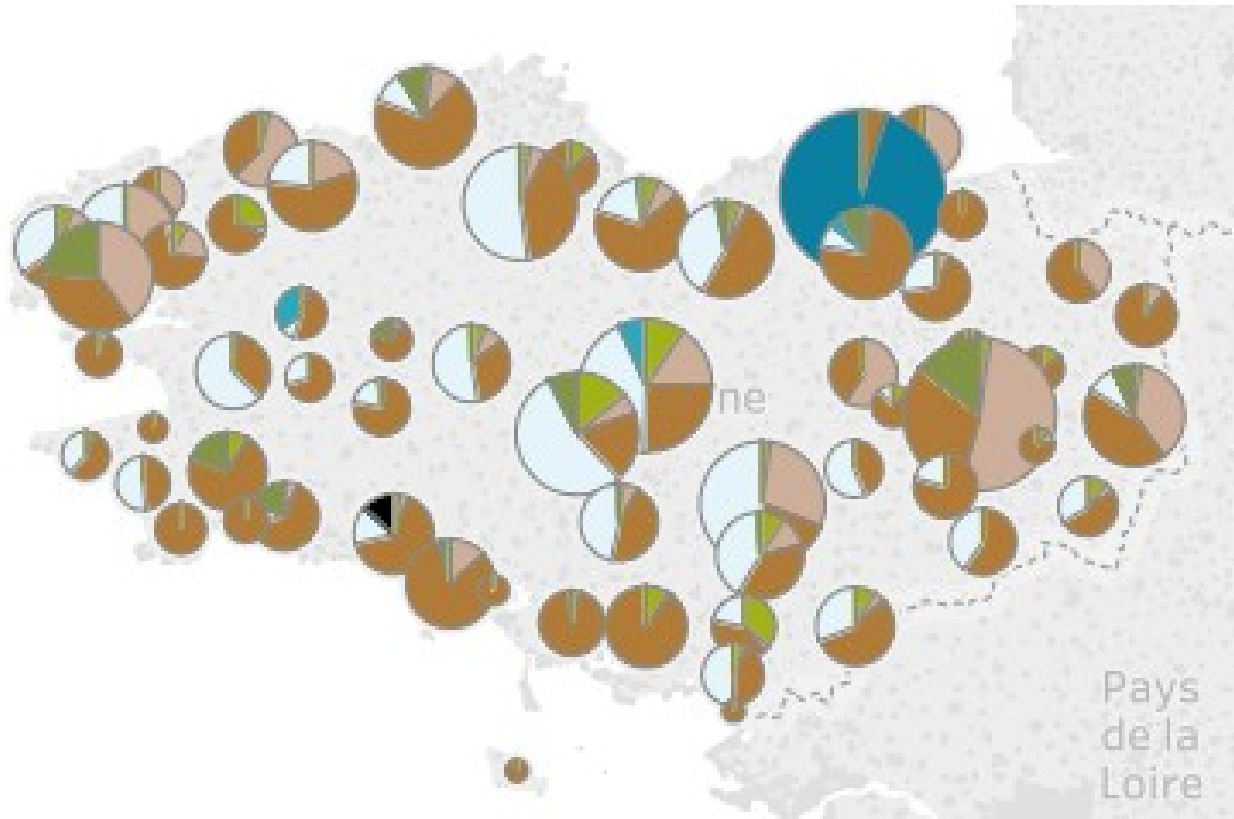
La production d'énergie en Bretagne

Filière	Nombre	Puissance thermique MW	Production thermique GWh	Puissance électrique MW	Production électrique GWh	Total GWh produits
Eolien	160		0	913	1.477	1.477
Hydroélectrique	32		0	36	66	66
Photovoltaïque	19.635		0	190	198	198
EMR	4		0	240	518	518
UIOM	11	155	188	30	56	243
Biogaz	60	20	202	14	93	296
Solaire thermique	6.566	33	14			14
Bûche et granulé	0		3.406			3.406
Bois déchiqueté	420	330	1.069	10	70	1.139
Liqueur noire	1		17			17
Total	26.889	539	4.896	1.434	2.479	7.374

mise à jour : août 2017

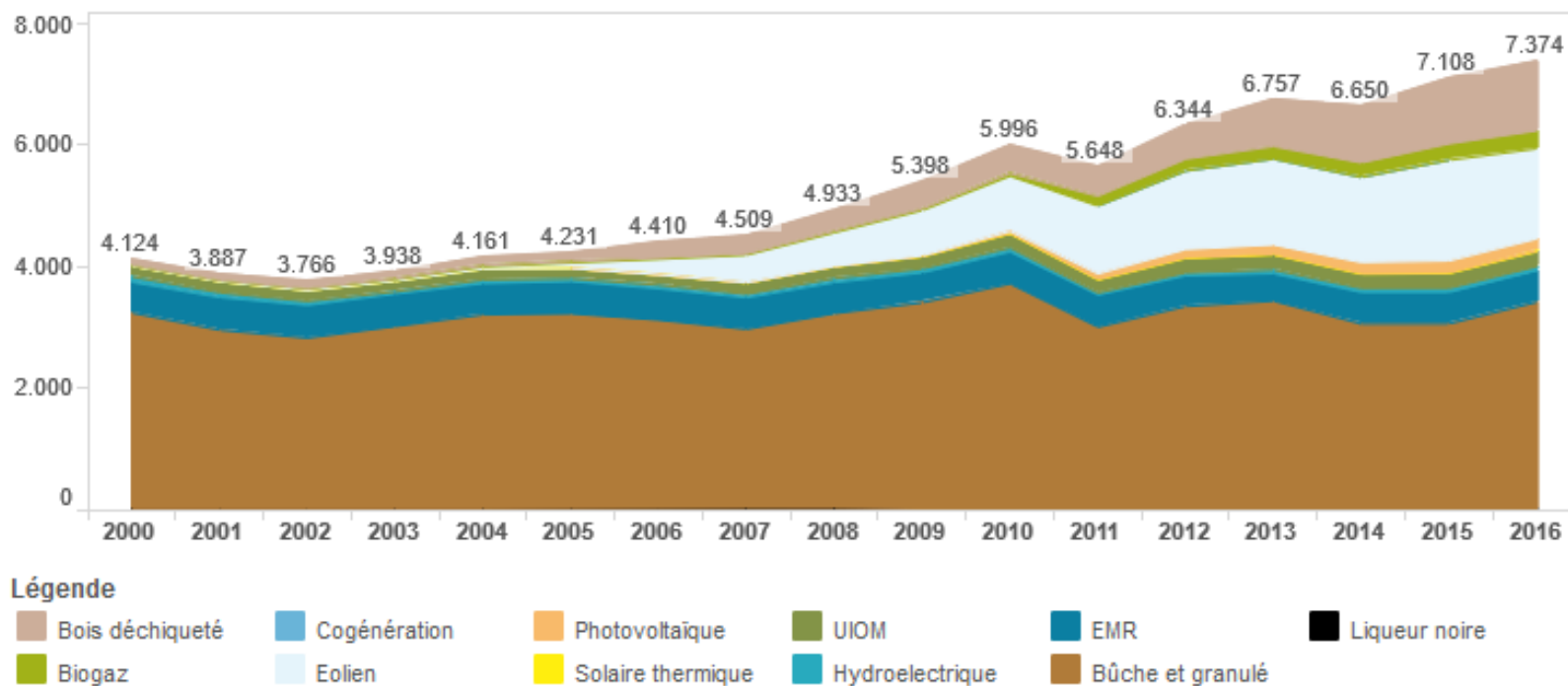
4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

La production d'énergie en Bretagne



4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

La production d'énergie en Bretagne



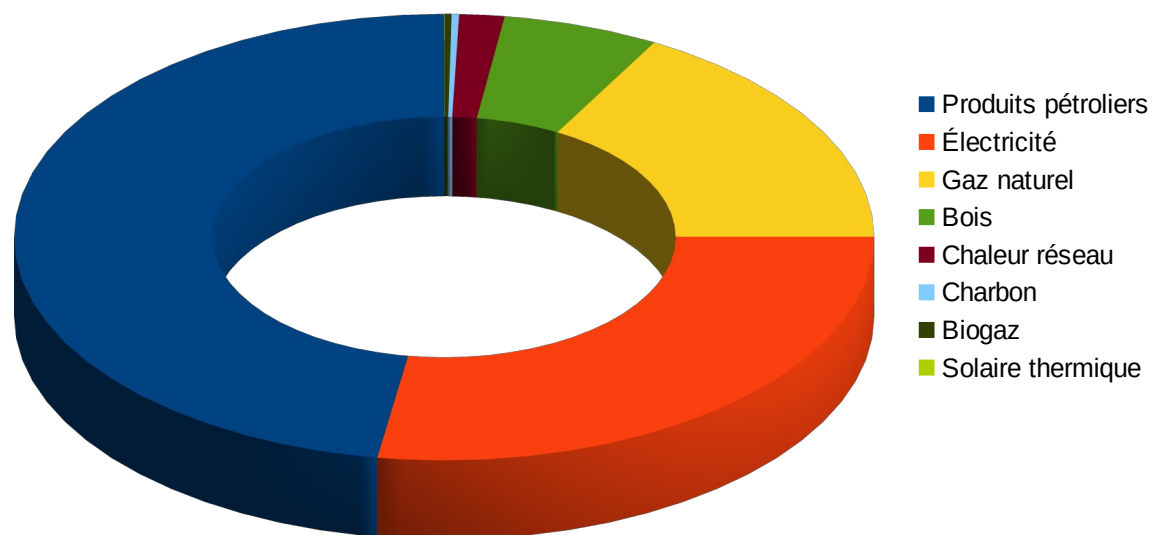
Légende

Bois déchiqueté Cogénération Photovoltaïque UIOM EMR Liqueur noire
Biogaz Eolien Solaire thermique Hydroelectrique Bûche et granulé

4 – La situation de la production et de la consommation en Bretagne, le jeu des acteurs

La consommation d'énergie en Bretagne

Bilan de la consommation finale en Bretagne en ktep (non corrigée du climat)

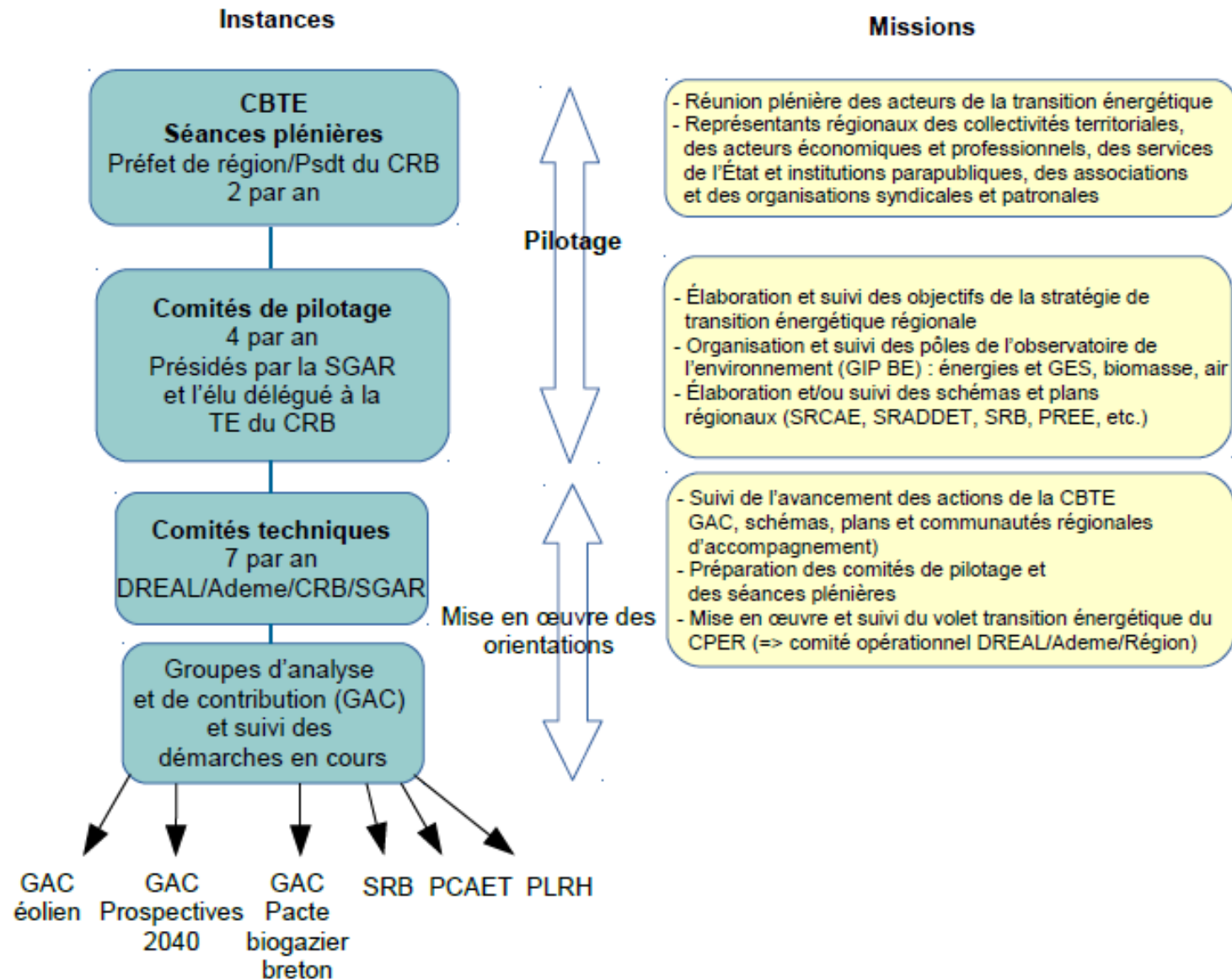


Type	ktep	Ratio	dont ENR
Produits pétroliers	3 087	47,25 %	182
Électricité	1 788	27,36 %	226
Gaz naturel	1 094	16,75 %	-
Bois	382	5,85 %	382
Chaleur réseau	110	1,68 %	57
Charbon	18	0,28 %	-
Biogaz	17	0,26 %	17
Solaire thermique	1	0,02 %	1
Total	6 534		865 13,2%

5 – Les orientations prises en région et les éléments de réponse possible en matière d'équipements de production

5 – Les orientations prises en région et les éléments de réponse possible en matière d'équipements de production

Gouvernance de la CBTE



5 – Les orientations prises en région et les éléments de réponse possible en matière d'équipements de production

Le principales orientations prises en région

La rénovation énergétique des bâtiments (RBBD, SPPEH, PLRH, aides ANAH, CI,...).

