

Journée de la Chaire Modélisation prospective, MINES ParisTech, 3 octobre 2012

Enjeu de la régionalisation du secteur électrique en Afrique

Sandrine SELOSSE

MINES ParisTech – CMA



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Le modèle : ETSAP-TIAM

- Modèle d'optimisation bottom-up
 - Analyse long terme du système énergétique (RES)
 - Minimisation du coût total actualisé du système
- Consortium ETSAP-TIAM 2012
 - Révision continue
 - Amélioration des ensembles de données et de la structure du modèle



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Contexte énergétique africain

- **Croissance attendue des besoins énergétiques**
 - Plus de 60 % de la population africaine sans accès
 - Population croissante et développement
- **Ressources naturelles importantes**
 - Ressources fossiles et potentiel renouvelable
 - Energies renouvelables largement inexploitées et devraient être promues dans le futur



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Mix électrique dans l'ensemble largement similaire
aux autres continents mais significativement
différent d'une région à une autre...



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

■ Réalités économiques et énergétiques contrastées au sein de l'Afrique

- Afrique du Nord et du Sud : 75% de l'énergie consommée
- Afrique sub-saharienne : 75% de la population

	Population (millions; 2009)	PIB par hab. (US \$)	Conso. Elec par hab. (kWh)	Conso. Elec (GWh)
AFRIQUE	1 030	1 380	474	446 150
Afrique du Nord	169	2 665	1 039	138 325
Afrique Sub-saharienne	810	525	136	105 825
Afrique du Sud	50	5 720	4 008	202 000

Source: Heuraux, 2010



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

■ Ressources énergétiques et potentiels inégalement répartis

- Afrique du Nord : pétrole abondant et potentiel CSP
- Afrique sub-saharienne : potentiel hydraulique
- Afrique du Sud : charbon

	Capacité installée (GW)		Potentiel et réserves			
	TOTAL	Hydro	Hydro (GW)	Gaz (Gm3)	Charbon (Mt)	Pétrole (Mbl)
AFRIQUE	114	24	201,3	14 893	55 519	125 000
Afrique du Nord	43	5	7,2	8 079	73	60 900
Afrique Sub-saharienne	30	17	192,6	6 795	1 446	64 100
Afrique du Sud	41	2	1,5	19	54 000	-

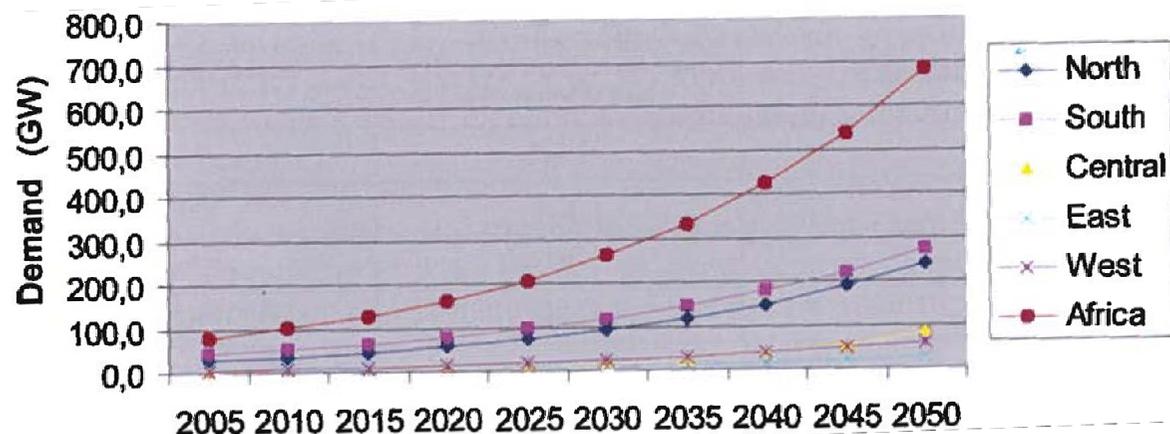
Source: adapté de Heuraux, 2010



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

■ Accroissement important attendu de la consommation électrique

- Afrique du Nord et Afrique du Sud



Source: WEC, 2007 according 2004 data

■ Impact différent sur le mix selon les régions



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Développement dans ETSAP-TIAM

■ Implémentation de 3 sous-secteurs électriques

- Afrique du Nord (AFR1)
- Afrique sub-saharienne (AFR2)
- Afrique du Sud (AFR3)

