



# LIVRE BLANC DE L'ÉNERGIE

TOME 1

ÉTAT DES LIEUX MÉTROPOLITAIN POUR  
LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

Juin 2018



15



réseaux de chaleur  
publics et privés  
sur la Métropole

6%

Part des ENR  
dans la consommation  
d'énergie de la Métropole

30%

Part des ENR  
dans la production  
d'énergie de la Métropole

Coût de la dépendance  
énergétique du territoire

5,5 Md'€



# LIVRE BLANC DE L'ÉNERGIE

TOME 1

**ÉTAT DES LIEUX MÉTROPOLITAIN  
POUR LA PRODUCTION  
ET LA DISTRIBUTION  
D'ÉNERGIE**

Juin 2018

# SOMMAIRE

<b>PRÉAMBULE</b> .....	<b>07</b>	<b>ÉTAT DES LIEUX EN MATIÈRE D'ÉNERGIE</b> .....	<b>11</b>
QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE .....	07	<b>DÉFINITIONS ET NOTIONS FONDAMENTALES</b> .....	<b>13</b>
DU PROTOCOLE DE KYOTO AUX PLANS CLIMAT-AIR-ÉNERGIE TERRITORIAUX, LES OBJECTIFS POUR ENGAGER UNE TRANSITION ÉNERGETIQUE DES TERRITOIRES .....	08	QU'EST-CE QUE L'ÉNERGIE ? .....	13
UNE CONCORDANCE HISTORIQUE PROVOQUANT UN EFFET D'AUBAINE À SAISIR ! .....	09	LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉNERGIE .....	14
UNE APPROCHE PROSPECTIVE DE L'ÉNERGIE À CONSTRUIRE .....	09	DISTINCTION ENTRE EFFICACITÉ ET SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE .....	14
		PRINCIPALES UNITÉS DE MESURE .....	14
		ÉQUIVALENCE ENTRE SOURCES D'ÉNERGIES .....	15
		<b>DE LA PRODUCTION À LA CONSOMMATION : UN TERRITOIRE EN DÉPENDANCE ÉNERGETIQUE</b> .....	<b>17</b>
		UNE BALANCE COMMERCIALE ÉNERGÉTIQUE NÉGATIVE .....	17
		L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, PREMIÈRE SOURCE DE PRODUCTION .....	18
		UNE PRODUCTION ESSENTIELLEMENT ÉLECTRIQUE TRÈS INFÉRIEURE À LA CONSOMMATION .....	19
		UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DOMINÉE PAR LES TRANSPORTS ET LES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES .....	24
		<b>UNE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION INSUFFISANTE AU REGARD DU POTENTIEL DU TERRITOIRE</b> .....	<b>29</b>
		UNE PRODUCTION RENOUVELABLE EN GRANDE PARTIE HYDROÉLECTRIQUE .....	30
		S'APPUYER SUR LE POTENTIEL POUR DÉVELOPPER UN MIX ÉNERGÉTIQUE VERTUEUX .....	30
		<b>LES RÉSEAUX D'ÉNERGIE, SUPPORT DE DÉVELOPPEMENT AUX PROJETS DU TERRITOIRE</b> .....	<b>41</b>
		LES RÉSEAUX DE GAZ .....	41
		LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES .....	44
		LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID .....	51



# SOMMAIRE

<b>NOUVELLE COMPÉTENCE ET NOUVEAU MODÈLE ÉNERGÉTIQUE À INTÉGRER POUR LA MÉTROPOLÉ</b> .....	<b>55</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>73</b>
<b>LA DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉLECTRICITÉ ET DE GAZ</b> .....	<b>59</b>	<b>FAIRE DES SPÉCIFICITÉS DE LA MÉTROPOLÉ AUTANT D'ATOUTS POUR SA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE</b> .....	<b>75</b>
LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE, UN SERVICE PUBLIC LOCAL .....	59	UNE JEUNE MÉTROPOLÉ, EN CONSTRUCTION .....	76
IDENTIFIER LE RÔLE DE CHACUN DES ACTEURS DANS UN CADRE CONTRAINT .....	59	UNE MÉTROPOLÉ EN CLIMAT MÉDITERRANÉEN .....	78
L'ÉCONOMIE DE LA DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE .....	61	UNE MÉTROPOLÉ MULTIPLE .....	79
DES COMPÉTENCES EN LIEN AVEC LES RÉSEAUX D'ÉNERGIE .....	63	UNE MÉTROPOLÉ EUROMÉDITERRANÉENNE, TOURNÉE VERS L'EXCELLENCE .....	79
<b>LA DISTRIBUTION DE CHALEUR ET DE FROID</b> .....	<b>65</b>	DE LA RÉFLEXION... À L'ACTION ! .....	82
LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID, UNE COMPÉTENCE TRANSFÉRÉE À LA MÉTROPOLÉ .....	65		
DES MONTAGES CONTRACTUELS IMPLIQUANT UNE DIVERSITÉ D'ACTEURS .....	67		
<b>LA PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE</b> .....	<b>69</b>		
DES ACTEURS PUBLICS OU MIXTES QUI INTERVIENNENT DANS LE DOMAINE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES .....	69		
DES OPERATEURS PRIVÉS DÉJÀ PRÉSENTS SUR LE TERRITOIRE .....	69		
<b>DES EXPERTISES TECHNIQUES À MOBILISER</b> .....	<b>71</b>		
DES ASSOCIATIONS PORTEUSES D'EXPERTISES, SURTOUT DANS LE DOMAINE DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE .....	71		
DES RÉSEAUX NATIONAUX EN SUPPORT .....	72		



## PRÉAMBULE

La Métropole Aix-Marseille-Provence (AMP) consomme 5 fois plus d'énergie qu'elle n'en produit, en raison notamment des consommations du secteur industriel, de l'importance de son parc de logements vieillissants et de la prépondérance de la part modale de la voiture dans les déplacements de sa population.

Pourtant, ce territoire dispose d'un potentiel exceptionnel de production d'énergies, notamment renouvelables, grâce à sa situation géographique (eau, soleil, mer, vent), à son socle géomorphologique (géothermie) comme à son tissu économique dynamique (nombreuses industries et entreprises R&D) et moteur d'innovations (power to gaz, hydrogène, récupération de chaleur fatale...).

La part des énergies renouvelables (EnR) représente d'ailleurs environ 30% de l'énergie produite localement. Or, cette part d'énergies renouvelables ne couvre actuellement que 6% des consommations énergétiques de la Métropole (objectif national : atteindre 20% d'ici 2020).

Les enjeux sont donc à la mesure des potentialités pour, ici plus qu'ailleurs, associer développement économique, cadre de vie, transition énergétique et adaptation au changement climatique.

### QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

Alors que la production énergétique de la Métropole représente 44% de la production énergétique régionale et que sa consommation représente 50% de la consommation régionale, Aix-Marseille-Provence ne produit finalement que l'équivalent de 19% de ses besoins énergétiques. La dépendance énergétique représentait en 2013 un coût de 5,5 milliards d'euros pour le territoire, soit plus de 10% du PIB de la Métropole. Cette consommation d'énergie est répartie à 37% pour le transport, 34% pour le secteur de l'industrie, 20% pour le secteur résidentiel et, enfin, 9% le secteur tertiaire. La part du secteur agricole est quant à elle négligeable. Les différentes activités humaines, en raison de la combustion d'énergies fossiles, émettent d'importantes quantités de gaz à effet de serre (GES) qui influent sur les dynamiques atmosphériques et contribuent au phénomène de changement climatique, ainsi qu'à la détérioration de la qualité de l'air, insuffisante 1 jour sur 2 à l'échelle métropolitaine...

La Métropole AMP représente ainsi près de 60% des émissions de Gaz à effet de serre (GES) régionales

réparties entre le secteur industriel (72%), suivi des transports routiers (17%) et du résidentiel/tertiaire (8%). Les 3% restants se partagent entre les transports non routiers (2%) et l'agriculture (1%).

La construction d'une stratégie énergétique métropolitaine est donc indissociable des enjeux de transition énergétique (efficace, bas carbone) et environnementale, d'aménagement du territoire comme de développement économique et, plus encore, de lutte contre la précarité et la vulnérabilité des ménages. Cette stratégie est donc à bâtir en liens étroits avec la démarche de Plan Climat Air Energie Métropolitain, notamment afin d'intégrer en prérequis l'ensemble des actions de Maîtrise de la Dépense en Energie, comme avec les autres démarches en cours dans les différentes politiques sectorielles (habitat, déplacement, économie, planification)...

## DU PROTOCOLE DE KYOTO AUX PLANS CLIMAT-AIR-ÉNERGIE TERRITORIAUX, LES OBJECTIFS POUR ENGAGER UNE TRANSITION ÉNERGETIQUE DES TERRITOIRES

Le changement climatique et les besoins énergétiques ne sont pas des problématiques récentes. En effet, le sommet de la Terre de Rio instituait en 1992, il y a déjà 26 ans, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) rassemblant 195 pays pour trouver des solutions afin de réduire les gaz à effet de serre.

Pourtant, malgré une prise de conscience qui semble ancienne, on constate une régression, au niveau international, des actions pour diminuer les émissions de GES et limiter l'augmentation des températures, notamment depuis l'arrêt de protocole de Kyoto en 2012... Néanmoins, à l'échelle française, la loi de Programmation fixant les Orientations de la Politique Énergétique (POPE) de 2005 a instauré le facteur 4, c'est-à-dire l'objectif de division par 4 des émissions de GES d'ici 2050 par rapport à 1990. Cette loi est complétée par la loi portant Engagement National pour l'Environnement (dite Grenelle II) de 2010 et par la loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte de 2015.

L'ensemble de ces dispositifs réglementaires a été traduit, à l'échelle régionale, dans un Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE). Ces objectifs viennent d'être revus pour leur intégration au Schéma Régional d'Aménagement, Développement Durable et Égalité des Territoires (SRADDET).

Le scénario de production envisagé ne permet de couvrir, à l'échelle régionale, que 50% du niveau de consommation de 2016. Pour atteindre 100% de couverture EnR dans la consommation énergétique, il faudrait donc diminuer la consommation de 50% d'ici 2050 dans l'ensemble des secteurs.

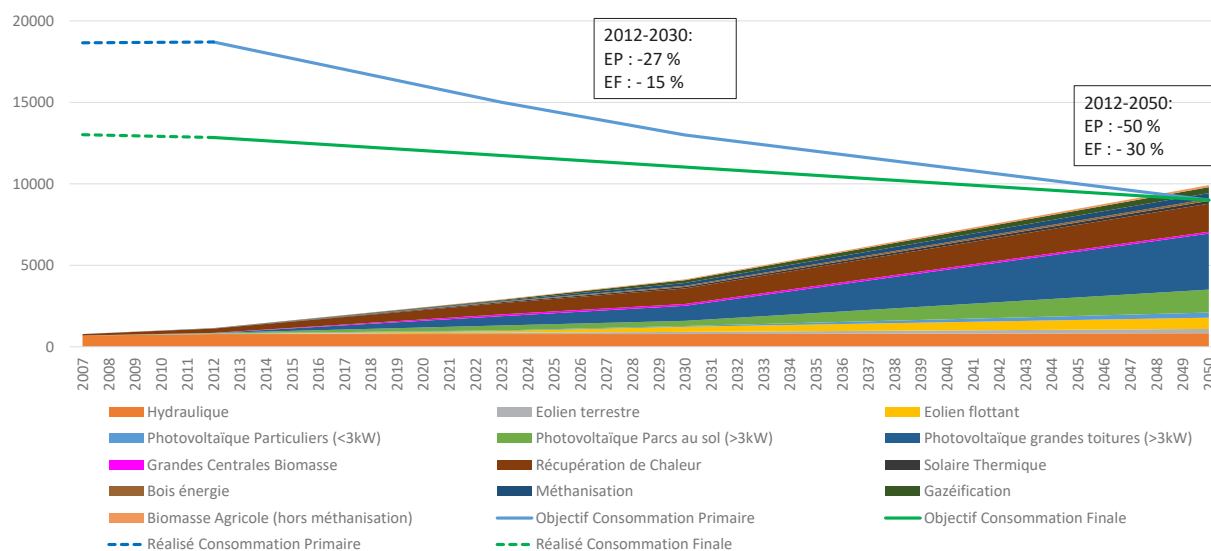
À l'échelle régionale, le SRCAE préconise, entre autres, de :

- ▶ réduire l'impact des transports (changement de carburants, notamment sur les flottes captives, et report vers les transports en commun);
- ▶ prioriser les efforts sur le secteur de l'habitat et prendre en compte le Programme Régional pour l'Efficacité Énergétique (PR2E), notamment sur les copropriétés privées et centres anciens dégradés (diminution des besoins, remplacement chauffage fioul/gaz fossile);

- ▶ déployer des infrastructures intelligentes (smart grid, rechargement véhicules électriques, gestion de l'éclairage)
- ▶ développer le photovoltaïque, de préférence sur des sites déjà anthropisés, avec des installations principalement de grande capacité (>3kW) ou en autoconsommation pour les particuliers.

Ces objectifs devront ensuite être adaptés et spatialisés à l'échelle métropolitaine.

Au regard du scénario du SRCAE, mis à jour dans le cadre de son intégration dans le SRADDET, on constate que l'objectif de « développement des énergies renouvelables » est principalement ciblé sur le développement du photovoltaïque (grandes installations) ainsi que sur les dispositifs de récupération de chaleur.



OBJECTIFS RÉGIONAUX INTÉGRÉS AU SRADDET POUR ATTEINDRE 100% DE PRODUCTION ENR DANS LA CONSOMMATION ÉNERGETIQUE

Sources : Région Paca

## UNE CONCORDANCE HISTORIQUE PROVOQUANT UN EFFET D'AUBAINE À SAISIR !

La préoccupation concernant l'énergie est un sujet relativement « jeune » dont les collectivités commencent à se saisir. La création des métropoles et le transfert de compétences qui y est associé, notamment dans la gestion de l'énergie (réseaux électrique et gaz, chaud/froid et production EnR), offrent une opportunité historique de modification structurelle du système énergétique territorial.

En effet, la Métropole AMP dispose, de par ses caractéristiques (92 communes, 3000 km<sup>2</sup>, 1,8M d'habitants), d'un formidable effet d'échelle pour généraliser certains processus concernant la gestion de l'énergie (comme la mutualisation des achats d'énergie) et les contrats de concessions.

Il est donc crucial qu'elle se saisisse de ce levier formidable pour la transition énergétique et construise une connaissance fine de son système énergétique local afin de l'intégrer, en amont, dans sa planification territoriale et de mieux répartir les rapports coûts d'investissement/de fonctionnement.

Ce transfert de compétences s'accompagne de nombreuses réformes et subventions au niveau national comme européen pour engager la transition énergétique.

En effet, un accord cadre national signé en janvier 2016 (Décret 2016-43) crée le Comité du Système de Distribution de l'Électricité pour accompagner les collectivités dans la négociation de nouveaux contrats de concession. Au niveau national, l'ADEME met à

disposition un « fonds chaleur » mobilisable et l'Europe propose aussi 79 subventions et 6 appels à projet concernant la thématique de l'énergie.

De nombreuses conditions sont donc réunies pour pouvoir réformer en profondeur l'approche énergétique du territoire et engager une transition énergétique ambitieuse à l'échelle métropolitaine.

## UNE APPROCHE PROSPECTIVE DE L'ÉNERGIE À CONSTRUIRE

Outre la modification structurelle du système d'acteurs de l'énergie, on constate plusieurs évolutions sociétales antagonistes :

- ▶ la consommation d'énergie liée aux usages ne fait qu'augmenter en raison de l'émergence de nouvelles technologies omniprésentes : multiplication des objets connectés, démocratisation des réseaux et d'internet (serveurs, ordinateurs multiples, smartphones, tablettes..), multiplication des objets consommant de l'énergie au sein de l'habitation malgré des évolutions technologies économes comme les LEDs;
- ▶ la rénovation des bâtiments existants est lente et laborieuse alors qu'elle concerne la majorité du parc de logements même si les performances énergétiques des nouveaux bâtiments (RT2012) sont intéressantes;
- ▶ le développement de certains secteurs devient rentable malgré de nombreux préjugés (ex : photovoltaïque). Les énergies renouvelables se démocratisent mais leur implantation est souvent confrontée à des conflits d'usages (valeur paysagère, écologique, risques, nuisances...);

- ▶ une prise de conscience généralisée de la nécessaire maîtrise des dépenses énergétiques qui s'accompagne de nouvelles pratiques.

- ▶ l'autoconsommation se développe:

- malgré des temps de retour sur investissements long pour l'habitat, chez le particulier

- le besoin d'innovation pour le montage d'opérations financières complexes, notamment pour les grandes copropriétés,

- la nécessité de réformes réglementaires pour pouvoir s'étendre au secteur professionnel... ;

- ▶ des nouveaux modes de financements possibles : tiers-financement, business-angels, crowd founding, projets participatifs citoyens... ;

- ▶ des démarches d'écologie industrielle et de récupération de chaleur fatale avec de nouvelles approches : les déchets constituent des ressources valorisables et des projets innovants sont à accompagner ainsi que de nombreuses pistes R&D.



# ÉTAT DES LIEUX EN MATIÈRE D'ÉNERGIE







# DÉFINITIONS ET NOTIONS FONDAMENTALES

## QU'EST-CE QUE L'ÉNERGIE ?

**L'énergie** est un concept qui remonte à l'Antiquité et qui trouve son étymologie dans la racine grecque *energeia* qui signifie «force en action». Elle est alors définie comme la force à fournir pendant un temps donné pour accomplir une action... Au XIX<sup>e</sup> siècle, elle est progressivement utilisée en physique pour mesurer la capacité d'un système à modifier un état (ex. : faire bouillir de l'eau, fondre un métal...), à produire un travail entraînant un mouvement, un rayonnement électromagnétique ou de la chaleur.

L'énergie peut être obtenue par la combustion de combustibles (pétrole, essence, gazole, fioul, gaz, charbon, bois...) qui dégage de la chaleur ou par l'utilisation de forces mécaniques qui fournissent du travail (vent, eau)...

L'énergie se présente donc sous plusieurs formes qui peuvent se transformer (par exemple, la production d'électricité à partir du gaz, de pétrole ou de charbon dans une centrale thermique ou le chauffage d'une maison à partir d'électricité, de bois ou de fioul domestique). On parle alors d'énergie primaire ou secondaire...

**L'énergie primaire** est l'ensemble des produits énergétiques non transformés, qu'ils soient exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, les schistes bitumineux, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides (charbon), la biomasse (bois, biodéchets...), le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie

tirée de la fission nucléaire. La notion d'énergie primaire sera privilégiée pour définir les coûts énergétiques pour un pays ou un territoire (balance commerciale).

**L'énergie secondaire** correspond à la quantité d'énergie obtenue par la transformation d'une énergie primaire (en particulier électricité d'origine thermique).

Enfin, on parle d'**énergie finale** pour l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer...). La notion d'énergie finale sera privilégiée pour définir les coûts énergétiques d'un ménage.

## LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉNERGIE

L'énergie peut également être caractérisée par la source dont elle est issue. On parle alors d'énergie :

- ▶ **fossile** lorsqu'elle est produite à partir de roches issues de la fossilisation d'êtres vivants (pétrole, gaz naturel charbon ou, plus récemment, de nouvelles sources comme les schistes et sables bitumeux, les gaz et huiles de schiste ou la tourbe). Ces processus de formation sont extrêmement longs. On considère donc que ces ressources fossiles ne peuvent pas se renouveler dans l'échelle des temporalités humaines et ne sont présentes qu'en quantités limitées. Leur combustion entraîne l'émission de grandes quantités de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère ;
- ▶ **fissile** lorsqu'elle est produite lors de la réaction de fission du noyau atomique de matériaux radioactifs (uranium ou plutonium). Cette réaction n'émet pas directement de GES mais produit des déchets radioactifs. Les énergies fissiles nécessitent l'extraction de minéraux dont les réserves sont limitées. Il s'agit donc d'une énergie non renouvelable ;
- ▶ **renouvelable** lorsqu'elle est produite à partir de processus/phénomènes naturels réguliers, constants, d'origine solaire, éolienne, hydraulique, géothermique voire aérolucique (pompe à chaleur) ou encore pouvant se régénérer rapidement comme par l'exploitation du bois, les biogaz, les déchets anthropiques (urbains, industriels...).

## DISTINCTION ENTRE EFFICACITÉ ET SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

La sobriété énergétique est une démarche utilisant divers moyens pour utiliser le moins d'énergie possible. Elle vise à prioriser les besoins énergétiques et diminuer le besoin initial en énergie. Elle correspond à des pratiques et usages témoignant d'un mode de pensée «économe». Exemple : éteindre les postes énergétiques qui ne sont pas utiles comme l'éclairage des bureaux la nuit, limiter l'étalement urbain, réduire les emballages... L'efficacité énergétique est un des moyens de la sobriété énergétique permettant de réduire la quantité d'énergie nécessaire à la satisfaction d'un même besoin. L'amélioration des rendements de certains appareils consommant de l'énergie comme la maîtrise des dépenses énergétiques (ex: isolation des bâtiments) permet d'augmenter l'efficacité.

## PRINCIPALES UNITÉS DE MESURE

L'énergie s'exprime en joule (J), néanmoins, l'unité principale utilisée en matière de production ou de consommation d'énergie se réfère de fait à une puissance exprimée en watt (W): 1W= 1joule/seconde.

Le watt permet de mesurer :

- ▶ une quantité de puissance électrique (on parle alors de watt électrique  $W_e$ ) ;
- ▶ une quantité de puissance thermique (on parle alors de watt thermique  $W_t$ ).

Dans un système en cogénération, les deux peuvent être produites simultanément...

### PETIT RAPPEL D'ÉQUIVALENCES

$$1 \text{ MW} = 1000 \text{ KW} = 1000000 \text{ W}$$
$$1 \text{ GW} = 1000 \text{ MW}$$

Pour mesurer l'énergie produite par une installation, on multiplie sa puissance (exprimée en kW) par sa durée de fonctionnement en heures. On obtient donc un nouvel indicateur de mesure en kilowatt heure (kWh).

La puissance maximale d'un dispositif est exprimée en watt-crête et correspond à la puissance électrique maximale pouvant être fournie dans des conditions optimales, par exemple dans le cas particulier d'une installation photovoltaïque... Cette unité est utilisée principalement pour comparer les rendements de matériaux (photovoltaïque) dans les mêmes conditions, pour qualifier la taille d'une installation photovoltaïque indépendamment de ses conditions d'ensoleillement ou encore pour comparer des gisements solaires.

Enfin, il est parfois pertinent pour mesurer une consommation énergétique, de la rapporter par unité de surface et par an... notamment pour estimer la performance énergétique d'un bâtiment.

On utilise alors le kilowatt heure par m<sup>2</sup> et par an (kWh/m<sup>2</sup>/an). Par exemple, un bâtiment certifié niveau BBC ne doit pas consommer plus de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an pour le chauffage et l'eau chaude.

## ÉQUIVALENCE ENTRE SOURCES D'ÉNERGIE

La tonne d'équivalent pétrole (tep) représente la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut. Cette unité est utilisée pour exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie. Selon les conventions internationales, une tonne d'équivalent pétrole équivaut par exemple à 1 616 kg de houille, 1 069 m<sup>3</sup> de gaz d'Algérie ou 954 kg d'essence moteur.

### PETIT RAPPEL D'ÉQUIVALENCES

**1 TEP = 11,6 MWH = 11 630 KWH**

ÉNERGIE	UNITÉ PHYSIQUE	GIGAJOULES (GJ)	TEP
<b>Gaz Naturel</b>	1 MWh PCS	3,24	3,24/42 = 0,077
<b>Produits pétroliers</b>			
Pétrole brut / gazole / fioul domestique	1 tonne	42	1
GPL	1 tonne	46	46/42=1,095
Essence/carburéacteur	1 tonne	44	44/42=1,048
Fioul lourd	1 tonne	40	40/42=0,952
Coke de pétrole	1 tonne	32	32/42=0,762
<b>Combustibles minéraux solides</b>	1 tonne	17 à 32	0,405 à 0,762
<b>Bois</b>	1 stère	6,17	6,17/42=0,147
<b>Électricité</b>			
Origine nucléaire	1 MWh	3,6	0,086/0,33=0,26
Origine géothermique	1 MWh	3,6	0,086/0,10=0,86
Autres types de production	1 MWh	3,6	3,6/42=0,086

Sources : Base Cigale, Observatoire Régional Climat Air Energie PACA.

TABLEAU DES ÉQUIVALENCES ÉNERGÉTIQUES



**1 ÉOLIENNE**

**2,2MW**



**1 ÉOLIENNE OFFSHORE**

**5MW**  
= 15 GWh/an



**1 PARC SOLAIRE**  
de 1,5 ha

**2MW**  
= 5,5 GWh/an



**1 RÉACTEUR NUCLÉAIRE**  
(Tricastin)

**900MW**



**1 HABITANT**  
de la Métropole

**6,3MWh/an**



**1 MAISON**  
de la Métropole

**20MWh/an**



**1 APPARTEMENT**  
de la Métropole

**12MWh/an**

INFOGRAPHIE © agam

**3 ÉOLIENNES OFFSHORE**  
Projet Provence Grand Large



=

**24MW**

=

**11 500**  
habitants

=

**3 600**  
maisons

=

**6 000**  
appartements



# DE LA PRODUCTION À LA CONSOMMATION: UN TERRITOIRE EN DÉPENDANCE ÉNERGETIQUE

Le développement historique du tissu économique métropolitain est intimement lié aux questions énergétiques, notamment par son positionnement stratégique de « porte d'entrée de la Méditerranée » ayant supporté le développement de grands sites pétrochimiques, sur son littoral maritime comme sur le pourtour de l'étang de Berre. Ces grandes industries ont d'ailleurs servi de moteur économique très fort pendant la moitié du XX<sup>e</sup> siècle, mais sont actuellement en phase de reconversion.

De plus, de par sa situation géographique méridionale et ses caractéristiques physiques, le territoire métropolitain bénéficie de nombreuses ressources naturelles pour la production d'énergies renouvelables :

- ▶ le soleil, avec 2 801 heures d'ensoleillement dans les Bouches-du-Rhône (médiane française : 1 800 h) ;
- ▶ le vent, accéléré par le couloir rhodanien ;

▶ l'eau, grâce à ses différents cours d'eau et canaux comme à sa façade maritime.

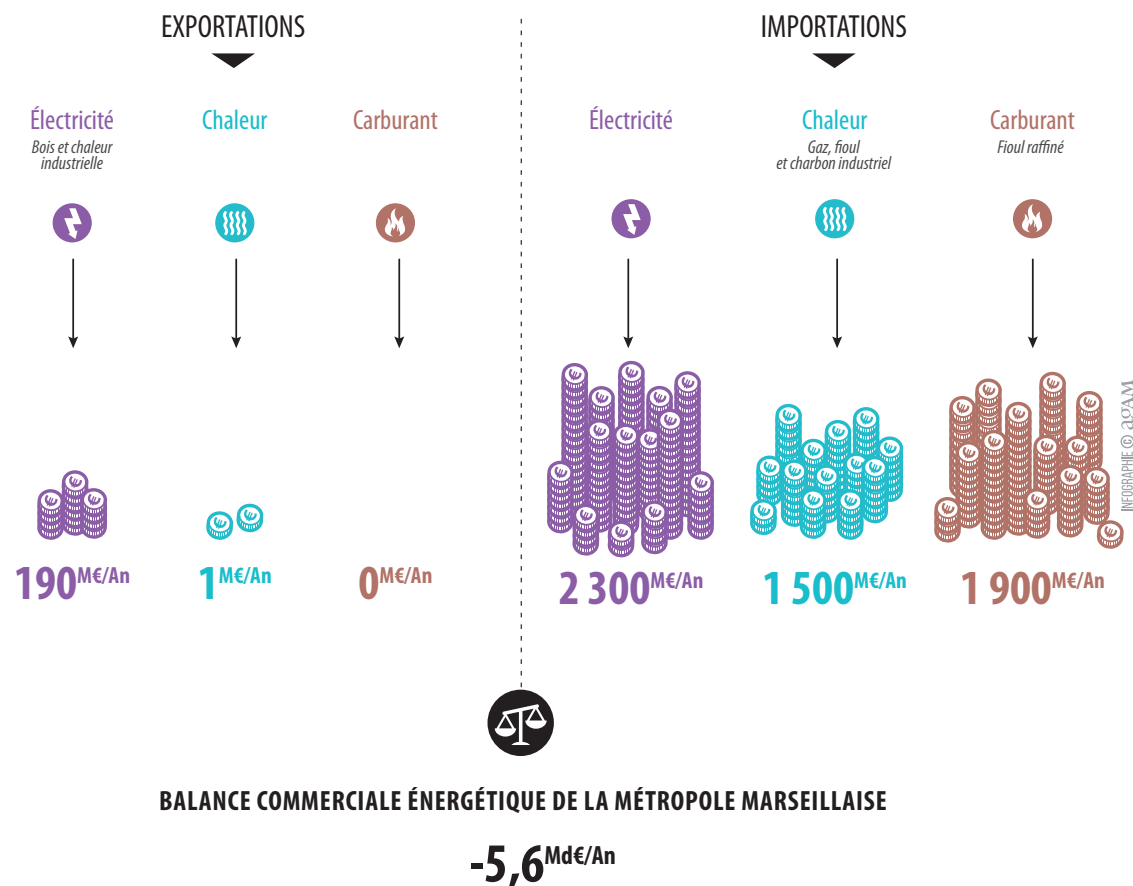
Enfin, la récupération de chaleur fatale et la valorisation des déchets semblent être des pistes de développement prometteuses.

NB : dans les paragraphes qui suivent, les valeurs de consommations d'énergie à l'échelle des Conseils de territoire et communale diffèrent de ceux à l'échelle de la Métropole AMP, compte-tenu du secret statistique. En matière de production énergétique, les données sont, en revanche, stabilisées.

## UNE BALANCE COMMERCIALE ÉNERGÉTIQUE NÉGATIVE

L'autosuffisance énergétique de la Métropole est seulement de 19% en 2015. Rapportée au nombre d'habitants, cette consommation énergétique équivaut à 3 tep/habitant/an contre 2 tep/hab/an en moyenne pour les principales agglomérations de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Cette différence est due à la présence historique d'un tissu industriel, notamment de nombreuses industries manufacturières, les plus énergivores, (pétrochimie, aéronautique, microélectronique) qui impactent fortement (à hauteur de 34%) ces consommations énergétiques et constituent une spécificité de la Métropole Aix-Marseille-Provence, même si les consommations énergétiques les plus importantes sont



Sources : SRCAE Paca, 2014 - Traitement Agam 2017

BALANCE COMMERCIALE ÉNERGÉTIQUE DE LA MÉTROPOLE MARSEILLAISE. Sources : SRCAE Paca, 2014 - Traitement Agam 2017

imputables au secteur des transports.