Le financement de la chaleur renouvelable (chaudière biomasse).

Le financement de la méthanisation.

L'accompagnement de la filière éolienne => feuille de route Avel Breizh validée le 15 juin 2018 => mise en place d'un plan d'actions

L'accompagnement de la filière EMR => GT EMR dans le cadre de la CRML

Dans le cadre des futurs AO EMR, l'État prendra en charge les débats publics et tout ou partie des études d'impacts

PEB / SRCAE / S3REnR / PCAET/ Avel Breizh / GAC 2040 / GAC pacte biogazier breton

5 – Les orientations prises en région et les éléments de réponse possible en matière d'équipements de production

Les énergies prioritairement développées en Bretagne



Prioritaires pour le Bretagne

ANNEXES

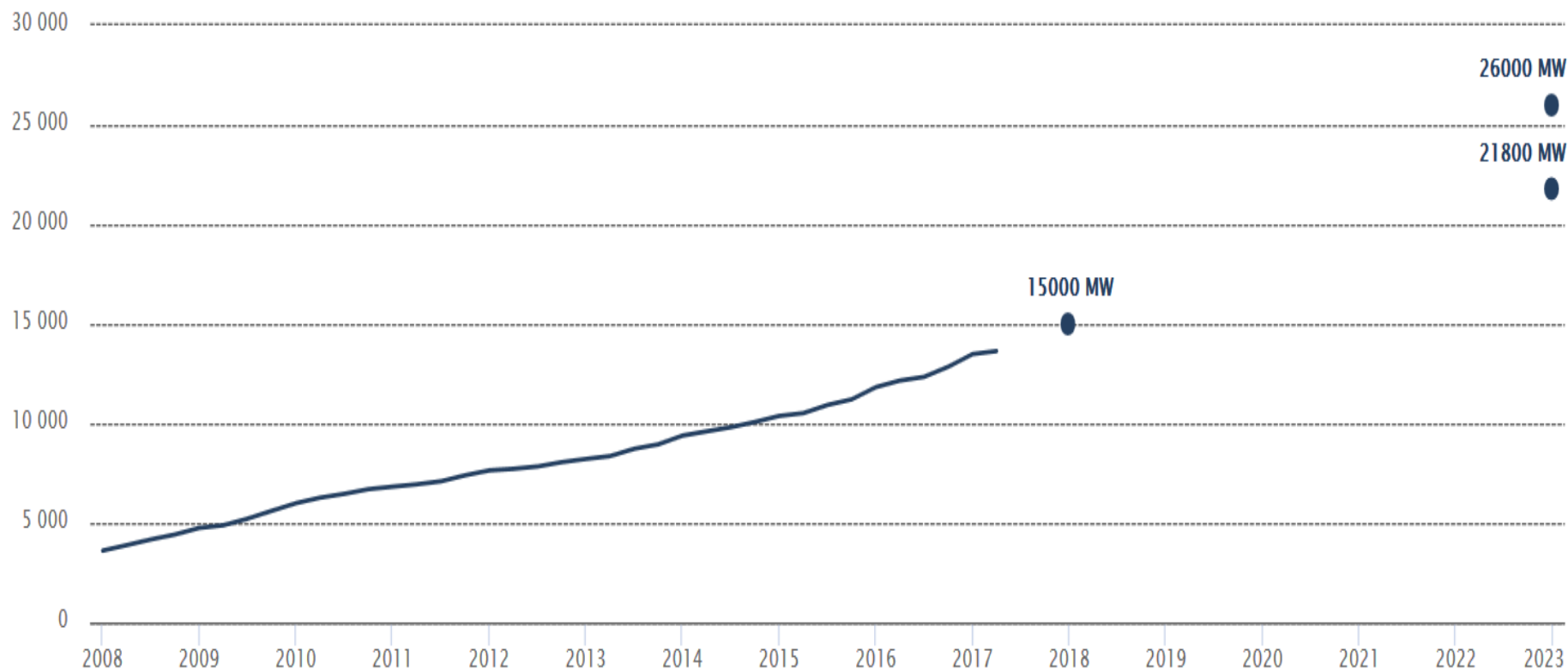
ANNEXES

Objectifs PPE (en cours de révision)

Raccordements au 31/03/2018 : 13 641 MW (1669 installations)

Évolution du parc éolien

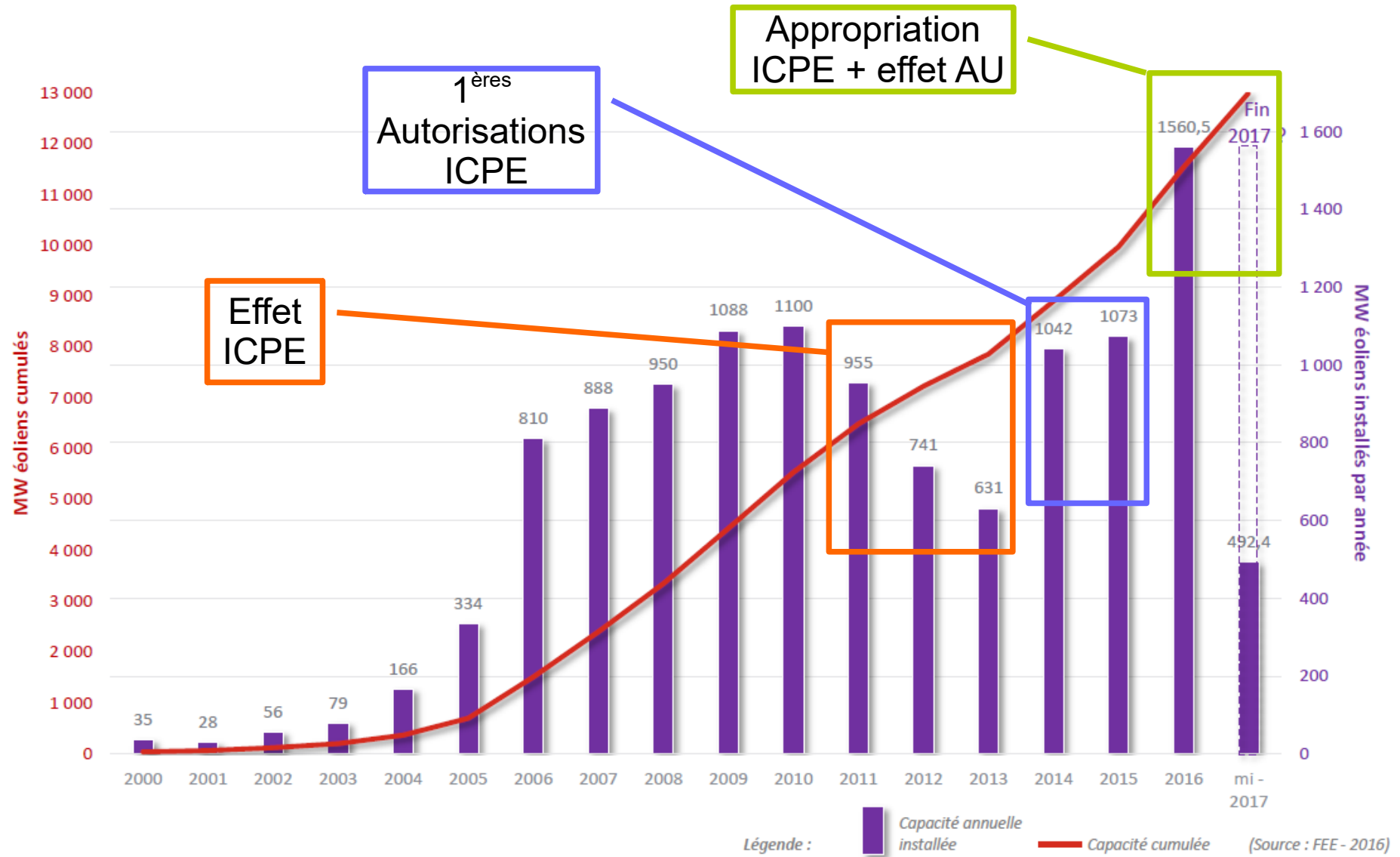
Puissance en MW



ANNEXES

Objectifs PPE (en cours de révision)

Evolution de la puissance éolienne installée en France à mi-2017

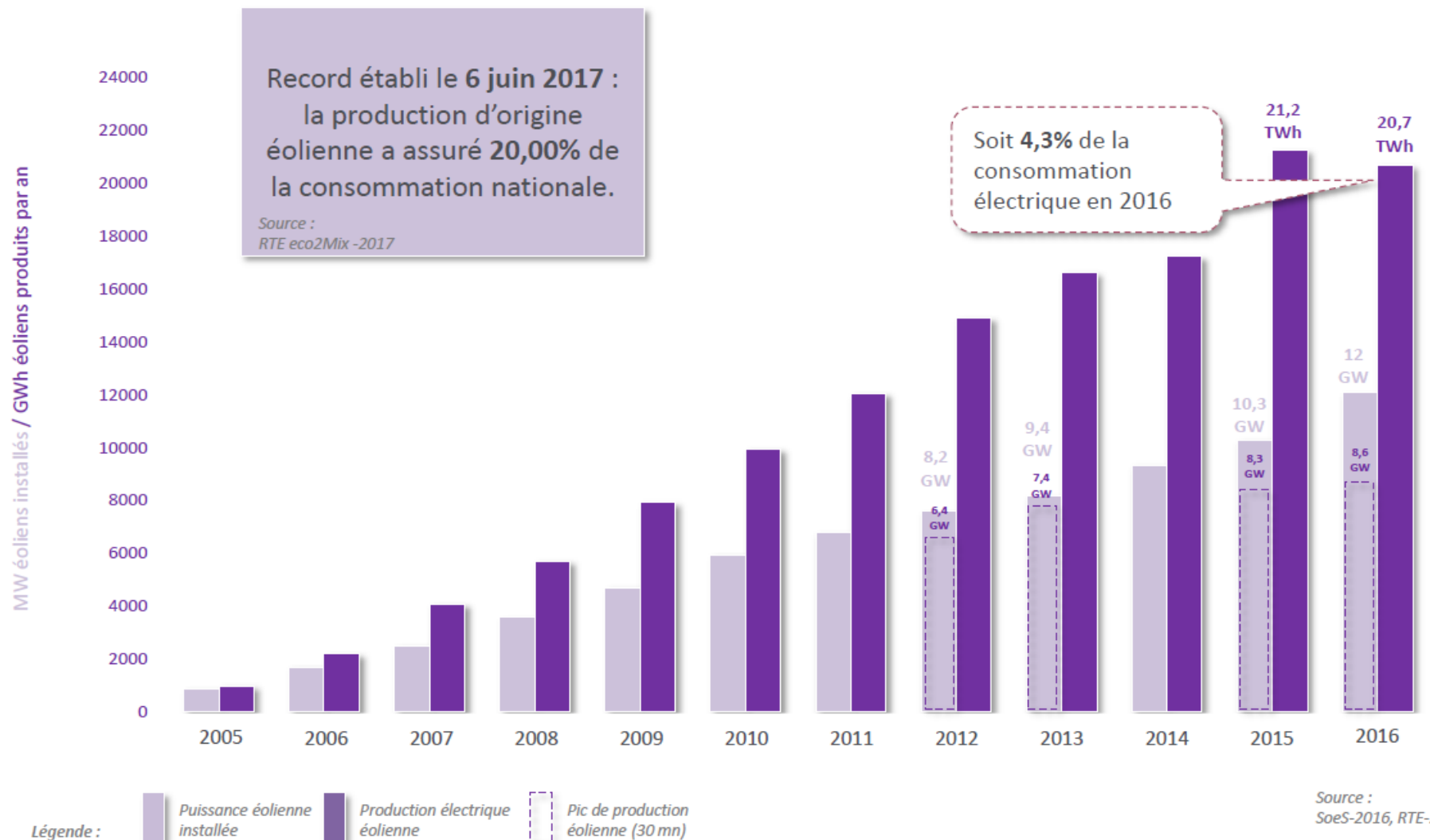


Observatoire de l'Eolien. © 2017 BearingPoint France SAS | 33

BearingPoint

ANNEXES

Evolution de la production éolienne en France



Observatoire de l'Eolien. © 2017 BearingPoint France SAS | 53

Source : SoeS-2016, RTE-2017

BearingPoint

ANNEXES

Eolien – La place de la France en Europe

Puissance installée (onshore et offshore) à fin 2016 en Europe

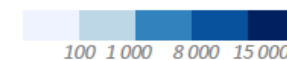
Zoom sur les 15 pays avec les plus grandes puissances installées à fin 2016



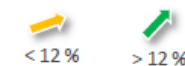
	Pays	Puissance Installée 2015 (MW)	Puissance installée 2016 (MW)	Puissance à fin 2016 (MW)	dont puissance offshore à fin 2016 (MW)
1	Allemagne	6 013	5 443	50 019	4 108
2	Espagne	49	—	23 075	5
3	Royaume-Uni	975	736	14 542	5 156
4	France	1073	1 561	12 065	0
5	Italie	295	282	9 256	0
6	Suède	615	493	6 519	202
7	Turquie	956	1 387	6 081	0
8	Pologne	1266	682	5 782	0
9	Portugal	132	268	5 316	0
10	Danemark	217	220	5 227	1 271
11	Pays-Bas	621	887	4 328	1 118
12	Irlande	224	384	2 830	25
13	Autriche	319	228	2 632	0
14	Grèce	156	239	2 374	0
15	Finlande	379	570	1 539	32

Légende :

Puissance totale des parcs éoliens installés – en MW



Variation de la puissance installée en 2016 – en %



Sources :

WindEurope - 2016

Observatoire de l'Eolien. © 2017 BearingPoint France SAS | 45

BearingPoint®

ANNEXES

suites du GT national

Objectifs :

- Libérer la filière pour permettre une accélération du rythme de développement
- Protéger l'environnement, les paysages, les riverains

10 propositions réparties en 3 groupes :

- Gagner du temps
- Simplifier les procédures et les rendre plus prévisibles
- Apaiser les relations des projets avec les territoires

ANNEXES

suites du GT national

GT national éolien : mesures

Gagner du temps :