■ Répartition sous-régionale de l'année de base

- Source : IEA Statistics, 2011 Edition, Energy statistics of non-OECD countries

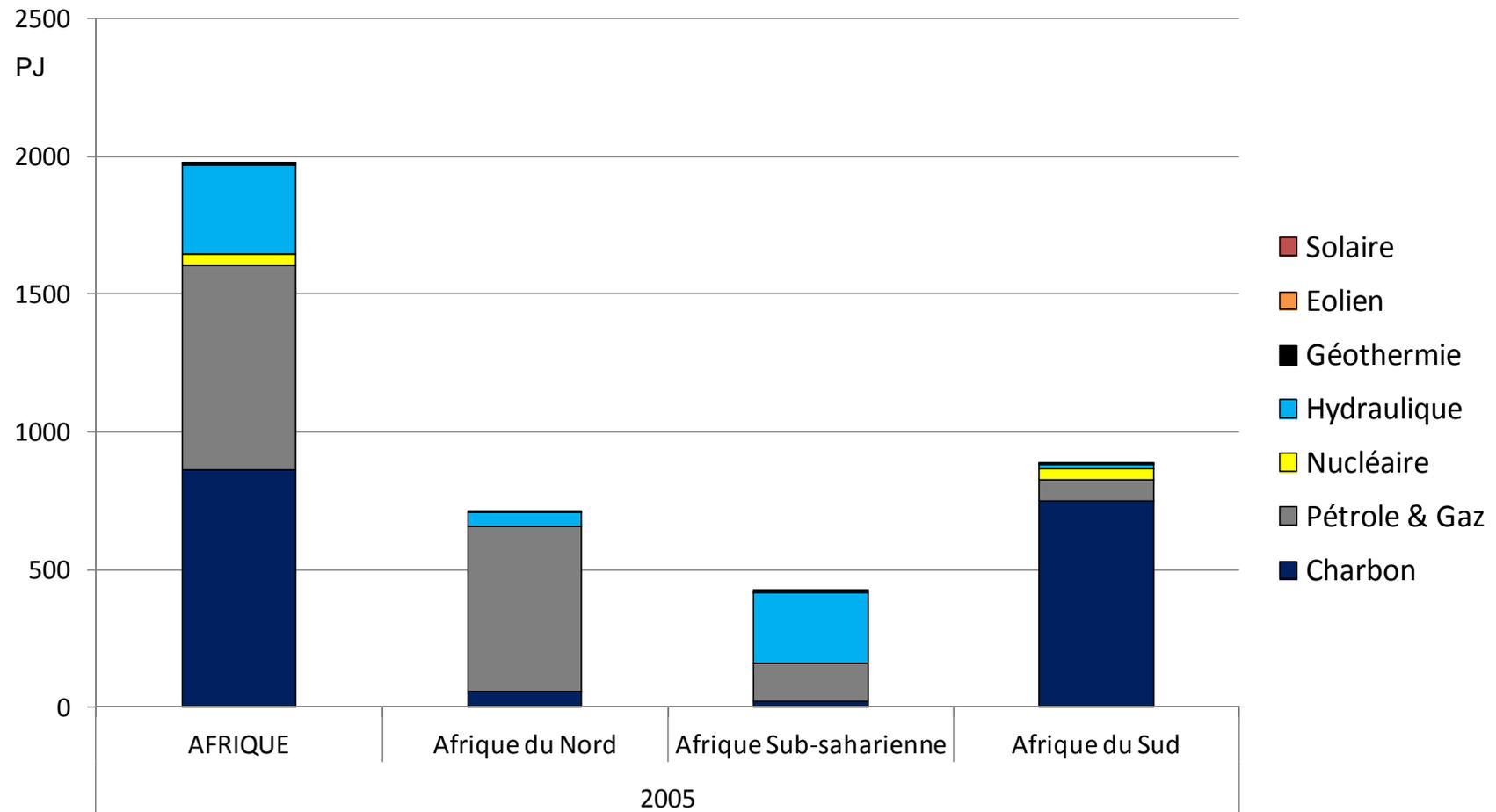


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

RÉSULTATS

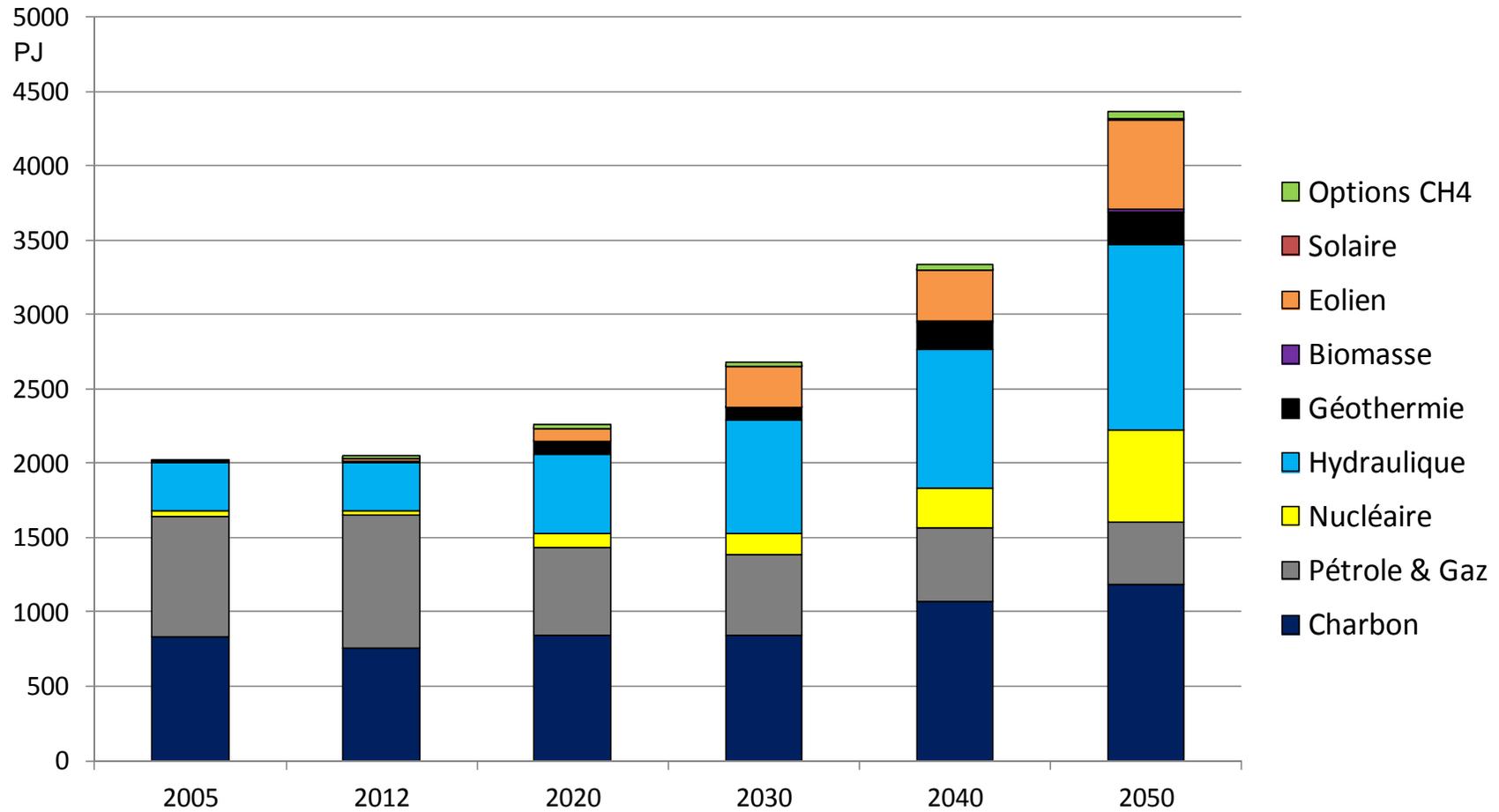


Production d'électricité centralisée en Afrique (BAU; 2005; PJ)

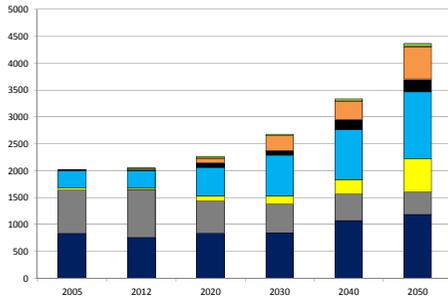


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Production d'électricité en Afrique (BAU; PJ)

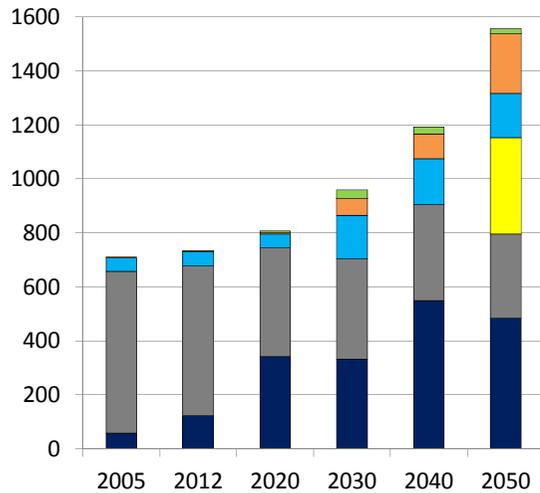


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

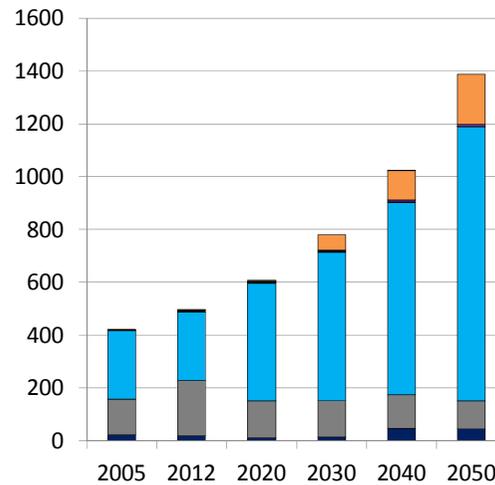


Production d'électricité en Afrique par sous-région (BAU; PJ)

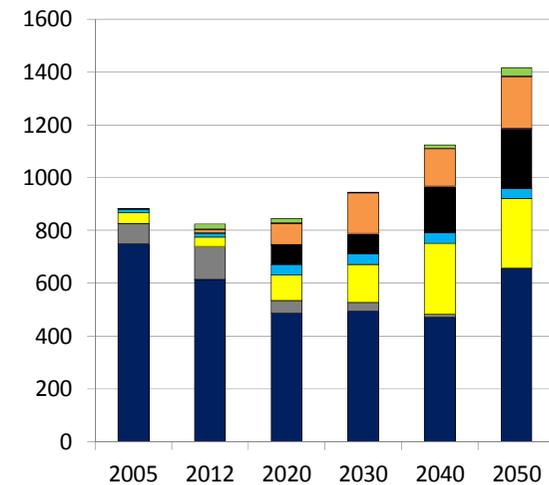
■ Charbon ■ Pétrole & Gaz ■ Nucléaire ■ Hydraulique ■ Géothermie ■ Biomasse ■ Eolien ■ Solaire ■ Options CH4



Afrique du Nord



Afrique sub-saharienne



Afrique du Sud



Evolution sur l'horizon temporel ?

- Répartition de la production d'électricité africaine entre les 3 sous régions en 2050
 - Mix initial de production d'électricité: 2005
 - Production d'électricité par habitant
- Scénario de vitesse d'évolution de production / Accès à l'électricité

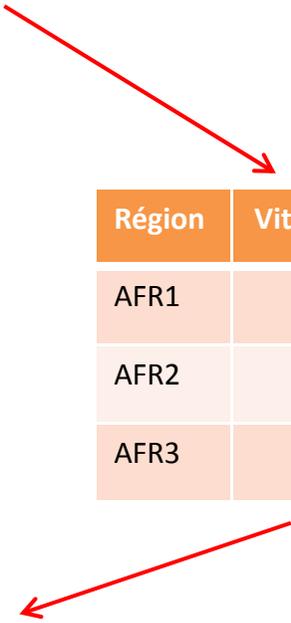


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Vitesse d'accès à l'électricité identique

2005	Production/Hab (kWh/hab)	Répartition de la production d'électricité par sous-région (%)
Afrique du Nord	1231	36%
Afrique Sub-saharienne	164	21%
Afrique du Sud	4930	43%
AFRIQUE	601	100%

2050	Production/Hab (kWh/hab)	Répartition de la production d'électricité par sous-région (%)
Afrique du Nord	1805	36%
Afrique Sub-saharienne	241	32%
Afrique du Sud	7229	32%
AFRIQUE	639	100%



Région	Vitesse	TC
AFR1	1	46.7%
AFR2	1	46.7%
AFR3	1	46.7%

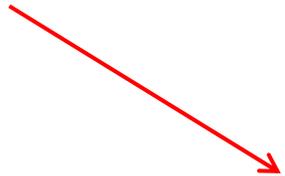


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Vitesse d'accès à l'électricité contrastée

2005	Production/Hab (kWh/hab)	Répartition de la production d'électricité par sous-région (%)
Afrique du Nord	1231	36%
Afrique Sub-saharienne	164	21%
Afrique du Sud	4930	43%
AFRIQUE	601	100%

2050	Production/Hab (kWh/hab)	Répartition de la production d'électricité par sous-région (%)
Afrique du Nord	1806	36%
Afrique Sub-saharienne	266	35%
Afrique du Sud	6466	29%
AFRIQUE	639	100%

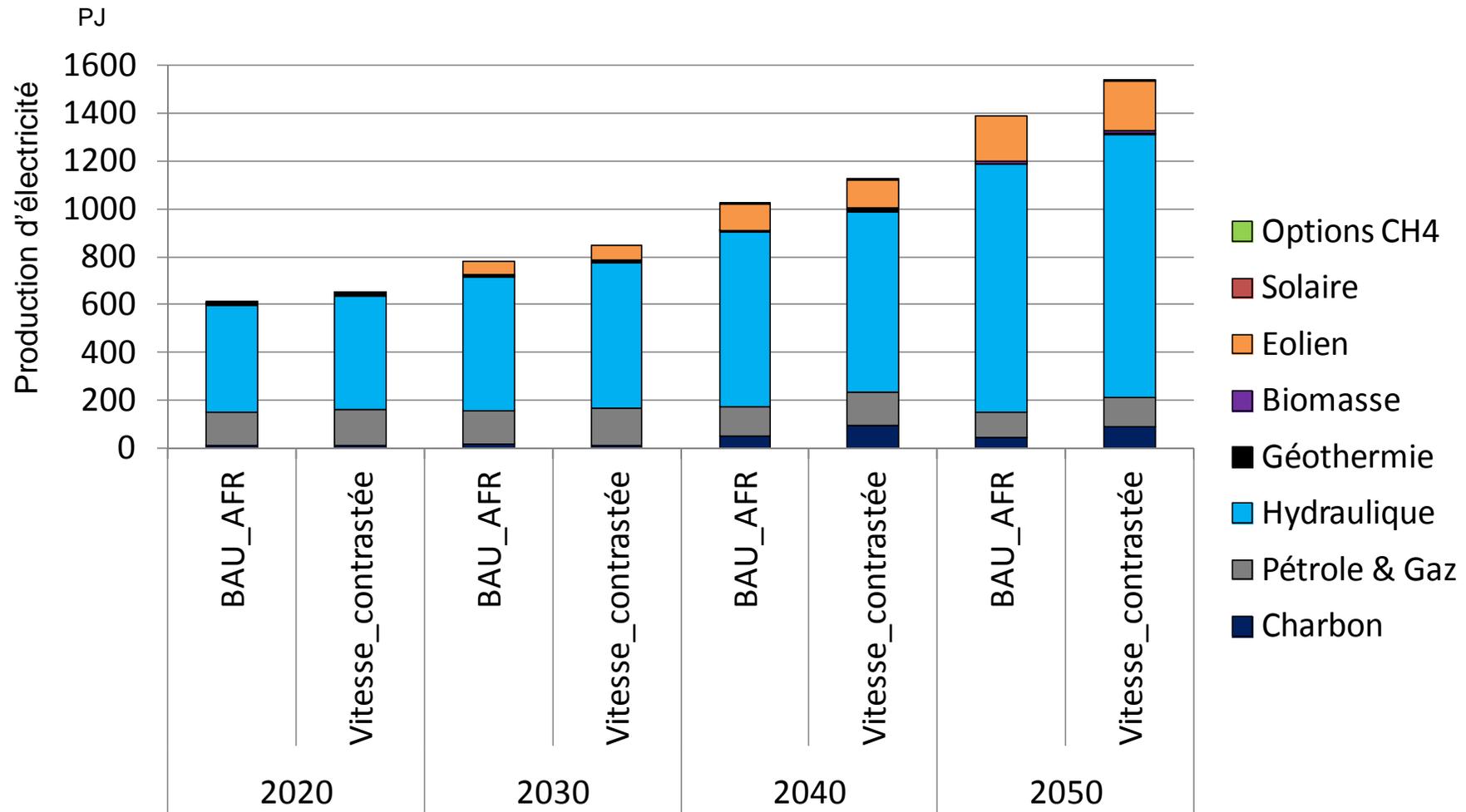


Région	Vitesse	TC
AFR1	0.75	46.7%
AFR2	1	62.3%
AFR3	0.5	31.2%

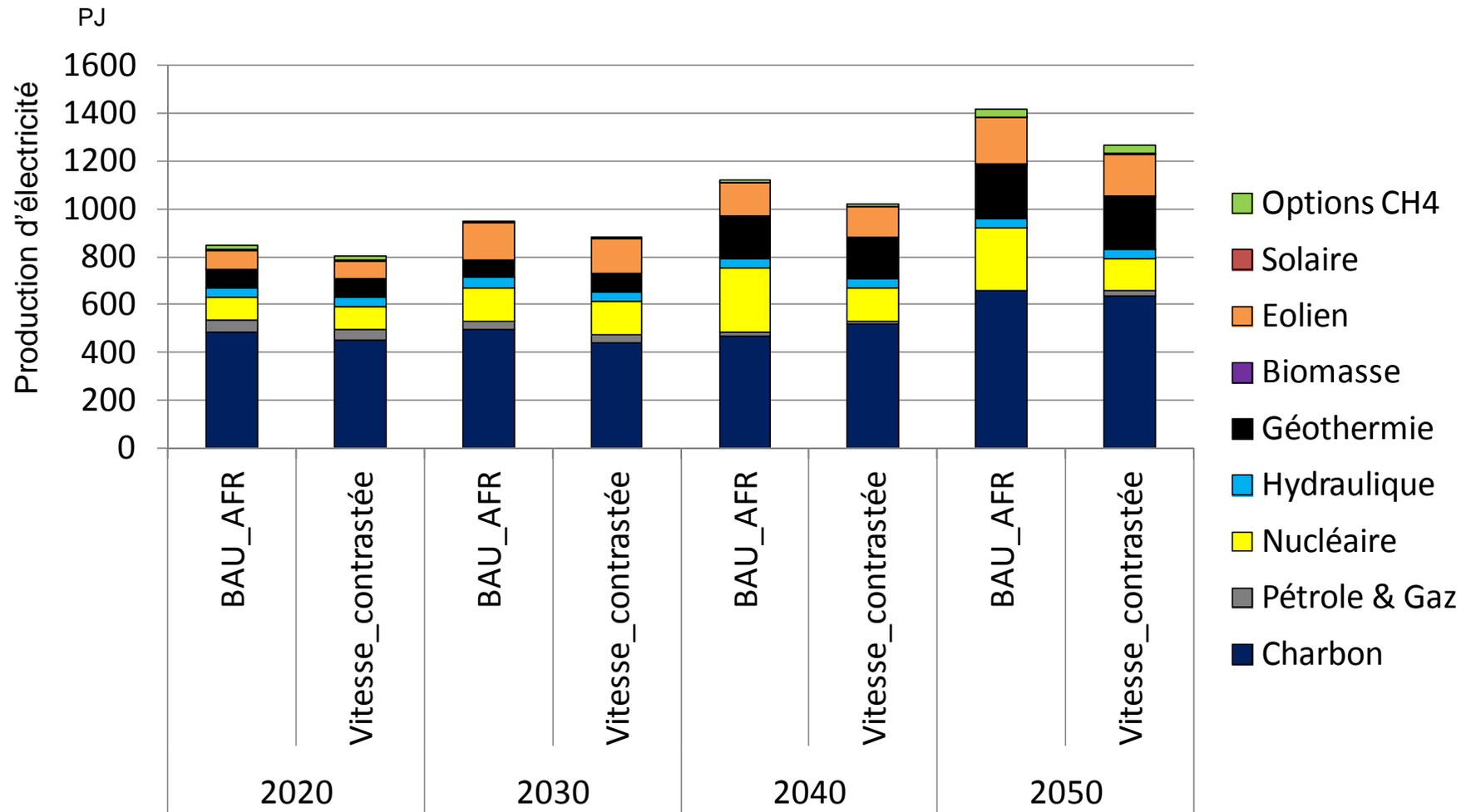



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Scénario contrasté de vitesse d'accès à l'électricité Afrique sub-saharienne (PJ)



Scénario contrasté de vitesse d'accès à l'électricité Afrique du Sud (PJ)



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

CONCLUSION



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Enjeu de la régionalisation du secteur électrique africain

- Analyse des projets technologiques
 - Développement de l'hydraulique
 - Solaire à concentration (Desertec)
- Scénarios d'accès à l'électricité
 - Potentiel productif/situation régionale
- Pour aller plus loin :
 - 5 sous régions africaines
 - Désagréger le système énergétique africain



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Journée de la Chaire Modélisation prospective, MINES ParisTech, 3 octobre 2012

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ANNEXES



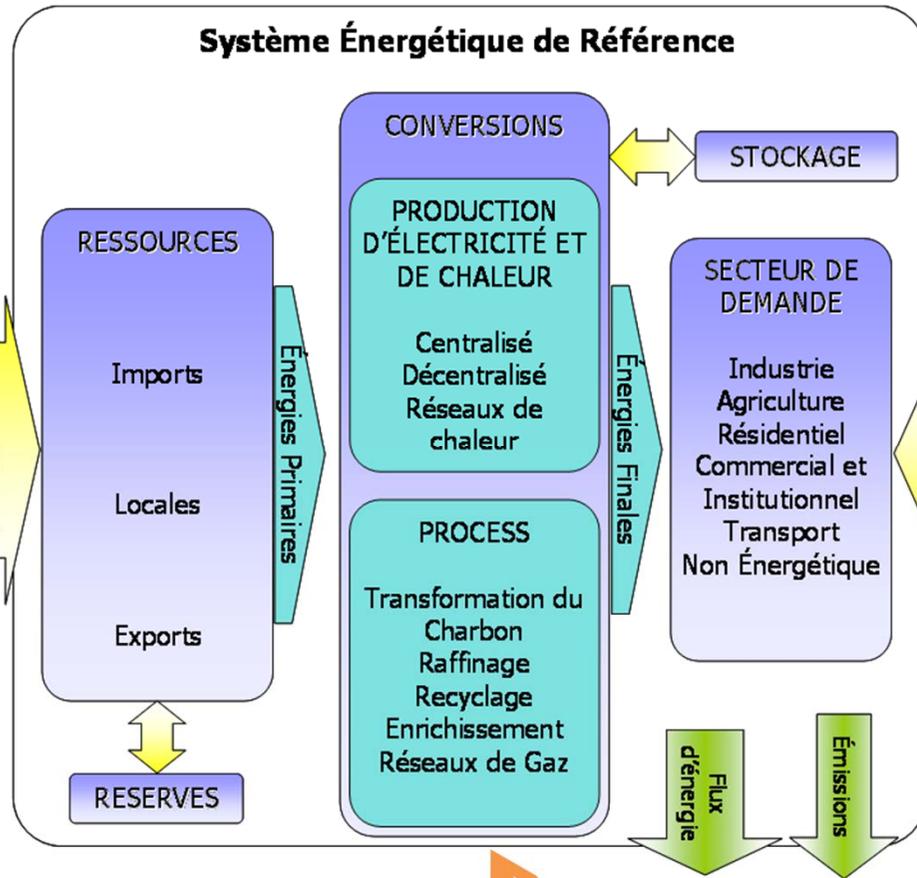
Références

- Favennec Jean-Pierre (sous la direction de), 2009, *L'Énergie en Afrique à l'horizon 2050*, Rapport de l'Agence Française de Développement et de la Banque Africaine de Développement, 84p.
- Heuraux Christine, 2010, *L'Électricité au cœur des défis africains. Manuel sur l'électrification en Afrique* », Karthala, 406p.
- DATA : ONU, 2009 ; World Banque, 2009 ; WEO, 2009 ; WEC, 2007; World Atlas, 2007 ; EIA, 2008 ; BP, 2009 ; etc.



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

RES simplifié



Inputs, exogènes
 -Coûts d'extraction
 -Réserves fossiles
 -Potentiel biomasse

Des milliers de technologies pour chaque région

- Agriculture**
- Besoins énergétiques
- Tertiaire**
- Froid
- Réfrigération
- Cuisson
- Chauffage
- Eau chaude
- Lumière
- Équipement de bureau
- Autres besoins
- Industrie**
- Chimie
- Fer et acier
- Papeterie
- Métaux non-ferreux
- Non-métaux
- Autres besoins
- Résidentiel**
- Froid
- Séchage (Vêtements)
- Lavage (Vêtements)
- Vaisselle
- Chauffage
- Eau chaude
- Cuisson
- Lumière
- Réfrigération
- Autres besoins
- Transport**
- Aviation domestique
- Aviation internationale
- Route: Bus
- Route: Camions
- Route: 3roues
- Route: Poids lourd
- Route: Utilitaires
- Route: Particuliers
- Route: 2roues
- Rail: Fret
- Rail: Passagers
- Navigation intérieure
- Navigation internationale

Demande de services énergétiques



Principaux projets de production d'électricité (décidés et supérieurs à 300 MW) selon African Energy (recensement février 2010)

(MW)	Hydro	Solaire (thermique)	Eolien
AFRIQUE	16 630	52 710	300
Afrique du Nord	1 560	29 320	-
Afrique Sub-saharienne	15 070	10 740	300
Afrique du Sud	-	12 650	-

Source: adapté de Heuroux, 2010

Sans parler des larges projets de CSP en Afrique du Nord qui contribue au paysage énergétique contrasté en Afrique.



Liste des pays par sous région africaine

Sous région	Pays
AFR1	Algérie
	Egypte
	Libye
	Maroc
	Mauritanie
	Tunisie

Sous région	Pays
AFR3	Afrique du Sud



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

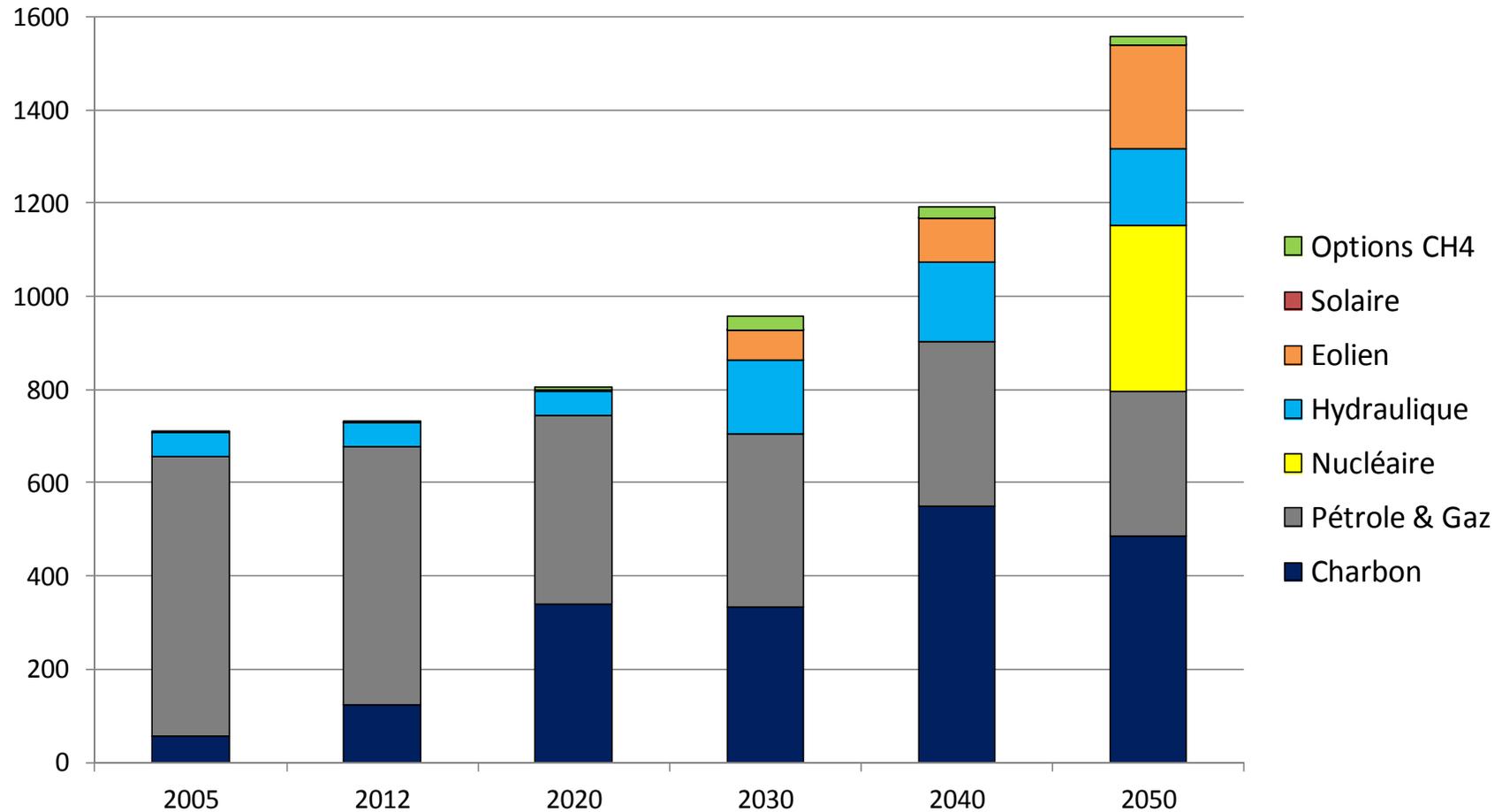
Sous région	Pays
AFR2	Angola
	Bénin
	Botswana
	Burkina Faso
	Burundi
	Cameroun
	Cap Vert
	Congo
	Côte d'Ivoire
	Djibouti
	Ethiopie
	Gabon
	Gambie
	Ghana
Guinée	

Sous région	Pays
AFR2 (suite)	Guinée Equatoriale
	Guinée-Bissau
	Kenya
	Lesotho
	Libéria
	Madagascar
	Malawi
	Mali
	Maurice
	Mozambique
	Niger
	Nigéria
	Ouganda
	République centrafricaine

Sous région	Pays
AFR2 (suite)	République centrafricaine
	République Dem. Congo
	Rwanda
	Saotome et Principe
	Sénégal
	Seychelles
	Sierra Leone
	Somalie
	Soudan
	Swaziland
	Tanzanie
	Tchad
	Togo
	Zambie
Zimbabwe	

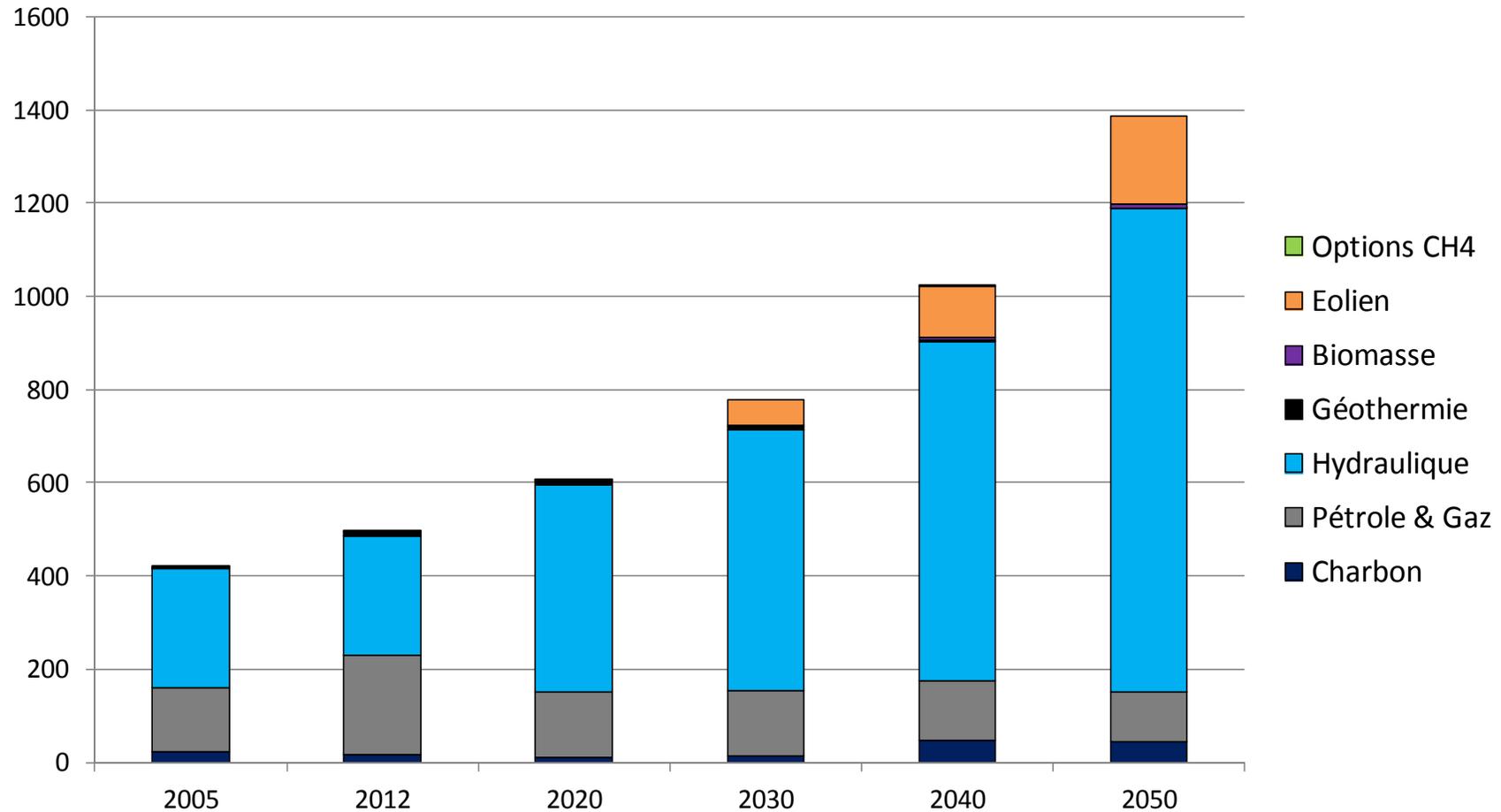


Production d'électricité en Afrique du Nord (BAU; PJ)



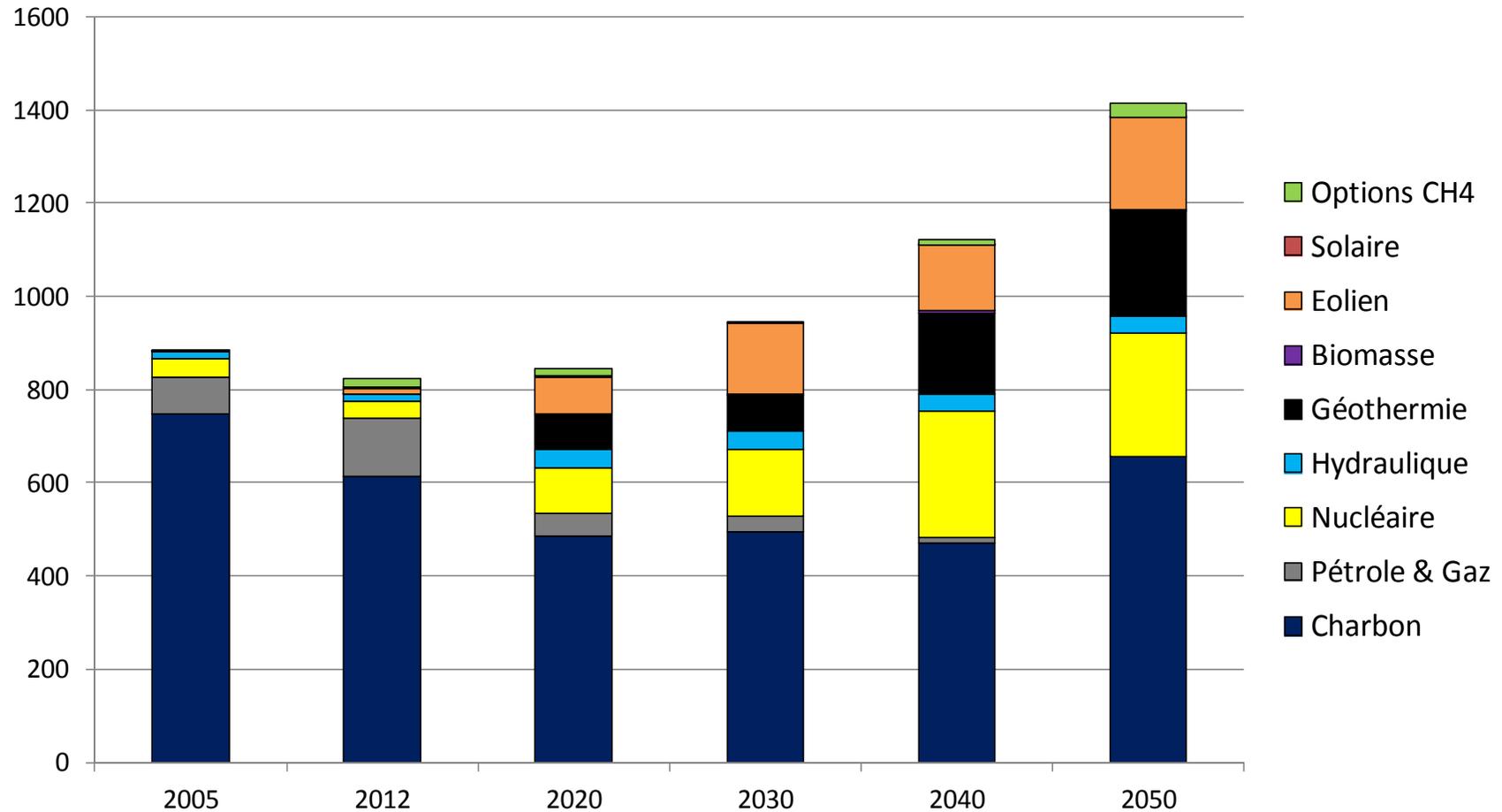
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Production d'électricité en Afrique sub-saharienne (BAU; PJ)



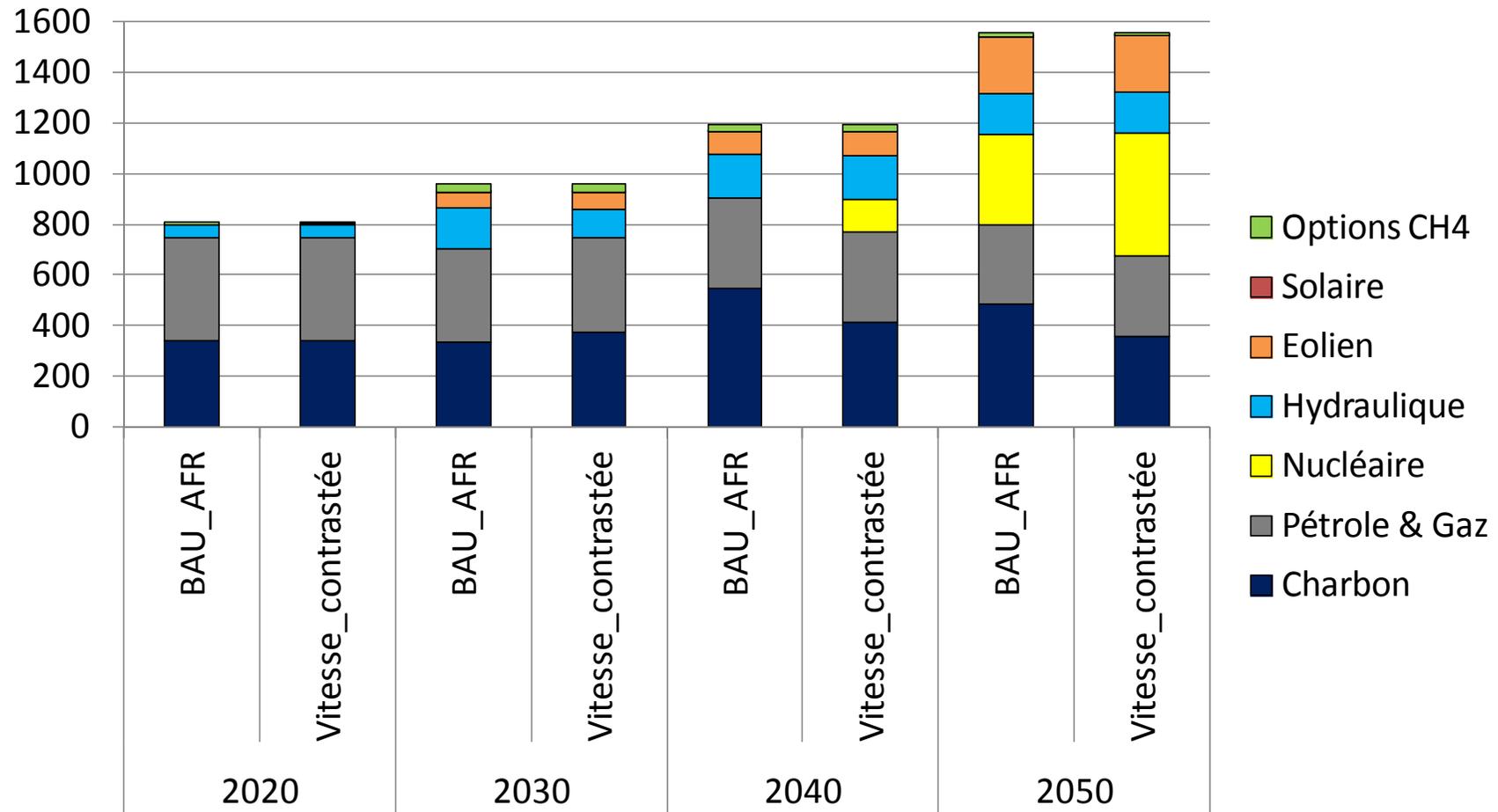
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Production d'électricité en Afrique du Sud (BAU; PJ)



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Scénario contrasté de vitesse d'accès à l'électricité Afrique du Nord (PJ)



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable