

Cours Inaugural
Mardi 12 Septembre 2017
Faculté de Technologie

Vers une utilisation rationnelle de l'énergie électrique

Pr Lotfi BAGHLI
Lotfi.Baghli@univ-tlemcen.dz

Utilisation rationnelle : justificatifs

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَأْتِ ذَا الْقُرْبَىٰ حَقَّهُ وَالْمِسْكِينَ وَابْنَ السَّبِيلِ وَلَا تَبْذُرْ تَبْذِيرًا

Et ne gaspille pas indûment

﴿الإسراء: ٢٦﴾

إِنَّ الْمُبْذِرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

﴿الإسراء: ٢٧﴾

يَا بَنِي آدَمَ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

﴿الأعراف: ٣١﴾

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ
وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ
وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Ne commettez pas d'excès

صدق الله العظيم

﴿الأنعام: ١٤١﴾

Utilisation rationnelle : pourquoi

- Consommation inutile
- Surcoût à l'individu et au pays
- Energie a un coût
- Cumulatif dans le temps
- Economies pour une utilisation adéquate





Plan

- Définitions et offres
- Besoins énergétiques
- Solutions pour les particuliers
- Energies renouvelables
- Transport électrique
- Discussion

Définitions

■ Energie (J : Joule ou kWh)

- La grandeur physique qui se conserve lors de toute transformation d'un système physique fermé
- Energie électrique \Rightarrow Chaleur ou mécanique
- Moteur électrique qui monte une charge $E = F \cdot d = P \cdot t$

■ Puissance (W : Watt)

- Quantité d'énergie par unité de temps fournie par un système à un autre
- $P = UI$ en continu, U(Volt), I(Ampère)
- $P = VI \cos(\varphi)$ en monophasé
- Puissance active

$$P = \frac{E}{t}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Lampe de 100 W
allumée pendant 1h ou
pendant 24h

0.1 kWh coûte 0.51 DA
2.4 kWh coûte 12.36 DA

[https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_\(physique\)#.C3.89nergie_et_puissance](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_(physique)#.C3.89nergie_et_puissance)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Puissance_\(physique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Puissance_(physique))

Offres et prix de l'électricité

BAREMES DES PRIX UNITAIRES, ELECTRICITE (BASSE TENSION)



Code décret – Tarif SGC	Tranche (par trimestre)	Prix unitaires (HT) DA / kWh	Prix unitaires (TTC) DA / kWh (TVA à 7%)
54 M	Tranche 1 (125 kWh)	1,7787	1,9032
	Tranche 2 (125 - 250 kWh)	4,1789	4,4714
	Tranche 3 (250 - 500 kWh)	4,8120	5,1488
	Tranche 4 (> 500 kWh)	5,4796	5,8632



466 kWh

Facture N° :
Date facture: 07.06.17 Période : 2ème Trimestre 2017

	Numéro compteur	Index Nouveau	Index ancien	Consommation (kWh/TH)	Montant energie HT (DA)
ELEC		63182	62716	466	2046,29
GAZ		49721	49391	330	883,53

<http://www.andi.dz/index.php/fr/couts>

Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG)

<http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/Energie/decision%20tarification.pdf>

Offres et prix de l'électricité

OFFRE TARIF BLEU - OPTION BASE

Puissance souscrite (kVA)	Réglage disjoncteur (A)	Abonnement annuel TTC (euros)	Prix du kWh TTC (euros)
6	30	96,50	0,1449



OFFRE TARIF BLEU - OPTION HEURES PLEINES / HEURES CREUSES

Puissance souscrite (kVA)	Réglage disjoncteur (A)	Abonnement annuel TTC (euros)	Heures Pleines TTC pour 1 kWh (euros)	Heures Creuses TTC pour 1 kWh (euros)
6	30	96,50	0,1560	0,1270

OFFRE TARIF BLEU - OPTION TEMPO

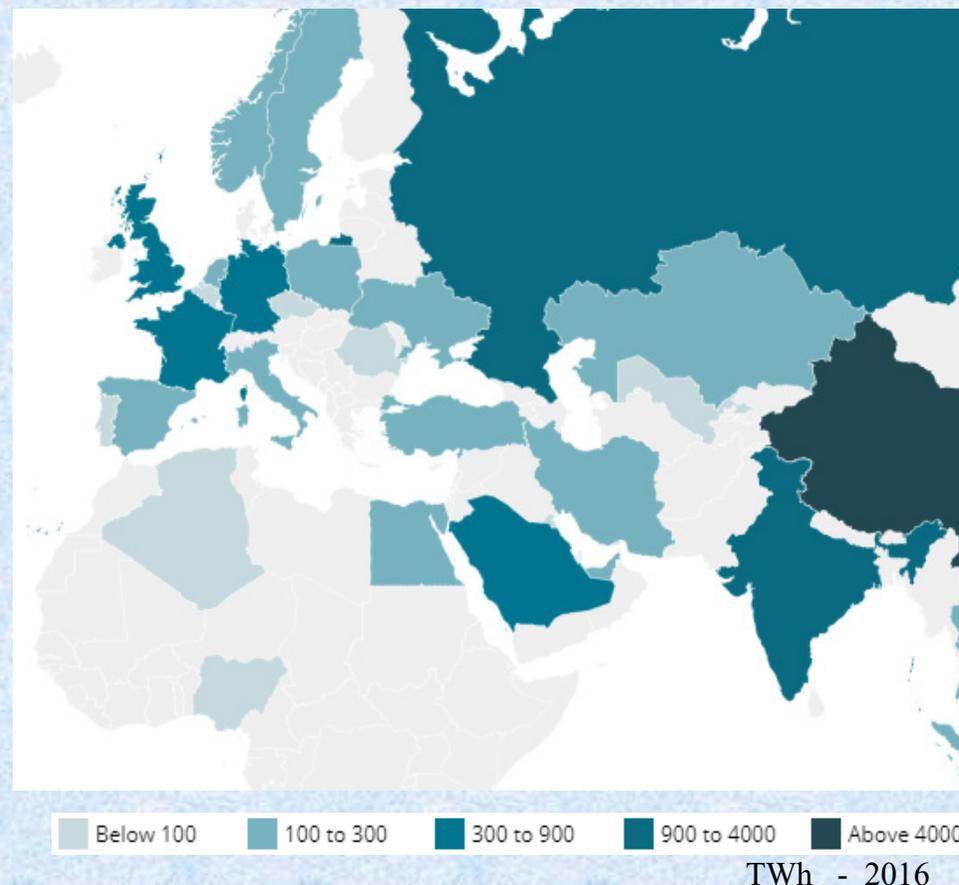
Puissance souscrite (kVA)	Abonnement annuel TTC (€)	Bleu HC	Bleu HP	Blanc HC	Blanc HP	Rouge HC	Rouge HP
		pour 1 kWh (€ TTC)					
9	116,24	0,1075	0,1278	0,1400	0,1674	0,2116	0,5216