- Accélérer le contentieux relatif aux parcs éoliens terrestres en ayant un contentieux en premier et dernier ressort devant la cour administrative d'appel. → **décret**
- Simplifier le contentieux en figeant automatiquement les moyens au bout de 2 mois. → **décret**

Simplifier les procédures et les rendre plus prévisibles :

- Clarifier les règles pour les projets de renouvellement (« repowering ») des parcs en fin de vie, via une instruction ministérielle. → **instruction**
- Réévaluation des zones propices au développement de l'éolien. → **instruction**
- Suppression de l'approbation d'ouvrage électrique pour les ouvrages électriques interéoliens et les raccordements des parcs éoliens à terre et en mer. → **législatif (ESSOC)**

ANNEXES

suites du GT national

GT national éolien : mesures

Apaiser les relations des projets avec les territoires :

- Passer la moitié des mâts d'un parc d'un balisage clignotant à un éclairage fixe. → **arrêté balisage conjoint MTES-MINARM**
- Lancer un appel à projet pour promouvoir l'intégration paysagère. → **ADEME + DHUP**
- Faire évoluer la répartition de l'IFER éolien pour « intéresser » les communes aux projets éoliens. → **législatif (PLF ou PLFR)**
- Travailler à un « guide des bonnes pratiques » entre développeur éolien et collectivité. → **concertation avec les représentants d'élus**
- Inciter le financement participatif des projets éoliens. → **Appel d'offres**

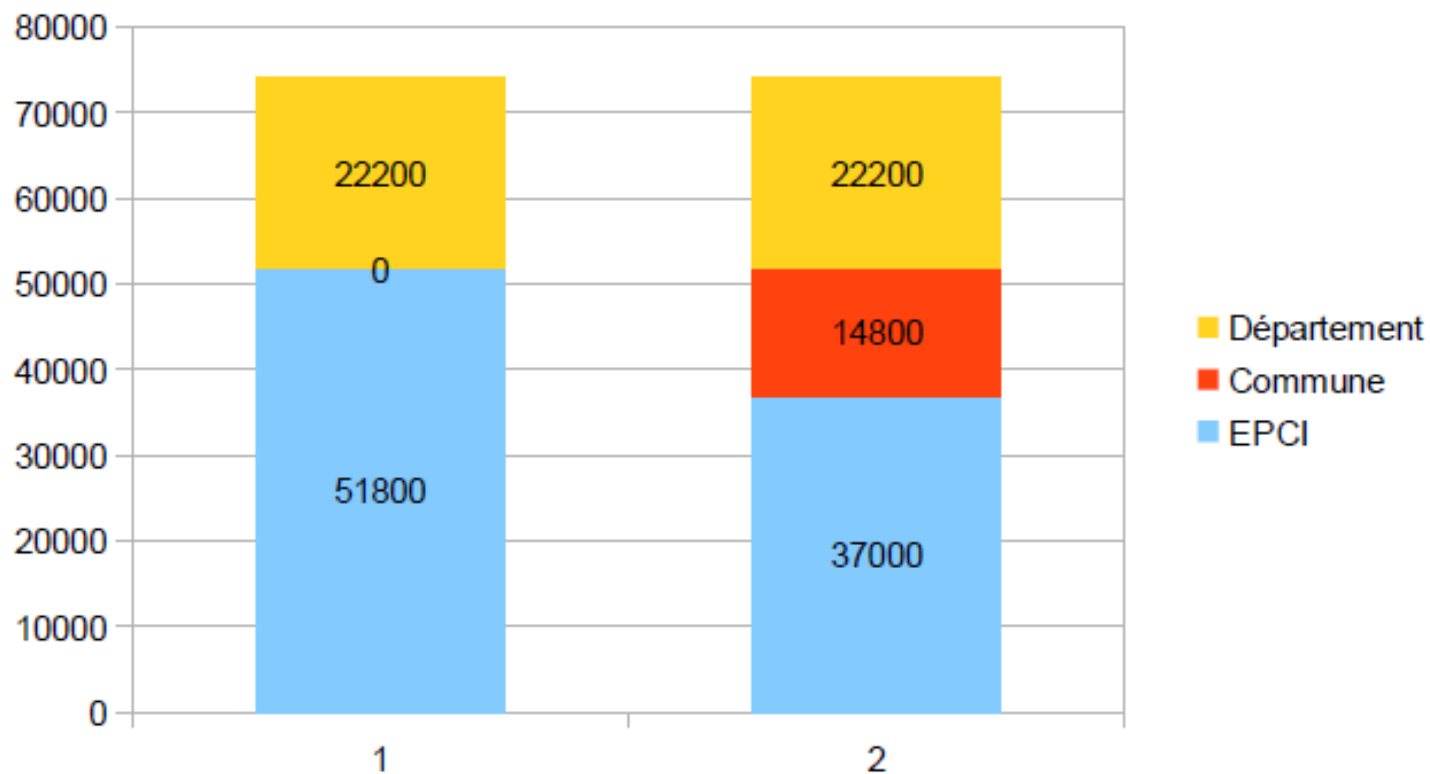
ANNEXES

suites du GT national

IFER

- Mesure n°8 du GT éolien :

Modifier la répartition de l'IFER pour garantir un minimum de 20 % des retombées fiscales aux communes d'implantation des éoliennes, sans modifier le niveau global de l'imposition



ANNEXES

suites du GT national

Appel d'offres éolien terrestre

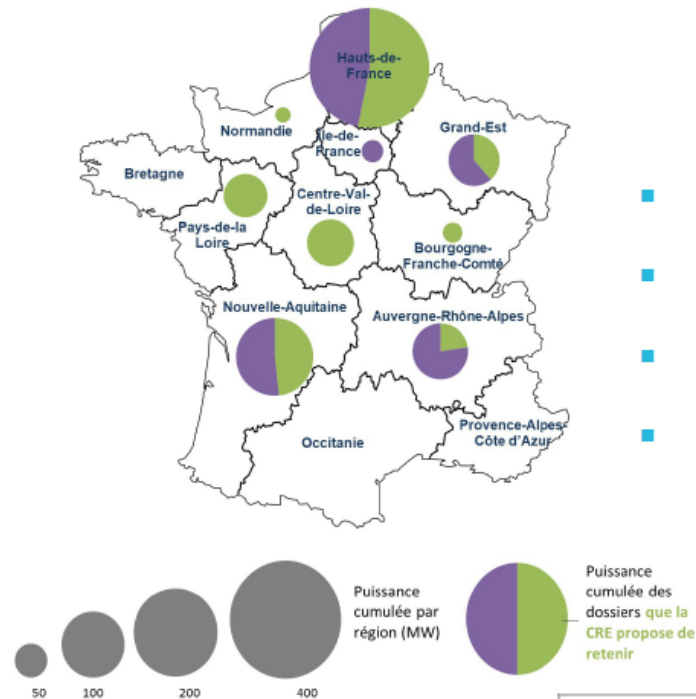
Guichet ouvert (conditions cumulées)	Appel d'offres (cas ne satisfaisant pas les critères du guichet ouvert)
6 éoliennes maximum	7 éoliennes ou plus
Punitaire < 3MW	Installations < 7 éoliennes dont <u>au moins une</u> Punitaire > 3MW
Respect de la distance entre installations fixée dans l'arrêté	Installations < 7 éoliennes ne respectant pas la règle de distance entre installations



ANNEXES

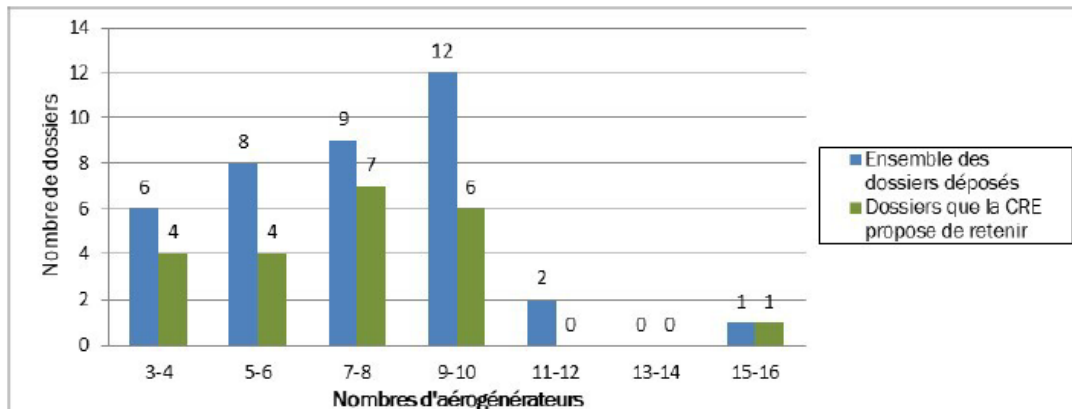
suites du GT national

Appel d'offres éolien



- Puissance ouverte : 500MW
- 38 projets candidats pour 904 MW
- 22 projets lauréats pour 508 MW
- Prix moyen pondéré par la puissance : 65,9 €/MWh

(72 €/MWh en guichet ouvert)



ANNEXES

suites du GT national

Appel d'offres éolien

- Éligibilité :
 - 1ere période : Les candidats peuvent se présenter avec un arrêté de mise à enquête publique. Des délais sont accordés en cas de contentieux.
 - Certains projets lauréats ont été refusés ou le seront
 - 2nde période et suivantes : une autorisation en cours de validité est exigée. Aucun délai supplémentaire pour la réalisation n'est attribué en cas de contentieux.
- Suivi des lauréats :
 - Les garanties bancaires sont envoyées aux DREAL dans les 2 mois suivant la désignation

ANNEXES

suites du GT national

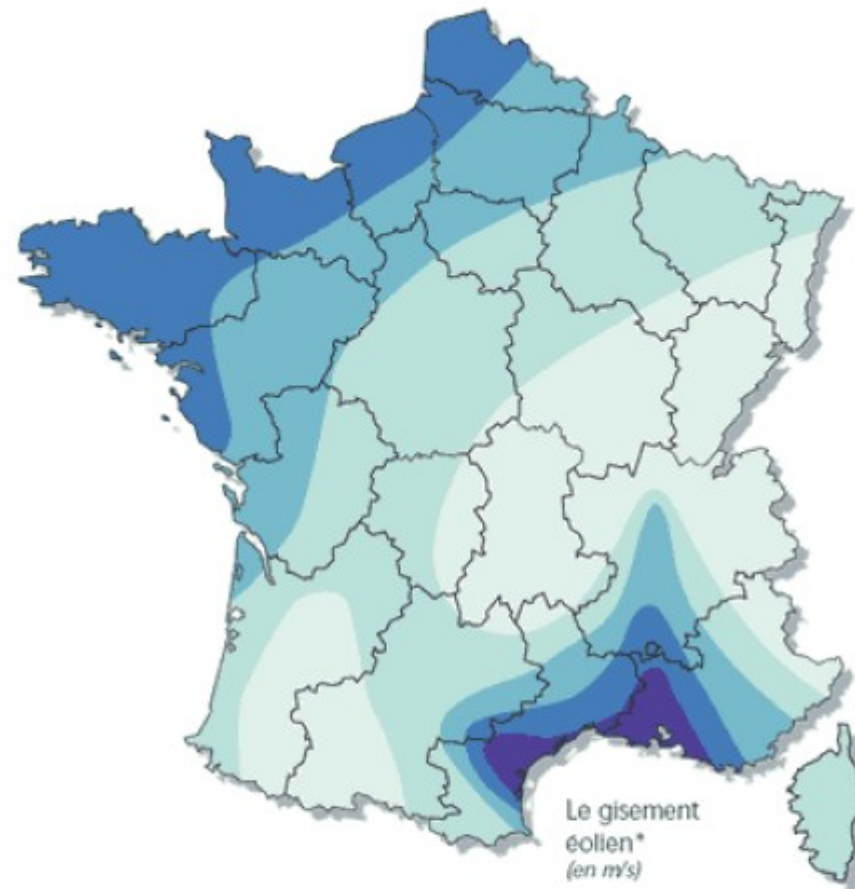
	Période de dépôt des offres		Puissance cumulée appelée (MW)
	Du :	Au : (Date limite de dépôt des offres)	
1 ^{ère} période	1 ^{er} novembre 2017	1 ^{er} décembre 2017	500
2 ^{ème} période	1 ^{er} mai 2018	1 ^{er} juin 2018	500
3 ^{ème} période	1 ^{er} novembre 2018	1 ^{er} décembre 2018	500
4 ^{ème} période	1 ^{er} mai 2019	1 ^{er} juin 2019	500
5 ^{ème} période	1 ^{er} novembre 2019	1 ^{er} décembre 2019	500
6 ^{ème} période	1 ^{er} mai 2020	1 ^{er} juin 2020	500

ANNEXES

Carte des vents

La France est privilégiée : 2ème gisement de vent d'Europe derrière la Grande Bretagne

La Bretagne 2ème gisement de vent en France métropolitaine



Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles épars	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes** 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

ANNEXES

Place de la Bretagne en France



ANNEXES

Objectifs régionaux

Pacte électrique breton SRCAE

	2010		2012		2015		2020	
	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh
Éolien terrestre	535	1070	950	1900			1800 2500	4000 5500
Éolien offshore Ancré et flottant	-	-	-	-	500	1450	750 1000	2175 2900
Hydroliennes	-	-	-	-	2	3.5	10	10 à 30
Barrage de la Rance	240	490 à 550	240	490 à 550	240	490 à 550	240	490 à 550
Hydraulique	33	50 à 70					36	50 à 80
Photovoltaïque	25	25	75	75	250	250	400	400
Biomasse dont méthanisation	0.4	3.2	4	32	20	160	50 120	400 800
Incinération de déchets	12	80	12	80	12	80	12	80
TOTAL	845.4	1718 à 1800	1281	2577 à 2637			3600	8840