Hors activités industrielles, les consommations atteignent 1,4 tep/habitant ce qui équivaut sensiblement à la moyenne des principales agglomérations de la région.

Avec seulement 30% de la production énergétique totale qui provient d'origine renouvelable, dont la moitié est produite à partir des 5 barrages hydroélectriques du canal EDF, la production énergétique d'origine fossile reste prépondérante.

Cette faible autosuffisance énergétique du territoire nécessite une importation massive d'énergie, ce qui représente une balance commerciale négative de près de 5,5 milliards d'euros pour le territoire métropolitain. Ce coût est à comparer aux 52 milliards d'euros de son PIB.

## L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, PREMIÈRE SOURCE DE PRODUCTION

44% de l'énergie produite en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'est par le territoire métropolitain, très majoritairement sous forme d'électricité.

En 2015, la production électrique métropolitaine totale s'est ainsi élevée à 9 100 GWh, dont 7 700 GWh d'électricité (soit 45% de la production électrique régionale) et 1 400 GWh d'énergie thermique (soit 38% de la production régionale).



## UNE PRODUCTION ESSENTIELLEMENT ÉLECTRIQUE TRÈS INFÉRIEURE À LA CONSOMMATION

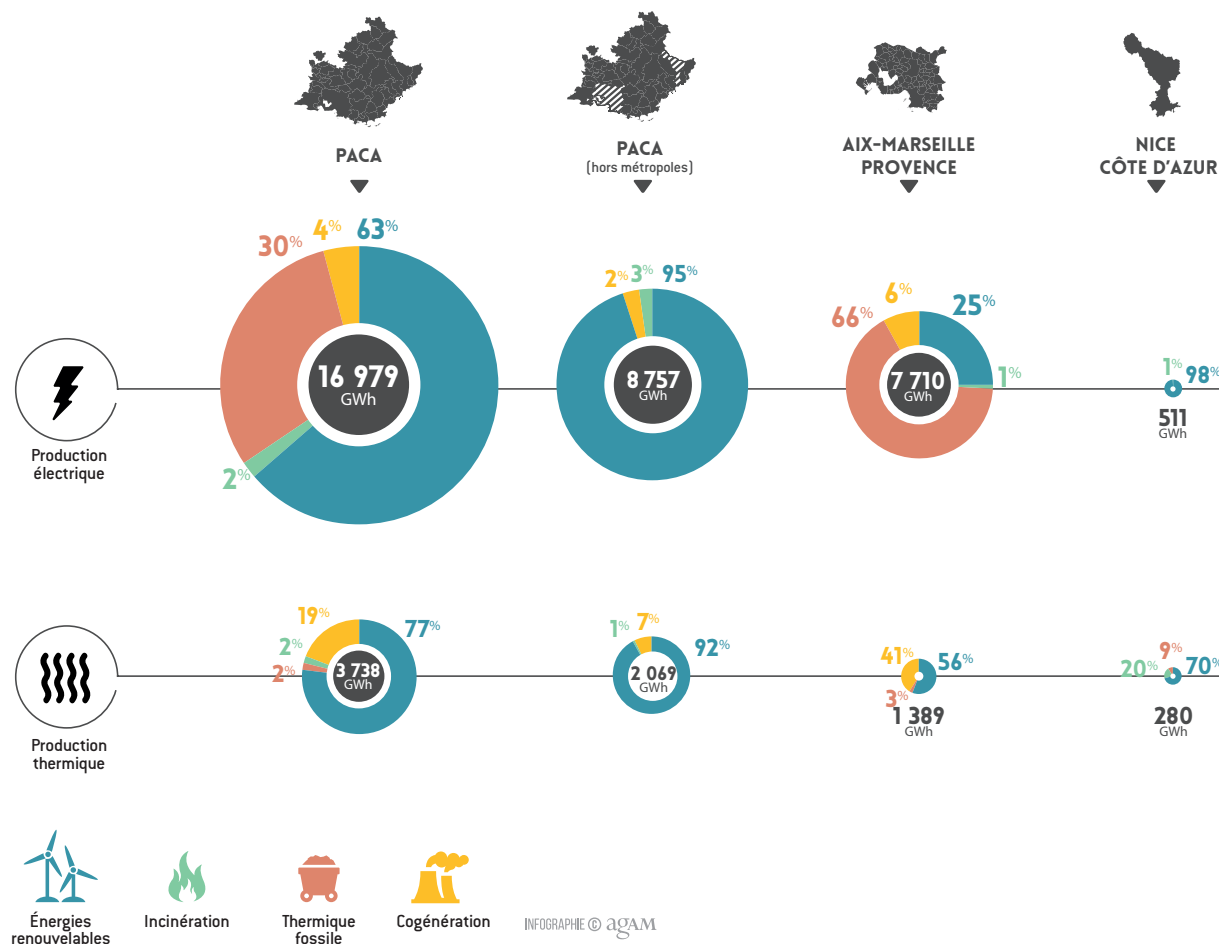
### DES DIFFÉRENCES TERRITORIALES DANS LA PRODUCTION

Les équipements de production d'énergie de la Métropole (centrales thermiques, centrales hydrauliques, éoliennes, parcs solaires photovoltaïques...) produisent 85% d'électricité. Les deux tiers de l'électricité sont produites par les 3 centrales thermiques existantes sur le territoire métropolitain (Meyreuil, Martigues et Fos-sur-Mer).

Malgré un secteur industriel très important, la production de chaleur est peu développée (15% de l'énergie produite). La récupération de la chaleur fatale émise par les industries du territoire pourrait être une source de production d'énergie renouvelable, en particulier pour palier à la consommation énergétique du secteur industriel (34% des consommations d'énergie).

Les principaux producteurs d'énergie sont les territoires du Pays d'Aix et d'Istres-Ouest Provence qui garantissent près des deux tiers de la production énergétique métropolitaine :

- Pays d'Aix : une centrale thermique (Meyreuil) et deux grandes centrales hydrauliques (Jouques et Saint-Estève-Janson)
- Istres-Ouest Provence: une centrale thermique (Fos-sur-Mer), un incinérateur de déchets (Fos-sur-Mer) et plusieurs parcs solaires (notamment à Istres).



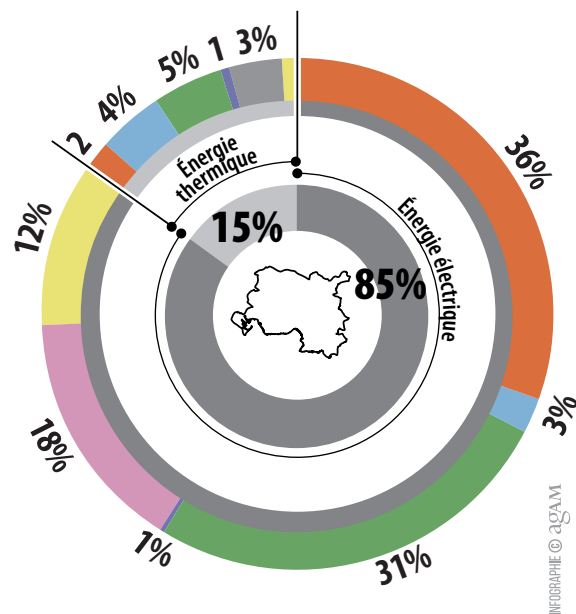
PRODUCTION D'ÉNERGIE (EN%) EN PACA PAR FORME EN 2015

Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam

Mais ce sont seulement 20% de la production de ces territoires qui proviennent de sources renouvelables (majoritairement hydrauliques). L'importance de la production d'énergie hydraulique (5 centrales hydrauliques de plus de 1 MW sur le canal EDF) fait que la production d'énergie renouvelable est localisée à 70% au nord de la Métropole.

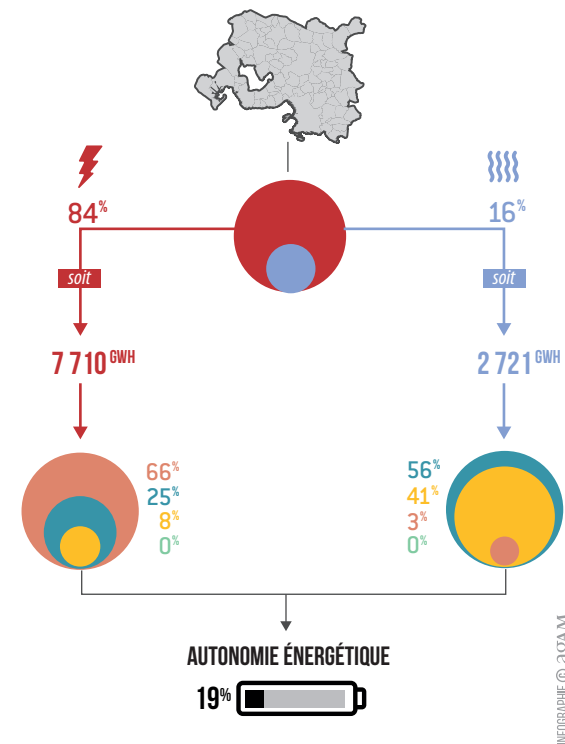
Si la production énergétique du territoire métropolitain se concentre majoritairement à l'ouest et au nord, à l'inverse les consommations énergétiques sont majoritaires au sud et à l'est. **En ce sens, l'échelle métropolitaine permet de mettre en synergie les espaces producteurs et les espaces consommateurs d'énergie et montre l'importance d'une solidarité énergétique territoriale.**

La Métropole dispose donc d'une multitude de sources d'énergies réparties de manière diversifiée sur son territoire avec, néanmoins, une prépondérance sur le pourtour de l'étang de Berre qui, par son potentiel de mutation, constitue un secteur prioritaire pour le futur.



PRODUCTION D'ÉNERGIE THERMIQUE ET D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE PAR CONSEIL DE TERRITOIRE  
Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam

### MÉTROPOLE AIX-MARSEILLE-PROVENCE



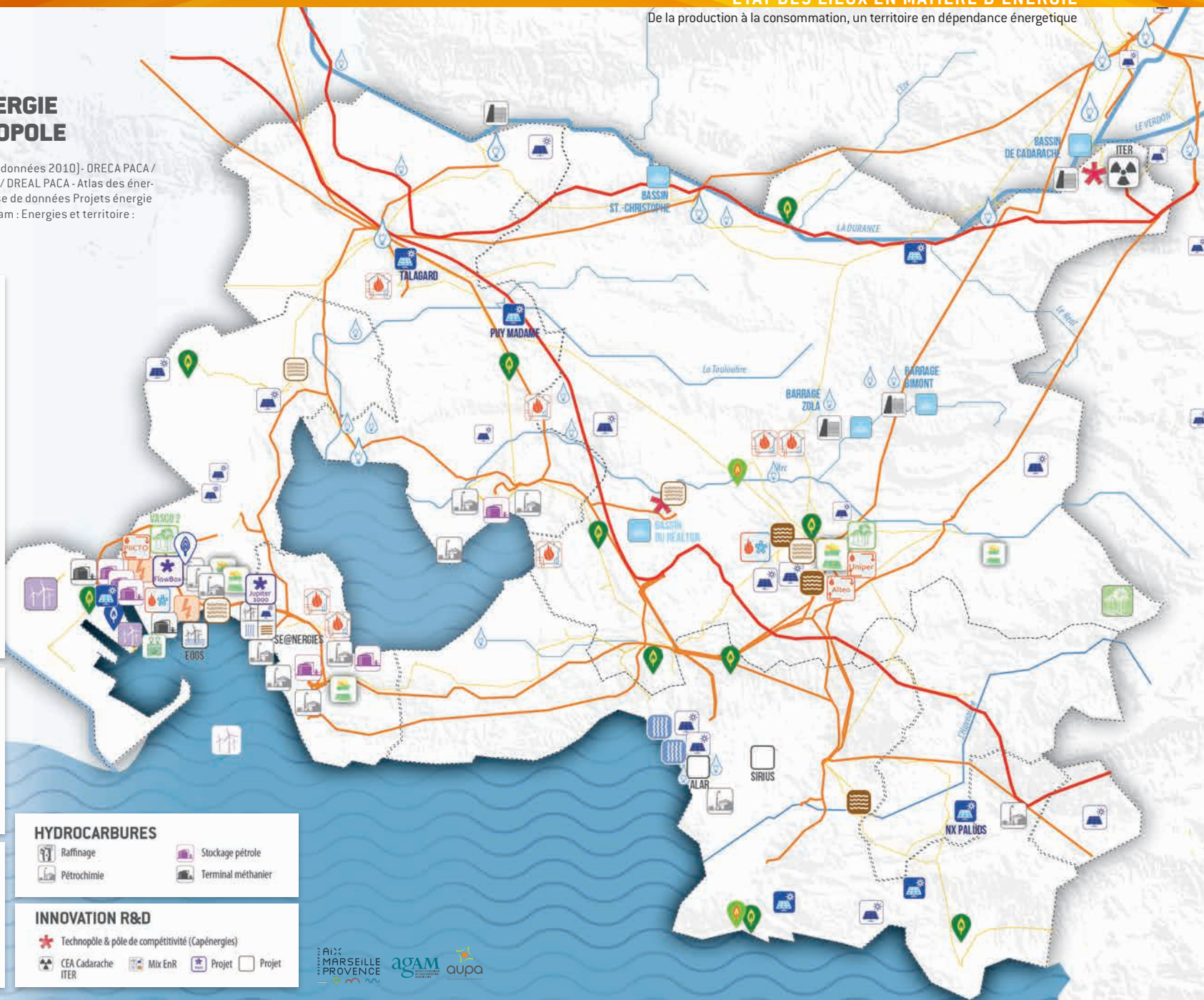
PRODUCTION D'ÉNERGIE EN 2015  
Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam





# ÉTAT DES LIEUX DE L'ÉNERGIE D'AIX-MARSEILLE MÉTROPOLE

Source : AUPA d'après Base de données Energ'air (données 2010) - ORECA PACA / inventaire Air PACA - ERDF / BD hydra CRIGE PACA / DREAL PACA - Atlas des énergies PACA et Profil environnemental régional - Base de données Projets énergie 2017 fournie par la Métropole AMP - Document Agam : Énergies et territoire : réussir la transition énergétique-déc. 2015



**ÉLECTRICITÉ**

**Réseau de transport**

- Lignes Très Hautes Tensions (400 kVA)
- Lignes Hautes Tensions 225 kVA
- Lignes Hautes Tensions 63 kVA

**Hydraulique**

- Cours d'eau
- Canaux

**Centrales hydroélectriques**

- > 10 MW
- < 10 MW
- Barrages
- Retenues d'eau

**Photovoltaïque**

- Parc solaire (au sol)
- Parc solaire (projet)

**Éolien**

- Parcs existants
- Éolien (projet)
- Éolien flottant

---

**VALORISATION BIOMASSE / GAZ**

- Biogaz / Méthanisation
- Biogaz projet
- Centrale thermique ou à Cogénération
- Expérimentation micro-algues
- Power to Gaz (hydrogène)
- Projet Valhydrate
- Filière Biomasse dont bois
- Filière Biomasse projet

---

**RÉCUPÉRATION DE CALORIES**

- Réseau de chaleur
- Réseau de chaleur projet
- Réseau de froid
- Réseau chaud/froid
- Thalassothermie
- Géothermie
- Géothermie projet
- Chaleur fatale

---

**HYDROCARBURES**

- Raffinage
- Pétrochimie
- Stockage pétrole
- Terminal méthanier

---

**INNOVATION R&D**

- Technopôle & pôle de compétitivité (Capénergies)
- CEA Cadarache ITER
- Mix EnR
- Projet
- Projet



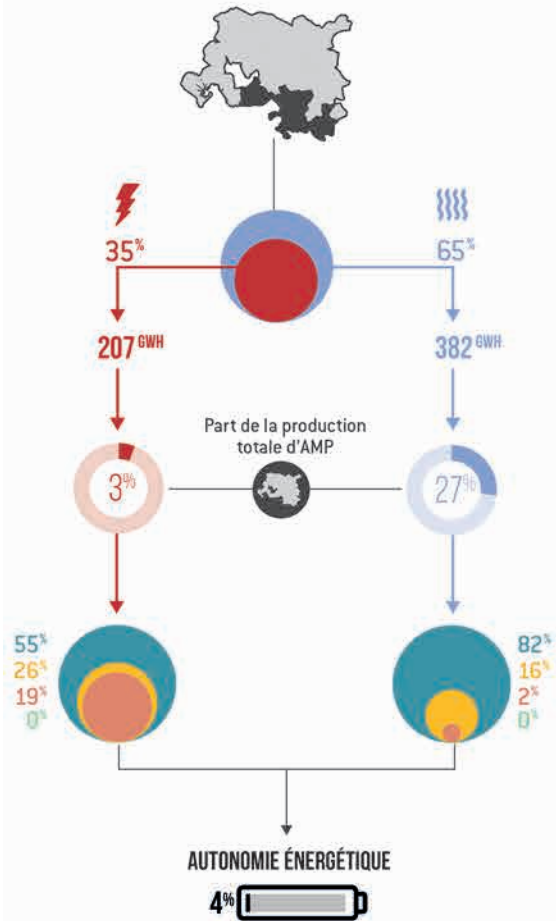
## PRODUCTIONS D'ÉNERGIE EN 2015



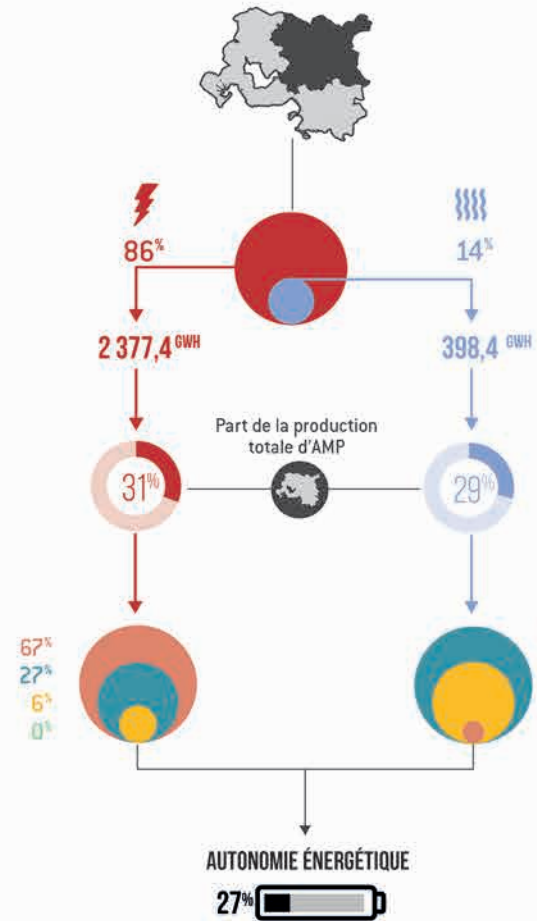
## MODES DE PRODUCTIONS D'ÉNERGIE



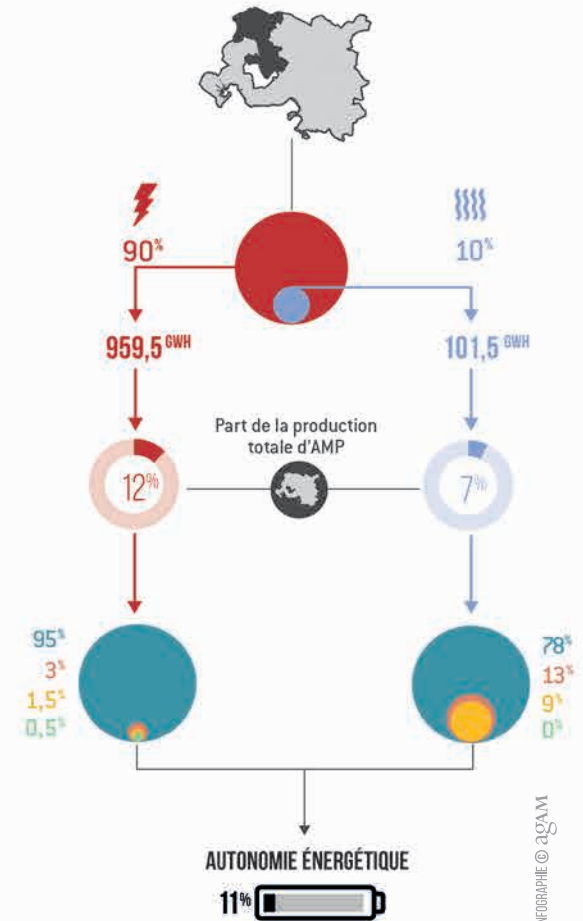
### MARSEILLE-PROVENCE



### PAYS D'AIX



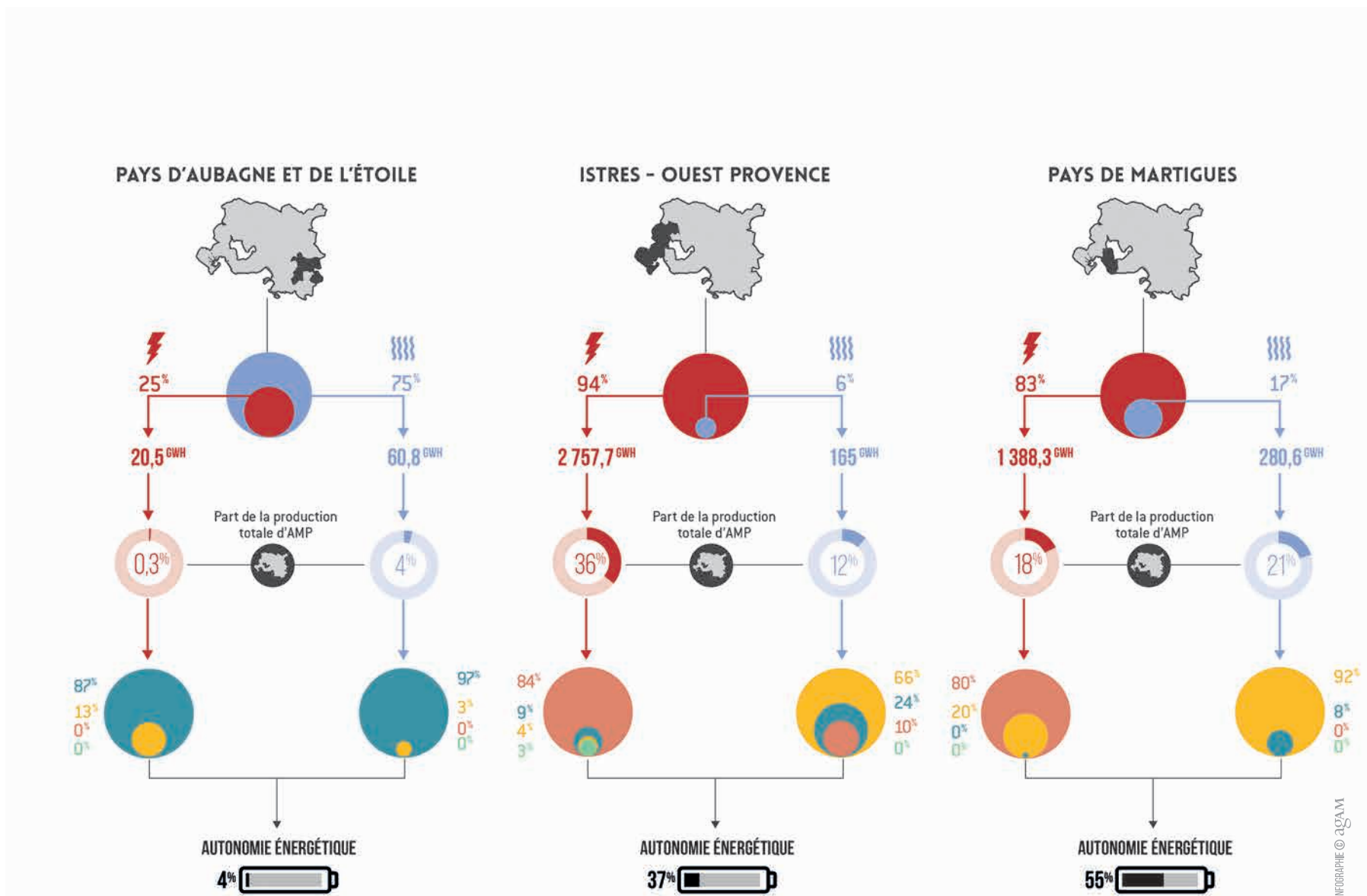
### PAYS SALONNAIS



INFOGRAPHIE © A2/AM

Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam

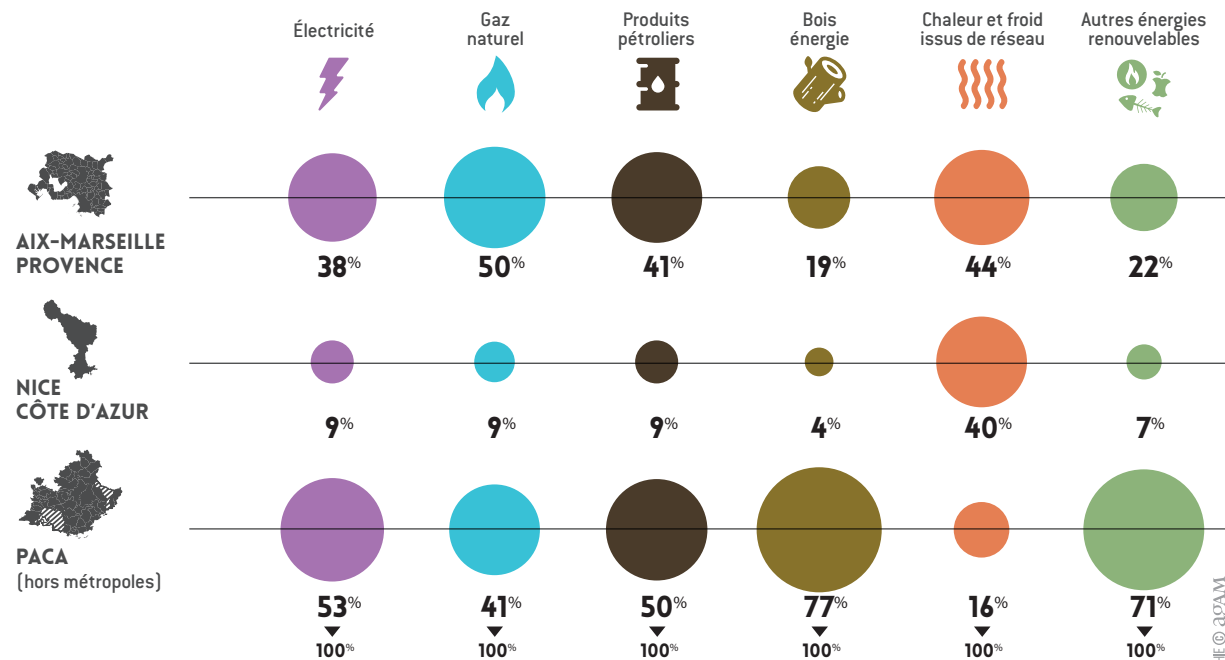




## UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DOMINÉE PAR LES TRANSPORTS ET LES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES

### UNE MÉTROPOLE ÉNERGIVORE

Près de la moitié de la consommation d'énergie en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur est imputable au territoire métropolitain, qui abrite pourtant seulement un tiers de la population régionale. La Métropole consomme ainsi 40 % des produits pétroliers et 50 % du gaz de la région. Cela dénote une très forte dépendance aux ressources fossiles, même si l'électricité d'origine essentiellement nucléaire et hydraulique représente plus de 40 % de la consommation.



### LES TRANSPORTS, PRINCIPALE SOURCE DE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

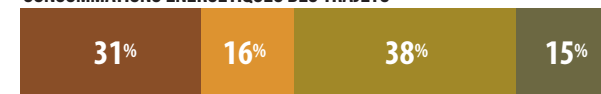
Avec 37 % des consommations énergétiques, le poids des transports reste prédominant. Le poids du transport de marchandises représente 42% du trafic routier. Alors que la mobilité (utilisation de la voiture personnelle notamment) est fortement dépendante des énergies fossiles (pétrole), son coût devient de plus en plus prégnant et représente 15 % du budget des ménages.

Le caractère multipolaire éclaté de la Métropole est l'un des facteurs explicatifs majeurs de la part de la mobilité dans la consommation du territoire. Plus spécifiquement, les déplacements depuis les zones périurbaines (25 % des trajets) représentent ainsi 53 % des consommations énergétiques. **L'enjeu est donc d'organiser un report modal massif vers des transports collectifs et la marche ou le vélo.**

#### NOMBRE DE TRAJETS



#### CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DES TRAJETS



- Trajets internes aux pôles urbains
- Échanges entre pôles urbains et zones périurbaines
- Échanges entre pôles urbains
- Déplacements en zones périurbaines

PART DES DÉPLACEMENTS ET CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES LIÉES EN FONCTION DES TYPOLOGIES DE TERRITOIRE  
Sources : Enquête Ménages Déplacements 2009, traitement Agam



### UN SECTEUR INDUSTRIEL PRÉDOMINANT

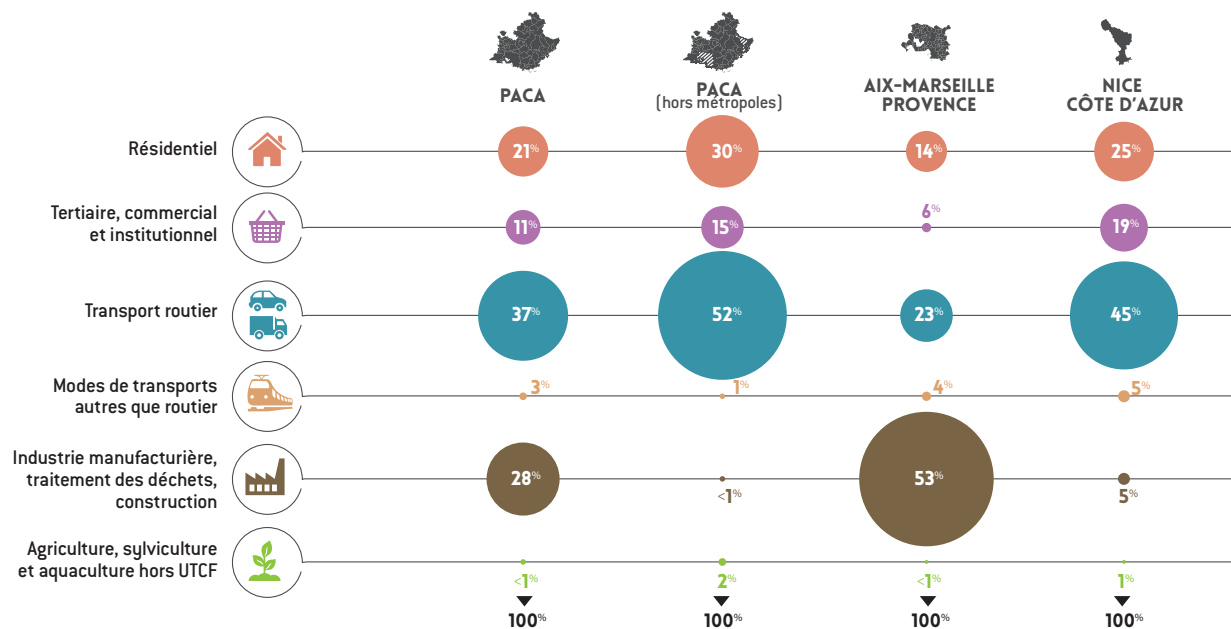
Près des deux tiers de la consommation métropolitaine sont le fait de l'industrie. La consommation des secteurs résidentiels, tertiaires et transports rapportée à la population est en revanche homogène avec la moyenne régionale.

*In fine*, les performances énergétiques de la Métropole la situent dans la moyenne régionale et nationale, à l'importante nuance près de la vocation extra-régionale des activités industrielles les plus énergivores, qui peut constituer une grande richesse.

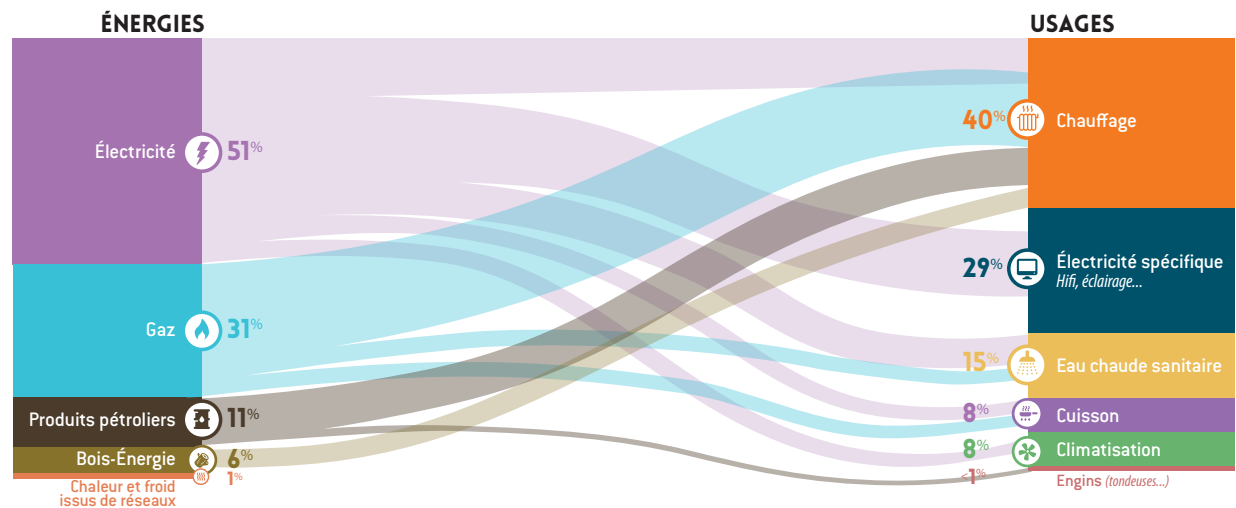
### L'ÉLECTRICITÉ, ÉNERGIE DOMINANTE DES LOGEMENTS

Parmi les énergies utilisées dans les logements du territoire métropolitain, l'électricité arrive en tête à plus de 50%. Le gaz naturel est la deuxième énergie la plus représentée au sein du parc avec 30% des logements en 2015. Les autres énergies (produits pétroliers comme le fioul, le chauffage urbain ou encore le bois-énergie) sont moins représentées. Pour autant, si l'électricité reste majoritaire, les logements sont généralement alimentés par un mix énergétique.

L'alimentation en énergie électrique reste un enjeu primordial d'autant plus avec l'augmentation des usages spécifiques et de la climatisation. Cependant, favoriser le mix énergétique dans les logements est une solution pour reporter la consommation électrique vers d'autres formes d'énergie, en privilégiant les solutions en énergies renouvelables (photovoltaïque, chaleur et froid par géothermie, biogaz...).



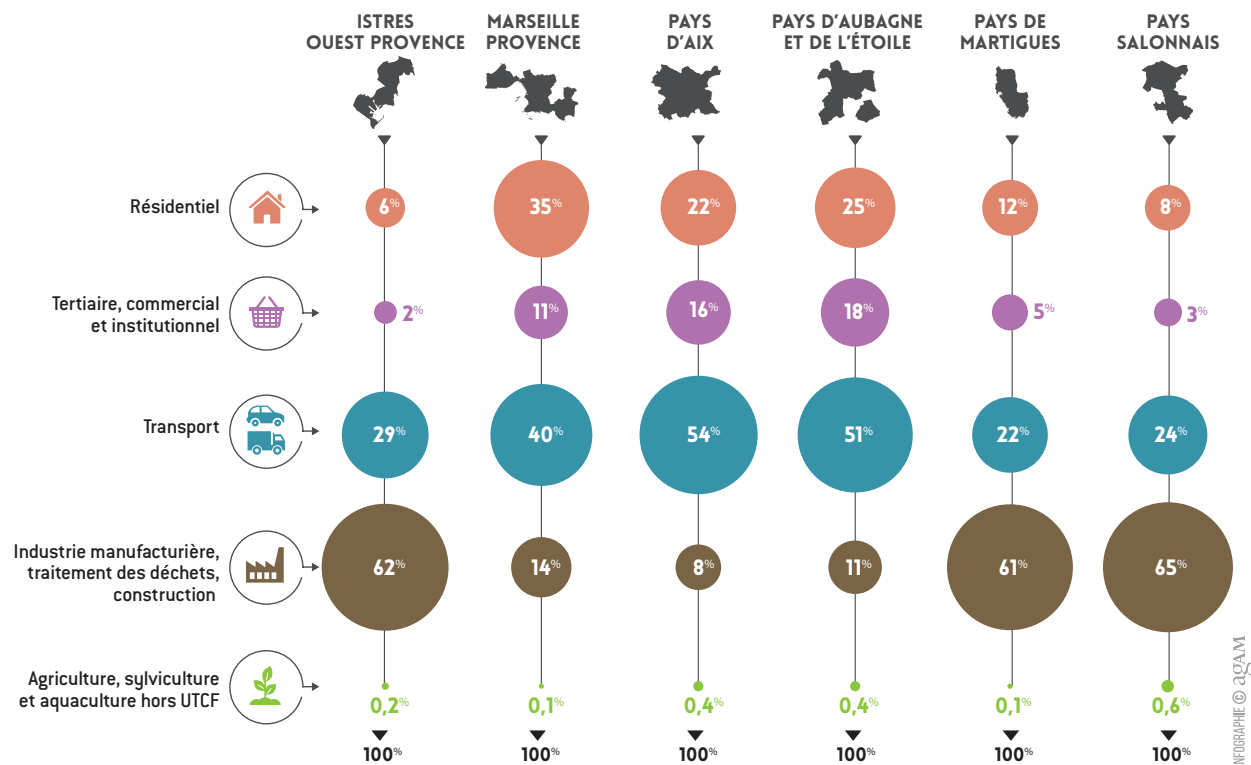
CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE (EN%) EN PACA PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS EN 2015  
Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam



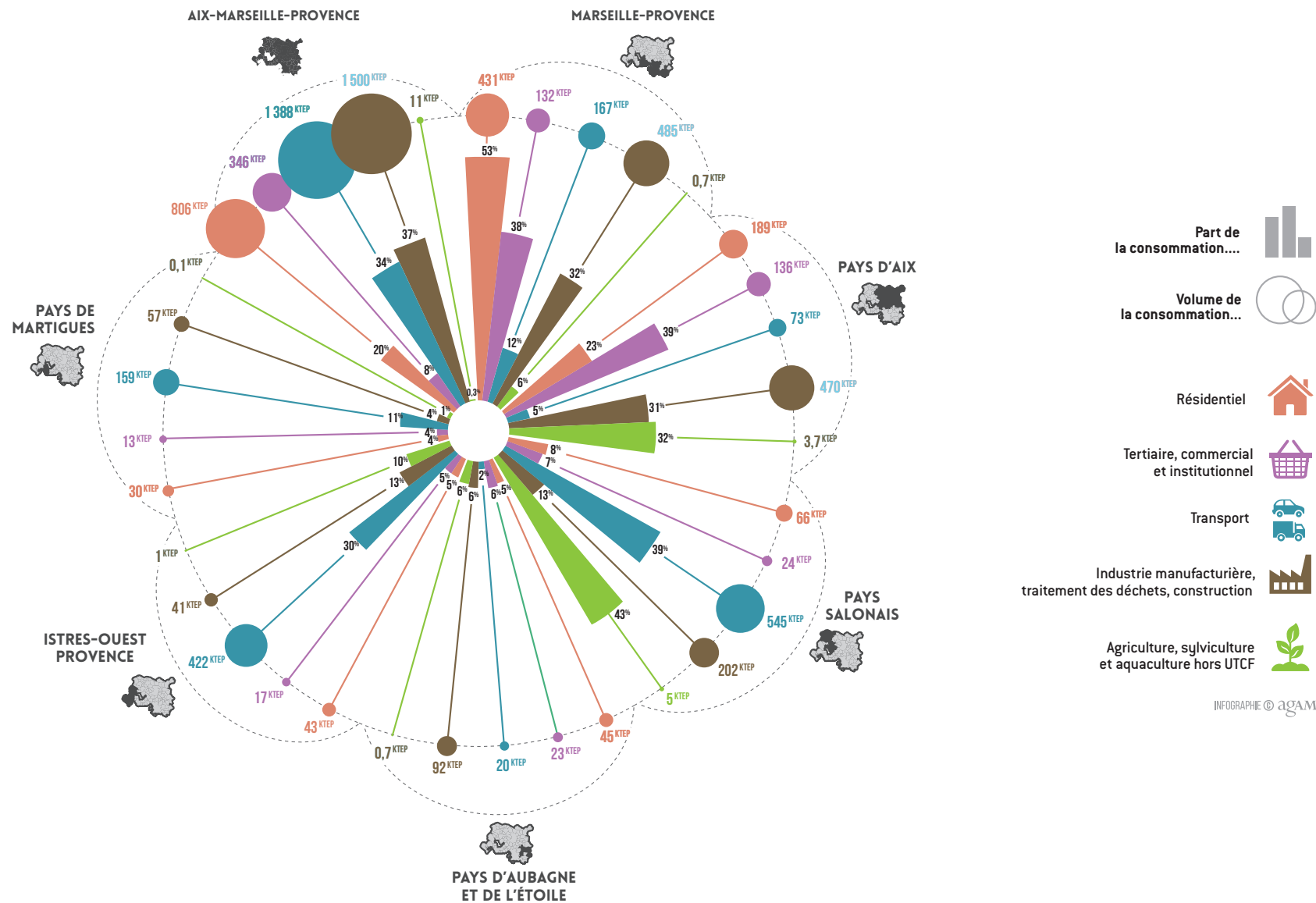
RÉPARTITION MOYENNE DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DU SECTEUR RÉSIDENTIEL, EN FONCTION DES USAGES, SUR LA METROPOLE  
Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam

## DES DIFFÉRENCES TERRITORIALES MARQUÉES

La répartition hétérogène des caractéristiques urbaines du territoire et son polycentrisme entraînent des consommations énergétiques inégalement réparties. Ainsi, on constate que ces dernières sont très marquées en fonction des "secteurs d'activités" dominants sur les territoires, comme l'illustre le schéma suivant.

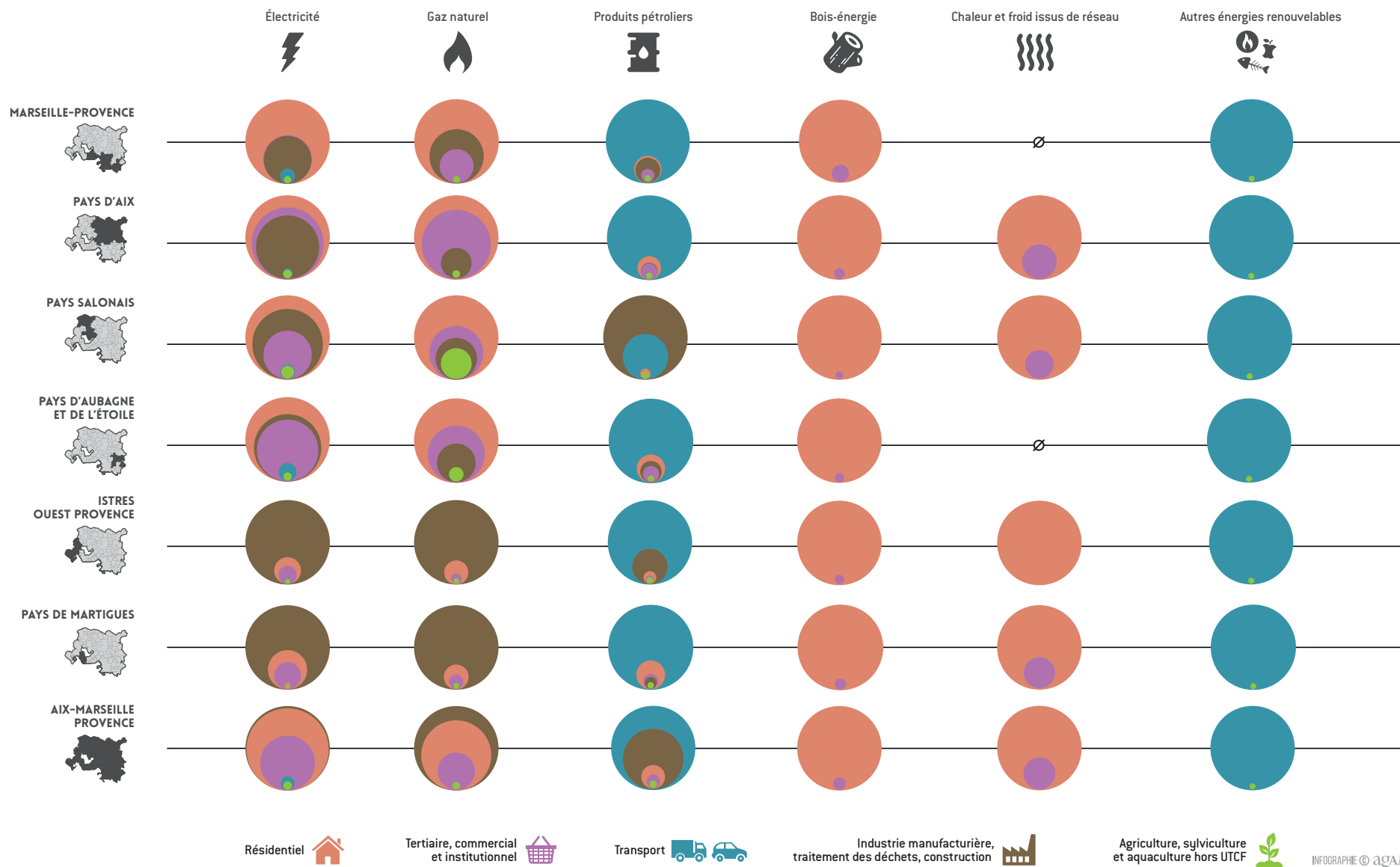


CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE (KTEP/AN) DE LA MÉTROPOLE AMP PAR ACTIVITÉ EN 2015  
Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam



CONSUMMATIONS ÉNERGÉTIQUES 2015 PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ. Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam





INFOGRAPHIE © agam

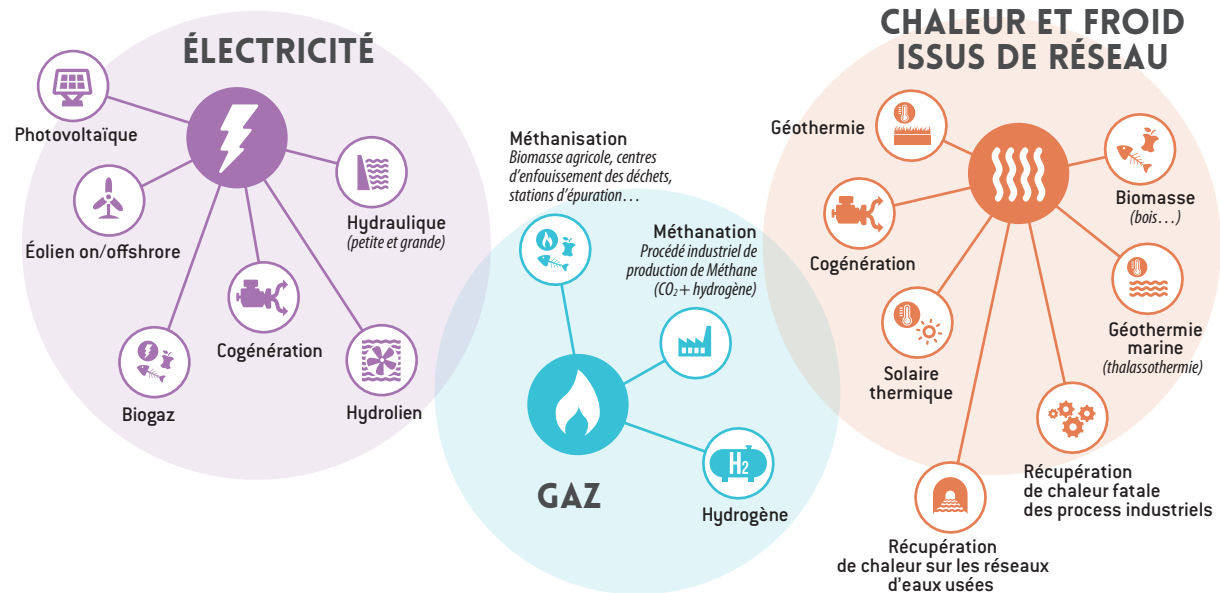
CONSUMMATIONS ÉNERGÉTIQUES 2015 PAR TYPE D'ÉNERGIE Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam





# UNE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION INSUFFISANTE AU REGARD DU POTENTIEL DU TERRITOIRE

Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants. Les énergies renouvelables incluent les énergies d'origine solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, ainsi que le bois de chauffage, les résidus de récolte, les biogaz, les biocarburants, les déchets urbains ou industriels et les pompes à chaleur. Au-delà des énergies renouvelables, on voit de plus en plus souvent apparaître sous l'acronyme d'EnR&R, des énergies renouvelables et de récupération, incluant ainsi la valorisation de la chaleur fatale (processus industriels, réseaux d'assainissement...). Le schéma ci-contre représente, de manière synthétique, les différentes énergies qui peuvent être produites à l'échelle locale à partir de sources renouvelables ou par récupération, en complément des productions traditionnelles d'électricité et de gaz (ressources fossiles et nucléaire).



LES DIFFÉRENTES ÉNERGIES PRODUITES. Source : traitement Agam 2018.



## UNE PRODUCTION RENEUVELABLE EN GRANDE PARTIE HYDROÉLECTRIQUE

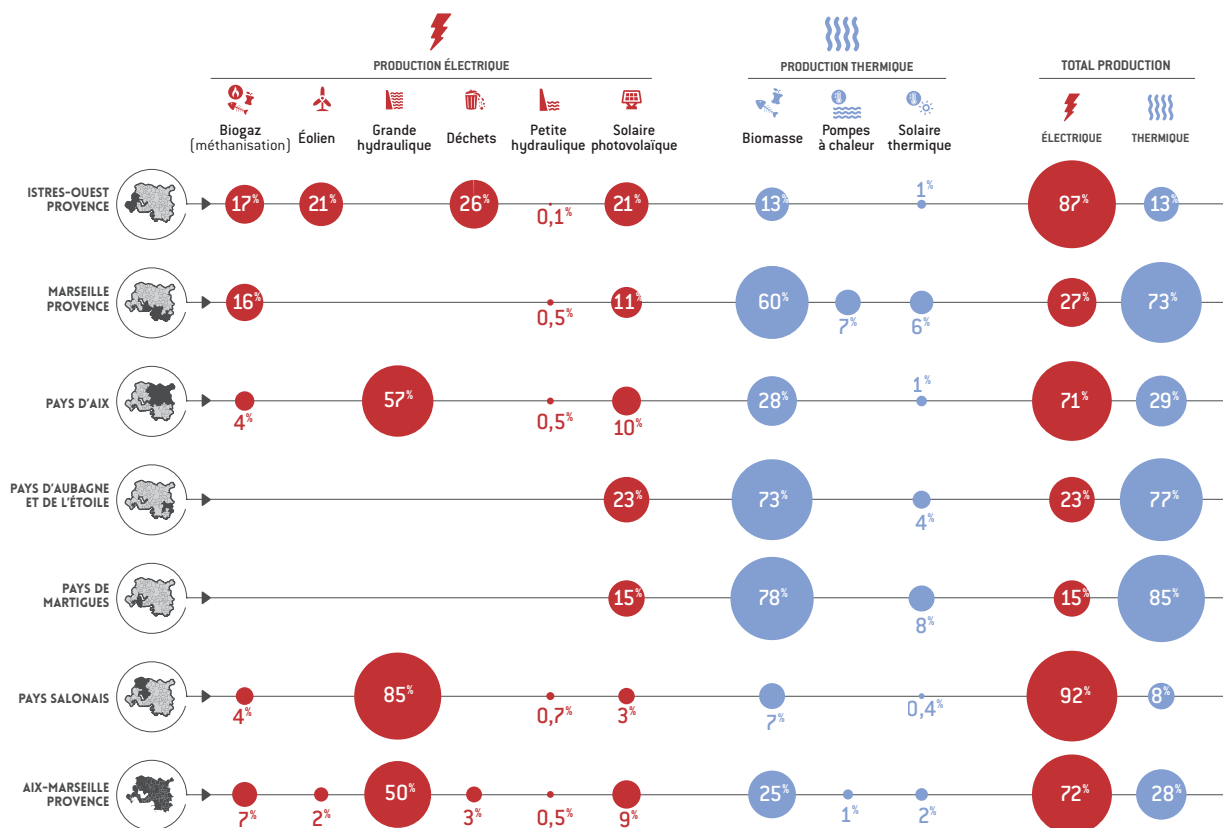
La production d'énergie renouvelable représente près de un tiers de la production énergétique métropolitaine, soit 6% des consommations énergétiques. Même si la production d'énergie renouvelable s'effectue à partir de

différents procédés (grande et petite hydraulique, biogaz par méthanisation ou récupération, photovoltaïque, éolien, solaire thermique, thalassothermie), cette production est, en réalité, peu diversifiée :

► 79% proviennent effectivement de la grande hydraulique et des 5 grands barrages du canal EDF situés en partie sur les territoires du Pays Salonais et du Pays d'Aix.

► 13% proviennent du biogaz issus des centres d'enfouissement de déchets, de l'usine d'incinération des ordures ménagères de Fos-sur-Mer et des installations de stockage des déchets non dangereux (centres de tri) dont 50% de cette énergie est produite par le territoire Marseille-Provence.

Seuls deux parcs éoliens sont présents sur la Métropole, localisés à Port-Saint-Louis-du-Rhône et à Fos-sur-Mer.



RÉPARTITION DE LA PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE À PARTIR ENR&R EN 2015.

Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam

INFOGRAPHIE © agam

## S'APPUYER SUR LE POTENTIEL POUR DÉVELOPPER UN MIX ÉNERGÉTIQUE VERTUEUX

### MAINTENIR LA PRODUCTION HYDRAULIQUE

Compte-tenu des investissements d'EDF après la seconde guerre mondiale, cette énergie est historiquement très bien développée et son potentiel de développement n'est pas très important.

L'enjeu réside soit dans la rénovation de petites centrales hydro-électriques comme celle de la Marie-Thérèse à Velaux qui allie maintien du patrimoine, projet de financement citoyen et préservation de l'environnement grâce à la création d'un passage à anguilles ; soit dans le développement de la petite hydraulique.

### PRIORISER LE DÉVELOPPEMENT DU PHOTOVOLTAÏQUE SUR LES ESPACES DÉJÀ ARTIFICIALISÉS

L'énergie solaire, gratuite et inépuisable, est une ressource très importante du bassin méditerranéen. À l'échelle de la Métropole, une moyenne de 2900 heures



## PROJET

### UNE DYNAMIQUE DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES À L'ŒUVRE

Comme il est fondamental de préserver les terres agricoles et les espaces naturels remarquables, **ce sont avant tout les milieux anthropisés et dégradés qui doivent être privilégiés pour le développement du photovoltaïque, notamment sur les surfaces déjà artificialisées.**

Le développement d'installations sur les hangars agricoles, les toitures de grandes surfaces/bâtiments tertiaires ou encore sous la forme d'ombrières pour les aires de stationnement. constitue une opportunité à saisir. Actuellement, de nombreux exemples sont visibles sur la Métropole. avec des projets d'envergure comme celui du Grand Port Maritime de Fos (16 000 m<sup>2</sup> de panneaux et 2 MWc de puissance installée) ou celui d'Airbus Hélicoptère (plus d'1 MWc de puissance installée).

Le parc solaire de Puylobier s'implante sur une ancienne carrière d'argile et tend à limiter les impacts du projet. Malgré la proximité d'un paysage de qualité (site classé de la Ste Victoire) et d'une richesse écologique (zone Natura 2000), ce site, exploitée jusqu'en 2004, a été identifié comme point noir paysager dans l'atlas des paysages. Tout en veillant aux milieux

naturels existants, ce projet, qui contribue à la réhabilitation d'un site abandonné, permet la production d'une énergie renouvelable d'une capacité de 6,5 MW et fournit de l'électricité à près de 4 100 habitants. Sis sur un terrain de 19 hectares, la centrale solaire compte 86 600 panneaux. De nombreux parcs solaires ont déjà été construits sur la Métropole. Plusieurs projets émergent.

Si l'implantation d'un parc solaire permet la production d'énergie renouvelable, ces installations sont consommatrices d'espaces (en moyenne 1,5 ha pour 1 MW). Ceci a pour conséquence une concurrence des usages (urbanisation, agriculture, sites naturels).

Si cette forme de production d'énergie renouvelable, en tant que production décentralisée au plus proche des unités de consommation, peut être intéressante, il est nécessaire de veiller à ce que ces installations ne deviennent pas de grandes unités industrielles au détriment de la valeur paysagère, environnementale ou agricole d'un espace.



CENTRALE SOLAIRE IMPLANTÉE SUR UNE ANCIENNE CARRIÈRE PUYLOUBIER . © Crédit Agam



TOITURE PHOTOVOLTAÏQUE SUR HANGAR AGRICOLE – SAINT CHAMAS. © Crédit Agam



TOITURE PHOTOVOLTAÏQUE SUR HANGAR PROFESSIONNEL – MARSEILLE - SAINT MARCEL . © Crédit Agam

d'ensoleillement est estimée, ce qui en fait un véritable atout pour le développement de cette forme d'énergie et toute la filière. Son essor contribue au développement économique local (bureaux d'études, artisans et industriels) et la production peut pallier aux pics de consommations électriques saisonniers (climatisation/ chauffage).

Les installations en toiture permettent d'exploiter des surfaces habituellement inutilisées et les impacts sont quasiment inexistantes. Les pertes sont limitées puisque la production est soit autoconsommée soit réinjectée sur le poste de transformation du réseau de distribution le plus proche de la production.

L'ensemble des toitures (maisons, immeubles, bâtiments industriels, commerciaux ou agricoles) est mobilisable à conditions que l'inclinaison et l'orientation soient optimales. Les ombres portées des bâtiments peuvent aussi affaiblir la production électrique. Il est important d'intégrer les éléments patrimoniaux (secteurs sauvegardés ou aire de mise en valeur du patrimoine, sites classés ou inscrits, monuments historiques...) qui nécessitent généralement l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France avant l'installation de panneaux solaires.

Les centrales au sol, quant à elles, sont à privilégier sur les surfaces où il n'y a pas ou peu de concurrence avec d'autres usages : il est pertinent de les utiliser en double fonctionnalité, par exemple comme ombrière de parking. Au-delà des contraintes techniques comme la pente, l'orientation du terrain ou la distance de raccordement au poste électrique (entre 10 et 20 kilomètres maximum), l'implantation d'un parc solaire doit veiller à considérer les enjeux écologiques, paysagers, patrimoniaux, les

risques naturels et une bonne acceptabilité locale. En ce sens, le développement des parcs solaires doit cibler préférentiellement le foncier déjà artificialisé en s'attachant à ne pas avoir d'impact paysager trop important.

Une fois cette dimension paysagère intégrée, ces installations n'ont qu'un impact très limité sur l'environnement et la production ne donne lieu à aucun rejet ni nuisance sonore. Leur développement permettra à court terme de les rendre compétitives vis-à-vis des modes de production à partir des énergies fossiles.

### STRUCTURER UNE FILIÈRE BOIS-ÉNERGIE

La filière bois-énergie dispose d'un potentiel local actuellement peu exploité. Ce faible niveau d'exploitation s'explique en grande partie par le coût nécessaire à la collecte et le manque de structuration de la filière. Si la ressource forestière apparaît comme importante, les débouchés et la valorisation du bois dépendent des essences. Le bois d'œuvre est préférentiellement destiné à la menuiserie et les charpentes. Il est exclu d'une valorisation énergétique. Le bois-bûche, dont le gisement provient des taillis de feuillus, sert majoritairement au chauffage en logement individuel. Avec une ressource de 151 000 m<sup>3</sup> à l'échelle de la Région, cette ressource est considérée comme exploitée soit en autoconsommation soit par les exploitants forestiers. Au-delà d'un manque de données précises, le bois de bocage et arboricole disponible à partir des haies séparatrices ou du bois issu du renouvellement des cultures (vignes, arbres fruitiers...), serait a priori difficilement mobilisable, de manière massive, à coûts réalistes.

Quant au bois résineux d'industrie, généré chaque année par la croissance des arbres, sa ressource exploitable pour une valorisation énergétique atteindrait 86 000 m<sup>3</sup>/an dans les Bouches-du-Rhône. Seuls 28 000 m<sup>3</sup>/an sont exploités soit 33%. Déduction faite de 25% liés aux difficultés d'accès ainsi qu'au morcellement de la forêt privée, le volume théorique mobilisable est estimé à 43 500 m<sup>3</sup>/an dans les Bouches-du-Rhône, ce qui équivaldrait à une puissance de 100 000 MWh/an ou 9 000 tep/an.