Energie produite par an

- Niger 234 GWh, 2005
- Algérie 70200 GWh, 2016
- France 553400 GWh, 2016

Puissance moyenne

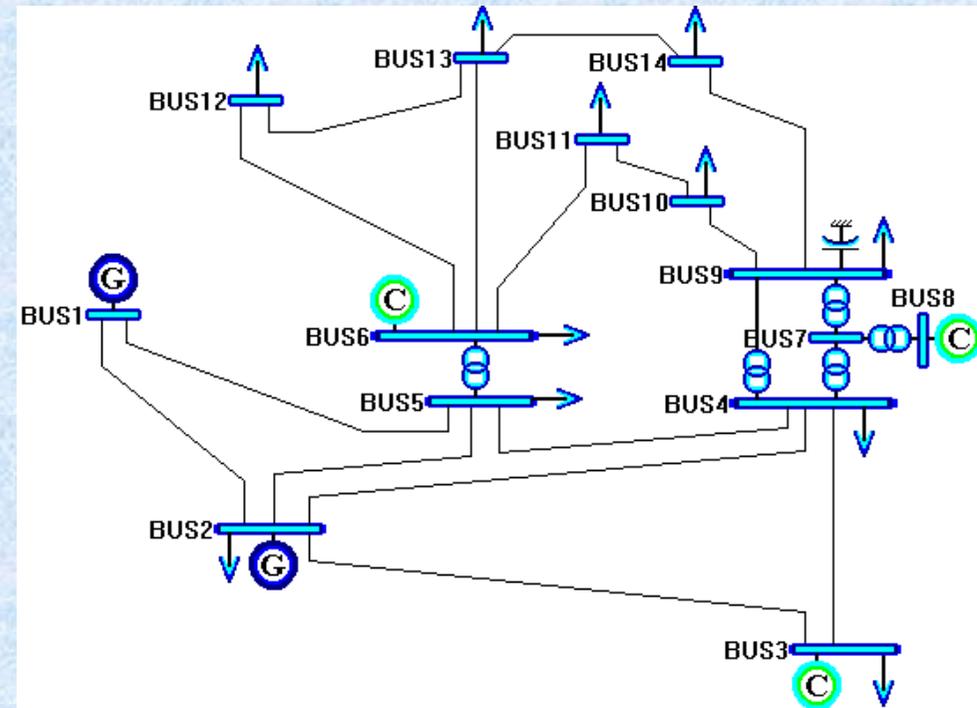
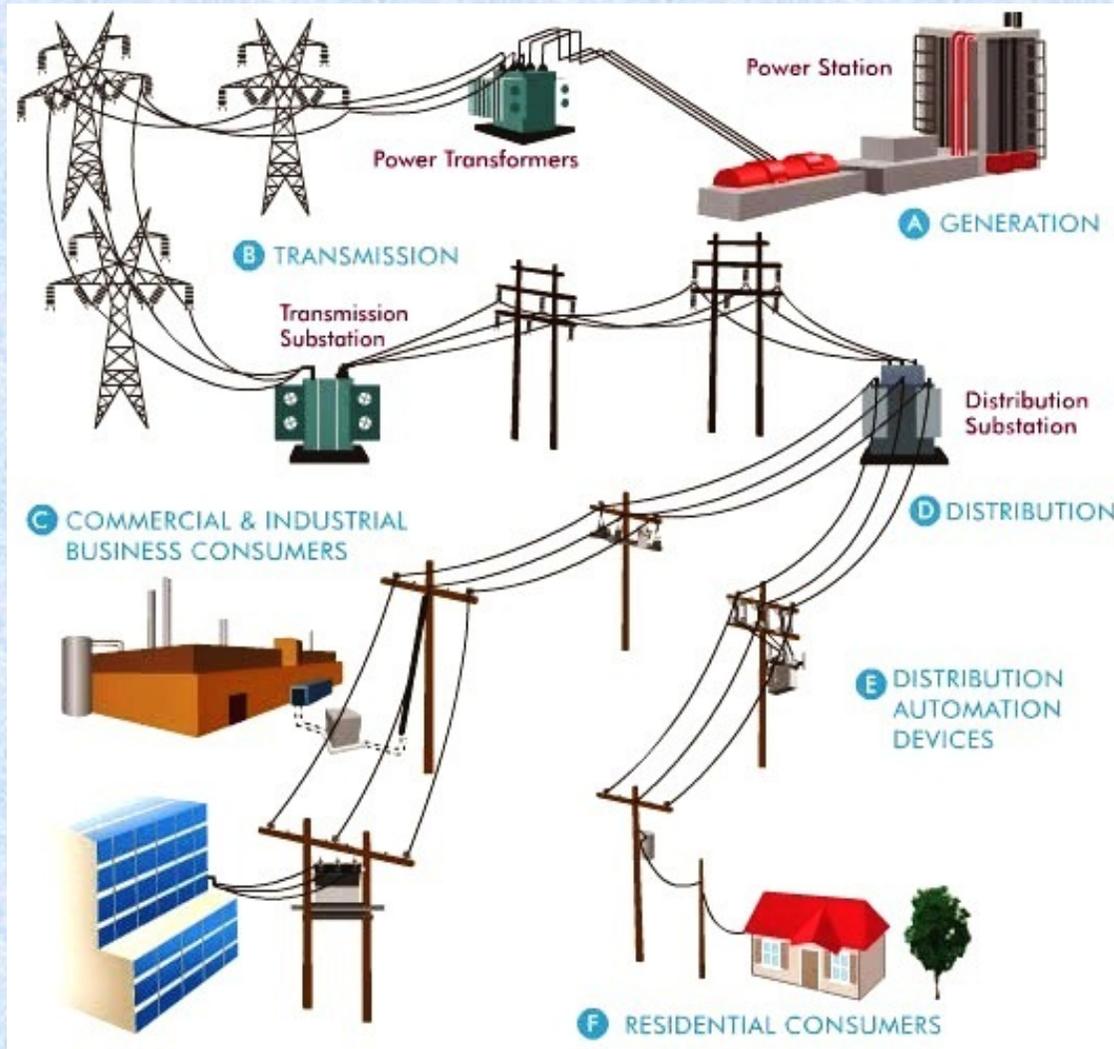
- Niger 280 MW
- Algérie 9000 à 12000 MW
- France 60000 MW



Energie électrique

- Production, transport, distribution, consommation
- Production = Consommation à tout moment
- Ne se stocke pas sous sa forme alternative
- Stockage chimique de faible capacité
- Stockage hydraulique (pompage-turbinage)
- Problèmes d'écoulement de puissance (load flow), de stabilité transitoire et statique
- Réseau fortement maillé ou en arbre, sur plusieurs fuseaux horaires
- Gestion technico-économique de la production et de la distribution

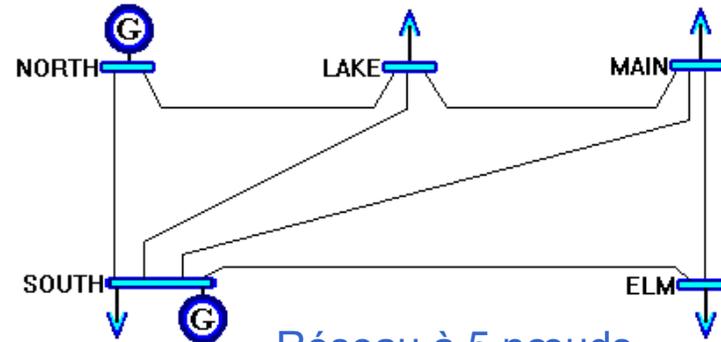
Réseau électrique (power grid)



<http://baghli.com/powerd.html>

<http://www.actemium.net.in/wp-content/uploads/2016/11/Battery-1.jpg>

Écoulement de puissance : Load flow



Réseau à 5 nœuds

----- Bus voltage -----

Bus	real	imag	magnitude	arg(deg)
NORTH	V[0]=1.06	0	1.06	0
SOUTH	V[1]=1.04621	-0.05128	1.04747	-2.80608
LAKE	V[2]=1.02029	-0.0892	1.02418	-4.9963
MAIN	V[3]=1.01916	-0.09506	1.02358	-5.3285
ELM	V[4]=1.01209	-0.10905	1.01795	-6.14953

----- Injected power at all buses -----

Generated power :

Bus	real	imag	magnitude	arg(deg)
NORTH	Sg[0]=1.29559	-0.07472	1.29774	-3.30079
SOUTH	Sg[1]=0.4	0.30091	0.50055	36.95338
LAKE	Sg[2]=0	0	0	0
MAIN	Sg[3]=0	0	0	0
ELM	Sg[4]=0	0	0	0

Power demand :

Bus	real	imag	magnitude	arg(deg)
NORTH	Sd[0]=0	0	0	0
SOUTH	Sd[1]=-0.2	-0.1	0.22361	-153.43495
LAKE	Sd[2]=-0.45	-0.15	0.47434	-161.56505
MAIN	Sd[3]=-0.4	-0.05	0.40311	-172.87498
ELM	Sd[4]=-0.6	-0.1	0.60828	-170.53768

	real	imag	magnitude	arg(deg)
Total generation	1.69559	0.22619	1.71061	7.59836
Total demand	-1.65	-0.4	1.69779	-166.37301
AC losses	0.04559	-0.17381	0.17969	-75.30274