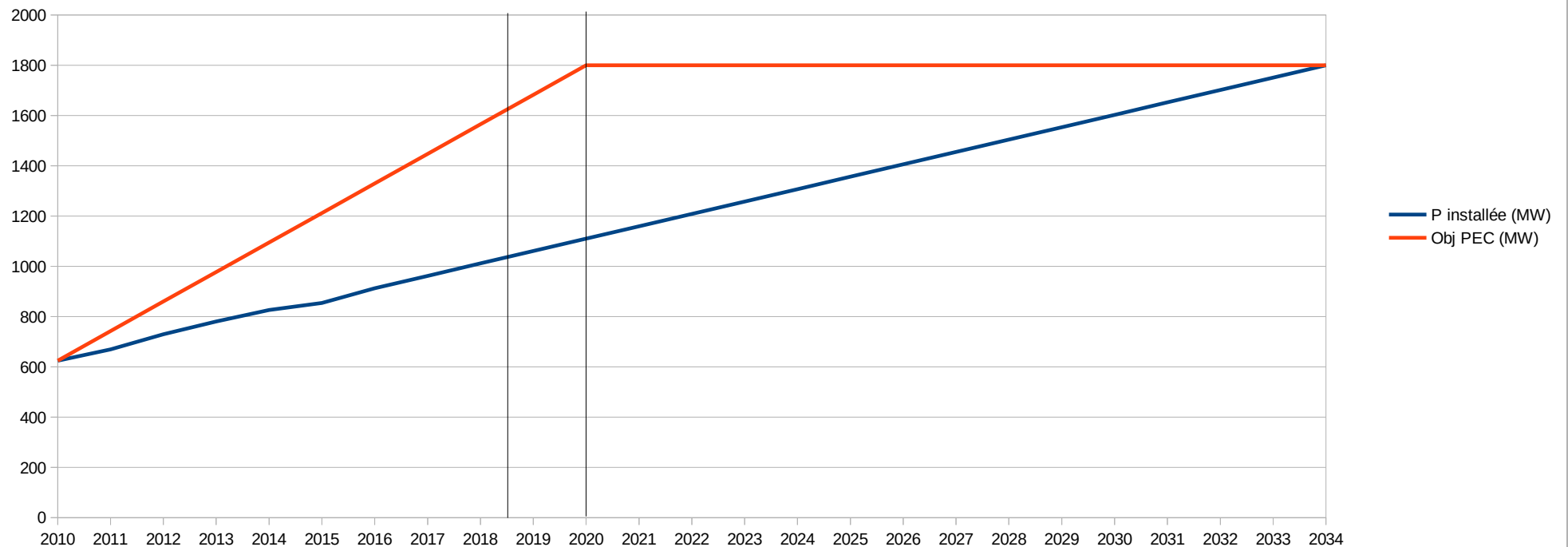
ANNEXES

Objectifs régionaux

Point de situation

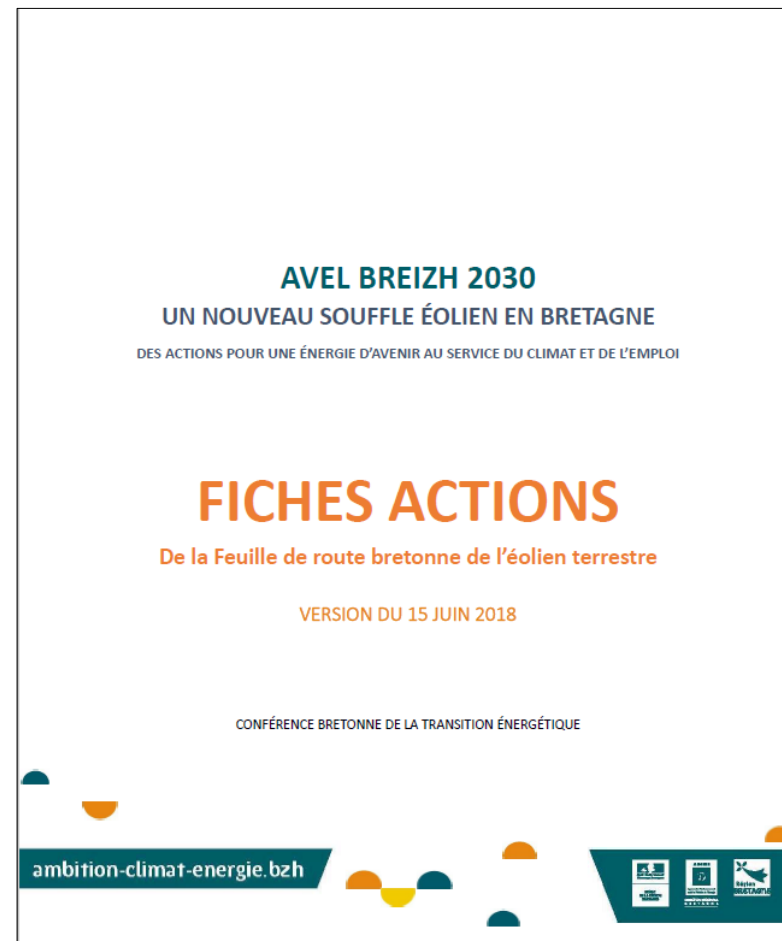
Illustration du décrochage éolien en Bretagne par rapport à l'objectif du pacte électrique breton

Atteinte de l'objectif de 1800 MW en 2034 sur la base de la moyenne des raccordement de 2010 à 2016

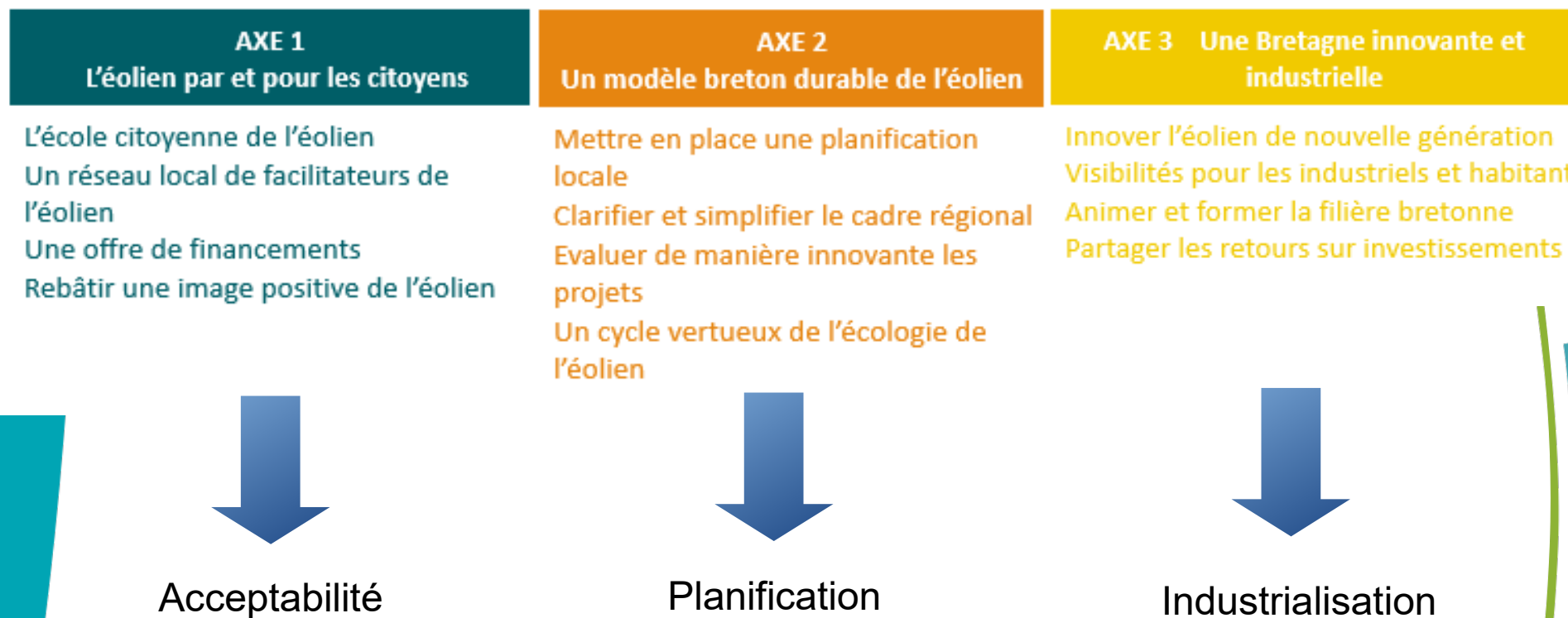


ANNEXES

Feuille de route de relance de l'éolien terrestre



3 axes ⇒ 27 actions proposées dont 4 pilotées par la DREAL



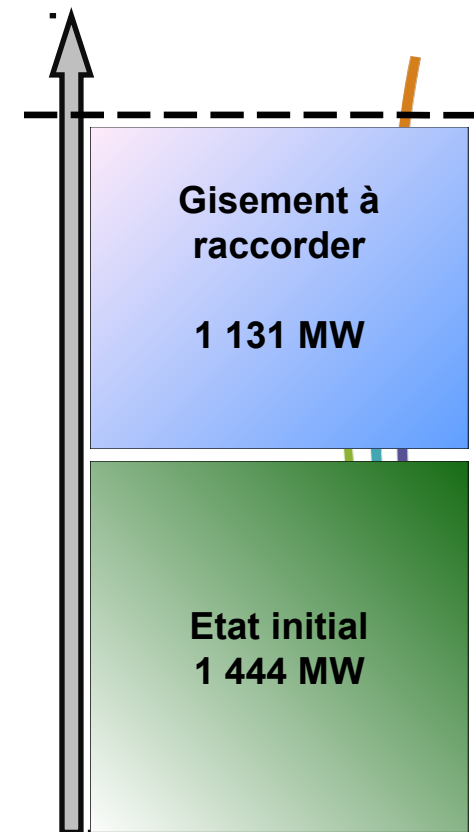
Objectifs :

- Identifier les **ouvrages à créer ou à renforcer** pour atteindre les objectifs du SRCAE (et du DSF)
- Définir les **capacités d'accueil à réserver** pour les installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable de **puissance supérieure à 100 kVA** pour les 10 ans à venir
- Déterminer le montant de la **quote-part en k€/MW** payée par les producteurs ENR réservant des capacités de transport (ce montant n'intègre pas les travaux de renforcement)

Situation bretonne :

- 5 novembre 2013 : publication de l'arrêté d'approbation du SRCAE
- Ambition régionale à l'horizon 2020

Energie renouvelable	En service + File d'attente (MW)	Scénario 2020 (MW)
Eolien	955	1 800
Photovoltaïque	181	400
Biomasse/Biogaz/ Méthanisation	27	84
Hydraulique	278	281
Hydrolien	3	10
Total	1444	2 575

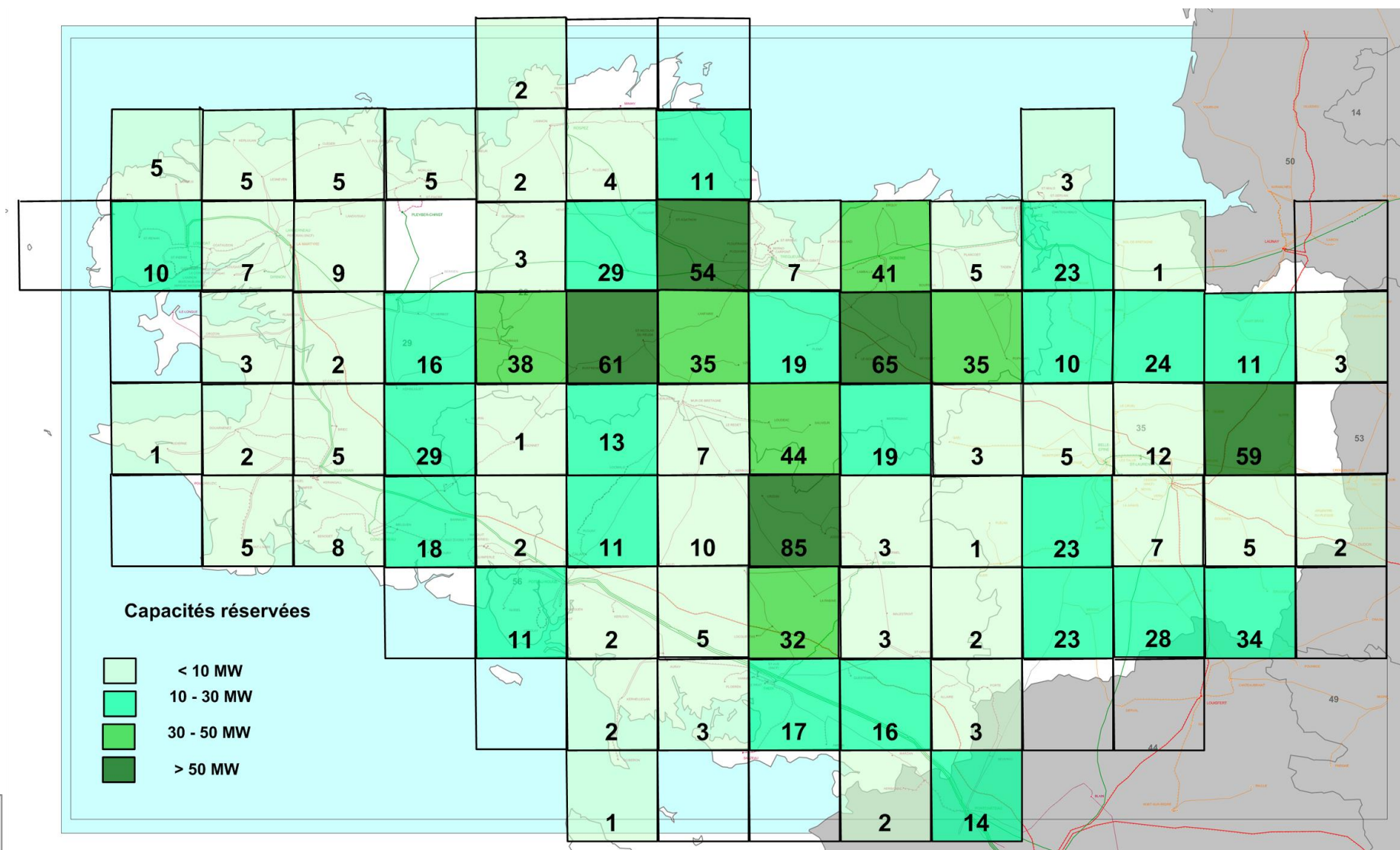


- Chiffres hors production EMR traitée par appel d'offres
- → 1131 MW de capacité à réserver au minimum (chiffre proposé dans le schéma soumis à consultation)

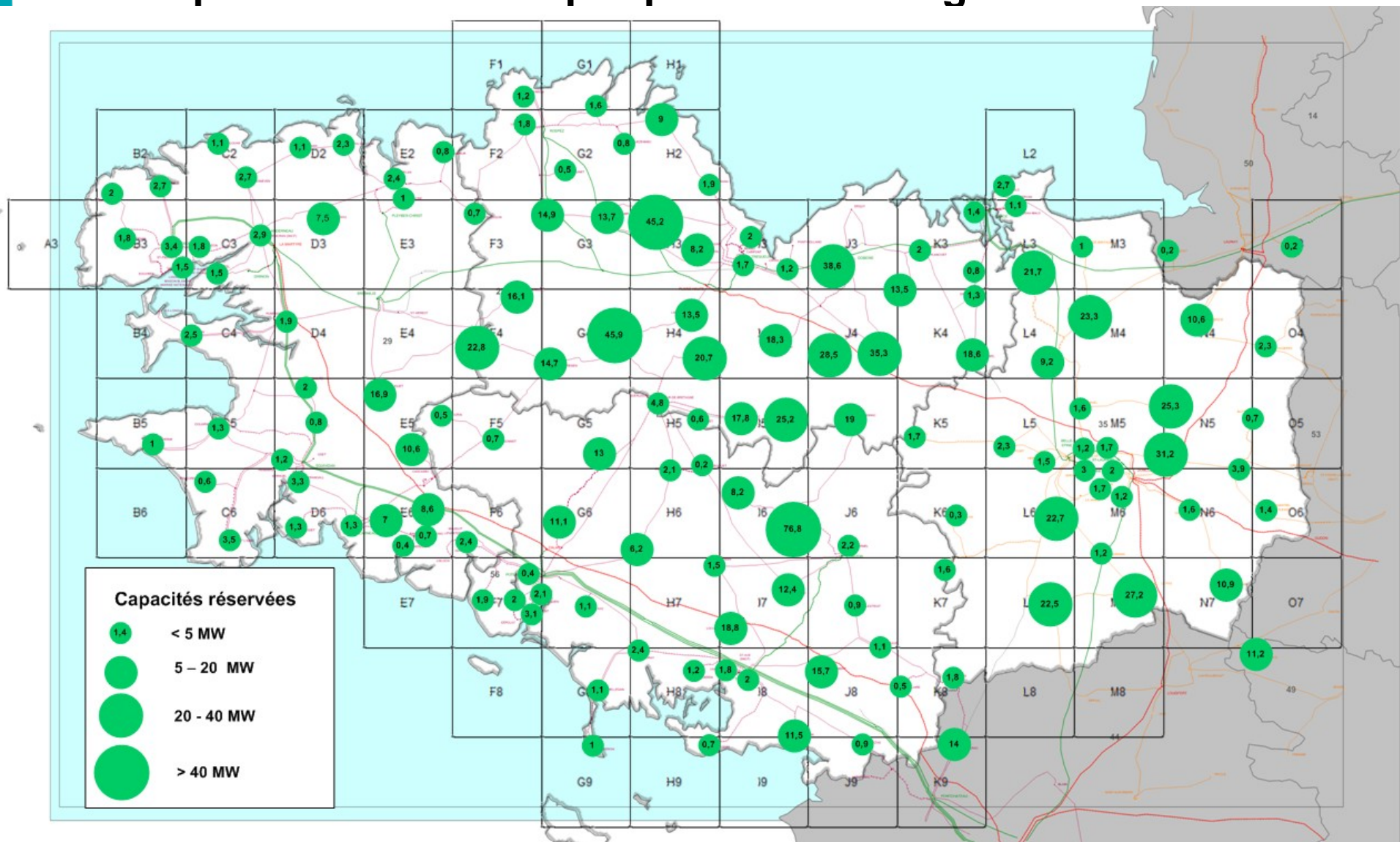
Capacité réservée dans le schéma retenu : 1187 MW

ANNEXES S3REnR

Le potentiel ENR en Bretagne

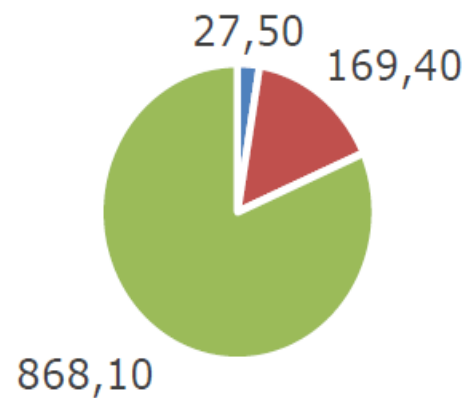


Les capacités réservées par poste en Bretagne



Bilan au 31 décembre 2017

Capacités réservées au 31 décembre 2017 en MW

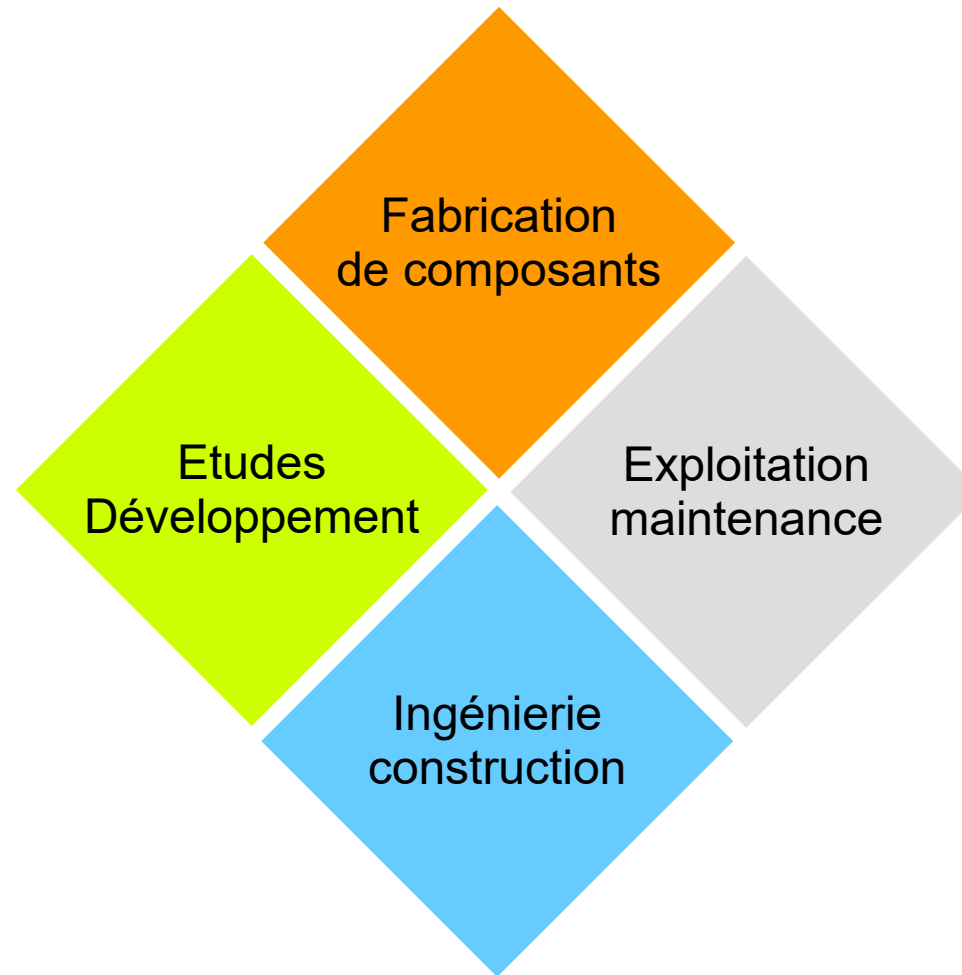


- Production raccordée dans le cadre des S3REnR
- Production en file d'attente dans le cadre des S3REnR
- Capacité réservée résiduelle

ANNEXES

Les acteurs

Organisation de la filière

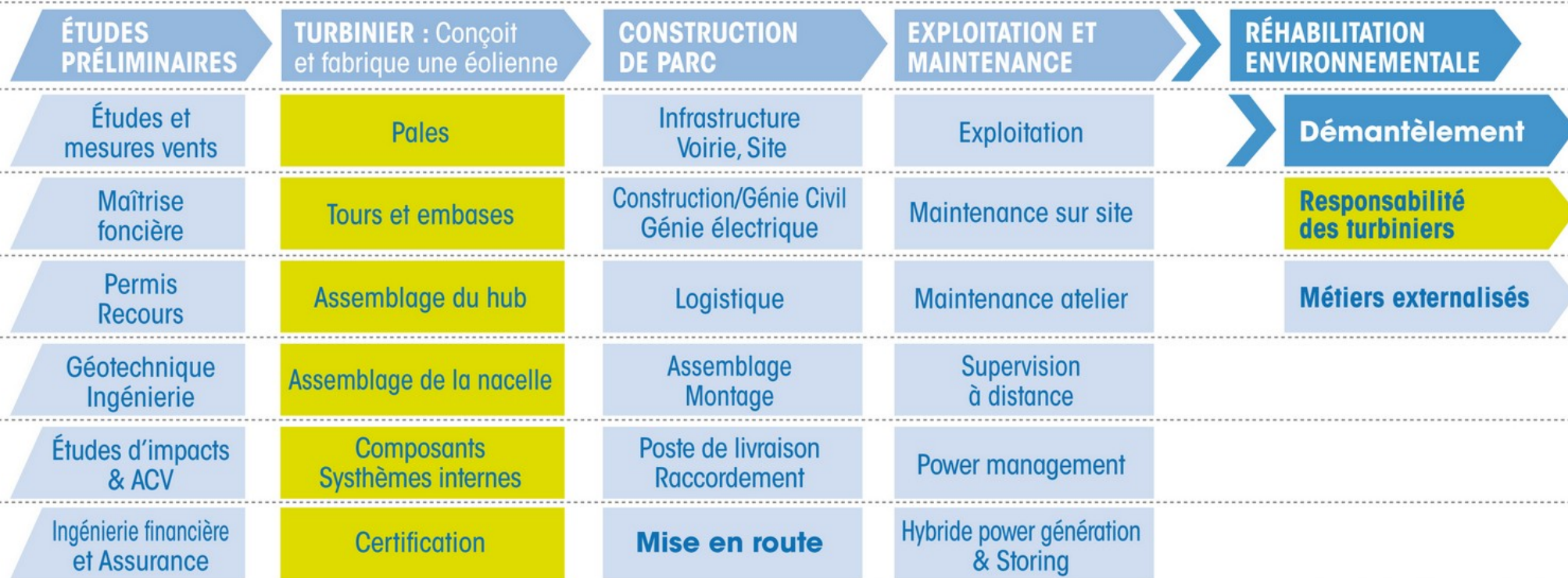


ANNEXES

Les acteurs

La chaîne de valeur de l'éolien

ENERGÉTICIEN : PRODUIT DE L'ÉLECTRICITÉ ÉOLIENNE



ANNEXES

Les acteurs

MW installés⁽¹⁾ par exploitant en direct et pour compte de tiers



A mi-2017 en France

BearingPoint®

ANNEXES

La représentation



Eolien terrestre
Eolien en mer

Observatoire de l'éolien

250 adhérents, 12 permanents

Représentante Bretagne :
Anne Couëttil (P&T Technologie)



Eolien terrestre
Eolien en mer

Biomasse
Solaire
Sous-sol
Hydroélectricité
EMR

400 adhérents, 20 permanents

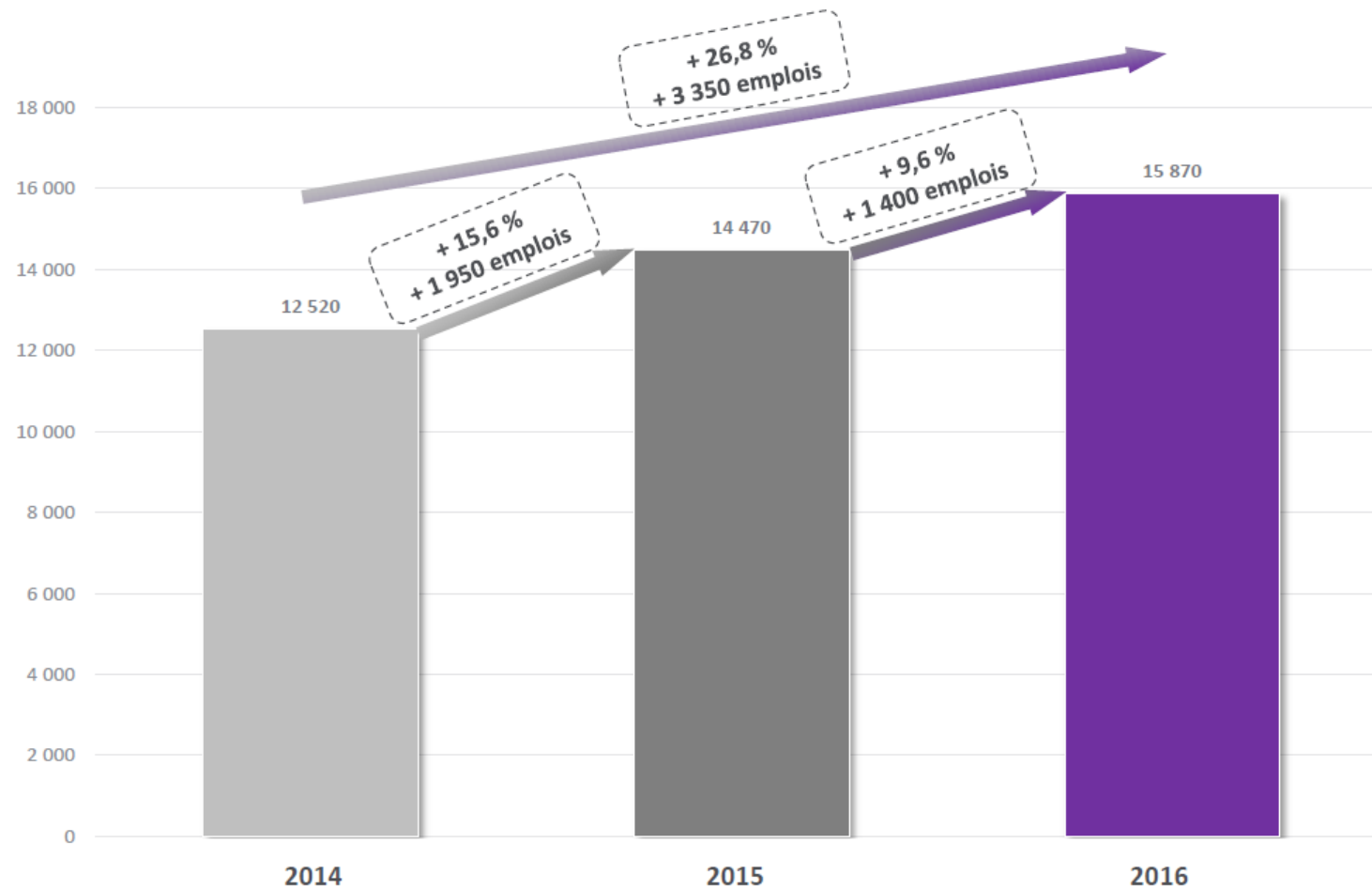
Elarore des labels (ex Flamme verte,
Windustry)