La ressource est essentiellement disponible sur la Côte Bleue jusqu'à Martigues, au nord d'Aix-en-Provence, à l'est des Bouches-du-Rhône (nord du Parc national des Calanques, Ste Baume, chaîne de l'Étoile, autour de l'Arbois). Les autres gisements de bois sont les déchets industriels et les déchets verts et d'élagage. Aucune donnée fiable n'est disponible pour évaluer le potentiel de cette ressource pour l'instant. Le développement de réseaux de chaleur bois-énergie (chaufferie bois) s'effectuera préférentiellement pour le résidentiel collectif et le tertiaire car la taille des installations collectives permet la mise en place de systèmes efficaces de filtration, limitant ainsi les émissions polluantes liées à la combustion.

### DÉVELOPPER LES INSTALLATIONS GÉOTHERMIQUES

La Métropole offre un bon contexte géologique et hydrogéologique représentant un potentiel de développement de la géothermie très basse énergie sur sonde ou sur nappe.

Le potentiel de la ressource géothermique en nappe se situe principalement à l'ouest de la Métropole (nappe de la Crau), au niveau de la Durance, de l'Arc (en particulier



## POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DES ENR D'AIX-MARSEILLE-MÉTROPOLE

Sources : AUPA d'après Base de données Energ'air (données 2010) - ORECA PACA / inventaire Air PACA - ERDF / BD hydra CRIGE PACA / DREAL PACA - Étude potentiel dev éolien régional (2010) - Base de données Projets énergie 2017 fournie par la Métropole AMP - Document Agam : Énergies et territoire : réussir la transition énergétique-déc. 2015

- Géothermie très favorable sur nappe
- Géothermie très favorable hors nappe
- Chaleur fatale (récupération interne)
- Chaleur fatale (valorisation externe)
- Potentiel thalassothermie
- Valorisation de déchets :
  - enfouissement technique et déchets ultimes
  - centres de compostage
  - STEP
- Unité de valorisation des déchets située à moins de x km d'un poste source disposant de capacités d'accueil restantes
- Buffer de 10 km autour des postes sources disposant d'importantes capacités d'accueil résiduelles
- Zone préférentielle éolien offshore
- Potentiel de développement éolien à 2020
- Potentiel de développement éolien à 2030

Potentiel d'implantation photovoltaïque :  
 - sur le bâti (zones d'activités + habitat diffus)  
 - au sol (centrales grande capacité)  
 => non représenté

AIX-MARSEILLE PROVENCE | agam | aupa



l'embouchure de l'Arc à Berre-l'Étang), de l'Huveaune (en particulier en amont vers Roquevaire et Auriol).

La géothermie hors nappe peut, quant à elle, être exploitée sur l'ensemble de la Métropole.

### INNOVER GRÂCE À LA THALASSOTHERMIE ET À L'AQUATHERMIE

Avec ses 255 km de littoral, Aix-Marseille-Provence est la Métropole disposant du plus grand linéaire côtier. Même si l'ensemble de ce littoral ne peut pas être exploité, ce trait de côte permet d'imaginer un important essor de la thalassothermie consistant en la valorisation de l'énergie thermique des mers. La Métropole possède déjà deux

#### EXEMPLE

##### DEUX INITIATIVES PRIVÉES POUR VALORISER L'ÉNERGIE MARINE

- THASSALIA, filiale du groupe ENGIE, développe un réseau classique de chaleur et de froid dont la production est assurée par une centrale de géothermie marine. Il a été inauguré en 2016 et distribue de l'énergie thermique directement dans les bâtiments équipés d'échangeurs en sous-stations. Il dessert des bâtiments en cours de construction ou de rénovation sur la zone EUROMED 1.
- Le réseau MASSILEO, développé par EDF Optimal Solutions, a été inauguré en 2017. C'est un réseau d'eau tempérée qui fonctionne en boucle fermée: sur le principe que chaque bâtiment est à la fois consommateur et producteur de chaud et de froid. Les besoins en calories et en frigories des différents usages s'équilibrent donc grâce à une gestion optimisée. La thalassothermie intervient uniquement en complément si cet équilibre est rompu. Chaque bâtiment raccordé dispose d'une pompe à chaleur au pied et les logements et locaux sont équipés de systèmes de chauffage basse température. Il est destiné à desservir l'îlot ALLAR, îlot démonstrateur du quartier EUROMED 2.

démonstrateurs, dont les techniques diffèrent. Ces deux équipements, dont les centrales de production sont installées sur le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), desservent les quartiers d'Euroméditerranée en chauffage, climatisation et eau chaude sanitaire.

Une étude précise permettrait d'affiner le potentiel du développement de cette énergie renouvelable, sachant que les critères prioritaires, pour une rentabilité de l'infrastructure, sont les besoins conséquents de chaud et froid liés à la concentration d'activités ou de logements par exemple, préférentiellement une pente sous-marine importante permettant d'atteindre une grande profondeur rapidement, la proximité du littoral (1,5 km). Le potentiel semble intéressant en particulier pour les communes de Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc (où un projet est actuellement à l'étude), Martigues, Marseille et La Ciotat.

L'opportunité d'exploiter la ressource thalassothermique pour le rafraîchissement des bureaux, tout comme la nécessité de travaux de voirie pour raccorder les bâtiments utilisateurs, incitent à coupler la mise en œuvre des systèmes de boucle d'eau de mer avec des opérations d'aménagement et de réhabilitation de quartiers (mixité fonctionnelle habitat/bureaux) et présentant une certaine ampleur (pour que la demande justifie l'investissement initial), donc de dimension métropolitaine.

ans le domaine de l'aquathermie, une ressource particulière existe sur le territoire métropolitain. Il s'agit de l'eau d'ennoyage des mines de charbon du bassin minier de Gardanne. Des millions de m<sup>3</sup> d'eau sont ainsi stockés et pourrait être valorisés à des fins calorifiques.

Par ailleurs, la galerie de la Mer, une galerie d'exhaure

#### EXEMPLE

##### UN EXEMPLE D'AQUATHERMIE, LE Puits MORANDAT À GARDANNE

Le projet de boucle à eau tempérée qui doit alimenter la zone d'activités en développement du Puits Morandat à Gardanne en chauffage et en rafraîchissement. Un projet porté par la SEMAG et Dalkia va en effet permettre d'utiliser la réserve de calories que représente l'eau stockée dans le puits minier.

creusée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle entre le puits Biver (commune de Mimet) et le cap Pinède (Marseille), permet l'évacuation des eaux minières, d'infiltration et de source vers le port industriel de Marseille.

Cette galerie maçonnée de près de 15 km de long, entretenue et surveillée par le BRGM pour l'État, transporte d'une part, une eau chaude et fortement chargée (ferrugineuse) pompée à 50 mètres de profondeur dans le puits Gérard (tuyauterie de 550 mm de diamètre) et, d'autre part, les froides eaux de ruissellement au fond de la galerie.

Elle fut utilisée par la Société Saint-Louis Sucre en tant que source de refroidissement pour ses installations de production et intéresse aujourd'hui des opérateurs de réseaux de chaleur et de froid à Marseille. Elle fera l'objet d'une étude plus approfondie dans le cadre de la stratégie énergétique métropolitaine. Avant d'envisager toute utilisation à des fins énergétiques, il conviendra néanmoins de mener des études approfondies sur les divers usages possibles de cette eau.



## EXPLOITER LE POTENTIEL CALORIFIQUE DES ÉNERGIES FATALES

L'ORECA a produit en 2014 (en se basant sur la méthodologie d'une étude ADEME d'échelle nationale datant de 2012) une étude sur le potentiel d'économie d'énergie dans l'industrie (45 des 265 codes APE étudiés) avec une évaluation départementale des gisements de chaleur fatale. Dans cette étude, on constate qu'un nombre

conséquent d'entreprises enquêtées valorisent déjà leur chaleur fatale.

Certaines activités industrielles permettent une exploitation de la chaleur fatale en interne (industries laitières, alimentaires, du papier et du carton) et semblent les secteurs les plus prometteurs en termes de potentiels car cette récupération répond à leurs besoins (production d'eau chaude). Les potentiels les plus importants de

## UTILISER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES DATA CENTERS

Un Data Center est un espace physique qui regroupe des équipements informatiques (serveurs, baies de stockage...) permettant le stockage, le traitement et la protection de données. La majorité des Data Centers fonctionne 24h/24 et doit apporter à l'utilisateur des garanties en termes de sécurité et de performance. La consommation énergétique est donc permanente et le niveau de secours élevé.

En moyenne, un Data Center de 10 000 m<sup>2</sup> consomme autant qu'une ville de 50 000 habitants (Dalkia - 2013). L'efficacité énergétique de ce secteur est donc primordiale, d'autant plus que ce marché évolue très vite en France (de 15 à 25 % par an - Cabinet Xerfi 2012).

Un Data Center génère beaucoup de chaleur et doit être refroidi pour maintenir une ambiance optimale. Lors de sa conception, un plancher technique surélève les salles informatiques afin, notamment, d'assurer une circulation des flux chauds et des flux froids efficace.

Il a, en effet, été démontré qu'un confinement d'allées « chaude » ou « froide » permettait une meilleure homogénéisation de l'ambiance, par conséquent, une réduction de la consommation énergétique grâce à la

séparation des flux d'air chaud et froid, notamment par des procédés (free cooling / free chilling) qui valorisent les calories de l'air extérieur au bâtiment.

La majorité des charges de fonctionnement étant les dépenses énergétiques (49 %), c'est donc dans l'efficacité énergétique que se situent les principales marges d'optimisation des coûts pour les exploitants et donc pour les clients finaux.

Quelques exemples de valorisation :

- à Helsinki, un Data Center de 2 MW chauffe l'équivalent de 1 000 appartements. Construit par Academica, ce Data Center est refroidi à partir du réseau urbain et la chaleur produite par les ordinateurs est acheminée vers ce même réseau à l'aide de pompes à chaleur ;
- en France, sur le site de Val d'Europe à Marne-la-Vallée, un réseau de chaleur est alimenté par l'air chaud que génèrent les groupes de production de froid du Data Center et permet, via un échangeur, la production d'eau chaude (55°C) ;
- enfin, à Aubervilliers, une partie de la chaleur issue d'un Data Center est récupérée pour chauffer une serre agricole.

## PROJET

### PIICTO : UN PROJET D'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE NOVATEUR

Le Grand port maritime de Marseille-Fos est engagé depuis 2004 dans une réflexion autour de l'écologie industrielle, en partenariat avec le laboratoire de Génie en environnement industriel de l'École des Mines d'Alès.

Différentes études de caractérisation des flux de matière et d'énergie ont été menées sur le périmètre du GPMM, permettant d'identifier des pistes de synergies et de nouvelles activités de production (chimie verte...). Cette réflexion a débouché sur la création, en 2014, de la plateforme industrielle d'innovation Caban Tonkin (Piicto). Elle regroupe, sur 1 200 ha au sein de la zone industrialoportuaire de Fos (10 000 ha), une quinzaine d'industriels de la chimie, des matériaux et de l'énergie (dont Kem One, Lyondell, Bayer, Asco Industries, Elengy, Air Liquide, Solamat Merex, Everé, GDF Suez...).

Ces acteurs se sont constitués en association avec le GPMM en vue d'accompagner les projets de mutualisation des flux et utilités. Le projet le plus avancé sur lequel ils travaillent est un réseau vapeur à l'échelle de la plateforme qui sera générateur d'une économie substantielle pour les participants et un facteur d'attractivité internationale pour le secteur, puisque la capacité de ce réseau permettra d'accueillir de nouveaux industriels. Il reste en effet 600 ha à industrialiser sur Piicto.

Enfin, la particularité de Piicto réside dans la volonté du Port d'y aménager une pépinière dédiée à l'innovation en matière de transition énergétique : Innovex. Localisée sur 12 ha, cette pépinière bénéficie de la présence des industriels de Piicto et propose aux porteurs de projets de recherche avancée dans les filières de la diversification énergétique (CO<sub>2</sub>, hydrogène, bio-remédiation, power to gas, stockage des EnR, smart grids, bioraffinage...) de tester leurs projets pilotes préindustriels.

récupération de chaleur fatale en interne se situent à Aix-en-Provence, La Ciotat, Aubagne et Gardanne.

Néanmoins, d'autres industries permettent une valorisation de chaleur fatale à l'extérieur via un réseau de chaleur. C'est le cas des industries émettant une quantité importante de chaleur à partir de fours, sécheurs ou chaudières. Les bâtiments d'élevage, les serres horticoles et maraîchères ainsi que la présence de réseaux de chaleur urbains peuvent être des débouchés intéressants pour la valorisation de cette chaleur fatale. Les potentiels les plus importants se situent à Fos, Martigues, Berre, Aix-en-Provence, canton de Salon-de-Provence.

En revanche, certains secteurs d'activité comme la fabrication de préparations pharmaceutiques ou de produits chimiques sont réticents à l'utilisation de leur chaleur fatale, car la modification de leurs outils de production n'est pas envisageable en raison de processus de fabrication extrêmement contrôlés. La production d'électricité à partir de la chaleur fatale permettrait pratiquement de multiplier par 1,5 l'énergie issue de la récupération de chaleur. Ces données étant fournies à l'échelle communale, une visualisation cartographique n'est pas indispensable... Des analyses plus fines seront à réaliser lors de projets urbains, afin d'affiner la territorialisation de ce potentiel.

### ZOOM SUR LES ÉQUIPEMENTS RELATIFS À L'ASSAINISSEMENT

La récupération de chaleur sur les réseaux d'assainissement permet de valoriser la chaleur en sortie des stations d'épuration (STEP), dans les collecteurs d'assainissement ou en sortie d'immeuble.

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES NÉCESSAIRES POUR RÉCUPÉRER L'ÉNERGIE THERMIQUE DEPUIS LES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Les principaux sites pour récupérer l'énergie thermique sur les réseaux d'assainissement sont depuis l'amont vers l'aval :

- **en sortie de bâtiment** : un échangeur est alors installé à la sortie de l'immeuble dans une fosse dédiée et capte la chaleur des eaux usées ;
- **dans les collecteurs** : la plupart des collecteurs principaux présentent un potentiel intéressant. Le collecteur doit être rectiligne sur au moins 20m et disposer d'un diamètre intérieur minimal d'au moins 80 cm. La récupération s'effectue avec une pompe à chaleur qui permet d'augmenter l'énergie calorifique couplée à l'échangeur. Associé à une chaudière, un tel dispositif permet éventuellement d'alimenter un chauffage à distance ;

- **dans une station de relevage** : ces stations sont souvent intéressantes car elles sont situées en ville et donc proches des preneurs de chaleur.

- **en sortie de STEP** : la récupération de chaleur sur les eaux épurées peut être réalisée grâce à différents types d'installations : échangeurs à plaques, échangeurs multitubulaires (faisceau de tubes) ou échangeurs coaxiaux. La puissance à prélever dépend des facteurs suivants : débit minimal en sortie de STEP par temps sec hivernal (supérieur à 15 l/s), température minimale sortie STEP (supérieure à 10 °C), température minimale pour rejet dans le milieu naturel ou différence de température avec le milieu naturel éventuellement imposée par l'autorité compétente.

EN SORTIE DE BÂTIMENT	DANS LE COLLECTEUR	EN STATION DE RELEVAGE	EN SORTIE DE STEP
Potentiel de puissance entre 50 kW et 30 kW	Potentiel de puissance entre 10 kW et 1 MW	Potentiel de puissance jusqu'à 2 MW	Potentiel de puissance jusqu'à 20 MW
Solution simple, pour l'eau chaude sanitaire, mais qui ne convient pas pour un chauffage à distance	Proximité des preneurs de chaleur	Solution indépendante de la taille du collecteur	Pas de problème de refroidissement
Solution individuelle, pour les bâtiments de taille significative (hôtel, hôpital, piscine, industrie)	S'installe dans le réseau public	Nouveau système, peu de retour d'expérience	Risque d'être éloigné des preneurs de chaleur

Source : évaluation du potentiel de récupération d'énergie thermique dans les réseaux d'assainissement en PACA, 2011.



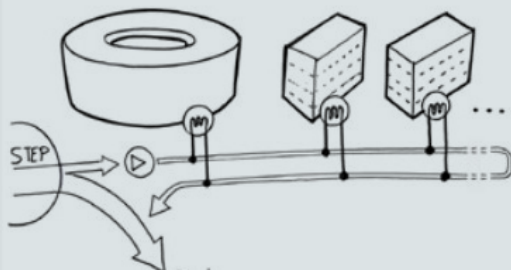


La présence d'un chauffage collectif est indispensable pour ce type de technologie qui concernera donc prioritairement les logements collectifs ou tertiaires à proximité des STEP ou des réseaux d'assainissement. La densité de raccordement doit être supérieure à 1 500 kWh de chaleur vendue par mètre d'éloignement à la centrale de chauffe (ce qui correspond au critère du Fonds chaleur de l'ADEME).

## PROJET

### CHAUFFER ET CLIMATISER LE QUARTIER DU VÉLODROME À PARTIR DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT

Profitant des calories contenues dans les eaux de rejet de la station d'épuration située sous le parvis du Stade Vélodrome, une boucle de chaleur a été réalisée. Les calories sont récupérées grâce à un dispositif d'échange de calories enterré, afin de chauffer et de climatiser le Stade Vélodrome, le stade Delort, les bureaux, le centre commercial, les hôtels et la clinique ambulatoire. Dans cette boucle circulent les eaux traitées de la station d'épuration qui sont récupérées et envoyées vers des échangeurs thermiques. Ces eaux sont à une température constante de 15 °C en hiver et 20 °C en été. L'eau de la station d'épuration va ainsi refroidir ou chauffer les échangeurs en fonction de la demande : chauffage en hiver ou climatisation en été.



Maitrise d'ouvrage : AREMA et GFC Construction

Néanmoins, suivant la localisation de la STEP, la distance aux consommateurs de chaleur peut être importante et empêcher la faisabilité du projet.

### ZOOM SUR LES ÉQUIPEMENTS RELATIFS AUX DÉCHETS (CENTRES D'ENFOUISSEMENT / VALORISATION)

La valorisation énergétique des déchets constitue un gisement important de production d'énergie de récupération. Plusieurs possibilités existent.

Le stockage des déchets produit naturellement du gaz par décomposition. Dans la majeure partie des centres de stockage, ce gaz est capté et collecté pour des questions de sécurité et de nuisances olfactives. Il peut alors être valorisé pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur. La proximité aux postes sources est une donnée intéressante à croiser, notamment au regard de leur capacité d'accueil restante (Cf. carte p.47).

Des études fines, au cas par cas, sont nécessaires pour analyser si le volume de déchets est suffisant soit pour une valorisation en interne, soit pour une injection sur le réseau.

Par ailleurs, la valorisation des déchets organiques permet, outre la récupération de chaleur, de produire du biogaz par un procédé de méthanisation. Ce biogaz (après traitement) peut être injecté dans le réseau public de distribution de gaz ou alimenter des stations d'avitaillement de GNV. La proximité aux bornes GNV est donc une autre donnée territoriale intéressante à croiser. Cette valorisation de biomasse, agricole et industrielle, par méthanisation ou combustion, constitue un potentiel non négligeable en particulier à Marseille et Aix (boues de STEP), au nord-ouest de la

Métropole (effluents vinicoles et végétaux des cultures hors sol) ainsi qu'à l'est de la Métropole par l'utilisation des effluents d'élevage et vinicoles.

Le potentiel de valorisation énergétique des déchets organiques reste toutefois à comparer aux objectifs de valorisation de matière de ces déchets (le compostage en particulier).

Des conflits d'usages peuvent apparaître sur cette ressource et les besoins du territoire doivent permettre de les arbitrer. Le Schéma Régional Biomasse (SRB), en cours d'élaboration en 2018, donne des orientations dans ce domaine.

### LES COMBUSTIBLES SOLIDES DE RÉCUPÉRATION

Les Combustibles Solides de Récupération (CRS) sont des combustibles stockables et transportables, destinés à être utilisés comme combustible en substitution d'énergies fossiles. Ils sont préparés à partir de déchets non dangereux qui ne peuvent être recyclés en l'état des techniques disponibles et qui résultent d'une collecte séparée ou d'une opération de tri.

Source : FNADE

### ÉVITER LES CONFLITS D'USAGES POUR LE DÉVELOPPEMENT ÉOLIEN

Il existe de nombreuses contraintes liées à l'installation d'éoliennes. En effet, il convient d'analyser la nature du sol (afin que les fondations résistent), la proximité d'espaces forestiers, de voies de circulation rapides, les servitudes et contraintes de l'aéronautique militaire (Istres, Salon-de-Provence) et civile (Marseille-Provence),

le régime de vent (compris entre 20 et 90 km/h pour que l'énergie soit exploitable), le relief ou encore les covisibilités du projet (impact paysager)...

Par ailleurs, sur le périmètre métropolitain, le régime de vent dominant est soit du marin (sud-ouest) annonciateur de mauvais temps, soit du mistral (nord-est), or ces deux types d'aérogologie ne sont pas les plus opportunes à l'installation d'éolien en raison de leur caractère intermittent et de leur force.

Ainsi, l'éolien terrestre est peu encouragé à l'échelle régionale, en raison l'impact qu'il peut représenter et des contraintes de ses installations.

Le parc éolien existant à Port-Saint-Louis-du-Rhône a une puissance de 21 MW et celui de Fos-sur-Mer de 10 MW.

Par contre, le territoire métropolitain porte actuellement le projet de développement d'un parc éolien *offshore* flottant, filière qui représente une réelle opportunité à la fois énergétique et économique.

## PROJET

### PRÉFIGURER LE DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE ÉOLIENNE OFFSHORE FLOTTANT

Au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône, un concept innovant d'éolienne flottante offshore à axe vertical (première mondiale) sera prochainement testé. Ce concept permet de s'affranchir de la problématique de la profondeur. Actuellement, la limite économiquement réhabilitable est d'environ 40 mètres de fond, ce qui freine le développement de ce type d'énergie en Méditerranée.

Les tests à terre sont engagés depuis 2014 à Fos-sur-Mer sur la zone Caban Sud.

Portée par NENUPHAR, une éolienne prototype a été construite sur la plateforme d'innovation PIICTO. Les tests en mer se situeront à 5 km au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône au large de la plage Napolon, dit « site d'essai Mistral ». La ferme pilote « Provence Grand Large », située à 20 km au large, comprendra 13 éoliennes sur une emprise de 14 km<sup>2</sup> et sera reliée par câble à un poste de transformation implanté sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Si l'objectif est de développer une filière industrielle sur site et une ferme de 150 éoliennes, ces éoliennes ont aussi des effets sur les usages en mer : interdiction de naviguer dans un rayon de 100 mètres à 1 km autour des éoliennes selon la longueur des navires, interdiction de pêche dans un rayon de 100 mètres, interdiction de mouillage et de dragage sur une largeur de 100 mètres le long du tracé du câble.



Éolienne offshore à axe vertical © Nenuphar

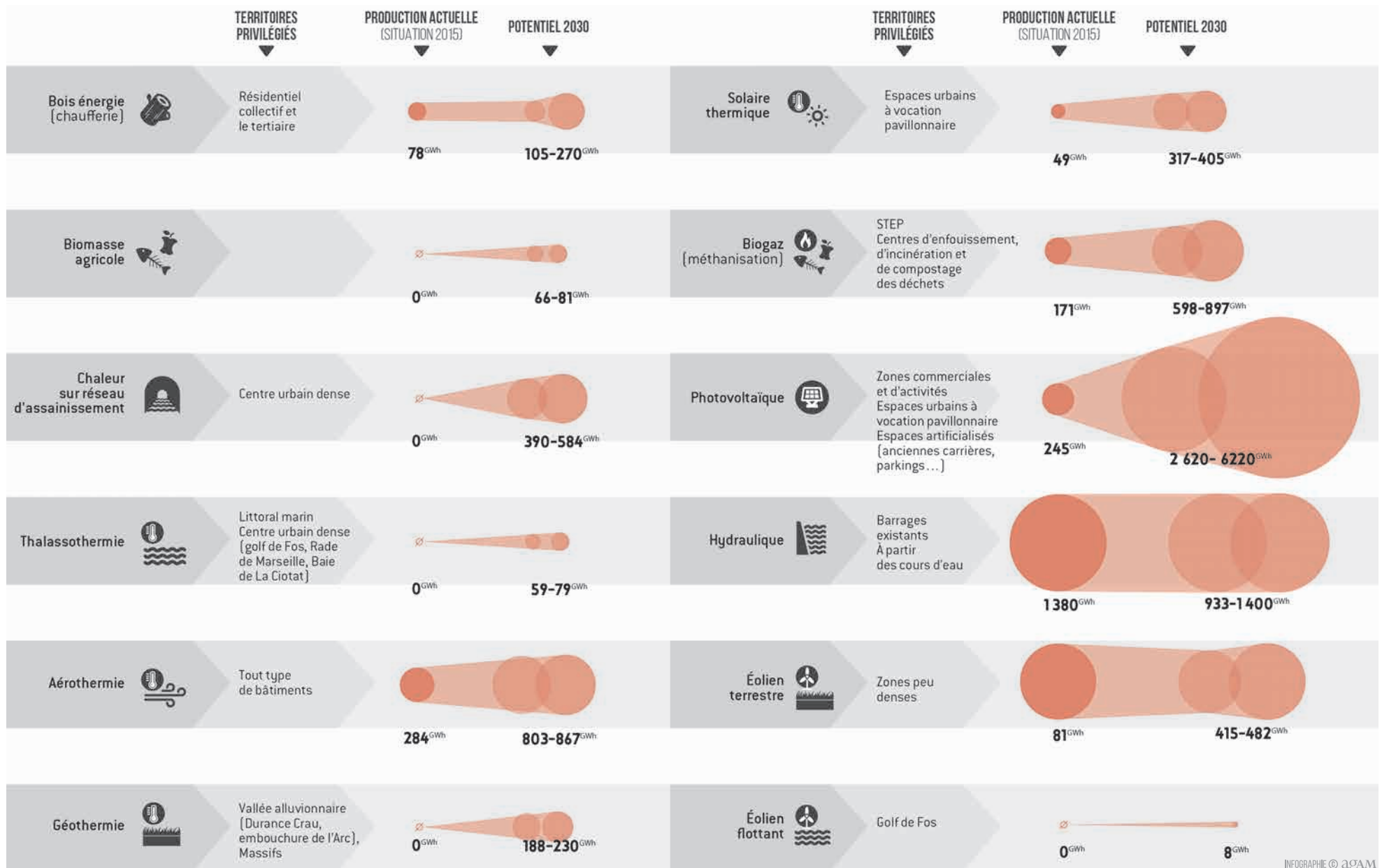
### CAPACITÉS MOBILISABLES POUR UN MIX VERTUEUX

La Métropole devra mettre en œuvre un schéma de développement des EnR dont la réalisation est prévue dans le cadre du Plan Climat-Air-Énergie Territorial Métropolitain.

Néanmoins, la production d'EnR ne peut se développer de façon uniforme sur l'ensemble du territoire. En fonction des contraintes physiques, humaines..., certaines formes d'EnR seront privilégiées sur certains sites.

Au vu des éléments ci-dessus, et afin de valoriser son potentiel, la Métropole a plutôt capacité à s'appuyer sur les projets innovants de production d'EnR comme les éoliennes offshore au large de Fos-sur-Mer, les centrales thalassothermiques, les projets de parcs solaires émergents.

Dans le cadre du Schéma régional climat air énergie (SRCAE) approuvé en 2010, des fiches territorialisées, avec des objectifs, notamment à l'échelle métropolitaine, ont été soumis aux collectivités. Ces objectifs ne constituent pas un cadre prescriptif pour les collectivités mais visent à les accompagner pour déterminer leurs propres objectifs de maîtrise de la demande d'énergie et de production d'énergies renouvelables.



INFOGRAPHIE © agam

FORMES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION. Sources : Base Cigale - Air Paca - Inventaire énergétique et d'émissions de polluant et gaz à effet de serre - Traitement Agam



# LES RÉSEAUX D'ÉNERGIE, SUPPORT DE DÉVELOPPEMENT AUX PROJETS DU TERRITOIRE

Les réseaux sont des équipements qui permettent d'acheminer l'énergie des centres de production et/ou de stockage vers les points de consommation et/ou de stockage, qu'il s'agisse de gaz, d'électricité ou d'énergie calorifique (chaleur et froid).

Ces réseaux constituent donc un maillon essentiel dans le paysage énergétique du territoire.

## LES RÉSEAUX DE GAZ

Les infrastructures gazières sont des installations (réseaux de transport, de distribution, sites de stockage, terminaux méthaniers) qui permettent d'assurer l'approvisionnement en gaz des consommateurs. En France, le gaz naturel est importé à 98%. Les infrastructures gazières qui permettent d'importer le gaz et de l'acheminer jusqu'aux zones de consommation sont donc essentielles au bon fonctionnement du marché et à la sécurité d'approvisionnement :

► **les réseaux de transport** permettent l'importation du gaz depuis les interconnexions terrestres avec les pays adjacents et les terminaux méthaniers. Ils sont également un maillon essentiel à l'intégration du marché français avec le reste du marché européen ;

- **les installations de stockage de gaz** contribuent fortement à la gestion de la saisonnalité de la consommation de gaz et à la fourniture d'une flexibilité nécessaire pour l'équilibrage des réseaux de transport. La station de stockage la plus proche se situe à Manosque dans une cavité souterraine saline ;
- **les terminaux méthaniers** permettent d'importer du gaz naturel liquéfié (GNL) et ainsi de diversifier les sources d'approvisionnement en gaz naturel, compte tenu du développement du marché du GNL au niveau mondial. 10% du gaz importé en France s'effectue via le terminal méthanier de Fos Tonkin ;
- **les réseaux de distribution** permettent l'acheminement du gaz depuis les réseaux de transport jusqu'aux consommateurs finals qui ne sont pas directement raccordés aux réseaux de transport.