----- Line power transfer (bus i --> j at i -----

Busi	Busj	real	imag	mag (pu)	arg(deg)
NORTH	SOUTH	S[0 ,1]=0.88841	-0.05259	0.88997	-3.38741
NORTH	LAKE	S[0 ,2]=0.40718	0.03966	0.4091	5.56355
SOUTH	NORTH	S[1 ,0]=-0.87431	0.09488	0.87945	173.80651
SOUTH	LAKE	S[1 ,2]=0.24696	0.05756	0.25358	13.11954
SOUTH	MAIN	S[1 ,3]=0.27937	0.05168	0.28411	10.48034
SOUTH	ELM	S[1 ,4]=0.54824	0.09005	0.55558	9.32825
LAKE	NORTH	S[2 ,0]=-0.39526	-0.00391	0.39528	-179.43275
LAKE	SOUTH	S[2 ,1]=-0.24344	-0.04701	0.24794	-169.07068
LAKE	MAIN	S[2 ,3]=0.18869	-0.04173	0.19325	-12.47038
MAIN	SOUTH	S[3 ,1]=-0.27496	-0.03844	0.27763	-172.04207
MAIN	LAKE	S[3 ,2]=-0.18834	0.0428	0.19314	167.19742
MAIN	ELM	S[3 ,4]=0.06332	0.00334	0.06341	3.02021
ELM	SOUTH	S[4 ,1]=-0.53698	-0.0563	0.53993	-174.0152
ELM	MAIN	S[4 ,3]=-0.06302	-0.00242	0.06306	-177.80082

No excess power transfer

Stabilité transitoire

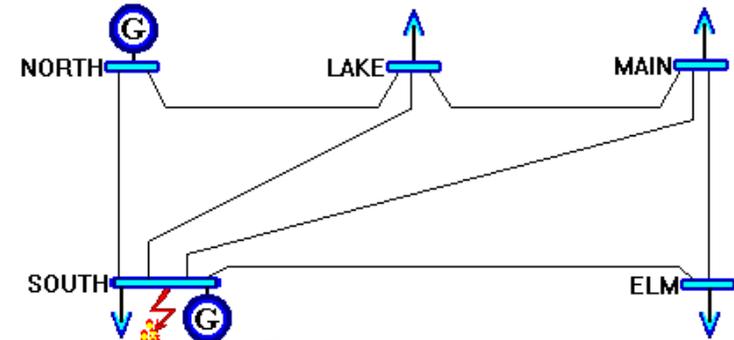
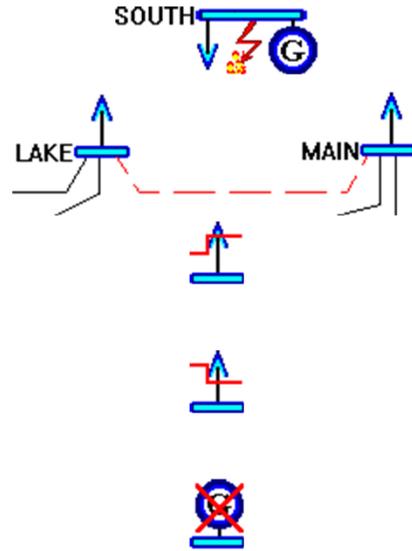
Court-circuit triphasé au niveau d'un noeud du réseau

Ouverture d'une ligne.

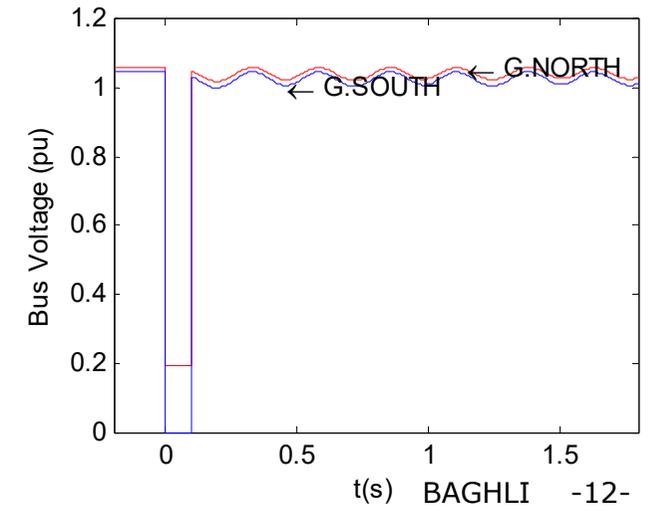
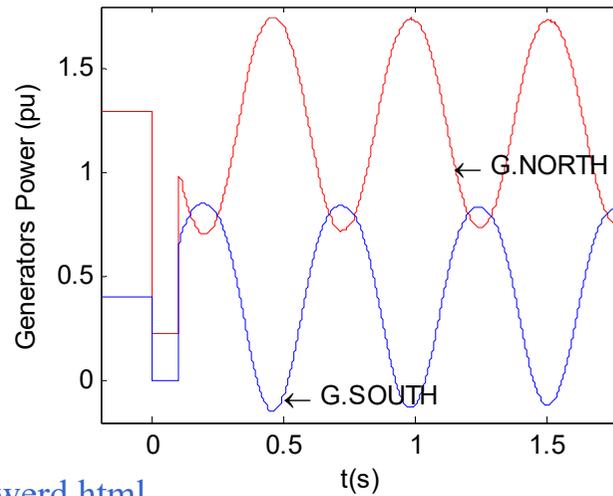
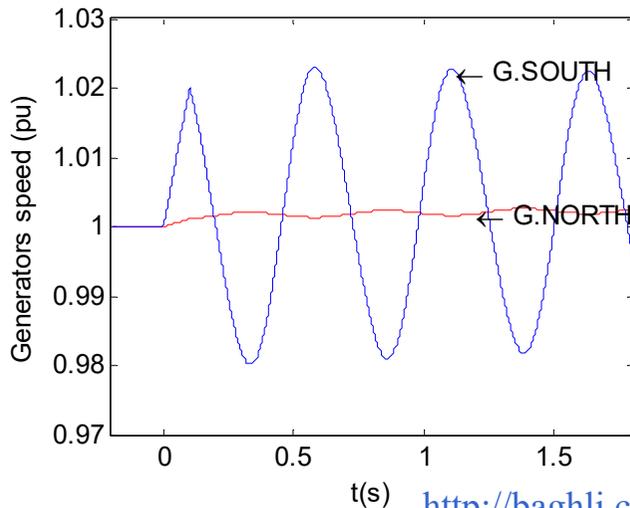
Augmentation brutale de la charge en un noeud du réseau.

Diminution brutale de la charge en un noeud du réseau.

Perte d'un groupe de génération.