Représentants Bretagne :
Laurent Albuissou (Quadran) et Johann
Tardy (Kallista Energy)

ANNEXES

Les emplois

Dynamique de l'évolution des emplois éoliens entre 2014 et 2016



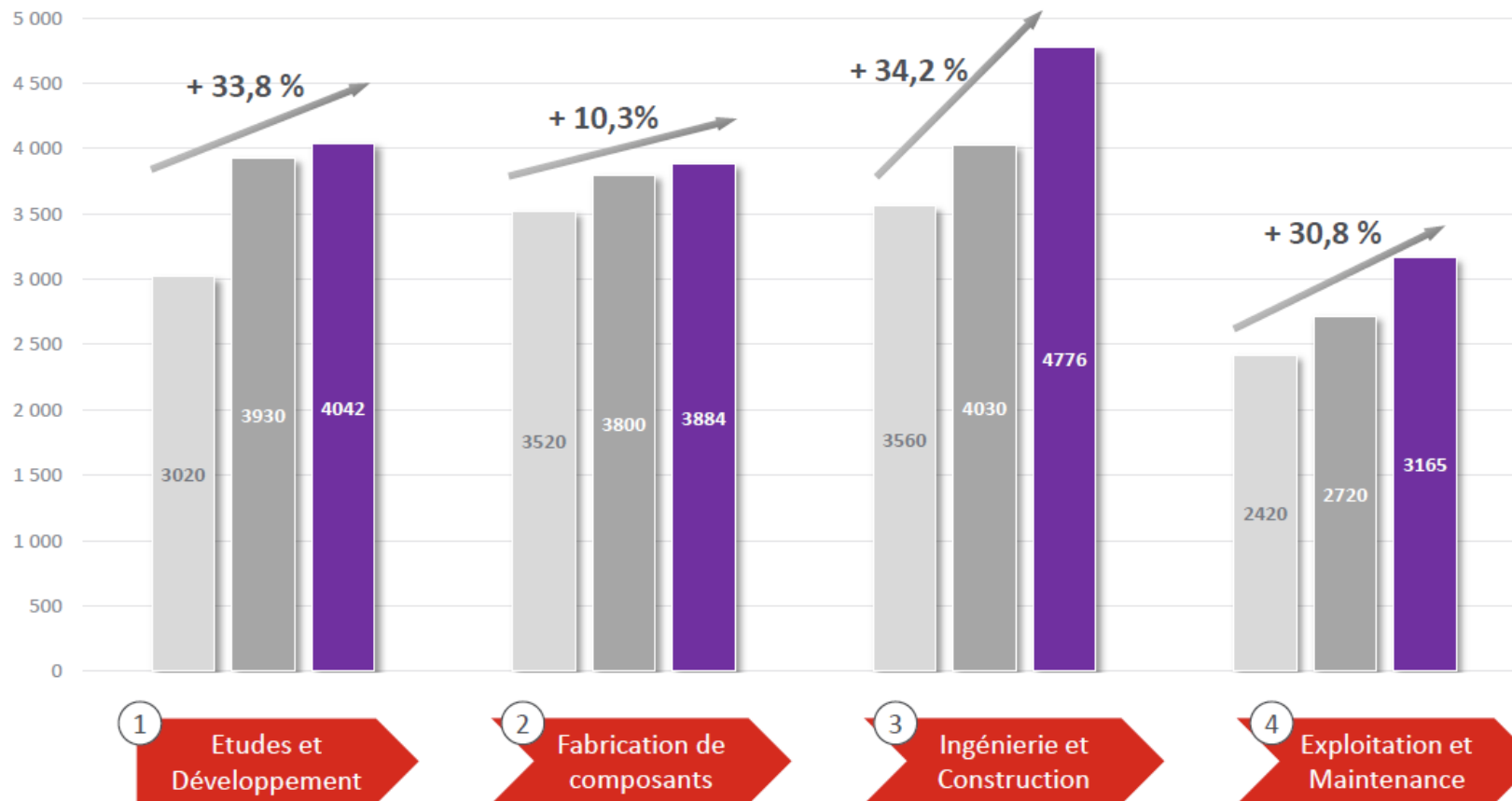
Observatoire de l'Eolien. © 2017 BearingPoint France SAS | 15

BearingPoint.

ANNEXES

Les emplois

Dynamique de l'emploi éolien sur la chaîne de valeur : évolution des emplois éoliens depuis 2014



Légende : 2014 2015 2016 Evolution des effectifs éoliens 2014-2016

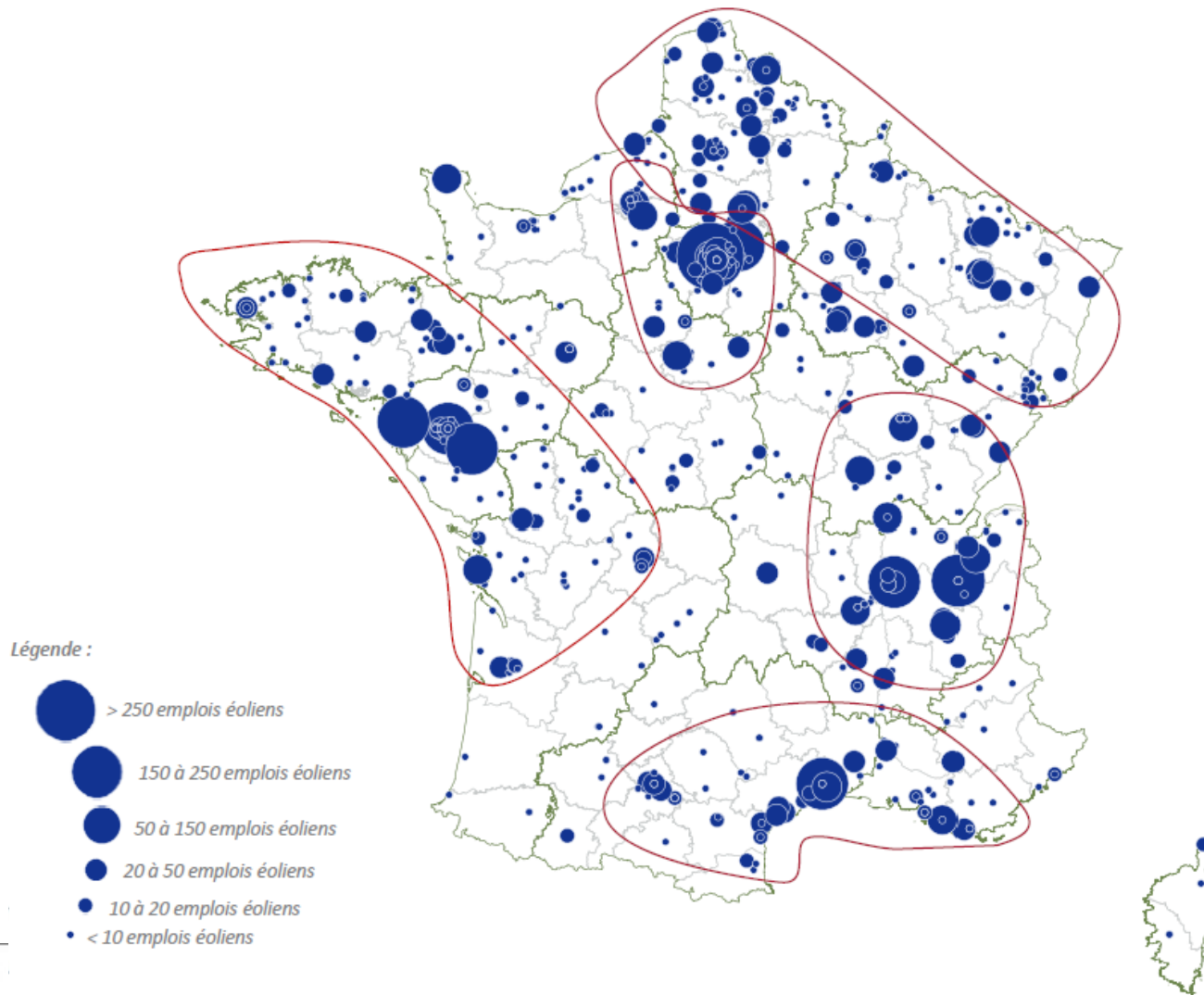
Observatoire de l'Eolien. © 2017 BearingPoint France SAS | 17

BearingPoint®

ANNEXES

Les emplois

Localisation des bassins d'emplois éoliens



Emplois éoliens par région		
1	Île-de-France	4090
2	Auvergne-Rhône-Alpes	1650
3	Occitanie	1560
4	Hauts-de-France	1520
5	Pays-de-La-Loire	1460
6	Grand Est	1350
7	Nouvelle-Aquitaine	930
8	Bourgogne-Franche-Comté	860
9	Bretagne	730
10	Provence-Alpes-Côte-d'Azur	780
11	Normandie	600
12	Centre-Val-de-Loire	450

Hors Corse et DOM-TOM

Sources :
FEE - 2017, INSEE - 2016

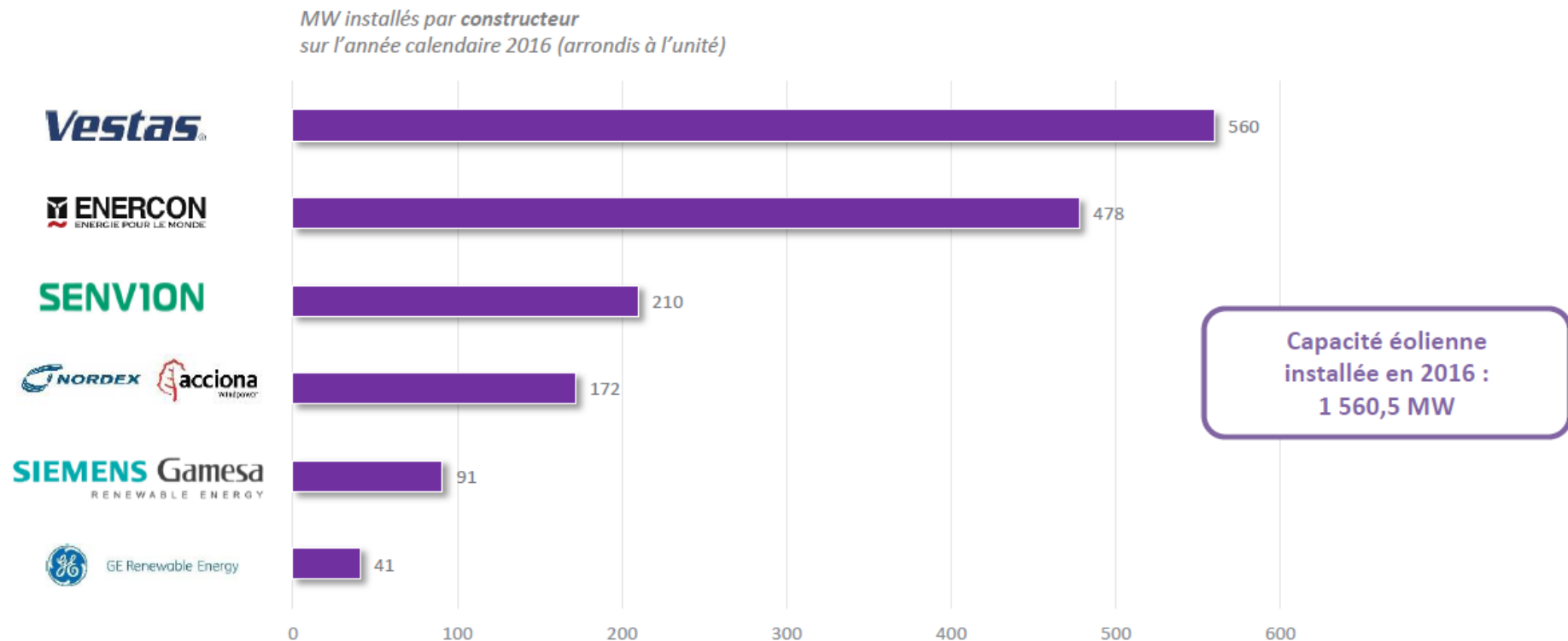
BearingPoint.