## PRODUCTION ET TRANSPORT D'ÉNERGIES FOSSILES D'AIX-MARSEILLE-MÉTROPOLE

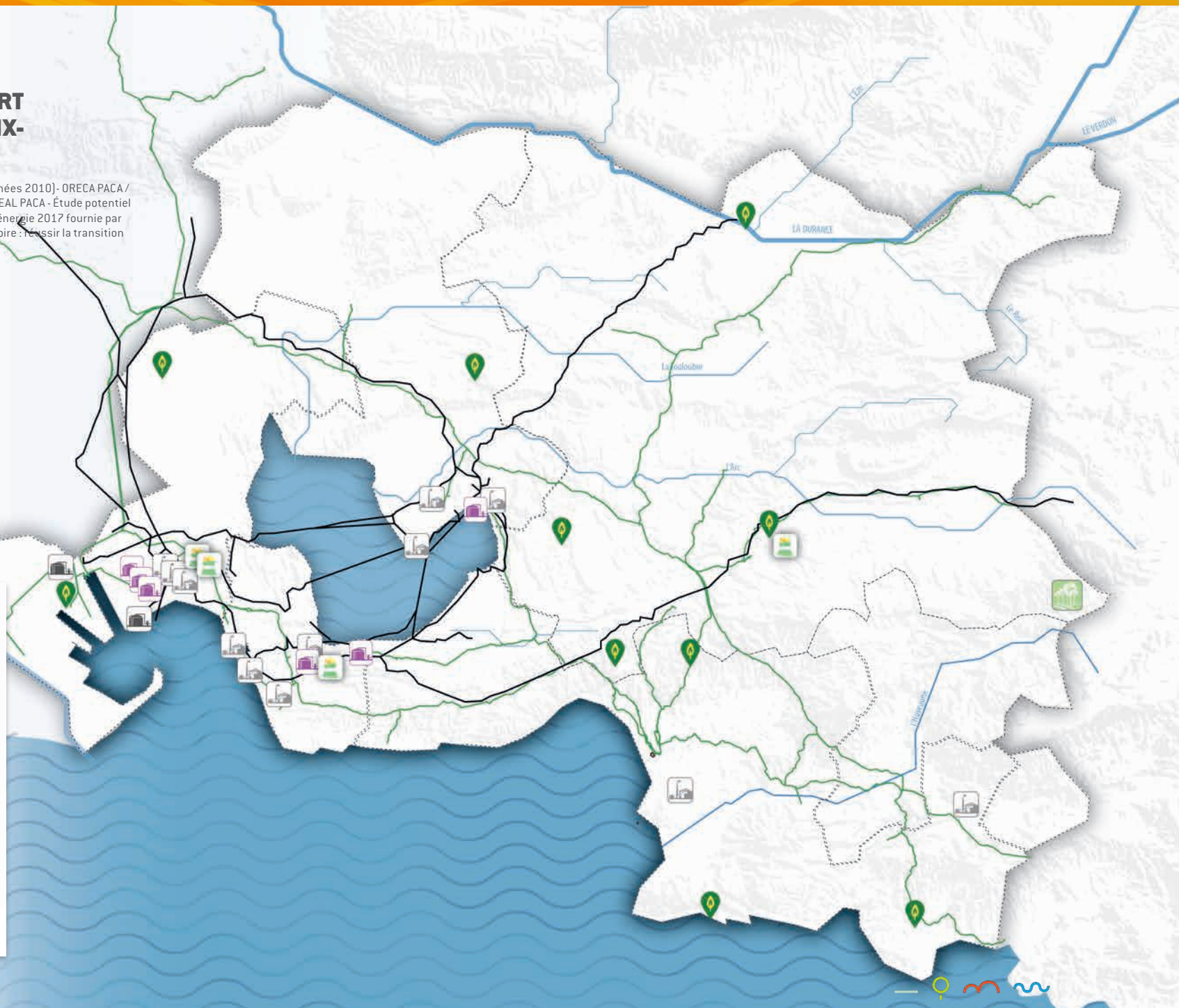
Source : AUPA d'après Base de données Energ'air (données 2010) - ORECA PACA / inventaire Air PACA - ERDF / BD hydro CRIGE PACA / DREAL PACA - Étude potentiel dev éolien régional (2010) - Base de données Projets énergie 2017 fournie par la Métropole AMP - Document Agam : Énergies et territoire : réussir la transition énergétique-déc. 2015

### VALORISATION GAZ / BIOMASSE

-  Biogaz / Méthanisation
-  Power to Gaz (hydrogène)
-  Filière Biomasse dont bois
-  Centrale thermique ou à Cogénération
-  Réseau de transport gaz

### HYDROCARBURES

-  Raffinage
-  Stockage pétrole
-  Pétrochimie
-  Terminal méthanier
-  Oléoducs



## LE RÉSEAU DE TRANSPORT DU GAZ

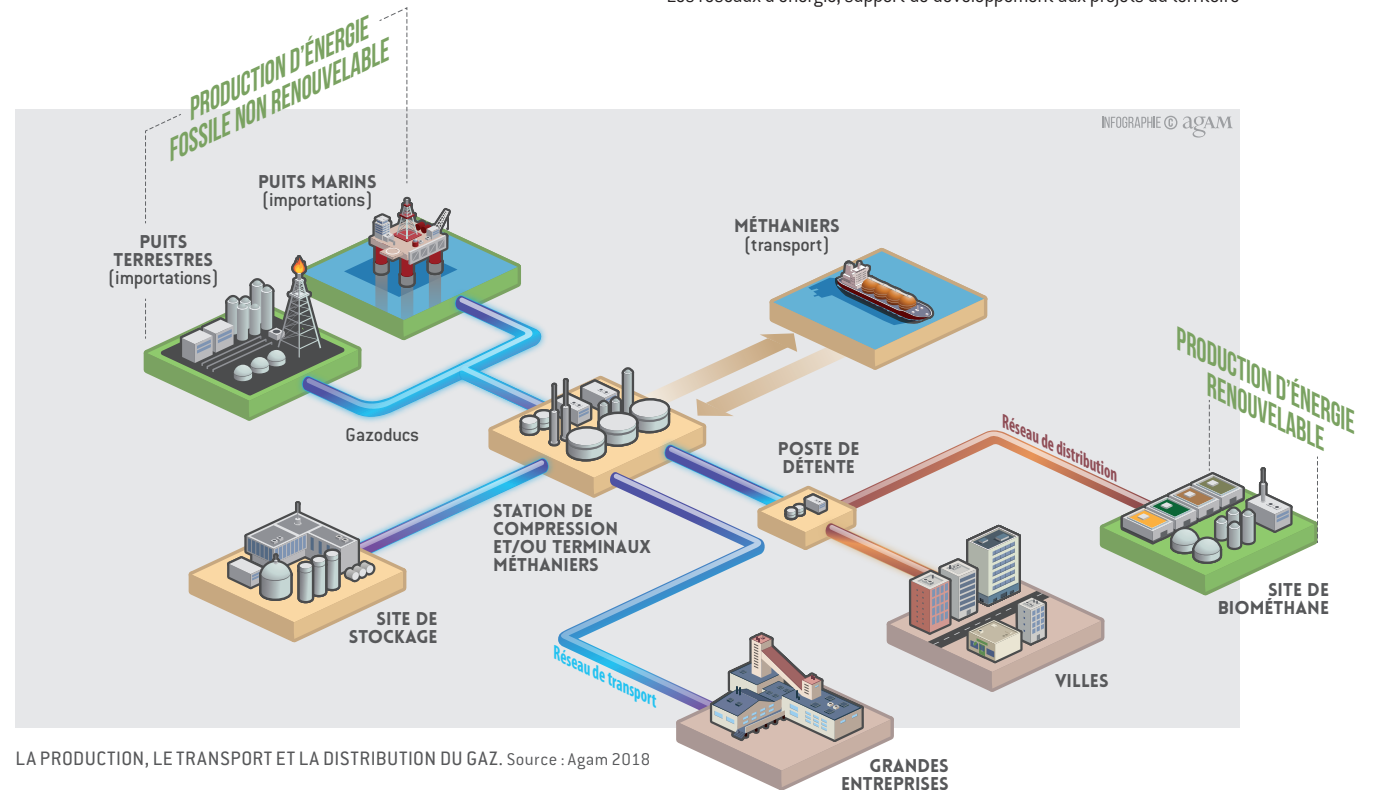
Le réseau de transport est une infrastructure constituée de canalisations et de stations de compression, structurée de la manière suivante :

- ▶ le réseau de transport principal est un ensemble de canalisations à haute pression et de grand diamètre, qui relie entre eux les points d'interconnexion avec les réseaux voisins, les stockages souterrains et les terminaux méthaniers, et auquel sont raccordés les réseaux de transport régionaux et les plus importants consommateurs industriels ;
  - ▶ le réseau de transport régional, partie du réseau de transport qui assure l'acheminement du gaz naturel vers les réseaux de distribution et vers les clients finaux ayant une consommation importante, qui sont directement raccordés au réseau de transport régional.
- Le gestionnaire du réseau de transport (GRT) de gaz naturel concernant la Métropole est GRTgaz.

Les consommateurs industriels sont généralement directement raccordés au réseau de transport de gaz (gazoduc), qui permet la fourniture d'une grande quantité d'énergie et d'une forte pression pour faire fonctionner les usines.

## LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

Le réseau de distribution assure l'approvisionnement direct des consommateurs dans les habitations et les entreprises. Il achemine le gaz à une faible pression pour qu'il soit utilisable pour un usage domestique. Pour la Métropole, GrDF (Gaz Réseau Distribution France) est le concessionnaire de ce réseau de distribution.



LA PRODUCTION, LE TRANSPORT ET LA DISTRIBUTION DU GAZ. Source : Agam 2018

## LES PROBLÉMATIQUES D'INJECTION SUR LE RÉSEAU

Dans le cas du gaz, on ne peut injecter sur le réseau public que du biométhane, biogaz épuré. Injecter du biométhane dans les réseaux de gaz naturel n'est actuellement possible que s'il a été produit à partir d'intrants autorisés, soit :

- ▶ des déchets ménagers :
  - par méthanisation : matières organiques issues du tri sélectif (biodéchets, déchets verts...);
  - dans les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), ou décharges ou anciennement CET (Centres d'Enfouissement Techniques) ;

- des déchets ou produits agricoles (lisiers, fumiers, résidus de récoltes, cultures énergétiques dédiées non concurrentielles ou certains déchets de l'industrie agroalimentaire) ;
- ▶ des matières organiques résultant du traitement des eaux usées (boues de STEP).

Il doit, par ailleurs, répondre aux spécifications du gaz naturel, ce qui est possible seulement après une épuration poussée. Le biogaz produit (par exemple par méthanisation) peut donc nécessiter un traitement préalable à l'injection.



## LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

Les réseaux électriques (transport et distribution) ont pour rôle d'acheminer l'électricité des sites de production vers les lieux de consommation, avec des étapes de baisse du niveau de tension dans des postes de transformation. La tension à la sortie des grandes centrales est portée à 400 kV pour limiter les pertes d'énergie sous forme de chaleur dans les câbles des lignes électriques de transport. Ensuite, la tension est progressivement réduite au plus près de la consommation, pour arriver aux différents niveaux de tension auxquels sont raccordés les consommateurs (400 kV, 225 kV, 90 kV, 63 kV, 20 kV...) suivant leurs besoins en puissance.

### LE RÉSEAU PUBLIC DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

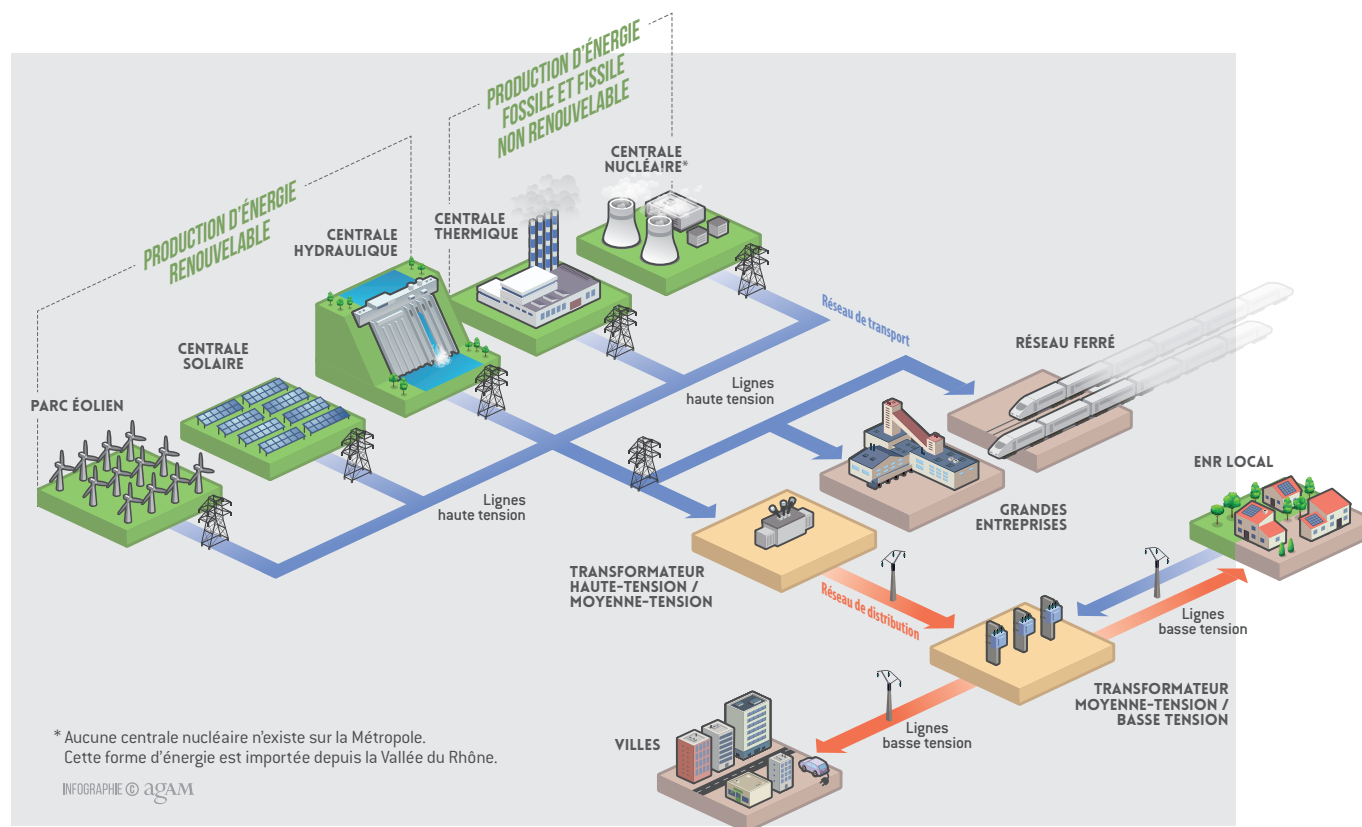
Situé en amont des réseaux de distribution, il représente environ 78 000 km de lignes électriques, au niveau national, gérées par RTE et se compose de deux sous-ensembles :

#### ► le réseau de grand transport et d'interconnexion

Il est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Il constitue l'ossature principale pour l'interconnexion des grands centres de production, disséminés en France et dans les autres pays européens. Son niveau de tension est de 400 kV, soit le niveau de tension le plus élevé en France ;

#### ► les réseaux de répartition régionale ou locale

Ils sont destinés à répartir l'énergie en quantité moindre sur des distances plus courtes. Le transport est assuré en très haute tension (225 kV) et en haute tension (90 kV et 63 kV).



LA PRODUCTION, LE TRANSPORT ET LA DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ. Source : Agam 2018

### LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Les réseaux de distribution sont destinés à acheminer l'électricité à l'échelle locale jusqu'au compteur du consommateur, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne tension (PME et PMI) et en basse tension (clients du tertiaire, de la petite industrie et les clients domestiques). En fonction de la puissance des compteurs, le raccordement du réseau auprès des consommateurs

s'effectue soit par ENEDIS (les puissances disponibles pour les particuliers sont de 3 à 36 kVA et dépendent du profil de consommation de chaque ménage, les puissances de 42 à 240 kVA sont pour les clients professionnels tertiaires et petites industries) soit par RTE pour les grandes industries ou le réseau ferroviaire par exemple (puissances supérieures à 250 kVA).



### La gestion des réseaux électriques : injection et soutirage, stockage et équilibrage

Le raccordement consiste à connecter une installation de production ou de consommation d'énergie au réseau public d'électricité. Il est un préalable à l'accès au réseau, dont la transparence et l'aspect non-discriminatoire sont garantis par la Commission de régulation de l'énergie. Les installations de production d'énergies renouvelables (hydraulique, éolien, solaire, biomasse...) doivent être raccordées à un réseau électrique pour que l'électricité qu'elles produisent puisse être vendue sur les marchés ou de façon contractuelle, notamment, dans le cadre de mécanismes d'obligation d'achat ou d'appels d'offres et pour que cette énergie puisse être utilisée par des consommateurs raccordés au réseau.

La bonne gestion des réseaux d'énergie est une problématique large qui implique de maîtriser :

- ▶ ce qui est injecté sur le réseau : lorsque de l'énergie est produite, où est-elle injectée ? Selon quelle courbe de charge (quelle puissance à chaque instant) ? Avec quelle régularité ? Quelle prévisibilité ?...
- ▶ ce qui est soutiré du réseau : où l'énergie est-elle consommée ? Selon quelle courbe de charge (quelle puissance à chaque instant) ? Avec quelle régularité ? Quelle prévisibilité ?...
- ▶ ce qui circule sur le réseau : existe-t-il un équilibre entre la production et la consommation à chaque instant ? L'énergie en surplus peut-elle être stockée, où et comment ? La puissance appelée peut-elle être différée ou limitée (effacement...)?

La connaissance et l'anticipation de ces éléments permettent de dimensionner les réseaux (section et type de fil, organes de coupure et de sécurité, maillage...).

Leur maîtrise à chaque instant est une condition pour la bonne gestion des réseaux et, de fait pour la qualité de l'énergie distribuée.

Dans le cas de l'électricité, l'équation est plus complexe que pour le gaz car l'électricité ne se stocke pas. Certains moyens de stockage existent mais ne peuvent être appliqués partout (comme dans le cas de l'hydroélectricité produite par les barrages) ou se développent avec des technologies émergentes et encore peu rentables.

### Les problématiques d'injection sur le réseau

Hormis des cas spécifiques d'autoconsommation, la production locale d'énergie, qu'il s'agisse d'électricité (photovoltaïque, éolienne...) est donc injectée sur les réseaux gérés par ENEDIS.

Pour le raccordement au réseau électrique, il convient de s'interroger sur les points suivants :

- ▶ la capacité du réseau à absorber cette production à l'endroit où elle a lieu. Le dimensionnement du réseau doit permettre d'accueillir la production à tout instant ;
- ▶ l'énergie produite doit être d'une qualité suffisante et, notamment, l'intermittence de la production doit être intégrée dans la gestion du réseau pour assurer son équilibre à tout instant ;
- ▶ les coûts de raccordement doivent être pris en charge. Le réseau de transport, géré par RTE, a notamment pour mission d'accueillir les nouveaux moyens de production en assurant dans les meilleurs délais le développement du réseau amont qui serait nécessaire. De même, ENEDIS doit assurer l'accès au réseau pour tous les producteurs dûment autorisés. Dans le cadre du S3REnR, les installations de production d'électricité

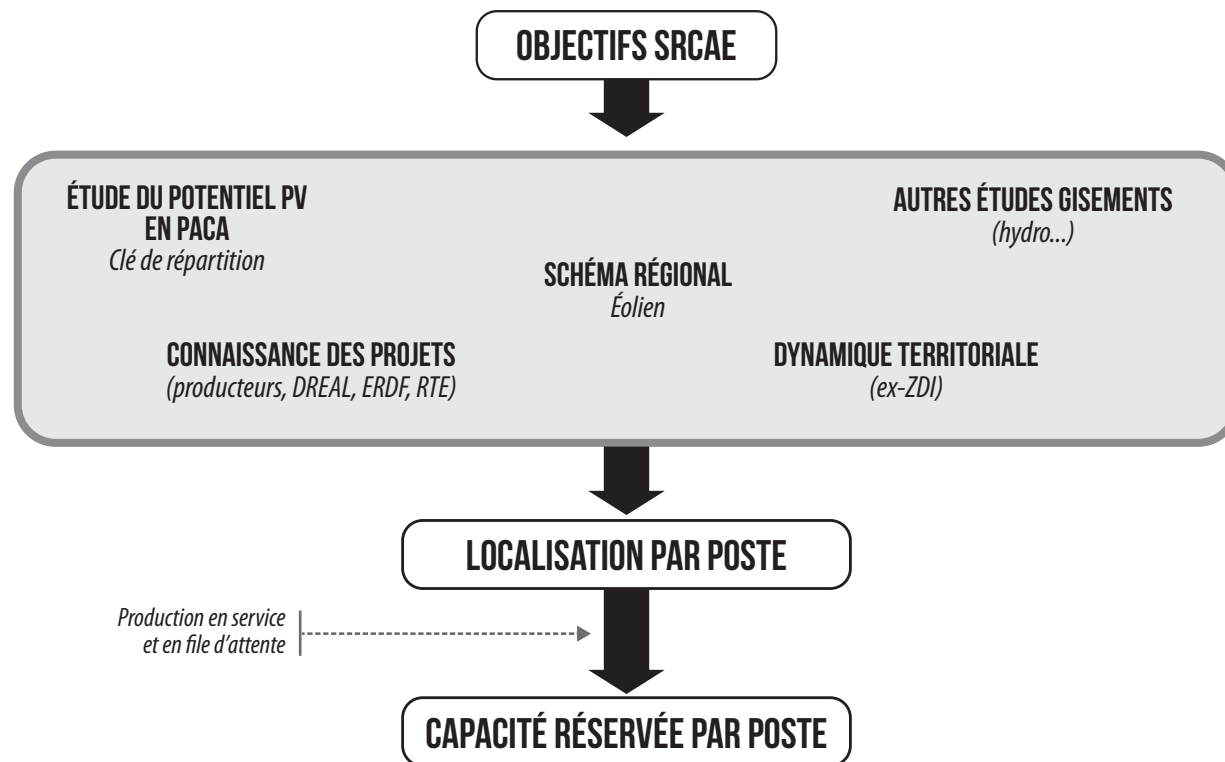
à partir de sources d'énergies renouvelables d'une puissance supérieure à 100 kVA bénéficient pendant 10 ans d'une réservation des capacités d'accueil prévues. Leur raccordement se fait alors sur le poste électrique le plus proche, minimisant le coût des ouvrages propres et disposant d'une capacité réservée suffisante pour satisfaire la puissance de raccordement demandée.

### Anticiper la capacité d'électricité injectée sur le réseau : le S3REnR

Le S3REnR est établi par le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE), en accord avec le gestionnaire des réseaux de distribution (ENEDIS). Il permet de fixer à l'échelle régionale, des objectifs quantitatifs et qualitatifs d'injection de la production d'énergies renouvelables locale à l'horizon 2020.

Le schéma adopté pour la région Provence-Alpes Côte-d'Azur en novembre 2014 indique que, sur l'ensemble du territoire régional, le réseau de transport d'électricité alimente 167 postes sources gérés par ENEDIS. Ils sont équipés d'un ou plusieurs transformateurs qui permettent d'acheminer l'énergie électrique soutirée ou d'évacuer l'énergie électrique produite. Le constat dressé dans le schéma est que le réseau de transport d'électricité en PACA, à l'image de la région, présente de très fortes disparités. Le réseau proche du littoral, des principaux pôles urbains et de la vallée du Rhône a suivi le développement de ces zones de forte consommation (80% de la consommation électrique régionale est concentrée sur le littoral méditerranéen) et est donc aujourd'hui à même d'accueillir des volumes de production conséquents. Le schéma dresse les projets d'investissements sur le réseau de transport ainsi que de

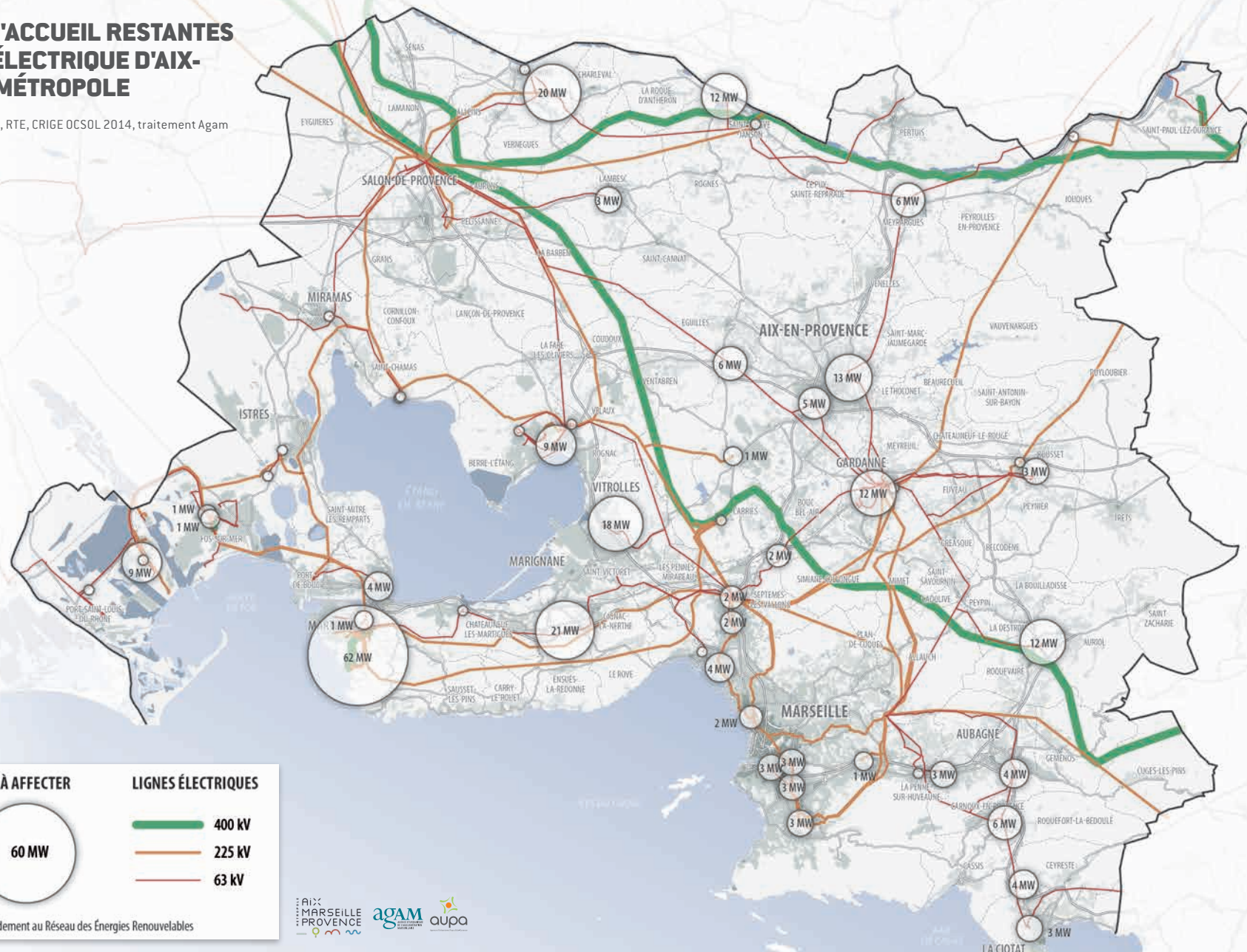
distribution, construit une méthodologie de réservation des capacités du réseau (cf. schéma suivant) pour la production électrique d'origine renouvelable, ainsi qu'un tableau récapitulatif des différents projets de création et de renforcement des réseaux d'énergie électrique.



MÉTHODOLOGIE DE RÉSERVATION DE CAPACITÉ SUR LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE. Sources : S3REnR PACA

# CAPACITÉS D'ACCUEIL RESTANTES DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE D'AIX- MARSEILLE-MÉTROPÔLE

Source : IGN BD TOPO 2014, RTE, CRIGE OCSOL 2014, traitement Agam



**PUISSANCE RESTANT À AFFECTER**

20 MW    40 MW    60 MW

**LIGNES ÉLECTRIQUES**

- 400 kV
- 225 kV
- 63 kV

\*Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables



© CARTOGRAPHIE AGAM - SEPTEMBRE 2017



## LA QUESTION DE L'AUTOPRODUCTION-AUTOCONSUMMATION D'ÉLECTRICITÉ

L'autoproduction-autoconsommation consiste à produire localement de l'énergie et à la consommer, en tout ou partie, pour ses besoins propres. Une fois cette définition générale posée, il faut apporter un certain nombre de précisions.

Lorsqu'un producteur d'électricité, dont ce n'est pas l'activité principale, produit, sur son site, de l'électricité (par exemple un particulier ou une entreprise qui a des panneaux photovoltaïques en toiture), il peut :

- ▶ l'injecter en totalité sur le réseau public et la vendre à EDF ou un autre fournisseur d'énergie qui accepte de lui acheter ;

### DÉFINITIONS

À ce jour, l'ordonnance n°2016-1019 du 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité précise qu'une « opération d'autoconsommation est le fait pour un producteur, dit autoproducteur, de consommer lui-même tout ou partie de l'électricité produite par son installation ».

On peut parler d'autoconsommation collective lorsque « la fourniture d'électricité est effectuée entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finaux liés entre eux au sein d'une personne morale et dont les points de soutirage et d'injection sont situés sur une même antenne basse tension du réseau public de distribution ». Ce texte pose aujourd'hui une définition et des conditions relativement restrictives pour des opérations à l'échelle par exemple de quartiers urbains.

## PROJET

### LE PROJET SIRIUS (SYSTÈME D'INNOVATION PAR LES RÉSEAUX D'INTELLIGENCE URBAINE ET DE SERVICES) AUTO-PRODUIRE ET CONSOMMER SON ÉLECTRICITÉ SOLAIRE

Le projet Frais Vallon s'inscrit dans un contexte de rénovation architecturale, énergétique et urbaine d'un vaste quartier de 5 000 habitants à Marseille, incluant 1 350 logements sociaux sur 14 bâtiments et une multiplicité d'équipements (commerces, école, collège, maison de retraite, éclairages extérieurs...). Il consiste à développer des technologies et démarches « d'intelligence collective énergétique » améliorant les ressources financières des habitants (diminution de la facture énergie et des charges) et la qualité de vie.

Il prévoit différents volets dont :

- le déploiement de l'autoproduction-autoconsommation photovoltaïque collective associé à un système de pilotage énergétique reliant toutes les sources de production, de consommation et de stockage ;

- l'implication des habitants dans l'autoconsommation et aux économies d'énergie par le biais d'une monnaie locale donnant accès à des services urbains pour favoriser les démarches engageantes et les comportements vertueux ;
- la mise en œuvre d'organisations de partage de l'énergie et de modèles économiques permettant de sécuriser les investissements tout en réduisant et stabilisant les coûts de l'électricité pour les habitants du quartier.