Réseau à 5 nœuds avec défaut

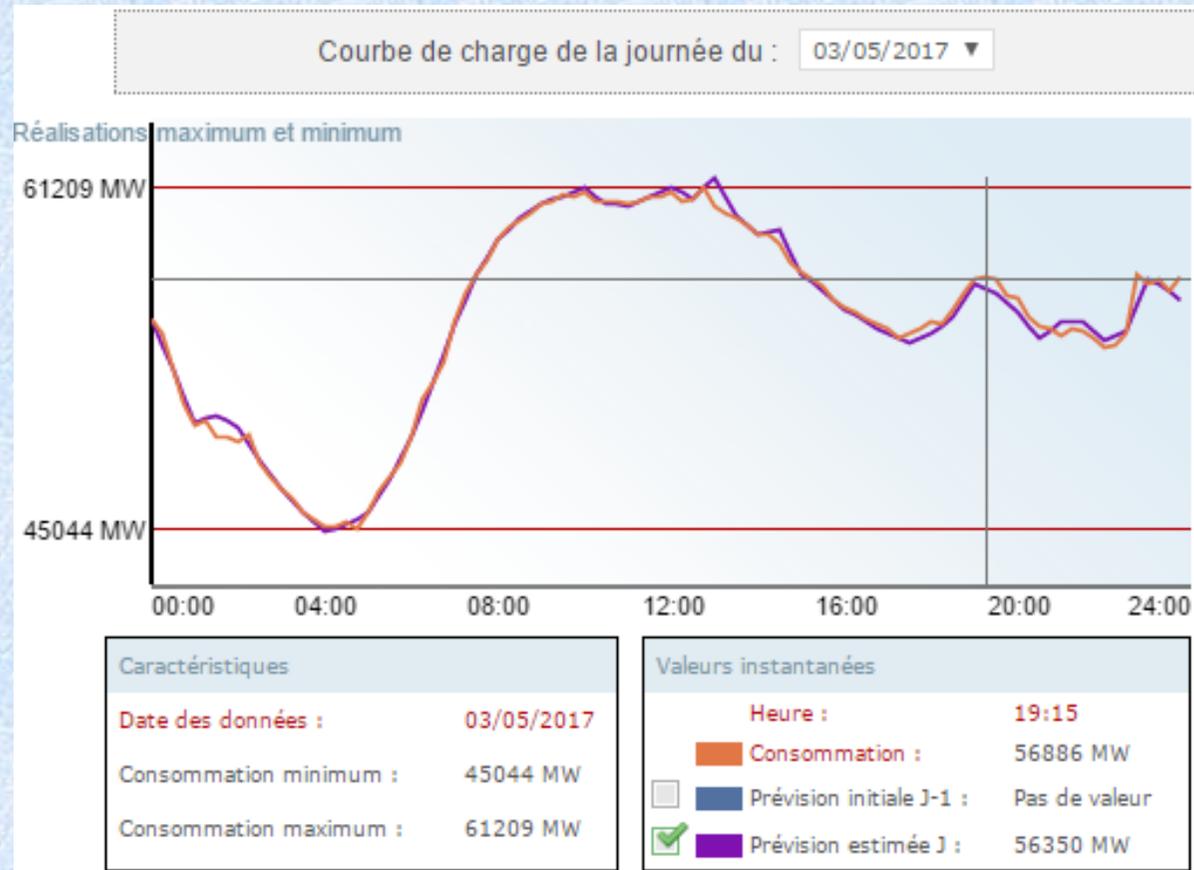


<http://baghli.com/powerd.html>

Energie électrique

- Préviation de la consommation journalière du lendemain
- Adaptation en temps réel de la production à la demande (consommation)
 - Power System Stabilisers : Automatic Voltage Regulator, Speed Governors
 - Redémarrage de centrales ou de tranches
 - Plan de délestage
- Réduire les pointes de consommation
- Eviter les changements rapides
- Parer aux incidents, règle du N-1 :
Le réseau électrique doit rester viable après la perte de n'importe quelle ligne ou de n'importe quel groupe.

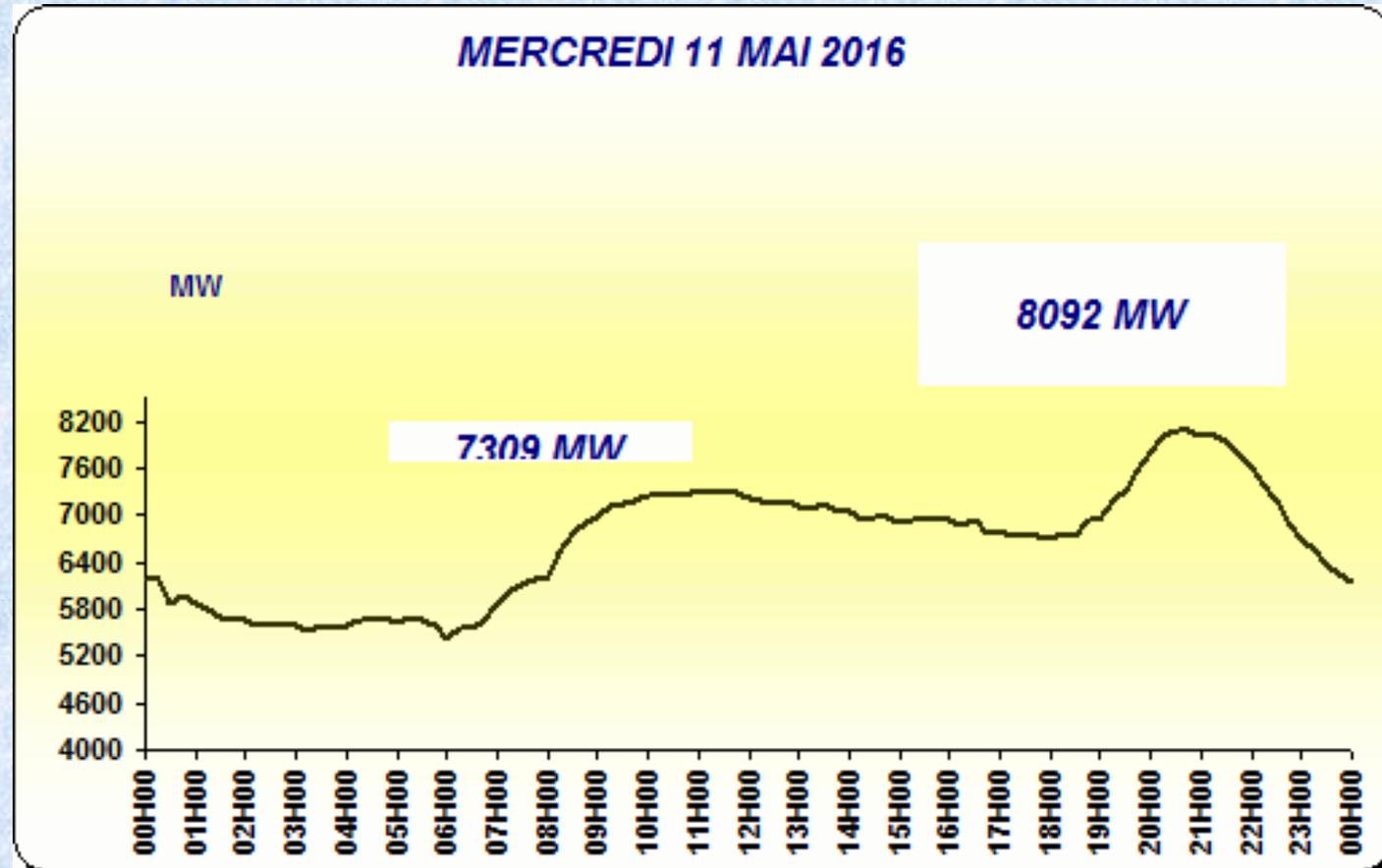
Courbe de charge journalière, France



<http://clients.rte-france.com/lang/fr/visiteurs/vie/courbes.jsp>

Courbe de charge journalière, Algérie

- 8.1 GW pic journalier
- Jusqu'à 13.88 GW cet été



<http://www.ose.dz/courbes.php>

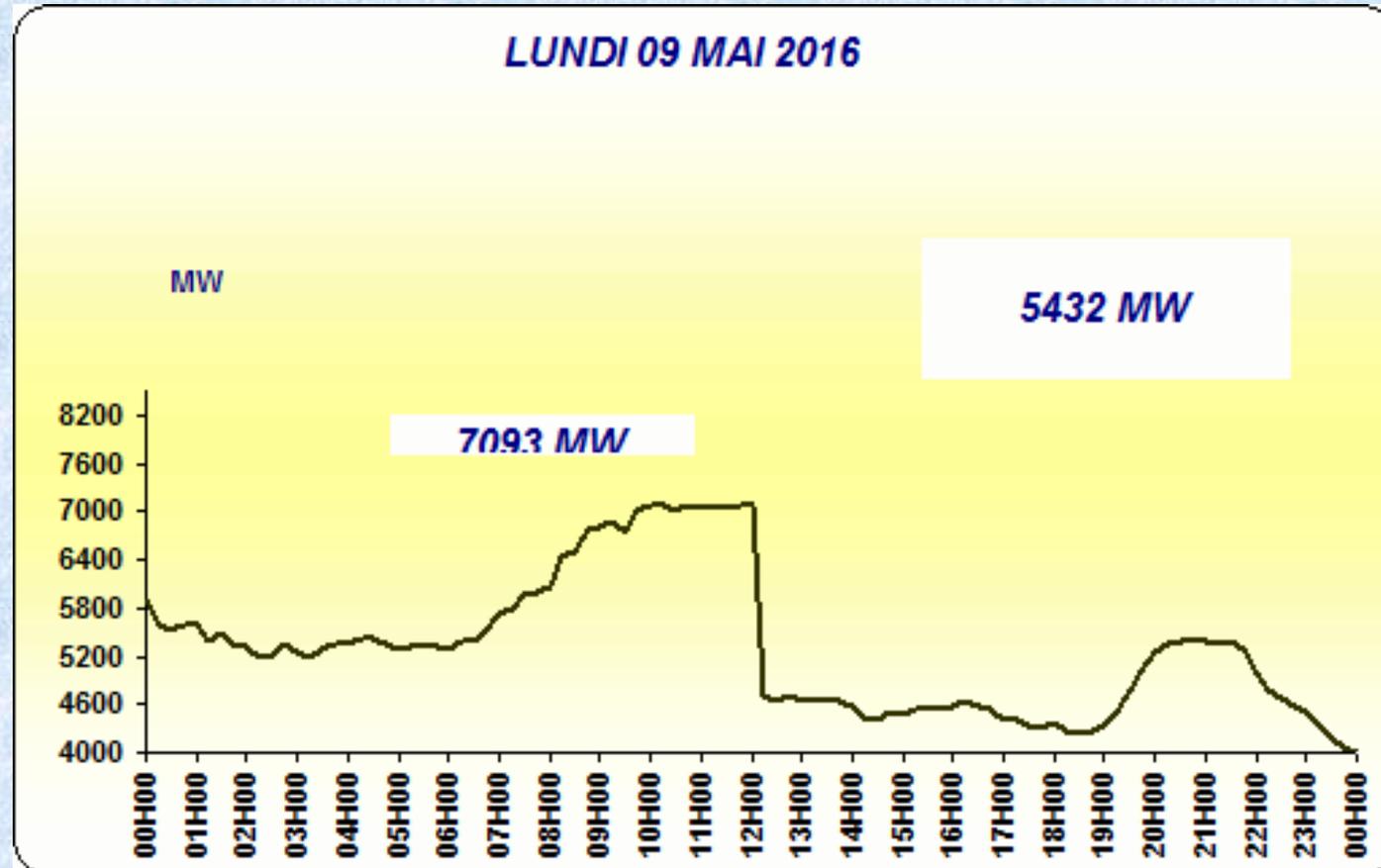
<http://radioalgerie.dz/news/fr/article/20170801/118553.html>

Courbe de charge journalière, Algérie

Perte de puissance

2.4 GW à 12h00

Délestage pour éviter le black out



<http://www.ose.dz/courbes.php>

Solutions pour les particuliers

- Comportement responsable
- Education dès le primaire : énergétique et écologie
- **Energie-mètre** : Sensibiliser sa famille à la consommation
- Ne pas suivre les campagnes « extinction des lumières à 20h tel jour pour sauver la planète »
- Réduire les pointes de consommation nationale :
 - Départ différé du lave linge et du lave vaisselle
 - Report du repassage
 - Réduire la climatisation aux heures de pointe



Solutions pour les particuliers

- Réduire la consommation
- Lumière :
 - L'éclairage domestique représente 32% de la facture (études réalisées par l'APRUE)
 - Remplacer les lampes incandescentes et néons par des lampes LED
 - Les lampes éco dites fluocompacte (LFC) sont désuètes mais 2 x moins chères que les LED
 - Lampes halogènes interdites en Europe > 09/2018
 - Lustre : 6*7W LED au lieu de 6*40W



<http://www.sda.dz/Fr/?page=article&ida=64>

http://www.sda.dz/Media/upload/file/Consommez_mieux_et_payez_moins.pdf

Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie

Réduire la consommation

■ Avantage des LED :

- Pas de verre, plastique translucide
- Durée de vie de 40000 h contre 2000 h pour les halogènes et 8000 h pour les LFC (Fluocompactes)
- Sur sa durée de vie, une LED remplace donc 20 halogènes et 5 LFC
- Rendement de la LED entre 75 et 140 lumens par Watt (lm/W), contre 60 lm/W pour une LFC
- LFC et LED ont un impact environnemental similaire, réduit de 75% par rapport aux ampoules incandescentes
- Les LED ne contiennent pas de mercure, contrairement aux LFC



Réduire la consommation



■ Lumière :

- Eteindre les lumières en sortant d'une pièce
- Installer des **détecteurs de présence** avec relais (1200 DA) dans les couloirs, garages, WC
- Peindre les murs et plafonds de couleurs claires : Elles réfléchissent mieux la lumière et permettent d'éviter l'éclairage artificiel

■ Mise en veille :

- Débrancher les vieux appareils qui contiennent des transformateurs
- Inutile de le faire pour les alimentations à découpage actuelles

<http://www.sda.dz/Fr/?page=article&ida=64>

http://www.sda.dz/Media/upload/file/Consommez_mieux_et_payez_moins.pdf

Réduire la consommation

■ Réfrigération :

- Ne pas placer le réfrigérateur à côté du four
- Attendez que les plats cuisinés aient refroidi avant de les placer dans le réfrigérateur
- Nettoyez une fois par an la grille arrière du réfrigérateur
- Dégivrer son réfrigérateur : 0,5 cm de givre, la consommation d'un réfrigérateur augmente ; à 4 cm elle double
- Stocker les aliments méthodiquement dans le congélateur afin de les reconnaître facilement
- Choisir rapidement les aliments et diminuer le temps d'ouverture des portes

Réduire la consommation

■ Climatisation :

- Chauffer les pièces judicieusement : Pour conjuguer confort thermique et économies d'énergie, réglez la température à 19°C dans les pièces à vivre (salon, cuisine..) et de 16°C ou 17°C dans les chambres la nuit
- Thermostat, robinets thermostatiques.
- 1°C de plus, c'est 7% d'augmentation de la consommation
- La nuit, éteindre la climatisation et ventiler le logement
- Réduire la température de 3°C par rapport à l'extérieur suffit à rafraîchir
- Température intérieure demandée, supérieure à 25°C

<https://particuliers.engie.fr/economies-energie/conseils/les-eco-gestes-au-quotidien/temperature-piece-par-piece.html>

<http://www.sda.dz/Fr/?page=article&ida=64>

http://www.sda.dz/Media/upload/file/Consommez_mieux_et_payez_moins.pdf

Réduire la consommation

■ Isolation :

- Augmenter l'efficacité énergétique du logement
- Placoplatre, BA13
- Double cloison, laine de verre

■ Lavage :

- Résistance de chauffe 2 kW
- Laver le linge à température ambiante ($\leq 30^\circ$)
- Utiliser des lessives liquides et actives à froid
- 60°C et 90°C réduisent la durée de vie des vêtements et du lave linge

Solutions pour les startups et PME

- **APRUE** : Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
- Demande d'aide à l'investissement pour les projets porteurs d'efficacité énergétique du **Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie (FNME)**
- **Projets innovants** :
 - Compteurs intelligent (smart energy meters)
 - Régulation de chauffage, transmission RF ou wifi des données du thermostat à la chaudière
 - Objets connectés (IoT), Android / iOS Apps pour la gestion de l'énergie, domotique, gestion intelligente de la maison
 - Etudes thermo-aérauliques des habitations et de leur isolation

<http://www.aprue.org.dz/presentation.html>

http://www.aprue.org.dz/documents/demande_aide_final%20_2_.pdf

Energies renouvelables

- Génération d'énergie à partir de sources propres
- Consommer là où s'est produit \Rightarrow pas de pertes sur les lignes
- **Types :**
 - Eolienne
 - CSP Concentrated Solar Power
 - PV, la seule qui peut être installée facilement en résidentiel



<https://cleantechnica.com/2016/10/31/how-csp-works>
<http://www.solar-constructions.com/wordpress/eoliennes>



Energie éolienne injectée au réseau

■ Intérêt

- Apport de puissance
- Production distribuée de l'électricité
- Revente à l'opérateur (on grid)
- Utilisation en autonome (off grid)

■ Comment, technologie

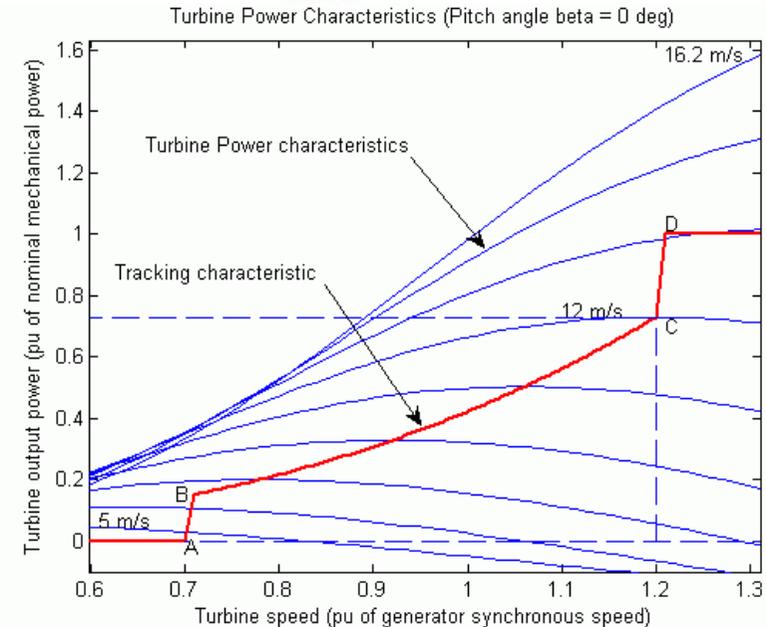
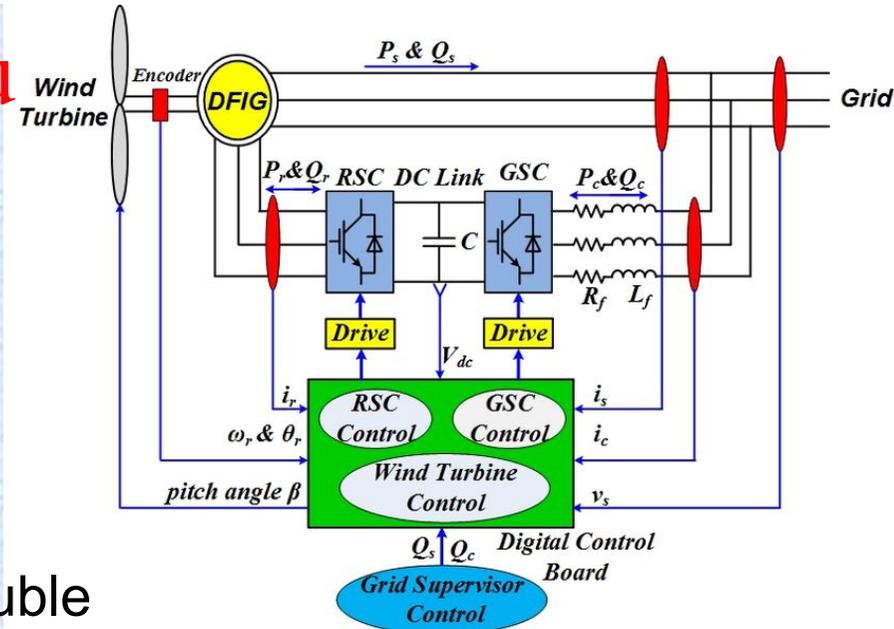
- GADA (Génératrice Asynchrone à Double Alimentation)
- https://www.youtube.com/playlist?list=PLXYd8lyLhtrGcGafeWjq_vEM_VI4lvsuC
- Off grid, demande des batteries importantes
- Typiquement 10 kW à 1 MW

■ Comment, financièrement

- Installation très chère (>> PV)
- Dépendant de la politique de l'OS (prix,...)

<https://www.eal.ei.tum.de/research/projects/research-abdelrahem1>

<https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ref/windturbinedoublyfedinductionm>



PV résidentiel

- Source abondante partout en Algérie
- Installation de faible coût relatif par rapport aux autres ER
- **Types :**
 - PV Grid Tie Inverter, on grid, relié au réseau, non autonome
 - PV off grid, autonome, avec batterie
- Nouvelles technologies arrivent :
 - Tuiles (Tesla)
 - Pérovskite



<https://www.tesla.com/solarroof>

<http://news.energysage.com/tesla-solar-panel-roof-the-next-solar-shingles/>

PV Grid Tie Inverter

■ Intérêt

- Comblent la production des centrales étatiques
- Potentiel solaire énorme en Afrique
- Energie gratuite, propre et renouvelable
- Générée et consommée au niveau du point de production : **production distribuée** de l'électricité, **micro centrales**
- Le réseau va fournir uniquement la différence ou pendant la nuit
- Le réseau permet la synchronisation et le transport du surplus
- L'individu devient producteur d'électricité et devient sensible à l'économie de l'énergie : consommer moins pour vendre plus



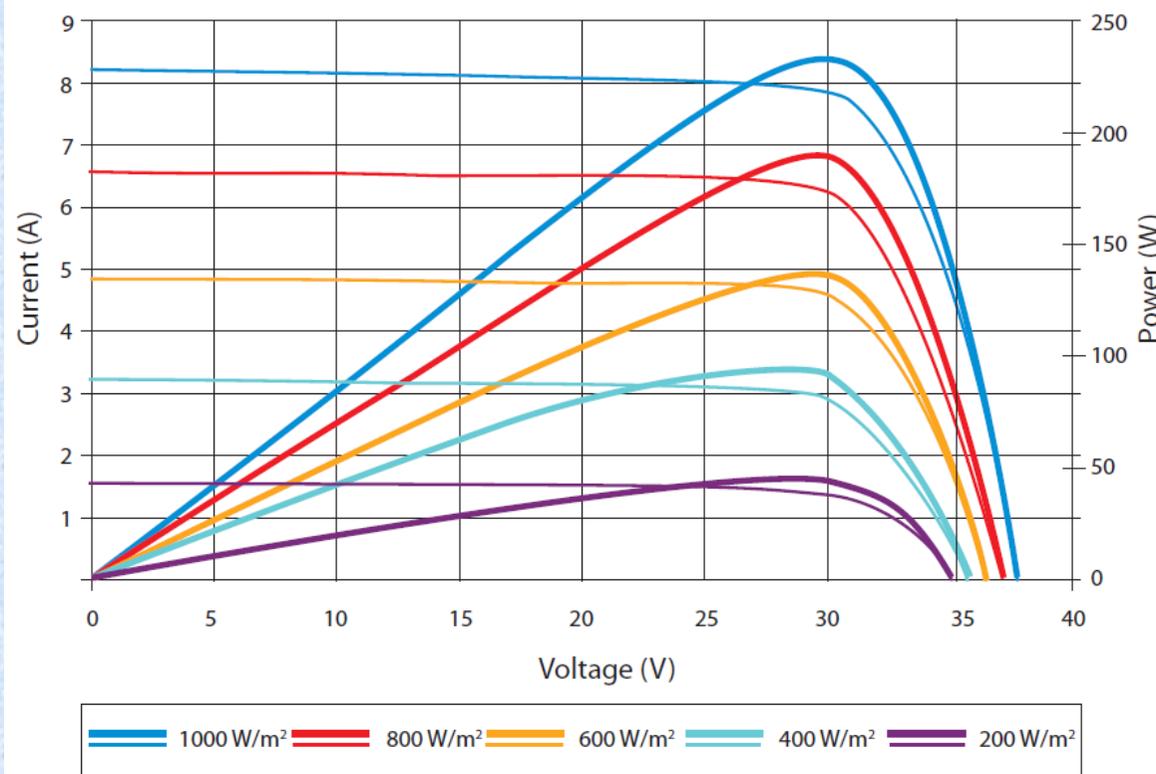
<http://baghli.blogspot.com/2016/09/le-photovoltaïque-pv-residentiel.html>

PV Grid Tie Inverter

■ Comment, technologie

- Panneaux PV prêts à l'achat
- GTI (APsystems,...) micro onduleurs pour 1, 2 ou 4 PV (60 to 72 cellules) 250 W à 1 kW avec des MPPT individuelles
- GTI : hacheur DC/DC buck-boost, capacitor, bus DC, onduleur monophasé (synchronisation)
- Energie mètre pour compter la puissance active produite et consommée

Current-Voltage & Power-Voltage Curve(230-20)



