

ROYAUME DU MAROC

المملكة المغربية



INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES NATIONAUX

Side event Cop 22

Marrakech, 10 Novembre 2016

المكتب الوطني للكهرباء و الماء الصالح للشرب

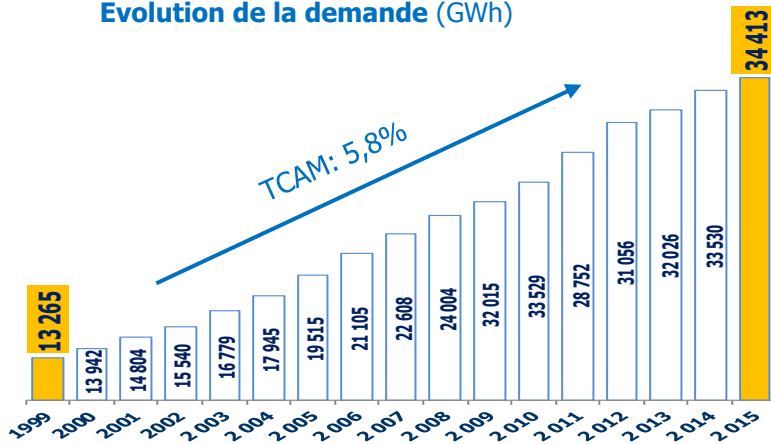
Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable

M. Brahim OUMOUNAH

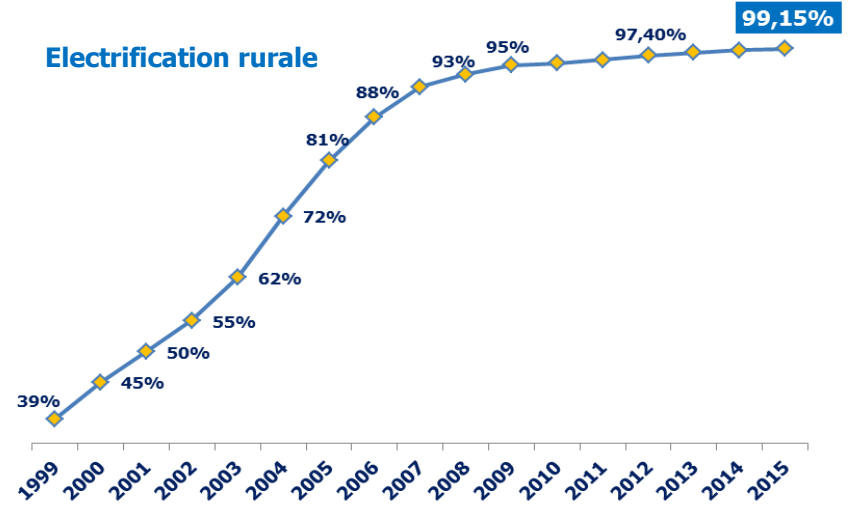
- ❑ **Système électrique marocain**
- ❑ **Situation actuelle des ENR**
- ❑ **Intégration des ENR**
 - ❖ **Intégration de l'énergie éolienne**
 - ❖ **Intégration du photovoltaïque**
- ❑ **Perspectives de développement des ENR**
- ❑ **Mesures d'accompagnement aux projets ENR**
- ❑ **Conclusions**

UNE DEMANDE EN CROISSANCE SOUTENUE

Evolution de la demande (GWh)

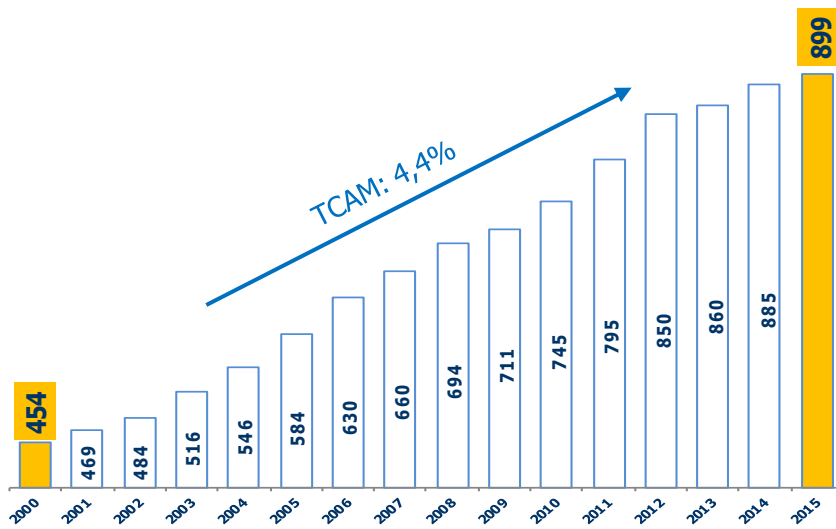


Electrification rurale

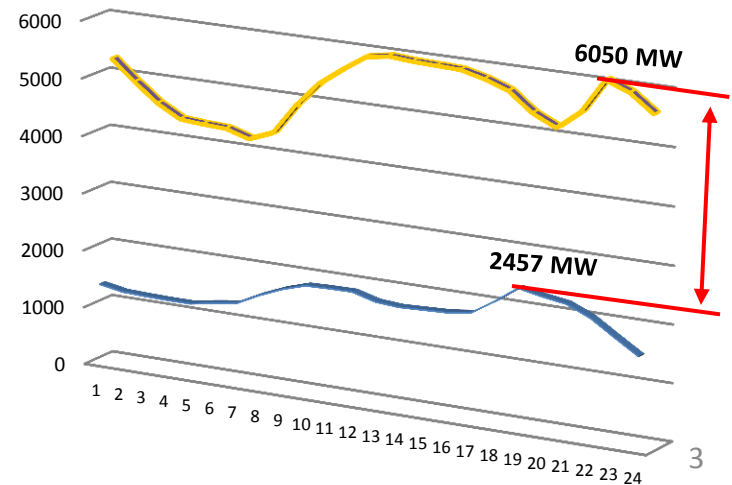


Traduction d'une croissance économique et sociale accélérée, grâce au lancement et à la réalisation de grands projets structurants, de chantiers d'infrastructures et au succès des programmes de développement humain et durable.

Evolution consommation an. par habitant (kWh/hab)

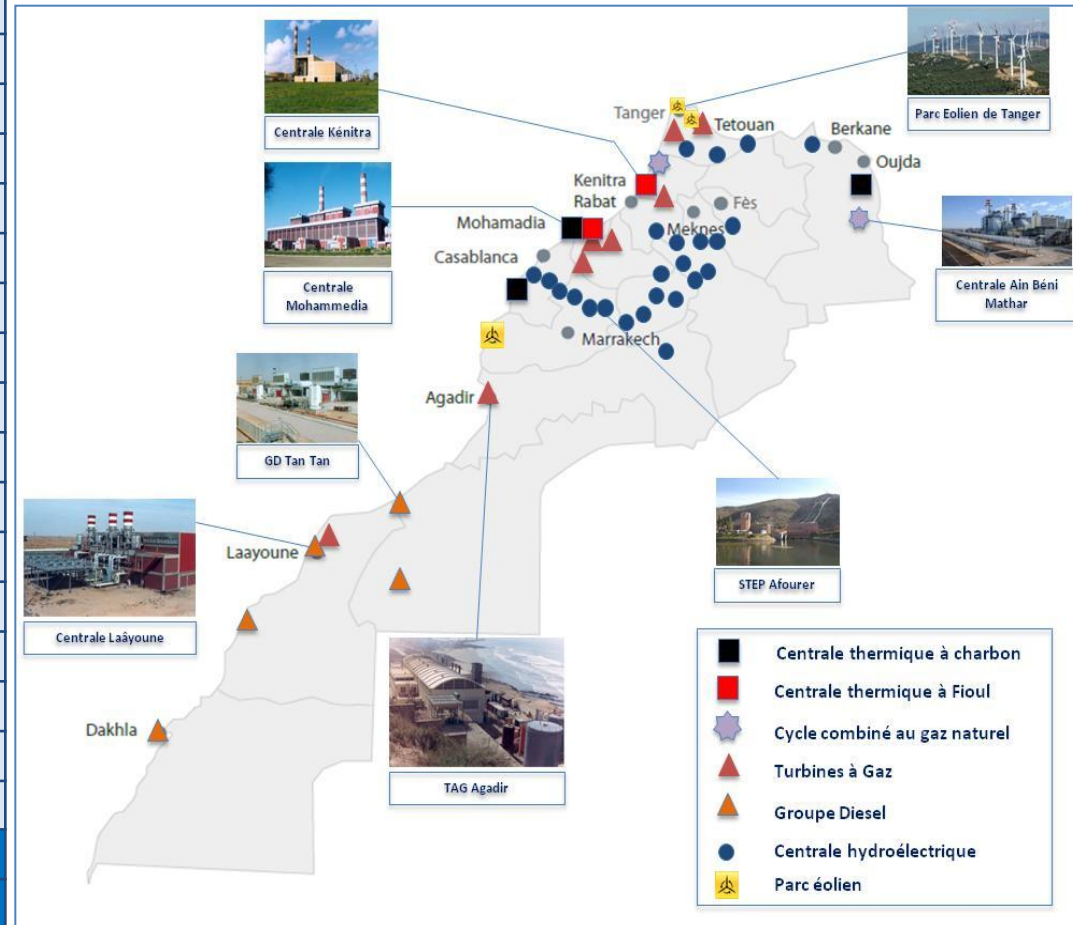


Mutation de la pointe maximale (2000-2016)



PUISSANCE INSTALLÉE - 2015

	Puiss. (MW)	Part (%)
Hydraulique classique	1 306	16
STEP	464	6
Total Hydraulique	1 770	22
Centrales thermiques Vapeur	1 065	13
Turbines à Gaz	1 230	15
Groupes Diesel	201	2
Centrale Thermique de Jorf Lasfar	2 080	26
Centrale à Cycle Combiné de Tahaddart	384	5
Centrale à Cycle Combiné Ain Béni Mathar	452	6
Total Thermique	5 412	66
Parcs éoliens ONEE (EPC)	200	2
Parcs éoliens ONEE (IPP)	350	4
Parcs éoliens (autoproduction)	37	0,5
Parcs éoliens (Loi 13-09)	203	2
Solaire thermique - Ain Béni Mathar	20	0,2
Solaire PV : Noor I + Assa	160,8	2
Total Eolien & Solaire	970,8	12
Puissance installée totale	8 154	100
Pointe 2015	5800	71



Part des ENR dans le parc de production : **34%**

INTERCONNEXIONS

Maroc-Portugal

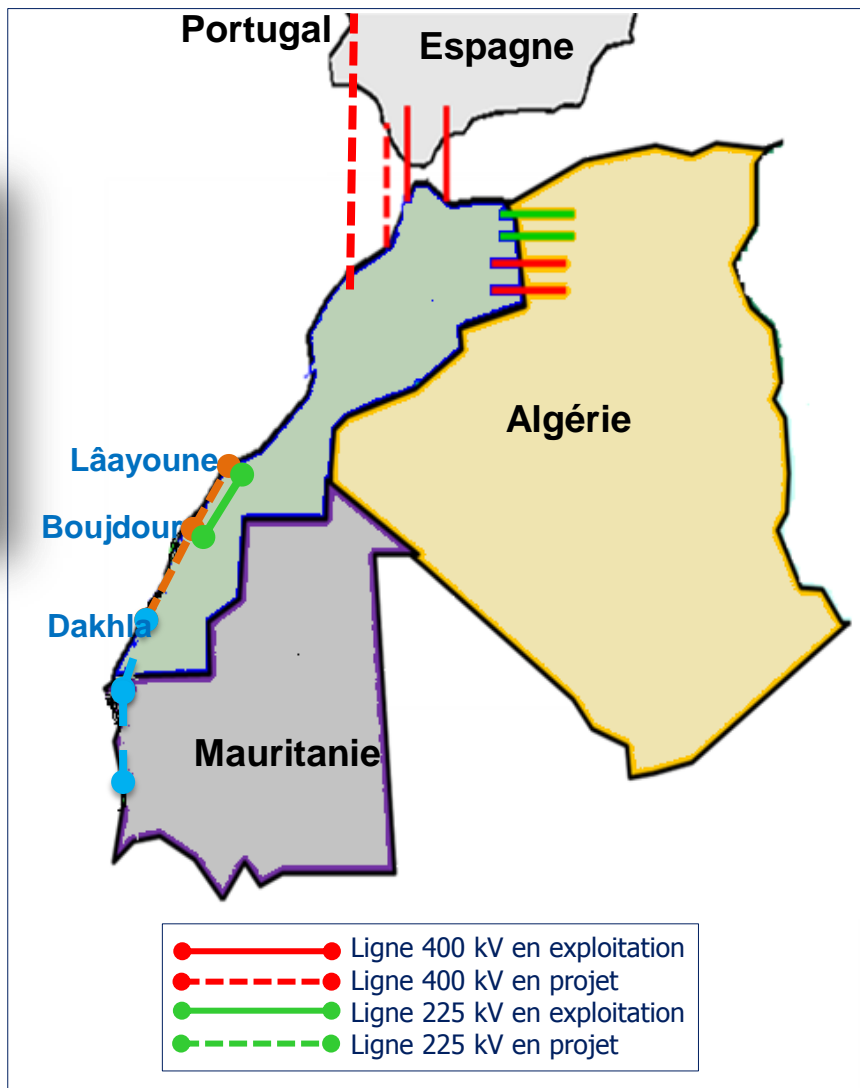
Etude de faisabilité technico-économique en cours



Maroc-Mauritanie *

Objectifs :

- Renforcer la sécurité d'approvisionnement de la région en électricité fiable et à des coûts compétitifs
- Intégrer les systèmes électriques de l'Afrique de l'Ouest au réseau européen à travers l'Interconnexion Maroc-Espagne
- Valoriser les ressources en énergies renouvelables de la région
- Favoriser la création d'un marché régional d'électricité



Maroc-Algérie

- 1^{re} interconn. (225kV) en 1988
- 2^{me} interconn. (400 kV) en 2008
- Capacité d'échange : 1500MW

Maroc-Espagne

- 1^{re} interconnexion en 1997
- 2^{me} interconnexion en 2006
- Capacité d'échange : 1400 MW
- Capacité commerciale : 750 MW
- ONEE 4^{me} opérateur dans le marché espagnol d'électricité
- 3^{me} interconnexion en cours d'étude