Ce projet, dont la finalisation est prévue courant 2020, est porté par la Métropole Aix-Marseille-Provence et le bailleur social Habitat Marseille-Provence.

- ▶ en consommer une partie et vendre ce qu'il ne consomme pas en l'injectant sur le réseau public ;
- ▶ la consommer en totalité : on parle d'autoconsommation totale.

Deux notions sont importantes :

- ▶ le taux d'autoconsommation qui est la part de l'électricité produite qui est consommée sur place ;
- ▶ le taux d'autoproduction qui est la part de la consommation totale du site qui est produite sur place.

D'un point de vue légal, cette notion est récente et encore en cours de définition. Elle pose, en effet, de nombreuses questions d'équilibre économique entre le financement du réseau public d'électricité, les tarifs d'achat de l'électricité produite et la rentabilité de l'autoproduction.

### LES PROBLÉMATIQUES DE SOUTIRAGE : DES GROS CONSOMMATEURS QUI PÈSENT SUR LES RÉSEAUX

Plusieurs situations d'appel de puissance importante devront faire l'objet d'une vigilance particulière afin d'éviter une surcharge des réseaux aboutissant à limiter les capacités de développement urbain :

- ▶ la question de l'installation des Data-Centers sur le territoire constitue une forte contrainte pour le réseau électrique qui reste encore insuffisamment identifiée par les collectivités. L'installation d'un Data Center en centre-ville par exemple, au-delà de l'emprise foncière mobilisée, a des implications significatives en termes de puissance appelée, de consommation d'énergie et de production de chaleur. Cela doit être anticipé en termes de renforcement des réseaux de distribution

d'électricité et de gestion de la chaleur produite. Ce n'est en aucun cas anodin ou équivalent à l'installation d'une surface équivalente d'une activité tertiaire standard ;

- ▶ le déploiement de stations de recharge pour véhicules électriques peut également nécessiter une prise en compte des réseaux, en amont des schémas d'implantation, mais n'implique pas nécessairement un renforcement de ces réseaux. L'impact sur les réseaux doit toutefois être analysé dans ces deux cas :
  - pour le développement de la recharge rapide qui provoque un fort appel de puissance sur une courte durée (mais cela n'est pas encore d'actualité sur le territoire métropolitain) ;
  - dans le cas de la création de centres de recharge pour des flottes de bus ou cars de transport public électriques, ce qui constitue aujourd'hui un projet étudié pour le transport urbain RTM ;
- ▶ l'électrification des bateaux à quai.

L'inscription de ces équipements, et potentiellement d'autres, dans une stratégie territoriale globale des réseaux d'énergie va devenir indispensable de manière, d'une part, à ne pas dégrader la qualité de l'électricité distribuée et, d'autre part, à ne pas restreindre la capacité de développement des territoires à proximité (du fait d'une saturation du réseau).

### L'ÉQUILIBRAGE ET LES RÉSEAUX INTELLIGENTS OU « SMART GRIDS »

L'une des principales problématiques des réseaux d'énergie, notamment électriques, se trouve dans la gestion des pointes de consommation, liée surtout aux aléas climatiques, notamment en période hivernale,

## EXEMPLES

- Le **vehicule-to-grid** a pour objectif d'utiliser les véhicules électriques comme source d'énergie dans les cas où les nécessités de soutirage réseaux deviennent trop importantes, comme cela peut être le cas lors d'un pic de consommation.
- A l'échelle des bâtiments, le **Building Information Modeling** (ou BIM) peut permettre de concevoir numériquement le bâtiment, son cycle de vie, et les consommations énergétiques afférentes à ce dernier.
- La **technologie Blockchain** de sécurisation des données est aujourd'hui testée pour son application à l'échelle des quartiers mettant en œuvre des solutions d'autoproduction-autoconsommation, avec pour finalité de développer plus efficacement ces réseaux du fait de la certification de l'origine renouvelable/locale de l'énergie consommée.

mais également à l'évolution des usages de l'électricité et des comportements.

L'anticipation de ces pics est aujourd'hui une question dont dépend la stabilité du réseau et la maîtrise du coût de ce dernier. En effet, la gestion des pics se fait aujourd'hui de trois façons différentes :

- ▶ l'**achat d'énergie** produite par d'autres pays à un tarif prohibitif,
- ▶ l'**activation de centrales d'appoint** (principalement alimentées en charbon, gaz ou fuel, c'est-à-dire particulièrement polluantes) ou encore
- ▶ l'**effacement**, un processus qui consiste à éteindre certains équipements non indispensables pour une courte durée (exemple, à l'échelle d'une habitation :

couper le chauffage électrique pendant 15 minutes ou repousser le lancement du lave-vaisselle).

Face à ces contraintes, les réseaux intelligents doivent permettre de passer de la solution de gestion de crise à celle de l'anticipation de celle-ci.

Il s'agit d'utiliser les nouvelles technologies pour rationaliser et coordonner les différents usages énergétiques et diminuer ainsi la charge des consommations énergétiques sur le réseau, mais également pour gérer l'intermittence de certaines énergies (comme le solaire ou l'éolien) en l'absence de systèmes efficaces de stockage. Le smart grid est un système électrique capable d'intégrer de manière intelligente les actions des différents utilisateurs, consommateurs et/ou producteurs afin de maintenir une fourniture d'électricité efficace, durable, économique et sécurisée. La question du stockage de l'énergie constitue un maillon clé pour des smart grids efficaces pour la gestion future de l'énergie.

Afin d'atteindre pleinement les objectifs du smart grid, de nombreux projets sectoriels sont actuellement en phase d'expérimentation.

## LES SMART-GRID

Les Réseaux électriques intelligents (ou Smart Grid) permettent une gestion plus dynamique de l'énergie, efficace et adaptée aux nouveaux usages comme aux évolutions / à la complexification des systèmes énergétiques afin d'assurer la synchronisation entre la production (offre) et la consommation (demande) à moindre coût...

Ces réseaux sont pilotables et utilisent les nouvelles technologies de l'information et de la communication pour prédire et intégrer plus finement les actions des utilisateurs qu'ils restituent de manière communicante. Ce sont des outils permettant d'améliorer l'efficacité énergétique dans les bâtiments, les transports et l'industrie.

En physique, l'efficacité énergétique désigne le rapport entre l'énergie utile produite par un système et l'énergie totale consommée pour le faire fonctionner.

Cette terminologie est souvent plus largement utilisée pour désigner l'ensemble des technologies et pratiques qui permettent de diminuer la consommation d'énergie tout en conservant le même service final (« faire mieux avec moins »).

L'efficacité énergétique recouvre trois approches qui doivent être combinées pour maximiser les gains qu'elle peut apporter. Par exemple, dans le secteur du bâtiment :

- l'efficacité énergétique passive, axée sur l'enveloppe du bâtiment et l'amélioration de son isolation ;
- l'efficacité énergétique active, qui combine une amélioration du rendement énergétique des équipements techniques du bâtiment (chaudière, produits blancs et bruns, éclairage...) et une approche systémique et globale de gestion de l'énergie, centrée sur le pilotage automatisé des énergies du bâtiment en fonction de leurs usages ;

- la transformation du consommateur en consomm'acteur, c'est-à-dire un utilisateur particulier, informé et mobilisé, capable d'optimiser son confort tout en réalisant des économies d'énergie et, dans les années à venir, de produire sa propre énergie.

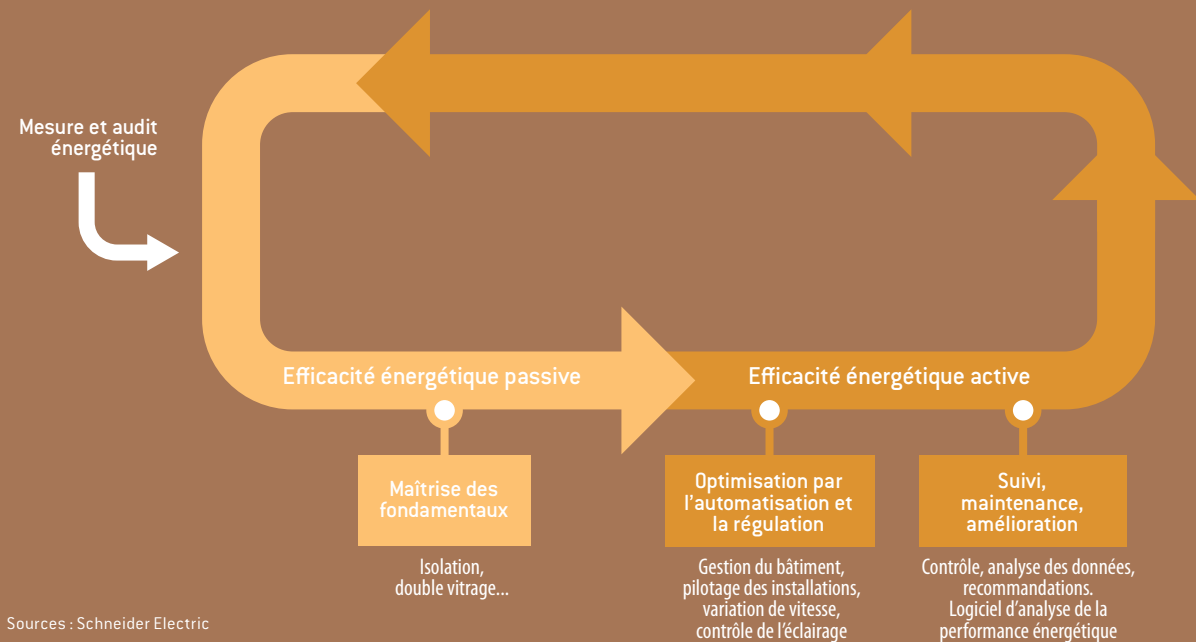
Le décret du 6 novembre 2015 relatif à l'évaluation du potentiel d'efficacité énergétique des réseaux d'électricité et des infrastructures de gaz impose aux gestionnaires de réseaux d'électricité et d'infrastructures de gaz de réaliser une évaluation du potentiel d'efficacité énergétique des infrastructures qu'ils exploitent, en particulier sur le plan du transport, de la distribution, de la gestion de la charge et de l'interopérabilité, ainsi que du raccordement des installations de produc-

tion d'électricité, y compris les possibilités d'accès pour les micro-installations de production d'énergie.

Dans le cadre de ce diagnostic, il ne sera donc développé que le rôle des smart-grids dans le cadre de l'efficacité énergétique active car les autres champs d'intervention relèvent plutôt de la démarche du PCAEM.

Concernant le volet « Transport », les smart-grid peuvent permettre d'améliorer l'intermodalité pour le transport passager comme l'optimisation logistique par une meilleure gestion des flux et une communication facilitée par les NTIC.

Source : [www.smartgrids-cre.fr](http://www.smartgrids-cre.fr)



## LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID

Un réseau de chaleur (et/ou de froid) implique :

- ▶ une production centralisée d'énergie calorifique, distribuée à travers un réseau de vapeur, d'eau (chaude ou tempérée) ou de fluides réfrigérants (dit réseau primaire) vers plusieurs bâtiments ou sites (points de puisage appelés sous-stations) pour la production d'eau chaude sanitaire, le chauffage ou le refroidissement de locaux ;
- ▶ la vente de cette énergie calorifique par l'exploitant du réseau à des usagers (juridiquement distincts) et, surtout, à une pluralité de clients (au moins deux usagers distincts, personnes morales ou physiques).

Autrement dit, lorsqu'il existe à minima deux sous-stations sous maîtrise d'ouvrage différente avec vente d'énergie, le réseau est dit « réseau de chaleur (et de froid) ».

Lorsque l'ensemble des éléments constituant du réseau de chaleur est sous une maîtrise d'ouvrage unique (pas de vente d'énergie à un tiers) le réseau est dit « réseau technique » (on parle aussi dans ce cas de « réseau privé » ce qui peut porter à confusion par rapport à la nature publique ou privée du portage du réseau).

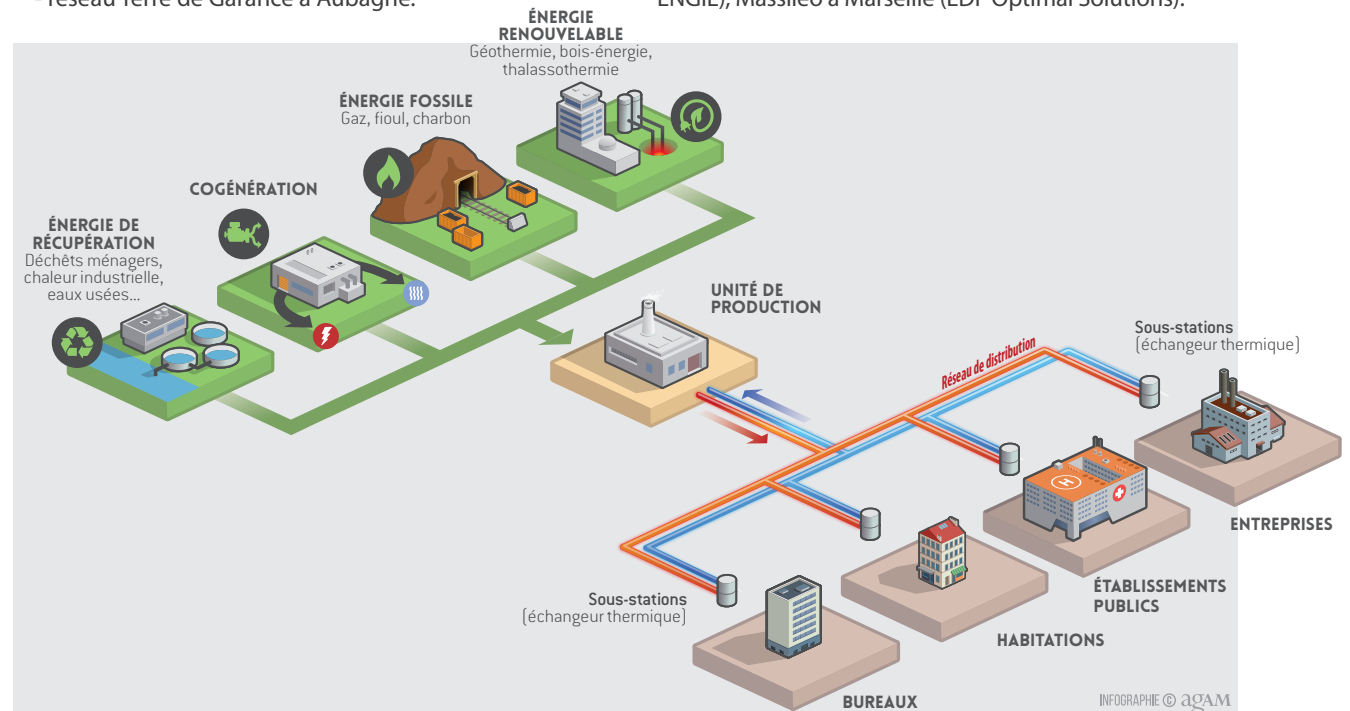
La Métropole AMP dispose ainsi de cinq réseaux publics de chaleur :

- ▶ trois réseaux de chaleur gérés en délégation de service publique :
  - réseau Canto-Perdrix à Martigues, géré par le concessionnaire DALKIA jusqu'en 2032 ;
  - réseaux Fenouillères-Encagnane et Haut-de-Provence

à Aix-en-Provence, deux réseaux distincts gérés par le concessionnaire APEE (filiale de ENGIE Cofely) jusqu'en 2023 ;

- réseau ZAC des Canourgues à Salon-de-Provence, géré par le concessionnaire Société Thermique de Salon-de-Provence (S.T.S.P. = groupement CORIANCE/ DALKIA), jusqu'en 2020.
- ▶ deux réseaux de chaleur gérés en régie par la Métropole :
  - réseau de chaleur bois de Coudoux (RCB) ;
  - réseau Terre de Garance à Aubagne.

Il existe également sur le territoire des réseaux privés. Ils ne sont pas concernés par la gestion publique mais doivent être pris en compte par la Métropole dans le cadre de sa stratégie énergétique territoriale (notamment le schéma d'ensemble des réseaux de chaleur et de froid). Plusieurs réseaux privés en service sont identifiés à ce jour comme Réseau Paradis Saint-Roch à Martigues (SEMIVIM), Réseau Centre urbain - Zac des Pins à Vitrolles (AFUL), Thassalia à Marseille (société Thassalia, filiale du groupe ENGIE), Massiléo à Marseille (EDF Optimal Solutions).

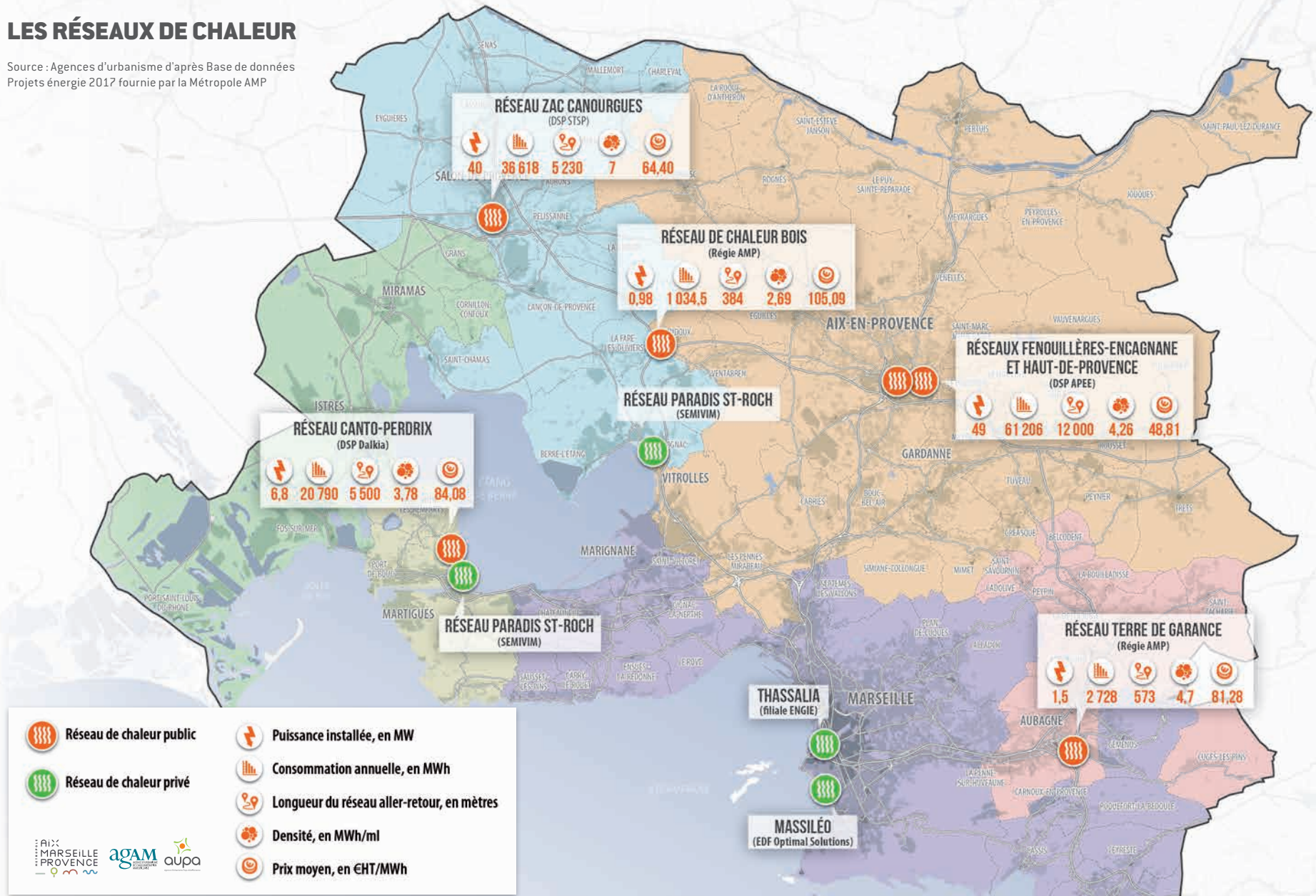


LE FONCTIONNEMENT D'UN RÉSEAU DE CHALEUR ET FROID, DE LA PRODUCTION À LA CONSOMMATION. Source : Agam 2018



# LES RÉSEAUX DE CHALEUR

Source : Agences d'urbanisme d'après Base de données Projets énergie 2017 fournie par la Métropole AMP



- Réseau de chaleur public
- Réseau de chaleur privé
- Puissance installée, en MW
- Consommation annuelle, en MWh
- Longueur du réseau aller-retour, en mètres
- Densité, en MWh/ml
- Prix moyen, en €HT/MWh

### DES ENJEUX DE RENTABILITÉ DES RÉSEAUX

La loi de Transition Énergétique pour une Croissance Verte et la future réglementation thermique des bâtiments programmée pour 2020 tendront à diminuer fortement les besoins en chauffage des nouvelles constructions. Les réseaux de chaleur seront donc des solutions de chauffage moins pertinentes pour ces nouveaux bâtiments n'ayant que de très faibles besoins de chauffage, au regard des coûts d'investissements importants pour leur installation. Leur intérêt financier (induit par une diminution du coût de chauffage pourrait donc être questionné.

Il faut donc réfléchir à d'autres solutions techniques ou d'autres potentialités de raccordement pour conserver une rentabilité de nos réseaux de chaleur tout en conservant un prix attractif et compétitif du MWh par rapport aux autres formes d'énergies. De nombreuses pistes existent comme par exemple le développement des EnR permettant un prix de TVA réduit sur le tarif du MWh, un classement possible du réseau pour raccorder au moins les bâtiments existants à réhabiliter. Cela peut également permettre aux opérations raccordées au réseau de respecter les critères de recours aux énergies renouvelables.



CENTRALE THALASSOTHERMIQUE MASSILÉO - EDF OPTIMAL SOLUTIONS. Source : Agam



CHAUFFERIE BOIS D'AIX-EN-PROVENCE . Source : M. Lootvoet

L'optimisation des coûts de raccordement, qui sont souvent un frein aux raccordements sur les réseaux de chaleur, constitue également une piste, avec un calcul bien encadré, précisé et vérifié par le concédant, éventuellement en profitant d'autres opérations de voirie pour diminuer les coûts d'extension de réseaux. Encourager et faciliter le travail du concessionnaire, avec les services d'urbanisme pour étudier les futurs projets en amont, constitue donc un levier intéressant. Un regroupement de réseaux peut également permettre des économies d'échelle sur les moyens de production ou optimiser un réseau EnR. L'ensemble de ces points peut être travaillé dans les schémas directeurs de réseau.



# NOUVELLE COMPÉTENCE ET NOUVEAU MODÈLE ÉNERGÉTIQUE À INTÉGRER POUR LA MÉTROPOLE







### Intégrer le nouveau cadre d'exercice des compétences en matière d'énergie

La question de l'énergie recouvre de nombreux sujets pour lesquels les collectivités ont des rôles variés à jouer. La production d'énergie n'est pas une compétence propre des collectivités territoriales, mais elles peuvent intervenir dans la production locale d'énergies renouvelables ou de récupération, qu'il s'agisse de production d'électricité, de gaz, mais aussi de chaleur et de froid (énergie thermique).

Le transport de l'énergie, est assuré de façon quasi monopolistique en France par les gestionnaires des réseaux de transport et les collectivités locales n'y ont aucun rôle direct.

Par contre, la distribution de l'énergie les concerne directement car les collectivités locales sont propriétaires des réseaux de distribution et « autorités organisatrices de la distribution d'énergie ». Par ailleurs, elles peuvent également distribuer de l'énergie thermique via les réseaux de chaleur et de froid. Enfin, la collectivité est elle-même un consommateur d'énergie et elle peut agir sur son patrimoine et sur le fonctionnement de ses services pour réduire ses consommations. Elle peut en outre, grâce à sa compétence « contribution à la transition énergétique », mener ou soutenir des actions variées pour inciter à la maîtrise des consommations

sur son territoire pour plus d'efficacité énergétique, améliorer la performance des logements et autres bâtiments, faire évoluer les comportements, aller vers des mobilités douces, développer les territoires à énergie positive...

Au sein de ce vaste domaine, les réseaux d'énergie (gaz, électricité, chaleur et froid), leur articulation avec les centres de production et de consommation auxquels ils sont connectés et les problématiques de gestion qu'ils génèrent (stockage, effacement...) constituent en soi un volet spécifique dont il est question ici. La maîtrise de la demande en énergie relève directement du futur PCAEM (plan climat air énergie métropolitain) qui fait l'objet d'une démarche menée en parallèle et en coordination. Les évolutions législatives récentes, tant sur l'organisation territoriale que sur la transition énergétique, impliquent des changements profonds dans la prise en charge de ce volet et une nette montée en puissance de l'échelon local et métropolitain en particulier. La création au 1<sup>er</sup> janvier 2016 de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence nécessite des adaptations de son organisation, par rapport aux nouvelles missions qui lui sont transférées.

### S'appuyer sur l'échiquier complexe des acteurs de l'énergie

Les acteurs de l'énergie représentent aujourd'hui un système complexe et hérité des évolutions du rôle de l'Etat dans la politique énergétique française. Ce système est en pleine mutation en raison de nombreuses réformes (décentralisation, désinvestissement du rôle de l'Etat dans la distribution de l'énergie, transfert de compétences à des échelles plus locales). On assiste actuellement à une redistribution des rôles, notamment concernant la gestion des réseaux existants, mais également le portage des projets de production d'énergie et l'articulation entre les différentes énergies. Un enjeu central consiste à (re)construire des relations de confiance entre les concessionnaires actuels des réseaux, les opérateurs d'énergie renouvelable et les collectivités territoriales qui récupèrent cette compétence énergie. L'objectif principal étant de pouvoir accéder aux données concernant l'état des réseaux actuels (sont-ils à saturation ou peuvent-ils accueillir de la production supplémentaire ? Où leur extension est-elle actuellement prévue ?...), les projets en émergence sur le territoire, le potentiel de production (état de la ressource, foncier disponible...) afin de permettre à la puissance publique d'articuler ses politiques de développement urbain et de stratégie territoriale avec la question énergétique.



# LA DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉLECTRICITÉ ET DE GAZ

La distribution d'électricité et du gaz c'est l'acheminement de l'électricité en moyenne tension (maintenant désignée par haute tension HTA) et en basse tension (BT) et du gaz en basse pression depuis le réseau de transport jusqu'au compteur du consommateur (particuliers ou petites entreprises).

TRANSPORT	DISTRIBUTION
THT et HTB, entre 50 000 et 400 000 volts	Haute tension HTA entre 10 000 et 50 000 volts Basse tension BT en dessous de 10 000 volts

## LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE, UN SERVICE PUBLIC LOCAL

La distribution d'électricité et de gaz est un service public local défini par l'article L2224-31 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT). Les communes ou leurs groupements sont propriétaires des réseaux de distribution et, en cela, responsables de la distribution publique d'énergie. Elles endossent ainsi le rôle d'autorité organisatrice de la distribution d'énergie (AOD ou AODE) ou bien le délèguent à un syndicat intercommunal.

Par la loi MAPTAM et la Loi NOTRe (CGCT - Article L5217-2-I-6°), la Métropole se voit transférer la compétence « Concession de la distribution publique d'électricité et de gaz » pour la totalité de son territoire au 1<sup>er</sup> janvier 2018 en lieu et place des communes qui la composent.

## IDENTIFIER LE RÔLE DE CHACUN DES ACTEURS DANS UN CADRE CONTRAINT

Pour les AODE les marges de manœuvres et d'initiatives restent relativement restreintes. Le mode de gestion des réseaux publics de distribution de gaz et d'électricité est en effet imposé au niveau national :

- ▶ la gestion de ces réseaux est concédée à des gestionnaires du réseau de distribution (GRD) ;
- ▶ ces concessionnaires sont imposés par un monopole légal : il s'agit d'ENEDIS (ex-ERDF) pour l'électricité et de GRDF pour le gaz ;
- ▶ les contrats de concession, généralement conclus pour 30 ans, sont conformes à un modèle national et laissent peu de marges de négociation entre l'autorité concédante et le gestionnaire de réseau. Ce contrat

fixe des objectifs de qualité de la distribution et, plus généralement, organise les missions de service public (dépannage, relevé du compteur et gestion des coupures notamment, travaux...). Les conditions financières de ces contrats, en particulier, sont fixées au niveau national.

### LES CONCESSIONNAIRES, DES PARTENAIRES NATURELS POUR LA DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ ET DE GAZ

Les concessionnaires ENEDIS et GRDF sont des partenaires incontournables sur ce champ d'activité. Aux côtés de RTE et GRT gaz pour les activités de transport de l'énergie, le domaine de la distribution ne fait pas aujourd'hui l'objet d'une dérèglementation du marché. Ces domaines sont encore considérés comme relevant de la sphère du service public, c'est pourquoi il n'existe pas de mise en concurrence de ces opérateurs de réseaux. Pour autant, cette position qualifiable de « monopolistique » n'est pas gravée dans le marbre et le processus de libéralisation du marché de l'énergie rend flou les contours de cette relation, du fait de ses possibles évolutions (publication du nouveau paquet énergie du 30 novembre 2016).

### LES DROITS ET DEVOIR DES AODE

Tant pour la distribution de gaz que d'électricité, l'AODE a une obligation de « contrôle du bon accomplissement des missions de service public fixées par le cahier des charges des concessions ». Ce contrôle est encadré avec la production par le concessionnaire d'un compte rendu annuel d'activité (CRAC) et par l'AODE d'un rapport annuel de contrôle.

Pour ce qui concerne les travaux à effectuer sur les réseaux la gestion des réseaux gaz diffère de celle des réseaux d'électricité.

- ▶ Dans le cas du gaz, c'est le concessionnaire GRDF qui prend à sa charge l'intégralité des travaux à réaliser.
- ▶ Dans le cas de l'électricité, la situation est plus complexe et la prise en charge tant financière que technique des travaux est variable selon la nature des travaux d'une part et selon la nature de la concession (régime « rural » ou « urbain ») d'autre part.

Travaux « article 8 » : travaux d'amélioration esthétique (enfouissement des réseaux, mise en technique discrète sur façade ...). Financement à 40% HT par ENEDIS.

Travaux « Facé » : renforcement et sécurisation du réseau électrique (régime rural : maîtrise d'ouvrage AODE, financement à 80% subvention du Fonds d'Amortissement des Charges d'Electrification)

Renouvellement des réseaux : à la charge d'ENEDIS.

Enfin, au-delà de ces missions opérationnelles, l'AODE est l'interlocuteur des concessionnaires pour ce qui concerne l'échange de données et pour la construction d'une stratégie concertée de développement de ces réseaux. C'est l'AODE qui est en capacité de dialoguer avec les gestionnaires de réseaux sur la base d'un schéma directeur des investissements.

### UNE MISE EN ŒUVRE PARTIELLEMENT DÉLÉGUÉE À DES SYNDICATS DÉPARTEMENTAUX

Historiquement, les collectivités ont souvent délégué cette compétence à des syndicats intercommunaux ou syndicats départementaux. Ces syndicats ont un rôle

historique sur les territoires ruraux notamment où ils ont constitué l'outil de l'électrification rurale en France.

Ces syndicats départementaux assurent, de manière statutaire et obligatoire, le rôle d'AODE pour l'électricité, et proposent généralement aux collectivités adhérentes d'autres services « optionnels » ou « à la carte » :

- ▶ le rôle d'AODE pour le gaz;
- ▶ déploiement et maintenance des infrastructures de recharge pour les véhicules électriques,
- ▶ actions d'économies d'énergie sur l'éclairage public,
- ▶ groupement de commande d'énergie...

Ainsi, les syndicats d'énergie (SMED 13, SYMIELEC VAR et SEV) constituent des acteurs historiques aux côtés de la Métropole pour la distribution publique d'électricité qui sont également à même d'intervenir sur diverses questions énergétiques. Les nouvelles compétences confiées à la Métropole au 1<sup>er</sup> janvier 2018 impliquent aujourd'hui un changement d'échelle qui nécessite d'être appréhendé pour la totalité du territoire métropolitain.

La collaboration avec ces structures doit impérativement être pensée et organisée en fonction de la structure métropolitaine et des nouvelles compétences de la collectivité. Les contrats liant ces structures à la Métropole dans le cadre légal (contrats de concession, compétence des syndicats sur la distribution d'électricité) constituent un cadre de base, mais ils ne suffisent pas à formaliser l'ensemble des interactions qui devront avoir lieu (échanges de données, coordination sur le terrain, services optionnels, réflexion stratégique...). Des accords de partenariats et conventions complémentaires ont été établis pour fluidifier et enrichir cette collaboration.



## POUR LA MÉTROPOLE

Pour le territoire de la Métropole, trois syndicats sont présents car deux communes sont hors du département des Bouches-du-Rhône et dépendent donc d'autres syndicats départementaux :

- le SMED13 (syndicat mixte d'électrification départemental des Bouches-du-Rhône)
- le SEV (syndicat d'électrification vauclusien, pour la commune de Pertuis)
- le Symielec Var (Syndicat mixte de l'énergie des communes du Var, pour la commune de Saint-Zacharie)
- La Ville de Marseille, en régime urbain, a toujours été autorité concédante en direct et n'adhère pas au SMED13.

## AU 1<sup>er</sup> JANVIER 2018 :

- La Métropole est AODgaz pour l'ensemble de son territoire (soit 72 communes ayant le gaz)
- La Métropole est AODélectricité pour la concession de Marseille
- Le SMED13 est AODélectricité pour 89 communes métropolitaines
- Le SEV est AODélectricité pour 1 commune métropolitaine
- Le SYMIELEC VAR est AODélectricité pour 1 commune métropolitaine

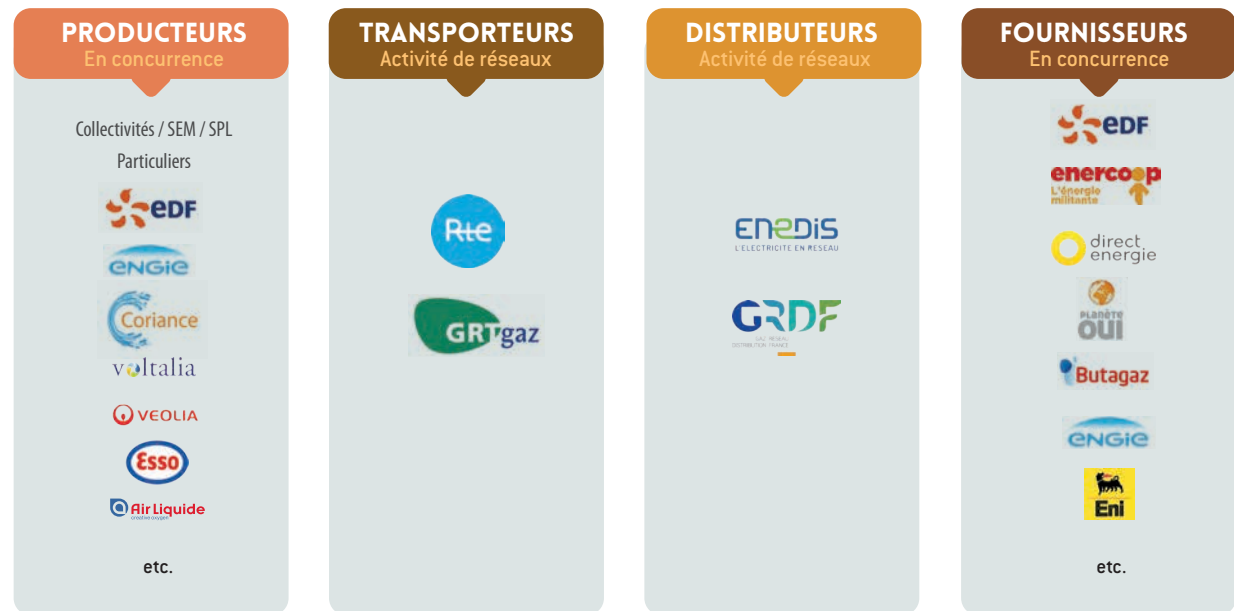
## L'ÉCONOMIE DE LA DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE

Le financement de la distribution et de la gestion du réseau est complexe et repose, à la fois, sur la facturation aux usagers et sur la fiscalité locale. Il s'inscrit dans un système de péréquation nationale.

Le gestionnaire de réseau concessionnaire est rémunéré par l'utilisateur final ou consommateur, sur la facture émise par le fournisseur, pour l'utilisation du réseau : c'est le TURPE (tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité) dans le cas de l'électricité.

Sur le montant du TURPE (défini au niveau national), le gestionnaire du réseau de distribution d'électricité :

- ▶ se rémunère et couvre ses coûts d'exploitation, d'entretien et d'extension du réseau ;
- ▶ alimente un fonds en fonction des kWh distribués dans l'année, le FACE (fonds d'amortissement des charges d'électrification). Ce fonds national sert à financer les charges d'extension, renouvellement, entretien du réseau en redistribuant les revenus de la distribution (c'est le système de péréquation nationale qui permet d'assurer un tarif unique de l'électricité sur tout le territoire national) ;
- ▶ verse les redevances R1 et R2 à l'autorité concédante ;
- ▶ participe aux coûts de certains travaux



LES ACTEURS DE L'ÉNERGIE



L'autorité organisatrice de la distribution d'énergie (collectivité ou syndicat) :

- ▶ perçoit les redevances versées par les concessionnaires :
  - la redevance R1, dite de fonctionnement, qui concerne l'exercice du pouvoir concédant (contrôle du contrat de concession, conseils aux usagers...);
  - la redevance R2, dite d'investissement, qui intervient en contrepartie des dépenses effectuées par les collectivités (travaux sur les réseaux électriques);
- ▶ peut percevoir la TCCFE (taxe communale sur la consommation finale d'électricité).

Cette taxe (définie et prélevée par les collectivités) est destinée à financer les travaux de développement du réseau. Lorsque le syndicat exerce la compétence d'AODE pour le compte de communes de plus de 2000 habitants, il est laissé le choix pour la perception de cette taxe entre les communes ou EPCI et le syndicat ;

Pour donner un ordre de grandeur, le montant annuel de la TCCFE correspond de environ de à 10 à 30 fois le montant de la redevance R1.

- ▶ peut bénéficier, dans certains cas, d'aides financières du FACE pour la réalisation de travaux d'électrification rurale (subventions aux collectivités qui doivent effectuer des travaux de développement du réseau, en régime rural : extension et renforcement des réseaux basse tension, amélioration esthétique des réseaux, sécurisation, maîtrise de la demande d'électricité et de production de proximité au moyen d'EnR pour les sites isolés) ;

- ▶ perçoit la redevance d'occupation du domaine public (RODP) pour la part des installations et travaux effectués sur son domaine public : le calcul de cette redevance doit être distinguée selon qu'elle concerne les ouvrages des réseaux publics de transport et de distribution d'énergie sur le domaine public, ou l'occupation de ce domaine public par des chantiers de travaux sur des ouvrages du réseau public de distribution d'énergie.

La répartition des différentes RODP entre les communes, l'EPCI et le syndicat d'électrification dépend de la part du domaine public de la commune mis à disposition de ces structures, et nécessite la fixation conjointe par les différents organismes de la part de RODP perçue pour l'électricité comme le gaz (articles R2333-106 et R2333-115).

- ▶ L'autorité concédante finance les travaux dont elle a la charge.

Dans le cas du gaz, le schéma est plus simple dans la mesure où il n'existe pas de fond national comme le FACE ni de taxe locale comme la TLFCE (uniquement une taxe nationale). Le gestionnaire de réseau est rémunéré par l'ATRD (Accès des Tiers aux Réseaux de Distribution), reversé par le fournisseur et il verse à l'autorité concédante une redevance R1.

## DES COMPÉTENCES EN LIEN AVEC LES RÉSEAUX D'ÉNERGIE

Deux compétences apparaissent particulièrement liées aux réseaux d'énergie sans toutefois être traitées par les mêmes acteurs ou directions : l'éclairage public et les installations de recharges pour véhicules électriques.

### L'ARTICULATION DE LA COMPÉTENCE DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC

L'éclairage public n'a jamais été consacré en tant qu'objet juridique propre par le législateur. En outre, il n'existe pas aujourd'hui de compétence appelée « éclairage public ». Pour autant, cette absence de définition crée un réel vide juridique, au vu des nombreuses interprétations divergentes sur le sujet. Selon les documents, cette compétence est tantôt associée aux impératifs de

sécurité, tantôt à la voirie et aux modes de déplacements alternatifs. On peut cependant trouver une définition prenant en compte l'éclairage public dans son ensemble au sein de l'analyse effectuée par l'association française de l'éclairage (AFE).

Bien que l'AFE ait considéré que l'éclairage public ne pouvait être assimilé à l'exercice de la compétence voirie, la prise en compte de cette compétence apparaît encore aujourd'hui disparate selon les Métropoles : entre l'inscription explicite d'une compétence « éclairage public » et l'exercice de la compétence éclairage public à travers la compétence voirie. Pour rappel, la Communauté urbaine MPM, qui possédait la compétence voirie, n'avait pas souhaité inclure dans cette définition la question de l'éclairage public.

Aujourd'hui, la seule façon d'intégrer l'éclairage public dans une compétence de droit commun de la Métropole

serait d'assimiler celui-ci en tant "qu'ouvrage accessoire des espaces publics dédiés à tout mode de déplacement urbain" ou de définir la question de l'éclairage public de manière plus claire !

Bien qu'aujourd'hui incertaine, cette question du transfert de l'éclairage public à la Métropole nécessite d'être prise en compte en amont. La gestion du réseau d'éclairage public représente, en effet, un enjeu stratégique de transition énergétique et sera pris en compte dans l'élaboration du PCAEM à travers un « volet spécifique à la maîtrise de la consommation énergétique de l'éclairage public et de ses nuisances lumineuses ».

### LES INFRASTRUCTURES DE RECHARGE POUR LES VÉHICULES ÉLECTRIQUES (IRVE)

La question des infrastructures de recharges pour véhicules électriques et hybrides, ou bornes de recharge, intéresse trois politiques publiques différentes :

- ▶ les IRVE sont avant tout liées à la mobilité, car le développement des bornes doit être articulé avec l'ensemble des objectifs du Plan de Déplacements Urbains (PDU) et la création des bornes émanera principalement de cette politique pour la Métropole.
- ▶ Les IRVE sont ensuite liées aux réseaux d'énergie en ce qui concerne le « poids » de soutirage de ces installations sur le réseau ou, l'inverse, à leur capacité de délestage/stockage lorsque les véhicules, et donc leurs batteries, sont connectés au réseau.
- ▶ Enfin, les IRVE sont liées aux politiques climat-air-énergie et leur développement doit s'intégrer au PCAEM à travers son « volet spécifique au développement de la mobilité sobre et décarbonée ».



EXEMPLE DE BORNES DE RECHARGE ÉLECTRIQUE SUR AIRE D'AUTOROUTE. Source : Agam



# LA DISTRIBUTION DE CHALEUR ET DE FROID

L'étape de distribution de chaleur ou de froid est indissociable de l'ensemble systémique de la production à la distribution de chaleur ou de froid. Ce système, appelé réseau de chaleur ou de froid, produit de l'énergie de façon centralisée pour la distribuer via des réseaux et desservir plusieurs usagers. Il comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur, un réseau de distribution primaire dans lequel la chaleur est transportée par un fluide caloporteur et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

## LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID, UNE COMPÉTENCE TRANSFÉRÉE À LA MÉTROPOLE

La compétence concerne les réseaux publics de chaleur et de froid, encore appelés réseaux de chaleur et de froid urbains. Le réseau technique défini précédemment est exclu de la compétence métropolitaine.

### DÉFINITION DE LA COMPÉTENCE RÉSEAU DE CHALEUR ET DE FROID

Par la loi MAPTAM et la loi NOTRe (CGCT - Article L5217-2-I-6°), la Métropole se voit transférer la compétence « création, aménagement, entretien et gestion des réseaux de chaleur ou de froid urbains » pour la totalité de son territoire au 1<sup>er</sup> janvier 2018 en lieu et place des communes qui la composent.

Cette activité constitue un service public industriel et commercial (SPIC). Contrairement à d'autres services publics, la carence d'initiative privée n'est pas une condition nécessaire à l'intervention de la collectivité dans ce domaine. Par contre, il s'agit d'une compétence non exclusive car un réseau de chaleur peut être privé et il peut y avoir plusieurs autorités compétentes sur un même territoire (plusieurs réseaux de chaleur).

Chaque collectivité chargée d'un réseau de chaleur ou de froid en service au 1<sup>er</sup> janvier 2009 a l'obligation d'élaborer un schéma directeur du réseau dont la vocation est de co-construire avec les acteurs locaux l'évolution du réseau de chaleur, dans une démarche prospective.

Par ailleurs, la Métropole prend la compétence d'élaboration d'un schéma d'ensemble des réseaux de chaleur ou de froid urbains. Cet outil n'est pour l'instant pas défini par les textes et il n'est pas précisé d'échéance pour son élaboration.

Un réseau de chaleur ou de froid peut être classé s'il est alimenté à au moins 50% par des énergies renouvelables ou de récupération. La procédure de classement d'un réseau de chaleur ou de froid permet de rendre obligatoire le raccordement à ce réseau, pour les nouvelles constructions implantées sur des secteurs préalablement définis. Actuellement le classement est de moins en moins recherché et une démarche volontaire est plus souvent privilégiée (« commercialisation » du réseau).

### DES MODES DE GESTION VARIÉS

Plusieurs modalités de gestion sont possibles, avec des conséquences diverses en termes notamment de comptabilité.

#### ► Gestion directe :

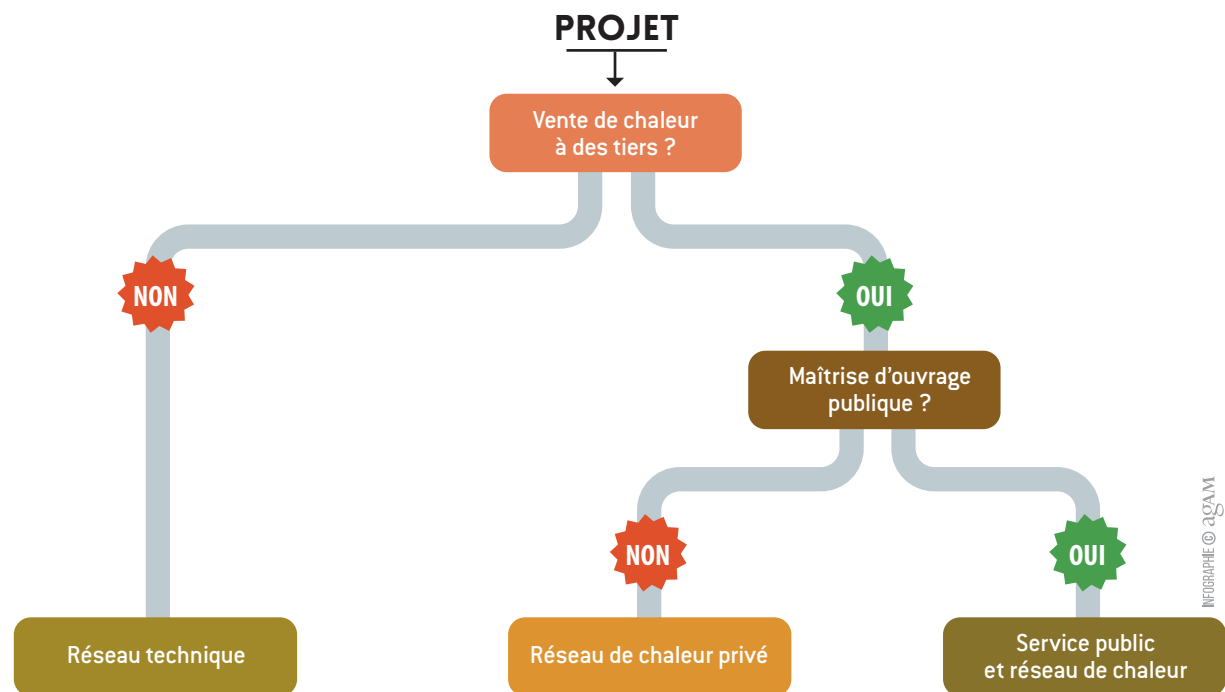
- régie « totale » : l'exploitation est réalisée en interne par les agents de la collectivité. La collectivité dispose de contrats pour la fourniture d'énergie ;
- avec contrat d'exploitation P1 P2 P3 : l'exploitation est assurée par un prestataire mais la construction

et l'amortissement de l'équipement sont portés par la collectivité.

Dans le cas d'une régie (services d'intérêt public à caractère industriel), il est obligatoire d'avoir un budget annexe, distinct du budget général de la collectivité, et d'équilibrer ce budget (CGCT L2221-1 à L2221-14). La gestion en régie est plutôt adaptée aux petites installations, de complexité technique limitée, et lorsque la collectivité a les moyens (financiers et en personnel) d'assurer le fonctionnement du service.

► Gestion déléguée : en DSP (affermage, régie intéressée, concession).

Il est à noter que cette compétence a vocation à être excédentaire ou a minima équilibrée sur le plan financier.



DU RÉSEAU TECHNIQUE AU SERVICE PUBLIC DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE CALORIFIQUE.  
Sources : CEREMA, Direction territoriale Ouest. Odile Lefrère – Pôle Réseaux de Chaleur, Formation CVRH Paris (13/06/14)



## DES MONTAGES CONTRACTUELS IMPLIQUANT UNE DIVERSITÉ D'ACTEURS

### LA COLLECTIVITÉ TERRITORIALE : INITIATIVE ET CONTRÔLE

Au niveau local, un réseau de chaleur est majoritairement établi sur l'initiative d'une collectivité qui peut déléguer à un opérateur tout ou partie des responsabilités afférentes à la fourniture du service de chauffage urbain. L'opérateur est l'interlocuteur des usagers et rend compte de son activité à la collectivité.

Suivant le montage contractuel choisi, elle peut toutefois déléguer une part plus ou moins grande de ses responsabilités à un opérateur, gestionnaire du réseau. La collectivité reste dans tous les cas responsable du contrôle du service assuré par l'opérateur. Ainsi, si l'opérateur a pris des engagements sur les tarifs de la chaleur ou sur la proportion d'énergies renouvelables utilisées (par exemple), il appartient à la collectivité de s'assurer qu'ils sont bien respectés.

### LE DÉLÉGATAIRE : OPÉRATEUR DU RÉSEAU

Selon le montage choisi et dans le cadre d'une délégation de service public, il peut s'agir d'un concessionnaire,



CHAUFFERIE BOIS ALIMENTANT LE RÉSEAU DE CHALEUR D'AIX-EN-PROVENCE. Source : APEE



CRÉATION DU RÉSEAU DE FROID PRIVÉ THASSALIA. Source : M. Lootvoet

d'un fermier, d'un exploitant intervenant dans le cadre d'une régie ou encore des services de la collectivité. Concernant la Métropole, trois réseaux de chaleur sont gérés en DSP de type concession et 2 en régie directe.

### LES RÉSEAUX DE CHALEUR PRIVÉS

En fonction de la nature de la maîtrise d'ouvrage, un réseau de chaleur peut être privé (cf schéma ci-avant). Si ces réseaux ne sont pas concernés par le cadre d'exercice des compétences de la Métropole, ils ont un intérêt dans le cadre de la définition de la stratégie énergétique de la collectivité et, particulièrement, pour l'élaboration du schéma d'ensemble des réseaux de chaleur et de froid.



# LA PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

La production d'énergie n'est pas une compétence propre des collectivités territoriales mais elles peuvent intervenir dans la production locale d'énergies renouvelables ou de récupération, qu'il s'agisse de production d'électricité, de gaz, mais aussi de chaleur et de froid (énergie thermique). L'article L2224-32 du CGCT précise que les communes, sur leur territoire, et les EPCI, sur le territoire des communes qui en sont membres, peuvent aménager, exploiter, faire aménager et faire exploiter toute nouvelle installation :

- ▶ utilisant les énergies renouvelables ;
- ▶ de valorisation énergétique des déchets ménagers ou assimilés ;
- ▶ de cogénération ou de récupération d'énergie provenant d'installations visant l'alimentation d'un réseau de chaleur.

Ainsi, la Métropole peut être elle-même maître d'ouvrage d'unités de production d'énergie sur son territoire. Elle peut également encourager et soutenir, par différents leviers, la production d'énergies renouvelables

par d'autres acteurs, comme les communes, des associations citoyennes ou encore des entreprises privées qui souhaiteraient porter des projets d'EnR.

## DES ACTEURS PUBLICS OU MIXTES QUI INTERVIENNENT DANS LE DOMAINE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Sur le Territoire du Pays d'Aix, la SEMAG, Société d'Economie Mixte d'Aménagement de Gardanne et de sa région, est propriétaire exploitant d'une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) d'une capacité de 53000 tonnes. Cette installation est dotée d'un réseau de captage des biogaz provenant de la fermentation des déchets enfouis. La SEMAG a mis en œuvre sur son site depuis 2011, une unité de valorisation électrique et thermique des biogaz dont la production représente les

besoins d'environ 2600 habitants. La SEMAG développe également le projet de nouveau réseau du Puit Morandat. Le Conseil de territoire du Pays d'Aubagne dispose d'une SPL, Faconéo, qui, par sa compétence aménagement, pourrait porter les projets de réseau de chaleur si tant est que cela soit clairement explicité dans les mandats qui lui sont donnés.

## LES OPÉRATEURS PRIVÉS DÉJÀ PRÉSENTS SUR LE TERRITOIRE

De nombreux acteurs privés gèrent ou exploitent des équipements de production d'énergie (électricité, gaz, chaleur...) ou portent des projets sur le territoire de la Métropole. Ils présentent une grande diversité, de grands groupes énergétiques internationaux aux PME innovantes, des opérateurs historiques qui se diversifient aux nouveaux entrants, avec des approches plus ou moins engagées dans le domaine des énergies renouvelables et participatives.



# DES EXPERTISES TECHNIQUES À MOBILISER

Au-delà de la Métropole, plusieurs acteurs institutionnels sont largement impliqués sur la thématique énergie. Ces ressources sont à mobiliser autant pour développer les expertises techniques que pour mobiliser des financements. La Région Provence-Alpes-Côte d'Azur en particulier est chef de file de la transition énergétique. L'ADEME et le CEREMA peuvent également être cités comme des centres de ressources techniques, voire des partenaires financiers dans le cas de l'ADEME.

Le Département est moins centré sur les questions d'énergie mais reste cependant un acteur incontournable sur la dimension de la précarité énergétique.

Enfin les communes constituent des acteurs opérationnels avec lesquels la Métropole devrait interagir largement sur les sujets énergétiques : production d'EnR, sensibilisation des populations, identification des besoins énergétiques...

## DES ASSOCIATIONS PORTEUSES D'EXPERTISES, SURTOUT DANS LE DOMAINE DE LA MAÎTRISE DE LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

► **L'ALEC**, agence locale de l'énergie et du climat de la Métropole marseillaise a été créée en 2012 par la Communauté urbaine Marseille-Provence Métropole, la Ville de Marseille, l'ADEME et la Région pour accompagner le développement de conditions favorables à la transition énergétique sur le territoire Marseille-Provence. Positionnée à la croisée des enjeux énergie (maîtrise et production), habitat, patrimoine et territoire, l'ALEC assure une mission de service public auprès des particuliers, des professionnels et des collectivités afin de leur apporter expertise, méthodologie

et outils facilitant la conduite de leurs projets : rénovation énergétique de l'habitat, réhabilitation des copropriétés, renouvellement urbain, politique énergétique communale, production d'énergie décentralisée...

► **Le Centre Permanent d'Initiatives à l'Environnement (CPIE) du Pays d'Aix**. Créé en 2002, il anime la Maison Energie-Habitat-Climat depuis avril 2016. Agence locale de l'énergie du pays d'Aix. Elle comporte un Espace Info Energie (EIE), des conseillers PRIS et des accompagnateurs de la Plateforme de la rénovation. Elle est située à Aix-en-Provence avec trois conseillers à temps plein. Par ailleurs, trois conseillers en énergie partagés (techniciens et ingénieurs thermiciens), accompagnent une quinzaine de communes et des entreprises privées.



► **Envirobat-BDM.** Cette association rassemble les professionnels de la construction (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises de réalisation, fabricants et distributeurs de matériaux) dans une optique de partage d'expériences, de dialogue avec les utilisateurs et de capitalisation de la connaissance. EnvirobatBDM propose ses services aux collectivités, bailleurs et promoteurs pour optimiser leurs projets durables dans un contexte méditerranéen. Plusieurs outils et activités assurent partage des connaissances et mise en pratique : enviroBOITE, enviroDEBATS, démarche BDM et commissions interprofessionnelles, formations, visites de chantiers, voyage d'études...

► **Le GERES.** Le Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités est basé à Aubagne. L'association porte de l'EIE du territoire d'Aubagne ouvert en 2005 et portait également celui de Marseille jusqu'à son transfert à l'ALE à sa création. Ils sont également animateurs du réseau régional précarité énergétique et porte toujours des projets de rénovation pour les copropriétés notamment.

► **La MRBE.** Sur la filière bois énergie, la Mission Régional Bois Energie, portée par les COFOR, assure une animation locale et constitue une ressource pertinente en termes de benchmark et mise en relation. Elle est aussi un maillon mis en avant par l'ADEME pour l'instruction des dossiers de financement fond chaleur et CPER par exemple. Au-delà de la note d'opportunité, son apport reste très théorique.

► **Les Amis d'Enercoop Paca.** Jeune association créée en 2017 à l'initiative des acteurs nationaux de référence sur ce sujet, l'association a pour objectif de soutenir le développement de projets de production d'énergie renouvelable en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans lesquels les citoyens et les collectivités sont au cœur de la démarche. Elle a vocation à accompagner l'émergence et la réalisation de projets citoyens de production d'énergie renouvelable en travaillant en partenariat avec différents acteurs : experts de l'énergie, collectivités territoriales, acteurs de l'énergie citoyenne, spécialistes du financement.

## DES RÉSEAUX NATIONAUX EN SUPPORT

La Métropole adhère à plusieurs associations nationales particulièrement actives et reconnues dans le domaine de l'énergie :

► **La FNCCR,** Fédération nationale des collectivités concédantes et régies, est une association de collectivités territoriales spécialisées dans les services publics locaux en réseau. Elle accompagne ses adhérents dans l'organisation technique, administrative et financière des services publics locaux en réseau et des activités qui leur sont liées (cartographie numérique et gestion des données, mise en commun de moyens, groupements de commandes...). Elle exprime le point de vue collectif de ses adhérents, notamment lors de la préparation des textes législatifs et réglementaires et dans le cadre de négociations à caractère national avec des entreprises délégataires.

► **AMORCE** constitue le premier réseau français d'information, de partage d'expériences et d'accompagnement des collectivités et autres acteurs locaux (entreprises, associations, fédérations professionnelles) en matière de politiques Energie-Climat des territoires (maîtrise de l'énergie, lutte contre la précarité énergétique, production d'énergie décentralisée, distribution d'énergie, planification). L'association joue également un rôle de force de proposition indépendante et d'interlocutrice privilégiée des pouvoirs publics et du Parlement, représentant les territoires engagés dans la transition énergétique. Elle offre aux collectivités un centre de ressources de grande qualité, des analyses indépendantes, des formations, des rencontres...

► **Énergie Partagée** accompagne et finance des projets citoyens de production d'énergie renouvelable. Pour accomplir ces missions, le mouvement s'organise en deux structures complémentaires : une association de promotion et d'animation et un outil d'investissement citoyen. L'association regroupe des personnes morales, groupements citoyens, collectivités locales et partenaires engagés dans la dynamique des projets d'énergies renouvelables locaux et citoyens. Elle a pour vocation de promouvoir le modèle d'appropriation citoyenne de l'énergie en vue de multiplier le nombre de ces projets. Énergie Partagée Investissement est le premier outil financier innovant d'investissement citoyen dans la production d'énergie renouvelable et l'efficacité énergétique. Cet outil permet à des porteurs de projets et des acteurs des territoires de réunir les fonds propres nécessaires au lancement d'un projet et d'en garder la maîtrise citoyenne.

# CONCLUSION





# FAIRE DES SPÉCIFICITÉS DE LA MÉTROPOLE AUTANT D'ATOUS POUR SA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

Comme tous les territoires, la Métropole Aix-Marseille-Provence se doit de répondre aux objectifs climatiques et de réduire la dépendance énergétique globale du territoire.

La conduite de cette transition énergétique, vers un système plus sobre en énergie et carbone, repose sur 2 leviers :

- ▶ avant tout, la maîtrise de la demande d'énergie (Cf. PCAEM) ;
- ▶ ensuite, l'accroissement de la production locale d'énergie et, surtout, d'origines renouvelables et de récupération dans le mix énergétique.

La stratégie énergétique de la Métropole Aix-Marseille-Provence implique une gestion optimisée entre production, stockage, acheminement et consommations

pour **apporter la bonne énergie, au bon endroit et au bon moment, pour le bon usage.**

Les leviers à manœuvrer pour une telle stratégie sont, en partie, communs à toute Métropole :

- ▶ performance énergétique des bâtiments,
- ▶ promotion des EnR et soutien aux filières émergentes associées,
- ▶ innovations technologiques et organisationnelles, maîtrise et coordination du développement des réseaux...).

La Métropole Aix-Marseille-Provence possède cependant un certain nombre de caractéristiques qui la distinguent de ses homologues et qui doivent à la fois être bien connues pour éviter de faire des choix inadaptés au territoire et valorisées pour proposer des orientations originales et efficaces.

## UNE JEUNE MÉTROPOLE, EN CONSTRUCTION

**ENJEU :** Intégrer la question énergétique en amont des orientations d'aménagement du territoire, faire de l'énergie un prérequis pour l'ensemble des politiques sectorielles.

La Métropole Aix-Marseille-Provence est une jeune institution créée en 2016. Première métropole de France en terme de superficie et 2<sup>e</sup> Métropole par son nombre d'habitants, elle prend progressivement des compétences nouvelles et est en pleine restructuration de ses schémas de planification et de secteurs (PLUi Marseille-Provence pour 2018 et PLUi Pays d'Aix pour 2020, SCoT pour 2020, PDU, PLH...).

Cette conjonction de temporalité dans l'évolution de ces différents documents permet d'envisager la construction d'une stratégie énergétique intégrée et surtout prise en compte, en amont, dans l'aménagement du territoire et dans les différentes politiques sectorielles.

La question de l'énergie, de sa production à sa consommation, est très transversale et passe par une stratégie d'organisation et de gestion des réseaux nécessitant de l'anticipation et de l'adaptation. Il convient donc, dans tout nouveau projet, de prendre en compte les besoins qui y sont liés et d'anticiper les conditions de son bon développement. Profiter de l'élaboration des documents d'urbanisme et autres schémas pour impulser une meilleure prise en compte de la dimension « énergie » dans la planification territoriale constitue une opportunité à saisir. Cette démarche est d'autant plus fondamentale que le prisme

de l'énergie interfère avec différentes thématiques comme l'habitat (rénovation, maîtrise de l'énergie, choix de raccordement aux réseaux...), les déplacements (voies dédiées modes actifs, politique de TC, alternatives au transport de marchandises) ou encore secteur économique (économie circulaire : mutualisation et EIT, substitution...).

### **PISTE D'ACTION :** **INTÉGRER L'ÉNERGIE DANS LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION**

La loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (2015) introduit certaines dispositions permettant aux SCoT d'influencer la transition énergétique des territoires. Ils peuvent notamment :

- ▶ imposer des normes de construction plus exigeantes que celles en vigueur pour intégrer des EnR ;
- ▶ réduire de 15 % les places de stationnement en contrepartie de mise à disposition de véhicules électriques... ou de véhicules propres en autopartage ;
- ▶ intégrer des orientations pour les réseaux d'énergie (dont réseaux de chaleur et de froid) dans leur PADD.

*Exemple : dans le cadre d'une OAP thématique « énergie », réserver des emplacements spécifiques à l'implantation de dispositifs de production d'énergies renouvelables, indiquer les secteurs de développement où l'implantation de futurs réseaux est pertinente ...*

Un travail sur les formes urbaines méditerranéennes et des préconisations en termes d'adaptations bioclimatiques pour lutter contre le phénomène d'îlot de chaleur sera d'ailleurs construit en 2018 dans le cadre du Plan Climat Métropolitain.

### **PISTE D'ACTION :** **PRIVILÉGIER CERTAINS FONCIERS POUR L'IMPLANTATION D'ENR**

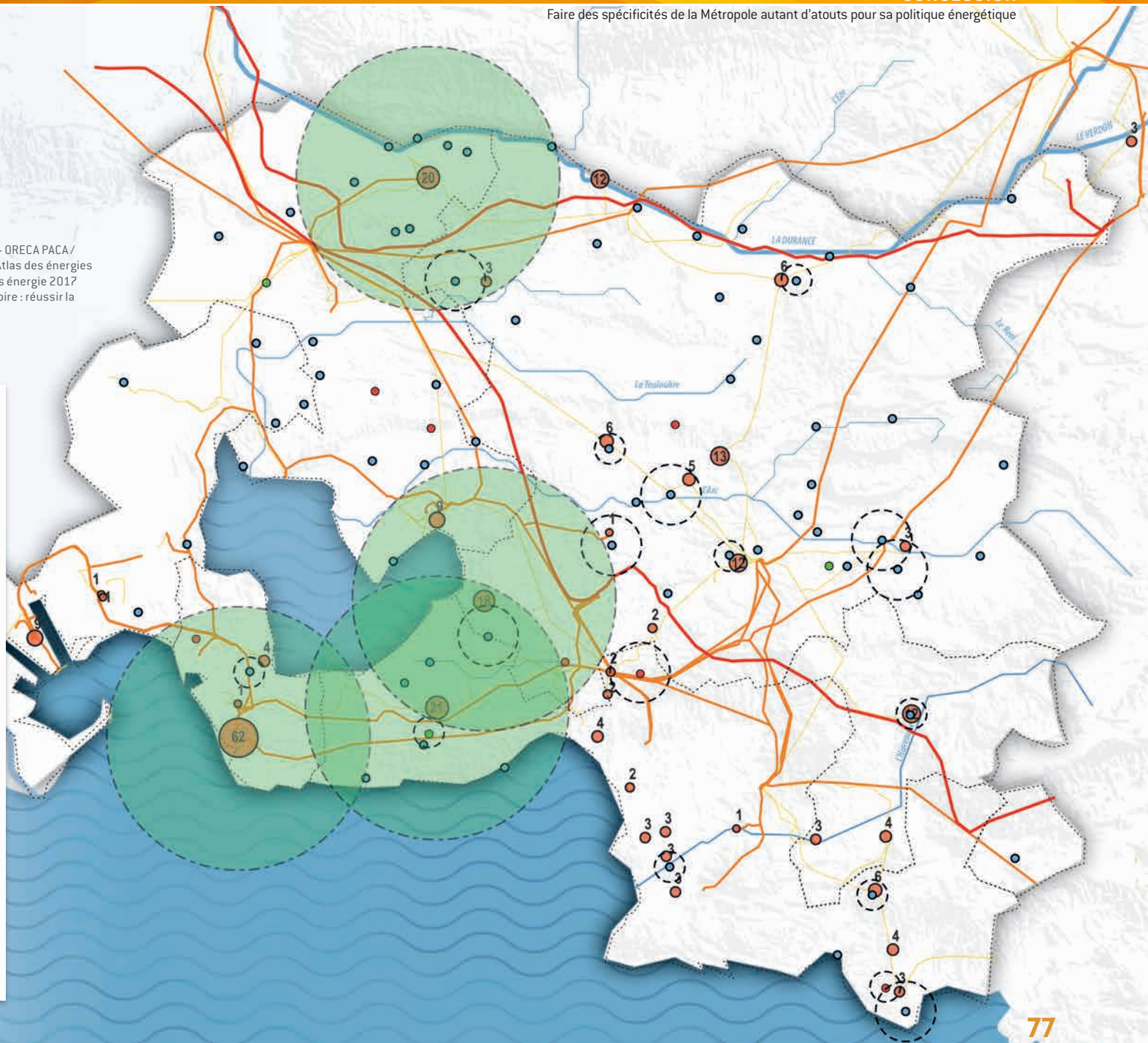
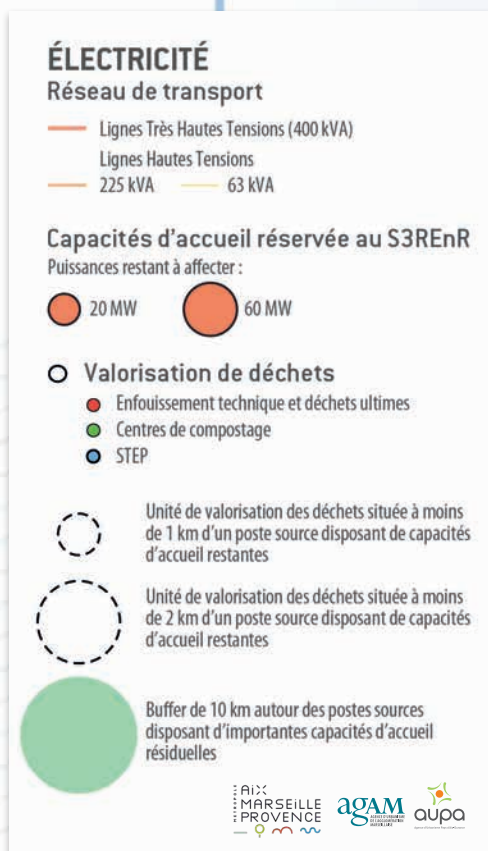
Certains postes sources et réseaux électriques disposent de capacités d'accueil restantes. Afin d'optimiser les réseaux actuels, l'enjeu est de coordonner développement territorial avec le développement de ces réseaux :

- ▶ utiliser les capacités d'accueil restantes sur les réseaux existants, notamment en la croisant avec la territorialisation de projets de production d'énergies renouvelables en fonction des potentialités locales situées à proximité des postes sources...
- ▶ favoriser le développement de nouveaux réseaux dans les secteurs de développement de projets urbains (à croiser avec les grands schémas de planification territoriale). Il convient donc, en amont, de changer de regard et d'intégrer le développement des réseaux d'énergie dans la conception des projets urbains.



## LIENS ENTRE VALORISATION DES DÉCHETS ET CAPACITÉS D'ACCUEIL RESTANTES DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE D'AIX-MARSEILLE-MÉTROPOLE

Source : AUPA d'après Base de données Energ'air (données 2010) - ORECA PACA / inventaire Air PACA - ERDF / BD hydra CRIGE PACA / DREAL PACA - Atlas des énergies PACA et Profil environnemental régional - Base de données Projets énergie 2017 fournie par la Métropole AMP - Document Agam : Energies et territoire : réussir la transition énergétique-déc. 2015



## UNE MÉTROPOLE EN CLIMAT MÉDITERRANÉEN

Le climat méditerranéen que connaît la Métropole est chaud et sec. Les tendances observées et prospectives en lien avec le changement climatique à l'œuvre montre une accentuation de ces caractéristiques. Ce climat, très spécifique en France, impose des contraintes autant qu'il offre des opportunités.

**ENJEU : Lutter efficacement contre la chaleur sans alourdir la facture énergétique**

Si la lutte contre le froid constitue l'un des objectifs centraux des politiques climatiques en général, notre territoire doit également se préoccuper de lutter contre le chaud. Cela consiste à la fois à assurer une sécurité et un confort thermique aux habitants et aux usagers du territoire en été, sans toutefois peser sur la facture énergétique. Ainsi, la multiplication des climatisations individuelles et le besoin de froid pour les activités professionnelles (industrie, distribution, restauration...) commencent déjà à créer des situations de pointes de consommation en période estivale.

### PISTE D'ACTION : DÉVELOPPER LES RÉSEAUX DE CHALEUR ET DE FROID

Si les réseaux de chaleur, ou chauffages urbains, sont des équipements courants en zone urbaine, les réseaux de froid, distribuant une fraîcheur produite de manière centralisées, restent assez rares. Sur le territoire de la Métropole, le potentiel de production de froid devra être étudié en détail : thalassothermie, galerie de la mer, récupération de froid industriel...

**ENJEU : Assurer la sécurité de l'approvisionnement énergétique en période estivale**

Par ailleurs, les températures élevées représentent également une contrainte forte pour les réseaux électriques :

- ▶ les vagues de chaleurs et les fortes amplitudes thermiques impactent les câbles électriques et les appareils de mesure, pouvant aller jusqu'à provoquer des coupures ;
- ▶ le risque incendie lié à ce climat particulier constitue également un risque majeur lorsque de grands feux se propagent sous les lignes haute-tension. Le maillage du réseau de transport d'électricité doit permettre de couper certaines lignes sans que cela n'impacte l'approvisionnement du territoire mais la multiplication de ces catastrophes pourrait limiter la capacité du réseau.

Pour faire face à ces contraintes, il faut à la fois agir sur la qualité et le maillage du réseau de distribution et sur la capacité du territoire à limiter les pointes de consommation sur le réseau de transport (actions de maîtrise de la consommation à travers le PCAEM, « effacement » de certains usages en période de crise, sensibilisation...).

### PISTE D'ACTION : TRAVAILLER AVEC LES GESTIONNAIRES DE RESEAUX SUR LA SENSIBILISATION

Le gestionnaire de réseau RTE met déjà en œuvre de nombreuses actions d'information et de sensibilisation sur la gestion des périodes de pointe. La Métropole est partenaire de ces démarches à travers la Charte EcoWatt.

**ENJEU : Exploiter le potentiel de production offert par les conditions climatiques**

La qualité de l'ensoleillement dans les Bouches-du-Rhône constitue un atout majeur pour la production d'électricité photovoltaïque. Notre territoire, plus que tout autre en France, est propice pour cela et ce « gisement » y est encore sous-exploité alors même que les installations de production d'électricité photovoltaïque y sont nettement plus rentables qu'ailleurs. Si l'électricité photovoltaïque ne constitue pas la seule énergie de source renouvelable que le territoire peut produire, il s'agit d'un axe de travail incontournable qui permet une production diffuse d'énergie locale, à travers des projets de toute taille (d'un toit d'école de quelques KW à une ferme au sol de plusieurs MW) et portés par des acteurs diversifiés. Il convient donc d'organiser le développement de la production locale d'électricité photovoltaïque de manière massive, en toiture, sur des ombrières de parking et au sol sur des fonciers adaptés.

### PISTE D'ACTION : PRODUIRE UN CADRE FAVORABLE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES

La Métropole peut porter des projets de production photovoltaïque sur son propre patrimoine (sites d'anciennes décharges...) à travers des appels à projet par exemple. Elle peut également encourager l'émergence et le développement de tels projets d'initiative communale ou privée en mettant à disposition des acteurs du territoire des outils : données, ingénierie technique, juridique et financière, formations, animation territoriale, facilitation administrative, valorisation...



## LA CHARTE ECOWATT PACA

L'enjeu d'EcoWatt PACA est d'alerter la population de la région sur les risques de coupures lors des pics de consommation en hiver et de les inciter à procéder aux bons gestes énergie, tout en relayant l'information auprès de leur entourage. Depuis l'hiver 2010, les fondateurs de la démarche EcoWatt (RTE, la Préfecture de région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Conseil général du Var, le Conseil général des Alpes-Maritimes, la Principauté de Monaco, l'ADEME et ENEDIS) ont décidé de mettre à disposition de toutes les collectivités/institutions du territoire une charte d'engagement. Cette charte donne aux différents acteurs un cadre de référence. Elle concrétise les actions auxquelles les collectivités s'engagent à procéder en devenant signataires. L'enjeu est de faire des collectivités des EcoW'acteurs contribuant concrètement à limiter la consommation d'électricité en cas d'alerte EcoWatt, et des ambassadeurs de la démarche sur la région.

En 2017, la Métropole s'est engagée aux côtés de RTE en signant la Charte EcoWatt PACA.

En 2018, la démarche EcoWatt évolue, devient plus ludique et se tourne résolument vers la conquête d'un large public. La Métropole, désormais partenaire, travaille avec le comité de pilotage de manière à intégrer deux nouveaux enjeux :

- Les pointes de consommation estivales (et non plus seulement hivernales).
- Les périodes propices à certains usages incontournables pour tirer parti de la production intermittente d'énergie de source renouvelable (photovoltaïque notamment).

## UNE MÉTROPOLE MULTIPLE

La Métropole Aix-Marseille-Provence est constituée d'espaces multiples et complémentaires : des centres urbains denses, un tissu industriel d'importance internationale, un tissu économique riche et diversifié, un littoral de 255 km et des espaces ruraux et naturels exceptionnels.

**ENJEU : Aller vers plus d'indépendance énergétique en favorisant un mix énergétique très diversifié**

La question énergétique se pose différemment pour chacun de ces espaces, tant en termes de besoin et de consommation qu'en terme de capacité de production, de distribution et de stockage. Cette diversité constitue un atout qui doit permettre à la Métropole de travailler dans plusieurs directions complémentaires, sur différentes sources de production d'énergie, sur le stockage et la gestion intelligente des réseaux, dans l'innovation comme dans la massification de technologies matures, avec l'ensemble des acteurs du territoire.

### PISTE D'ACTION : AFFICHER UNE STRATÉGIE ÉNERGETIQUE VOLONTARISTE ET OUVERTE AUX ACTEURS DU TERRITOIRE

La stratégie énergétique devra nécessairement afficher à la fois une volonté de travailler aux côtés des acteurs du territoire, qu'il s'agisse des collectivités, du tissu associatif et citoyen, des grands industriels, des PME innovantes, des centres de recherche, ainsi qu'une ouverture et la recherche d'un mix énergétique vertueux. Il s'agit pour la Métropole de contribuer à apporter la bonne énergie, au bon endroit et au bon moment, pour le bon usage.

## UNE MÉTROPOLE EURO-MÉDITERRANÉENNE, TOURNÉE VERS L'EXCELLENCE

La Métropole Aix-Marseille-Provence dispose d'atouts exceptionnels dans le domaine économique, alliant des zones d'activités d'envergure mondiale, en particulier la zone industrialo-portuaire de Fos et le pourtour de l'Etang de Berre, et une diversité de zones d'activités orientées vers des filières d'excellence, les services, le numérique... Le tissu d'acteurs de la recherche, l'innovation, l'enseignement supérieur... est particulièrement dense, notamment dans le domaine de l'énergie. Ces atouts sont valorisés également par la qualité des connexions avec le reste du monde – grande accessibilité, grande mobilité, fret, logistique, GPMM – et la place stratégique de la Métropole en Méditerranée (première zone exportatrice vers la méditerranée). Cependant, ce panorama flatteur cache quelques faiblesses comme la perte de vitesse de certaines industries liées aux ressources fossiles, des problématiques de pollution locale et une consommation d'énergie qui pèse lourd.

**ENJEU : Développer de nouvelles filières et accompagner la mutation industrielle grâce à la transition énergétique**

La Métropole Aix-Marseille-Provence dispose de tous les leviers pour faire de l'énergie un vecteur d'innovation, de mutation et, finalement, d'excellence économique du territoire.

L'énergie représente une réelle opportunité pour le développement de nouvelles filières, comme l'hydrogène ou l'éolien offshore flottant. Elle doit également permettre de faciliter la mutation des industries en difficulté, avec des reconversions de l'outil industriel mais également une maîtrise des coûts à travers l'écologie industrielle par exemple.

### PISTE D'ACTION : FAVORISER L'INSTALLATION DE DÉMONSTRATEURS ET D'EXPÉRIMENTATIONS

La Métropole, territoire d'expérimentation, peut ainsi ouvrir la voie à de nouvelles filières industrielles (comme l'éolien offshore flottant, l'hydrogène) créatrice d'emploi et vecteur d'une image dynamique. Les centrales thermiques de production d'électricité, l'activité portuaire liée aux hydrocarbures et l'industrie pétrochimique, si elles ont largement contribué à la construction du territoire métropolitain et à sa place internationale, portent néanmoins une image négative par certains aspects, notamment environnementaux. La recherche et le développement liés aux filières des énergies propres et de la gestion des réseaux (stockage...) peuvent permettre d'assurer une transition vertueuse et porteuse d'image positive, tout en permettant de maintenir ou accroître les emplois dans ces domaines.

### PISTE D'ACTION : MISER SUR L'HYDROGÈNE VECTEUR ÉNERGÉTIQUE

L'hydrogène en tant que vecteur énergétique, et au-delà, la conversion et le stockage d'énergie intermittente sous forme de gaz et la séquestration d'oxydes de carbone, pourraient former l'un des axes de la stratégie métropolitaine dans le domaine de la transition

énergétique. L'innovation dans les énergies nouvelles pourrait même devenir un marqueur du renouvellement de l'ancrage identitaire du territoire dans l'histoire énergétique nationale.

De manière complémentaire au GNL, du point de vue technologique et de perspectives de marché, l'hydrogène, qui n'est pas une énergie primaire immédiatement disponible, peut être utilisé, en tant que vecteur d'énergie, comme combustible :

- ▶ dans les centrales à gaz, les moteurs thermiques, les unités de cogénération ;
- ▶ ou par injection dans le réseau gazier (jusqu'à quelques pourcents admissibles dans le réseau de gaz naturel) ;
- ▶ ou encore comme source de production d'électricité par le recours à une pile à combustible aux possibilités d'usage multiples (stockage de l'énergie excédentaire d'origine renouvelable, alimentation principale de moteurs électriques -500 km d'autonomie avec un plein d'hydrogène ou prolongation d'autonomie des batteries de véhicules - de l'ordre de 150 km).

L'aire métropolitaine d'Aix-Marseille-Provence dispose de réels atouts pour miser sur la filière hydrogène :

- ▶ un potentiel attesté de production d'électricité d'origine renouvelable. Se pose néanmoins, du fait du caractère intermittent et aléatoire d'une grande partie des sources mobilisables, le problème du stockage et de la restitution de l'énergie en fonction de la situation du réseau ;
- ▶ une production importante de dioxyde de carbone autour de l'étang de Berre (dans la perspective de la méthanation), ainsi que d'hydrogène fatal sous-produit de processus industriel (24 tonnes par jour

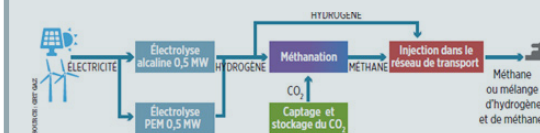
## PROJET

### LE PROJET JUPITER 1000

Le gestionnaire du réseau de transport de gaz, GRT Gaz, développe un démonstrateur « power-to-gas » sur la ZIP de Fos-sur-Mer (plateforme INNOVEX). Le « power-to-gas » a vocation à transformer les surplus d'électricité renouvelable en hydrogène vert (H<sub>2</sub>) et en méthane (CH<sub>4</sub>) de synthèse pour la stocker. Cette technologie présente aussi l'intérêt de capter et valoriser du CO<sub>2</sub> en le recyclant via une étape de méthanation (associer H<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> pour produire du CH<sub>4</sub>) mais également de « décarboner » les réseaux de gaz par l'injection de gaz d'origine renouvelable (H<sub>2</sub> ou Méthane de synthèse), et non plus fossile.

Ce démonstrateur permettra de :

- valider l'injection d'Hydrogène dans le réseau et traiter la question de l'usage aval de l'Hydrogène par les industriels ;
- construire un Business Model en faisant émerger et en traitant un à un les points durs afin d'atteindre la rentabilité ;
- préparer le contexte réglementaire (certification d'origine, valeur gaz vert injecté, CO<sub>2</sub>, taxes...);
- rassembler les acteurs et industriels du secteur pour lancer la filière française power-to-gas.



sur la zone de Fos-sur-Mer, quantité équivalant à une dizaine de milliers de pleins de réservoir de prolongateur d'autonomie) ;

- ▶ une forte consommation énergétique dans les trois principaux secteurs (industrie, logement, transport), comportant des usages propices à l'émergence de clients précurseurs (engins de maintenance sur les sites logistiques, véhicules de livraison de proximité des marchandises, flottes d'entreprises) ;

- ▶ la présence d'acteurs historiques maîtrisant des maillons clés de la chaîne de production et d'utilisation de l'hydrogène, jusqu'alors en tant que réactif chimique, au travers des implantations industrielles dans le raffinage et pétrochimie ;
- ▶ la localisation du pôle de compétitivité Cap Énergies et du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (Cadarache) ;
- ▶ l'accueil d'un hydrogénoduc de 42 km et, exclusivité nationale, d'une unité de conditionnement à 700 bars dans le secteur de Fos-sur-Mer (pour l'approvisionnement des postes de remplissage des réservoirs), autour desquels pourrait se structurer un réseau d'acheminement des zones de production jusqu'aux sites de distribution ou de consommation ;
- ▶ la volonté du GPMM de diversifier ses activités en consacrant une parcelle à l'accueil d'industries et de démonstrateurs en lien avec l'hydrogène et la méthanation, et d'installations industrielles pilotes power to gas.

### PISTE D'ACTION : ÉTABLIR SUR LA ZIP DE FOS-SUR-MER UN HUB POUR LE GAZ NATUREL LIQUÉFIÉ

Le développement des services associés à l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant marin est un exemple de programme envisageable à court terme, car faisant appel à des technologies dans l'ensemble maîtrisées. Cela répond à un double esprit de pragmatisme économique et de contribution à l'amélioration graduelle des performances écologiques des transports.

Le choix de la propulsion au GNL est encore le fait aujourd'hui de quelques précurseurs, soucieux de

réaliser des économies sur le coût du carburant et les frais de soute et de limiter les émissions polluantes (exemple du premier grand ferry). Les experts tablent néanmoins sur une croissance régulière des livraisons de GNL dit de détail, motivée par la montée en puissance annoncée des véhicules terrestres au gaz, dont les trains, mais aussi des navires, du fait du durcissement à venir de la réglementation, relative à la pollution de l'air, notamment en Europe.

L'utilisation du GNL comme carburant pour navire devrait représenter un marché annuel de 20 à 30 millions de tonnes vers 2025-2030, et être le premier débouché pour le GNL de détail ; les navires fluviaux consommeraient 2 millions de tonnes par an à ce même horizon (source : GDF Suez).

Pour la Métropole Aix-Marseille-Provence, l'objectif devient simple : proposer les infrastructures adaptées au GNL de détail nécessaires, pour l'approvisionnement, le stockage et l'avitaillement dans les ports desservis.

ENJEU : Contribuer au dynamisme économique et aux emplois locaux, réduire les inégalités territoriales

Malgré ses zones industrielles et son économie diversifiée, la Métropole reste insuffisamment inclusive : difficultés d'accès à l'emploi, inadéquation structures d'emplois et formation / équipements et services importants mais inégalement répartis / tissu commercial qui se développe sans lien avec les besoins de la population...

L'agenda économique métropolitain est ambitieux pour corriger ces faiblesses et le secteur de l'énergie et de l'environnement, puissant en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, peut largement y contribuer comme le

montrent les exemples exposés ci-dessus. Il représente près de 30 000 emplois et environ 1 500 chercheurs sur la région (source MDER 2008). C'est la première région française à la fois pour le raffinage et pour le solaire. La transition énergétique engendre des opportunités substantielles de création de richesse et d'emplois par l'émergence de filières, la possibilité de mutation de secteurs en difficulté et l'apparition de nouveaux débouchés sur des segments de marché traditionnels. L'éolien flottant offshore, la reconversion d'unité de raffinage d'hydrocarbures en site de production de biocarburants, et la prise en charge de travaux de rénovation énergétique par les professionnels du bâtiment qualifiés, illustrent parfaitement cela.

De plus, les entreprises, pour qui le poste « dépenses énergétiques » pèse lourd, gagneraient en compétitivité grâce à des actions de maîtrise des consommations énergétiques et d'optimisation des réseaux.

### PISTE D'ACTION : FACILITER ET ACCOMPAGNER LES PROJETS, NOTAMMENT ENCOURAGER L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE

Comme pour de nombreuses métropoles portuaires, la présence d'un grand système industrialo-portuaire a conduit, très tôt, les acteurs locaux à s'intéresser à l'écologie industrielle. L'enjeu est, à présent, de « passer à la vitesse supérieure » en fédérant toutes ces initiatives à l'échelle de la Métropole. L'économie circulaire est d'abord mise en œuvre à l'échelle de sites exemplaires, zones d'activités ou zones industrielles, où la proximité et la nature industrielle des activités économiques en présence permettent d'envisager une densification des interactions entre celles-ci.



Le territoire métropolitain étant caractérisé par sa multipolarité, les initiatives d'économie circulaire se déclinent au sein de ces différents pôles. L'enjeu est alors de renforcer le maillage entre ces initiatives par une mise en lien intersectorielle, une plus grande connexion et une collaboration renouvelée entre les pôles urbains, agricoles et industriels. L'économie circulaire apparaît alors comme un levier pour renforcer la cohésion territoriale, en permettant de multiplier les échanges entre les acteurs socio-économiques, les acteurs institutionnels et même les citoyens.

Les initiatives d'économie circulaire peuvent enfin se décliner à l'échelle d'un espace discontinu, en favorisant les échanges entre acteurs, entre entreprises ou entre zones d'activités économiques éparpillés sur l'ensemble de l'espace métropolitain. À ce titre, les corridors logistiques (pipelines, autoroutes, voies ferrées, fleuves et voies maritimes) dont Aix-Marseille-Provence est richement dotée constituent de véritables leviers pour la densification des échanges de flux de matières et d'énergie, mais aussi de compétences, entre les différents sites exemplaires en matière d'économie circulaire. Cette mise en réseau peut se décliner à différents échelons : à l'échelon local en agissant sur la logistique intra et interurbaine des sous-produits dont le coût freine la mise en place de synergies éco-industrielles ; à l'échelon régional en induisant des axes stratégiques en matière d'aménagement et de positionnement des zones d'activités et des zones industrielles ; à l'échelon international en développant les opportunités offertes par la mondialisation des dynamiques d'économie circulaire.

## DE LA RÉFLEXION... A L'ACTION !

Ce diagnostic est le point de départ de la stratégie énergétique de la Métropole Aix-Marseille-Provence. Il a été construit grâce à la synthèse de plusieurs travaux, notamment les éléments produits par les groupes de travail technique, des conseils de territoire et des Maires sur le thème « réseaux d'énergie et production EnR » porté par Mme B. ALIPHAT, des éléments de diagnostic issus de différents plans et schémas d'échelles régionale, départementale ou infra-départementale, d'études de développement de certains types d'énergies réalisés par l'ADEME, le GERES, l'ORECA...

Ce document a été produit en étroite collaboration entre la Mission énergie d'AMP (Marie LOOTVOET et Jefferson BROTONS) et les agences d'urbanisme (Gweltaz MORIN et Alexandra PRIN-DERRE).

Les enjeux et pistes d'actions identifiés dans la conclusion générale du document ont pour vocation d'être déclinés dans un **programme stratégique** 2018-2021.





# LIVRE BLANC DE L'ÉNERGIE

TOME 1

ÉTAT DES LIEUX MÉTROPOLITAIN POUR  
LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

Juin 2018



**58 Boulevard Charles Livon,  
13007 Marseille**  
Téléphone: 04 91 99 99 00



**49 La Canebière, Louvre et Paix  
13001 Marseille**  
Téléphone: 04 88 91 92 90



**Le Mansard - Bât C - 4<sup>e</sup> étage  
Place Martin Luther King  
Avenue du 8 mai 1945  
13090 Aix-en-Provence**  
Téléphone: 04 42 23 12 17