<http://www.ti.com/lit/an/sprabr4a/sprabr4a.pdf>

<http://www.ti.com/lit/an/sprabt0/sprabt0.pdf>

<http://coder-tronics.com/c2000-solar-mppt-tutorial-pt1/>

PV Grid Tie Inverter

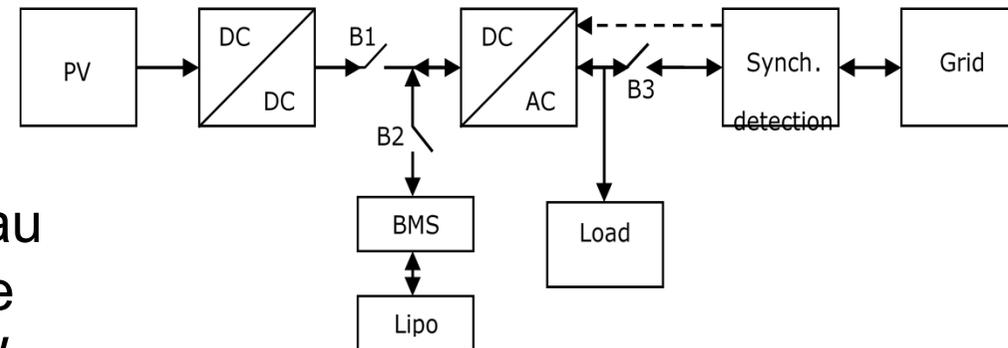
■ Comment, financièrement

- Utilisation des toits ou terrasses des maisons (nettoyage)
- Règlementation pour la revente de l'énergie à l'opérateur
- Chercher des modes de financement (opérateur, APRUE)
- Exemple du Solar City Musk project
- **3 kW**=12*250 W;12*150 €+3GTI (300 €)+E.M.(100 €)=**2800 €**
0.1-0.3 €/kWh
- Avec 0.2 €/kWh, 2800/0.2 = 14000 kWh
14000 kWh / 14 kWh/jour = 1000 jours = **3 années** pour amortir l'investissement
- Avec 5.1488 DA/kWh, 2800*120/5.1488 = 65258 kWh
65258 kWh / 14 kWh/jour = 4661 jours = **14 années**

PV off Grid

■ Intérêt

- Milieu rural non connecté au réseau
- Palier aux problèmes de délestage
- Puissance réduite < 2 kW ou 1 kW



■ Comment, technologie

- **Le jour** : Appareils de la maison + recharge des batteries
- **La nuit** : Lampes LED, TV et réfrigérateur : 500W pic, 200W hors pic
- Batteries Li-Po / Li-Fe couvrent le pic de demande : réservoir tampon
- Giga factory diminue le coût des Li-Po (PowerWall)
- MPPT PV pour recharger, tension du bus DC doit être plus grande que celle des batteries pour charger. 1s **3.6V – 4.2V**, 20s 84V<320V
- L'onduleur s'occupe des fluctuations de tension du bus DC; hacheur 4Q comme onduleur monophasé
- Plusieurs cellules imposent l'utilisation d'un BMS pour l'équilibrage

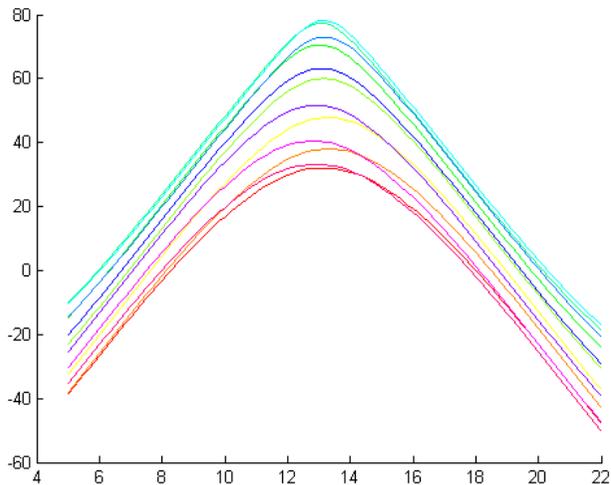
PV off Grid

- Comment, **technologie**
 - Une version qui peut faire du off grid / on grid
 - Projet : construire un prototype pilote de 500 W ou 1 kW
- Comment, **financièrement**
 - Utilisation des toits ou terrasses des maisons (nettoyage)
 - Chercher des modes de financement (opérateur, aide au dév. Rural, PNUD)
 - Coûte moins à l'opérateur que d'amener une ligne (nomades)
 - Partage entre voisins pour alimenter réfrigérateurs, chargeurs de tel., lampes LED

PV R&D

- Etudes et simulation avec les données de notre pays
- Expérimentations
 - Expérience algérienne. Exemple; influence de la T° du PV, à Tlemcen, la puissance générée est plus importante en hiver qu'en été
 - Développer l'électronique de puissance ⇒ Startups
- **Former** nos jeunes à ces technologies, avenir du pays

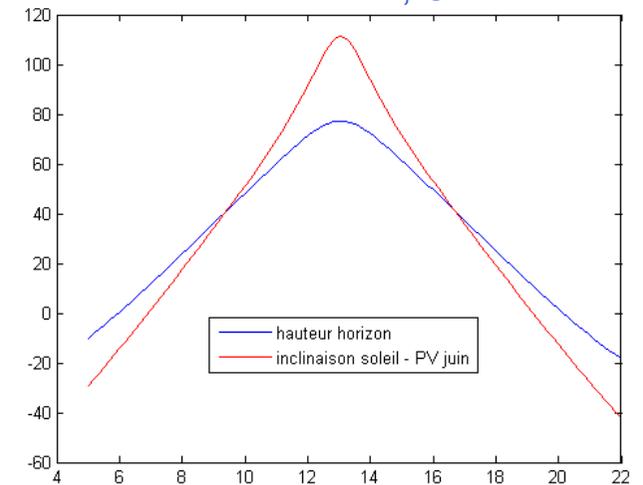
<http://baghli.blogspot.com/2016/09/le-photovoltaïque-pv-residentiel.html>



Hauteur (en °) du soleil en fonction de l'heure de la journée
Un angle négatif signifie que le soleil est en dessous de l'horizon



Code de calcul sur **Matlab**, **C++** et **Arduino**



Comparaison entre la hauteur du soleil et de l'incidence des rayons sur le PV, en fonction de l'heure de la journée, pour le mois de juin. L'inclinaison du PV est de 34

Transport électrique

- Le transport est un objectif sociétal et quotidien
- Activité énergivore
- Situation en Algérie
 - Individuel, nombre croissant de voitures dans les villes
 - Essence, Diesel, GPL
 - Peu de transport en commun, inefficace, vétuste
- Objectifs
 - Evoluer vers un transport en commun de qualité
 - Non polluant, de meilleur rendement
 - Tramway et métro électriques, bus réguliers, flottes de vélos et voitures électriques
 - Moyen de transport de masse de confiance, fiable et sécurisé pour transporter nos enfants de/vers les écoles, collèges et lycées
 - Résolution du problème des embouteillages et de la pollution

Véhicule électrique (EV)

- Pas de moteur à combustion, pas de maintenance
- Pas de boîte de vitesse, pas de courroie de distribution, pas d'Alternateur-démarrageur
- Pas de filtres à huile, à air, à essence, pas d'injecteurs, pompe à essence, bougies...
- Couple maximum disponible au démarrage
- Conduite silencieuse
- Accélérateur et frein, conduite simplifiée
- Récupération de l'énergie au freinage, ME réversible
- Temps de recharge de la batterie
- Autonomie limitée (200 à 450 km)
- On fait moins de 50 km/jour
- On n'utilise pas la voiture la nuit ou au travail



Véhicule électrique (EV)

NISSAN LEAF

Leading, Environmentally Friendly, Affordable, Family Car

Driving range over ~ 250 km
Max speed (km/h) = 144 km/h
0-100 km/h in 11.5s

Motor: PMSM

Max power: 80 kW

Max torque: 254 Nm

Battery: Li-ion

Total capacity: 30 kWh

Power output > 90 kW

Number of modules: 48

Charging times:

Quick charger DC 50kW (0 to 80%):
less than 30 min

Home-use AC230V charger: less
than 8 hrs



Coût de charge / coût du plein

Pour une distance de 100 km sur autoroute : 6l/100 km ou 14 kWh/100 km (EV)

- DIESEL :

$$20,42 \text{ DA/l} * 6 \text{ l/100 km} = 123 \text{ DA} / 100 \text{ km}$$

$$1,3 \text{ € / l} * 6 \text{ l/100 km} = 7,8 \text{ €} / 100 \text{ km}$$

- SUPER :

$$35,72 \text{ DA/l} * 6 \text{ l/100 km} = 214 \text{ DA} / 100 \text{ km}$$

- GPL :

$$9 \text{ DA/l} * 6 \text{ l/100 km} = 54 \text{ DA} / 100 \text{ km}$$

- SONELGAZ :

$$5,1488 \text{ DA/ kWh} * 14 \text{ kWh/100 km} = 72,1 \text{ DA} / 100 \text{ km}$$

- EDF :

$$0,1449 \text{ € / kWh} * 14 \text{ kWh/100 km} = 2,03 \text{ €} / 100 \text{ km}$$



Véhicule – réseau (V2G)

40 kW (3kW domicile)

X

1000 véhicules

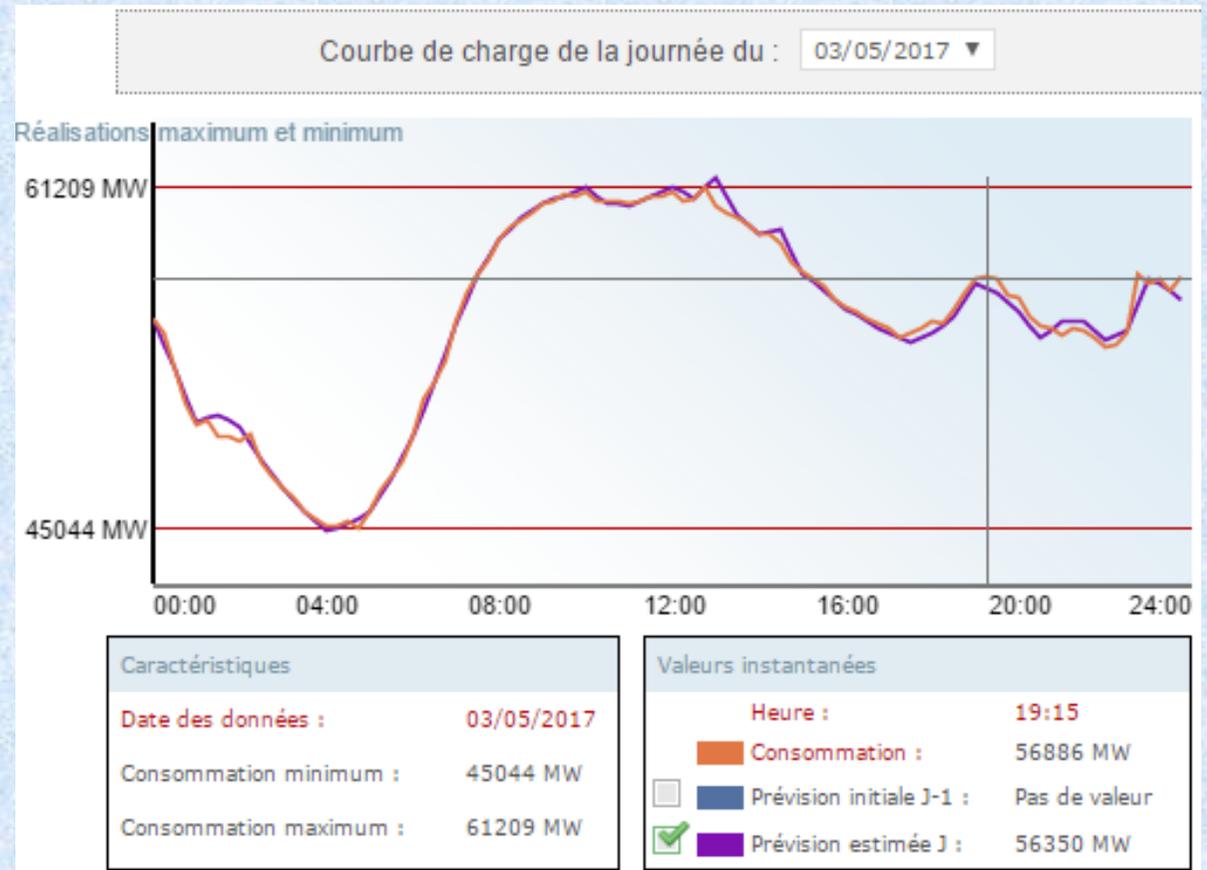
= 40 MW

X

100 sites

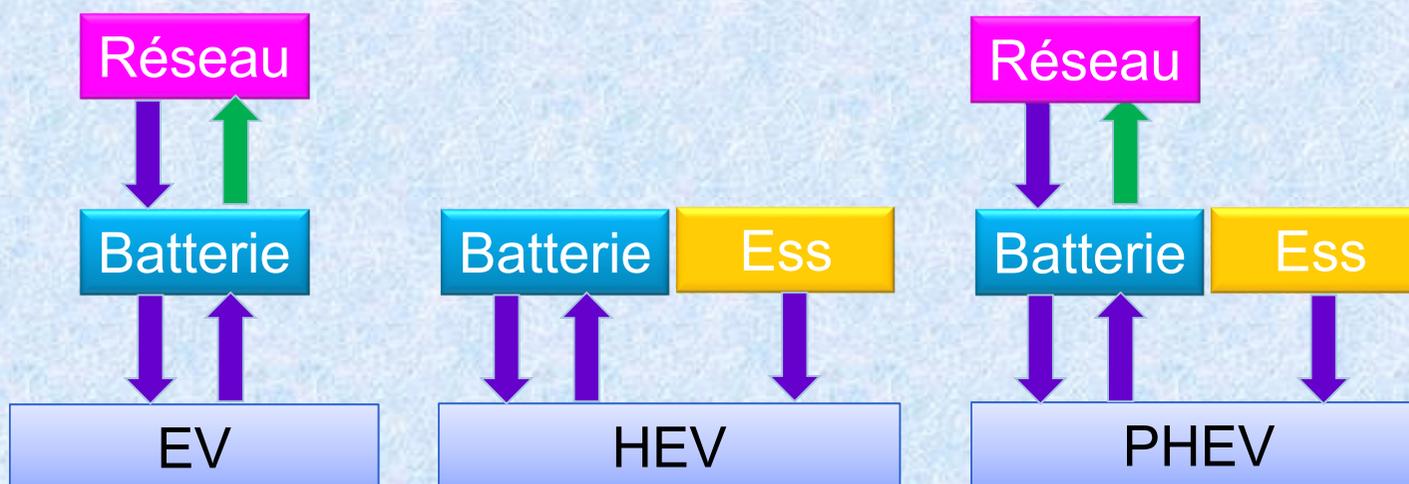
= 4000 MW

Recharge :
Pas tous en même
temps !



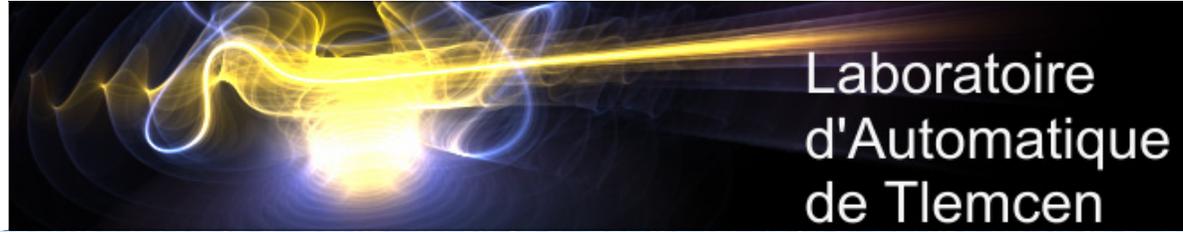
Puissance, réseau et batteries

- Utilisation rationnelle des batteries de véhicules électriques (V2G)
- Laisser quelqu'un d'autre gérer le temps de charge et le SOC de notre véhicule
- Amortir les augmentations brutales de la demande en puissance
- Uniquement des EV ou PHEV



Utilisation rationnelle de l'électricité

- Nous concerne tous : individu et société
- Plusieurs domaines (utilisation, production, transport)
- Effort d'éducation et de comportement
- Nous sommes les porte-paroles de notre société
- Résoudre la problématique énergétique par nous même



Merci pour
votre attention

Discussion

Invitation à rejoindre

AAGEE : Association Algérienne de Génie Électrique et Électronique

الجمعية الجزائرية للهندسة الكهربائية و الإلكترونية

www.aagee.dz