* En perspective

SITUATION ACTUELLE DES ENR

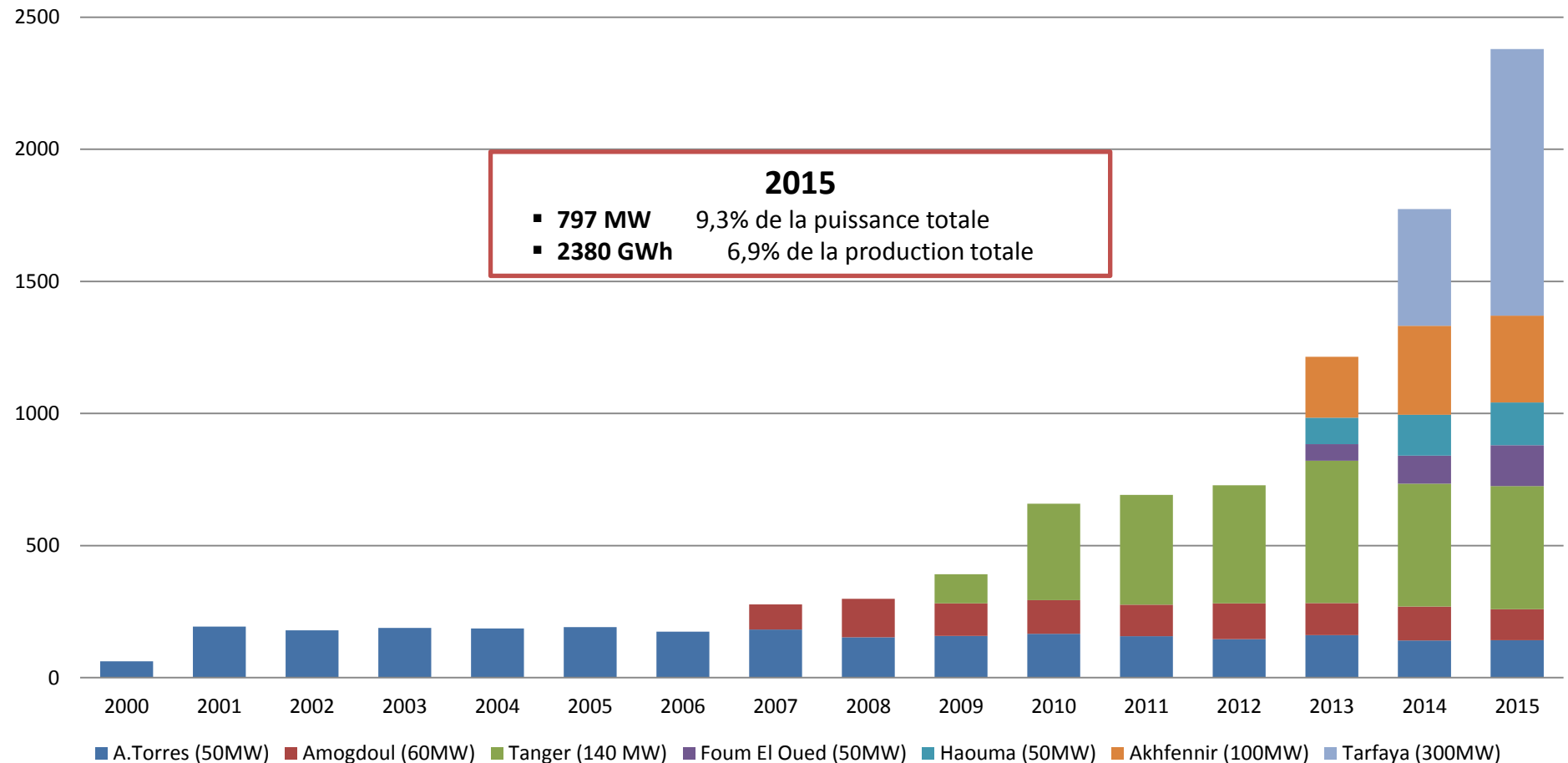
Centrales solaires et parcs éoliens existants

Parc éolien	Site	Puissance installée (MW)	Date de mise en service
Parcs ONEE			
AMOGDOUL	ESSAOUIRA	60.35	2007
TANGER	TANGER	140.25	2009
IPP			
CED	TETOUANE	50.4	2000
TARFAYA	TARFAYA	301.3	2014
Loi 13-09			
AKHFENNIR	TARFAYA	101.87	2013
FOUM ELOUED	LAAYOUNE	50.6	2013
HAOUMA	TANGER	50.6	2013
Autoproduction			
LAFARGE	TETOUANE	32.2	
CIMENT DU MAROC	LAAYOUNE	5.25	
		793	

Centrale solaire	Site	Puissance installée (MW)	Date de mise en service
Parcs ONEE			
Champs solaire ABM	ABM	20	2009
Microcentrales PV raccordées aux réseaux MT ou BT			
Centrale solaire PV de Tit Mellil	Tit Mellil	0,046	2007
Microcentrales photovoltaïques d'Ouarzazate	Ouarzazate	0,12	2011
Centrale solaire PV d'Assa	Assa	0,8	2014
MASEN			
NOUR 1 (CSP)	OUAZAZZATE	160	2016
		181	

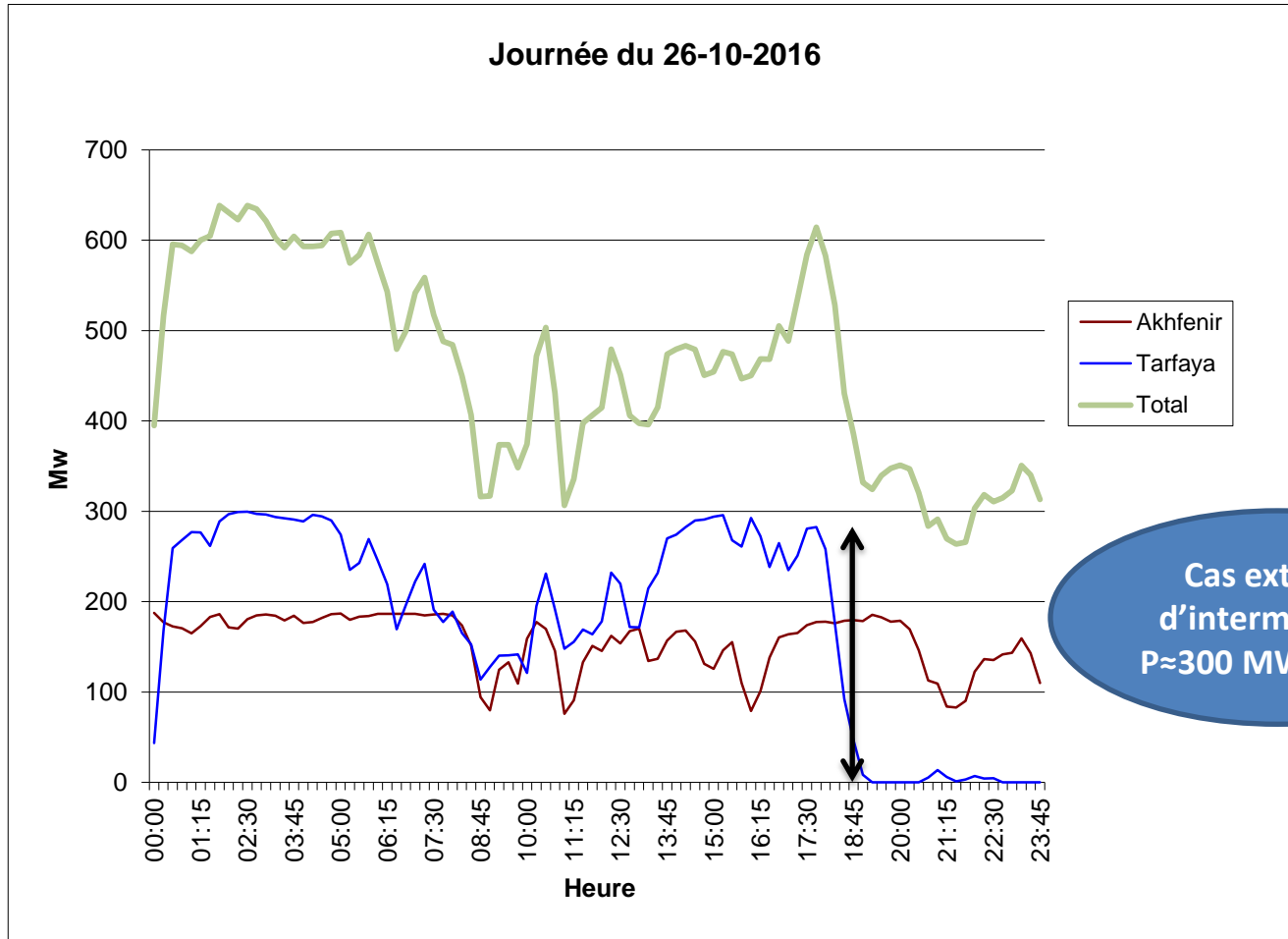
SITUATION ACTUELLE DES ENR

Production électrique d'origine éolienne (GWh)



SITUATION ACTUELLE DES ENR

Profils de productions éoliennes – Journée du 26 octobre 2016



SITUATION ACTUELLE DES ENR

Gestion de l'intermittence

Moyens de production flexibles : STEPs, centrales hydrauliques à réservoirs, TAG, CCGT, ...

Contribution des interconnexions

Moyens de prévision de la production éolienne

L'ONEE a conclu une prestation de service avec une société spécialisée dans la prévision des énergies renouvelables se basant sur :

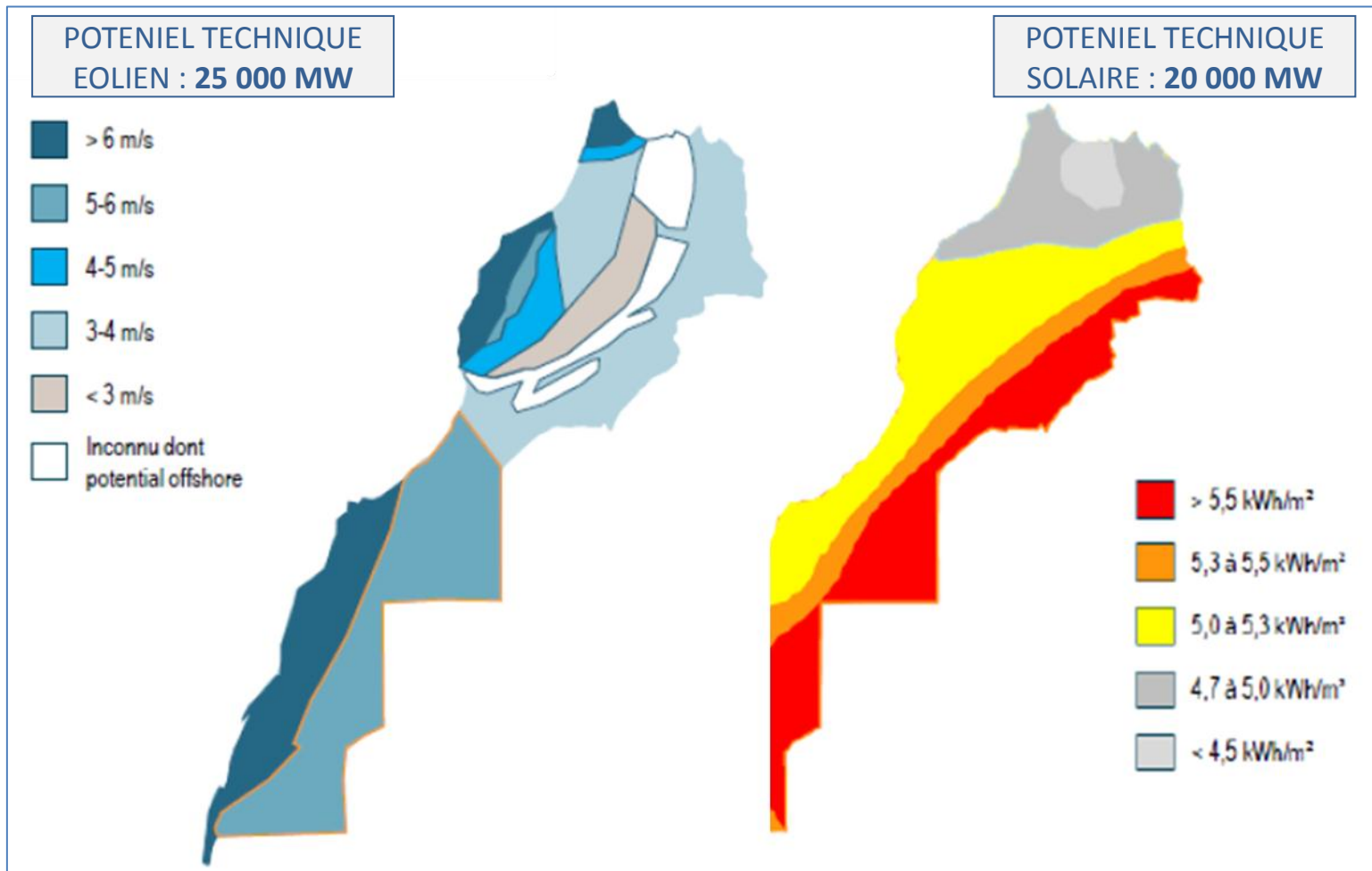
- la prévision des modèles météorologiques avec des adaptations par rapport à la région concernée par la prévision.
- les productions réalisées au niveau des parcs éoliens concernés.

Evaluation des prévisions par rapport aux réalisations

- Pour les parcs du Nord et la parc d'Essaouira, les plus observés et qui disposent d'un historique de production suffisant, l'erreur moyenne absolue est de l'ordre de 10 % à 15 % selon la portée de la prévision.
- Pour les parcs du sud l'erreur est entre 15 et 25 %.

INTEGRATION DES ENR

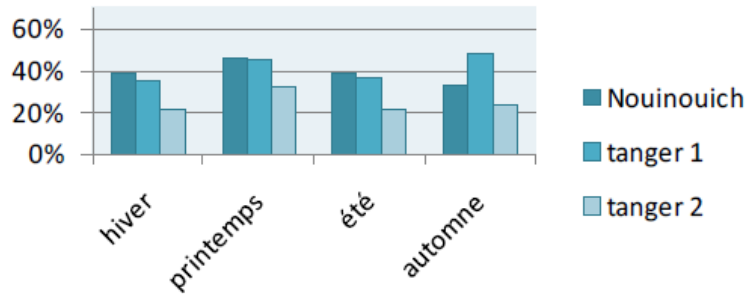
Potentiels éolien et solaire



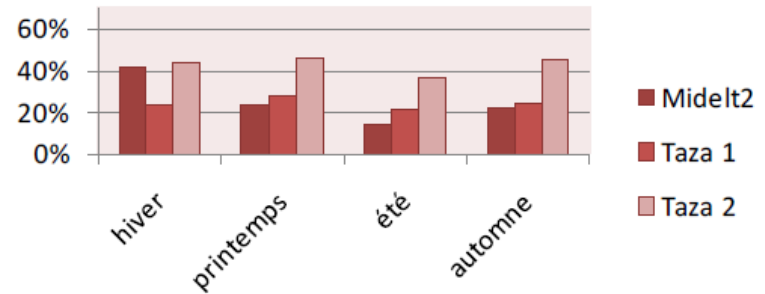
INTEGRATION DES ENR

Facteur de charge

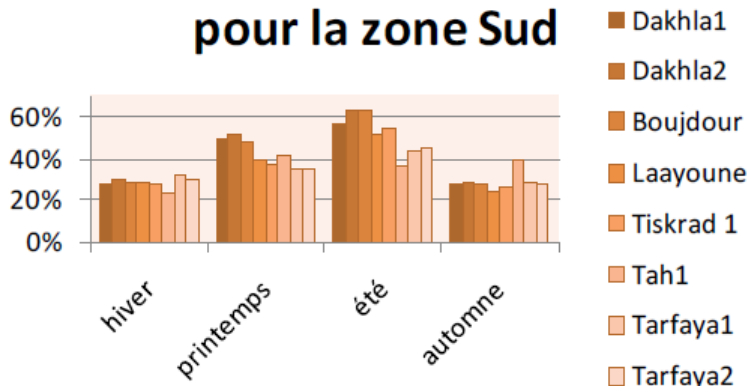
Facteur de charge éolien pour la zone Nord



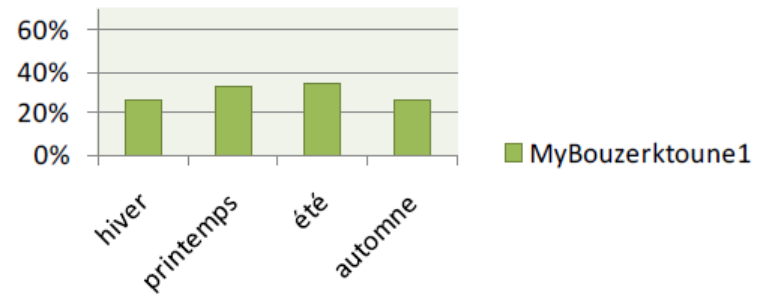
Facteur de charge éolien pour la zone Moyen Atlas



Facteur de charge éolien pour la zone Sud

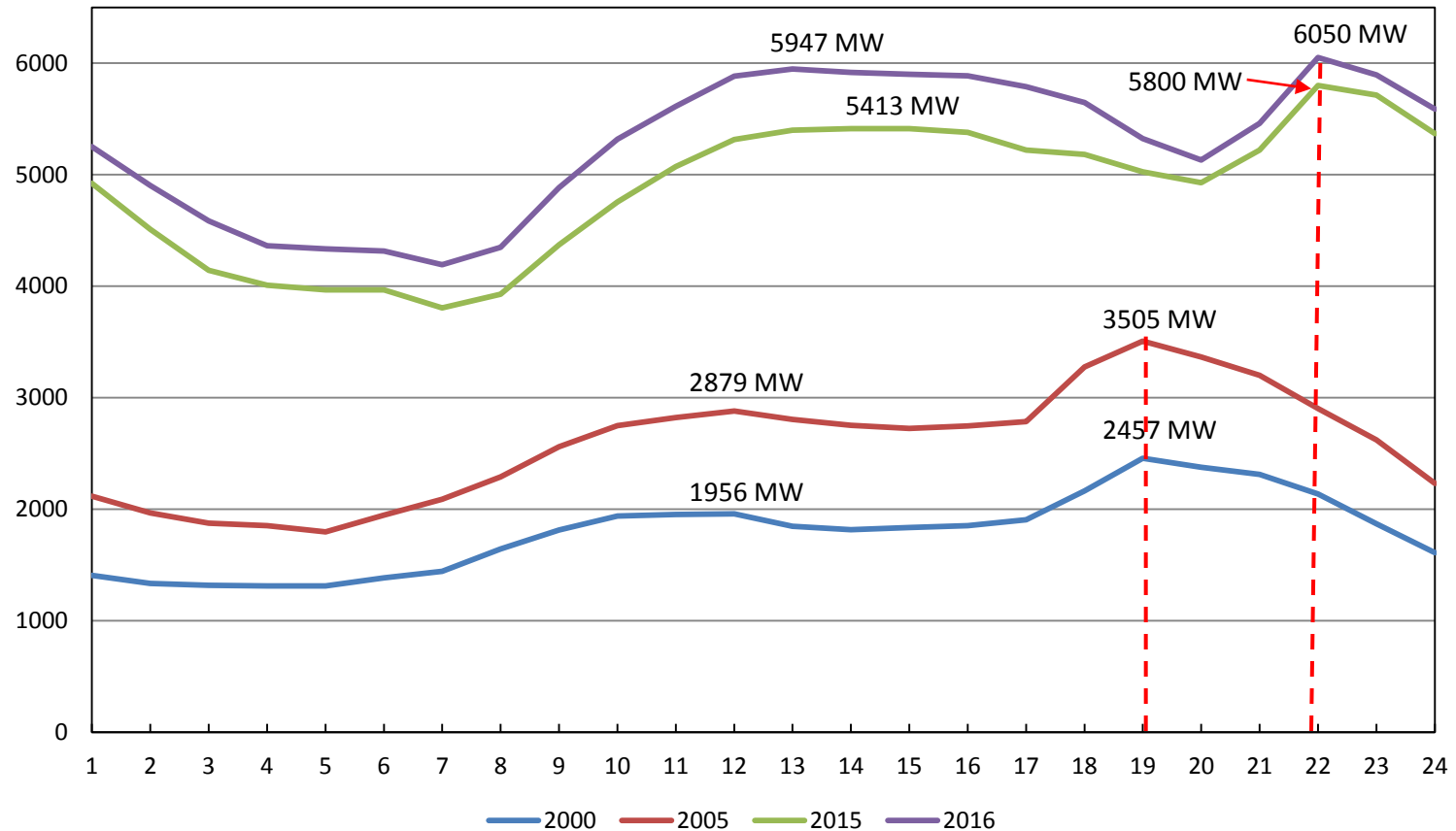


Facteur de charge éolien pour la zone Essaouira



INTEGRATION DU PV

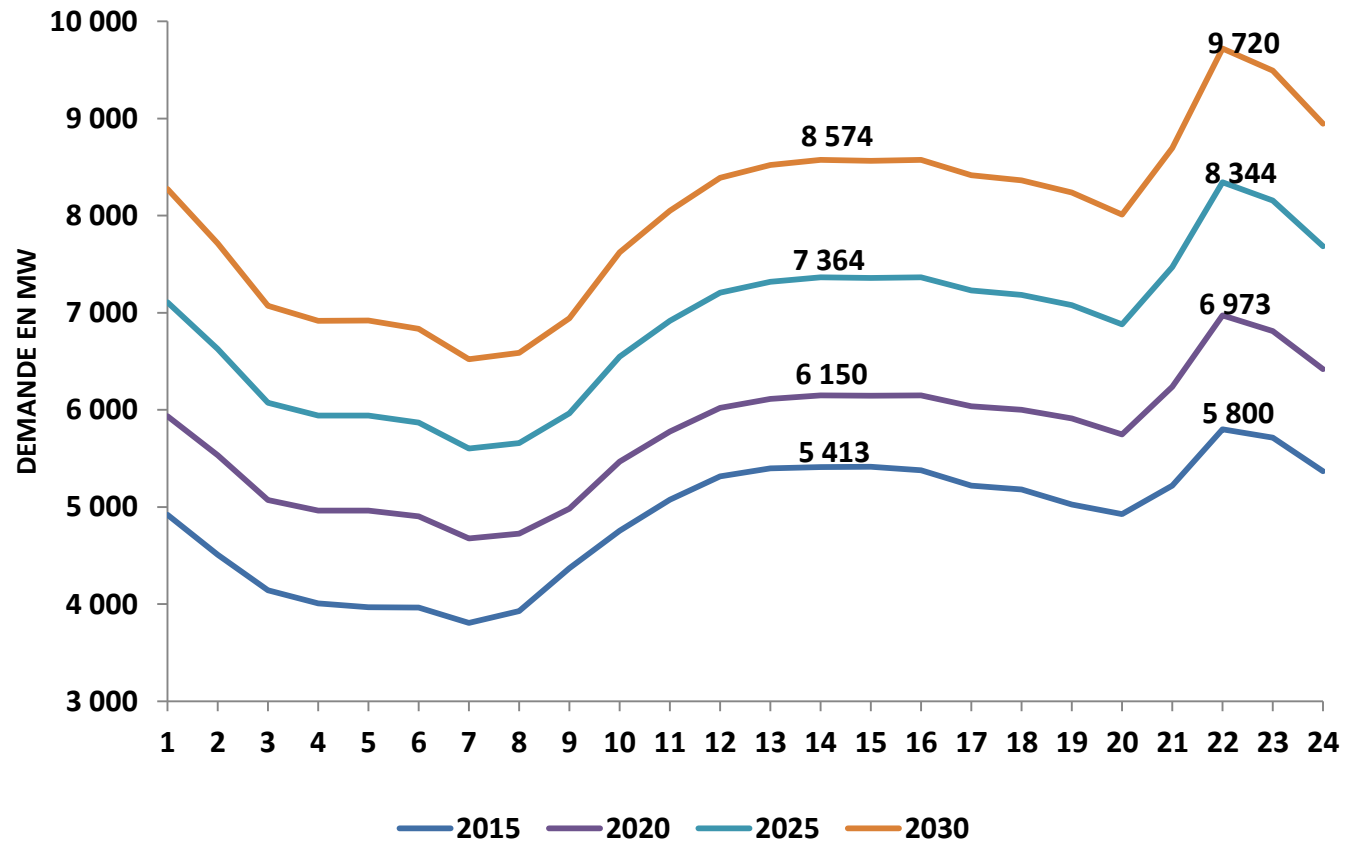
Evolution de la courbe de charge entre 2000-2016



- Apparition de deux points au lieu d'une seule
- Passage d'une pointe d'hiver à une pointe d'été
- Rapprochement progressif de la pointe du matin de celle du soir :
 - Développements économique et social
 - Amélioration du style de vie de la population (climatisation, ...)