Observatoire de l'Eolien. © 2017 BearingPoint France SAS | 23

ANNEXES

Les principaux constructeurs présents en France

Puissance annuelle installée par constructeur



ANNEXES

Les turbines les plus installées en France

Turbines les plus installées à mi-2017 (cumul)

	Modèle	Constructeur	Puissance cumulée (MW)
1	V-90		1 560
2	MM92		1 400
3	E-82		1 300
4	E-70		1 260
5	N-90		840
6	V-100		680
7	N-100		610
8	MM82		580
9	G-90		420
10	V-80		320

Turbines les plus installées entre début 2015 et mi-2017

	Modèle	Constructeur	Puissance cumulée (MW)
1	E-82		450
2	N-100		400
3	V-90		320
4	V-100		310
5	MM92		270
6	E-92		200
7	V-112		190
8	E-70		140
9	GE 2,75		110
10	V-110		100

(Source : FEE – 2017)

Observatoire de l'Eolien. © 2017 BearingPoint France SAS | 50

BearingPoint

ANNEXES

Deux technologies distinctes

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

80 % du marché

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

POMA
LEITWIND

SIEMENS
Siemens Wind Power

ENERCON
ENERGIE FOR THE WEST

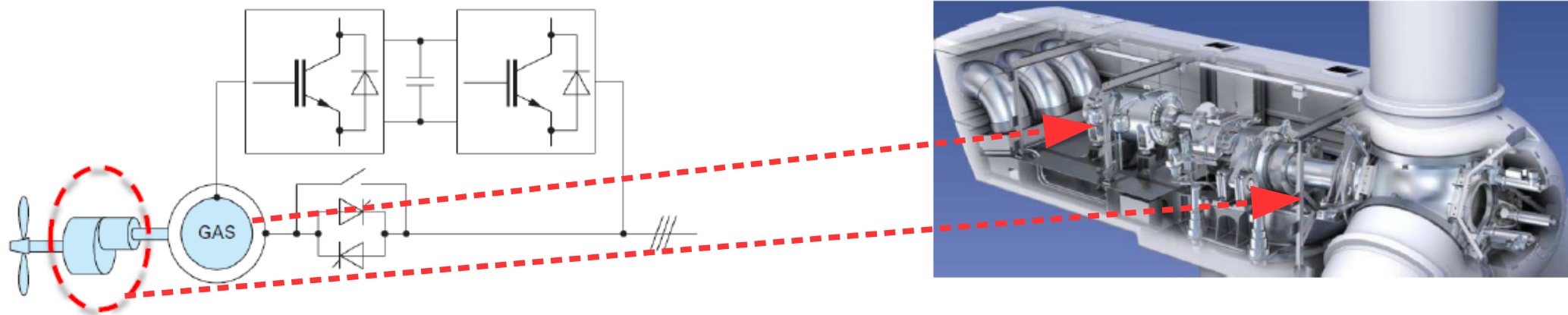
GOLDWIND

20 % du marché

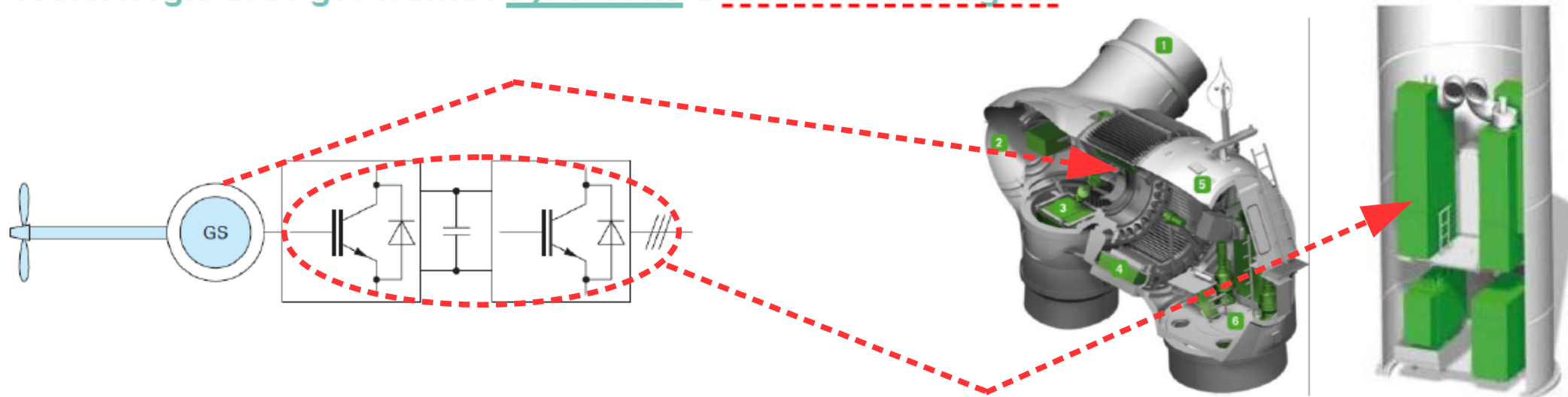
ANNEXES

Deux technologies distinctes

Technologie avec génératrice asynchrone et multiplicateur



Technologie avec génératrice synchrone à conversion intégrale



ANNEXES

Deux technologies distinctes

Composants électroniques dans le mât d'une éolienne



ANNEXES

Vestas V90

Masses

- Nacelle : 68 tonnes
- Tour : 206 - 335 tonnes
- Rotor + hub : 36 tonnes
- Total : 310- 439 tonnes



Rotor

- Vitesse minimale de rotation : 8,2 tours/minute
- Vitesse maximale de rotation : 17,3 tours/minute
- Vent minimum : 3 m/s
- Vent nominal : 13,5 m/s
- Vent maximal : 25 m/s
- Fabricant : Vestas

Générateur

- Type : ASYNC
- Nombre : 1
- Vitesse maximale de rotation : 1680 tours/minute
- Tension de sortie : 690 V

Boîte de vitesse

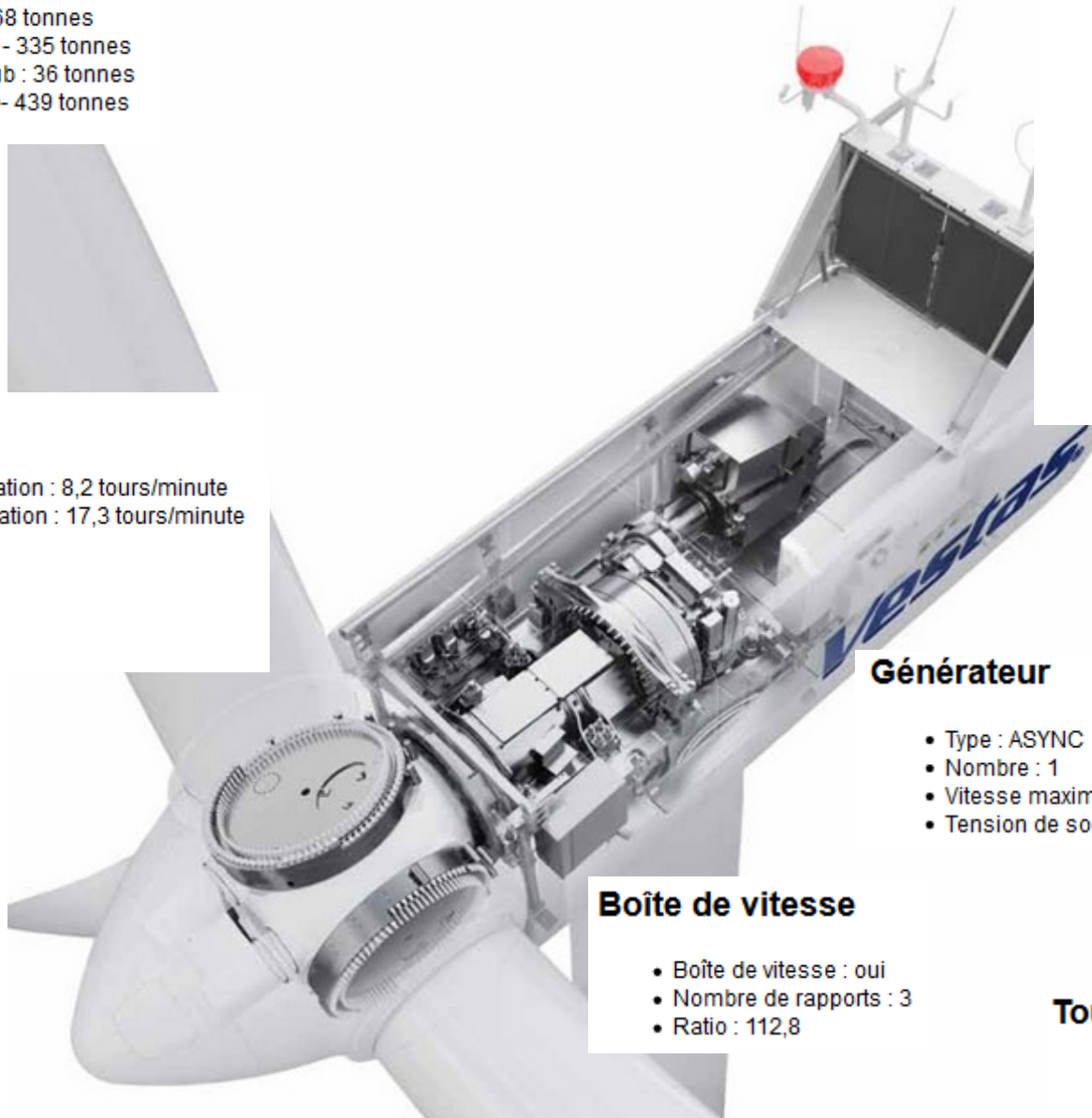
- Boîte de vitesse : oui
- Nombre de rapports : 3
- Ratio : 112,8

Données générales

- Constructeur : [Vestas \(Danemark\)](#)
- Nom de l'aérogénérateur : V90/2000
- [Page produit](#)
- Puissance nominale : 2 000 kW
- Diamètre de rotor : 90 m
- Modèle disponible à la vente
- Classe de vent : IEC IIa/IIIa
- Non compatible offshore
- Surface balayée : 6 362 m²
- Densité de puissance : 3.19 m²/kW
- Nombre de pales : 3
- Limitation de puissance : Pitch
- Mise en service : 2004

Tour

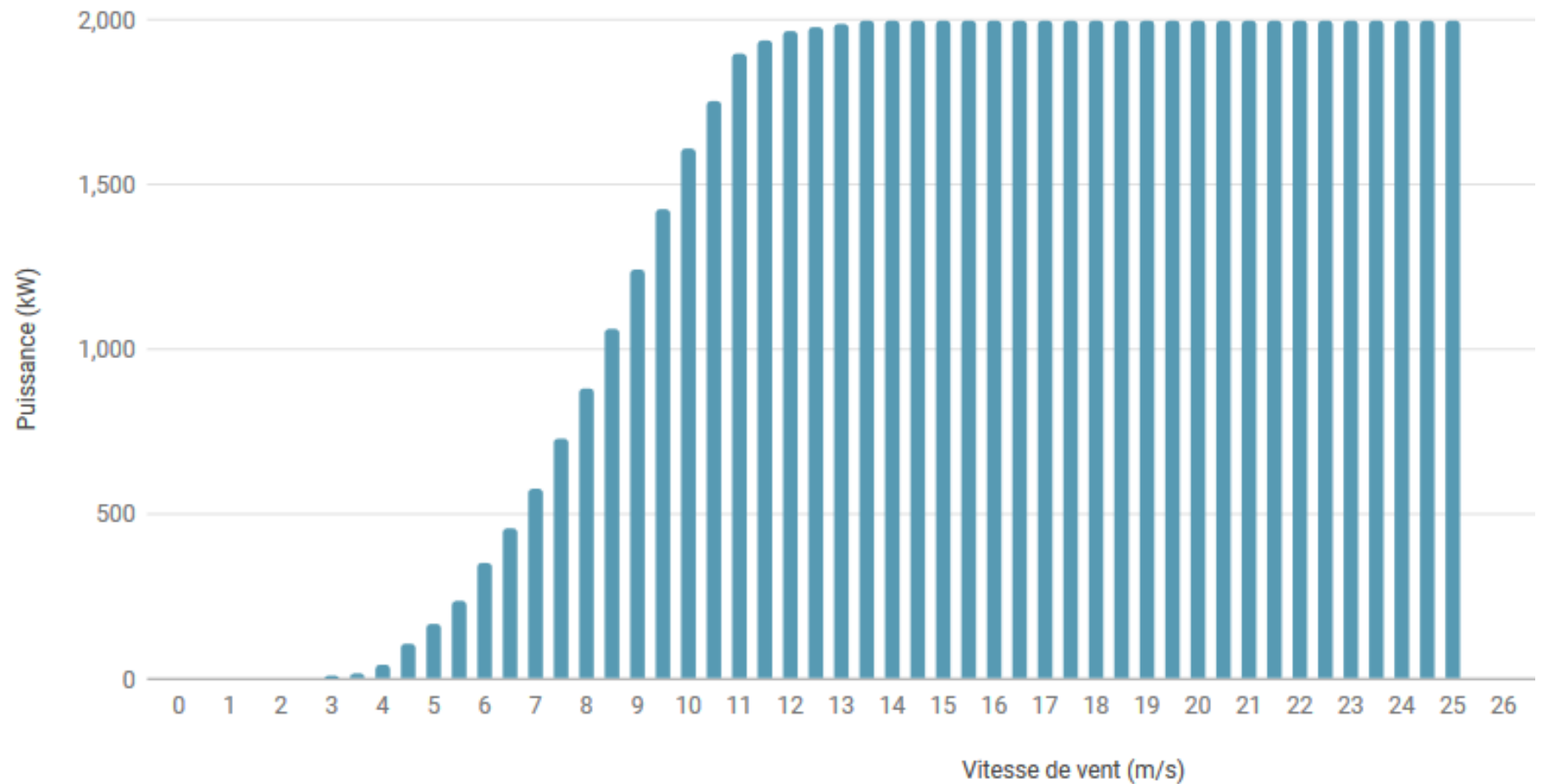
- Hauteur minimale de la nacelle : 95 m
- Hauteur maximale de la nacelle : 125 m
- Fabricant : Vestas



ANNEXES

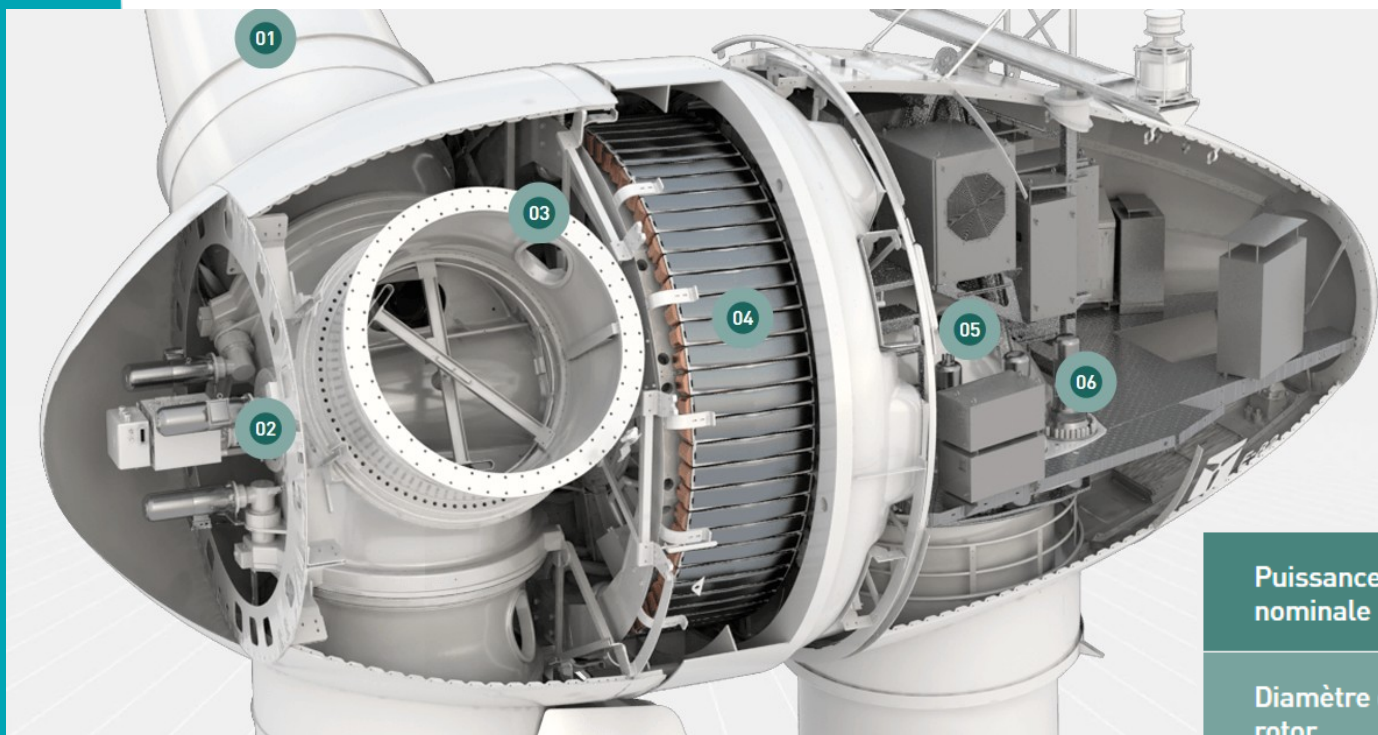
Vestas V90

Courbe de puissance



ANNEXES

Enercon - E82



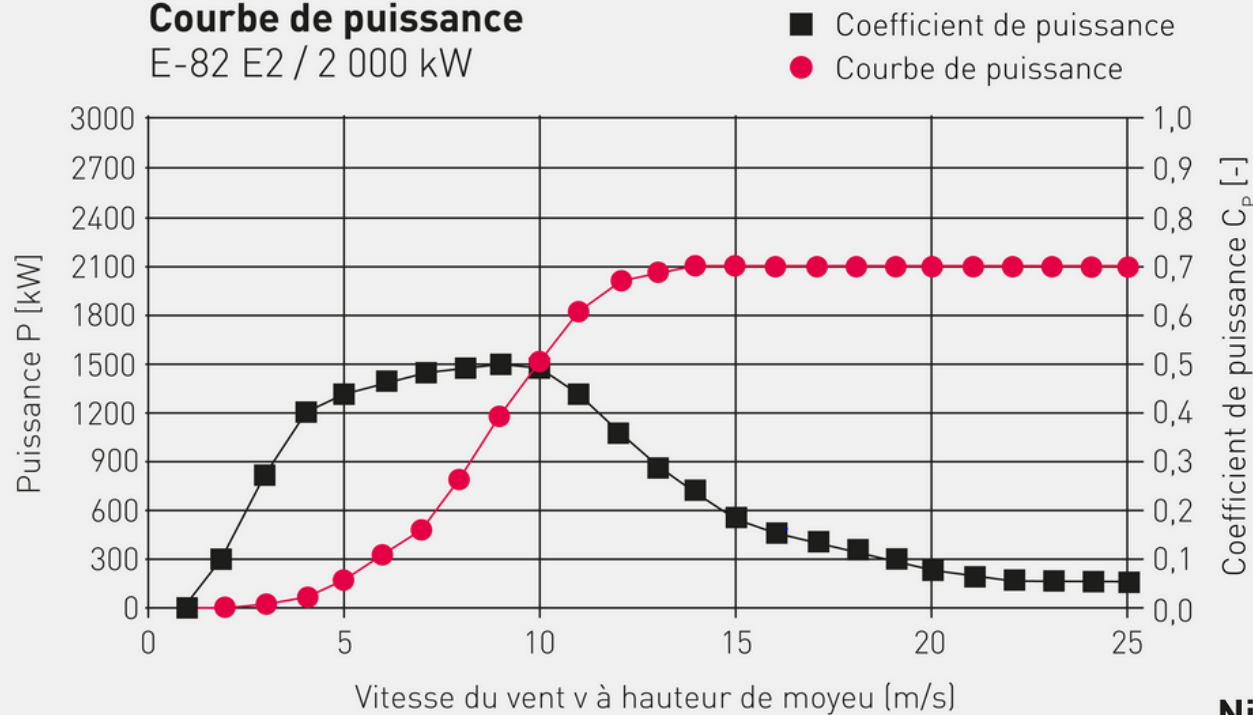
Puissance nominale	2.000 kW
Diamètre du rotor	82 m
Hauteur du moyeu en mètres	78 / 84 / 85 / 98 / 108 / 138
Zone de vent (DIBt)	WZ III
Classe de vent (IEC)	IEC/EN IIA
Concept d'éolienne	sans boîte de vitesse, régime de rotation variable, orientation individuelle des pales

ANNEXES

Enercon - E82

Courbe de puissance

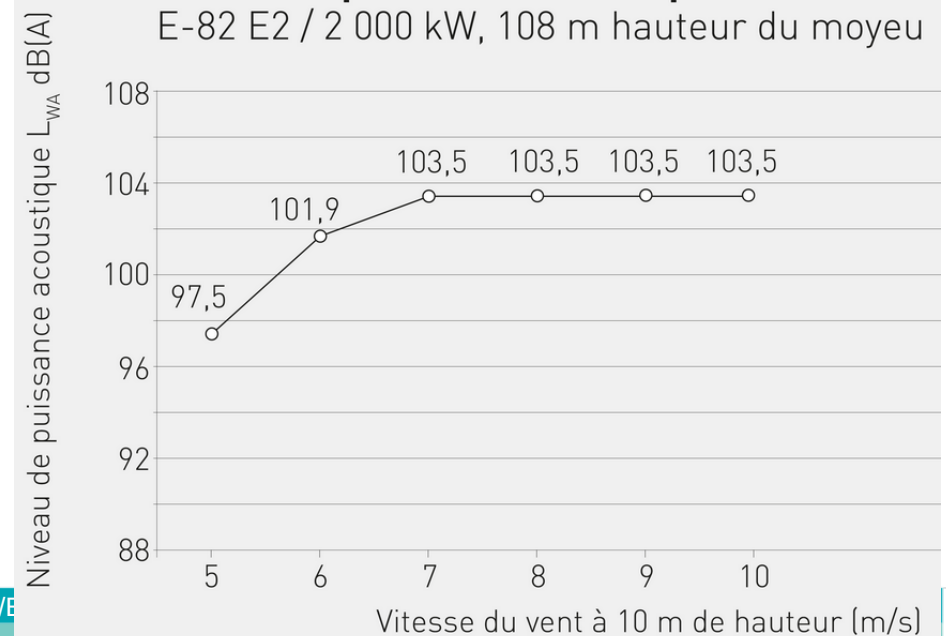
E-82 E2 / 2 000 kW



Le coefficient de puissance indique l'efficacité avec laquelle l'éolienne convertit l'énergie du vent en électricité.

Niveau de puissance acoustique

E-82 E2 / 2 000 kW, 108 m hauteur du moyeu



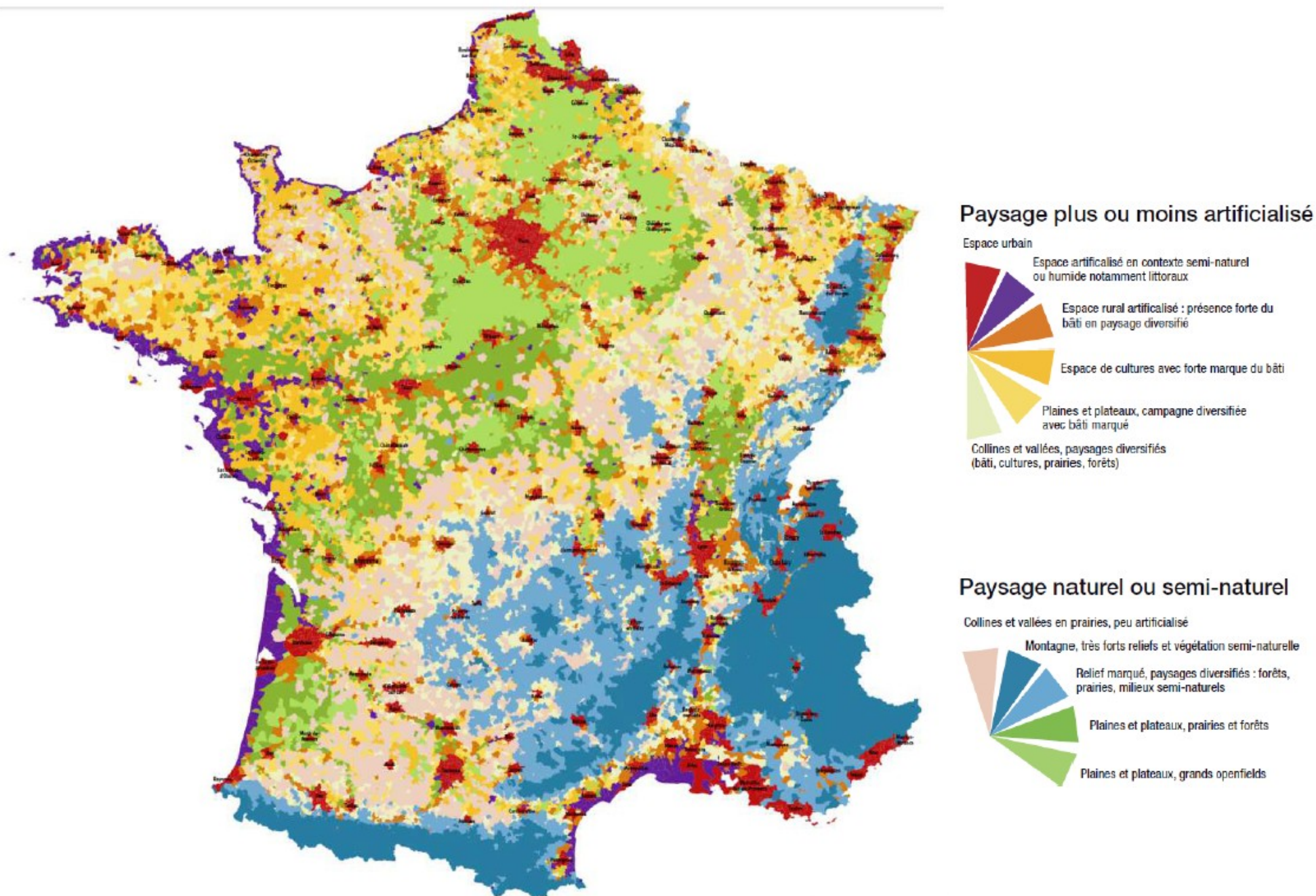
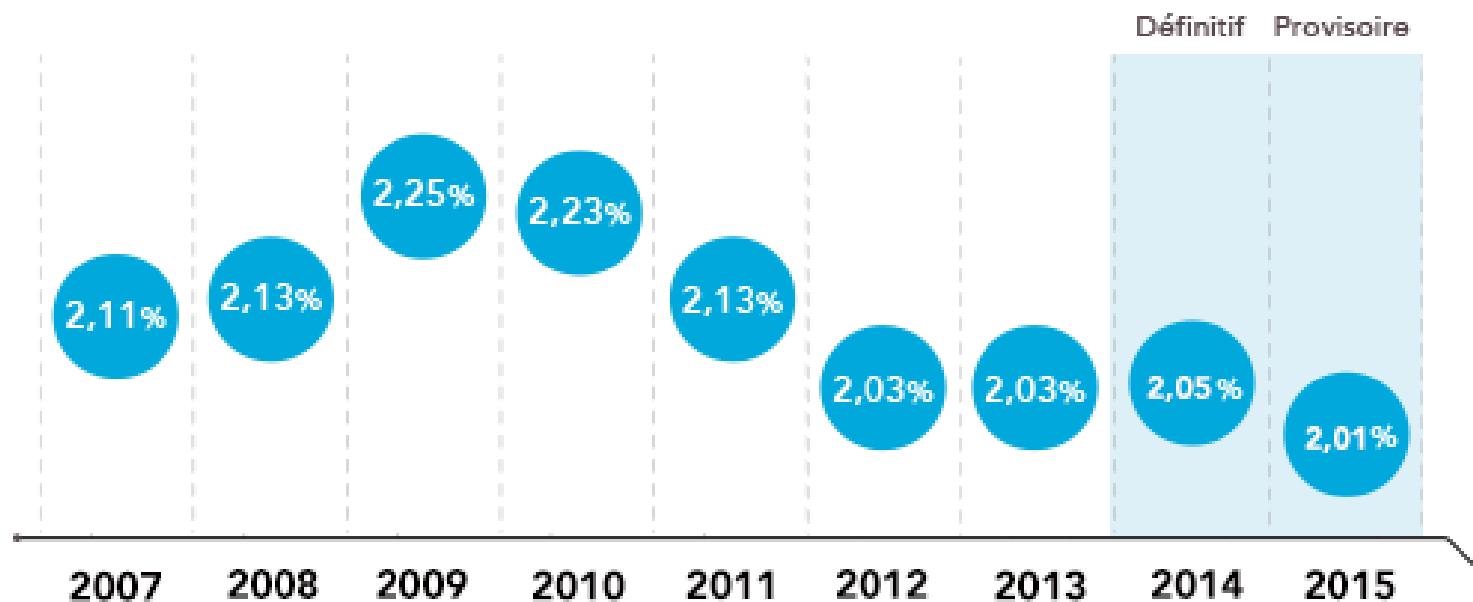


Figure 48 : Typologies de paysages sur le territoire métropolitain

Source : DATAR, 2012

Taux de pertes sur le réseau de transport*



*Le taux de pertes sur le réseau de transport est le ratio entre la consommation d'électricité pour compenser les pertes et l'énergie totale injectée sur le réseau de transport, somme de la production injectée sur le réseau et de l'énergie importée physiquement depuis les pays frontaliers.