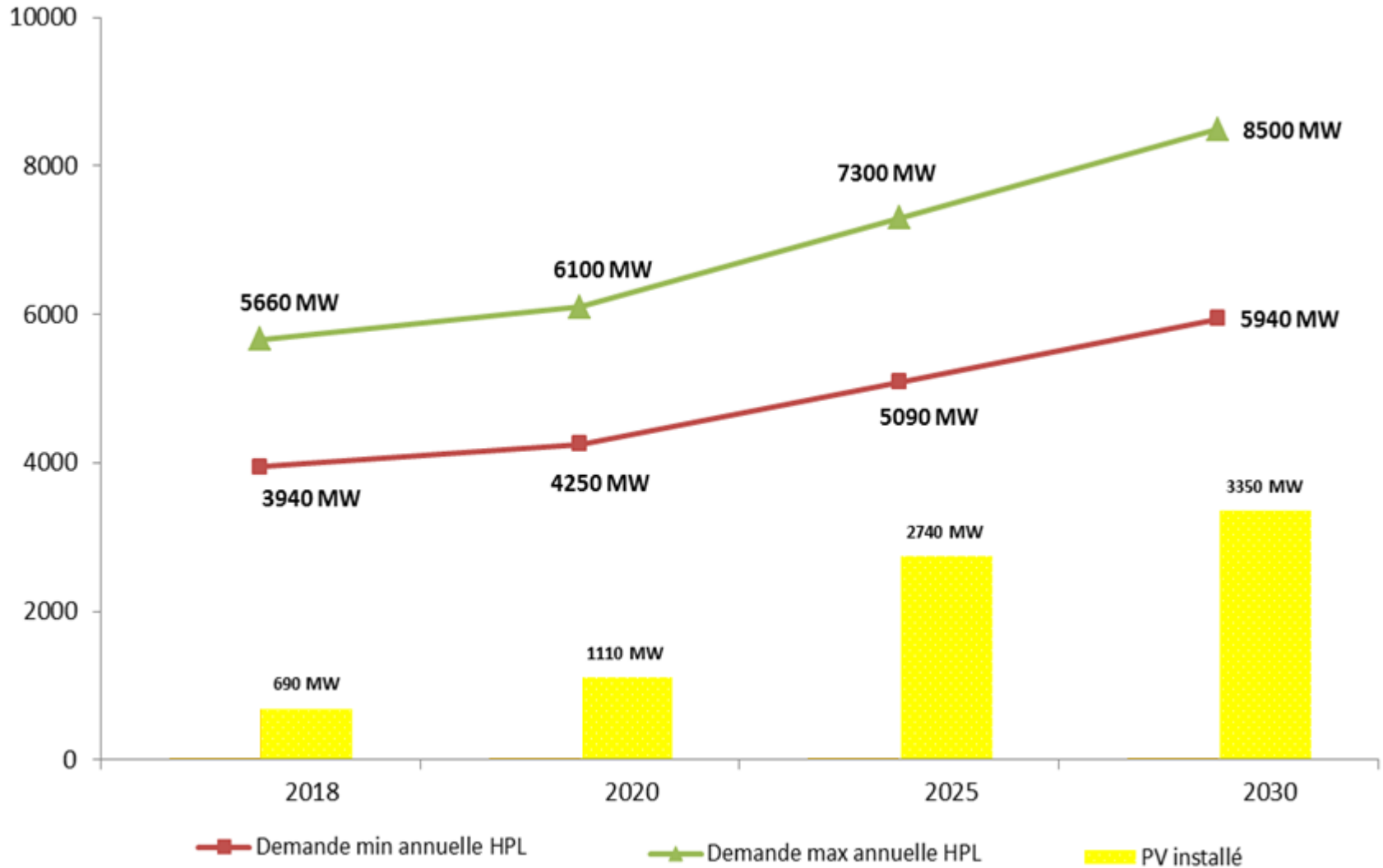
INTEGRATION DU PV

Evolution future de la courbe de charge entre 2016-2030



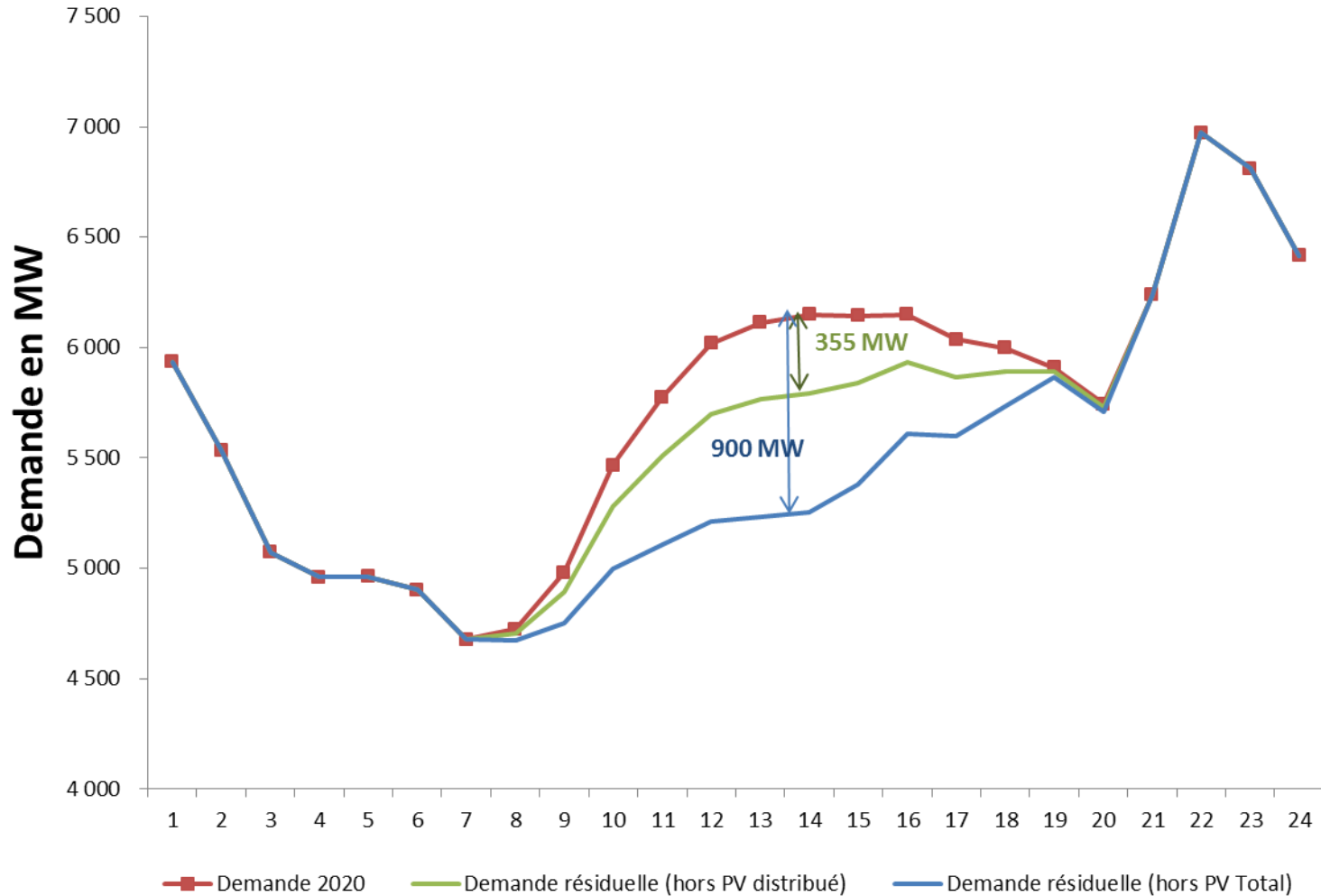
INTEGRATION DU PV

Intégration du PV en heures pleines



INTEGRATION DU PV

Impact du PV sur la courbe de charge de 2020



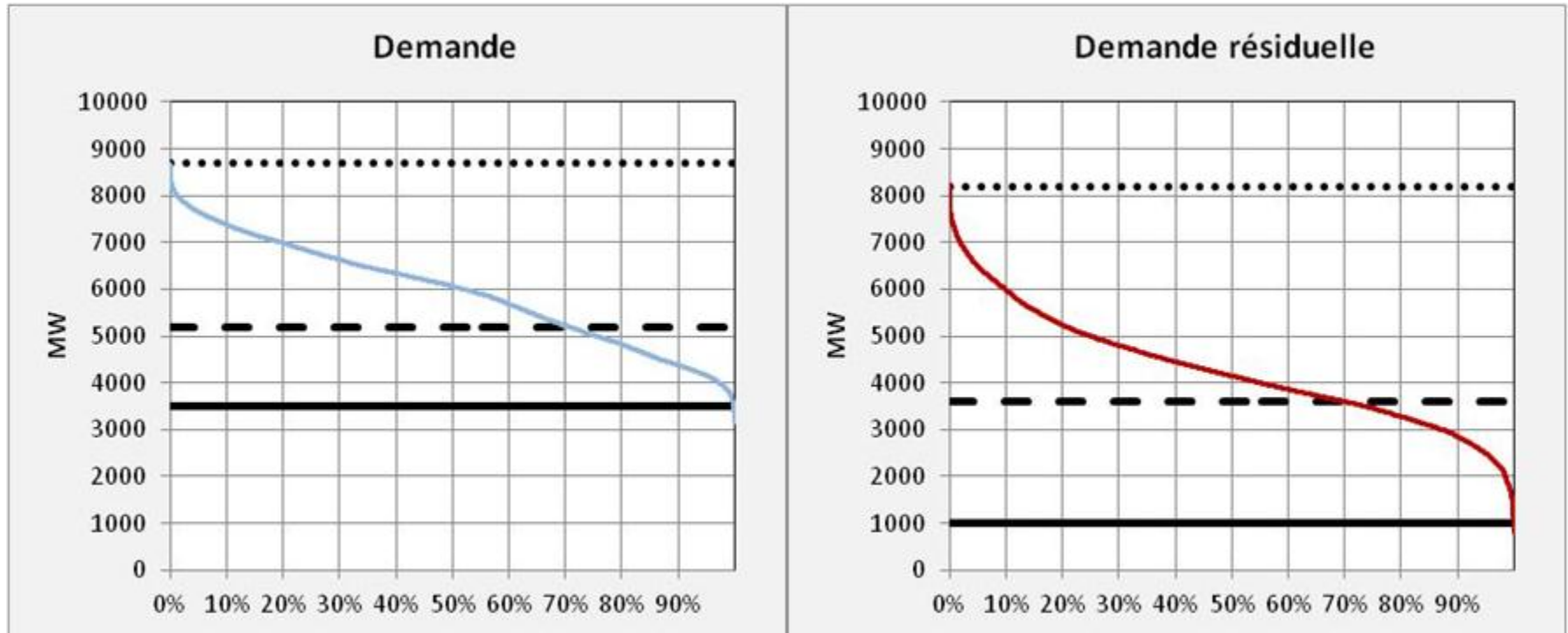
INTEGRATION DES ENR

Contraintes et limites techniques

- Contraintes de minimum technique à respecter en exploitation des groupes thermiques
- Degré de flexibilité du parc thermique (gradients à la baisse ou à la hausse)
- Seuils limites à respecter en terme de nombre d'arrêts/démarrages des groupes thermiques
- Seuils contractuels en écrêtement des ENR
- Niveau d'export des ENR à travers les interconnexions (IME, IMA)

INTEGRATION DES ENR

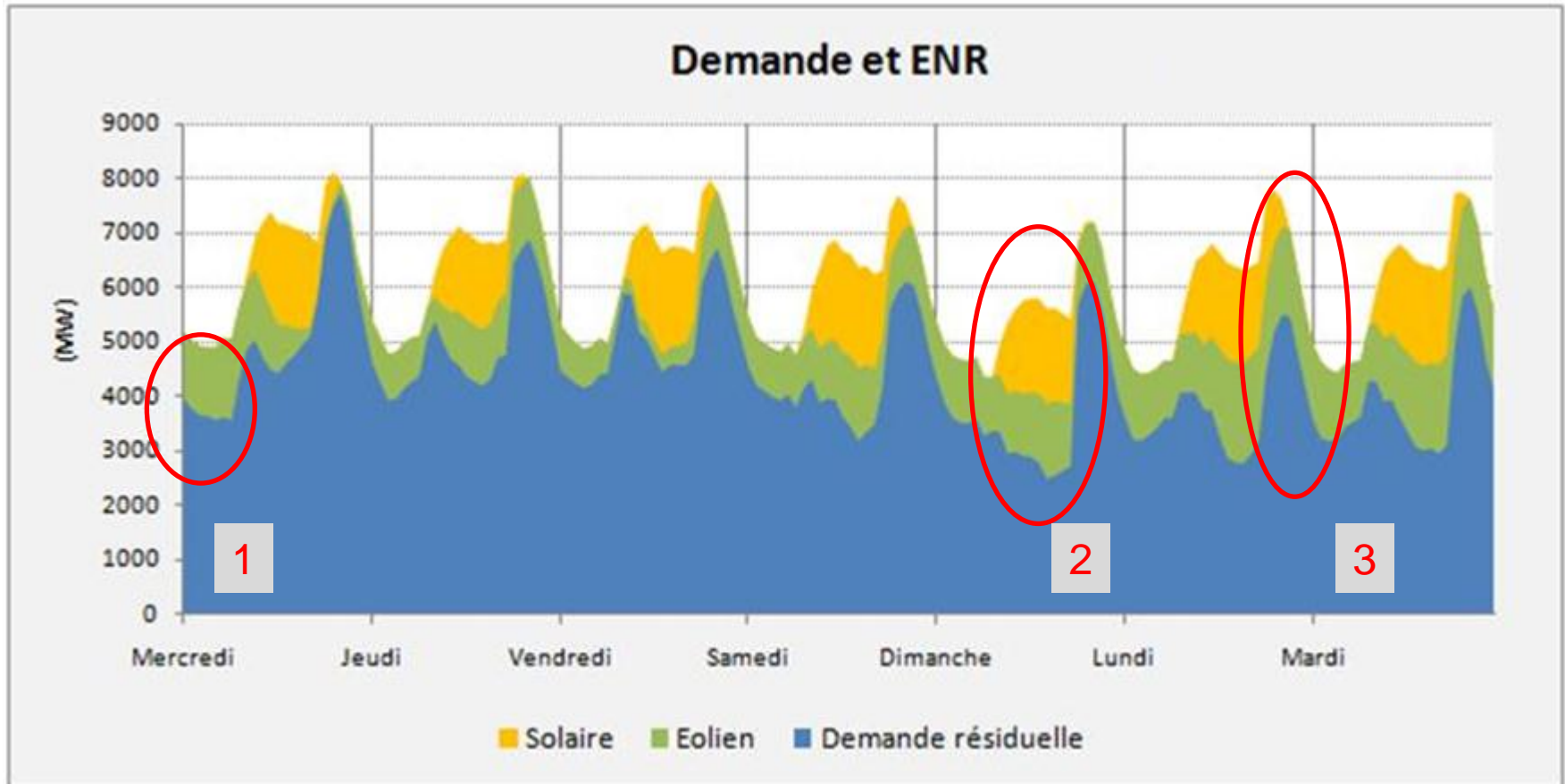
Contraintes de minimum technique



- ◆ Passage de la demande minimale de 3600 à 1000 MW
- ◆ Nombre accru en arrêts/démarrages des groupes
- ◆ Fonctionnement plus fréquent des groupes thermiques à minimum technique avec une dégradation très significative de leur rendement

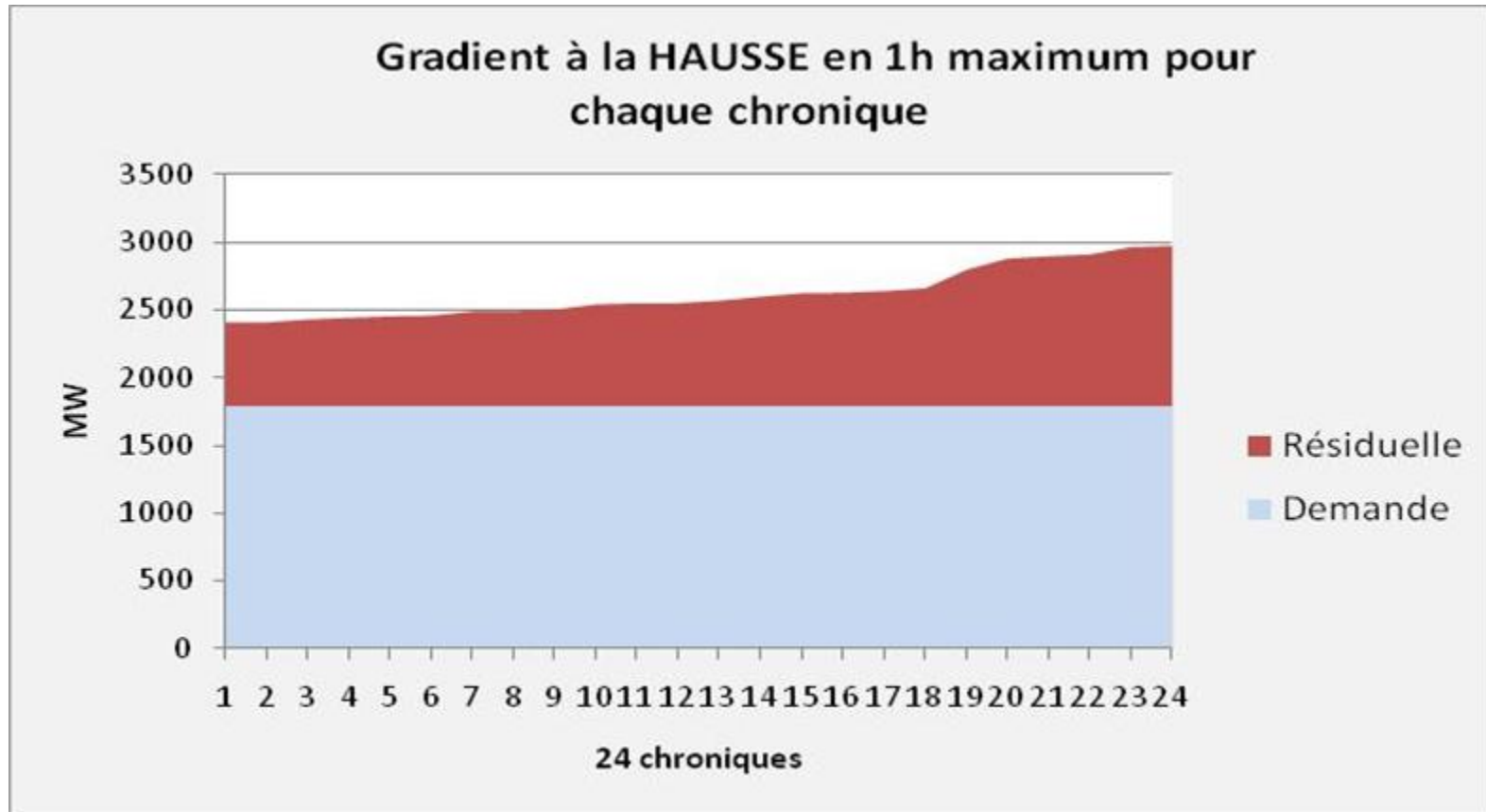
INTEGRATION DES ENR

Degré de flexibilité du parc thermique



- Demande résiduelle minimale \ll Demande minimale
- Grad 1h+ demande résiduelle \gg Grad 1h+ demande

Degré de flexibilité du parc thermique



- Le gradient 1h+ passe de 1800MW à [2500 ; 3000] MW
 - Le plus souvent en fin de journée (arrêt du solaire & pointe du soir)

Stratégie Energétique Nationale

Objectifs

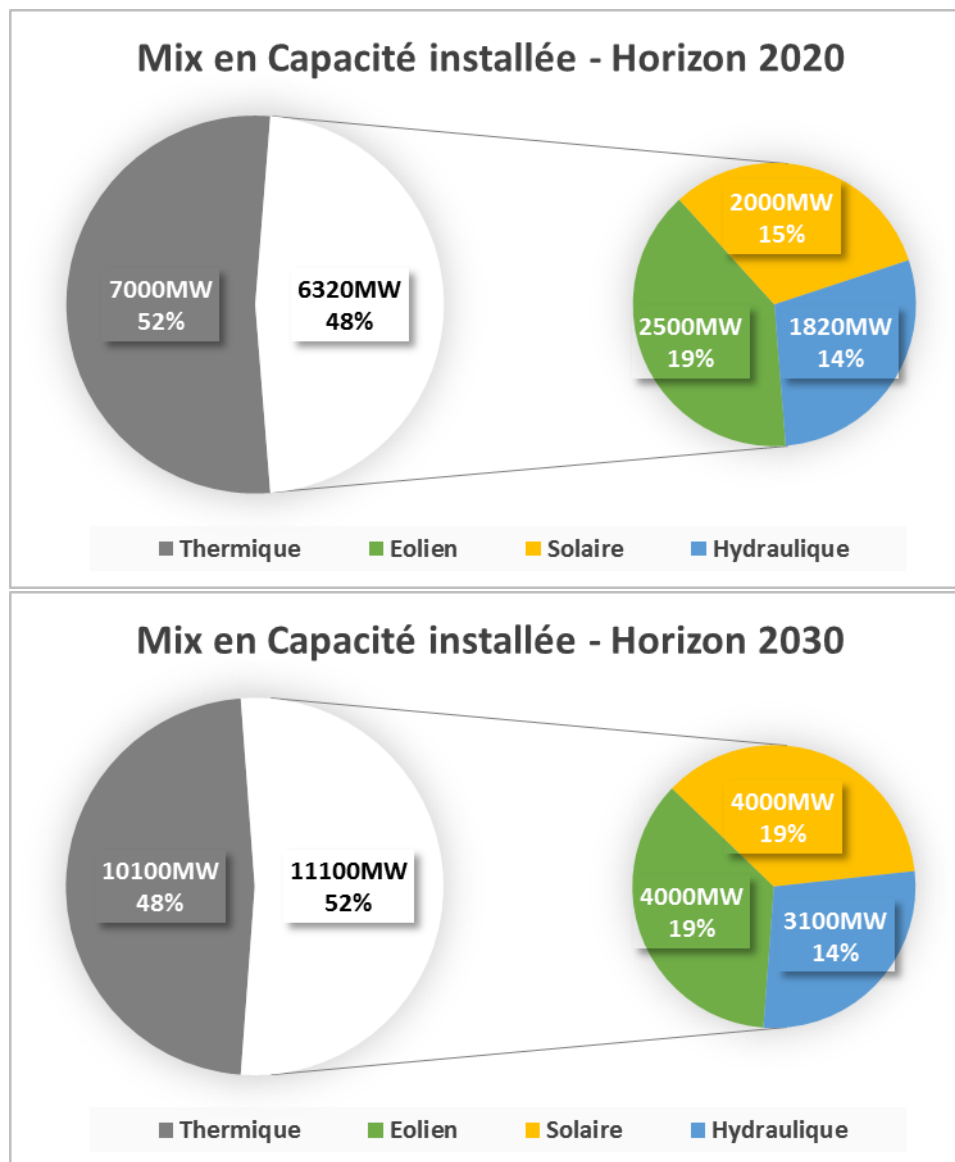
- ❑ Sécurité d'approvisionnement et disponibilité de l'énergie
 - ❑ Accès généralisé à l'énergie à des prix raisonnables
 - ❑ Maîtrise de la demande
 - ❑ Préservation de l'environnement
- **Objectif 1 : 42% ENR en 2020**
 - **Objectif 2 : 52% ENR en 2030**

Orientations stratégiques

- ❑ Mobilisation des ressources nationales par la montée en puissance des énergies renouvelables
- ❑ Mix diversifié et optimisé autour de choix de technologies fiables et compétitives
- ❑ Efficacité énergétique érigée en priorité nationale
- ❑ Intégration Régionale

PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DES ENR

Capacité d'accueil en ENR



ACCOMPAGNEMENT DE L'ONEE AUX PROJETS RENOUVELABLES

Au niveau de la production

- Développement d'un parc de production adapté à l'intermittence des ENR :
 - 4 STEPs d'une puissance totale de 1414 MW;
 - Centrales hydrauliques classiques avec capacité de stockage importante (\approx 1000 MW);
 - Centrales thermiques d'une grande flexibilité: cycles combinés au gaz naturel (\approx 3200 MW).
- Veille sur le choix de technologies éoliennes et solaires éprouvées

Au niveau du transport

- Extension et renforcement du réseau de transport
- Développement des interconnexions
 - Existantes: Espagne et Algérie
 - En étude: Portugal et Mauritanie
- Développement d'un dispatching ENR

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- Investissements dans les moyens de réserve
 - Moyens de production flexibles : STEPs, Cycles combinés, ...
 - Réseau de transport et interconnexions
- Dispatching ENR : maîtrise de la prévision de l'offre et de la demande
- Cadres technique et réglementaire pour l'écrêtement des ENR et de la demande
- Veille et maîtrise des technologies de stockage d'énergie
- Coordination et échanges d'informations entre les dispatchings (transport et de distribution) avec les différents acteurs du secteur de l'électricité
- Révision de la tarification
- Formation et préparation des RH à la transition énergétique

ROYAUME DU MAROC

المملكة المغربية



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION**

المكتب الوطني للكهرباء و الماء الصالح للشرب
Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable